

T.C  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**TERMAL SIKLUS TEST PROTOKOLÜNDE BELİRTİLEN ALT ve ÜST  
SICAKLIK SINIR DEĞERLERİNİN İN VIVO ÖLÇÜMÜ**

**AYGÜL BAYDIR**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Erdal EROĞLU**

**Bu tez Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim  
Birimi tarafından 1762-D-08 Proje numarası ile desteklenmiştir  
Tez No: 44**

**2010-İSPARTA**

## KABUL VE ONAY

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne;

Süleyman Demirel Üniversitesi **Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Doktora Programı** Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi :01/07/2010

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Erdal EROĞLU .....  
Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. M. Üstün GÜLDAĞ.....  
Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Betül TUNCELLİ.....  
İstanbul Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Selçuk ÇÖMLEKÇİ .....  
Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mesud KAHRİMAN.....  
Süleyman Demirel Üniversitesi

ONAY : Bu Doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulu' nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Prof. Dr. F. Serpil Demirci  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

Yorucu ve zorla doktora eğitimim süresince bilgisi, ilgisi ve tecrübesi ile her zaman bana destek olan çok sevgili hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Erdal EROĞLU'na, eğitim sürecindeki değerli katkıları ve desteğinden dolayı Prof. Dr. M. Üstün GÜLDAĞ'a, tez çalışmamın planlama ve deneylerin yapılma aşamasında bilgisi ve farklı bakış açısıyla bana destek olan sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Selçuk ÇÖMLEKÇİ'ye ve Yrd. Doç. Dr. Mesud Kahrıman'a, desteğinden her zaman faydalandığım sevgili hocalarım Yrd. Doç. Dr. H. Cenker KÜÇÜKEŞMEN'e ve Yrd. Doç. Dr. S. Süha TÜRKASLAN, Yrd. Doç. Dr. U. Şebnem Büyükkaplan, Yrd. Doç. Dr. Hakan Tuna ve Dr. Işın Kürkcüoğlu'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın fotoğraf çekimi sürecinde bana yardımcı olan sevgili arkadaşım Mahir Çataltepe'ye ve İlkin Tuncel'e teşekkür ederim.

Eğitimimiz süresince mutlulukları, üzüntü ve endişeleri birlikte paylaştığımız çok sevdiğim bölüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

1742-D-08 no'lu doktora projesini destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Doktora eğitimi ve tez hazırlama sürecinde maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olduklarını hissettiğim canım aileme teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay .....	i
Önsöz .....	ii
İçindekiler .....	iii
Simgeler ve Kısaltmalar .....	v
Şekiller Dizini .....	vii
Resimler Dizini .....	viii
Tablolar Dizini .....	ix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>4</b>
2. 1. Yaşlandırma Deneyleri .....	6
2. 1. 1. Depolama ile Yaşlandırma .....	7
2. 1. 2. Oklüzal Yükleme ile Yaşlandırma .....	7
2. 1. 3. Termal Siklus ile Yaşlandırma .....	8
2. 2. Termokupl (Isıl Çift) .....	12
2. 2. 1. Termokupl Tipleri .....	13
2. 2. 1. 1. K Tipi Termokupl .....	14
2. 3. Termistör (Isıl Direnç) .....	15
2. 3. 1. Termistör Tipleri .....	15
2. 3. 1. 1. Sıcaklıkla Direnci Artan Termistörler (PTC) .....	16
2. 3. 1. 2. Sıcaklıkla Direnci Azalan Termistörler (NTC) .....	16
2. 4. Programlanabilir Çözünürlüklü Tek Hatlı Dijital Termometre (Yarı İletken Maddelerden Yapılan Isıya Duyarlı Devre Elemanları) .....	16
2. 5. Veri Kaydedici .....	19
2. 6. Veri Toplama ve Kontrol Yazılımları .....	20
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>21</b>
3. 1. Deney Kurgusu .....	21
3. 2. İstatistiksel Değerlendirme .....	30
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>31</b>
4. 1. Programlanabilir Çözünürlüklü Tek Hatlı Dijital Termometre (Yarı İletken Maddelerden Yapılan Isıya Duyarlı Devre Elemanı) ile Ölçülen Alt ve Üst Sınır Sıcaklık Değerleri .....	32
4. 2. Termokupl ile Ölçülen Alt ve Üst Sınır Sıcaklık Değerleri .....	36
4. 3. İstatistiksel Değerlendirme .....	40
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>41</b>
5. 1. Çalışmaya Katılan Birey Sayısı ve Dahil Olma Ölçütleri .....	41
5. 2. Ölçümlerde Isı Algılayıcıların Yerleştirildiği Bölgeler ve Taşıyıcı Olarak Splint Kullanımı .....	43
5. 3. Kullanılan Isı Algılayıcı Tipi .....	48
5. 4. Bireylerin Sıcak ve Soğuk İçecekleri İçmeye Başladıkları Sıcaklık (Termal Tolerans Sınırı) .....	51
5. 5. Çalışmamızda Termokupl ve Programlanabilir Çözünürlüklü Tek Hatlı Dijital Termometre ile Elde Edilen Sınır Sıcaklık Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması .....	53

5. 6. Bulguların Diğer Çalışmalarla Karşılaştırılması .....	55
<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>59</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>60</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>61</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>62</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>66</b>

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

-	Eksi
%	Yüzde
~	Yaklaşık
+	Artı
<	Küçük
=	Eşittir
>	Büyük
±	Artı eksi
≤	Küçük veya eşit
≥	Büyük veya eşit
°	Derece
°C	Derece santigrat (sıcaklık birimi)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADA	American Dental Assosiation
FDI	Federation Dental International
gr	Gram
ISO	International Organisation for Standardization
K	Kelvin
Mak	Maksimum
Min	Minimum
mm	Milimetre
ms	milisaniye
NTC	Sıcaklıkla Direnci Azalan Termistörler
Ort	Ortalama
PTC	Sıcaklıkla Direnci Artan Termistörler
PVC	Polivinil klorür
Std. S	Standart Sapma
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

V	Volt
VTS	Veri toplama sistemleri
WHO	World Health Organization
x	Çarpı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

**Şekil 1.** DS18B20 Entegresi (Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre) blok diyagramı

**Şekil 2.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile ölçüm yapmak üzere hazırlanan düzeneğin blok diyagramı

**Şekil 3.** Genie 3.0 ekran görüntüsü



## RESİMLER DİZİNİ

**Resim 1.** Thermocycler THE 1100 Termalsiklus test cihazı

**Resim 2.** K tipi termokupl

**Resim3.** Isı ve basınçla şekillendirme aygıtı (Drufomat Scan 115v-Silver, Dentsply, USA)

**Resim 4.** Üst çene modeli üzerine ısı ve basınçla şekillendirilmiş plastik splint

**Resim 5.** DS18B20 Entegresi (Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre)

**Resim 6.** Silikon tabancası ve çubuk silikon

**Resim 7.** DS18B20 Entegresinin silikon tabancası ve çubuk silikon yardımıyla plastik splint üzerine yerleştirilmesi

**Resim 8 ve 9:** İlgili bölgelere DS18B20 Entegresi yapıştırılmış plastik splint

**Resim 10.** Üzerine DS18B20 Entegresi yerleştirilmiş plastik splintin ağza yerleştirilmesi

**Resim 11.** Plastik splintin ağızdaki görüntüsü

**Resim 12.** Sıcak-soğuk su sebili

**Resim 13.** Suya daldırılabilir dijital termometre

**Resim 14.** Suya daldırılabilir dijital termometre ekran görüntüsü

**Resim 15.** K tipi termokupl

**Resim 16.** Üzerine termokupl yerleştirilmiş plastik splintin ağızdaki görüntüsü

**Resim 17.** Üzerinde algılayıcı bulunan plastik splintin veri kaydedici ve bilgisayar bağlantısı

## TABLolar DİZİNİ

**Tablo 1.** Ağız içi alt ve üst sınır sıcaklık değeri ölçülen çalışmalar

**Tablo 2.** Termokupl tipleri ve ölçüm yaptıkları sıcaklık aralığı tablosu

**Tablo 3.** En sık kullanılan termokuplların sıcaklık aralıkları ve standart hata aralıkları

**Tablo 4.** Oda ısısında dört bölgenin başlangıç sıcaklıkları

**Tablo 5.** Bireylerin sıcak ve soğuk içecekleri içmeye başladıkları sıcaklık

**Tablo 6.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile alt sınır sıcaklık değeri ölçümlerinde elde edilen en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri

**Tablo 7.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile ölçülen alt sınır sıcaklık değerleri

**Tablo 8.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile üst sınır sıcaklık değeri ölçümlerinde elde edilen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri

**Tablo 9.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile ölçülen üst sınır sıcaklık değerleri

**Tablo 10.** Termokupl ile alt sınır sıcaklık değeri ölçümlerinde elde edilen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri

**Tablo11.** Termokupl ile ölçülen alt sınır sıcaklık değerleri

**Tablo 12.** Termokupl ile üst sınır sıcaklık değeri ölçümlerinde elde edilen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri

**Tablo 13.** Termokupl ile ölçülen üst sınır sıcaklık değerleri

**Tablo 14.** Termokupl ve programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile elde edilen üst sınır sıcaklık değerlerinin Student t testi ile istatistiksel analizi

**Tablo 15.** Termokupl ve programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile elde edilen alt sınır sıcaklık değerlerinin Student t testi ile istatistiksel analizi

## 1. GİRİŞ

Hastaların yaşam kalitesini korumak ve bu kalitenin devamlılığını sağlamak diş hekimliğinin önde gelen hedeflerindedir. Koruyucu tedavilerin uygulanması, ağrının giderilmesi, çiğneme etkinliğinin artırılması, fonasyon ve estetikteki düzenlemeler bu hedeflere ulaşım yollarıdır. Tarihsel süreç içerisinde kaybedilen dişin yerine konulmak üzere insan ya da hayvan dişi, deniz kabuğu, fildişi, kemik, hidroksiapatit, kobalt-krom alaşımları, titanyum gibi pek çok organik ve inorganik malzeme kullanılmıştır. Ancak dental malzemelerle ilgili son gelişmelere rağmen bunların hiç biri henüz ağız içinde sürekli olarak kullanılabilir niteliğe ulaşmamıştır (Anusavice, 2003).

Dental malzemeler antialerjik ve antitoksik olmalarının yanı sıra ağız ortamının nemli ve sıcak çevresi ile uyumlu, sindirim asit ve enzimlerine dayanabilecek güçte ve lekelenmeye karşı dirençli olmalı, aynı zamanda iyi bir estetik de sunabilmelidir. Bunlar ayrıca ekonomik olmalı ve klinisyen tarafından da basitçe uygulanabilmelidir (www.dentaltestgroup.com, Erişim tarihi: 27 Ekim 2006). Diş hekimleri ve malzeme bilimciler tüm diş dokularına kalıcı olarak bağlanabilen, estetik olarak renk uyumunu yakalamış, dentin ve mine ile benzer fiziksel ve mekanik özellikler gösteren malzemelerin geliştirilmesi için çalışmaktadırlar (Anusavice, 2003).

Dental malzemelerin insan vücudunda kullanımına yönelik ilk çalışmalar 19. yy'da amalgamla başlamıştır. Aynı dönemde literatürde porselen ve altın ile ilgili çalışmalara da rastlanmaktadır. Dental malzeme deneyleri ile ilgili belirli bir yöntemin kullanılmadığı bu araştırmalar, 1895 yılında G. V. Black tarafından yapılan araştırmalarla bilimsel anlamda düzenli ve tekrarlanabilir hale gelmiştir (Zaimoğlu ve ark., 1993).

Dental malzemelerin incelenmesi ve bunların kullanımı hakkındaki standartların temeli 1919 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) atılmış ve malzemelerin fiziksel, kimyasal özelliklerinin incelenmesi ve kullanıma yönelik standartların oluşturulması hedeflenmiştir. Bu çalışmalar ABD'de Amerikan Diş

Hekimliği Birliği (American Dental Association, ADA) spesifikasyonlarını ortaya çıkarmıştır. Bu spesifikasyonlar belli bir malzemenin diş hekimleri tarafından doğru bir şekilde kullanılması şartıyla iyi sonuçlar vermesi için sahip olması gereken fiziksel ve kimyasal ana standartları belirler (ADA, 2009, Zaimoğlu ve ark., 1993).

Amerika Birleşik Devletleri'nde görev yapan ADA'nın yanı sıra dental malzemeler için uluslararası seviyede spesifikasyonlar oluşturma alışmaları Uluslararası Diş Hekimliği Federasyonu (Federation Dental International, FDI) ve Uluslararası Standart Organizasyonu (The International Organization for Standardization, ISO) kuruluşları tarafından yürütülmektedir. Ülkemizde ise her türlü standart için üretim ve hizmet sağlama yükümlülüğünü Türk Standartları Enstitüsü (TSE) yerine getirmektedir (Zaimoğlu ve ark., 1993).

Dental malzemeler ağız içinde kullanıma sunulmadan önce belirli protokoller çerçevesinde in vivo, in vitro ya da hayvan deneyleri ile test edilir. In vivo testler ağız içinde gerçekleştirilir. Bu testler en güvenilir sonuçları vermelerine rağmen pahalı olmaları, gözlem sürelerinin uzun olması, kolay kontrol edilememeleri ve yorumlanma güçlüğü gibi zorlukları da beraberlerinde taşırlar. Aynı zamanda uyulması gereken etik ve yasal kurallar, bu deneylerin uygulanmasını daha da karmaşık hale getirmektedir. In vivo deneylerin tüm bu kısıtlamalarına karşın in vitro deneylerin tekrarlanabilir, kontrol edilebilir, göreceli olarak daha basit ve ucuz olmaları ve in vivo deneyler için geçerli olan etik ve yasal kurallardan muaf olmaları, tercih edilmelerine neden olmaktadır (Wataha, 2001).

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 (Longman and Pearson, 1987). Ancak yapılan literatür taramasında termal siklus test protokolünü oluşturan süreçlerin standart bir düzen içerisinde kullanılmadığı tespit edilmiştir. Standardizasyon konusundaki bu eksiklik, uygulanan laboratuvar çalışmalarının güvenilirliğini sarsmakta ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçların birbiriyle karşılaştırılmasını da engellemektedir. Ek olarak, bu süreçlerden biri olan alt ve st sıcaklık sınır değerlerinin tespiti için gerçekleştirilen in vivo çalışmalarda da çelişkili sonuçların varlığı gözlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı termal siklus test yönteminde kullanılan alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin in vivo olarak tespit edilmesidir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Dental malzeme alanında yeni ürünlerin değerlendirilmesi ve klinik kullanımına karar verilmesi için son yıllarda Kanıta Dayalı Diş Hekimliği ön plana çıkmıştır (Bayne, 2007). Kanıta Dayalı Diş Hekimliğinin köken aldığı Kanıta Dayalı Tıp ilk kez 1996 yılında David Sacket tarafından “hasta tedavisi için karar verirken dikkatli, açık ve makul kanıtların kullanımı” olarak tanımlanmıştır (Sackett et al., 1996). Yıllar içerisindeki gelişime bağlı olarak bu tanımlama “klinik deneyimler ve hasta değerleri ile en iyi araştırma kanıtlarının birleşmesi” olarak değişmiştir (www.bmj.com, Erişim tarihi: 23 Ekim 2009). Amerikan Diş Hekimleri Birliği ise bu bilgiler ışığında Kanıta Dayalı Diş Hekimliğini “hastaların oral ve tıbbi durumları ve geçmişleri ile de bağlantılı olarak, klinikle ilgili bilimsel kanıtların sistematik olarak değerlendirilmesi, diş hekiminin klinik deneyimi ve hastanın tedavi ihtiyaçları ile birlikte oral sağlığa yaklaşım” olarak tanımlamıştır (www.ada.org, Erişim tarihi: 15 Mayıs 2009).

Vücutta kullanılması planlanan yeni malzemelerin klinik performansını değerlendirmek üzere farklı tipteki kanıtlar şu şekilde sıralanır; geniş kapsamlı ve uzun dönemli klinik çalışmalar, diğer klinik çalışmalar, hayvan deneyleri, fiziksel özelliklerin verileri ve in vitro deneyler (O'Brien, 2002). En sağlam kanıtlar geniş kapsamlı, uzun dönemli klinik çalışmalardan elde edilir.

Kanıt sıralamasında bulunan kategoriler aşağıda açıklanmıştır:

**Geniş kapsamlı ve uzun dönemli klinik çalışmalar:** İyi planlanmış bir klinik çalışma, kontrol malzemesi ile kıyaslandığında yeni malzemenin klinik performansı hakkında çok daha kesin bir hipotez sunacaktır. Böyle bir çalışmanın eksiksiz olabilmesi için olabildiğince fazla sayıda birey üzerinde uygulanmış olması gerekir. İyi bir çalışma planı, özneliği azaltmalıdır. Bu tür çalışmalar tamamen yeni buluşlar ve ürünlerdeki büyük değişikliklerde endikedir (O'Brien, 2002).

**Diğer klinik çalışmalar:** Diğer klinik çalışmalar geniş kapsamlı ve uzun süreli klinik çalışmalar kadar olmasa da kıymetli bilgiler edinilmesini sağlarlar. “Kohort (topluluk)” tipi bir çalışma aynı biyomateryali kullanan bir grup insanı takip ederken, “follow-up” bir çalışma klinikte tedavi edilmiş bir grup hastada ürünün ömrünü ve hata sebeplerini değerlendirir. Kısa süreli klinik çalışmalar üreticiler tarafından yeni restoratif dental malzemelerin test edilmesi için kullanılırlar. Oldukça yaygın olarak uygulanırlar ve kullanışlıdırlar, ancak uzun dönem etkileri ve yalnızca geniş bir hasta grubunun kullanımında nadiren ortaya çıkabilecek kusurlar gözden kaçırılabilir. Bu kategorideki çalışmalar ürün geliştirme ve yeni teknikler için endikedir (O’Brien, 2002).

**Hayvan deneyleri:** Yeni malzemelerin biyolojik uyum testlerinin bir kısmı hayvan deneylerini içerir. Hayvan deneyleri kıymetlidir fakat değerlendirilmeleri zordur. Hücre kültürleri ile yapılan sitotoksikite testleri malzemenin bariz toksisitesini tespit edebilir ancak seyrek etkiler uzman değerlendirmesi gerektirir. Hayvan deneyleri biyolojik uyumu şüpheli yeni malzeme bileşimleri ya da teknikler için endikedir (O’Brien, 2002).

**Fiziksel özelliklerin verileri:** Yeni bir biyomateryal ağız içinde kullanılmaya başlanmadan önce standart bir malzeme ile kıyaslanarak fiziksel özellikleri tespit edilmelidir ve elde edilen sonuçları da başarılı olmalıdır. Ancak vücut koşulları oldukça karmaşık olduğundan laboratuvar testlerinin sonuçları her zaman klinik performans hakkında bilgilendirici olamaz. Örneğin laboratuvar test edildiğinde oldukça dayanıklı olabilen bir malzeme, vücut sıvıları ile bir araya geldiğinde aynı performansı gösteremeyebilir. Bu sebeple bir malzemenin uygulanabilir tüm fiziksel özellikleri klinik testlerle beraber değerlendirilmelidir. Fiziksel özelliklerin verileri genellikle malzemelerdeki küçük değişimler için gereklidir ancak büyük yeniliklerde yetersizdirler (O’Brien, 2002).

**İn vitro deneyler:** Biyomateryal literatürü klinik koşulları oluşturmak üzere tasarlanmış pek çok laboratuvar deneyi örneğine sahiptir. Her ne kadar kullanışlı olsalar da bu deneyler yorumlanırken aldatıcı olabilirler (O’Brien, 2002). Dental malzemelerin hasta ağızındaki olası değişimlerini inceleyen klinik deneyler tipik

olarak beş yıl ya da daha uzun bir zaman aralığı gerektirirler (DeLong and Douglas, 1991). Ayrıca bu tür deneylerin kontrolleri zordur, finansman sorunu sebebiyle az sayıda denekle uygulanabilme ve dolayısıyla yanıltıcı olma riskleri vardır (DeLong and Douglas, 1991, www.dentaltestgroup.com, Erişim tarihi: 27 Ekim 2006). Bu sebeple beklenen klinik koşulların laboratuarda oluşturulması tercih edilir (DeLong and Douglas, 1991, Gale and Darvell, 1999).

Uzun süreli klinik kullanımların dental malzemeler üzerinde oluşturacağı fiziksel etkileri daha kısa süreler içerisinde ve kontrol edilebilir koşullarda in vitro olarak test etmek üzere gerçekleştirilen çalışmalar, genel olarak yaşlandırma deneyleri olarak adlandırılırlar (Longman and Pearson, 1987).

## **2. 1. Yaşlandırma Deneyleri**

Kullanılması tasarlanan ve biyolojik uyumluluğu da kanıtlanmış olan malzeme, ağız taklit eden ortamlarda sürekli gerilime tabi tutularak “yaşlandırılır” ya da “eskitebilir”. Söz konusu yapay ağız ortamlarının oluşturulmasının temel hedefleri şunlardır:

- a) Çiğneme kuvvet ve hareketlerinin taklit edilmesi.
- b) Doğal ortama benzer ısı, hava ve nem değişikliklerinin sağlanması.
- c) Tükürüğün malzeme üzerindeki etkisini taklit edebilmek için benzer nitelikli yapay sıvıların kullanılması (DeLong and Douglas, 1991).

Ağız ortamını taklit etmeyi amaçlayan yaşlandırma deneyleri genel olarak üç temel süreç içerisinde uygulanır:



### **2. 1. 1. Depolama ile Yaşlandırma**

En sık kullanılan yaşlandırma yöntemi suda depolama ile gerçekleştirilendir. Deney örnekleri önceden belirlenmiş bir zaman dilimi içerisinde 37°C'lik suda bekletilerek yaşlandırılır (De Munck et al., 2005). Bu süre, birkaç aydan 4–5 yıla hatta bazen daha uzun bir zaman dilimine kadar değişebilir (De Munck et al., 2005). Bazı araştırmalarda depolama sırasında bakteri üremesini önlemek için bu suya sodyum azit, kloramin, hatta antibiyotik eklenmiştir (De Munck et al., 2005). Klinik koşulları daha iyi taklit edebilmek için yapay tükürük çözeltileri de kullanılabilir (De Munck et al., 2005, Chen et al., 2005, Pokarier and Gage 1989, Huang et al., 2004).

Depolama ile yaşlandırma yöntemi mikro sızıntı, bağlanma dayanımı, kırılma dayanımı gibi in vitro testlerin tamamında ve diğer test yöntemleri (okluzal yükleme ya da termal siklus) öncesinde kullanılmaktadır.

### **2. 1. 2. Okluzal Yükleme ile Yaşlandırma**

Okluzal yükleme ile yaşlandırma yöntemi, test edilecek malzemenin çiğneme kuvvetlerine benzer büyüklük ve yöndeki kuvvetlere tabi tutulması esasına dayanır. Bu işlem çiğneme benzetimliği (simülatörü) ile yapılabildiği gibi iyi kontrollü kırılma dayanımı ya da çeşitli yorgunluk testi düzenekleri ile de yapılabilir (DeLong and Douglas 1991, De Munck et al., 2005). Okluzal yükleme ile yaşlandırma yöntemi, daha çok kırılma dayanımı (yükleme sırasında), bağlanma dayanımı (yükleme sırasında) ve mikro sızıntı (yükleme sonrasında) ölçümlerinde kullanılır (Daub et al., 2006, D'Alpino et al., 2006, Delme et al., 2005).

### 2. 1. 3. Termal Siklus ile Yaşlandırma

İstirahat halinde ölçülen ağız içi sıcaklık 36,4°C olarak bildirilmiştir (Levander et al., 2002). Ancak modern hayatın yemek pişirme ve yiyecekleri dondurma tarzı, içeceklerin ve yiyeceklerin ağız ısısının çok üzerinde (50–60°C) veya çok altında (0–10°C) tüketilmesine neden olmaktadır (Green 1986). Bu değerlerin 85°C (kahve) ve -12°C (dondurma) olarak bildirildiği çalışmalar da vardır (Michailesco et al., 1995).

Termal siklus deyimi (ısıl çevrim, ısısız döngü), in vitro olarak bir dişe ya da restoratif malzemeye ağız ortamını taklit edecek şekilde ısı değişimi uygulanmasını ifade eder (Helvatjoğlu et al., 2004, Rossomando and Wendt 1995). Malzemelerin in vivo dayanımını öngörebilmek için sıklıkla kullanılan in vitro bir test yöntemidir (Palmer et al., 1992). Termal siklus test protokolleri temel olarak ağız ortamını laboratuvar koşullarına nakletmek ilkesini hayata geçirmek üzere tasarlanmıştır (Palmer et al., 1992). İlk kez Nelsen et al. (1952) tarafından dolgu malzemelerinin mikrosızıntı özelliklerini test etmek üzere geliştirilmiştir.

Bu yöntemde test aygıtı olarak birbirine komşu iki banyo tankı ve test örneklerini bu banyo tanklarına sıra ile daldırabilen taşıyıcı bir koldan oluşan bir aygıt kullanılır (Resim 1).



**Resim 1.** Thermocycler THE 1100 Termalsiklus test aygıtı (www.willytec.com, Erişim tarihi: 21 Mart 2010)

Banyo tankları içlerine konulan ve niteliği isteğe göre değiştirilebilen sıvıları istenilen sıcaklıkta (2–65°C) muhafaza ederler. Test edilecek deney örnekleri taşıma kolunun ucundaki sepete yerleştirilir. Taşıma kolunun deney örneklerini bir tanktan çıkarıp diğerine transfer etme süresi ve her bir tanktaki daldırma (bekleme) süresi de aygıt üzerinde bulunan kontrol panelinden ayarlanabilmektedir. Yani aygıt üzerindeki kontrol panelinde her bir tankın içerisindeki sıvının sıcaklık ayar düğmesi, taşıma kolunun test örneklerini bir tanktan diğerine transfer süresi, her bir tanktaki daldırma süresi ve yapılacak total daldırma sayısına ilişkin (siklus sayısı) kontrol mekanizması bulunmaktadır (Resim 1).

Uluslararası Standart Organizasyonu da ilk kez 1994 yılında tanımlayarak standartları arasına kattığı bu yöntemi 2003 yılında güncelleyerek tekrar tanımlamıştır (ISO TR11405, Technical Specification: Dental Materials–Testing of Adhesion to Tooth Structure). Amerikan Diş Hekimleri Birliği de bu yöntemi kabul etmiş ve çeşitli amaçlar için uygulanmasına yönelik bir protokol oluşturmuştur (ADA Acceptance Program Guidelines “ Dentin and Enamel Adhesive Materials” 2001).

Araştırmacılar, termal siklusun deney örnekleri üzerindeki yaşlandırıcı etkisinin iki şekilde gerçekleştiğini düşünmektedirler (De Munck et al., 2005):

1. Sıcak su, interfaz bileşenleri üzerindeki hidrolize edici etkisi ile test edilen malzemelerdeki yeterli polimerize olamamış rezinlerin ara bağlarının kopmasını hızlandırabilir (Tezvergil et al., 2005, De Munck et al., 2005).

2. Restoratif malzemenin dişle kıyaslandığında yüksek olan termal genleşme/büzüşme katsayısından dolayı diş ve biyomateryal arasında tekrarlayan genleşme/büzüşme stresleri oluşmaktadır. Bu stresler bağlanma yüzeylerinde çatlaklara yol açabilir ve bir kere boşluk oluşunca da, değişen boşluk boyutları mikro sızıntı olarak bilinen ağız sıvılarının geçişine neden olur (Gale and Darvell 1999, De Munck et al., 2005).

Termal siklusla yapılan yaşlandırma, dental malzemelerin mikro sızıntı karakteristikleri, makaslama bağlanma kuvveti ve çekme bağlanma kuvveti testlerinde oldukça sık olarak kullanılan bir metottur (Gale and Darvell 1999).

Termal siklus test protokolünde kullanılan sıcaklık değerleri ağız ortamında meydana gelebilecek sıcaklıkları yansıtmalıdır. Buna bağlı olarak dental malzemeler

bu test protokolünün bir süreci olarak ağız içinde olduğu varsayılan alt ve üst sıcaklık sınır değerlerine tabi tutulmaktadır (Longman and Pearson, 1987). Uygulanan alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin ağız ortamında meydana gelebilecek sıcaklık sınır değerlerinin üstünde olmasının malzeme üzerinde aşırı gerilime neden olacağı varsayılmıştır. Bu da, malzemenin ağız ortamında kullanıma uygun olmadığı sonucunu ortaya çıkarabilir. Buna karşın malzemeyi ağız içinde meydana gelen sıcaklık değişimlerinin altında bir sıcaklık aralığında test etmek de yeterli gerilime tabi tutulmasını engelleyecektir. Bu durumda da, malzemenin ağız koşullarına uygunluğu gerçekçi olarak değerlendirilemeyebilir.

Baydır, 2007 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde sunduğu “Diş Hekimliğinde Termal Siklus Uygulamaları” başlıklı seminer çalışmasında bu test protokolünü incelemiştir (Baydır A., 2007). Çalışma için yapılan literatür taraması sırasında, bu protokolü oluşturan süreçlere ilişkin bir standardizasyon eksikliği gözlenmiştir. Protokol süreçlerinden biri olan sıcaklık sınır değerlerine ilişkin referans eksikliği de seminer çalışmasının sonuçlarından biri olarak sunulmuştur. Michalesco et al. (1995), Youngsson and Barclay (2000), Longman and Pearson (1986) ve Gale and Darvell (1999) da kendi araştırmaları için yaptıkları literatür taramasında termal siklus test protokolünü oluşturan süreçlerden alt ve üst sıcaklık sınır değerleri, siklus sayısı ve daldırma zamanı süreçlerinin dikkate değer ölçüde değişkenlik gösterdiğini tespit etmişler ve termal siklus test protokolünün klinik koşulları taklit edebilmesi için standardize edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Amerikan Diş Hekimliği Birliği'nin dentin ve mine adeziv malzemeleri için yayınladığı ve bu malzemelerin mineye ve dentine bağlanma kuvvetlerinin ve mikro sızıntılarının tespiti için önerdiği termal siklus protokolünde (ADA, Acceptance Program Guidelines 2001), alt sıcaklık sınır değeri olarak 5°C, üst sıcaklık sınır değeri olarak da 55°C kullanılması önerilmiştir. Uluslararası Standart Organizasyonu da, ilk kez 1994'te yayınladığı ve 2003 yılında tekrar düzenlediği, dental adezivlerin bağlanma dayanımının ölçülmesini amaçlayan bir standartta alt-üst sıcaklık sınır değeri olarak 5–55°C kullanılması önermektedir (ISO TR 11405, 2003).

Nelsen et. al (1952)'dan bu yana ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin in vivo olarak saptanması amacıyla sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Barclay et al.,

2005). Ancak bu çalışmalar incelendiğinde de ölçüm sonuçlarının örtüşmediği gözlenmektedir (Tablo 1). Örneğin Ernst et al. (2004), alt-üst sıcaklık sınır değerini 13,7–52,8°C olarak bildirirken Barclay et al., 2005 yılında yaptıkları çalışmalarında ağız içi alt-üst sıcaklık sınır değeri olarak 0–70°C bildirmiştir.

**Tablo 1.** Ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değeri ölçülen çalışmalar

İlk İsim	Yayın Yılı	Ölçülen en düşük sıcaklık sınır değeri	Ölçülen en yüksek sıcaklık sınır değeri
Nelsen	1952	9°C	52°C
Palmer	1992	1°C	58,5°C
Michailescu	1995	4,3°C	48,4°C
Youngson	2000	15,4°C	68°C
Ernst	2004	13,7°C	52,8°C
Barclay	2005	0°C	70°C

Sonuç olarak;

- Termal siklus test protokolü uygulayan in vitro çalışmalarda standart ısı değerleri kullanılmamış olması,
- Çalışmaların önemli bir bölümünde bu protokole ilişkin bir referans verilmemiş olması,
- Ağız içi sıcaklık sınır ölçüm çalışmalarındaki standardizasyon eksikliği ve buna bağlı olarak,
- İn vivo çalışmalarda karşımıza çıkan farklı ölçüm değerleri,

güncel ve güvenilir bir yöntemle ağız içi sıcaklık sınır değerlerinin tespitini gerekli kılmaktadır.

Ağız içi sıcaklık sınır ölçümü gerçekleştiren çalışmalarda, gerçekleştirildikleri dönemin teknolojik seviyesine uygun olarak;

- ağız içerisine sığabilecek boyutları olan,
- ağız ortamından ve bu ortamdaki gıdalardan etkilenmeyecek,
- algıladığı ısı değerlerini ve bu değerlerdeki değişimleri en az hata ile

dışarıdaki bir kayıt aygıtına iletebilecek ısı algılayıcılar kullanılmıştır. En sık kullanılan ısı algılayıcılar “termokupl” (ısı çifti) ve “termistör”dür (ısı direnç). Son yıllarda geliştirilen “programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre” de

yukarda belirtilen gereklilikleri yerine getirebilen ve bu amaçla kullanılabilir bir ısı algılayıcıdır.

## 2. 2. Termokupl (Isıl Çift)

Termokupl, sıcaklık farkına bağlı olarak bir voltaj oluşturan iki farklı metal arasındaki bağlantıdır. Termokupllar sıcaklık ölçümü ve kontrolü amacıyla oldukça yaygın olarak kullanılan ısı algılayıcılardır ve aynı zamanda ısıyı elektrik enerjisine çevirmek amacıyla da kullanılabilirler. Ucuz, değiştirilebilir, standart bağlantılara uyabilen ve oldukça geniş bir aralıkta sıcaklık ölçümü yapabilen algılayıcılardır. En önemli dezavantajları 1°C'den düşük sistem hatalarının fark edilmesinin güç olmasıdır (www.wikipedia.org, Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, Endüstriyel Elektronik 2001, Endüstriyel Elektrik 1999). Yüksek sıcaklığa sahip bir ortamın sıcaklık değeri klasik termometrelerle belirlenemez. Bu gibi durumlarda termokupl temelli ölçme devresi kullanmak gerekir. Termokupl temelli ölçme sisteminde ısıyı gerilime çeviren bir yapı vardır. Termokupllar -200–2000°C arasındaki sıcaklık ölçümlerinde kullanılan, güvenilir ve ekonomik endüstriyel kullanıma yönelik algılayıcılardır. Termokuplda oluşan elektrik akımı, birleşim noktasının sıcaklığına bağlı olup, metallerin farklı elektriksel ve termik özelliklerinden ileri gelir. Başka bir deyişle, yüksek sıcaklık olan bölümdaki elektronlar yüksek termik enerji içermekte ve bu elektronlar soğuk bölgeye doğru hareket etmektedir. Bu işlem sonucunda ise çıkış uçlarında mikrovolt ile milivolt düzeyinde bir gerilim doğmaktadır. Termokuplların ölçüm yapan uçları oksidasyon ve dış etkenler sebebiyle çabuk bozulur. Bu nedenle ısıyı algılayan kısım oksidasyonu engelleyici gaz doldurulmuş koruyucu kılıf içine yerleştirilir. Termokuplda üretilen gerilimin ölçümü yapan ayağa kadar ulaştırılmasında özel yapıları kablolar kullanılır. Kullanılan kabloların yalıtkan tabakası ısıya dayanıklı silikon-kauçuk, cam elyafı-asbest gibi malzemelerden üretilir (www.wikipedia.org, Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, Endüstriyel Elektronik 2001, Endüstriyel Elektrik 1999). Termokupl seçimi rastgele değil, ölçülecek olan

sıcaklığın değeri göz önüne alınarak yapılır. Plastik üretim endüstrisinde sıcaklık 0–400°C arasında iken demir çelik sanayinde sıcaklık 0–1800°C arasındadır. Bu sıcaklık farklılığı nedeniyle seçilecek termokupl da ayrı tipte olacaktır. Örneğin düşük sıcaklıkların ölçümünde kromel-konstantan, demir konstantan ya da bakır-konstantan ikilisiyle yapılmış termokupllar kullanılır. Termokupllar kullanım kolaylığı ve ulaşılabilirlik bağlamında en popüler ısı algılayıcılarındandır ve bu nedenle de bilimsel araştırmalarda ve sanayide oldukça yaygın olarak kullanılırlar (www.temperatures.com, Erişim tarihi: 17 Şubat 2010, www.armeelektronik.com/termokupl, Erişim tarihi: 17 Şubat 2010, www.wikipedia.org, Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, www.omega.com, Erişim tarihi: 5 Şubat 2010).

### 2. 2. 1. Termokupl Tipleri

Termokupl üretiminde kullanılan alaşımların belli kombinasyonları endüstriyel standart olarak popüler hale gelmiştir. Kombinasyonların seçimi fiyata, kullanılabilirliğe, uygunluğa, erime derecelerine, kimyasal özelliklerine, kararlılıklarına ve çıkışlarına (output) bağlıdır. Farklı uygulamalarda farklı tipler kullanılır. Genellikle ısı aralığına ve hassasiyet ihtiyacına göre tercih edilirler. Düşük hassasiyete sahip termokupllar (B, R ve S tipleri), düşük çözünürlüğe sahiptirler. Diğer seçim ölçütleri ise termokupl malzemesinin inertliği ve manyetik olup olmamasıdır (www.wikipedia.org, Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, www.armeelektronik.com, Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, www.omega.com, Erişim tarihi: 5 Şubat 2010).

Termokupl tipleri K, E, J, N, Platin tipi, B, R, S, T, C, M, Chromel-altın/demir olarak sayılabilir (Tablo 2 ve 3) (www.wikipedia.org, Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, www.armeelektronik.com, Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, www.omega.com, Erişim tarihi: 5 Şubat 2010).

**Tablo 2.** Termokupl tipleri ve ölçüm yaptıkları sıcaklık aralığı tablosu

Alaşım	Termokupl Tipi	Alt sıcaklık	Üst sıcaklık
Fe-Const	J Tipi	-200 °C	800°C
NiCr-Ni	K Tipi	-200 °C	1200°C
Kromel-Alumel	K Tipi	-200 °C	1200°C
Pt%10Rh-Pt	S Tipi	0 °C	1600°C
Pt%13Rh-Pt	R Tipi	0 °C	1700°C
Pt%30Rh-Pt%6Rh	B Tipi	0°C	1800°C
Cu-Const	T Tipi	-200 °C	300°C
Pt100	PT Tipi	-200 °C	350°C

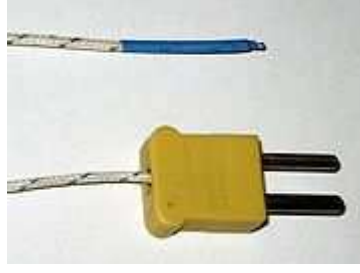
**Tablo 3.** En sık kullanılan termokuplların sıcaklık aralıkları ve standart hata aralıkları

En sık kullanılan termokuplların sıcaklık ölçüm aralıkları		
Kalibrasyon	Sıcaklık aralığı	Std. hata sınırları
J	0—750°C	2,2°C ya da %0,75'ten büyük
K	-200—1250°C	2,2°C ya da %0,75'ten büyük
E	-200—900°C	1,7 ya da %0,5'ten büyük
T	-250—350°C	1,0°C ya da %0,75'ten büyük

### 2. 2. 1. 1. K tipi termokupl

K tipi termokupl ortalama 41  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  hassasiyete sahip, kromelin alumel göre pozitif olduğu, en sık kullanılan genel amaçlı termokupldır (Resim 2). Ucuzdur ve -200—1350°C arasında ölçüm yapmayı sağlar. Ağız içi ölçüm yapmak üzere -50—200°C sıcaklık aralığında ölçüm yapabilen K tipi termokupllar tercih edilir. Bileşenleri oluşturan maddelerden biri olan nikel manyetiktir ve manyetik malzemeyle oluşturulan termokupllar manyetik malzeme Curie sıcaklığına (Manyetik malzemelerin ferromanyetik fazdan paramanyetik faza geçtikleri sıcaklık) ulaştığında veri çıkışlarında basamak değişikliğine uğrarlar ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, Endüstriyel Elektronik 2001, Endüstriyel Elektrik 1999).





**Resim 2.** K tipi termokupl

### **2. 3. Termistör (Isıl Direnç)**

Ortamdaki ısı değişimini algılamak için kullanılan bir başka aygıt da termistördür. Birçok maddenin elektriksel direnci sıcaklıkla değişir. Sıcaklığa karşı hassas olan maddeler kullanılarak sıcaklık kontrolü ve sıcaklık ölçümü yapılabilir. Sıcaklık ile direnci değişen elektronik malzemelere term (sıcaklık) ve rezistör (direnç) kelimelerinin birleşimi olan termistör denir. Termistörler genellikle yarı iletken malzemelerden üretilirler. Termistör yapımında çoğunlukla oksitlenmiş manganez, nikel, bakır veya kobaltın karışımı olan maddeler kullanılır ([www.sensorler.info/etiket/termistor](http://www.sensorler.info/etiket/termistor), Erişim tarihi: 12 Nisan 2010, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, Endüstriyel Elektronik 2001, Endüstriyel Elektrik 1999, [www.omega.com](http://www.omega.com), Erişim tarihi: 5 Şubat 2010).

#### **2. 3. 1. Termistör Tipleri**

Termistörler sıcaklıkla direnci artan termistörler (Positive temperature coefficient, PTC) ve sıcaklıkla direnci azalan termistörler (Negative temperature coefficient, NTC) olarak ikiye ayrılır.

### **2. 3. 1. 1. Sıcaklıkla Direnci Artan Termistörler (PTC)**

Sıcaklıkla direnci artan termistörler, bulunduğu ortamın veya temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça elektriksel direnci de artan elektronik devre elemanlarıdır ([www.sensorler.info/etiket/termistor](http://www.sensorler.info/etiket/termistor), Erişim tarihi: 12 Nisan 2010). Bu aygıtlar  $-60—150^{\circ}\text{C}$  arasındaki sıcaklıklarda kararlı bir şekilde çalışabilirler.  $0,1^{\circ}\text{C}$ ' ye kadar duyarlılıkta olanları vardır. Daha çok elektrik motorlarını fazla ısınmaya karşı korumak için tasarlanan devrelerde kullanılırlar. Ayrıca ısı seviyesinin belirli bir değer aralığında tutulması gereken tüm işlemlerde, tüm devrelerde kullanılabilirler ([www.sensorler.info/etiket/termistor](http://www.sensorler.info/etiket/termistor), Erişim tarihi: 12 Nisan 2010).

### **2. 3. 1. 2. Sıcaklıkla Direnci Azalan Termistörler (NTC)**

Sıcaklıkla direnci azalan termistörler, bulunduğu ortamın veya temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça elektriksel direnci azalan devre elemanlarıdır. PTC'lerin tam tersidirler ([www.sensorler.info/etiket/termistor](http://www.sensorler.info/etiket/termistor), Erişim tarihi: 12 Nisan 2010).

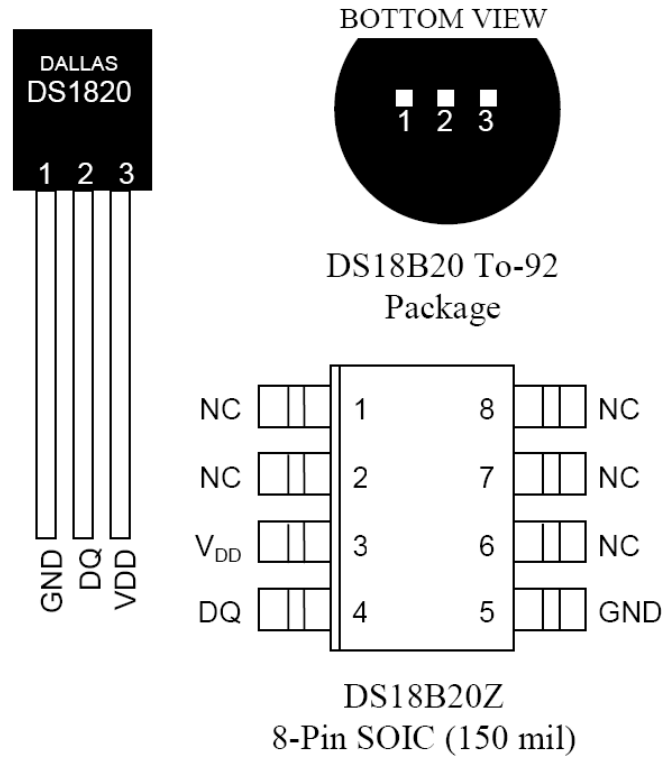
Bu tip termistörler  $-300—50^{\circ}\text{C}$  arasındaki sıcaklıklarda kararlı bir şekilde çalışabilirler.  $0,1^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar duyarlılıkta olanları vardır. Daha çok elektronik termometrelerde, arabaların radyatörlerinde, amplifikatörlerin çıkış güç katlarında, ısı denetimli havyalarda kullanılırlar. PTC'lere göre kullanım alanları daha fazladır ([www.sensorler.info/etiket/termistor](http://www.sensorler.info/etiket/termistor), Erişim tarihi: 12 Nisan 2010).

### **2. 4. Programlanabilir Çözünürlüklü Tek Hatlı Dijital Termometre (Yarı İletken Maddelerden Yapılan Isıya Duyarlı Devre Elemanları)**

Son yıllarda geliştirilen ve ısı algılayıcı olarak kullanılan bir başka aygıt da, programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometredir. Bu aygıtlar yarı iletken temelli sıcaklık algılama algılayıcı ve transdüserleri germanyum, silisyum gibi maddelerden üretilirler. Yapı olarak mercimek kondansatör ya da plastik gövdeli

transistörlere benzerler. Termokupl, PTC, NTC gibi ısı algılayıcı elemanlarla düşük aralıktaki sıcaklık değişimlerini doğru olarak algılamak mümkün değildir. İşte bu noktadan hareketle hassas sıcaklık algılama işlemlerinde yarı iletkenlerden yapılmış ısıya duyarlı devre elemanları kullanılır (Endüstriyel Elektrik 1999).

Yarı iletken maddelerden yapılan ısıya duyarlı devre elemanı olan programlanabilir çözünürlüklü tek kanallı dijital termometre, yüksek doğrusallığa sahip sayısal çıkış üreten bir sıcaklık algılayıcısıdır. Bilgi, dijital termometreden ya da termometreye doğru tek hat üzerinden yollar. Bu sayede merkezi mikro denetleyiciden dijital termometreye tek hat bağlantısı yeterli olmaktadır. Verileri okuma, yazma ve sıcaklıkları dönüştürme veri hattı içinden elde edilir. Dışarıdan bir güç kaynağına ihtiyaç yoktur. Her bir dijital termometrenin kendine ait bir seri numarası bulunduğu için tek bir seri hat üzerinde birden fazla dijital termometre bulunabilir. Bu özellik sayesinde farklı bölgelere birden fazla dijital termometre yerleştirilebilir. Bu özellik ile ölçüm sonuçları monitorize edilebilir ve kontrolleri sağlanabilir. Bu sıcaklık algılayıcısı 100 metreye kadar herhangi bir ek devreye gerek kalmadan kullanılabilir (Şekil 1, [www.dalsemi.com](http://www.dalsemi.com), Erişim tarihi: 1 Şubat 2010).



Şekil 1. DS18B20 Entegresi (Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre) blok diyagramı (www.dalsemi.com, Erişim tarihi: 1 Şubat 2010)

Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre:

1. Her bir hat ara yüzü iletişim için sadece bir bağlantıya ihtiyaç duyar.
2. Dağınık ısı ölçümü uygulamalarını basitleştirir.
3. Herhangi bir dış bileşene ihtiyaç duymaz.
4. Veri hattından güç alır. Güç desteği aralığı 3,0 ile 5,5V arasındadır.
5. Sıfır stand by gücüne ihtiyaç duyar.
6. -55—125°C arasında ölçüm yapar.
- 7.-10—85°C aralığında  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  kesinlikle sonuç verir.
8. Dokuz bitten 12 bite kadar termometre çözünürlüğü programlanabilir.
9. On iki bit ısıyı en çok 750ms'de sayısal değere dönüştürür.
10. Kullanıcı tarafından tanımlanabilen, değişken olmayan ısı uyarı ayarlamasına sahiptir.
11. Uyarı arama komutu programlanmış sınırların dışında olan aygıtları tanır ve gösterir.

12. Termostatik kontrollerde, endüstriyel sistemlerde ya da herhangi bir ısısal olarak hassas sistemde kullanılabilirler (www.dalsemi.com, Erişim tarihi: 1 Şubat 2010).

Algılayıcıdan elde edilen ölçüm sonuçlarının toplanması ve kaydedilmesi amacıyla veri kaydediciler kullanılır.

## **2. 5. Veri Kaydedici**

Üretimden önce araştırma-geliştirme aşamasında, üretimden sonra ise ürünün kalitesinin belirlenmesinde yapılan testlerde, ölçülen her türlü fiziksel büyüklüğe ilişkin verileri toplayan ve yararlı bilgiye dönüştüren sistemlerdir.

Veri kaydediciler verileri zaman içinde kaydeden elektronik aygıtlardır. Herhangi bir aygıt ya da algılayıcı içinde de olabilirler. Çoğunlukla bir dijital mikro işlemciye ya da bilgisayara bağlıdır. Genellikle küçük boyutlu, güç kaynağı olarak pil kullanan, taşınabilir, mikro işlemci, veri depolamak üzere internal hafıza ve algılayıcı birlikte çalışırlar (www.akcam.com.tr, Erişim tarihi: 1 Şubat 2010).

Veri kaydedicilerin, belli bir aralıktaki ölçümlerde kullanılan genel kullanım için olanlarından, yalnızca bir bölgeden ölçüm yapan ya da belli bir uygulamada kullanılan özel aygıtlara kadar pek çok tipi vardır (www.akcam.com.tr, Erişim tarihi: 1 Şubat 2010).

Veri kaydedicilerin en önemli faydalarından biri 24 saat otomatik olarak veri kaydedilebilmeleridir. Bu da monitorize edilen bölgenin hava sıcaklığı ya da nem gibi özelliklerinin kapsamlı ve kesin olarak kaydedilebilmesine olanak verir. (www.akcam.com.tr, Erişim tarihi: 1 Şubat 2010).

Veri kaydedicilerin bir kısmının kendi arayüz (interface) aygıtı vardır (keypad, LCD) ve tek başına kullanılabilirler. Ancak bazı veri kaydediciler bilgisayara bağlanırlar ve toplanan verileri görmek ya da analiz etmek için veri toplama ve kontrol yazılımına ihtiyaç duyarlar (www.akcam.com.tr, Erişim tarihi: 1 Şubat 2010).

## **2. 6. Veri Toplama ve Kontrol Yazılımları**

Donanım ve yazılım yeteneklerinin her geçen gün artması bilgisayarları her alanda olduğu gibi test ve ölçüm sistemlerinde de standart platform haline getirmiştir. Veri toplama sistemlerinin (VTS) topladığı verileri görselleştirir, işler, analiz eder ve depolar. VTS yazılımları büyük miktarda veriyi işleyebilecek ve analiz edebilecek yetenektedir ([www.akcam.com.tr](http://www.akcam.com.tr), Erişim tarihi: 1 Şubat 2010).

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

#### 3. 1. Deney Kurgusu

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde Mayıs 2009 ve Şubat 2010 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya Süleyman Demirel 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 ([whqlibdoc.who.int/emro/2004/9290213639\\_annex1.pdf](http://whqlibdoc.who.int/emro/2004/9290213639_annex1.pdf), Erişim tarihi: 17 Nisan 2010) doğrultusunda sözlü olarak bilgilendirilmiş ve her birinden yazılı onam formu alınmıştır. Çalışmamız için Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (15.10.2008 tarih ve 07/15 sayılı karar). Sıcak ve soğuk içeceklere karşı aşırı duyarlılığı olan, ağızda ısı iletimini etkileyecek denli geniş dolgu ya da restorasyon bulunan, periodontal hastalığa sahip ve bulantı refleksi olan ve sabit ortodontik tedavi gören bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmaya katılan 50 bireyden fabrikasyon dişli kaşıkla ve aljinat ölçü maddesi (Features Tulip Alginate, Cavex, Holland) kullanılarak üst çene ölçüsü alınmıştır. Alınan ölçüler yıkanıp dezenfekte edildikten sonra sert alçı ile dökülmüş ve bireylerin üst çene çalışma modelleri elde edilmiştir.

Elde edilen modeller üzerinde 2mm kalınlığında plastik plaklar (Essix C+®-125mm Square, Dentsply, USA) ısı ve basınçla (Drufomat Scan 115v-Silver, Dentsply, USA) şekillendirilerek splintler yapılmıştır (Resim 3 ve 4).



**Resim 3.** Isı ve basınçla şekillendirme aygıtı (Druformat Scan 115v-Silver, Dentsply, USA)



**Resim 4.** Üst çene modeli üzerine ısı ve basınçla şekillendirilmiş plastik splint

Bireyler için özel olarak hazırlanan bu splintler diş eti seviyesinden 1mm yukarda olacak şekilde kesilmiş ve tesviyeleri yapılmıştır. Tesviyeleri yapıp kenarları zımparalanan bu splintler dezenfekte edildikten sonra çalışmaya katılan bireylerden bunları takmaları istenmiş ve gerekli uyumlamalar yapılmıştır. Splintler ağzında iken her bireye su içirilmiş ve yutkunma sorunu yaşayan bireylerde düzeltmeler yapılmıştır. Bireyler yutkunma sorunu yaşamayana dek işleme devam edilmiştir. Splintler numaralandırılmış ve üzerinde bireylerin ismi ve çalışmaya katılma numarası yazılı özel poşetlere konularak saklanmıştır.

Uyumlama işlemleri bittikten sonra, her bir splint üzerinde;

a) 11-21 numaralı dişlerin bukkal interproksimal (a bölgesi),



- b) 11-21 numaralı dişlerin palatinal interproksimal (b bölgesi),  
c) 16 numaralı dişin bukkal (c bölgesi),  
d) 26 numaralı dişin palatinal yüzüne olmak üzere (d bölgesi) toplam 4 adet programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre (DS18B20 Entegresi Dallas Semiconductor, USA) yerleştirilmiştir (Resim 5).



**Resim 5.** DS18B20 Entegresi (Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre)

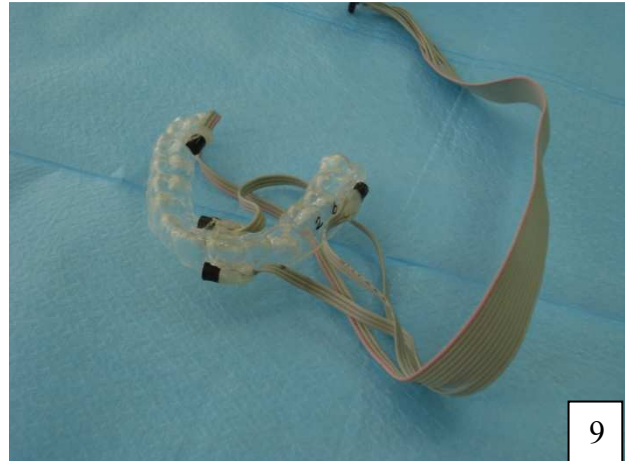
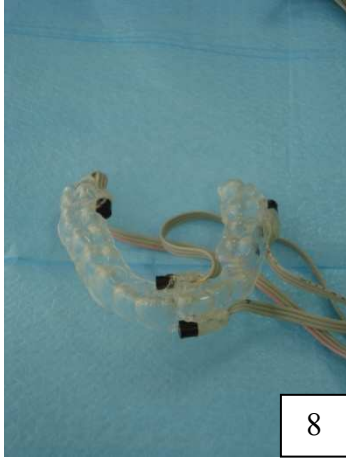
Bu işlem, söz konusu termometrelerin, ilgili bölgelere silikon tabancası (EL-SA Glue Gun, Zhejiang Machinery & Equipment, I/E Co, Ltd, China) ve çubuk silikon (Somafix Glue Stick 11,3mmx300mm, China) kullanılarak sabitlenmesi yolu ile gerçekleştirilmiştir (Resim 6, 7, 8, 9).



**Resim 6.** Silikon tabancası ve çubuk silikon

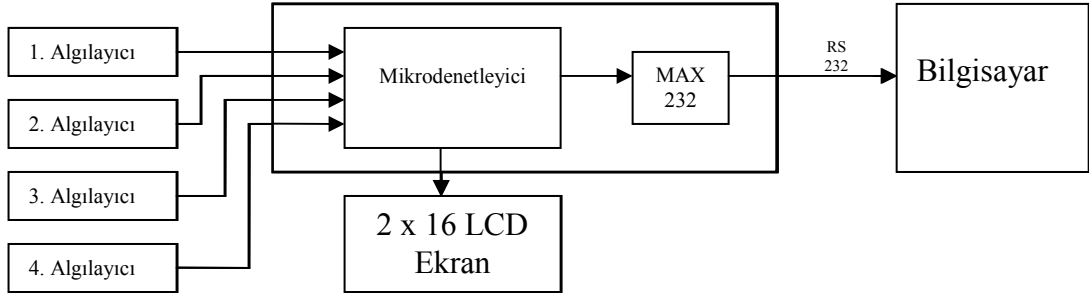


**Resim 7.** DS18B20 Entegresinin silikon tabancası ve çubuk silikon yardımıyla plastik splint üzerine yerleştirilmesi



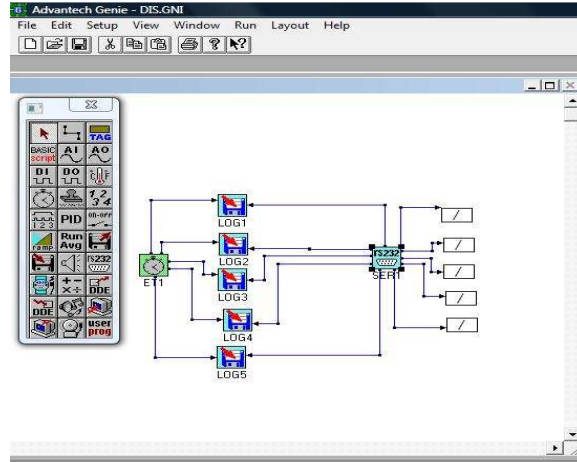
**Resim 8 ve 9:** İlgili bölgelere DS18B20 Entegresi yapıştırılmış plastik splint

Kullanılan bu dijital termometre,  $-55-125^{\circ}\text{C}$  aralığında ölçüm yapmakta ve  $-10-85^{\circ}\text{C}$  aralığında da  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  doğruluk ile sonuç vermektedir. Termometreler kablolar yardımıyla ölçüm sonuçlarını gerçek zamanlı olarak gösteren ve kaydedilmek üzere bilgisayara aktaran mikrodenetleyicili sisteme bağlanmıştır. Bu sistem termometreden gelen sıcaklık bilgisini işlemekte ve anlık değerleri 2x16'lık LCD ekranda göstermektedir. Sıcaklık verisini RS232 formatında bilgisayara aktarmaktadır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile ölçüm yapmak üzere hazırlanan düzeneğin blok diyagramı

Aktarılan veriler Genie 3.0 (Advantech Co., Ltd., USA) programıyla işlenmiştir. Gelen sıcaklık bilgisi program yardımıyla anlık olarak ekranda gösterilmiş ve herhangi bir grafik programında işleyebilmek üzere .txt uzantılı bir dosya olarak kaydedilmiştir (Şekil 3).

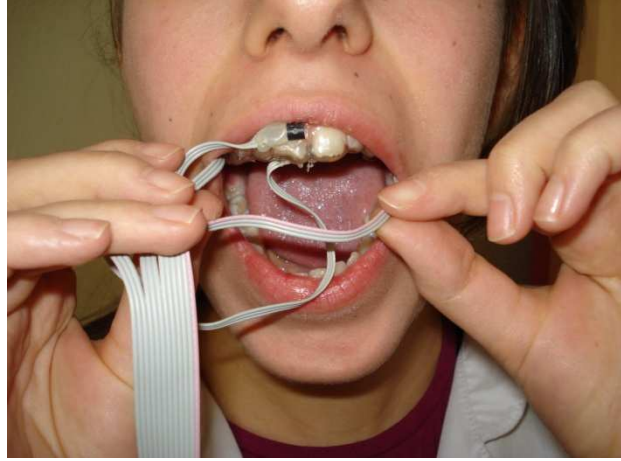


**Şekil 3.** Genie 3.0 Ekran görüntüsü

Sıcaklık sınır değerlerinin ölçümü şu işlem sırası ile gerçekleştirildi: Splintler dezenfekte edilip yıkandıktan sonra bireylerin üst çenelerine yerleştirildi (Resim 10 ve 11).



**Resim 10.** Üzerine DS18B20 Entegresi yerleştirilmiş plastik splintin ağza yerleştirilmesi



**Resim 11.** Plastik splintin ağızdaki görüntüsü

İşlem sırasında içilecek sıvı sıcaklıklarının bireyler tarafından kolaylıkla algılanabilmesi için cam ve kulplu bardaklar kullanıldı.

**Alt sıcaklık sınırölçümleri sırasında;** kullanılacak bardak önce soğuk su ile çalkalandı. Böylece bardak içerisine konacak sıvıdaki ani ısı yükselmesi engellendi. Bardaklara dijital göstergeli sıcak-soğuk su sebilinden (Arçelik Su Sebili 1048, Türkiye) 4°C sıcaklıktaki su dolduruldu (Resim 12). Suyun sıcaklığı suya daldırılabilen dijital termometre ile ölçüldü ve kaydedildi. Bireye içmeye başlayacağı sıcaklığa kendi karar verebileceği söylendi. Bireyin sıvıyı içmeye başladığı andaki sıcaklık suya daldırılabilen dijital termometre ile ölçüldü ve kaydedildi. Bireylerin suyu içmeye başladığı andan tamamını bitirene kadar ağızda meydana gelen sıcaklık

değişimleri 5sn'de 2 kez olmak üzere tek hatlı dijital termometre ile ölçüldü ve sonuçlar kaydedildi (Resim 13—14).

**Üst sıcaklık sınır ölçümlerinden önce**, kullanılacak bardaklar önceden sıcak su ile çalkalandı ve böylece bardak içerisine konacak sıcak sıvının ani ısı kaybı engellendi. Aynı su sebilinin sıcak su kaynağı kullanılarak bardaklara 96°C sıcaklıktaki su konuldu (Resim 12).



**Resim 12.** Sıcak-soğuk su sebili

Daha sonra bireyin arzusuna göre poşet çay ya da granül kahve hazırlandı. Elde edilen içeceğin sıcaklığı, -50–300°C aralığında ölçüm yapabilen ve suya dayanıklı termometre (Multi-Thermometer, China) ile ölçüldü ve kaydedildi (Resim 13).



**Resim 13.** Suya daldırılabilir dijital termometre

Günlük yaşamla uyumlu olabilmesi için bireye içmeye başlayacağı sıcaklığa kendi karar verebileceği söylendi. Bireyin sıvıyı içmeye başladığı andaki sıcaklık suya daldırılabilen dijital termometre ile ölçüldü ve kaydedildi (Resim 14). Bireyin içeceği ilk yudumlama anından tamamını bitirene kadar ağızda meydana gelen sıcaklık değişimleri 5sn’de 2 kez olmak üzere tek hatlı dijital termometre ile ölçüldü ve sonuçlar kaydedildi.



**Resim 14.** Suya daldırılabilir dijital termometre ekran görüntüsü

Tek kanallı dijital termometre ile sıcak ve soğuk ölçümler tamamlandıktan sonra tek kanallı dijital termometreler splintlerden çıkarıldı. Splintler tüm silikon artıklarından temizlendi.

Çalışmamızda kullanılacak diğer bir ısı algılayıcı olan ve -50–200°C arasında ölçüm yapabilen K tipi termokupllar, (Arme Termokupl, İstanbul; Türkiye) (Resim 15) tek kanallı dijital termometrelerle aynı bölgelere (16 numaralı dişin bukkal yüzü, 26 numaralı dişin palatinal yüzü ve 11–12 numaralı dişlerin bukkal ve palatinal yüzleri) aynı yöntemle sabitlendi (Resim 16).

Termokuplların datalogger (ACR Systems, USA) ile bağlantısı sağlandı (Resim 17). Dezenfekte edilip yıkanan splintler bireylerin üst çenelerine yerleştirildi. Çift kanallı dijital termometrelerle yapılan ölçümlerle aynı protokol kullanılarak, 8 sn’de bir ölçüm olmak üzere sıcak ve soğuk ölçümler tamamlandı. Ölçüm sonuçları veri kaydedici bir program aracılığıyla kaydedildi (ACR Trendreader Software, USA).



**Resim 15.** K tipi termokupl



**Resim 16.** Üzerine termokupl yerleştirilmiş plastik splintin ağızdaki görüntüsü



**Resim 17.** Üzerinde algılayıcı bulunan plastik splintin veri kaydedici ve bilgisayar bağlantısı

### **3. 2. İstatistiksel Değerlendirme**

Tek hatlı dijital termometre ve termokupl ısı algılayıcılar ile ölçülen değerlerin ortalama ve standart sapmaları belirlendi. Bu ölçümler arasındaki farkın anlamlılığı ise Student t testi kullanılarak analiz edildi. İstatistiksel değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  kabul edildi.

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS istatistik programı (SPSS 15.0 2006, USA) ve Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Office 2003, USA) kullanılarak yapıldı.



## 4. BULGULAR

Ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin ölçüldüğü bu çalışma 50 birey ile gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık sınır ölçümleri;

- 11–21 numaralı dişlerin bukkal interproksimal (a bölgesi),
- 11–21 numaralı dişlerin palatinal interproksimal (b bölgesi),
- 16 numaralı dişin bukkal (c bölgesi) ve
- 26 numaralı dişin palatinal yüzünden (d bölgesi) yapılmıştır.

Sıcaklık sınır ölçümlerine başlamadan önce aynı bölgelerde oda ısısında yapılan ölçüm sonuçları Tablo 4’te belirtilmiştir.

**Tablo 4.** Oda ısısında dört bölgenin başlangıç sıcaklıkları

	Min. sıcaklık	Mak. sıcaklık	Ort. sıcaklık	Std. sapma
<b>a bölgesi</b>	26,93°C	46,31°C	32,81°C	3,20°C
<b>b bölgesi</b>	27,68°C	42,93°C	34,04°C	2,67°C
<b>c bölgesi</b>	26,18°C	43,00°C	33,45°C	2,50°C
<b>d bölgesi</b>	28,18°C	43,56°C	34,06°C	2,74°C

Bireylerin sıcak ve soğuk içecekleri içmeye başladıkları anda bardaktaki içeceğin sıcaklığı, suya daldırılabilen dijital termometre ile ölçülmüştür. Bireyler sıcak içecekleri 53,7–78,1°C aralığında ortalama 72,2±3,2°C sıcaklıkta içmeye başlamışlardır. Soğuk içecekleri ise 4,1–13,3°C aralığında ortalama 5,6±1,7°C sıcaklıkta içmeye başlamışlardır (Tablo 5).

**Tablo 5.** Bireylerin sıcak ve soğuk içecekleri içmeye başladıkları sıcaklık

	En düşük içme sıcaklığı	En yüksek içme sıcaklığı	Ortalama içme sıcaklığı	Std sapma
<b>Sıcak</b>	53,7°C	78,1°C	72,2°C	3,2°C
<b>Soğuk</b>	4,1°C	13,3°C	5,6°C	1,7°C

#### **4. 1. Programlanabilir Çözünürlüklü Tek Hatlı Dijital Termometre (Yarı İletken Maddelerden Yapılan Isıya Duyarlı Devre Elemanı) ile Ölçülen Alt ve Üst Sıcaklık Sınır Değerleri**

Alt sıcaklık sınır değeri ölçüm sonuçları Tablo 6'da belirtilmiştir. Örneklem grubunda ulaşılan uç değerler de Tablo 7'de belirtilmiştir.

**Tablo 6.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile alt sıcaklık sınır değeri ölçümlerinde elde edilen en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri

Bireyler	Ölçülen en düşük alt sıcaklık değeri (°C)				Ölçülen en yüksek alt sıcaklık değeri (°C)			
	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi
1	34,75	25,31	20,00	20,25	36,06	33,43	33,43	34,12
2	34,75	25,31	20,00	20,25	36,37	36,01	34,75	34,03
3	19,93	36,00	19,31	29,00	34,43	36,87	34,87	36,62
4	19,93	36,00	19,31	26,62	35,87	36,43	34,87	26,62
5	12,62	15,12	16,75	15,12	35,62	34,25	36,37	36,37
6	21,12	18,75	29,81	25,56	30,00	30,25	34,75	33,31
7	17,12	22,75	22,68	26,00	31,06	35,93	31,37	34,62
8	27,43	19,18	26,62	18,06	29,06	34,00	35,31	27,62
9	20,56	20,93	29,81	30,93	32,68	33,06	33,93	34,68
10	26,25	20,18	26,25	25,81	35,43	36,00	35,12	25,87
11	22,87	34,75	25,37	22,56	35,93	36,31	35,12	36,56
12	25,00	32,18	36,25	33,37	31,06	33,43	36,37	35,00
13	23,31	28,93	35,00	27,31	33,37	31,18	36,06	36,00
14	14,31	34,25	30,87	14,37	34,71	35,25	33,31	35,91
15	24,37	30,50	22,00	20,87	31,81	34,93	35,00	28,56
16	22,87	34,75	25,37	22,56	36,06	36,43	35,12	36,56
17	26,37	34,68	17,06	26,37	34,27	35,75	35,29	36,37
18	21,68	35,06	34,00	19,93	32,68	36,18	33,56	35,18
19	30,12	35,12	23,62	27,18	33,18	36,06	34,50	36,43
20	13,50	25,68	33,81	15,37	37,50	34,68	35,43	37,50
21	33,93	20,12	16,68	26,75	35,31	31,12	31,31	31,53
22	19,93	36,00	19,31	29,00	31,50	36,56	35,18	35,81
23	17,68	29,87	22,81	16,87	33,12	31,68	35,50	28,75
24	14,25	30,93	27,93	18,00	35,25	36,37	35,68	36,87
25	13,18	26,62	20,37	20,31	33,81	36,25	33,25	35,81
26	35,87	33,87	23,87	29,93	34,37	36,12	35,00	33,06
27	16,62	21,68	32,81	22,12	32,06	35,87	32,75	35,12
28	34,87	26,00	20,56	26,93	36,00	35,12	36,06	33,43
29	25,93	16,12	18,93	17,06	36,31	35,12	36,37	36,01
30	30,12	35,12	23,62	27,18	33,43	36,37	34,43	36,87
31	20,50	26,25	34,68	20,50	31,18	36,06	35,87	36,43
32	20,50	26,25	34,68	20,50	35,25	33,31	35,62	34,25
33	22,37	32,43	34,62	18,75	33,93	34,68	30,00	30,25
34	12,62	15,12	16,75	15,12	35,12	25,87	31,06	35,93
35	20,12	34,50	26,31	24,43	35,12	36,56	29,06	34,00
36	15,12	22,81	26,43	23,50	36,37	35,00	32,68	33,06
37	13,18	26,62	20,37	20,31	36,06	36,00	35,43	36,00
38	21,68	25,18	30,31	19,81	33,31	35,91	35,93	36,31
39	18,50	22,12	26,62	18,18	35,00	28,56	31,06	33,43
40	22,12	34,56	15,81	26,43	35,12	36,56	37,50	34,68
41	12,62	15,12	16,75	15,12	35,29	36,37	35,31	31,12
42	14,37	31,18	27,62	22,37	33,56	35,18	31,50	36,56
43	18,50	31,43	26,12	35,81	34,50	36,43	33,12	31,68
44	18,50	31,43	26,12	35,81	35,43	37,50	35,25	36,37
45	27,62	35,06	17,68	31,12	35,29	36,37	33,81	36,25
46	25,18	29,5	34,18	22,75	33,56	35,18	34,37	36,12
47	14,81	36,06	23,43	22,31	34,50	36,43	32,06	35,87
48	21,56	26,43	35,25	21,18	35,43	37,50	36,00	35,12
49	18,50	31,43	26,12	35,81	31,31	31,53	36,31	35,12
50	27,62	35,06	17,68	31,12	35,18	35,81	33,43	36,37

**Tablo 7.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile ölçülen alt sıcaklık sınır değerleri

	<b>En düşük değer</b>	<b>En yüksek değer</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std. sapma</b>
<b>a bölgesi</b>	12,62°C	36,06°C	28,20°C	6,47°C
<b>b bölgesi</b>	15,12°C	35,87°C	21,74°C	6,45°C
<b>c bölgesi</b>	15,81°C	36,25°C	25,16°C	6,15°C
<b>d bölgesi</b>	14,37°C	35,81°C	23,65°C	5,70°C

Üst sıcaklık sınır değeri ölçüm sonuçları Tablo 8’de belirtilmiştir. Örneklem grubunda ulaşılan uç değerler de Tablo 9’de belirtilmiştir.

**Tablo 8.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile üst sıcaklık sınır değeri ölçümlerinde elde edilen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri

Bireyler	Ölçülen en düşük üst sıcaklık değeri (°C)				Ölçülen en yüksek üst sıcaklık değeri (°C)			
	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi
1	36,06	33,43	33,43	34,12	45,00	44,25	44,37	46,87
2	36,37	36,01	34,75	34,03	34,5	36,62	45,93	43,68
3	34,43	36,87	34,87	36,62	44,12	36,75	37,81	29,81
4	35,87	36,43	34,87	26,62	43,12	38,75	46,25	40,25
5	35,62	34,25	36,37	36,37	49,68	50,31	48,68	48,68
6	30,00	30,25	34,75	33,31	46,56	40,87	37,68	42,43
7	31,06	35,93	31,37	34,62	44,68	36,31	38,43	38,81
8	29,06	34,00	35,31	27,62	44,37	39,31	35,5	40,12
9	32,68	33,06	33,93	34,68	47,56	46,5	43,62	45,37
10	35,43	36,00	35,12	25,87	43,93	37,00	47,43	29
11	35,93	36,31	35,12	36,56	41,25	37,12	39,06	38,62
12	31,06	33,43	36,37	35,00	34,5	36,62	45,93	43,68
13	33,37	31,18	36,06	36,00	44,56	43,31	38,18	44,87
s14	34,71	35,25	33,31	35,91	49,56	38,37	42,75	47,12
15	31,81	34,93	35,00	28,56	50,62	54,37	36,75	48,56
16	36,06	36,43	35,12	36,56	37,12	37,06	38,93	40,31
17	34,27	35,75	35,29	36,37	44,31	37,18	46,37	45,81
18	32,68	36,18	33,56	35,18	36,87	37,00	35,43	36,87
19	33,18	36,06	34,50	36,43	49,56	38,37	42,75	47,12
20	37,50	34,68	35,43	37,50	33,37	33,68	35,81	34,62
21	35,31	31,12	31,31	31,53	46,43	33,37	37,5	43,31
22	31,50	36,56	35,18	35,81	47,62	36,87	41,06	41,62
23	33,12	31,68	35,50	28,75	44,06	36,06	37,01	44,5
24	35,25	36,37	35,68	36,87	46,62	37,18	37,68	40,18
25	33,81	36,25	33,25	35,81	44,31	36,12	39,75	37,37
26	34,37	36,12	35,00	33,06	43,12	36,56	46,25	30,5
27	32,06	35,87	32,75	35,12	50,25	46,81	37,43	44,37
28	36,00	35,12	36,06	33,43	45,68	36,68	39,12	40,75
29	36,31	35,12	36,37	36,01	46,87	41,68	46,56	46,87
30	33,43	36,37	34,43	36,87	44,31	37,18	46,37	45,81
31	31,18	36,06	35,87	36,43	50,25	41,5	37,5	48,62
32	35,25	33,31	35,62	34,25	43,37	36,81	40,37	43,31
33	33,93	34,68	30,00	30,25	46,75	42,37	43,56	48,68
34	35,12	25,87	31,06	35,93	48,81	40,5	43,81	41,5
35	35,12	36,56	29,06	34,00	46,62	36,43	41,5	40,68
36	36,37	35,00	32,68	33,06	46,93	40,37	38,18	42,75
37	30,06	30,2	36,43	31,28	33,37	33,68	35,81	34,62
38	33,31	35,91	35,93	36,31	44,12	38,37	37,81	43,56
39	35,00	28,56	31,06	33,43	45,56	45,56	36,68	38,5
40	35,12	36,56	37,50	34,68	37,00	37,25	46,75	39,43
41	35,29	36,37	35,31	31,12	33,37	33,68	35,81	34,62
42	33,56	35,18	31,50	36,56	46,56	38,12	44,06	43,87
43	34,50	36,43	33,12	31,68	43,18	37,75	38,25	44,43
44	35,43	37,50	35,25	36,37	49,06	36,93	45,5	42,06
45	35,29	36,37	33,81	36,25	41,56	37,75	48,00	30,12
46	33,56	35,18	34,37	36,12	53,06	45,12	39,31	38,31
47	34,50	36,43	32,06	35,87	47,93	37,5	44,5	38,81
48	35,43	37,50	36,00	35,12	42,68	37,18	34,62	40,81
49	31,31	31,53	36,31	35,12	49,62	40,56	43,87	45,18
50	35,18	35,81	33,43	36,37	45,00	44,25	44,37	46,87

**Tablo 9.** Programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile ölçülen üst sıcaklık sınır değerleri

	<b>En düşük değer</b>	<b>En yüksek değer</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Std. sapma</b>
<b>a bölgesi</b>	33,37°C	53,06°C	44,38°C	4,87°C
<b>b bölgesi</b>	33,37°C	54,37°C	39,19°C	4,27°C
<b>c bölgesi</b>	34,62°C	48,68°C	41,13°C	4,13°C
<b>d bölgesi</b>	29,00°C	48,68°C	41,49°C	5,07°C

#### **4. 2. Termokupl ile Ölçülen Alt ve Üst Sıcaklık Sınır Değerleri**

Alt sıcaklık sınır değeri ölçüm sonuçları Tablo 10’da belirtilmiştir. Örneklem grubunda ulaşılan uç değerler de Tablo 11’da belirtilmiştir.

**Tablo 10.** Termokupl ile alt sıcaklık sınır değeri ölçümlerinde elde edilen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri

Bireyler	Ölçülen en düşük alt sıcaklık değeri (°C)				Ölçülen en yüksek alt sıcaklık değeri (C)			
	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi
1	10,92	14,02	20,06	11,17	30,06	30,2	36,43	31,28
2	19	14,32	28,05	15,25	33,31	35,91	35,93	36,31
3	15,32	14,27	25,89	15,79	35,00	28,56	31,06	33,43
4	13,79	12,39	13,4	11,56	35,12	36,56	37,50	34,68
5	14,8	14,12	20,56	17,04	35,29	36,37	35,31	31,12
6	15,83	15,57	21,55	12,4	33,56	35,18	31,50	36,56
7	11,56	14,68	12,13	12,28	34,50	36,43	33,12	31,68
8	13,54	14,57	21,22	12,57	35,43	37,50	35,25	36,37
9	11,79	11,71	17,56	13,24	35,29	36,37	33,81	36,25
10	8,11	11,2	11,72	11,42	33,56	35,18	34,37	36,12
11	9,89	13,61	19,99	17,79	34,50	36,43	32,06	35,87
12	22,62	19,75	17,8	17,72	35,43	37,50	36,00	35,12
13	6,71	6,64	17,51	6,83	31,31	31,53	36,31	35,12
14	6,61	11,42	8,46	8,13	36,31	35,12	36,37	36,01
15	15,71	13,56	17,21	11,23	33,43	36,37	34,43	36,87
16	13,49	13,43	16,41	15,31	31,18	36,06	35,87	36,43
17	9,63	10,91	22,68	12,35	35,25	33,31	35,62	34,25
18	15,23	16,34	19,43	8,91	33,93	34,68	30,00	30,25
19	16,10	16,72	19,21	9,07	35,12	25,87	31,06	35,93
20	14,91	13,36	14,45	11,25	35,12	36,56	29,06	34,00
21	21,46	17,51	20,12	19,9	36,37	35,00	32,68	33,06
22	12,83	17,68	21,1	13,62	30,06	30,2	36,43	31,28
23	20,12	21,06	22,15	19,79	33,31	35,91	35,93	36,31
24	19,47	20,68	24,76	18,56	35,00	28,56	31,06	33,43
25	20,68	18,06	21,91	20,99	36,06	33,43	33,43	34,12
26	16,45	10,86	24,97	18,36	36,37	36,01	34,75	34,03
27	9,44	22,77	16,21	14,05	34,43	36,87	34,87	36,62
28	22,47	10,86	25,83	19,69	35,87	36,43	34,87	26,62
29	9,44	8,8	14,61	12,48	35,62	34,25	36,37	36,37
30	7,98	21,13	13,78	11,06	30,00	30,25	34,75	33,31
31	20,04	14,68	21,6	19,58	31,06	35,93	31,37	34,62
32	11,25	15,53	19,43	12,35	29,06	34,00	35,31	27,62
33	19,82	16,1	19,43	16,61	32,68	33,06	33,93	34,68
34	17,89	7,11	21,53	16,91	35,43	36,00	35,12	25,87
35	12,83	15,53	19,43	19,58	35,93	36,31	35,12	36,56
36	15,22	10,79	25,32	9,36	31,06	33,43	36,37	35,00
37	10,07	7,19	17,54	14,91	33,37	31,18	36,06	36,00
38	8,40	8,99	14,00	7,39	34,71	35,25	33,31	35,91
39	8,04	12,84	10,85	8,97	31,81	34,93	35,00	28,56
40	16,1	20,16	20,73	20,04	36,06	36,43	35,12	36,56
41	20,01	7,28	21,92	19,09	34,27	35,75	35,29	36,37
42	6,56	11,4	19,36	11,41	32,68	36,18	33,56	35,18
43	7,34	13,88	9,23	15,06	33,18	36,06	34,50	36,43
44	15,67	15,56	21,65	9,73	37,50	34,68	35,43	37,50
45	7,48	8,57	14,21	13,57	35,31	31,12	31,31	31,53
46	8,64	6,86	25,77	11,62	31,50	36,56	35,18	35,81
47	6,07	9,4	12,78	14,00	33,12	31,68	35,50	28,75
48	7,83	8,34	16,07	13,76	35,25	36,37	35,68	36,87
49	19,74	19,43	23,89	18,75	33,81	36,25	33,25	35,81
50	16,89	12,61	17,01	15,70	34,37	36,12	35,00	33,06

**Tablo11.** Termokupl ile ölçülen alt sıcaklık sınır değerleri

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

Üst sıcaklık sınır değeri ölçüm sonuçları Tablo 12’de belirtilmiştir. Örneklem grubunda ulaşılan uç değerler de Tablo 13’te belirtilmiştir.



**Tablo 12.** Termokupl ile üst sıcaklık sınır değeri ölçümlerinde elde edilen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri

Bireyler	Ölçülen en düşük üst sıcaklık değeri (°C)				Ölçülen en yüksek üst sıcaklık değeri (°C)			
	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi
1	35,29	36,37	33,81	36,25	41,29	37,95	36,72	37,15
2	33,56	35,18	34,37	36,12	53,01	50,61	45,23	43,02
3	34,50	36,43	32,06	35,87	47,8	43,78	39,97	42,27
4	35,43	37,50	36,00	35,12	49,28	47,63	41,26	42,89
5	31,31	31,53	36,31	35,12	43,97	40,03	40,01	40,59
6	36,31	35,12	36,37	36,01	51,21	49,73	48,6	50,71
7	33,43	36,37	34,43	36,87	45,89	43,71	41,07	40,9
8	31,18	36,06	35,87	36,43	48,43	43,63	39,9	40,07
9	35,25	33,31	35,62	34,25	51,7	48,56	45,81	46,23
10	33,93	34,68	30,00	30,25	43,27	41,39	39,53	39,67
11	35,12	25,87	31,06	35,93	49,10	44,05	42,61	44,42
12	35,12	36,56	29,06	34,00	41,00	46,99	37,16	39,5
13	36,37	35,00	32,68	33,06	46,71	42,15	39,21	41,3
14	30,06	30,2	36,43	31,28	40,01	39,17	37,81	38,03
15	33,31	35,91	35,93	36,31	53,00	51,27	49,21	50,09
16	35,00	28,56	31,06	33,43	51,98	49,81	48,16	48,89
17	36,06	33,43	33,43	34,12	51,70	50,04	48,21	50,38
18	36,37	36,01	34,75	34,03	40,92	39,94	37,53	38,77
19	34,43	36,87	34,87	36,62	41,31	40,71	39,67	40,93
20	35,87	36,43	34,87	26,62	45,89	43,71	39,53	39,67
21	35,62	34,25	36,37	36,37	49,01	48,84	40,61	44,72
22	30,00	30,25	34,75	33,31	48,83	48,71	41,39	43,27
23	31,06	35,93	31,37	34,62	51,67	47,80	41,94	45,83
24	29,06	34,00	35,31	27,62	43,48	41,72	38,37	39,55
25	32,68	33,06	33,93	34,68	42,57	41,28	39,16	40,67
26	30,06	30,2	36,43	31,28	44,02	43,59	41,5	40,71
27	33,31	35,91	35,93	36,31	48,27	46,13	44,28	44,01
28	35,00	28,56	31,06	33,43	40,21	39,78	38,49	39,07
29	35,12	36,56	37,50	34,68	51,29	48,71	41,53	44,67
30	35,29	36,37	35,31	31,12	43,20	41,37	39,59	40,83
31	33,56	35,18	31,50	36,56	49,23	47,71	43,82	44,79
32	34,50	36,43	33,12	31,68	53,78	50,01	46,09	47,23
33	35,43	37,50	35,25	36,37	48,51	41,91	39,19	43,41
34	35,43	36,00	35,12	25,87	47,21	45,36	41,83	42,96
35	35,93	36,31	35,12	36,56	40,01	39,17	39,67	40,93
36	31,06	33,43	36,37	35,00	40,98	40,06	38,53	40,4
37	33,37	31,18	36,06	36,00	46,71	44,81	43,21	43,76
38	34,71	35,25	33,31	35,91	40,01	39,17	36,72	37,15
39	31,81	34,93	35,00	28,56	47,23	46,09	43,41	43,82
40	36,06	36,43	35,12	36,56	46,23	45,81	41,39	43,27
41	34,27	35,75	35,29	36,37	40,47	39,57	38,71	39,92
42	32,68	36,18	33,56	35,18	45,78	43,2	41,91	43,68
43	33,18	36,06	34,50	36,43	43,89	40,66	38,6	39,51
44	37,50	34,68	35,43	37,50	40,53	38,42	37,21	39,32
45	35,31	31,12	31,31	31,53	45,18	41,50	39,91	40,92
46	31,50	36,56	35,18	35,81	40,71	41,50	39,47	40,52
47	33,12	31,68	35,50	28,75	53,41	51,89	47,01	47,83
48	35,25	36,37	35,68	36,87	49,21	45,78	43,59	44,02
49	33,81	36,25	33,25	35,81	50,04	48,88	46,13	45,20
50	34,37	36,12	35,00	33,06	49,07	47,81	41,26	42,34

**Tablo 13.** Termokupl ile ölçülen üst sıcaklık sınır değerleri

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

### 4.3. İstatistiksel Değerlendirme

Termokupl ve programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile elde edilen üst sıcaklık sınır değerlerinin istatistiksel analizi Student t testi kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 14’te gösterilmiştir.

**Tablo 14.** Termokupl ve programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile elde edilen üst sıcaklık sınır değerlerinin Student t testi ile istatistiksel analizi

	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi
<b>p≤</b>	0.018	0.001	0.624	0.018

Termokupl ve programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile elde edilen alt sıcaklık sınır değerlerinin istatistiksel analizi Student t testi kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 15’de gösterilmiştir.

**Tablo 15.** Termokupl ve programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile elde edilen alt sıcaklık sınır değerlerinin Student t testi ile istatistiksel analizi

	a bölgesi	b bölgesi	c bölgesi	d bölgesi
<b>p≤</b>	0.001	0.001	0.001	0.001

## 5. TARTIŞMA

### 5. 1. Çalışmaya Katılan Birey Sayısı ve Dahil Olma Ölçütleri

Bu çalışmada ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin ölçümü 18—20 yaş aralığında, 24 kadın ve 26 erkek olmak üzere toplam 50 gönüllü birey ile gerçekleştirilmiştir. Benzer çalışmalar (Nelsen et al., 1952, Longman and Pearson 1987, Green 1986, Palmer et al., 1992, Michalesco et al., 1995, Youngson et al., 1998, Youngson et al., 2000, Ernst et al., 2004 Barclay et. al. 2005) incelendiğinde bir çalışmada bu amaçla yapılan ölçümlerin en fazla 16 birey ile gerçekleştiği gözlenmiştir (Green 1986).

Nelsen et al. (1952) bireylerin sıcak içecekleri içebildikleri sıcaklık değerini tespit etmek üzere 5 bireyde ölçüm yaparken, ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değerlerini in vivo olarak tespit etmek üzere 3 bireyde ölçüm yapmıştır, ancak çalışmada ölçüm yapılan bireylerin yaşı, cinsiyeti, sıcak/soğuk içeceklere karşı duyarlılığı olup olmadığı ya da periodontal sağlığı konusunda herhangi bir bilgi vermemiştir. Green (1986), yaptığı çalışmada ortalama yaşları 24,4 olan 8 kadın ve 8 erkek olmak üzere toplam 16 bireyden ölçüm yapmış ancak bireylerin sıcak ya da soğuk içeceklere karşı duyarlılığı ya da periodontal sağlığı ile ilgili herhangi bir bilgi vermemiştir. Longman and Pearson (1987), çalışmalarında bireylerin içecekleri tüketmeye başladığı üst termal sınırı tespit etmek üzere 18—56 yaş aralığındaki 22 bireyden ölçüm yapmışlar, ancak çalışmamızın amacını oluşturan ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değeri ölçümlerini sadece 4 bireyle gerçekleştirmişlerdir. Bireylerin cinsiyeti ya da çalışmaya dahil olma ölçütleri belirtilmemiştir. Palmer et. al. (1992), 32—62 yaş aralığında 10 erkek ve 35—45 yaş aralığında 4 kadın olmak üzere toplam 15 bireyden ölçüm yapmıştır. Araştırmacılar, çalışmaya dahil olma ölçütü olarak alt çenede en az bir küçük azı ve ona bitişik bir büyük azı diş varlığını yeterli görmüşlerdir. Michalesco et al. (1995), çalışmalarını 3 birey ile gerçekleştirmiş, bireylerin çalışmaya dahil edilme ölçütlerini ise belirtmemişlerdir. Youngson et al.

(1998) bir bireyden ölçüm yapmış ve çalışmaya dahil olma ölçütlerini bildirmemişlerdir. Youngson et al. 2000 yılında yaptıkları ardıl çalışmayı yine tek bireyle gerçekleştirmiş ve bu bireyde dentin hassasiyeti olmadığını belirtmekle yetinmişlerdir. Ernst et al. (2004), ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değerlerini ölçtükleri çalışmayı 18—28 yaş aralığında 11 kadın ve 3 erkek olmak üzere toplam 14 birey ile gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar çalışmaya dahil olma ölçütleri olarak eksik diş olmaması, dişlerin sağlıklı olması, periodontal hastalığın bulunmaması, dişlerde aşırı rotasyon olmaması ya da ark dışında bulunmaması, aproksimal bölgeye diş ipi uygulandığında kanama olmaması, dişeti papilinin interdental bölgeyi doldurması şartlarını aramışlardır. Bu konuda, literatürdeki son çalışmayı gerçekleştiren Barclay et al. (2005), sıcak ve soğuk içeceklerin tüketilmeye başlandığı sıcaklığı 60 bireyde ölçerken; çalışmamızın amacını oluşturan ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin ölçümünü yalnızca 2 birey üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar deneylerde standardizasyon sağlayabilmek amacıyla 2 kişi ile başlayan ölçümleri tek kişi ile devam ettirdiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada bireylerin çalışmaya dahil olma ölçütleri ya da yaşları konusunda herhangi bir bilgi verilmemiştir. Anılan bu çalışmalardaki birey sayıları istatistiksel değil gözlemsel sonuçlar verecek niceliktedir

Sağlıklı periodonsiyuma sahip ve ağızda sıcak soğuk hassasiyetine neden olabilecek herhangi bir restorasyon bulunmayan bireylerle, periodontal rahatsızlığa sahip ve sıcak soğuk içecek tüketimine karşı aşırı duyarlılığı olan bireyler arasında sıcaklık algılama farkı bulunacaktır. Bu da bireylerin içecekleri tüketme sıcaklığını dolayısıyla ağız içinde meydana gelen sıcaklık sınır değerlerini etkileyecektir (Barclay et al., 2005). Bu bilgiler ışığında, sıcak ve soğuk içeceklere karşı aşırı duyarlılığı olan, ağızda ısı iletimini etkileyecek denli geniş dolgu ya da restorasyonu bulunan ve periodontal hastalığa sahip bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca ölçümler üst çeneye yerleştirilecek bir splint ile gerçekleştirileceğinden bireylerde bulantı refleksi olmaması şartı aranmıştır.

Bilimsel araştırmalarda, istatistiksel toplumu oluşturan birey sayısı arttıkça sonuç güvenilirliği de artar. Bu nedenle çalışmamızdaki ağız içi sıcaklık sınır değeri ölçümleri, daha önce aynı amaçla gerçekleştirilen tüm in vivo çalışmalardan daha fazla sayıda bireyle (50 kişi) gerçekleştirilmiştir.

## 5. 2. Ölçümlerde Isı Algılayıcıların Yerleştirildiği Bölgeler ve Taşıyıcı Olarak Splint Kullanımı

Ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değeri ölçmek üzere gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, ısı algılayıcıların ağız içinde yerleştirildiği bölgeler ve bu algılayıcıların sabit konumda tutulabilmesi amacıyla kullanılan yöntemlerin örtüşmediği gözlenmektedir. Nelsen et al.(1952) ve Michalesco et al. (1995) ısı algılayıcıları dişlerde açtıkları kaviteilerin tabanına yerleştirip üzerine dolgu maddesi koyarak, Palmer et al. (1992) ve Ernst et al (2004) ise ısı algılayıcıları interproksimal alanlara diş ipi yardımıyla bağlayarak sabitlemişlerdir. Longman and Pearson (1987) ısı algılayıcıları taşıyıcı metil metakrilat bir plağa sabitleyerek ölçüm yaparken, Youngson et al. (1998), Youngson and Barclay (2000) ve Barclay et al. (2005) ısı algılayıcıların PVC splint üzerine sabitlendiğini belirtmişlerdir. Nelsen et al. (1952), ağız içi alt ve üst sıcaklık sınırdeğişimlerini ölçmek üzere gerçekleştirdikleri çalışmada dişlerde Black Sınıf III kaviteiler açmış ve bakır-konstantan (T tipi) termokuplları bu kaviteilerin pulpal duvarlarına yerleştirmişlerdir. Çalışmada, termokuplları sabitlemek için üzerlerine otopolimerizan rezin dolgu maddesi konmuştur. Ancak araştırmacılar hangi dişlerde kavite açıldığını belirtmemişlerdir. Araştırmacılar, ağız içi sıcaklık sınır değeri ölçümlerini dişin dış yüzeyinde değil, otopolimerizan rezin dolgu maddesinin altına yerleştirdikleri ısı algılayıcıları ile diş iç yüzeyinden gerçekleştirmişlerdir. Michalesco et al. (1995) da ağız içi sıcaklık sınır değeri tespiti için yaptıkları çalışmada dişlerde oklüzal kavite hazırlamışlar ve bu kaviteilerin tabanından K tipi termokupl ile ölçüm yapmışlardır. Bu iki çalışmadaki ölçüm değerleri doğrudan ısı teması ile değil, radyan ısı enerjisi ile ortaya çıkan değerlerdir. Algılayıcının diş kavitesine yerleştirildiği ve üzerinin de direk bir restorasyon maddesi ile kapatıldığı çalışmalar temel olarak ağız içi sıcaklık sınır değerlerini değil, kavite tabanına ulaşan sıcaklık değerlerini ölçmeyi hedefleyen çalışmalardır. Bu çalışmalarda restoratif malzemenin kalınlığı, ısı iletim katsayısı gibi önemli ayrıntılar göz ardı edilmiştir. Bu nedenle, ısı algılayıcıya ulaşan ısı enerjisi kullanılan otopolimerizan rezin dolgu maddesinin ısı iletim katsayısından ve

kalınlığından etkileneceğinden ve bu bilgiler de çalışmada yer almadığından, ağız içi ısısı olarak Nelsen et al. ve Michalesco et al. (1995) tarafından diş içi yüzeyinden tespit edilen değerlerin güvenilirliği tartışmalıdır (Phillips' Science of Dental Materials 2003, Dental Materials and their Selection 2002). Buna bağlı olarak çalışmamızda sıcaklık sınır değer ölçümleri doğrudan ısı temasının gerçekleştiği diş dış yüzeylerinden yapılmıştır.

Palmer et al. (1992) ve Ernst et al. (2004) ağız içi sıcaklık sınırdeğişimlerini ölçtükleri çalışmalarında ısı algılayıcıları ilgili bölgelere sabitlemek amacıyla herhangi bir splint ya da plak kullanmamışlardır. Palmer et al. (1992), çalışmalarında algılayıcıları herhangi bir aparey ya da plak kullanmadan diş ipi aracılığıyla dişlere tutturmuştur. Isı algılayıcının gövdesi dişin mesialinde, ucu ise aynı dişin santral fossasında olacak şekilde alt birinci molar dişe yerleştirmişlerdir. Isı algılayıcıları ilgili bölgelere diş ipi kullanarak bağlamak fonksiyon esnasında bu algılayıcıların sabit kalmasını engelleyecektir. Ayrıca alt birinci molar dişin santral fossasına yerleştirilen algılayıcı ucu dişin karşıt çenedeki diş ile kapanışını engelleyecek, bu da bireylerin yutkunma işlevini gerçekleştirmelerini zorlaştıracaktır. Çalışmamızda ağız içi sıcaklık sınır değerlerinin ölçümü üst çeneden gerçekleştirilmiştir. Algılayıcıların ağız içinde farklı bölgelerde konumlandırılmış olması çalışmamızın Palmer et al. (1992) çalışmalarıyla kıyaslanmasını engellemektedir. Ernst et al. (2004) ise gerçekleştirdikleri deneyde kullanılan ısı algılayıcının interproksimal alana yerleştirilebilecek ve interdental papillaya zarar vermeyecek boyutta seçildiğini bildirmişlerdir. Ölçüm esnasında beklenmeyen bir değerle karşılaşıldığında algılayıcının ağızdaki yerinin kontrol edildiğini, gerekiyorsa düzeltildiğini belirtmişlerdir. Bu da algılayıcının ağız içinde sabitlenmediğini ve ölçümler sırasında yer değiştirebildiğini göstermektedir. Çalışmamızda ısı algılayıcının yer değiştirmesinin olası sonuçlarını engellemek üzere splint kullanılmış ve ısı algılayıcılar splint üzerine sabitlenmiştir. Çalışmada ölçümler alt ve üst çenede 1-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 numaralı diş bölgelerinden olacak şekilde alt çenede 7, üst çenede 7 interproksimal alanda gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar ısı algılayıcıların her bir çenede 7 interproksimal alana diş ipi yardımıyla sabitlediklerini belirtmişlerdir. Ancak ölçümleri tek seferde yapmamışlar, her bir ölçüm bölgesi için tek tek yerleştirdikleri ısı algılayıcılar ile tekrarlayan ölçümler yapmışlardır.

Araştırmacılar, her birey için ortalama üç saat boyunca ölçüm yapıldığını bildirmişlerdir. Yani bireyler bu süre içerisinde toplam 14 kez arka arkaya sınır sıcaklılardaki sıvıları içmişlerdir. Günlük hayatla örtüşmeyen bu durumun katılımcılar üzerinde olumsuz etki yaratmış olması muhtemeldir.

Longman and Pearson (1987), araştırmalarında ölçüm sırasında ısı algılayıcıların yer değiştirmesini önlemek ve hedeflenen bölgede sabit kalmasını sağlamak üzere üst çenenin ortodontik tedavilerinde kullanılan ve metil metakrilat esaslı bir apareyi taşıyıcı olarak kullanmışlardır. Araştırmacılar, ısı algılayıcıları büyük azı bölgesindeki tutucu kroşelere yerleştirdiklerini bildirmiştir. Ancak bu ısı algılayıcıların hangi büyük azı dişin hangi yüzeyine yerleştirildiği ve algılayıcı ucun nerede olduğu belirtilmemiştir. Ağız içi sıcaklık ölçümü yapan çalışmalarda ısı algılayıcıların buldukları diş yüzeyine göre farklı sonuçlar elde edilmiştir (Nelsen et al., 1952, Longman and Pearson 1987, Green 1986, Palmer et al., 1992, Michalesco et al., 1995, Youngson et al., 1998, Youngson et al., 2000, Ernst et al., 2004 Barclay et. al. 2005). Araştırmalar ısı algılayıcının ağız içinde bulunduğu diş yüzeyinin de (bukkal-lingual/palatinal) ölçüm sonuçları üzerinde etkili olabildiğini göstermektedir. (Nelsen et al. 1952, Longman and Pearson 1987, Green 1986, Palmer et al. 1992, Michalesco et al. 1995, Youngson et al. 1998, Youngson et al. 2000, Ernst et al. 2004, Barclay et. al. 2005). Bu nedenle ısı algılayıcının dişlerin hangi yüzeyine yerleştirildiğinin belirtilmemiş olması ölçüm sonuçlarının benzer çalışmalarla karşılaştırılmasını engellemektedir.

Michalesco et al. (1995), ağız içi sıcaklık ölçümlerini dişin üç farklı bölgesinde gerçekleştirmiştir. İlk olarak sağ alt ikinci premolar dişte oklüzal bir kavite açılmış, kavitenin tabanına algılayıcı yerleştirilmiş ve üzeri gümüş amalgam dolgu maddesi kapatılmıştır. İkinci bölgedeki ölçümler sağ alt birinci molar dişte servikal bölgeye uygulanmış gümüş amalgam restorasyonun fasiyal yüzünden alt 6 ve 7 numaralı dişler arasına algılayıcı yerleştirilerek gerçekleştirilmiştir. Ancak algılayıcının bu dişler arasına nasıl sabitlendiği belirtilmemiştir. Üçüncü bölgeden gerçekleştirilecek ölçümler için çekim endikasyonu konmuş sağ alt ikinci molar dişin distal kanalı ekstirpe edilmiş, algılayıcı yerleştirilmesi amacıyla yeteri kadar genişletilmiş, kanal çinko oksit öjenol ile doldurulduktan sonra algılayıcı yerleştirilmiştir. Dişin koronal kısmı gümüş amalgam ile restore edilmiştir.

Youngson et al. (1998), Youngson and Barclay (2000) ve Barclay et al. (2005), ağız içi sıcaklık değeri ölçümlerini ısı algılayıcının yer değiştirmesini önlemek ve ölçümleri diş dış yüzeyinden yapabilmek üzere çalışmamızda da olduğu gibi splint üzerinde ilgili bölgelere sabitledikleri ısı algılayıcılar ile gerçekleştirmişlerdir. Youngson et al. (1998), yayınladıkları özet makalede alt ve üst çene için üzerinde dört adet ısı algılayıcı bulunan vakumla şekillendirilmiş polivinil klorür (polyvinylchloride, PVC) bir aparey kullanmışlardır. Isı algılayıcıların tüm dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerine yerleştirildiği belirtilmiştir. Makalede algılayıcıların splintler üzerine nasıl yerleştirildiğine dair herhangi bir fotoğraf bulunmaması ölçümlerin ne şekilde yapıldığının anlaşılmasını güçleştirmektedir.

Youngson and Barclay (2000), ağız içi sıcaklık değişimlerini ölçtükleri pilot çalışmada bir katılımcının alt ve üst çalışma modelini elde etmiş ve bu modeller üzerine vakumla şekillendirilmiş 1mm kalınlığında PVC splintler yapmıştır. Daha sonra bu PVC splintler üzerinde alt ve üst çenede santral dişler, kaninler, ikinci premolar ve ikinci büyük azı dişlerin fasiyal ve lingual yüzlerinde midkoronal bölgede 2mm çapında delikler açmıştır. Bu deliklere algılayıcılar yerleştirilmiştir.

Barclay et al. (2005) ise çalışmalarında ısı algılayıcının stabilitesini sağlamak amacıyla 0,5mm kalınlığında vakumla şekillendirilmiş ve gingival kenarlara kadar kısaltılmış PVC splint kullandıklarını belirtmişlerdir. Ancak ısı algılayıcıların splint üzerine nasıl sabitlendiğini belirtmemişlerdir. Ölçümleri alt ve üst çenede santral, kanin, ikinci premolar ve ikinci molar dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerinden yapmışlardır.

Çalışmamızda, ısı algılayıcıların hangi bölgelere ve nasıl yerleştirileceğinin planlanması sırasında benzer çalışmalar da göz önünde bulundurularak, iki pilot çalışma gerçekleştirildi.

İlk pilot çalışma ısı algılayıcıların ağız içerisine nasıl sabitleneceğini belirlemek amacıyla yapıldı. Çalışma tek birey üzerinde gerçekleştirildi. Bireyin üst çenesinden ölçü alınarak 2 adet çalışma modeli elde edildi. Bu modellerden birinin üzerine Longman and Pearson (1987)'in çalışmasında olduğu gibi akrilik plak yapılarak plak üzerinde ısı algılayıcı yerleştirilmek istenen bölgelere tutucu kroşe eklendi. Daha sonra tutucu kroşelerin üzerine ısı algılayıcılar yerleştirildi. Ancak algılayıcıların tutucu kroşeler üzerinde sabit kalmadıkları ve ölçüm sırasında yer



değiştirdikleri gözlemlendi. Diğer çalışma modeli üzerine ise Youngson et al. (1998), Youngson and Barclay (2000) ve Barclay et al. (2005)'in yaptıkları çalışmalarda kullandıkları gibi 1mm kalınlığında plastik plak ısı ve vakumla şekillendirilerek splint hazırlandı ve ısı algılayıcılar splint üzerine çubuk silikon ve silikon tabancası yardımıyla sabitlendi. Bu yöntemle gerçekleştirilen ölçümlerde ısı algılayıcının ölçümler sırasında yer değiştirmedeği gözlemlendi. Pilot çalışmanın sonuçlarına göre ısı algılayıcının sabitlenmesi ve ölçüm sırasında yer değiştirmesini önlemek amacıyla plastik splintlerin taşıyıcı olarak kullanılmasına karar verildi.

İkinci pilot çalışma sıcaklık algılayıcıların ağız içinde hangi bölgelere yerleştirileceğini tespit etmek üzere 5 birey ile gerçekleştirildi. Pilot çalışmada bireylere kırmızı gıda boyası ile renklendirilmiş su içirilerek ağız içinde en çok boyanan bölgeler tespit edildi. Ağız içinde en çok üst çenede boyanma gözlemlendi. Bu pilot çalışmanın sonuçlarına göre üst çenede ölçüm yapılmasına karar verildi.

Longman and Pearson (1986) ve Palmer et al. (1992), de üst çenede meydana gelen sıcaklık değişimlerinin alt çeneye oranla çok daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Barclay et al. (2005), ise yaptıkları çalışmada sıcak ve soğuk içeceklerin tüketimi sırasında ağız içinde en çok sıcaklık değişimi gösteren bölgenin üst santral dişlerin palatinal yüzleri olduğunu bildirmişlerdir. Bahsi geçen çalışmalar alt çenede sıcaklık değişimlerinin çok fazla olmadığını göstermekte ve pilot çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir.

Bu pilot çalışma doğrultusunda çalışmamızın deneylerini gerçekleştirmek üzere her bir splint üzerinde;

- a) 11-21 numaralı dişlerin bukkal interproksimal,
- b) 11-21 numaralı dişlerin palatinal interproksimal,
- c) 16 numaralı dişin bukkal,

d) 26 numaralı dişin palatinal yüzüne olmak üzere toplam 4 adet programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ve K tipi termokupl çubuk silikon ve silikon tabancası kullanmak suretiyle sabitlenmiştir. Isı algılayıcıların herhangi bir apacey kullanmadan diş dış yüzeyine sabitlenmesi olanaklı değildir. Palmer et al. (1992)'in çalışmasında da uygulandığı gibi diş ipi ve benzeri yöntemlerle algılayıcıları dişlere bağlamak, algılayıcı ucun yer değiştirmesine yol açmaktadır. Algılayıcıların splintler üzerine sabitlenmesi ile ölçüm sırasında

algılayıcının yer değiştirmesi ve ölçüm sonuçlarındaki olası değişiklikler engellemiştir. Ayrıca ağızdaki sıcak ve soğuk algılayıcı noktaların dudaklar, gingiva, yumuşak damak ve dil üzerinde konumlandığı belirtilmiştir (Green 1984). Bu sebeple ölçümlerin splintle gerçekleştirilmesi bireylerin içtikleri sıvının sıcaklığını algılamalarını engellemektedir.

Sıcaklık değişimlerinin en dramatik olduğu bölge dişlerin dış yüzeyidir bu nedenle alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin kavite içinden değil dış dış yüzeyinden ölçülmesi gerekmektedir (Barclay et al. 2005). Bu konuda yapılmış sekiz çalışmanın altısında (Longman and Pearson 1987, Palmer et al., 1992, Youngson et al., 1998, Youngson and Barclay 2000, Ernst et al., 2004, Barclay et al., 2005) da olduğu gibi çalışmamızda da sıcaklık değişimleri dişin dış yüzeyinden ölçülmüştür.

### **5. 3. Kullanılan Isı Algılayıcı Tipi**

Bu çalışmada ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değerlerini tespit etmek amacıyla programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ve K tipi termokupl kullanılmıştır. Ağız içi sıcaklık sınır değerlerini ölçen çalışmalar incelendiğinde ısı algılayıcısı olarak Nelsen et al (1952) ve Longman and Pearson (1987)'in bakır konstantan (T tipi) termokupl kullandığı tespit edilmiştir. Palmer et. al. (1992) da yaptıkları çalışmada termokupl kullanmış ancak bunun hangi tip olduğunu belirtmemişlerdir. Michailesco et. al. (1995), yaptıkları çalışmada nikel krom/nikel alüminyum termokupl (K tipi) kullanarak ağız içi sıcaklık ölçümü yapmışlardır. Ağız içi sıcaklık sınır değerleri ölçümü yapan ve yukarıda anılan çalışmaların hiç birinde kullanılan ısı algılayıcılarının hangi sıcaklık aralığında kaç derece hassasiyetle ölçüm yaptığı belirtilmemiştir.

Youngson et. al. (1998) ve Youngson and Barclay (2000), -50°C ile 200°C aralığında  $\pm 3^\circ\text{C}$  hassasiyetle ölçüm yapabilen K tipi termokupl kullandıklarını belirtmişlerdir. Ernst et. al., 2004 yılında yaptıkları çalışmada ısı algılayıcı olarak 0,2mm çapında 1m uzunluğunda iki adet teflon kaplı nikel krom-nikel spiral termal

element teli kullanmışlardır. Araştırmacılar bu algılayıcının  $-60^{\circ}\text{C}$  ile  $350^{\circ}\text{C}$  aralığında ölçüm yapabildiğini bildirmişlerdir Araştırmacılar (Youngson et. al. 1998 Youngson and Barclay 2000, Ernst et. al 2004) kullanılan algılayıcıların tercih edilme sebebi hakkında herhangi bir bilgi vermemişlerdir.

Barclay et al. (2005), fonksiyon sırasında ağız içi sıcaklıkların ölçümünün yapıldığı çalışmalarında bir başka ısı algılayıcı türü olan minyatür tip termistör kullanmıştır. Araştırmacılar bu termistörün küçük boyutta, ucuz, hızlı cevap veren bir ısı algılayıcısı olduğunu ve belirli bir aralıkta sıcaklık ölçümü istendiğinde tercih edildiklerini bildirmiştir. Ancak kullanılan termistörün hangi sıcaklık aralığında ve kaç derece hata ile ölçüm yaptığını belirtmemişlerdir.

Bu çalışmada kullanılan programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometrenin kullanım kılavuzunda; ölçüm aralığının  $-55$ — $125^{\circ}\text{C}$  aralığında olduğu,  $-10^{\circ}\text{C}$ — $85^{\circ}\text{C}$  aralığında  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  hata aralığında ölçtüğü, çözünürlük olarak 4 bit yani  $(1/2)^4$ ,  $0,0625^{\circ}\text{C}$  hassasiyetle ölçüm yapabildiği belirtilmektedir (www.dalsemi.com). Sıcaklık bilgisi dijital olarak iletildiği için, iletim hattı boyunca her hangi bir sebeple (okunan sıcaklık kaydetme noktasına gelene kadar) bir bozulmaya maruz kalması söz konusu değildir. Sıcaklık bilgisinin dijital hale dönüştürülmeden, analog olarak taşındığı mesafeye bağlı ve/veya birbirine yakın olduğu durumlarda kabloların birbirine elektriksel girişimi sonucu hatalı okumalar söz konusu olabilir. (Endüstriyel Elektronik 2001, Endüstriyel Elektrik 1999). Literatür bilgisi ışığında yarı iletken maddelerden yapılmış ısıya duyarlı bir devre elemanı olan programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometrenin ilk defa bu çalışmada kullanıldığı söylenebilir. Termistör ve termokupl gibi ısı algılayıcı elemanlarla çok düşük sıcaklık değişimlerini doğru olarak algılamak mümkün değildir (Endüstriyel Elektrik 1999). Ayrıca Kahrıman M (2010, sözlü görüşme)'a göre termokupl ve termistör herhengi bir sıcaklık ölçümü yaparken elektriksel girişimden etkilenebilmektedirler. Bu da termokupl ve termistör ile yapılan ölçüm sonuçlarının güvenilirliğini sarsmaktadır. Hassas sıcaklık algılama işlemlerinde termokupl ve termistör yerine yarı iletkenlerden yapılmış ısıya duyarlı devre elemanları kullanılır (Endüstriyel Elektrik 1999).

Ağız içinde gerçekleşen ısı farklılıkları sanayi tipi araştırmalarla kıyaslandığında oldukça düşük olarak nitelendirilebilir. Bu sebeple, yapılan bu

doktora çalışmasında bu tür küçük ısı farklılıklarını algılamada daha hassas olan, yarı iletken maddelerden yapılan ısıya duyarlı bir devre elemanı olan programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bu ısı algılayıcısını geleneksel ısı algılayıcılarla karşılaştırmak üzere bu tip çalışmalarda sıklıkla kullanılan K tipi termokupl ile de ölçüm yapılmıştır. K tipi termokupllar 1952'den (Nelsen et al., 1952) beri ağız içi sıcaklık değişimlerini ölçmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Bu sebeple avantaj ve dezavantajları hakkında bilgi sahibi olunan bir ısı algılayıcısıdır. Ayrıca ölçüm yaptıkları sıcaklık aralığının uygun olması (-50—200°C), sebebiyle de ağız içi sıcaklık ölçümlerinde en sık tercih edilen ısı algılayıcılardan biridir. Termokupllar daha çok sanayide yüksek sıcaklık değişimlerini ölçmek için kullanılan bir ısı algılayıcısıdır (Endüstriyel Elektrik 1999). Ayrıca dış ortamdan etkilenmeleri, okside olmaları, düşük sıcaklık değişimlerini doğru olarak algılayamamaları gibi dezavantajları sebebiyle ağız içi sıcaklık ölçümlerinde kullanılmaları halinde güvenilir sonuçlar vermeyebilir.

Ağız içi sıcaklık ölçümlerinde kullanılan bir başka ısı algılayıcısı da termistördür. Termistörler küçük boyutları, düşük fiyatları, hızlı tepki vermeleri sebebiyle tercih edilmektedir (Barclay et al., 2005). Termokupllar geniş sıcaklık aralığında ölçüm yapılacağı zaman tercih edilirken termistörler belirli bir sıcaklık aralığında ölçüm yapmak için önerilirler (Barclay et al., 2005). Termistörler ısı algılayıcıları arasında en hassas olanlardandır. Ancak termistörlerin sıcaklık aralıkları oldukça sınırlıdır. Yalnızca 0—100°C arasında ölçüm yaparlar. Ancak termistörler de termokupllar gibi küçük sıcaklık değişimlerini doğru olarak algılayamazlar (www.wikipedia.org, Erişim tarihi: 7 Şubat 2010, www.omega.com, Erişim tarihi: 5 Şubat 2010).

#### **5. 4. Bireylerin Sıcak ve Soğuk İçecekleri İçmeye Başladıkları Sıcaklık (Termal Tolerans Sınırı)**

İnsanların ısıyı ve ağız içi ısı değişimlerini algılama mekanizması tam olarak anlaşılammıştır. Her ne kadar ağzı yakan ya da donduran yiyecekler “yenilemez” olarak nitelendirilse de ağzın ortalama sıcaklıktaki yiyecek ve içeceklere cevabı

konusunda nesnel bir bilgi bulunmamaktadır. Ağzın ısısız algısı ile ilgili geçmiş çalışmalar ağızdaki ısıya hassas noktaları belirtmişlerdir. Ağızdaki sıcak ve soğuk algılayıcı noktaların dudaklar, gingiva ve dil üzerinde konumlandığını belirtmişlerdir (Green 1984). Ağızdaki ısıya duyarlı noktaların bazı bölgelerde (örn: dilin medial ve posterior yüzeyi) sığağa karşı duyarsız olduğu ve oral kavitenin genel olarak sıcağtan ziyade soğuk uyaranlara karşı daha hassas olduğu bildirilmiştir (Green 1984).

Plant et al. (1974)'a atfen Barclay et al., (2005) dişlerin ve oral mukozanın oldukça gelişmiş bir ısı algılama sistemleri olduğunu bu nedenle bireylerin uç sıcaklıklarda yiyecek içecek tüketimini güç bulduklarını belirtmiştir. Bireyin tolere edebildiği sıcaklık aralığı kişilere göre oldukça değışkenlik göstermektedir ve diş sayısı, açığa çıkmış dentin miktarı, oral mukozanın keratinizasyon derecesi, yaş, cinsiyet gibi pek çok faktöre bağılıdır (Barclay et al., 2005).

İn vivo olarak alt ve üst sıcaklık sınır değeri ölçümü yapan ve bu çalışmaya kaynak oluşturan sekiz çalışmanın dördünde bireylerin soğuk ya da sıcak içecekleri içmeye başladıkları alt ve üst termal tolerans sınırı tespiti yapılmamıştır (Michailescu et al., 1995, Youngson et al., 1998, Youngson and Barclay 2000, Ernst et al., 2004). Youngsson and Barclay (2000) araştırmalarında içeceklerin bardağa konduğu andaki başlangıç sıcaklıklarını ölçmüş, ancak bireyin içecekleri içmeye başladığı anda bardaktaki suyun sıcaklık değerini ölçmemişlerdir. İki çalışmada da üst termal tolerans sınırını tespit etmek üzere bireylerin sıcak içecekleri içmeye başladıkları anda bardaktaki içeceğin sıcaklığı ölçülmüştür (Palmer et al., 1992, Longman and Pearson 1987). Diğer iki çalışmada ise çalışmamızda olduğu gibi hem alt hem de üst termal tolerans sınırı ölçülmüştür (Nelsen et al., 1952, Barclay et al., 2005).

Bu doktora çalışmasında alt ve üst sıcaklık sınır değeri tespiti için önce bireylerin üst çenelerine üzerinde ısı algılayıcısı bulunan splintler yerleştirilmiştir. Daha sonra ağızda meydana gelecek olan alt ve üst sıcaklık sınır değerini 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 tercihiine göre sıcak içecek olarak çay ya da granül kahve hazırlanmış ve hazırlanan içeceğin sıcaklığı suya daldırılabilen dijital termometre ile ölçülmüştür. Soğuk içecek olarak ise sebilinden bardağa konan suyun sıcaklığı ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bireylere içecekleri istedikleri sıcaklıkta içmeye başlayabilecekleri söylenmiş, ilk yudumu

aldıklarında bardakta bulunan suya daldırılabilen dijital termometrenin gösterdiği sıcaklık değeri kaydedilmiştir. Bireylere içecekleri ne kadar sürede içecekleri konusunda bir sınırlama konmamıştır. Bireyler sıcak içecekleri ortalama 72,2°C sıcaklıkta içmeye başlamışlardır (53,7°C–78,1°C±3,2°C). Soğuk içecekleri içmeye başladıkları ortalama sıcaklık ise 5,6°C'dir (4,1°C–13,3°C±1,7°C) Nelsen et al. (1952), çalışmalarında bireylere oldukça sıcak kahve verildiğini ve birkaç saniyede 120ml (4 ons) kahveyi rahatça içebildikleri sıcaklıkta içeceğin sıcaklığının ölçüldüğünü belirtmişlerdir. Kahvenin başlangıç sıcaklığı konusunda herhangi bir bilgi vermemişlerdir. Bireylerin üst termal tolerans sınırını ortalama 60°C olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Soğuk içecek olarak bir içecek makinesinden 4°C'de su kullanmışlar ve buzlu çay ve kahvenin de aynı dereceye ulaştığını belirterek alt termal tolerans sınırını 4°C olarak tespit ettiklerini açıklamışlardır. Bireylerin bu sıcaklıktaki suyu rahat içip içemediğinden bahsetmemişler ya da su tüketilmeye başlandığı anda herhangi bir ölçüm yapmamışlardır. Nelsen et al. (1952)'ın bildirdiği alt ve üst termal tolerans sınırı değerleri bu çalışmada tespit edilen değerlerden daha düşüktür. Longman and Pearson (1987) yaptıkları çalışmada yalnızca üst termal tolerans sınırını tespit etmişlerdir. Bireylere belirli hacimde su verilmiş ve bireylerden rahatsızlık hissetmeden içebildikleri sıcaklığı belirtmeleri istenmiştir. Bu sırada suyun sıcaklığı ölçülmüştür. Yudumlama sırasında bardaktaki en yüksek değer 74°C olarak ölçülmüştür. Ancak bireylerin çoğunluğunun sıcak suyu 55°C–68°C arasında rahatça içebildikleri belirtilmiştir. Çalışmamızda elde edilen üst termal tolerans sınırı (53,7–78,1°C aralığında ortalama 72,2±3,2°C) Longman and Pearson (1987)'ın bildirdiği değerle (55–68°C) uyumludur. Palmer et al. (1992) sıcak ve soğuk sıvıların ağız içinde meydana getirdiği sıcaklık sınır değerlerini ölçtükleri çalışmada üst termal tolerans sınırını tespit etmek üzere musluk suyunu mikrodalga fırın içerisinde kaynama derecesi altında ısıtmışlar (çalışmada ~90°C olarak tanımlanmıştır) ve bireylerden suyu ağızlarına yaklaştırmalarını ve rahat içebileceklerini düşündüklerinde bir yudum almalarını istemişlerdir. Ancak bu araştırmanın bireyler ve metot bölümünde mikrodalga fırında ısıtıldıktan sonra servis edilen suyun servis sıcaklığının ve bu suyun içilmeye başlandığı sıcaklığın nasıl ölçüldüğüne dair bir bilgi yer almamaktadır. Buna bağlı olarak çalışmada bildirilen

üst tolerans sınırı olan 61°C'in de bir veri olarak diğer çalışmalarla kıyaslanması zorlaşmaktadır.

Barclay et al. (2005) bireylere sıcak içecek olarak 90°C sıcaklıkta çay ya da kahve ve soğuk içecek olarak da 1°C sıcaklıkta buzlu su vermişlerdir. Bireylerden içme sıcaklıklarına kendilerinin karar vermesi istenmiştir. İçecekler polistren bardaklarda sunulmuştur. Çalışmada üst termal tolerans sınırı ortalama 65,43°C±5,26°C, alt termal tolerans sınırı ise 1,62°C±0,88°C olarak bildirilmiştir. Araştırmacılar soğuk içeceklerin sıcak içeceklere göre hemen hemen hiçbir rahatsızlık hissetmeden içilebildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızın sonuçları da bu sonucu desteklemektedir. Barclay et al. (2005)'ın rapor ettiği değerler çalışmamızda ölçülen değerlerden düşüktür. (Çalışmamızda tek hatlı dijital termometre ile alt-üst sıcaklık sınır değerleri sırasıyla 12,62—54,37°C, termokupl ile ise sırasıyla 6,07—53,78°C olarak ölçülmüştür).

## **5. 5. Çalışmamızda Kullanılan Termokupl ve Programlanabilir Çözünürlüklü Tek Hatlı Dijital Termometre ile Elde Edilen Sıcaklık Sınır Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması**

Bu çalışmada iki farklı ısı algılayıcı kullanılmıştır. Bunlardan tek hatlı dijital termometre ile yapılan ölçümlerde ağız içinde ulaşılan en yüksek üst sıcaklık sınır değerine üst santral kesici dişlerin palatinal yüzünde (b bölgesi) ulaşılmıştır (54,37°C). Tek hatlı dijital termometre ile yapılan ölçümlerde ulaşılan en düşük alt sıcaklık sınır değeri yine üst santral kesici dişlerin palatinal yüzünde gözlenmiştir (12,62°C).

Üst sıcaklık sınır değerlerinin termokupl ile ölçümünde elde edilen en yüksek sıcaklık tek hatlı dijital termometre ile ölçülen sonuçlardan farklı olarak üst santral dişlerin bukkal yüzündedir (a bölgesi, 53,78°C). Tek hatlı dijital termometre ile aynı bölgede ölçülen sıcaklık 53,06°C'dır ve termokupl ile ölçülen sonuca çok yakın bir değerdir. Termokupl ile yapılan alt sıcaklık sınır değerleri incelendiğinde en düşük

değer tek hatlı dijital termometre (b bölgesi; 12,62°C) ile elde edilen sonuçlardan farklı olarak a bölgesindedir (6,07°C).

Termokupl ve tek hatlı dijital termometre ile elde edilen alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin karşılaştırılması için gerekli istatistiksel analiz Student t testi kullanılarak yapılmıştır. Her iki yöntemle ölçülen üst sıcaklık sınır değerlerinin dört bölge için istatistiksel analizi incelendiğinde;

1. “a” ve “d” bölgelerinde elde edilen değerlerin ( $p=0,018$ ) istatistiksel olarak anlamlı ( $p\leq 0,05$ ),

2. “b” bölgesinde elde edilen değerlerin ( $p=0,001$ ) istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı ( $p\leq 0,05$ ),

3. “c” bölgesinde elde edilen değerlerin ( $p=0,624$ ) ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu ( $p>0,05$ ) görülmüştür.

Her iki yöntemle ölçülen alt sıcaklık sınır değerlerinin dört bölge için istatistiksel analizi incelendiğinde tüm bölgelerde elde edilen değerler ( $p=0,001$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p\leq 0,05$ ). Çalışmamızda termokupl ile yapılan ölçümler sırasında sıklıkla atipik değerler ölçülmüş ve bu nedenle ölçümlerin tekrarlanması ya da termokuplların değiştirilmesi gerekmiştir. Ancak programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile yapılan ölçümler sorunsuz olarak ve kısa süre içerisinde tamamlanmıştır. Bu da, termokupl ile karşılaştırıldığında programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometrenin daha hassas olmasının yanı sıra, klinik olarak da uygun bir aygıt olabileceğini göstermektedir.

## 5. 6. Bulguların Diğer Çalışmalarla Karşılaştırılması

Çalışmamızda ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır 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 and Pearson (1987), Palmer et al (1992),



Youngson et. al. (1998), Youngson and Barclay (2000), Ernst et. al. (2004), Barclay et. al. (2005), dişin dış yüzeyinden, Michalesco et al. (1995) ise sıcaklık sınır değerlerini kavite tabanı, kanal içi ve diş dış yüzeyinden ölçmüştür. Nelsen et. al. (1952) ise sıcaklık sınır değerlerini kavite tabanından ölçmüştür. Sonuç olarak ağız içi sıcaklık sınır ölçümü yapılan bu çalışmalardaki 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 et. al. (1952), kavite tabanından ve T tipi termokupl ile gerçekleştirdikleri deneyde alt sıcaklık sınır değeri olarak 9°C, üst sıcaklık sınır değeri olarak ise 52°C ölçmüşlerdir. Çalışmamızda ise sıcaklık sınır değerleri dört farklı bölgeden ve diş dış yüzeyinden K tipi termokupl ve tek hatlı dijital termometre kullanılarak yapılmıştır. Bu nedenle iki çalışmada elde edilen sonuçlar birbiriyle kıyaslanamamaktadır. Ancak Nelsen et al. (1952)'ın kavite tabanından T tipi termokupl ile elde ettikleri sıcaklık, çalışmamızda diş dış yüzeyinden K tipi termokupl ve programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile elde edilen sonuçlara yakındır.

Longman and Pearson (1987), sıcaklık sınır ölçümlerini çalışmamızda olduğu gibi diş dış yüzeyinden yapmıştır. Ancak ölçüm yapılan bölgelerde elde ettikleri alt ve üst sıcaklık sınır değerlerini bildirmemişler, en yüksek sıcaklık değişim aralığının üst santral dişlerin labial yüzünde görüldüğünü, bunu 3 ve 4 numaralı dişlerin palatal yüzlerinin takip ettiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda ise en yüksek sıcaklık değişimi programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile yapılan deneylerde üst santral dişlerin palatinal yüzlerinde, K tipi termokupl ile yapılan deneylerde ise Longman and Pearson (1987)'ın çalışmalarını destekler şekilde üst santral dişlerin labial yüzünde meydana gelmiştir. Longman and Pearson (1987) sıcaklık değişiminin posterior bölgeye gidildikçe azaldığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda her iki ısı algılayıcı ile elde edilen bulgular bu sonuçla uyumludur.

Palmer et. al. (1992) ölçümleri mandibuler posterior ve maksiller anterior bölgede diş dış yüzeyinden yapmıştır. Kullandıkları ısı algılayıcının termokupl olduğunu belirtmişler ancak hangi tip termokupl olduğuna dair bir bilgi vermemişlerdir. En yüksek üst sıcaklık sınır değerini 58,5°C±3,3°C olarak maksiller

anterior bölgenin palatinal yüzünde elde etmişlerdir. Çalışmamızda da programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile en yüksek üst sıcaklık sınır değeri aynı bölgeden ölçülmüştür (54,37°C). Ancak Palmer et. al.(1992)'ın bildirdiği değer çalışmamızda her iki yöntemle ölçülen sonuçlardan yüksektir (Çalışmamızda tek hatlı dijital termometre ile üst sıcaklık sınır değeri 54,37°C, termokupl ile ise 53,78°C olarak ölçülmüştür). Palmer et. al (1992), aynı bölgede ölçülen en düşük alt sıcaklık sınır değerini bildirmemişlerdir. Mandibuler posterior bölgede üst sıcaklık sınır değerini 53,1°C±4,1°C ve alt sıcaklık sınır değerini 1°C ±1°C olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızda daha önce renkli su kullanılarak yapılan pilot çalışmanın sonuçları doğrultusunda alt çenede sıcaklık sınır değeri ölçümü yapılmamıştır.

Michailescu et. al (1995), sıcaklık sınır değerlerini kavite tabanı, kanal içi ve diş dış yüzeyinden yapmıştır. Diş dış yüzeyinden yapılan ölçümler alt çenede 6—7 numaralı dişler arasından yapılmıştır. Üst sıcaklık sınır değeri olarak 43,1°C, alt sıcaklık sınır değeri olarak ise 4,3°C bildirilmiştir. Araştırmacıların K tipi termokupl ile ağız içinde ölçtükleri alt ve üst sıcaklık sınır değerleri çalışmamızda K tipi termokupl ve programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile elde edilen sonuçlardan düşüktür.

Youngsson et. al. (1998), çalışmalarında alt ve üst çenede elde ettikleri sıcaklık sınır değerlerini belirtmemişlerdir. Sıcak ve soğuk içecek tüketimi sırasında üst santral ve kanin dişlerinin palatinal yüzeylerinin ve üst kanin ve premolar dişlerin bukkal yüzeylerinin alt çenede ise santral dişlerin labial yüzeyleri ile premolar dişlerin bukkal yüzeylerinin benzer sıcaklık sınır değerleri gösterdiğini belirtmekle yetinmişlerdir. Çalışmamızda tek hatlı dijital termometre ile yapılan üst sıcaklık sınır değeri ölçümlerinde üst santral dişlerin labial (53,06°C) ve palatinal yüzlerinden (54,37°C) elde edilen değerler birbirine yakınken üst molar dişlerin bukkal ve palatinal yüzlerinde ölçülen değerler birbiriyle aynıdır (48,68°C). Ölçüm sonuçları incelendiğinde üst sıcaklık sınır değerinin posteriora doğru gidildikçe azaldığı görülmektedir.

Youngsson and Barclay (2000), en yüksek sıcaklığı alt santral dişlerin lingual yüzeylerinde 68°C olarak ölçmüştür. Ancak çalışmada alt santral dişlerin lingualinde ölçülen üst sıcaklık sınır değerlerinin ortalaması (63,0°C) ile üst santral dişlerin

palatinalinde elde edilen üst sıcaklık sınır değerlerinin ortalaması (63,4°C) birbirine oldukça yakındır. Çalışmamızda alt çeneden ölçüm yapılmamıştır ancak her iki ısı algılayıcı ile ağız içinde ölçülen üst sıcaklık sınır değerleri Youngson and Barclay (2000)'in ölçüm sonuçlarından düşüktür (Üst sıcaklık sınır değeri programlanabilir tek hatlı dijital termometre ile 54,37°C, termokupl ile ise 53,78°C olarak ölçülmüştür). Yongsson and Barclay (2000), en düşük alt sıcaklık sınır değerini üst santral dişlerin palatinal yüzeylerinde 15,4°C olarak ölçmüştür. Çalışmamızda da en düşük alt sıcaklık sınır değeri üst santral dişlerin palatinal yüzeylerinde elde edilmiştir. Ancak çalışmamızda her iki ısı algılayıcı ile de ölçülen değerler araştırmacıların belirttiği değerlerin altındadır (alt sıcaklık sınır değeri termokupl ile 6,07°C, tek hatlı dijital termometre ile ise 12,62°C olarak ölçülmüştür). Youngsson and Barclay (2000), çalışmalarını sadece tek birey ile gerçekleştirmişlerdir. 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 başlamışlar ve belirli zaman aralıkları ile değil kendi belirledikleri aralıklarla içmeye devam etmişlerdir.

Ernst et al. (2004), yaptıkları çalışmada en yüksek üst sıcaklık sınır değerini alt çenede ölçmüşlerdir (52,8°C). En düşük alt sıcaklık sınır değerini ise üst çenede (13,7°C) olarak bildirmişlerdir. Elde ettikleri üst sıcaklık sınır değeri çalışmamızda her iki yöntemle de elde edilen sonuca yakındır. Alt sıcaklık sınır değeri ise tek hatlı dijital termometre ile ölçülen sonuca yakın ancak termokupl ile elde edilen sonuçtan yüksektir.

Barclay et. al. (2005), alt anterior dişlerin bukkal yüzünün ve üst anterior dişlerin palatal yüzlerinin en fazla sıcaklık değişimi gösteren bölgeler olduğunu göstermişlerdir. Longman and Pearson (1986) da yaptıkları çalışmada en yüksek sıcaklık değişiminin üst santral dişlerin labial yüzünde görüldüğünü bildirmişlerdir. Çalışmamızda alt çeneden ölçüm yapılmamıştır ancak üst çenede en yüksek sıcaklık değişimi üst santral dişlerin palatal yüzleridir. Barclay et. al. (2005), ağız içi üst sıcaklık sınır değerinin ön dişler bölgesinde 70°C'ye kadar çıkabildiğini alt sıcaklık sınır değerinin ise aynı bölgede 0°C'ye kadar inebildiğini rapor etmişlerdir. Üst sıcaklık sınır değeri olarak bildirdikleri değer çalışmamızda termokupl ve tek hatlı

dijital termometre ile gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarından oldukça yüksektir, alt sıcaklık sınır değeri de her iki yöntemle elde edilen sonuçlardan farklıdır. Barclay et al. (2005), alt ve üst sıcaklık sınır değerlerini iki bireyden ölçmeye başlamışlar ve standardizasyonu sağlamak amacıyla tek bireyle ölçüme devam ettiklerini belirtmişlerdir. Bu durumun istatistiksel bir karşılaştırmaya olanak vermediği açıktır. Çalışmamızdaki ölçümlerin 50 bireyle gerçekleştirilmiş olması, elde edilen sonuçların istatistiksel olarak güvenilirliği artırmaktadır (Tablo 16).

**Tablo 16.** Çalışmamızda programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ve K tipi termokupl ile ölçülen en düşük ve en yüksek sıcaklık sınır değerlerinin geçmiş çalışmalarla karşılaştırılması.

İlk İsim	Yayın Yılı	Ölçülen en düşük sıcaklık sınır değeri	Ölçülen en yüksek sıcaklık sınır değeri
Nelsen	1952	9°C	52°C
Palmer	1992	1°C	58,5°C
Michaileso	1995	4,3°C	48,4°C
Youngson	2000	15,4°C	68°C
Ernst	2004	13,7°C	52,8°C
Barclay	2005	0°C	70°C
Baydır (dijital termometre)	2010	54,37°C	12,62
Baydır(K tipi termokupl)	2010	53,78°C	6,07°C

## 6. SONUÇ

Ağız içi alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin programlanabilir tek hatlı dijital termometre ve K tipi termokupl ile ölçüldüğü bu in vivo çalışmada:

1. Bireyler soğuk içecekleri 4,1—13,3°C, sıcak içecekleri ise 53,7—78,1°C aralığında içmeye başlamışlardır. Bu sonuçlar soğuk içecekler karşı toleransın sıcak içeceklere göre daha yüksek olduğu bilgisini desteklemektedir.

2. Çalışmamızda programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile elde edilen en düşük sıcaklık sınır değeri 12,62°C, en yüksek sıcaklık sınır değeri ise 54,37°C dir. Termokupl ile yapılan ölçümlerde ise en düşük alt sıcaklık sınır değeri 6,07°C, en yüksek üst sıcaklık sınır değeri ise 53,78°C olarak ölçülmüştür.

3. Ağız içinde en düşük alt sıcaklık sınır değeri ve en yüksek üst sıcaklık sınır 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.

4. Sıcaklık sınır değeri ölçümlerinde ilk kez kullanılan programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ağız içi kullanım için tercih edilebilir bir ısı algılayıcıdır.

5. Çalışmamızın sonuçları termal siklus test protokolü için günümüze dek yapılan çalışmalarda en sık kullanılan alt-üst sıcaklık sınır değeri olan 5—55°C'nin uygunluğunu desteklemektedir.

## ÖZET

### **Termal Siklus Test Protokolünde Belirtilen Alt ve Üst Sıcaklık Sınır Değerlerinin İn Vivo Ölçümü**

Dental malzemelerin test edilmesinde en çok kullanılan in vitro testlerden biri termal siklus test protokolüdür. Bu protokolün temel hedefi restoratif malzemelerin uzun dönemli klinik kullanım koşullarını taklit etmektir. Protokolü oluşturan önemli süreçlerinden biri olan alt ve üst sıcaklık sınır değerlerine ilişkin gerçekleştirilen in vivo çalışmalar farklı değerler bildirmektedir. Bu çalışmanın amacı termal siklus test yönteminde kullanılan alt ve üst sıcaklık sınır değerlerinin in vivo olarak tespit edilmesidir.

Bu çalışma S.D.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi öğrencilerinden gönüllü 50 birey ile gerçekleştirilmiştir. Bireylerin üst çene ölçüleri alınarak çalışma modelleri elde edilmiş ve bu modeller üzerinde 2mm kalınlığında plastik plaklar kullanılarak splintler yapılmıştır. Uyumlandırılan splintler üzerinde dört bölgeye (11–21 numaralı dişlerin bukkal interproksimal/a bölgesi, 11–21 numaralı dişlerin palatinal interproksimal/b bölgesi, 16 numaralı dişin bukkal/c bölgesi ve 26 numaralı dişin palatinal yüzüne/d bölgesi) iki farklı tip ısı algılayıcı (programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ve termokupl) yerleştirilmiştir. Her iki ısı algılayıcı ile bireylerde sıcak ve soğuk içeceklerin tüketimi sırasında ağızda meydana gelen alt ve üst sıcaklık sınır değerleri ölçülmüştür. En yüksek üst sıcaklık sınır değeri programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile 54,37°C (b bölgesi), termokupl ile 53,78°C (a bölgesi) olarak ölçülmüştür. En düşük alt sıcaklık sınır değeri ise programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre ile 12,62°C (b bölgesi), termokupl ile ise 6,07°C (a bölgesi) olarak ölçülmüştür.

Çalışmamızın sonuçları termal siklus test protokolü için günümüze dek yapılan çalışmalarda en sık kullanılan alt-üst sıcaklık sınır değeri olan 5–55°C'nin uygunluğunu desteklemektedir.

**Anahtar sözcükler:** Termal siklus, alt sıcaklık sınır değeri, üst sıcaklık sınır değeri, termokupl, programlanabilir çözünürlüklü tek hatlı dijital termometre

## ABSTRACT

### **In Vivo Measurement of Cold and Hot Temperature Extremes Indicated in Thermocycling Test Procedures**

Thermocycling is the most common test procedure for dental materials testing. The main goal of this procedure is to simulate long term clinical conditions of restorative materials. The in vivo studies about hot and cold temperature extremes report different results. The aim of this study is to determine cold and hot temperature extremes of thermocycling test procedures.

This study is achieved by 50 voluntary dental students of S.D.U. Upper jaw impressions of subjects were made and models were prepared by dental stone. Plastic splints in 2mm thickness were prepared. The splints were adapted to the subjects and two types (programmable resolution 1-wire digital thermometer and K type thermocouple) of thermal sensors were placed on four different parts (buccal interproximal surface of 11–12/region a, palatal interproximal surface of 11–12/region b, buccal surface of 16/region c and palatal surface of 26/region d) of the splints. Cold and hot temperature extremes occurred during consumption of hot and cold drinks were measured by these thermal sensors. Hot temperature extreme was measured as 54.37°C (region b) by programmable resolution 1-wire digital thermometer and 53.78°C (region a) by K type thermocouple. Cold temperature extreme was measured as 12.62°C (region b) by programmable resolution 1-wire digital thermometer and 6.07°C (region a) by K type thermocouple.

The results of this study advocate suitability of hot and cold temperature extremes commonly used (5–55°C) in thermocycling procedures in the studies up to date.

**Key Words:** Thermocycling, cold temperature extreme, hot temperature extreme, programmable resolution 1-wire digital thermometer, thermocouple.

## KAYNAKLAR

ADA Acceptance Program Guidelines "Dentin and Enamel Adhesive Materials"; 2001.

Anusavice KJ. *Philips' Science of Dental Materials*. 11th Ed., St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2003.

Barclay CW, Spence D, Laird WR, Marquis PM, Blunt L. Micromechanical versus chemical bonding between CoCr alloys and methacrylate resins. *J Biomed Mater Res. B Appl Biomater* 2007; 81: 351-357.

Barclay CW, Spence D, Laird WRE. Intra-oral temperatures during function. *J Oral Rehabil* 2005; 32: 886-894.

Baydır A. Diş Hekimliğinde Termal Siklus Uygulamaları. SDÜ Diş Hekimliği Fakültesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Semineri, 2007.

Bayne SC. Dental restorations for oral rehabilitation-testing of laboratory properties versus clinical performance for clinical decision making. *J Oral Rehabil* 2007; 34: 921-934.

Chen CC, Huang TH, Kao CT, Ding SJ. Effect of conditioners on bond durability of resin composite to Nd:YAG laser-irradiated dentin. *Dent Mater J* 2006; 25: 463-9.

D'Alpino PH, Pereira JC, Rueggeberg FA, Svizero NR, Miyaka K, Pashley DH. Efficacy of composite surface sealers in sealing cavo surface marginal gaps. *J Dent* 2006; 34: 252-259.

Daub J., Berzins D.W., Linn B. J., Bradley T.G. Bond strength of direct and indirect bonded brackets after thermocycling. *Angle Orthod* 2006; 76: 295-300.

Delme KI, Derman PJ, De Moor RJ. Microleakage of class V resin composite restorations after conventional and Er: YAG laser preparation. *J Oral Rehabil* 2005; 32: 676-685.

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *J Dent Res* 2005; 84: 118-132.



- DeLong R, Douglas W. An artificial oral environment for testing dental materials. *Transactions On Biomedical Engineering* 1991; 38: 339-345.
- Ernst CP, Canbek K, Euler T, Willershausen B. In vivo validation of the historical in vitro thermocycling temperature range for dental materials testing. *Clin Oral Invest* 2004; 8: 130-138.
- Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999; 27: 89–99.
- Green BG. Oral perception of the temperature of liquids. *Perception & Psychophysics* 1986; 39: 19-24.
- Green BG. Thermal perception on lingual and labial skin. *Perception & Psychophysics* 1984; 36: 209-220.
- Helvatjoğlu AM, Kalinderis K, Pedulu L, Papadogiannis Y. The effect of pulse activation on microleakage of a packable composite resin and two ormocers. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 1068–1074.
- Huang MS, LI MT, Huang FM, Ding SJ. The effect of thermocycling and dentin pre-treatment on durability of the bond between composite resin and dentine. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 492-499.
- ISO/TS 11405 Technical Specification: Dental Materials – Testing of adhesion to tooth structure; 2003.
- Karabacak M. Endüstriyel Elektronik. İskenderun: *Color Ofset Matbaacılık Yayıncılık San. ve Tic. Ltd. Şti.*, 2001.
- Levander MS, Forsberg C, Wahren LK. Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic review. *Scand J Caring Sci* 2002; 16: 122-128.
- Longman CM, Pearson GJ. Variations in tooth surface temperature in the oral cavity during fluid intake. *Biomaterials* 1987; 8: 171-174.
- Michailescu PM, Marciano J, Grieve AR, Abadie MJM. An im vivo recording of variations in oral temperature during meals: A pilot study. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 214-218.
- Microsoft Corp. Microsoft Office for Windows. Version 2003, Washington, 2003
- Nelsen RJ, Wolcott RB, Paffenbarger GC. Fluid Exchange at the margins of dental restorations. *J Am Dent Assoc* 1952; 44: 288-295.

O'Brien WJ. *Dental Materials and Their Selection*. 3rd Ed. Illinois: Quintessence Pub., 2002: 113-127.

Özdemir A. *Endüstriyel Elektrik*. 3. Baskı, İstanbul: Birsen Yayınevi, 1999.

Palmer DS, Barco MT, Billy EJ. Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 325-327.

Pokarier M, Gage JP. A laboratory study of the effect of thermocycling in saline and artificial saliva on two dentin bonding agents. *Aust Dent J* 1989; 34: 266 – 71.

Rossomando KJ, Wendt SL. Thermocycling and dwell times in microleakage for bonded restorations. *Dent Mater* 1995; 11: 47-51.

Sackett DL, Rosenberg WM, Gray JA, Haynes RB, Richardson WS. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ* 1996; 312: 71-72.

SPSS Inc. SPSS for Windows. Version 15.0, Chicago, 2006.

Tezvergil A, Lassila LVJ, Vallitu PK. The shear bond strength of bidirectional and random-oriented fibre – reinforced composite to tooth structure. *Journal of Dentistry* 2005; 33: 509–516.

Vult Von Steyern P, Ebbesson S, Holmgren J, Haag P, Nilner K. Fracture strength of two oxide ceramic crown systems after cyclic pre-loading and thermocycling. *J Oral Rehabil* 2006; 33: 682–689.

Wataha JC. Principles of Biocompatibility for dental practitioners. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 203-209.

www.ada.org. Erişim tarihi: 15 Mayıs 2009

www.ada.org. Erişim tarihi: 27 Ekim 2006

www.akcam.com.tr, Erişim tarihi: 1 Şubat 2010

www.armeelektronik.com/termokupl. Erişim tarihi: 17 Şubat 2010.

www.bmj.com. Erişim tarihi: 23 Ekim 2009

www.dalsemi.com, Erişim tarihi: 1 Şubat 2010

www.dentaltestgroup.com. Erişim tarihi: 27 Ekim 2006

www.omega.com. Erişim tarihi: 5 Şubat 2010

www.temperatures.com. Erişim tarihi: 17 Şubat 2010.

www.wikipedia.org. Erişim tarihi: 7 Şubat 2010

www.wikipedia.org. Erişim tarihi: 7 Şubat 2010.

www.willytec.com, Erişim tarihi: 21 Mart 2010

Youngson CC, Barclay CW. A pilot study of intraoral temperature changes. *Clin Oral Invest* 2000; 4: 183-189.

Youngson CC, Jones JG, Smith I, Fox K. In vivo temperature changes during a standardised thermal challenge. *J Dent Res* 77 (*IADR Abstracts*) 1998.

Zaimoğlu A, Can G, Ersoy AE, Aksu L. Tarihçe. İçinde: *Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi*. Ankara, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Yayınları. Yayın No: 17, 1993.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Aygöl Baydır

**Doğum Tarihi:** 15.03.1974

**Öğrenim Durumu:**

İlkokul: Ankara 13 Ekim İlkokulu 1980-1985

Ortaokul-Lise: Ankara Atatürk Anadolu Lisesi 1985-1992

Lisans: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 1992-1998

Doktora: Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 2003-