

**T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**BELİRLİ PERİYOTLARDA TÜKRÜKLE TEMAS EDEN DENTAL
PORSELENLERİN TEKRAR FIRINLANMASIYLA OLUŞAN
LÖSİT KRİSTALİZASYONUNUN VE TERMAL GENLEŞME
KATSAYILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Ömür ÖZTÜRK

**Tez Yöneticisi:
Doç. Dr. Caner YILMAZ**

**ANKARA
Mart 2007**

**T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**BELİRLİ PERİYOTLARDA TÜKRÜKLE TEMAS EDEN DENTAL
PORSELENLERİN TEKRAR FIRINLANMASIYLA OLUŞAN
LÖSİT KRİSTALİZASYONUNUN VE TERMAL GENLEŞME
KATSAYILARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Ömür ÖZTÜRK

**Tez Yöneticisi:
Doç.Dr. Caner YILMAZ**

**ANKARA
Mart 2007**

DOKTORA / YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin Adı Soyadı : Dt.Ömür ÖZTÜRK
Anabilim Dalı : Protetik Diş Tedavisi
Sınav Tarihi : 26 / 03 / 2007
Tez Konusu : "Belirli Periyodlarda Tükürükle Temas Eden Dental
Porselenlerin Tekrar Fırınlanmasıyla Oluşan Lösit
Kristalizasyonunun ve Termal Genleşme Katsayılarının
Değerlendirilmesi "

KARAR :

Yukarıda belirtilen tarihte yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda yukarıda konusu belirtilen tezin

Düzeltilmesine : *Kabulüne*
Kabulüne :
~~Reddine~~ :

Oy birliği / Oy çokluğu ile karar verilmiştir.

GEREKÇE : *oy birliği*

JÜRİ BAŞKANI
Prof.Dr. Cihan AKÇABOY

Cihan Akçabo

ÜYE
Prof.Dr. Süleyman TEKELİ

Süleyman Tekeli

ÜYE
Doç.Dr.İbrahim TULUNOĞLU

İbrahim Tulunoğlu

ÜYE
Doç.Dr. Caner YILMAZ

Caner Yılmaz

ÜYE
Doç.Dr. Turan KORKMAZ

Turan Korkmaz

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	I
İçindekiler	II
Şekiller, Resimler ve Grafikler	III
Tablolar	IV
Önsöz	V
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1.Dental Porselenler	2
2.2.Dental Porselenlerin Özellikleri	2
2.3.Kaolin	3
2.4.Feldspat	3
2.5.Kuartz	3
2.6.Lösit	4
2.7.Dental Porselenlerin Isısal Genleşme Katsayısı	8
2.8.X Işını Difraksiyon yöntemi	9
2.9.Icdd Veri Tabanı	12
2.10.Yapısal Analiz	12
3.MALZEME VE YÖNTEM	13
3.1.Örneklerin Hazırlanması	14
3.2.Örneklerdeki Lösit Oranlarının Hesaplanması	18
3.3.Porselenlerin Isısal Genleşme Katsayılarının Hesaplanması	38
4.BULGULAR	40
5.TARTIŞMA	54
6.SONUÇ	57
7.ÖZET	58
8.ABSTRACT	59
9.KAYNAKLAR	60
10.ÖZGEÇMİŞ	67

ŞEKİLLER, RESİMLER, GRAFİKLER

Sıra No	Açıklama	Sayfa No
Şekil 1	Lösit Kristali	4
Şekil 2	Lösitin Atomik Yapısı	5
Şekil 3	Yansıma	10
Şekil 4	Teta-Teta Goniometre	11
Şekil 5	2 Teta Goniometre	11
Şekil 6	Örnek hazırlama kalıbı	14
Şekil 7	Finesse ve Ceramco II porselenlerin ısısal genleşme katsayılarını ölçmek için hazırlanan örnekler	15
Şekil 8	Lösit kristalizasyonunu ölçmek için hazırlanmış Ceramco II örnekler	15
Şekil 9	Lösit kristalizasyonunu ölçmek için hazırlanmış Finesse örnekler	16
Şekil 10	Ultrasonik Temizleyici	16
Şekil 11	Etüv	17
Şekil 12	X Işını Difraksiyon Cihazı Goniometresi	18
Şekil 13	X Işını Difraksiyon Cihazı	19
Şekil 14	Finesse porselenin kontrol grubu grafiği	20
Şekil 15	Finesse porselenin 15 günlük su grubu grafiği	21
Şekil 16	Finesse porselenin 1 aylık su grubu grafiği	22
Şekil 17	Finesse porselenin 3 aylık su grubu grafiği	23
Şekil 18	Finesse porselenin 6 aylık su grubu grafiği	24
Şekil 19	Ceramco II porselenin kontrol grubu grafiği	25
Şekil 20	Ceramco II porselenin 15 günlük su grubu grafiği	26
Şekil 21	Ceramco II porselenin 1 aylık su grubu grafiği	27
Şekil 22	Ceramco II porselenin 3 aylık su grubu grafiği	28
Şekil 23	Ceramco II porselenin 6 aylık su grubu grafiği	29
Şekil 24	Finesse porselenin 15 günlük yapay tükrük grubu grafiği	30
Şekil 25	Finesse porselenin 1 aylık yapay tükrük grubu grafiği	31
Şekil 26	Finesse porselenin 3 aylık yapay tükrük grubu grafiği	32
Şekil 27	Finesse porselenin 6 aylık yapay tükrük grubu grafiği	33
Şekil 28	Ceramco II porselenin 15 günlük yapay tükrük grubu grafiği	34
Şekil 29	Ceramco II porselenin 1 aylık yapay tükrük grubu grafiği	35
Şekil 30	Ceramco II porselenin 3 aylık yapay tükrük grubu grafiği	36
Şekil 31	Ceramco II porselenin 6 aylık yapay tükrük grubu grafiği	37
Şekil 32	Dilatometre	39
Grafik 1	15 gün süresince yapay tükrük ve damıtılmış suda bekletilmiş örneklerin ortalama lösit yüzdeleri.	43
Grafik 2	1 ay süresince yapay tükrük ve damıtılmış suda bekletilmiş örneklerin ortalama lösit yüzdeleri.	43
Grafik 3	3 ay süresince yapay tükrük ve damıtılmış suda bekletilmiş örneklerin ortalama lösit yüzdeleri.	44
Grafik 4	6 ay süresince yapay tükrük ve damıtılmış suda bekletilmiş örneklerin ortalama lösit yüzdeleri.	44
Grafik 5	15 gün damıtılmış su ve yapay tükrükte beklemiş örneklerin ısısal genleşme katsayıları.	51
Grafik 6	1 aylık damıtılmış su ve yapay tükrükte beklemiş örneklerin ısısal genleşme katsayıları.	52
Grafik 7	3 aylık damıtılmış su ve yapay tükrükte beklemiş örneklerin ısısal genleşme katsayıları.	52
Grafik 8	6 aylık damıtılmış su ve yapay tükrükte beklemiş örneklerin ısısal genleşme katsayıları.	53

TABLOLAR

Sıra No	Açıklama	Sayfa No
Tablo 1	Lösit kristalizasyonunu ölçmek için hazırlanan örneklerin gruplandırılması	13
Tablo 2	Isısal genleşme katsayısını ölçmek için hazırlanan örneklerin gruplandırılması	13
Tablo 3	Kısaltmalar	40
Tablo 4	Su gruplarının istatistiksel değerleri	41
Tablo 5	Yapay tükrük gruplarının istatistiksel değerleri	41
Tablo 6	Yapay tükrük grupları arasındaki farklılığa ilişkin varyans analizi sonuçları	42
Tablo 7	Damıtık su grupları arasındaki farklılığa ilişkin varyans analizi sonuçları	42
Tablo 8	Damıtılmış suda bekletilmiş Finesse örneklerin istatistiksel olarak karşılaştırılması	45
Tablo 9	Damıtılmış suda bekletilmiş Ceramco II örneklerin istatistiksel olarak karşılaştırılması	46
Tablo 10	Yapay tükrükte bekletilmiş Finesse örneklerin istatistiksel olarak karşılaştırılması	47
Tablo 11	Yapay tükrükte bekletilmiş Ceramco II örneklerin istatistiksel olarak karşılaştırılması	48
Tablo 12	Finesse ve ceramco II porselenlerinin damıtılmış su gruplarının istatistiksel olarak karşılaştırılması.	49
Tablo 13	Finesse ve ceramco II porselenlerinin yapay tükrük gruplarının istatistiksel olarak karşılaştırılması.	50
Tablo 14	Distile su ve yapay tükrükte bekletilen örneklerin ısısal genleşme katsayıları	51

ÖNSÖZ

Üniversite ve doktora eğitimim boyunca bilgisini, destek ve hoşgörüsünü esirgemeyen danışmanım ve ağabeyim sayın Doç. Dr. Caner YILMAZ'a, sonsuz anlayışı ve özverili desteği için sayın Prof. Dr. Cihan AKÇABOY'a, tüm doktora eğitimim boyunca ağabey ve öğretmen olarak her zaman yanımda olan sayın Prof. Dr. Suat YALUĞ'a, bilgi ve emeklerinden dolayı sayın Doç. Dr. Turan KORKMAZ'a, tezimin hazırlanmasındaki yardımlarından dolayı sayın Turgut ÇOLAK'a ve Orhan TETİK'e, sevgi ve emekleriyle bu günlere gelmemi sağlayan değerli aileme sonsuz saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

GİRİŞ

Porselenler, estetik avantajları, ağız sıvılarından etkilenmemeleri, dirençli yapıları, marjinal adaptasyonları, dişin yapısına uygun ısıl genişleme katsayısına sahip olmaları ve biyouyumlulukları nedeniyle protetik diş tedavisinde en çok kullanılan restorasyon malzemelerindendir.

Porselen restorasyonların, estetik ve uyumunu değerlendirmek için yapılan geçici yapıştırmalar sonunda, kırık tamirleri için veya glazeleme işlemleri için ağız içinde belirli süre kaldıktan sonra tekrar bir fırınlamaya tabi tutulmaları gerekebilir. Dental porselenin ısıl genleşme katsayısı tekrarlanan fırınlamalara bağlı olarak değişim gösterebilir. Isıl genleşme katsayısındaki bu değişim porselen ve metal arasında uyumsuzluğa neden olabilmektedir. Bu nedenle tekrar fırınlamaların sonunda porselenlerde çoğunlukla çatlak ve kırıklar oluşabilmektedir.

Araştırmamızdaki amaç, dental porselemlerin belirli periyotlarda tükürük ve distile su içinde bekletildikten sonra tekrarlayan fırınlanmalarında oluşan lōsit kristalizasyonunu ve bunun porselemin ısısal genleşme katsayısına etkisinin incelenmesidir.

GENEL BİLGİLER

Dental Porselenler

Porselen sözcüğü Yunanca “keramikos” kelimesinden gelmektedir. İlk porselenler daha çok kaolin içeren gözenekli yapıda maddelerdir ¹.

Porselen M.Ö.50 yıllarında Çinliler tarafından kullanılmış ve M.S.1000 yıllarında Çin porseleni olarak tanımlanan beyaz, dayanıklı porselen üretilmiştir. Bu teknik 16.yy.da Portekizli denizciler tarafından Avrupa'ya getirilmiştir². Porselen diş hekimliğinde ilk olarak 1774 yılında denenmiştir. 1778'de geliştirilerek ilk porselen protez dişler için patent alınmıştır³. 1838 yılında ilk porselenlere kıyasla normal diş tonlarına yakın renkte ve yarı şeffaf özelliğe sahip bir porselen geliştirilmiş, 1886'da altın yaprak ile kron yapılmış ve üstüne porselen fırınlanmıştır². 1889'da ilk porselen jaket kron uygulanmış ve porselenlerin diş hekimliğinde kullanımı artmıştır. Akın ve Çuhadaroğlu'nun belirttiğine göre^{2,4} 1925 yılında Dr.Abort Le Gro tarafından “Ceramics in Dentistry” adlı kitap yazılmış ve diş hekimliğinin porseleni tanınması artmıştır.

Akın'ın belirttiğine göre 1949 yılında Almanya'da Gatzka, dişleri vakum ortamında pişirmiştir². 1962 yılında Weinstein ilk defa %11-15 oranında K₂O içeren porselen tozu ile metal destekli porselen kronları yapmıştır. Ayrıca Weinstein'in 1962 yılında aldığı patentten sonra geliştirilen tüm dental porselenlerdeki ısıl genleşme katsayısındaki artışın en büyük nedenlerinden birinin lösit olduğu kabul edilir³. 1965'te aluminöz porselenler 1983'te dökülebilir cam porselenler geliştirilmiştir³. 1985 yılında ilk olarak CAD/CAM sistemi ile porselen kronlar üretilmiştir³.

Dental Porselenlerin Özellikleri

Genelde silikat yapıda olan porselen bir ya da daha fazla metalin metal olmayan bir elementle yaptığı bileşiktir. Porselende bu yapı her silisyum atomunun dört oksijen atomuyla çevrelediği (SiO₄) silisyum tekraoksittir^{3,5}. Dental porselenin diğer porselenlerden başlıca farkı içindeki kaolin miktarıdır⁵.

Porselen kristalinde iyonik ve kovalent bağlar bulunur ve bu bağlar porselene kimyasal kararlılık ve dayanım sağlar^{6,7}.

Dental porselenler temel olarak üç yapı maddesinden oluşur. Bu maddeler porselende değişik oranlarda bulunabilirler^{6,7}.

Bunlar;

1. Kaolin (Alüminyum hidrat silikat - Al₂O₃2SiO₂2H₂O)
2. Feldspat (Potasyum Alüminyum Silikat K₂O Al₂O₆SiO₂)
3. Kuartz (Silika SiO₂)

Kaolin

Çin kili olarak adlandırılan bu madde esas olarak suyu giderilmiş alüminyum silikattır². Su ile ıslandığında yapışkan bir özellik alır ve bu özelliği ile kuartz ve feldspat için bağlayıcı işlev görür, ayrıca porselenin işlenebilirliğini sağlar. Günümüz porselenlerinde ya çok düşük oranlarda (%1-5) ya da hiç kullanılmamaktadır. Kaolin 1800 °C' de erir, opaktır ve ısıya oldukça dayanıklıdır.^{2,7}

Feldspat

Porselende ana yapıyı oluşturan feldspat, porselene yarı şeffaf olma özelliği verir. Değişik oranlarda (Na_2O , Al_2O_3 , 6SiO_2 , Albit) silisyum silikat, potasyum silikat (K_2O , Al_2O_3 , 6SiO_2 , ortoklas) veya kalsiyum silikattan (CaO , Al_2O_3 , 2SiO_2) oluşur².

Porselende %60'ın üzerinde bulunur. Fırınlama sırasında eriyerek Kuartz ve Kaoline bağlayıcı bir matriks oluşturur^{2,7}. 1100-1300 °C'de ergiyen feldspat doğada hiçbir zaman saf olmayıp değişik oranlarda soda (Na_2O) ve potas (K_2O) içerir². Soda formu ergime sıcaklığını düşürürken, potas (K_2O) formu ergimiş yapının viskozitesini artırır. Yüksek viskozite sayesinde fırınlama sırasında oluşan piroplastik akma azalır ve detayların kaybolması engellenir. Bu yüzden dental porselende yüksek potas içeriği olan feldspat tercih edilir^{2,7}.

Kuartz

1700 °C'de ergiyen kuartz porselende %10-30 civarında bulunur. Silika yapısındadır. Yapı içinde doldurucu görevi yapmaktadır ve pişme sonucu oluşacak büzülme engeller. Isısal genleşme katsayısını kontrol etmeye yardımcı olur. Porselenin dayanıklılığının artmasını sağlar ve şeffaf bir görünüm verir^{2,7}.

Bu ana maddelerin dışında porselende araoksitler, cam modifiye ediciler, akışkanlar, renk pigmentleri, opaklaştırıcı ajanlar ve florensans özelliği veren maddeler de bulunur.²

Dental porselen üretimi için yapıyı oluşturan malzemeler, yüksek ısıda camsı kitle oluşuncaya kadar ısıtılır ve ani olarak su içinde soğutulur. Bu esnada camsı kitle kırılır. Bu işlem istenilen partikül boyutuna ulaşuncaya kadar tekrarlanır. Oluşan sonuç ürüne firit denir.²

Dental porselenler içeriklerine, fırınlama ısılarına ve kullanım bölgelerine göre değişik şekillerde sınıflandırılmışlardır².

Bunlar arasında yüksek dayanıklılıkları, yeterli estetik sağlamaları ve uygun biyouyumlulukları nedeniyle metal destekli porselenler sabit protetik restorasyonlarda yaygın şekilde kullanılmaktadırlar.²

Metal-porselen restorasyonlar için kullanılan porselenler iki firit malzemesinden oluşur:

1-Düşük birleşme ısısına sahip cam firit²

2-Yüksek genleşmeye sahip kristalin lösit²

Bu iki karışım metalin erime ısısının altında porselenin pişirilmesini ve metal ile uyumlu yüksek ısısal genleşme katsayısını sağlar.²

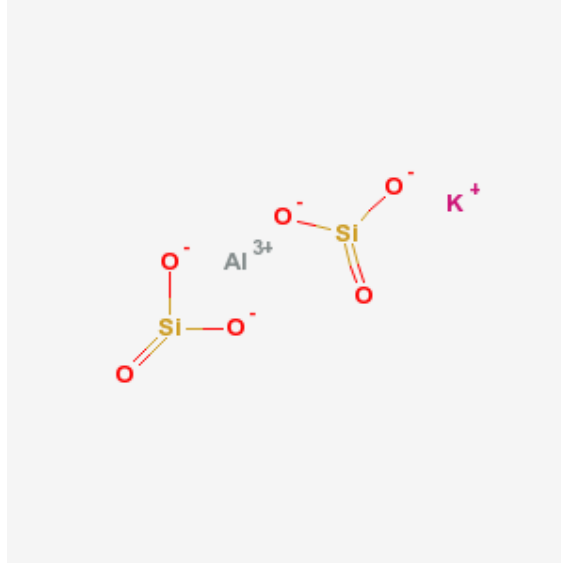
Metal destekli porselenlerde en sık karşılaşılan sorunlardan biri metal ve porselen arasındaki ısısal genleşme katsayı farkıdır. Porselenlerin ısısal genleşme katsayılarının artırılması için yüksek miktarda alkali eklenir. İlave edilen sodyumbikarbonat ve potasyumhidrat ısısal genleşme katsayısını artırır ve metal yapı ile uyum sağlar. Bu porselenlerin ısısal genleşme katsayıları $13-14 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 'dir.^{2,7}

Metal destekli porselenlere eklenen lösit kristali, porselene ısısal ve mekanik bazı özellikler katar⁸.

Lösit



Şekil 1 : Lösit Kristali



Şekil 2 : Lössitin Atomik Yapısı

İlk olarak 1791 yılında keşfedilen lösit, yapısı KAlSi_2O_6 (potasyum alüminyum silikat) olan feldspatik grup minerallerin silikat sınıfının tetrasilikatlar alt sınıfına ait bir mineraldir. Moleküler yapısını %17.91 potasyum, %12.36 alüminyum, %25.74 silisyum ve %43.99 oksijen atomları oluşturur. Bu atomlar %21.58 K_2O , %23.36 Al_2O_3 ve %55.06 Si_2O bileşikleri şeklinde kristal yapıyı meydana getirirler. İsmi grekçedir ve beyaz renginden dolayı bu ismi almıştır. Mineralin tipik donuk beyaz bir rengi vardır ve sarı ya da kırmızı lekelenmeler görülebilir. Sertlik derecesi 6'dır. Yoğunluğu 2,47gm/cc ve elektron yoğunluğu 2.44gm/cc' dir. Lössitler diğer feldspatikler gibi quartz bulunmayan silikadan fakir kayalar içinde bulunurlar^{10,11}. İzometrik bir kristaldir ve 625 °C'a kadar tetragonal yapıdadır. Yüksek sıcaklıklarda ise izometrik trapezohedron kristal oluşturur. Lössitin ısısal genleşme katsayısı yaklaşık $20 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 'dir^{8,9}.

Porselenin ısısal genleşme katsayısının metalle uyumlu hale gelmesi Weinstain'in no:1 patentindeki tetragonal lösit(KAlSi_2O_6) nedeniyledir. Metal destekli porselen restorasyonlarda metal ve porselen arasındaki ısısal genleşme katsayıları arasındaki farkı ayarlamak için üretim aşamasında porselene yaklaşık olarak % 17 –25 lösit ilavesi yeterlidir¹⁰. Dental porselenin lösit miktarındaki değişiklikler çeşitli fırınlamalar, yüksek sıcaklıklar ve soğumalar sırasında da oluşabilir. Mineral lösit, dental porselene ya feldspatın erimesiyle ya da sentetik toz halinde eklenmesiyle dahil olur¹³. Lössit, porselenin ısısal genleşme katsayısında, esneme dayanıklılığında ve asitle pürüzlendirilmiş porselenlerde yapıştırıcı maddenin tutuculuğunun artmasında rol oynar^{12,13,14}.

Lössit dental porselende potasyum alüminyum silikat olarak bulunur. Lössit yüksek ısısal genleşme katsayısına sahiptir ve sıcaklığa bağlı olarak hacim değişikliğiyle birlikte şekil değişikliği de gösterir. Lössit potasyum feldspatın düzensiz olarak ergimesiyle şekillenir. K_2O yapısının lösitte güçlendirilmiş dental cam seramiklerin mikroyapısına ve özelliklerine büyük etkisi vardır. Çalışmalar %11 den fazla K_2O içeren camların yüksek

ısısal genleşme katsayısına sahip olduğunu gösterir. Bu lösit kristalizasyonunun bir sonucudur. %17-25 lösit ilavesi porselenin ısısal genleşme katsayısını $10,6 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ den $13-15 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ e yükseltir. Bu durum porselenin metale tutunması için gerekli ısısal genleşme katsayısını sağlar^{9,10}

Metal ve porselen arasındaki bağı güçlendirmeye yönelik çalışmalara rağmen, metal destekli porselen retorasyonlarda başarısızlıklar halen görülebilmektedir. Bunların nedenleri arasında çiğneme sırasında tekrarlanan baskı-gerilimler ve travma da sayılabilir^{15,16}. Pek çok çalışma porselen içersinde mevcut mikroçatlakların önemini belirtmiştir. Porselen içindeki mikroçatlaklar, ayrıca porselenlerin metal üzerinde kondanzasyon, erime ve sinterleme işlemleri sırasında porselen ve metal arasındaki ısısal genleşme katsayı farkı nedeni ile de oluşur^{16,17,18}. Metal alt yapının hatalı tasarımı, metal ile porselenin ısısal genleşme katsayıları arasındaki uyumsuzluklar, yetersiz metal desteği olan aşırı kalın porselen, porselen uygulanması sırasındaki teknik hatalar, okluzal kuvvetler ya da travma diğer başarısızlık nedenleridir^{18,19}. Pek çok dental malzemenin heterojen yapısı nedeniyle değişik miktarda ve boyutta kusuru içermeleri olasıdır¹⁸. Bu kusurlar, belli bir uzunluk ve yük altında dengeli kalırlar fakat daha sonra dengede kalamayarak dağılırlar ve kırılmaya neden olurlar. Porselenin iç yapısında meydana gelebilecek mikroçatlakların oluşumunu minimum düzeyde tutmak için keskin köşeli preparasyonlardan kaçınılması ve uniform bir kalınlık oluşturulması önerilmektedir^{18,20}. Bu çalışmaların sonuçları, porselen yapımında teknik beceri ve özenli çalışmaya olan gerekliliği göstermektedir. İşlemin klinik kısmı ideal olarak yapılmalıdır.^{15,16,18}

Porselen kırılması için diğer bir neden de yetersiz diş hazırlığıdır. Bu durum metal alt yapı ve porselen için yetersiz interokluzal mesafe ile sonuçlanır. Porselenlerin olası başarısızlıkları uygun olmadan ayarlanmış okluzyon, malzeme yapısı, restorasyonun uzunluğu veya uygun olmayan marjinal adaptasyon nedeniyleledir. Okluzyon doğru bir şekilde ayarlanmadığında ve artikülasyon uygun bir şekilde kontrol edilmediğinde erken temaslar porselenler üzerinde gerilme oluşturunca odaklar olarak davranacaklardır^{18,20,21}.

Metal destekli porselen restorasyonların başarısızlıkları metal ve porselen arasındaki ısısal genleşme katsayısı farklılıkları nedeni ile de oluşabilmektedir. Feldspatik porselen soğutulduğu zaman lösit kristalleri kendisini çevreleyen cam matrixten daha fazla bölgeyle temasa geçerler ve bu durum lösit partikülleri etrafında baskılayıcı gerilimlerin gelişimine ve ayrıca kristallerin içinde ve etrafında mikroçatlaklara neden olur^{21,22}.

Dental porselenlerin dayanıklılığını azaltan faktörler olarak belirtilen boşluk ve mikroçatlaklar, tamamlanmamış termokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan partiküller arası fırınlama eksikliğine bağlanmaktadır^{23,24,25}.

Wakabayashi ve Tomozawa' nın²⁶ belirttiğine göre White, feldspatik porselenler üzerinde tekrarlanan yüklemeler oluşturmuş ve sonucunda oluşan çatlakların, uygulanan kuvvetin sayısı arttıkça uzadığını göstermiş ve bunu malzemenin yorulmasına bağlamıştır.

Feldspatik porselenlerin esneme dayanıklılığı 60-70 MPa civarındadır. Bu oldukça düşük bir rakamdır ve bu durum araştırmacıları porseleni güçlendirmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapmaya yöneltmiştir. Dental porselen materyallerin dayanıklılığının cam dönüşüm ısısının altında yapılacak iyon değişimi ile belirgin şekilde arttırılabileceği yapılan bazı çalışmalarda gözlenmiştir²⁷.

Taylor yaptığı KNO_3 ve $\text{KNO}_3/\text{NaNO}_3$ ile cam dönüşüm ısısının altındaki çift iyon değişim işlemi ile dental cam porselen malzemelerin dezavantajları olan zamana bağlı dayanıklılıklarındaki düşüşlerinin engellenebileceğini ispatlamıştır²⁶.

Dental porselen restorasyonlarda lösit kuvvetlendirici etken olarak yüksek miktarda kullanılır^{28,29,30}.

Çok sayıda çalışma, lösitin tetragonal yapıdan kübik yapıya dönüşümünün önemini belirtmişlerdir. Lösit oda ısısında tetragonal ve kübik forma 625°C 'de dönüşür. Bu dönüşüm kristalin hacminde artışa sebep olur. Dayanıklılık artışı basma gerilimlerinden kaynaklanır. Basma gerilimleri potasyum iyonlarının sodyum iyonları ile yer değiştirmesi ile meydana gelir. Çünkü potasyum iyonunun çapı %35 oranda daha büyüktür. Basma gerilimleri ağızdaki tükürük nedeniyle azalmayacaktır. Bu nedenle, iyon değişim işlemi ile dayanıklılık artışı uzun dönemde kararlılık gösterir^{31,32}.

Bir diğer araştırmada kübik lösitin ısısal genleşme katsayısının tetragonal lösitte daha düşük olduğu ve yüksek genleşme katsayılı tetragonal lösit kristallerinin düşük büzülme özeliğine sahip camı matriksle birleştiği zaman soğuma sırasında kristalin etrafında basma gerilimleri oluşturduğu ve yapıyı güçlendirdiği görülmüştür²⁸.

Basınç altında pişirmeden sonra yapılan tabakalama ya da boya uygulaması gibi fırınlama işlemleri, lösit kristallerinin cam faz içinde daha homojen bir yapıda olmasını sağlar ve bu da dayanıklılığı önemli ölçüde artırır, ancak bu işlemlerin çekirdek malzemenin direncine bir etkisi yoktur³³.

Lösit kristallerinin ısısal genleşme katsayısı ($25-600^\circ\text{C}$) $20-25 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$ iken cam matriksin ısısal genleşme katsayısı $8-13 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$ dir. Lösit ile cam matriks arasındaki ısısal genleşme katsayısı farkı nedeniyle soğuma sırasında mineralin kübik formdan tetragonal forma geçişinde cam matrikste lösit kristalleri etrafında basma kuvvetleri oluşur^{9,11}. Cam matriks ve kristallerin ısısal genleşme katsayıları arasındaki fark sonucu porselen içinde oluşan gerilimler, yapının dayanıklılığını arttırmaktadır. Lösit miktarı %10 dan %30 çıkarıldığında feldspatik porselenin esneme dayanıklılığı 34.1 MPa dan 64,8 MPa ya yükselir^{34,35}.

Lösitle güçlendirilmiş cam porselenlerin esneme dayanıklılığı 120 MPa dır³³.

Paulo'nun³³ belirttiğine göre Monera ve arkadaşları cam porselenlerde yaptıkları çalışmalarında lösit içeriğinin artmasının porselenin esneme dayanıklılığını arttırdığını bulmuştur. Aynı sonuç Quinn ve arkadaşlarının %0 –30 arasında değişik oranlarda lösit içeren farklı porselenlerde yaptıkları çalışmalarında da bulunmuştur. Ayrıca Quinn ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında lösit miktarı yanında kristal boyutunun öneminden de bahsetmişlerdir. Lösit kristallerinin boyutu arttıkça porselenin kırılma tokluğunun da arttığını söylemişlerdir³³.

Porselenlerin kırılmaya karşı dirençleri aşağıdaki faktörlere bağlı olarak geliştirilmiştir^{33,34,35}.

1-Lösit kristallerinin cam matriks içinde homojen olarak dağılımı³³.

2-Yüksek lösit miktarı^{33,34,35}.

3-Cam matrikste l s t ne kadar artarsa potasyum o kadar azalır. Böylece amorf fazın ısısal genleşme katsayısı azdır ve tetragonal l s tin ısısal genleşme katsayısı daha büyük olur³⁴.

4-L s t kristallerinin b y kl ğ ³³.

Yapılan başka bir çalışmada da camsı maddelerin yüzey yapısında, ortamdaki büyük yapılı potasyum iyonlarıyla Na iyonlarının değiştiği gözlenmiş ve bunun camsı maddenin sertliğini ve dayanıklılığını artırdığı bulunmu tur^{38,39,40}.

Ayrıca dental porselenlerde tekrarlayan fırınlamalarda kübik l s t oluşumunun mekanik özelliklerde d    e neden olduğu da bilinmektedir^{43,44}.

Denry ve arkadaşları soğuma sırasında 400  C den sonra kübik formda olan l s t kristallerinin tetragonal forma dönüşmeye ba layarak, kristaller etrafında mikroçatlaklar oluştuğunu bunların etrafında oluşan sıkışma gerilimlerinin, porselenin dayanıklılığını artırdığını fakat aynı zamanda, bu mikroçatlakların ilerleyerek dayanıklılığı olumsuz yönde de etkileyebileceğini belirtmi lerdir⁴⁶.

Bazı  alı malar başarısızlık nedenlerini çevresel faktörlere ve özellikle de neme bağlamaktadır^{47,48}. Nem varlığı metal destekli porselenlerin dayanıklılığında %20-30 oranında azalmaya sebep olur. Nemli bir ortamda işlev gören porselen restorasyonda, nem varlığı nedeniyle mikroçatlaklar büyür ve restorasyon başarısızlığı görülür. Oral kavite ortamının dental porselenlerin dayanıklılığını azalttığı bulunmuştur. Nem varlığında silikon oksijen bağı, metal ve porselen arasında zayıflar ve çatlak bölgesinde ıslanmanın artması nedeniyle restorasyon başarısızlığı görülür. Oral çevrede su ve kas hareketlerinden kaynaklanan yükleme siklusunun neden olduğu yorgunluk, metal destekli porselen restorasyonların dayanıklılığını etkileyen önemli faktörlerdir. Ayrıca tükrük ya da çeşitli içecekler gibi yapay çevresel faktörler de değerlendirilmelidir^{50,51,52}.

Porselenlerin yüzeyinde mevcut olan küçük çizikler keskin çatlaklar gibi davranırlar. Bu ufak çiziklerin uçlarındaki gerilme yoğunlaşması malzemenin dayanıklılığını açtığı zaman çatlak ucundaki bağ kırılır ve çatlak büyür. Uzun anteroposterior alt yapılar ağır ve kompleks yüklemeler altında esnerler ve bu da porselen çatlamasına neden olur. Porselen içindeki çatlaklar sabit parsiyel protezlerin ömrünü değerlendirmede önemli noktalar^{50,51}.

Dental Porselenlerin  ısal Genleşme Katsayısı

Dental porselende metal ve porselenin uyumunun iyi olabilmesi için ısısal genleşme katsayılarının birbirine yakın olması gerekmektedir. Metalin büzülmesinin porselene göre fazla olması porselen-metal bağlantısında porselenin lehine bir baskı kuvveti oluşturur. Porselenin ısısal genleşme katsayısı metalden fazla olursa bu soğuma sırasında porselenin gerilim kuvvetlerine maruz kalmasına, dolayısıyla porselen içinde çatlakların oluşmasına neden olur. Metal destekli porselenin ısal genleşme katsayısı $13-14 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ dir.^{9,10}

Di  hekimliğinde porselen restorasyonlarda porselen ve metal alt yapı arasındaki ısısal genleşme katsayı değerlerindeki uyumsuzluk nedeniyle başarısızlıklar olabilir. Metal destekli porselen sistemlerde ısısal genleşme katsayıları arasındaki $0.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 'den küçük pozitif bir uyumsuzluk porselen tabakasında yararlı bir basma gerilmesi oluşturur. Bu fark soğuma sırasında metalin porselenden daha fazla b z lmeye uğramasına neden olur. Bu gerilme tüm restorasyonun dayanıklılığını arttırır. Metal destekli porselen restorasyonlar üreticiler tarafından, porselenin ve metalin birbiriyle

uyuşan ısısal genleşme karakteristiklerine göre hazırlanmalıdır. Bunun amacı, porselende pişme ısısından oda ısısına soğutulması sırasında geçici ya da fazla gerilmelerin oluşumunu önlemektir. Bu gerilmeler porselen kırılması ya da çatlamasına yol açabilir. Bu hatalar yapımdan uzun bir süre sonra da ortaya çıkabilir^{9,10,11}.

X Işını Difraksiyon Yöntemi

Dental porselende lösit miktarının hesaplanması önemlidir. X ışını difraksiyon yöntemi çok kristalli yapıların karakterizasyonu ve tanımlanması için idealdir. X ışını difraksiyonun esas kullanım amacı bir örnekteki bileşenleri araştırma-eşleştirme işlemi ile tanımlamaktır¹⁰. X ışını toz difraksiyon metodu dişhekimliğinde gittikçe artan bir rol oynar²⁷.

Tüm katı maddelerin yaklaşık %95'i kristalin olarak tanımlanabilir. X ışınları kristalin yapıllı madde ile etkileşime girince madde difraksiyon modeli verir. Her kristalin yapıllı madde bir model oluşturur ve aynı madde her zaman aynı modeli oluşturur. Ayrıca bir karışım içindeki madde diğerlerinden bağımsız olarak hep aynı modeli verir. X ışını difraksiyon yöntemi kullanımında karışımdaki maddelerin miktarına karar verebilmek için iki önemli metod vardır. Bunlardan biri maksimum pik yüksekliği, diğeri ise maksimum pik yüksekliğinin bölgesel oranlaması ile hesaplamadır. Ayrıca pik çizgisinin altındaki alanlar örnekteki fazların miktarıyla ilişkilidir^{10,54}.

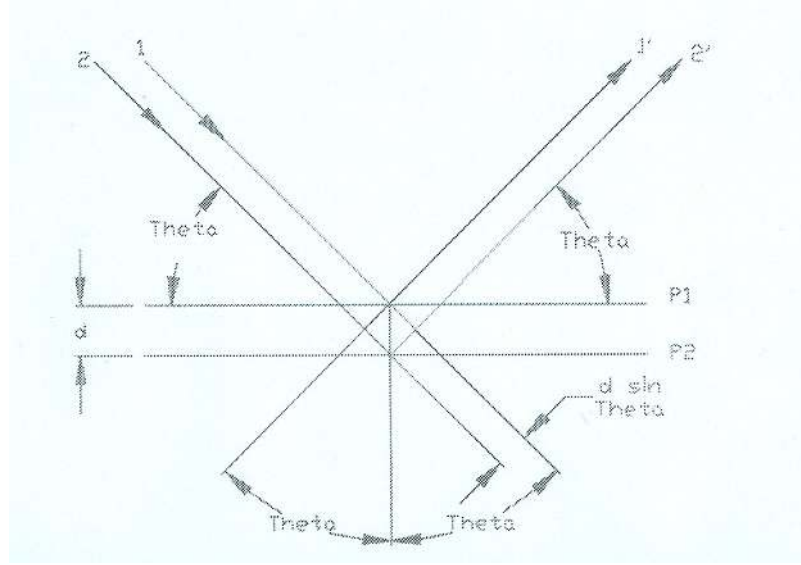
X ışını difraksiyon aygıtlarının ana prensiplerini ve terimlerini anlamak için bu sistemlerin dayandığı temelleri incelemek gerekir⁵⁵.

Katı madde şu şekilde tanımlanabilir⁵⁵:

Amorf: Atomlar sıvılarda karşılaştığımız gibi rastgele dizilim göstermiştir. Camlar amorf malzeme grubuna girerler.

Kristalin: Atomlar düzenli bir şekilde sıralanmıştır ve en küçük hacimli bu elementin üç boyutlu tekrarlanması kristali oluşturur. Örneğin bir tuğla duvarı tek bir tuğlanın şekli ve oryantasyonu ile tanımlayabiliriz. Bu en küçük hacimli elemente birim hücre adı verilir. Birim hücrenin boyutları üç eksenle tanımlanır: x,y,z ve bunların aralarındaki açılar alfa, beta ve gammadır¹⁰.

X ışını demeti bir kristale çarptığı zaman, kristali oluşturan atomlar tarafından saçılırlar. Difrakte ışının oluşması için bu atomlardan saçılan dalgaların birbirlerini kuvvetlendirmesi gerekir. İki dalganın birbirini kuvvetlendirmesi için aynı fazda olmaları ya da aralarındaki faz farkının, dalga boyunun tam katlarına eşit olması gerekir. Kristal içindeki atomlar düzenli şekilde sıralanmışlardır ve dalgalar aynı fazda olacaktır ve çeşitli yönlerde yapıyı terkeden iyi tanımlanmış x ışını demetleri görülecektir. Difrakte ışın demetleri çok fazla sayıda saçılmış demetler olarak ifade edilebilirler⁵⁴.



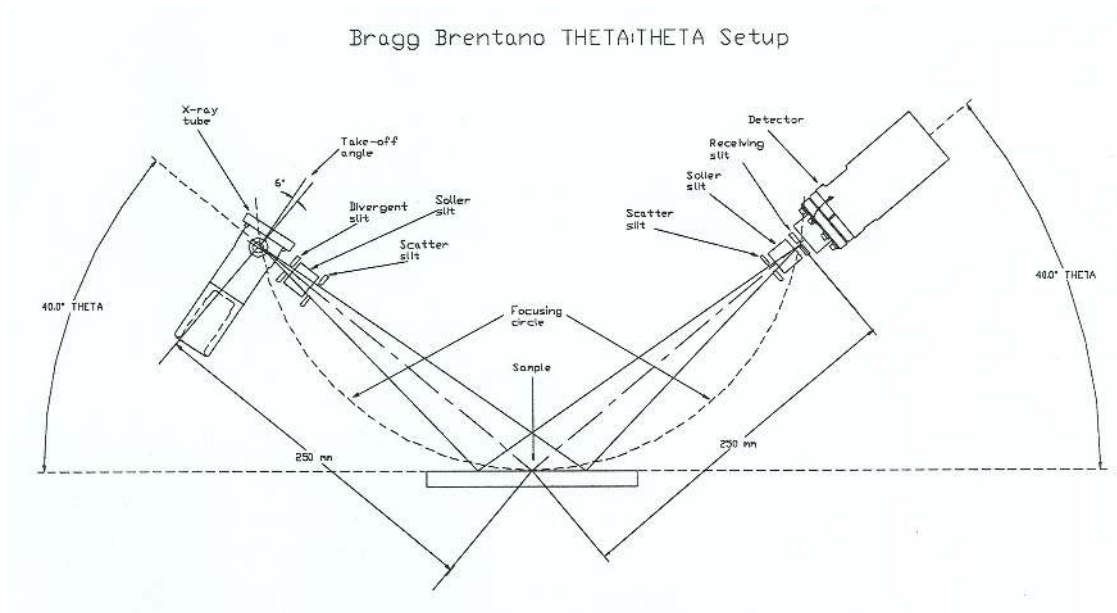
Şekil 3 : Yansıma⁵⁴

Yansıma işlemi(şekil3), yansıma ve difraksiyon terimleri ile ifade edilir. Işınlardan her biri kristal düzlemlerle teta açısı yaparlar. Ancak yansımaların şiddeti birim hücredeki elektronların dağılımı ile belirlenir. En yüksek elektron yoğunluğu atomlar etrafında bulunur. Bu nedenle şiddetin derecesi hangi atoma sahip olduğumuza ve birim hücredeki yerleşime bağlıdır. Yüksek elektron yoğunluğuna sahip alanlardaki düzlemler x ışınına daha kuvvetli yansıtacak, düşük miktarda elektron yoğunluğuna sahip olanlar ise daha zayıf yansımalar verecektir^{52,53}.

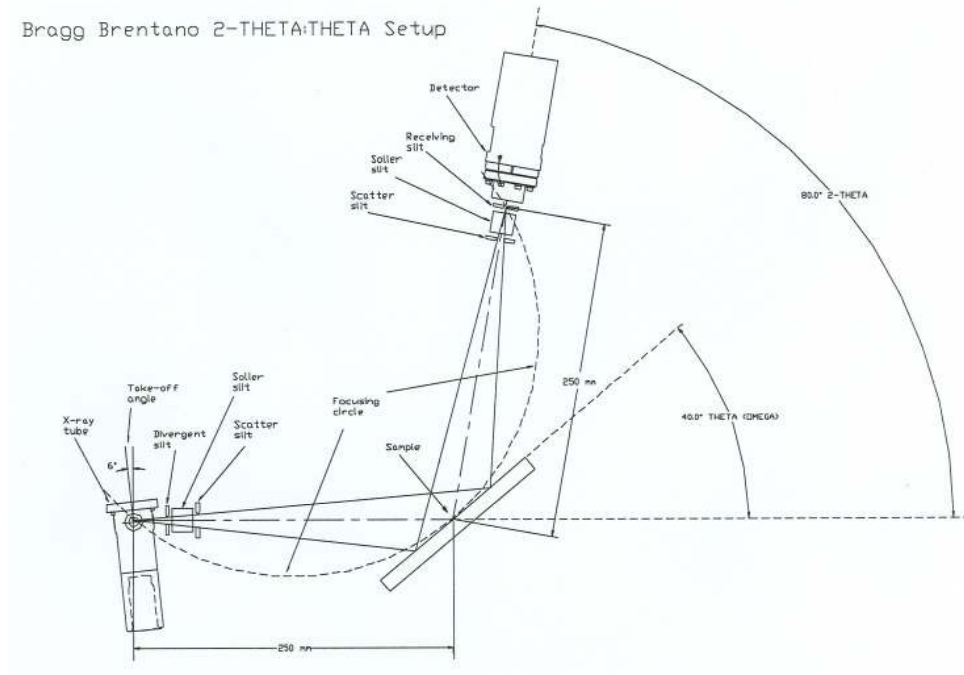
X ışını difraksiyon cihazında, örnek tutucuyu oluşturan mekanik kısım, dedektör kolu ve bunlarla ilişkili çarkın oluşturduğu yapıya goniometre adı verilir. Goniometrenin çalışma prensibi şu şekilde açıklanır: X ışını odağının örneğe olan uzaklığı, örneğin dedektöre olan uzaklığı ile aynı olmalıdır. Eğer odak, örnek tutucu ve dedektör arasındaki uzaklık 1:2 oranında hazırlanırsa yansıyan ışın demeti sabit çapın dairelerinde odaklanmış biçimde kalacaktır³⁰.

İki çeşit goniometre vardır¹⁰;

Teta-teta goniometresi(şekil 4) için ise örnek yatay doğrultuda hareketsizdir ancak x ışın tüpü ve dedektör aynı anda açılabilir teta değeri kadar hareket ederler. İki-teta goniometre(şekil 5); x ışın tüpü sabittir, örnek teta açısı kadar hareket eder ve dedektör aynı anda 2-teta açısı kadar yer değiştirir. Teta açısının yüksek değerleri için küçük yada kötü hazırlanmış örneklerin tutucudan düşme riski söz konusudur.⁵⁴



Şekil 4 : Teta-Teta Goniometre⁵⁴



Şekil 5 : 2 Teta Goniometre⁵⁴

Standart odaklı x ışın tüpü için fokal odak yaklaşık olarak 10 mm uzunluğunda ve 1 mm genişliğindedir. Güç kapasitesi 2000 watt'tır ve bu değer 200 watt/mm²'lik güç yüklemesi değerine eşittir. Bakır x ışın tüpü için ise maksimum güç yükleme değeri 463 watt/mm²'dir. Bu güç 12 mm uzunluğunda ve 4 mm genişliğinde hedef boyutu olan uzun kaliteli bir odak tüpü ile sağlanır⁵⁴.

ICDD(International Center For Diffraction Data) Veri Tabanı

Uluslararası difraksiyon veri merkezi veya toz difraksiyon standartları komitesi organik ve inorganik yapılar için veri tabanlarını içeren bir kuruluştur. Veri tabanları bu merkezden elde edilebilir. Günümüzde veri tabanları manyetik ya da optik olarak elde edilir. Mevcut 2 veri tabanı versiyonları PDF 1 ve PDF 2 'dir⁵⁴.

Yapısal Analiz

Çok kristalli yapılar içindeki kristalitlerin oryantasyonunun tespit edilmesi, işlemine yapısal analiz denir. Yapı terimi, çok kristalli malzeme içindeki kristalografik oryantasyon için kullanılır. Eğer örnekteki kristalitler gelişmiş güzel bir oryantasyona sahipse kontür haritası uniform yoğunlukta kontürlere sahip olacaktır^{53,55}.

MALZEME VE YÖNTEM

Araştırmamız Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ODTÜ Metalurji Bölümü, MTA Laboratuvarı ve Ankara Porselen Protez Diş Laboratuvarında gerçekleştirildi.

Çalışma farklı metal destekli porselen sistemlerinin saf su ve yapay tükürük içinde belirli sürelerde bekletildikten sonra, tekrarlanan fırınlamalarda içlerindeki lösit kristalizasyonu değişiminin ve bunun ısısal genleşme katsayılarına etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmış olup, Finesse (DENTSPLY Ceramco/ USA.) ve Ceramco II (DENTSPLY Ceramco/ USA.) porselen sistemleri kullanılmıştır.

Lösit kristalizasyonu değişimini ölçmek için her bir porselen sisteminden 90'ar tane olmak üzere toplam 180 adet örnek ve ısısal genleşme katsayısının dilatometre ile ölçülmesi için de 18 adet örnek hazırlandı. Bu örneklerin saf su ve yapay tükürükte bekletilecekleri süreler tablo 1 ve tablo 2' de gösterildi.

Tablo1: Lösit kristalizasyonunu ölçmek için hazırlanan örneklerin gruplandırılması

			15 gün	1 ay	3 ay	6 ay
Ceramcoll	Kontrol Grubu 10	Saf Su	10	10	10	10
		Yapay Tükürük	10	10	10	10
Finesse	10	Saf Su	10	10	10	10
		Yapay Tükürük	10	10	10	10

Tablo2: Isısal genleşme katsayısını ölçmek için hazırlanan örneklerin gruplandırılması

			15 gün	1 ay	3 ay	6 ay
Ceramcoll	Kontrol Grubu 1	Saf Su	1	1	1	1
		Yapay Tükürük	1	1	1	1
Finesse	1	Saf Su	1	1	1	1
		Yapay Tükürük	1	1	1	1

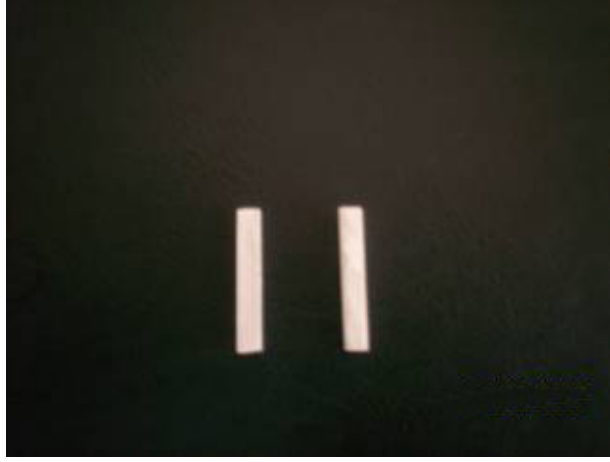
Örneklerin Hazırlanması

Bu araştırmada lösit kristalizasyonunu ölçmek için ISO (The International Organization of Standardization) 11405 nolu standardına¹⁰ uygun deney örneklerinin hazırlanması için 10 mm çapında derinliği ayarlanabilir paslanmaz çelikten bir kalıp hazırlatıldı.

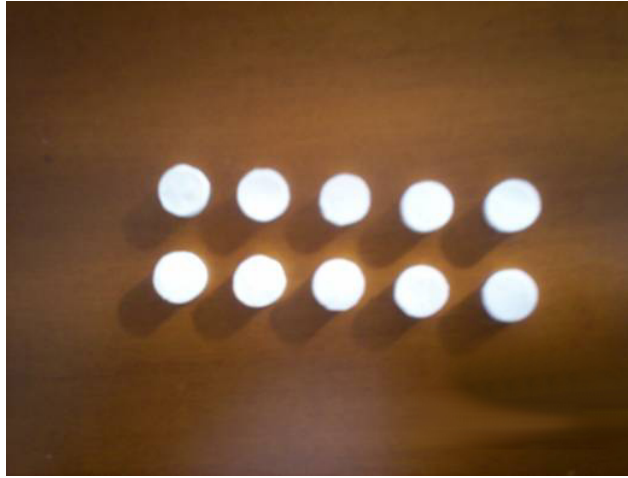


Şekil 6: Örnek hazırlama kalıbı

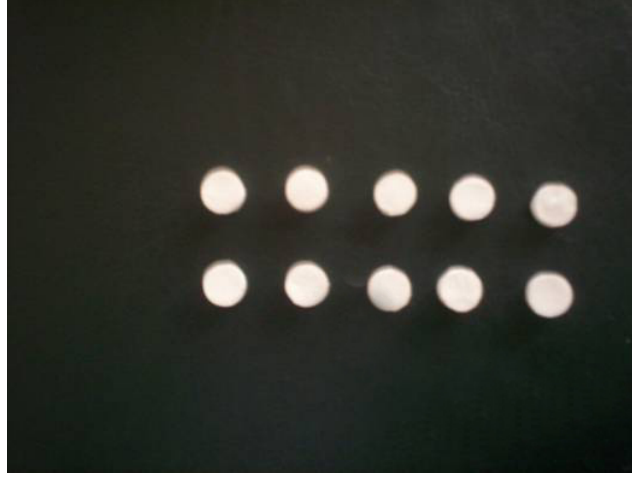
Porselenler üretici firmanın önerileri doğrultusunda hazırlanarak 5 nolu samur fırça ile kalıpların içine yerleştirildi. Hazırlanan porselen hamurları çelik kalıptan çıkarılarak porselen fırınına (Touch&Press /Dentsply Ceramco/ Deutschland) konuldu. Finesse porselen örnekler üretici firmanın önerdiği fırınlama şartlarına göre 3 dakikalık ön kurutma işleminden sonra 450 derece santigratlık başlama zamanı ile vakum devreye sokularak fırınlanmaya başlandı ve dakikada 35 derecelik ısı artışı ile 760 dereceye kadar ısıtılarak pişirildi. CeramcolI porselen örnekler 500 derece santigratlık başlama zamanı ile vakum devreye sokularak fırınlanmaya başlandı ve dakikada 35 derecelik ısı artışı ile 970 dereceye kadar ısıtılarak pişirildi. Elde edilen numuneler bir büyüteç ile değerlendirilip eksik ve kırık olanlar deneylerde kullanılmadı. Kalan örnekler 30 µm grenli elmas frezlerle aşındırılarak son boyutları 10 mm çapında ve 3 mm kalınlığında olacak şekilde hazırlandı. Isısal genleşme katsayısını ölçmek için de örnekler üretici firmaların talimatları doğrultusunda pişirilerek ISO 9693'e¹¹ uygun olarak son boyutları 25mmx4mmx5mm olacak şekilde kenarları birbirine ve yere paralel dikdörtgen prizması şeklinde elektronik mikrometre(Mitutoyo/Japonya) ile ölçülerek hazırlandı.



Şekil 7: Finesse ve Ceramco II porselenlerin ısısal genleşme katsayılarını ölçmek için hazırlanan örnekler



Şekil 8: Lössit kristalizasyonunu ölçmek için hazırlanmış Ceramco II örnekler



Şekil 9: Lössit kristalizasyonunu ölçmek için hazırlanmış Finesse örnekler

Elde edilen örnekler ultrasonik temizleyici (Hessonic M series/USA.) ile 10 dakika süreyle distile suda temizlendi. Örnekler rastgele seçilerek deney gruplarına ayrıldı.



Şekil 10 : Ultrasonik Temizleyici

Yapay tükrük Arvidson ve Johansson'un formülasyonuna¹⁴ göre hazırlandı. Arvidson ve Johansson'un formülasyonunda 1 litre yapay tükrük elde etmek için 100'er ml 25 mM K_2HPO_4 , 24 mM Na_2HPO_4 , 1,570 mM $KHCO_3$, 100 mM $NaCl$, ve 1.5 mM $MgCl_2$ beraber karıştırıldı . Ayrıca bu karışıma 6 ml 25 mM'lik sitrik asit ve 100 ml 15 mM'lik $CaCl_2$ ve Ph'ı 6.7 yapmak için 5 N $NaOH$ ve HCl (12 N) ilave edildi.

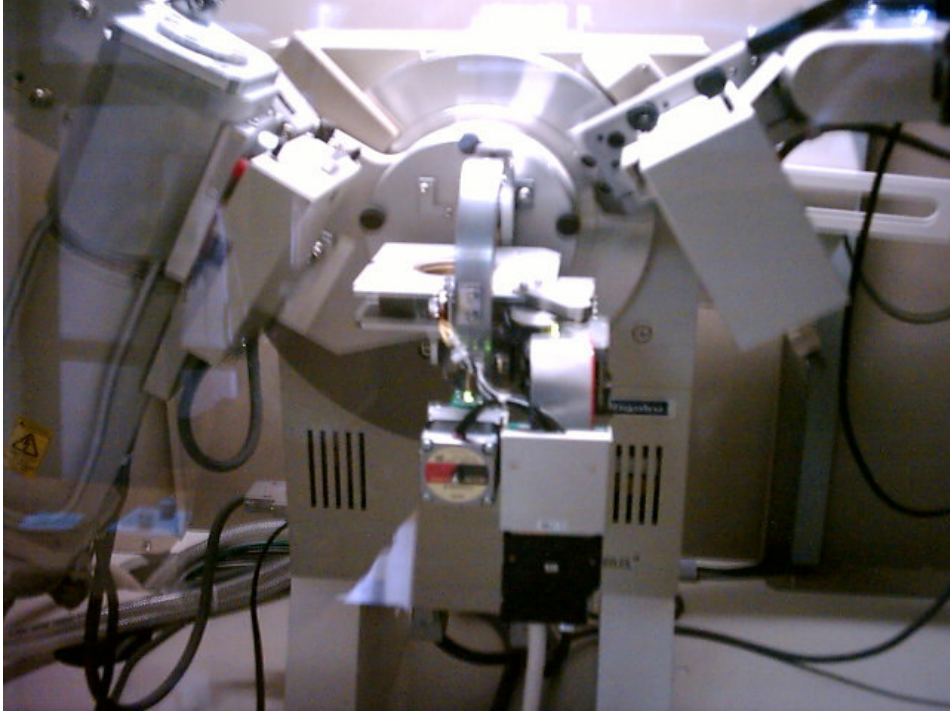
Hazırlanan bu örnekler 50 ml.lik polipropilen santrifüj tüpleri (Falcon Blue Max.Beçton Dickinson Company, USA) içine yerleştirildi. Çapları ve konikal şekilleri örneklerin bekledikleri süre içinde yapay tükrük veya saf su ile her tarafının temas ettiğinden emin olmamızı sağladı. Bu tüpler 37 dereceye ayarlı etüv (SANYO MCO-175M/Japonya) içine konuldu.



Şekil 11 : Etüv

Yapay tükrük ve saf su örneklerin beklediği zaman zarfında 1.hafta, 3.hafta, ve sonra her 4 haftada bir değiştirildi. Yapay tükrük içinde bekletilen örneklerin çoğunun saklama kabından uzaklaştırıldığında yüzeylerinde birikintiler olduğu görüldü. Çökeltinin sonucunda oluşan tebeşirimsi görüntü tüm örnekler ikinci fırınlamadan önce filtre kağıdına hafifçe sürtülerek uzaklaştırıldı. Örnekler bekleme süreleri bittikten sonra ikinci fırınlamaları yine üretici firmaların önerileri doğrultusunda yapıldı. Daha sonra lösit kristalizasyonunun ölçülmesi için hazırlanan örnekler ayrı ayrı bir perküsyon havanı içinde parçalanarak x ışını difraksiyon analizi için toz haline getirildi. Kontrol grubu da fırınlandıktan hemen sonra toz haline getirildi. Bunun mantığı, J.R.Mackert'in¹⁴ belirttiğine göre Schairer ve Bomenin K_2O , Al_2O_3 , SiO_2 yapıların havadan nem almalarının önlenemediğini çalışmalarında göstermeleri ayrıca başka bir çalışmada da K_2O , Al_2O_3 , SiO_2 yapıların daha kısa periyotlarda vakumlu kurutucu içinde tutulmalarında bile nem atağının engellenememiş olmasıdır¹⁴. Kontrol grubundan amacımız ise nem absorbe etmemiş porselenlerin lösit kristalizasyon davranışlarından emin olmaktır.

Örneklerin Lösit Oranlarının Hesaplanması



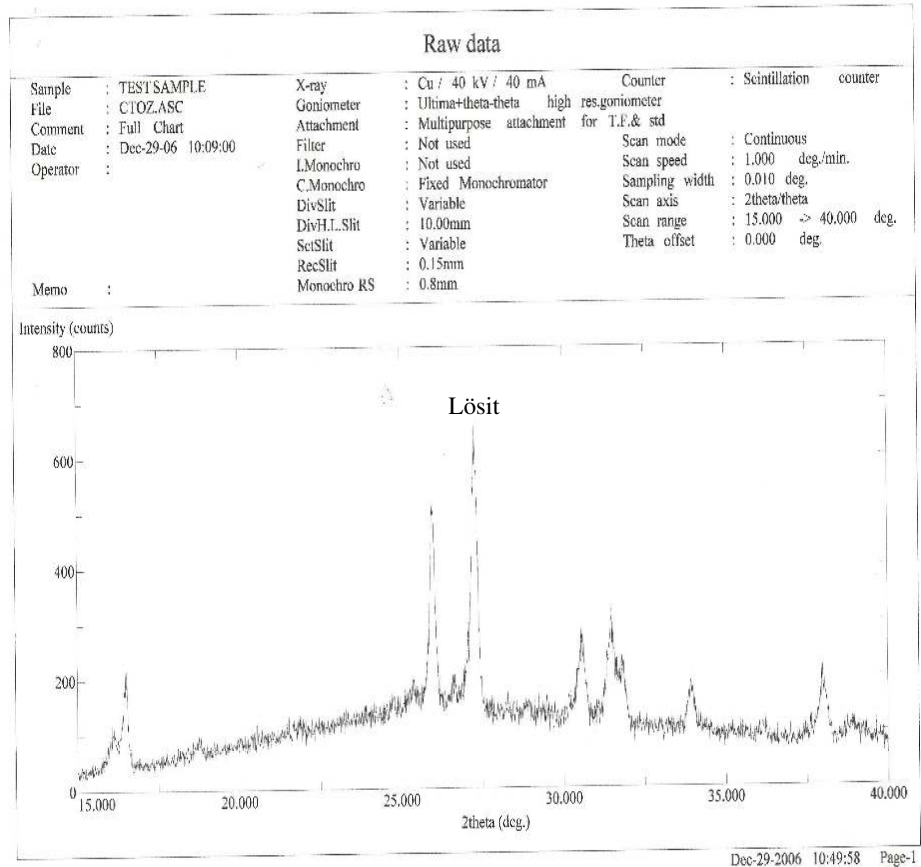
Şekil 12 : X Işını Difraksiyon Cihazı Goniometresi



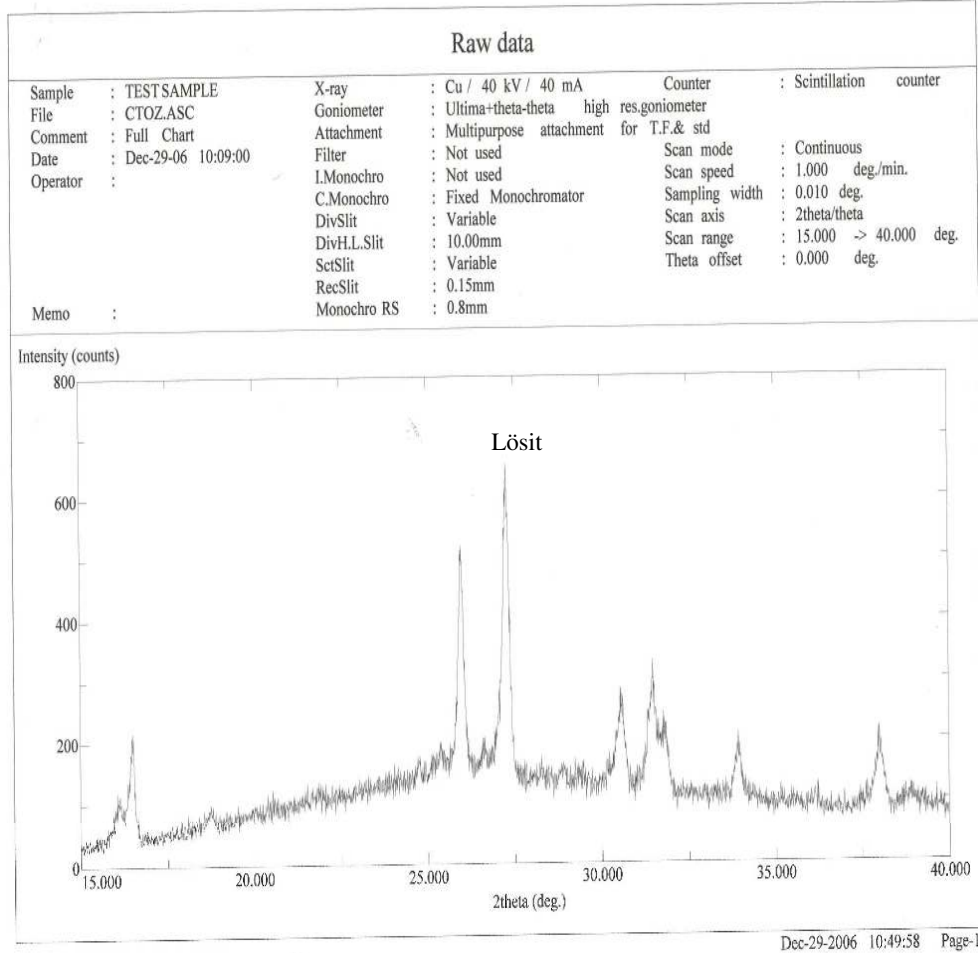
Şekil 13: X Işını Difraksiyon Cihazı

Toz haline getirilen örnekler x ışını difraksiyon cihazının örnek tutucusu içine yerleştirildi. Difraksiyon 2 teta goniometre ile Cu K alfa radyasyonu ve eğri grafit monokromatörü kullanılarak $29,6^\circ / 35,5^\circ$ aralığında $0,05^\circ$ lik adım boyutuyla ve bekleme süresi adım başı 6 saniye olacak şekilde ölçüldü.

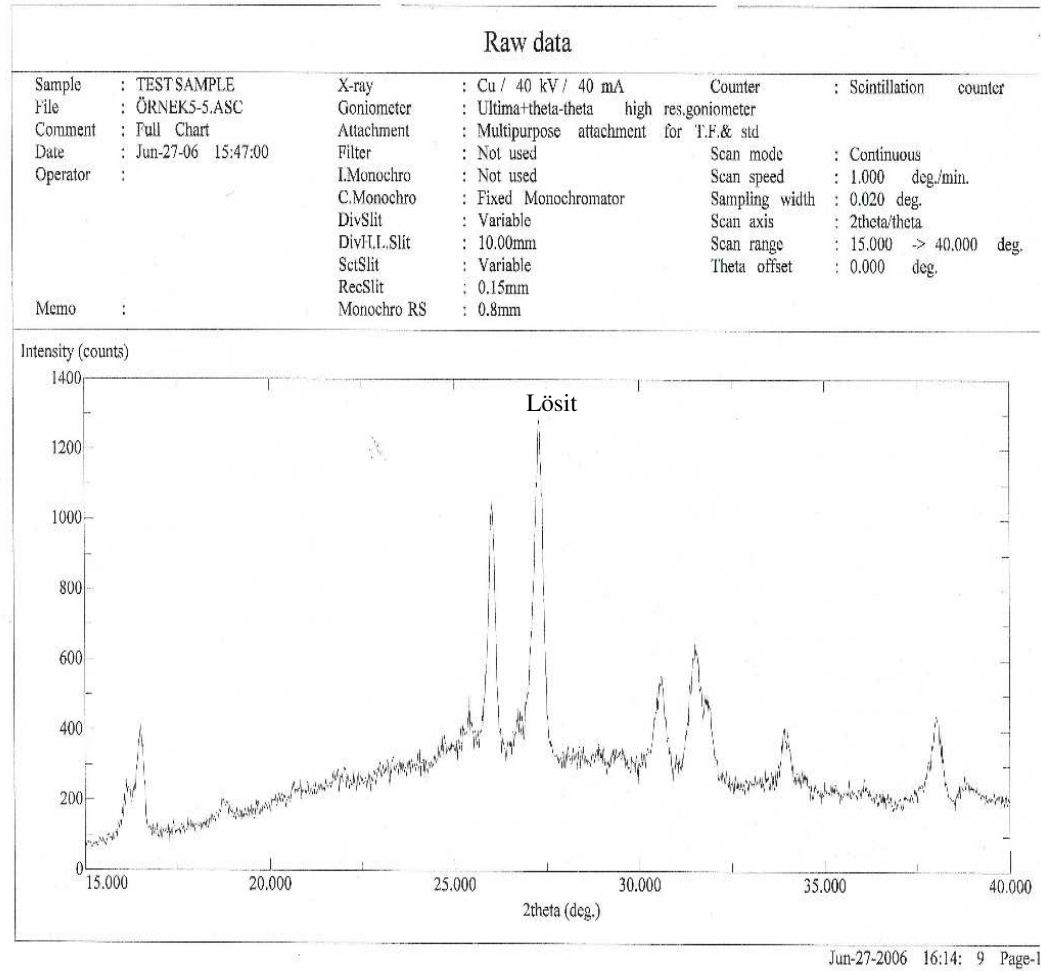
Şekil 14-31 de gruplara ait bazı örneklerin x ışını difraksiyon yöntemiyle elde edilmiş grafikleri görülmektedir.



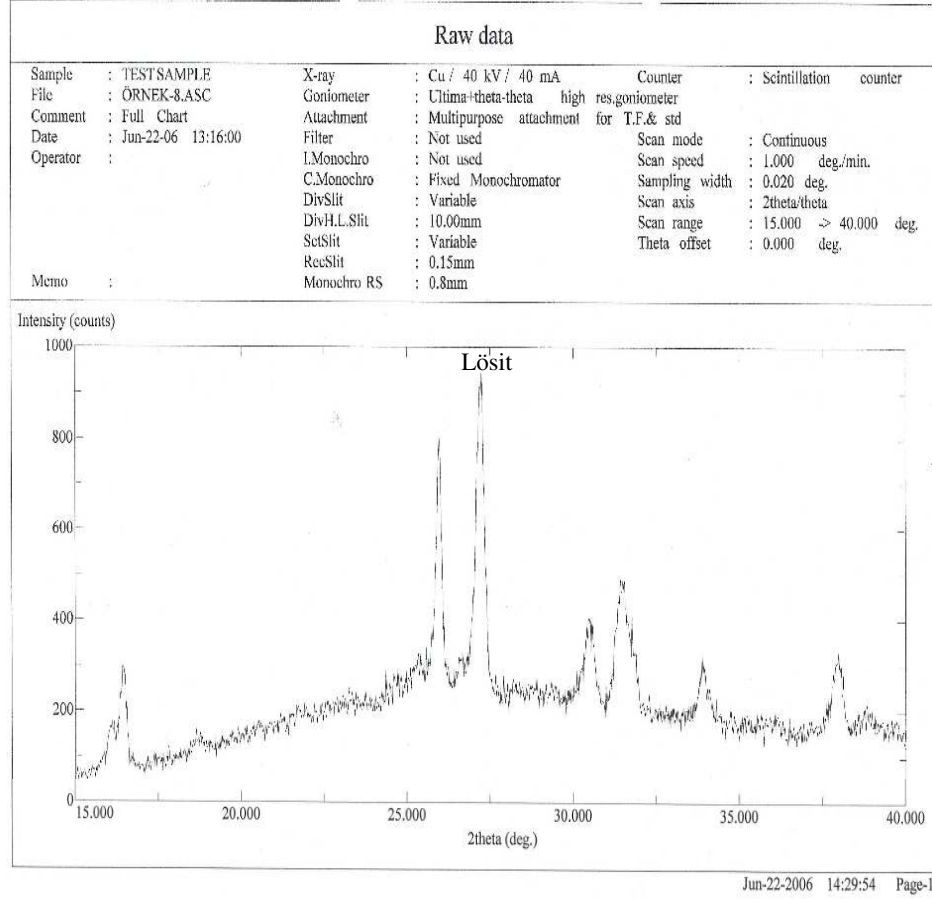
Şekil 14: Finesse porselenin kontrol grubu grafiği



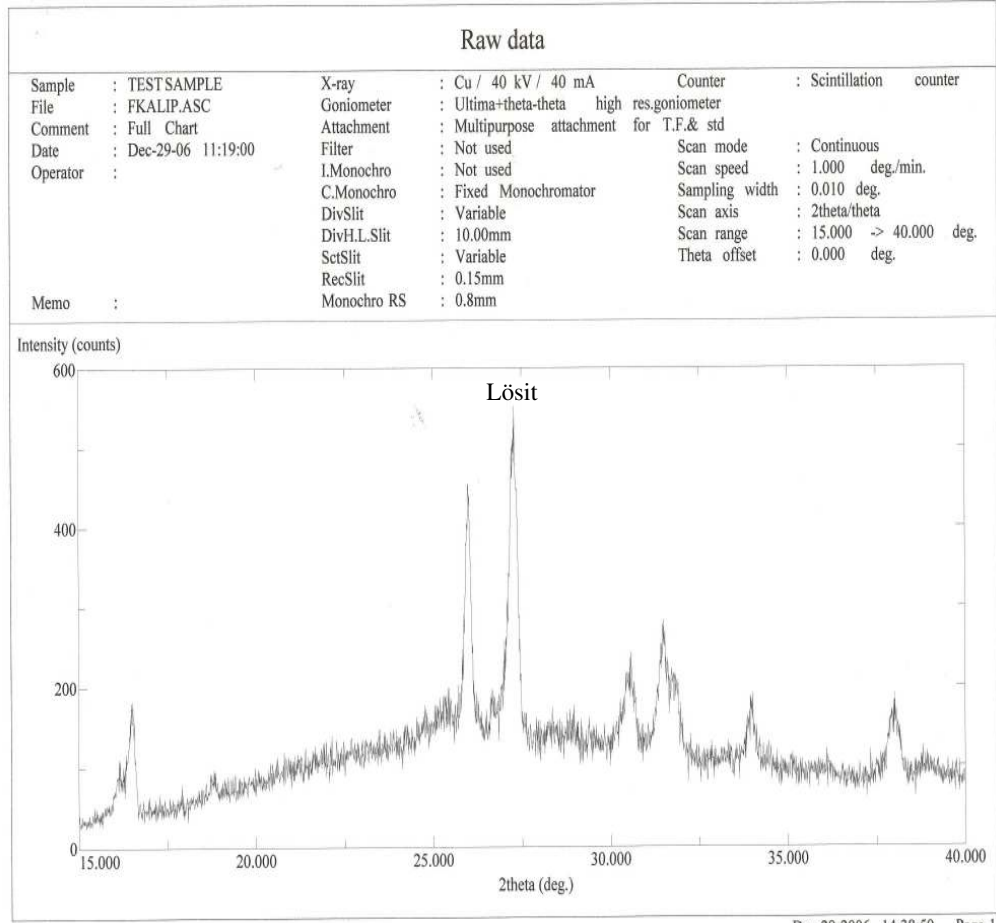
Şekil 15: Finesse porselenin 15 günlük su grubu grafiği



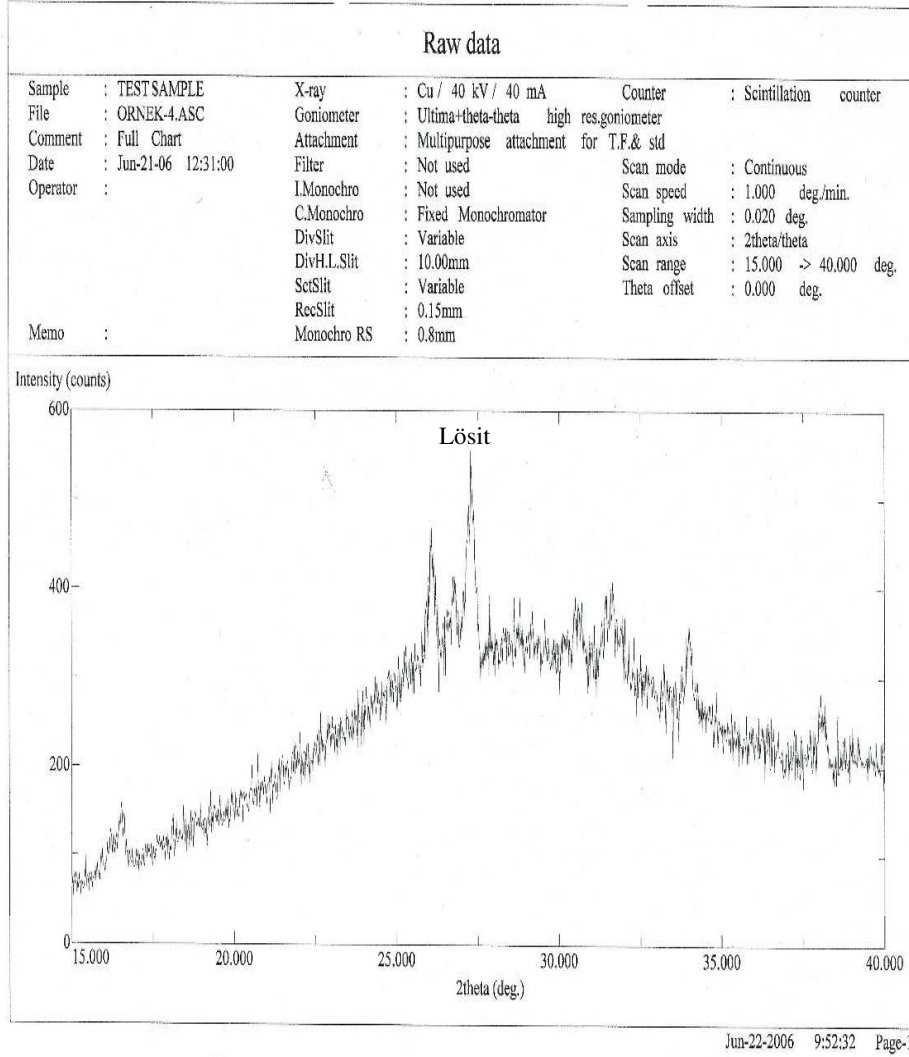
Şekil 16: Finesse porselenin 1 aylık su grubu grafiği



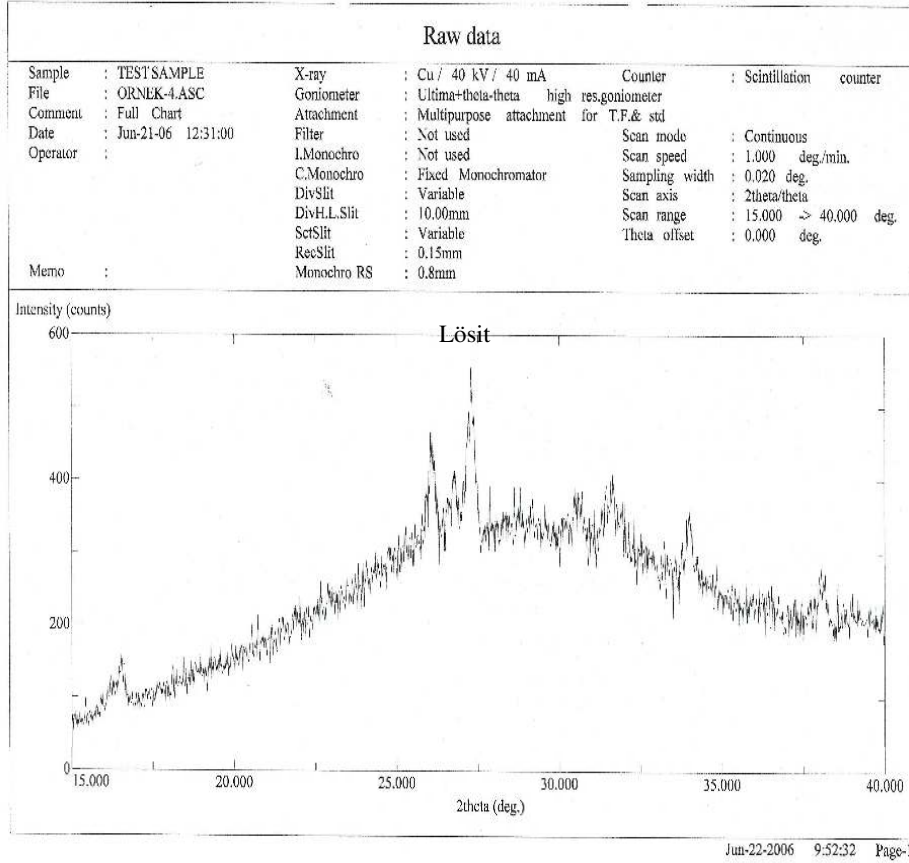
Şekil 17: Finesse porselenin 3 aylık su grubu grafiği



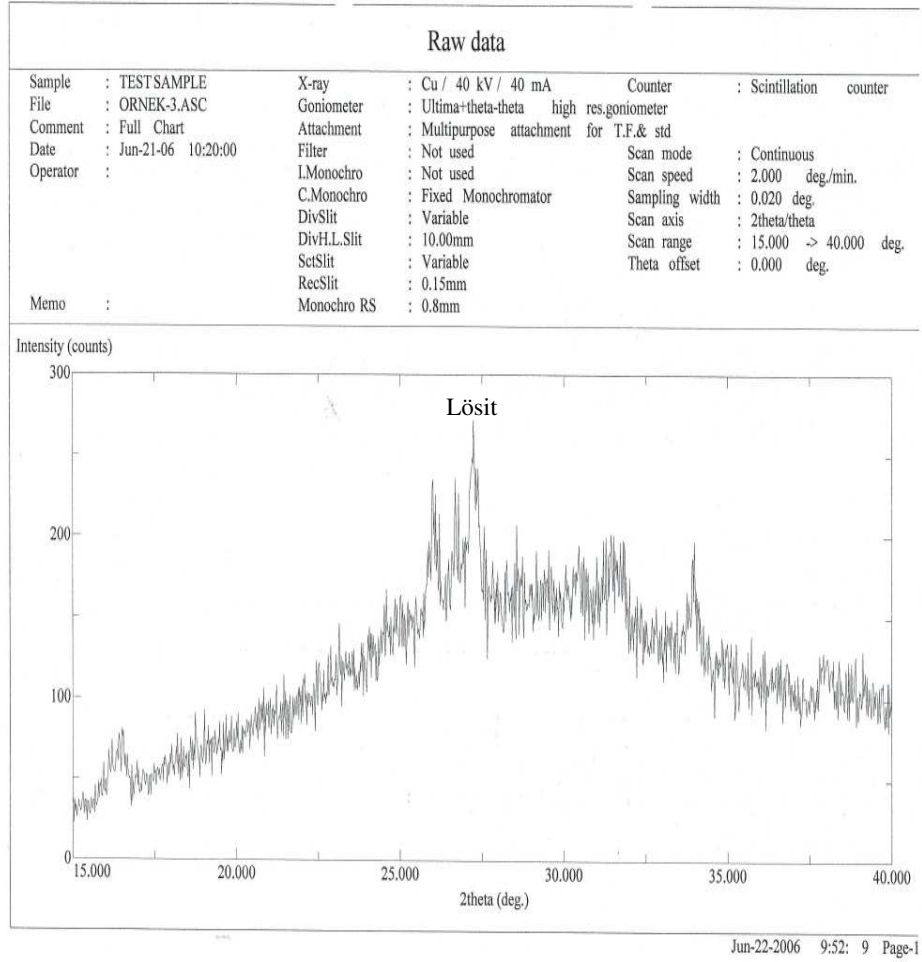
Şekil 18: Finesse porselenin 6 aylık su grubu grafiği



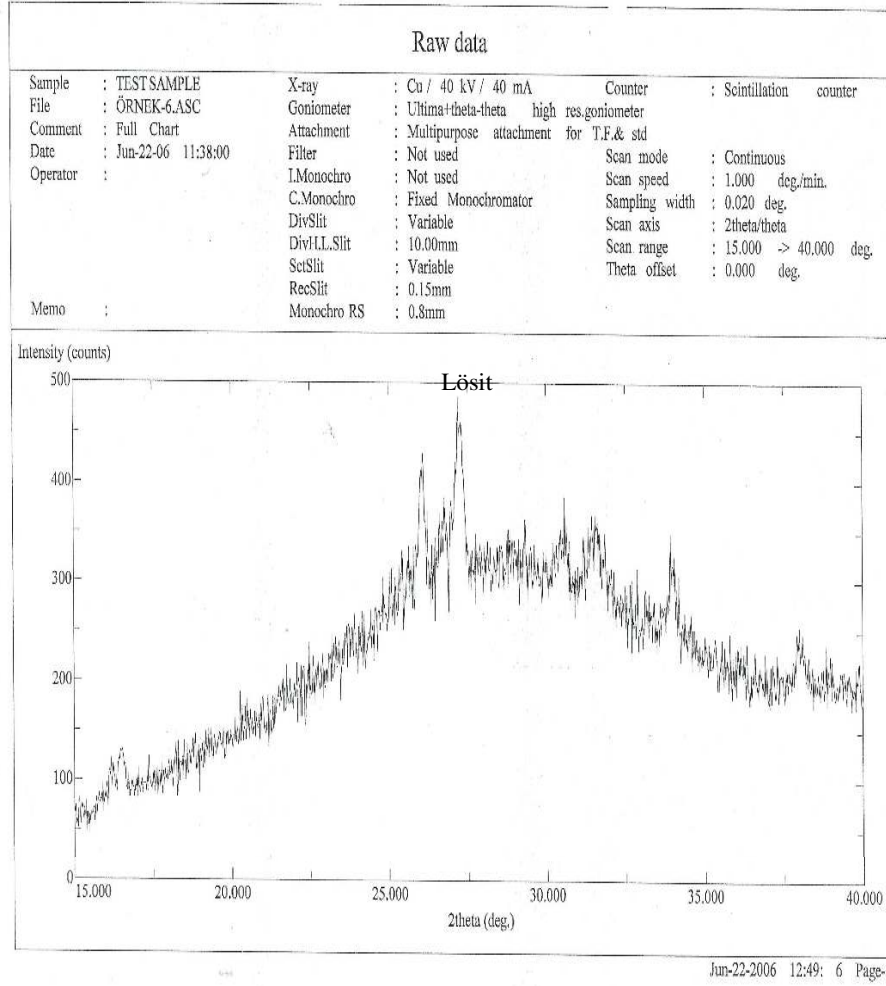
Şekil 19: Ceramco II porselenin kontrol grubu grafiği



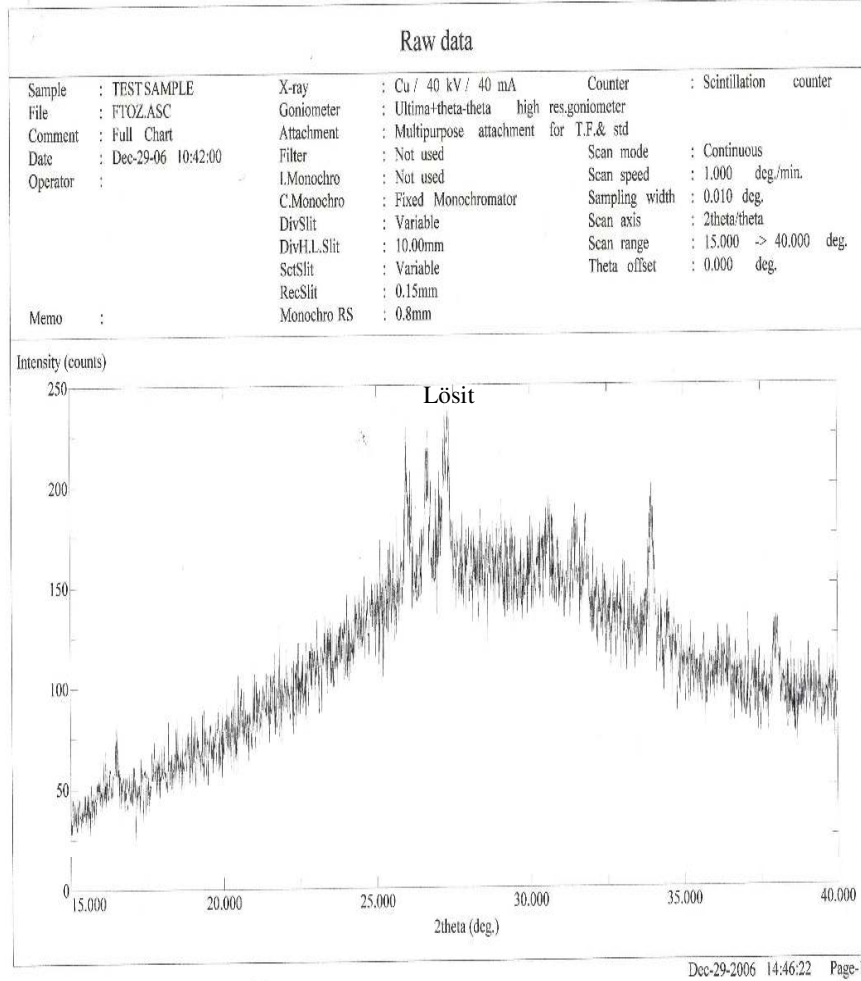
Şekil 20: Ceramco II porselenin 15 günlük su grubu grafiği



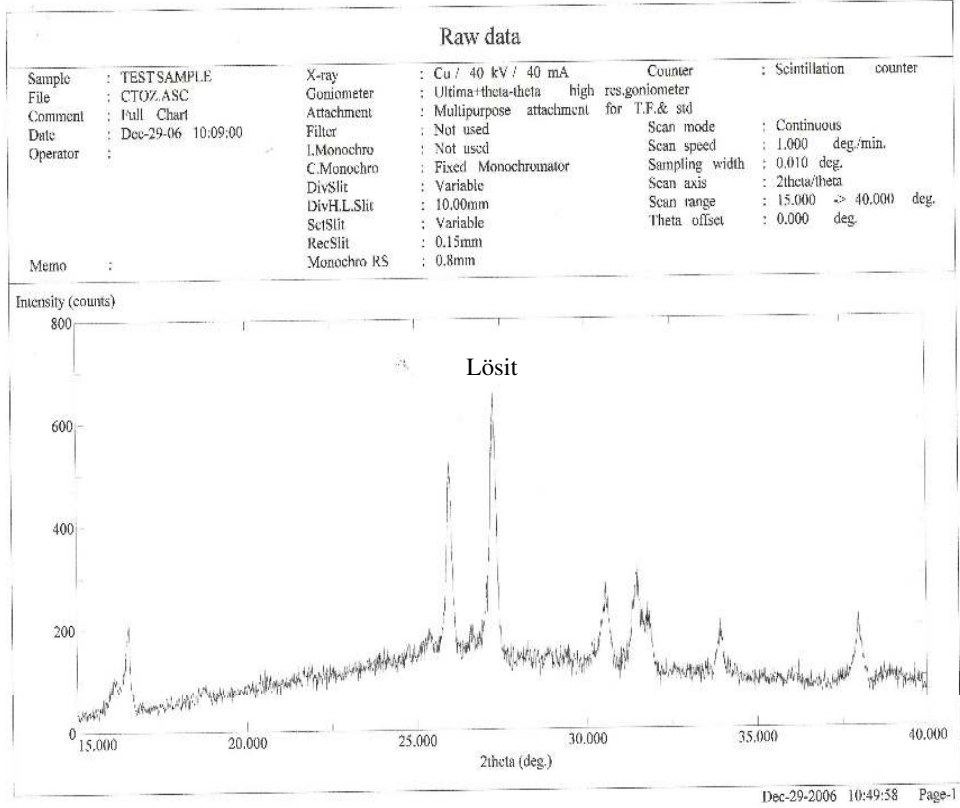
Şekil 21: Ceramco II porselenin 1 aylık su grubu grafiği



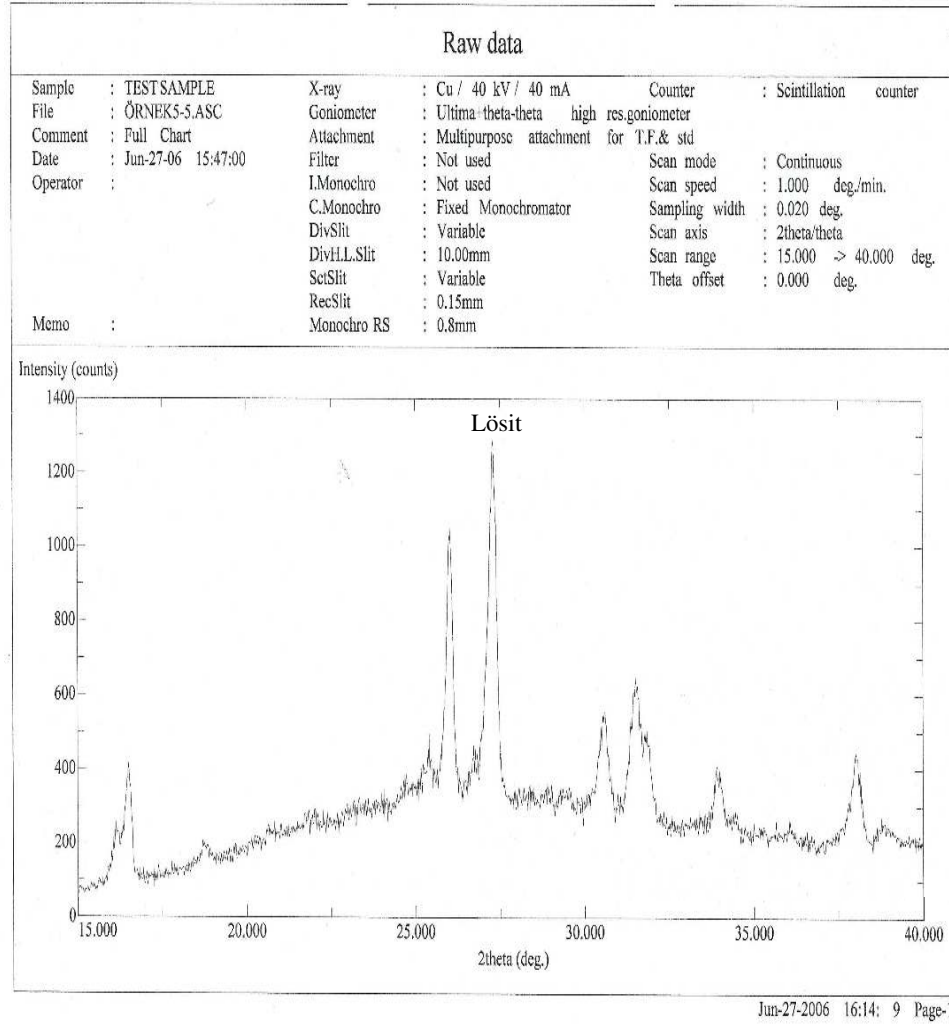
Şekil 22: Ceramco II porselenin 3 aylık su grubu grafiği



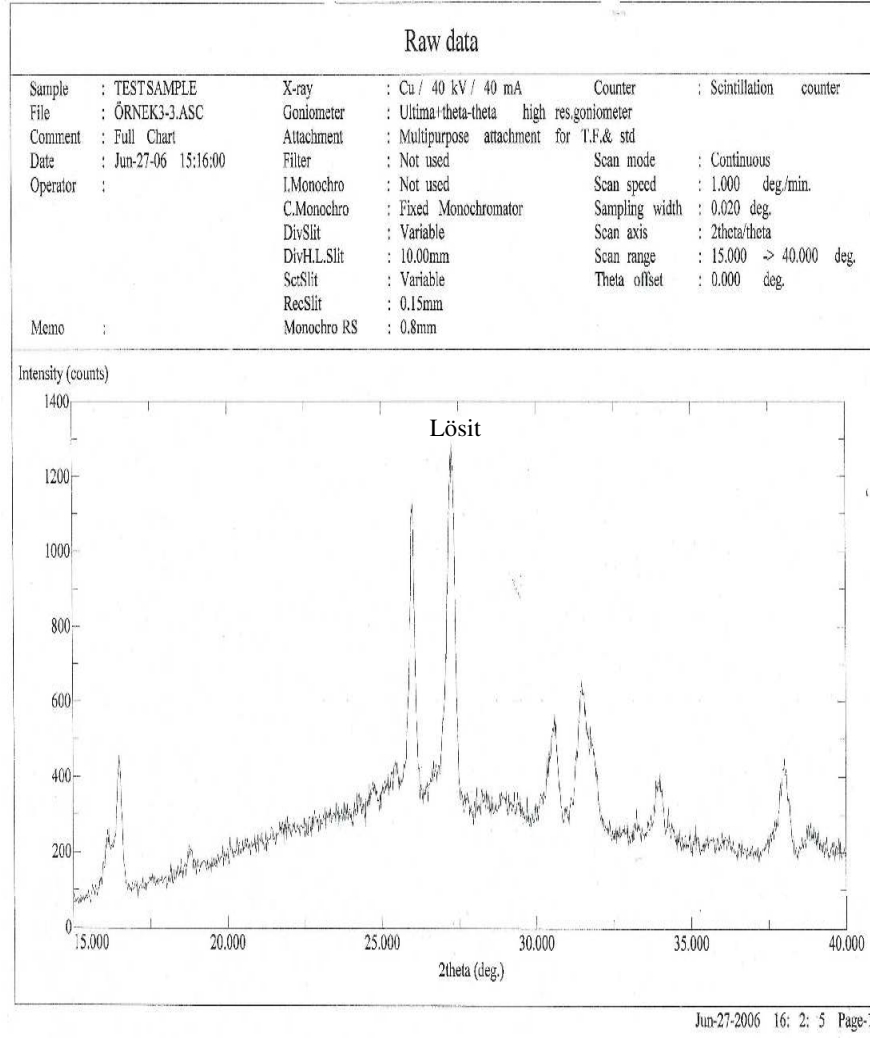
Şekil 23: Ceramco II porselenin 6 aylık su grubu grafiği



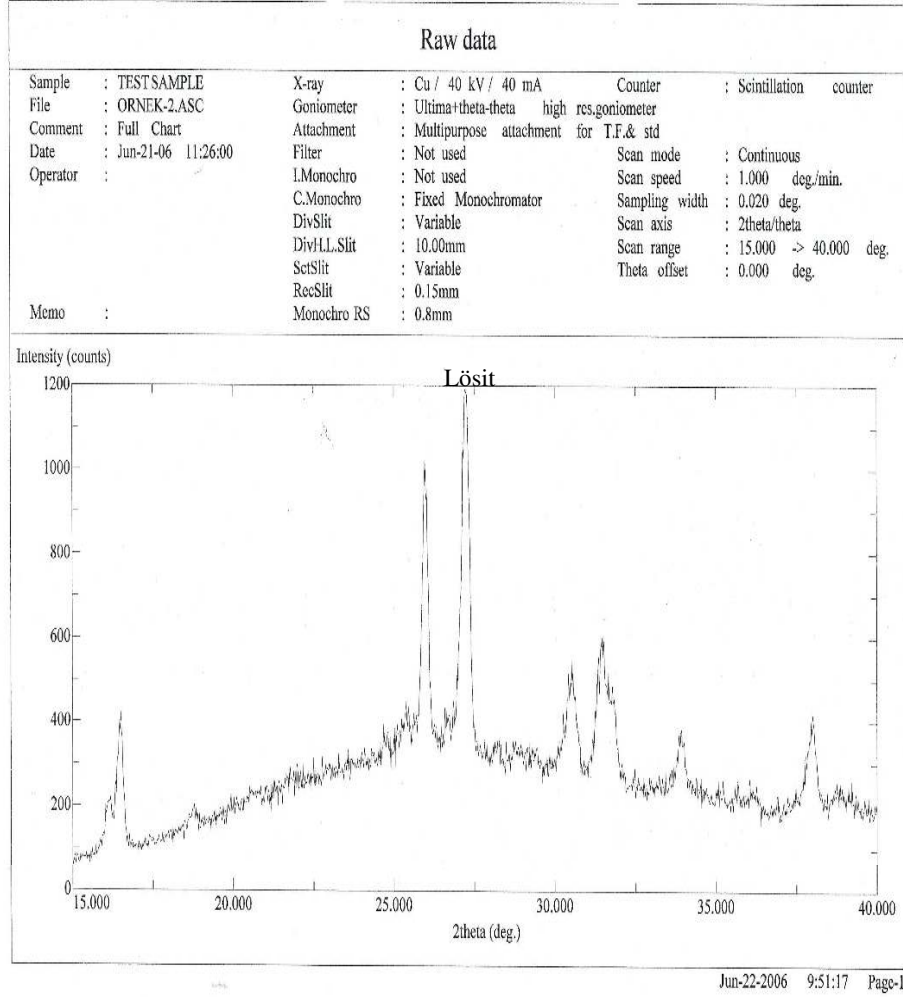
Şekil 24: Finesse porselenin 15 günlük yapay tükrük grubu grafiği



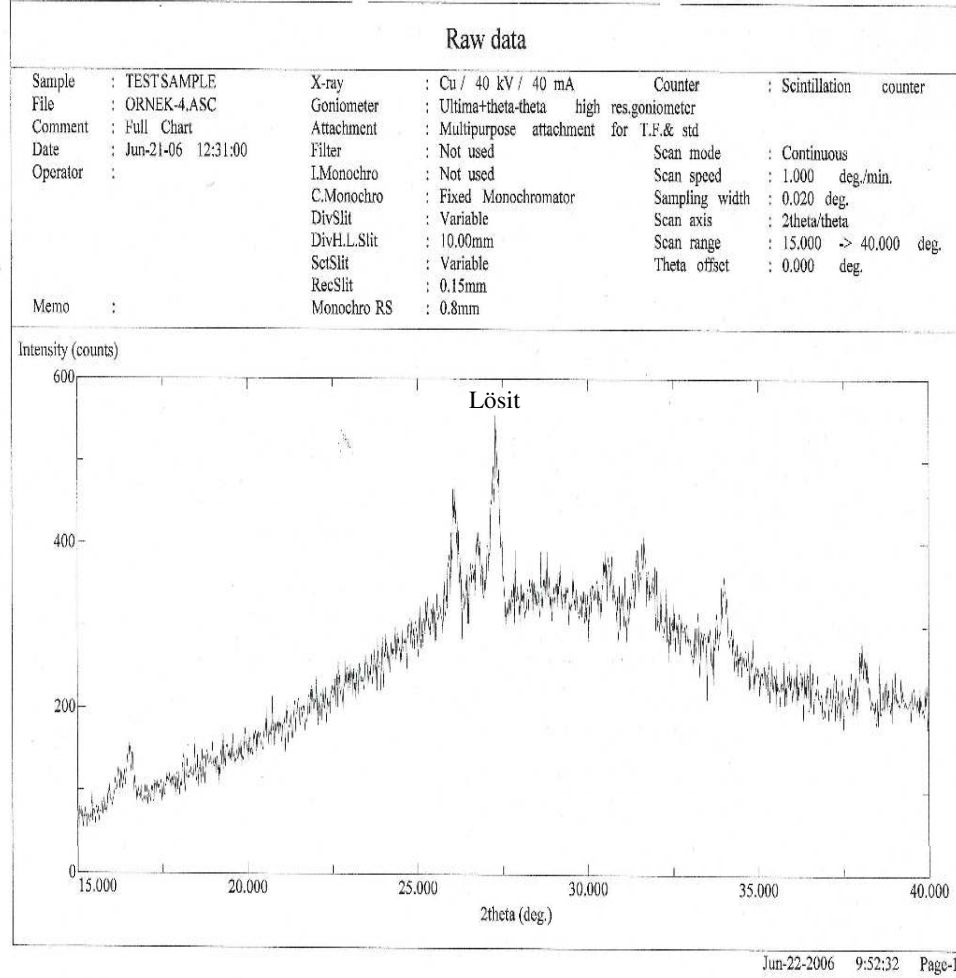
Şekil 25: Finesse porselenin 1 aylık yapay tükrük grubu grafiği



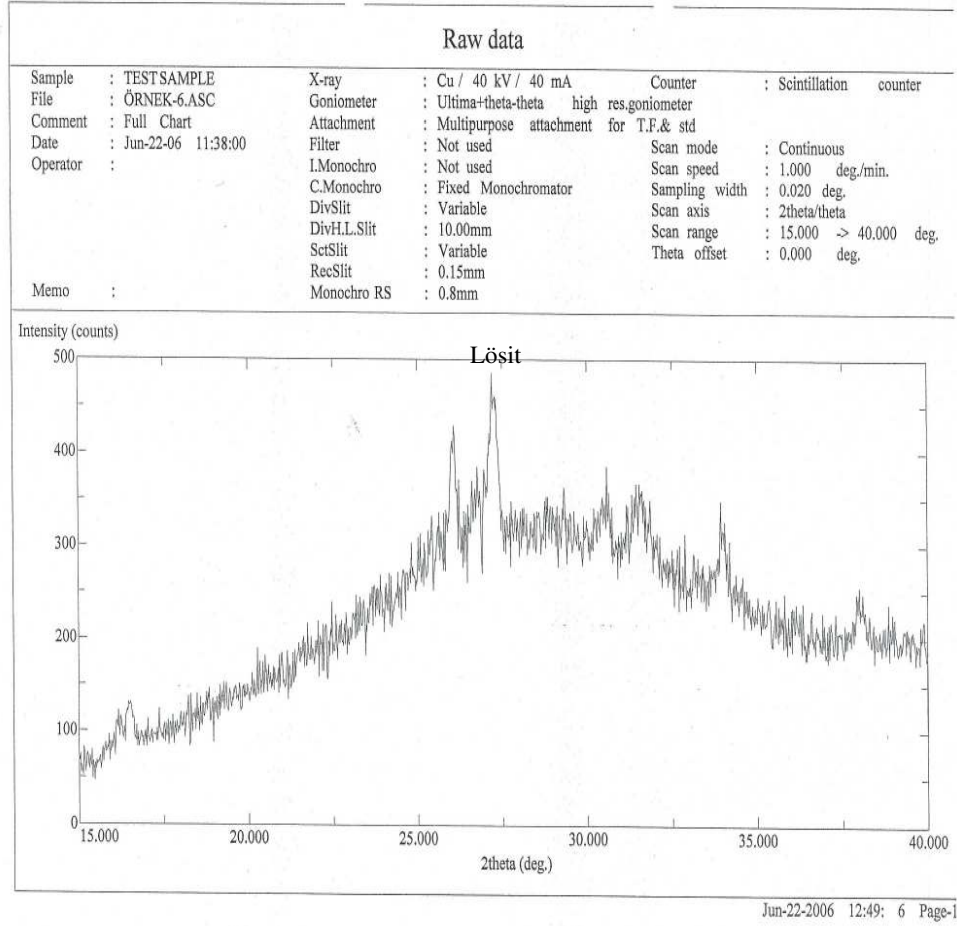
Şekil26: Finesse porselenin 3 aylık yapay tükrük grubu grafiği



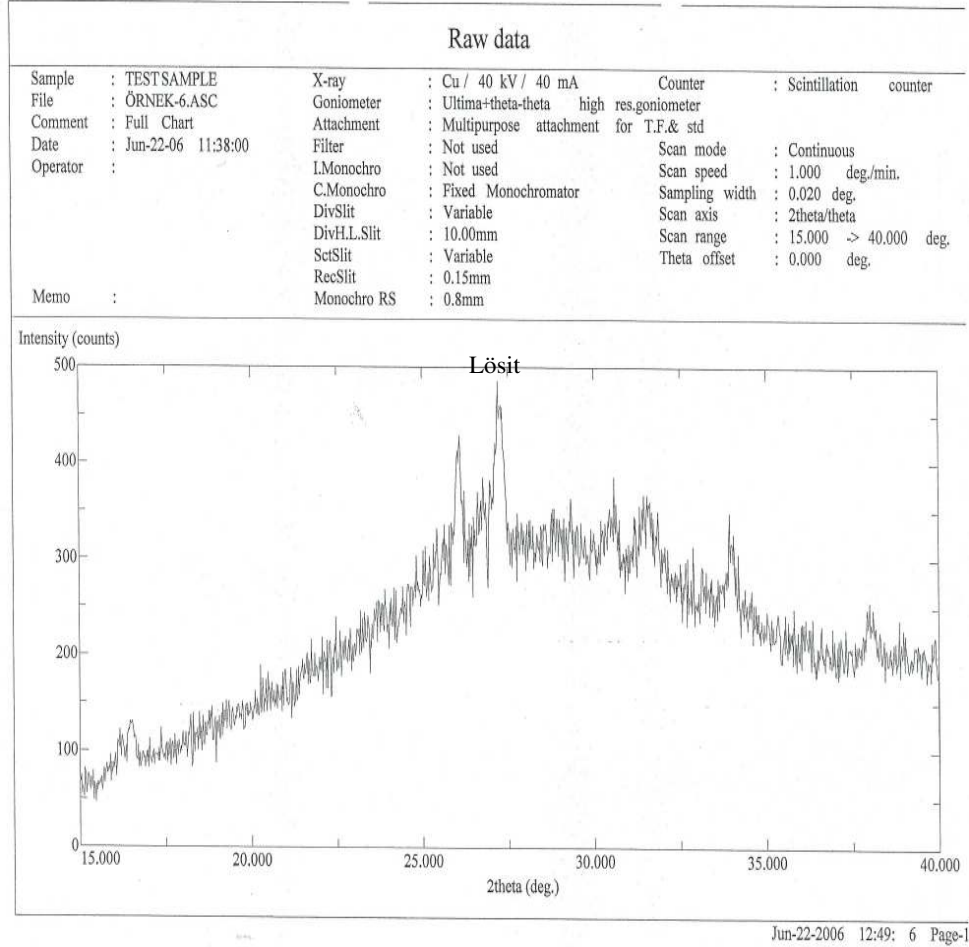
Şekil 27: Finesse porselenin 6 aylık yapay tükürük grubu grafiği



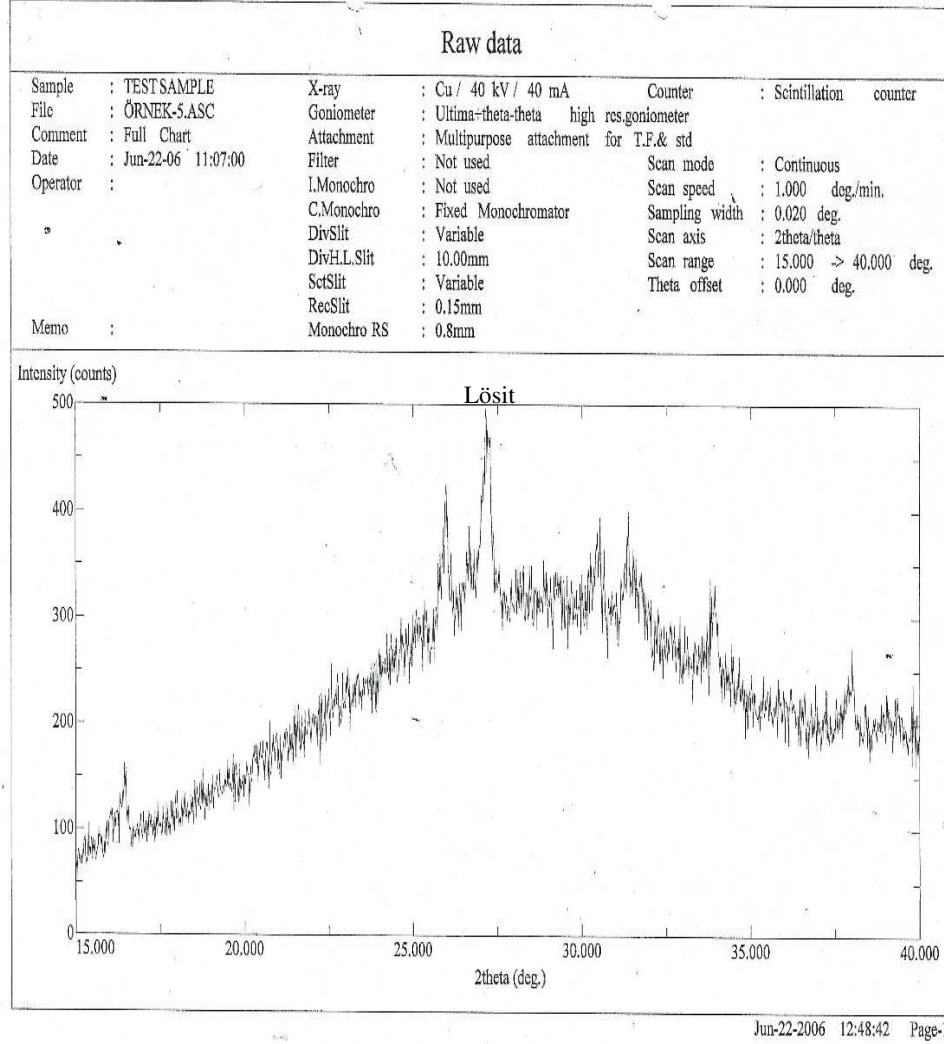
Şekil28: Ceramco II porselenin 15 günlük yapay tükrük grafiği



Şekil 29: Ceramco II porselenin 1 aylık yapay tükürük grubu grafiği



Şekil 30: Ceramco II porselenin 3 aylık yapay tükürük grubu grafiği



Şekil 31:Ceramco II porselenin 6 aylık yapay tükrük grubu grafiği

Örneklerdeki lōsit oranları ICDD veri tabanlarındaki bilgiler yardımıyla örneklerin x ışını difraksiyon grafiklerinden hesaplandı. Grafikler üzerinde ölçüm yaptığımız θ açıları arasında iki adet büyük pik görüldü. Bu piklerden lōsite ait olanın ICDD veri tabanı JCPDS kartından $\theta = 27,2^0$ açısındaki pik olduğu saptandı. Porselen yapısındaki bileşenlerden bakır alfa ışını ile yapılan difraksiyon incelemelerinde bu açıda pik yapan başka bir bileşiğin olmadığını ICDD veri tabanından görmemiz bu pikin lōsite ait olduğundan emin olmamızı sağladı. Daha sonra aşağıdaki formüller yardımıyla her örnekteki lōsit miktarı hesaplandı.

Bu piklerden lōsite ait olana A ve diğer pike B dedik.

$$A+B=1$$

$$\frac{I_{\text{expA}}}{I_{\text{expB}}} = \frac{V_A}{V_B}$$

$$I_{\text{exp}} : F \times P \times LPI$$

P : Polarizasyon faktör

$$P : \frac{1 + \cos^2 \theta}{2}$$

$$F(hkl) = \sum_{n=1}^N f_n \exp[2\pi i(hx_n + ky_n + lz_n)]$$

$$\lambda : 2d_{hkl} \sin \theta \quad \frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2 + k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2}$$

LPI :ICDD veri tabanındaki lōsit kristali yapısal değerlerinden λ ile hesaplandı.

h,k,l değerleri jcpds kartından elde edilmiştir.

Porselenlerin Isısal Genleşme Katsayısının Hesaplanması

Isısal genleşme katsayısının ölçülmesi için hazırlanan porselen örnekler dilatometre cihazına konuldu. Dilatometre cihazı(ACTA/Hollanda) 500- 20 ^0C derece arasında porselen malzemelerin ısısal boyut değişimlerini belirlemek için kullanıldı. Boyuttaki değişim, bir termokopül ve kalibre edilmiş TC-08 verici(Pico Technology Ltd. Şti. Neots/ İngiltere) ile birlikte ölçülürken 2 sensör (1318 Mahr,Gmbh/ Almanya) tarafından kaydedildi. Fırının soğuma hızı yaklaşık olarak dakikada 3- 5 ^0C derecedir. Düzen saf alüminyum oksit kalibrasyon çubuğu ile kalibre edildi ve bu 3 kez tekrarlandı. Bu ölçüm her grup için 1 örnek üzerinde gerçekleştirildi.



Şekil 32:Dilatometre

Isısal genleşme katsayısı 500'den 20 °C 'ye kadar ISO 9693 'e göre hesaplandı ve şu genel formül kullanıldı:

$$\Delta L_s / L_{20} = \alpha \Delta T$$

(ΔL_s örneğin 500- 20 °C derece ısı arasındaki uzunluktaki değişim iken, diğeri ise 20 °C derecedeki uzunluğudur. 500 °C cam dönüşüm sıcaklığı altında ısısal boyutsal davranışlarını kıyaslayabilmek için seçilmiştir)

BULGULAR

Test gruplarından elde edilen bulguların istatistiksel analizinde çok yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve hangi gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark olup olmadığını anlamak için Greenhouse-gaiser testi uygulanmıştır.

Kullandığımız Finesse ve Ceramco II porselen sistemleri belirli sürelerde yapay tükürük ve damıtık su içinde bekletilmiş ve bu süreler sonunda içindeki lösit miktarı yüzdeleri Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 3: Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklamalar
cer y.t.	Ceramco II yapay tükürük grubu
cer d.s.	Ceramco II distile su grubu
cer k.	Ceramco II kontrol grubu
fin y.t	finesse yapay tükürük grubu
fin d.s	finesse distile su grubu
fin.k.	finesse kontrol grubu

Tablo 4: Su gruplarının istatistiksel değerleri

Grup		Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değerler	Maksimum Değerler
Kontrol	finesse	6,124220	,0881122	6,0003	6,2050
	ceramco	16,386700	,2034170	16,0900	16,7040
	toplamlar	11,255460	5,2667515		
SU15GÜN	finesse	6,124220	,0881122	6,0006	6,2055
	ceramco	16,386700	,2034170	16,0906	16,7046
	toplamlar	11,255460	5,2667515		
SU1AY	finesse	6,125740	,0880899	6,0021	6,2080
	ceramco	16,390400	,2030453	16,0950	16,7090
	toplamlar	11,258070	5,2678624		
SU3AY	finesse	6,126170	,0879342	6,0060	6,2100
	ceramco	16,405300	,2015066	16,1100	16,7200
	toplamlar	11,267235	5,2737147		
SU6AY	finesse	6,133440	,0885449	6,0980	6,4120
	ceramco	16,433700	,2043059	16,3200	16,8800
	toplamlar	11,283570	5,2861438		

Tablo 5: Yapay tükürük gruplarının istatistiksel değerleri

Grup		Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değerler	Maksimum Değerler
Kontrol	finesse	6,124220	,0881122	6,0003	6,2050
	ceramco	16,386700	,2034170	16,0900	16,7040
	toplamlar	11,255460	5,2667515		
YT15GÜN	finesse	6,124220	,0881122	6,0007	6,2056
	ceramco	16,386700	,2034170	16,0909	16,7049
	toplamlar	11,255460	5,2667515		
YT1AY	finesse	6,141130	,0880561	6,0140	6,2300
	ceramco	16,386700	,2031847	16,1300	16,7440
	toplamlar	11,286215	5,2809456		
YT3AY	finesse	6,151010	,0883038	6,0300	6,2350
	ceramco	16,465700	,2036691	16,1700	16,7840
	toplamlar	11,308355	5,2935296		
YT6AY	finesse	6,174430	,0903019	6,1343	6,6230
	ceramco	16,503600	,2096109	16,5320	17,8120
	toplamlar	11,339015	5,3010803		

Tablo 6:Yapay tükürük grupları arasındaki farklılığa ilişkin varyans analizi sonuçları

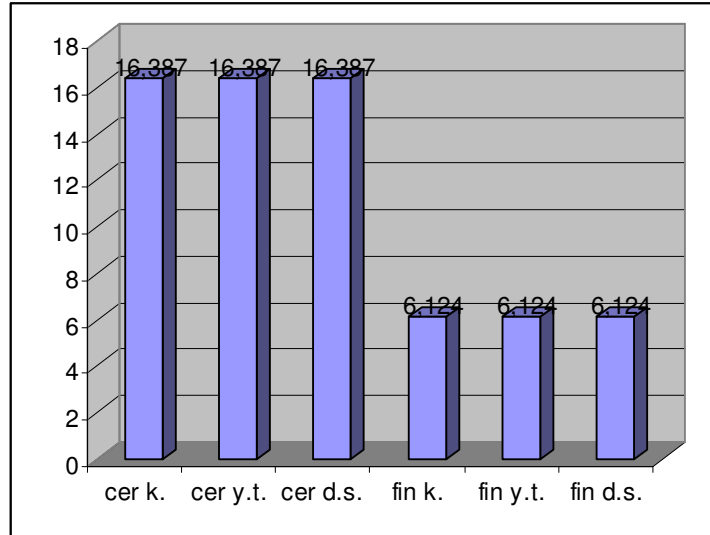
Varyans Kaynağı	df	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	f	Anlamlılık Derecesi (p)
Gruplar arası	1	12743,929	12743,929	102883,4	p=0,00
Grup içi	1	2648,028	2648,028	21377,867	
Genel	18	2,230	0,124		

Tablo 7: Damıtık su grupları arasındaki farklılığa ilişkin varyans analizi sonuçları

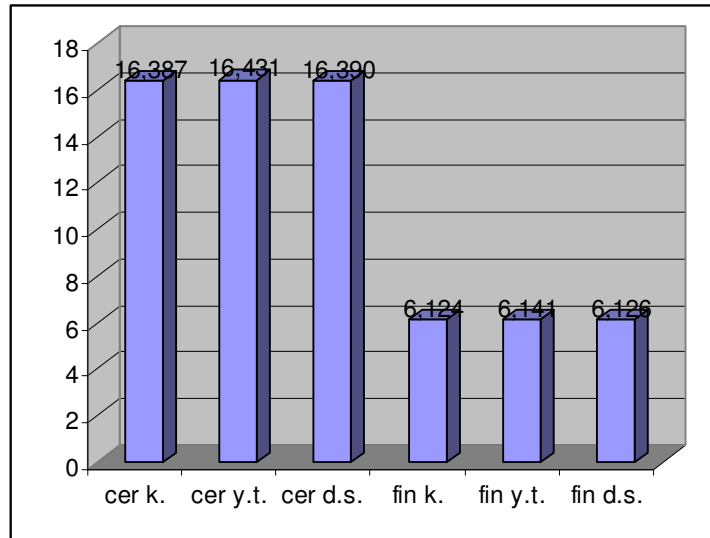
Varyans Kaynağı	df	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	f	Anlamlılık Derecesi
Gruplar arası	1	12687,677	12687,677	103626,4	p=0,00
Grup içi	1	2638,467	2638,467	21549,627	
Genel	18	2,204	0,122		

Gruplar arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi (Anova) ile araştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda 0,05 önem seviyesine göre gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Sonuçlar tablo 6 ve tablo 7' de görülmektedir.

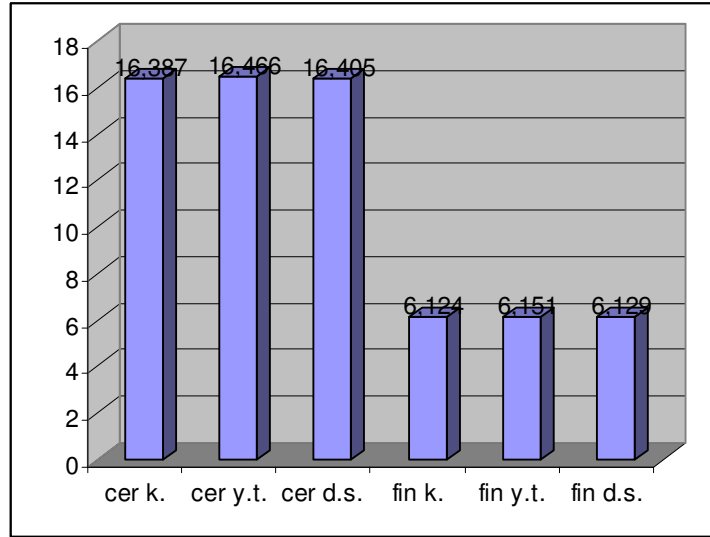
Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu görmek için ise Greenhouse-gaiser testi uygulanmıştır.



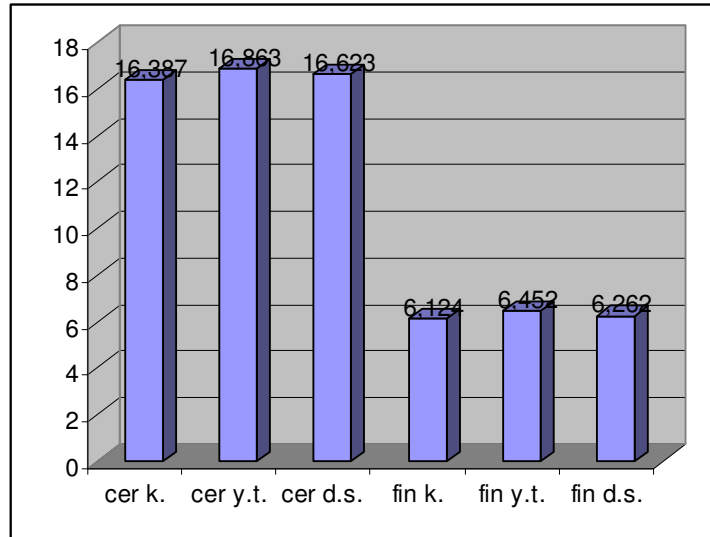
Grafik 1: 15 gün süresince yapay tükrük ve damıtılmış suda bekletilmiş örneklerin ortalama lösit yüzdeleri.



Grafik 2: 1 ay süresince yapay tükrük ve damıtılmış suda bekletilmiş örneklerin ortalama lösit yüzdeleri.



Grafik 3: 3 ay süresince yapay tükruk ve damıtılmış suda bekletılmış örneklerin ortalama lösit yüzdeleri.



Grafik 4: 6 ay süresince yapay tükruk ve damıtılmış suda bekletılmış örneklerin ortalama lösit yüzdeleri.

Tablo 8: Damıtılmış suda bekletilmiş Finesse örneklerin istatistiksel olarak karşılaştırılması

	Kontrol grubu	15 gün	1 ay	3 ay	6 ay
Kontrol grubu	/	/	*	*	*
15 gün	/	/	*	*	*
1 ay	*	*	/	*	*
3 ay	*	*	*	/	*
6 ay	*	*	*	*	/

* : $p < 0,05$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Distile suda bekletilmiş finesse porselenlerin Greenhouse-gaiser testi sonuçlarına göre yapılan yapılan karşılaştırmasında ;

1. Kontrol grubu ile 15 gün süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

2. Kontrol grubu ile 1 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 1 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.

3. Kontrol grubu ile 3 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 3 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.

4. Kontrol grubu ile 6 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 6 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.

5. 15 gün, 1 ay, 3 ay ve 6 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ve örneklerin bekleme süreleri arttıkça içlerindeki lösit miktarlarının da arttığı gözlenmiştir.

Tablo 9: Damıtılmış suda bekletilmiş Ceramco II örneklerin istatistiksel olarak karşılaştırılması

	Kontrol grubu	15 gün	1 ay	3 ay	6 ay
Kontrol grubu	/	/	*	*	*
15 gün	/	/	*	*	*
1 ay	*	*	/	*	*
3 ay	*	*	*	/	*
6 ay	*	*	*	*	/

* : $p < 0,05$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Distile suda bekletilmiş ceramco II porselenlerin Greenhouse-gaiser testi sonuçlarına göre yapılan yapılan karşılaştırmasında ;

1. Kontrol grubu ile 15 gün süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.
2. Kontrol grubu ile 1 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 1 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.
3. Kontrol grubu ile 3 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 3 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.
4. Kontrol grubu ile 6 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 6 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.
5. 15 gün, 1 ay, 3 ay ve 6 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ve örneklerin bekleme süreleri arttıkça içlerindeki lösit miktarlarının da arttığı gözlenmiştir.

Tablo 10: Yapay tükrükte bekletilmiş Finesse örneklerin istatistiksel olarak karşılaştırılması

	Kontrol grubu	15 gün	1 ay	3 ay	6 ay
Kontrol grubu	/	/	*	*	*
15 gün	/	/	*	*	*
1 ay	*	*	/	*	*
3 ay	*	*	*	/	*
6 ay	*	*	*	*	/

- : $p < 0,05$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Yapay tükrükte bekletilmiş finesse porselenlerin Greenhouse-gaiser testi sonuçlarına göre yapılan yapılan karşılaştırmasında;

1. Kontrol grubu ile 15 gün süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.
2. Kontrol grubu ile 1 ay süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 1 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.
3. Kontrol grubu ile 3 ay süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 3 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.
4. Kontrol grubu ile 6 ay süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 6 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.
5. 15 gün, 1 ay, 3 ay ve 6 ay süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ve örneklerin bekleme süreleri arttıkça içlerindeki lösit miktarlarının da arttığı gözlenmiştir.

Tablo 11: Yapay tükrükte bekletilmiş Ceramco II örneklerin istatistiksel olarak karşılaştırılması

	Kontrol grubu	15 gün	1 ay	3 ay	6 ay
Kontrol grubu	/	/	*	*	*
15 gün	/	/	*	*	*
1 ay	*	*	/	*	*
3 ay	*	*	*	/	*
6 ay	*	*	*	*	/

* : $p < 0,05$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Yapay tükrükte bekletilmiş ceramco II porselenlerin Greenhouse-gaiser testi sonuçlarına göre yapılan yapılan karşılaştırmasında ;

1. Kontrol grubu ile 15 gün süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

2. Kontrol grubu ile 1 ay süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 1 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lōsit bulunmuştur.

3. Kontrol grubu ile 3 ay süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 3 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lōsit bulunmuştur.

4. Kontrol grubu ile 6 ay süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 6 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lōsit bulunmuştur.

5. 15 gün, 1 ay, 3 ay ve 6 ay süreyle yapay tükrükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ve örneklerin bekleme süreleri arttıkça içlerindeki lōsit miktarlarının da arttığı gözlenmiştir.

Tablo 12 : Finesse ve ceramco II porselenlerinin damıtılmış su gruplarının istatistiksel olarak karşılaştırılması.

	Ceramco II kontrol grubu	Ceramco II 15 gün	Ceramco II 1 ay	Ceramco II 3 ay	Ceramco II 6ay
Finesse kontrol grubu	/	/	*	*	*
Finesse 15 gün	/	/	*	*	*
Finesse 1 ay	*	*	/	*	*
Finesse 3 ay	*	*	*	/	*
Finesse 6 ay	*	*	*	*	/

* :p<0,05 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Damıtılmış suda bekletilmiş finesse ve ceramco II porselenlerin Greenhouse-gaiser testi sonuçlarına göre yapılan yapılan karşılaştırmasında;

1. Kontrol grubu ile 15 gün süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.
2. Kontrol grubu ile 1 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 1 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.
3. Kontrol grubu ile 3 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 3 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.
4. Kontrol grubu ile 6 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 6 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lösit bulunmuştur.
5. 15 gün, 1 ay, 3 ay ve 6 ay süreyle damıtılmış suda bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ve örneklerin bekleme süreleri arttıkça içlerindeki lösit miktarlarının da arttığı gözlenmiştir.

Tablo 13: Finesse ve ceramco II porselenlerinin yapay tükürük gruplarının istatistiksel olarak karşılaştırılması.

	Ceramco II Kontrol grubu	Ceramco II 15 gün	Ceramco II 1 ay	Ceramco II 3 ay	Ceramco II 6 ay
Finesse kontrol grubu	/	/	*	*	*
Finesse 15 gün	/	/	*	*	*
Finesse 1 ay	*	*	/	*	*
Finesse 3 ay	*	*	*	/	*
Finesse 6 ay	*	*	*	*	/

- :p<0,05 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.
-

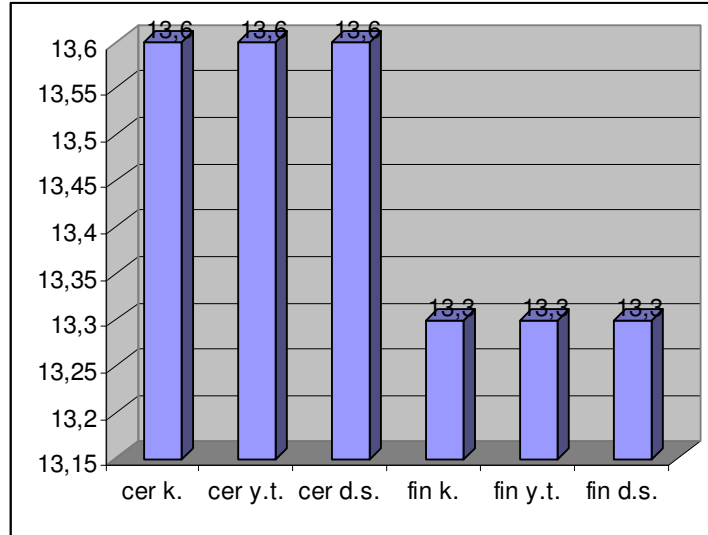
Yapay tükürükte bekletilmiş finesse ve ceramco II porselenlerin Greenhouse-gaiser testi sonuçlarına göre yapılan yapılan karşılaştırmasında;

1. Kontrol grubu ile 15 gün süreyle yapay tükürükte bekletilmiş örnekler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.
2. Kontrol grubu ile 1 ay süreyle yapay tükürükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 1 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lōsit bulunmuştur.
3. Kontrol grubu ile 3 ay süreyle yapay tükürükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 3 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lōsit bulunmuştur.
4. Kontrol grubu ile 6 ay süreyle yapay tükürükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. 6 ay süre sonunda örneklerde kontrol grubuna göre daha fazla lōsit bulunmuştur.
5. 15 gün, 1 ay, 3 ay ve 6 ay süreyle yapay tükürükte bekletilmiş örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ve örneklerin bekleme süreleri arttıkça içlerindeki lōsit miktarlarının da arttığı gözlenmiştir.

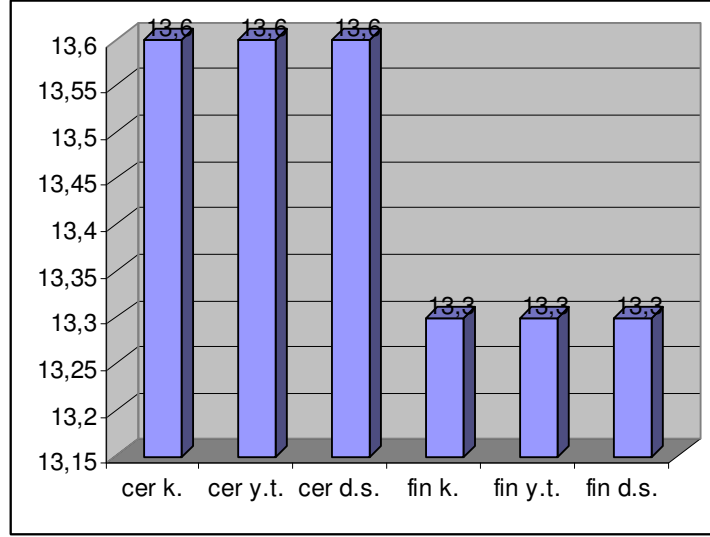
Örneklerin dilatometrik testler sonucunda elde edilen ısısal genişleme katsayıları tablo 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14 : Distile su ve yapay türkükte bekletilen örneklerin ısısal genişleme katsayıları

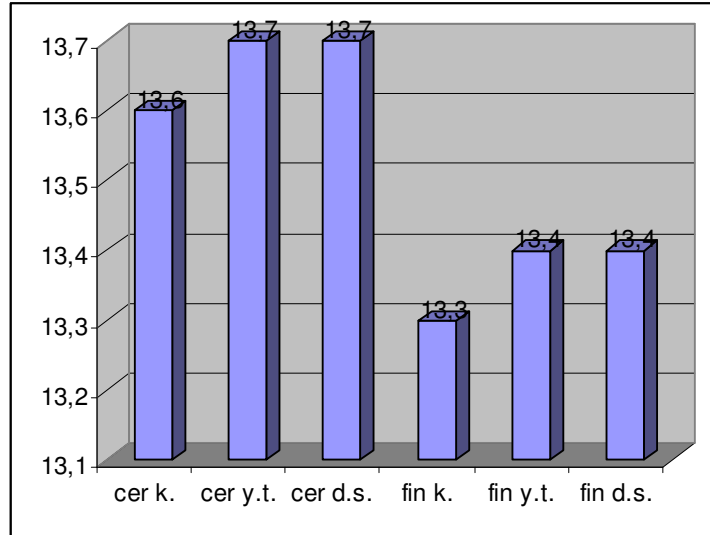
			15 gün	1 ay	3 ay	6 ay
Ceramco II	Kontrol Grubu $13,6 \times 10^{-6}$	Saf Su	$13,6 \times 10^{-6}$	$13,6 \times 10^{-6}$	$13,7 \times 10^{-6}$	$13,8 \times 10^{-6}$
		Yapay Tükrük	$13,6 \times 10^{-6}$	$13,6 \times 10^{-6}$	$13,7 \times 10^{-6}$	$13,9 \times 10^{-6}$
Finesse	$13,3 \times 10^{-6}$	Saf Su	$13,3 \times 10^{-6}$	$13,3 \times 10^{-6}$	$13,4 \times 10^{-6}$	$13,5 \times 10^{-6}$
		Yapay Tükrük	$13,3 \times 10^{-6}$	$13,3 \times 10^{-6}$	$13,4 \times 10^{-6}$	$13,6 \times 10^{-6}$



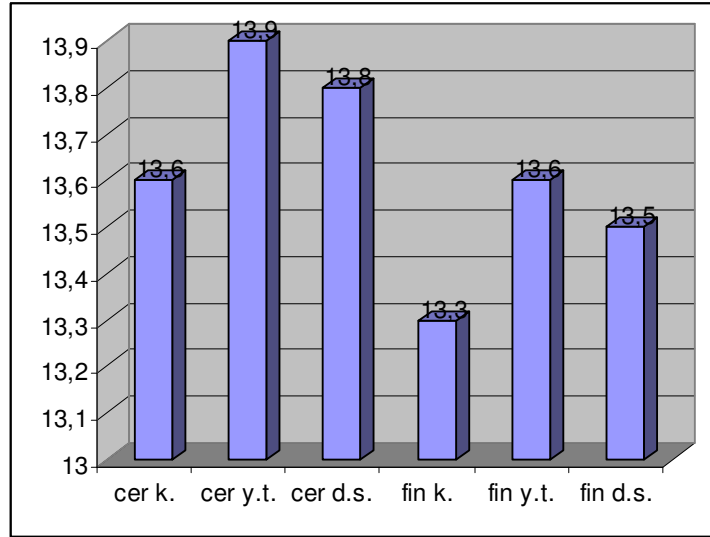
Grafik 5 : 15 gün damıtılmış su ve yapay tükrükte beklemiş örneklerin ısısal genişleme katsayıları.



Grafik 6 : 1 aylık damıtılmış su ve yapay tükrükte beklemiş örneklerin ısısal genleşme katsayıları.



Grafik 7: 3 aylık damıtılmış su ve yapay tükrükte beklemiş örneklerin ısısal genleşme katsayıları.



Grafik 8: 6 aylık damıtılmış su ve yapay tükrükte beklemiş örneklerin ısısal genleşme katsayıları.

TARTIŞMA

Protetik diş tedavisinde sıklıkla kullanılan dental porselenler sınırlı bir dayanıklılık seviyesine sahiptirler. Dental porselenin iç yapısında ve yüzeyinde ileride kırılmasına sebep olabilecek mikroçatlaklar mevcuttur. Bu çatlaklara kondanzasyon, erime ve fırınlama sırasında porselenin metale yüksek temas açısıyla birleşmesi, metal ile porselenin ısısal genleşme katsayıları arasındaki fark, çiğneme, abrazyon veya travma ile oluşan çekme kuvvetleri sebep olabilmektedir^{59,23,24}.

Mackert ve arkadaşlarının belirttiğine göre Weinstein'in 1962 'de uyguladığı formülle feldspatik porselenlerin ısısal genleşme katsayıları $12-14 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ ' ye belirlenmiştir ve Weinstein dental porselenlerde lōsitin ısısal genleşme katsayısını yükselttiğini bildirmiştir¹⁰. Daha önce de belirtildiği gibi lōsit kristallerinin ısısal genleşme katsayısı ($25-600^{\circ}\text{C}$) $20-25 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ iken cam matrisin ısısal genleşme katsayısı $8-13 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ dir¹². Diğer çalışmaların da gösterdiği gibi tekrarlayan fırınlamalar porselenin yapısındaki lōsit miktarında artışa sebep olmakta bu da ısısal genleşme katsayısını değiştirebilmektedir.^{25,39} Bizim çalışmamız da bu sonuçlarla paralellik göstermektedir.

15 gün boyunca distile su ve yapay tükürükte bekletilen örneklerdeki lōsit miktarlarında bir artış gözlenmemiştir. Bir aylık periyotta ise lōsit miktarında çok küçük bir artış gözlenmiştir (0,05%). Ancak örneklerin ısısal genleşme katsayılarına bakıldığında bu miktardaki (0,05%) lōsit artışı ısısal genleşme katsayıları değerlerinde bir değişikliğe sebep olmamıştır.

Çalışmamızda üç aylık bekleme süresinden sonraki fırınlamada distile su ve yapay tükürük gruplarında lōsit içeriğinde 1-2 % değişiklik bulunmuştur. Bu aralıktaki lōsit değişikliği ile ilişkilendirilen, porselenin ısısal genleşme katsayısındaki değişiklik, $0.1 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ civarındadır. Zaimoğlu'nun⁷ belirttiğine göre Tucillo ve Nielsen metal ile porselenin ısısal genleşme katsayıları arasında $0,2 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ lik bir farkın makaslama gerilimleri için güvenli sınır olduğunu bildirmişlerdir. Eğer porselen ve metal zaten bu uyumsuzluk aralığına yakınsa, veya kalıntı gerilimler metal bağlı porselenin yüzeyinde önceden bulunuyorsa, daha küçük ısısal genleşme katsayısı değişimi ile oluşturulacak ek gerilimler, porselen çatlamasına neden olabilecektir.

Bizim çalışmamızda özellikle 6 aylık bekleme süresinden sonraki fırınlamada, lōsit içeriği üzerinde, tükürük temasın belirgin etkisini gösteren porselen örnekler için, yapay tükürük ve kontrol gruplarında lōsit içeriğinde 2-6,5% değişiklik bulunmuştur. J.R. Mackert¹⁴ yaptığı çalışmada 6 farklı marka gövde porselenini yapay tükürük ve damıtılmış suda bekletmiş ve tekrar fırınladığı örneklerde x ışını difraksiyon yöntemiyle lōsit oranlarındaki değişimi ölçmüştür. Lōsit ağırlık oranlarında 0,009 ile 0,014 arasında bir değişiklik kaydetmiştir. Bu aralığı daha sonra örneklerde 2,2-6,2% lōsit değişimine eşit bulmuştur. Bu sonuçlarla J.R.Mackert'in çalışması bizim çalışmamızı desteklemektedir. Çalışmamızda bu aralıktaki lōsit değişikliği ile ilişkilendirilen, porselenin ısısal genleşme katsayısındaki değişiklik, $0.2 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve $0.3 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındadır; ve bu değer Tucillo ve Nielsen' in belirttiği metal ile porselenin ısısal genleşme katsayıları arasındaki $0,2 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$ lik sınır değerle kıyaslandığında porselenin çatlamasına yol açabilecek, ısısal genleşme katsayısı uyumsuzluğu değerindedir.

Suyun, silikat camlarına olan difüzyonu, difüze olunan örneklerin, çatlağa ait moleküler suyun olduğu difüzyon-reaksiyon modeli ile açıklanabilir. Su ayrıca camla

reaksiyona girerek hareketsiz silanol grupları oluşturabilir. Suyun, cama olan difüzyonu, difüzyon reaksiyonu ile ifade edilir ve etkili difüzyon katsayısı (D_e) ile açıklanır. Alkali silikat camlarında, su ayrıca, alkali iyonlarla iyon değişimi nedeniyle camın içine girer⁶⁴.

Çalışmamızda porselen örneklerde lōsit artış oranlarında zamana bağlı olarak artış gözlenmiştir. Wakabayashi ve Tomozowa'nın²⁶ düşük ısıda, suyun silika camlarına difüzyonuna ait çalışması zamana bağlı difüzyon derinliklerinin anlaşılmasını sağlar. Buna göre 37 °C'de altı ay içinde, fūzyona uğramış silika içine, su yaklaşık 1 µm kadar difüze olacaktır²⁶. Bu bize çalışmamızda süreler arasındaki lōsit miktarları değişimini açıklar. Suyun potasyum aluminosilikat camları içine olan penetrasyonunun, fūzyona uğramış silikaya göre daha derin olması söz konusudur; bu olay, alkali iyon modifiye cam yapısı içine suyun daha hızlı difüze olması ve yaklaşık olarak aynı boyutta olan, potasyum ve hidronyum iyonları arasında daha hızlı iyon değişiminin olması nedeniyledir^{67,68,69}.

Potasyum alümina silikat camları için kurutucu içinde aylar boyunca saklanmasından sonra bile havadaki nemin oluşturduğu iyon değişiminin nufusiyet derinliği ışık mikroskopisinde görülebilir olacaktır⁷⁰.

Camın, su içeriğinin, viskozite üzerinde belirgin etkisi vardır. Su içeriğinin artırılması camın viskozitesini, viskoz akış için aktivasyon enerjisinin azaltılmasıyla düşürür. Hidroksil iyonları, camı silikat ağını, alkali ya da alkalın iyonlarına benzer bir şekilde dağıtacak şekilde cam modifiye edici görevi yapar. Yapının hidroksil kısmında kopma olduğu için camın akış karakterinde hidroksilin etkisi, alkali veya alkalınlerdekenden daha fazladır^{71,72,73}.

Su ve tükürük grupları arasında lōsit artışındaki oran farklılığı bulgusu bu çalışmanın diğer bir sonucudur. Her bir örnek grubundaki tüm yapıların ortalama değerleri karşılaştıran analizde, özellikle altı aylık bekleme süresi sonundaki fırınlamada yapay tükürük ve saf su gruplarının sonuçları, birbirlerinden belirgin olarak ve her ikisi de kontrol grubununkinden belirgin olarak farklıydılar.

J.R. Makert Jr.'nin¹⁴ belirttiğine göre Arvidson ve Johansson'un yapay tükürük formülü, hiç protein içermez, bu şekilde saf su ve yapay tükürük grupları arasındaki farklılıklar yapay tükürüğün iyonik içeriğine bağlı olarak olmalıdır. Yapay tükürüğün iyonik içeriği, porselen yüzeyini aşağıda tartışıldığı gibi lōsitlerin kristalizasyonu için geçerli maddelerin süzülmesinden kısmen korunur^{8,14}.

$K_2O-Al_2O_3-SiO_2$ sisteminde, lōsit kristalizasyonu için yüksek potasyum içeriği gerekmektedir. Onun için potasyumun $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$ camından, saf su içindeki hidroksil iyonları nedeni ile iyon değişimi ile süzülmesi, su absorpsiyonu ile oluşan lōsit kristalizasyonunda bazı kazanımlar oluşturabilir. Yapay tükürüğün iyonik içeriği, kısmen, porselen yüzeyini potasyumun kaybindan koruyacaktır ve sonuç olarak, kristalizasyonda su absorpsiyonunun tam etkisini, porselen daha iyi tolere edecektir. Bu mekanizma için kanıt, su içinde ve farklı iyon kuvvetleri çözeltilerinde cam süzülme ve iyon değişimi çalışmalarından sağlanmıştır^{75,76}.

Wakabayashi'nin²⁶ belirttiğine göre cam korozyonu ve elektrot membran camları çalışmasında Baucke, solüsyon ile temasta olan cam yüzeyinin elektrokimyasal yapısı vardır ve bu sadece camın termodinamik özelliklerine ve solüsyon kompozisyonuna dayanmaktadır demıştır. Ve bunu az orandaki hidrojenin solüsyonlardaki alkali iyon aktivitesinde bile solüsyonlarla temas halindeki silikat camları için "cam yüzeyi genellikle silanol grupları ve ayrıca protonlarla kaplanır" şeklinde ifade eder. İnterfazın yanındaki camın, alkali iyonlarının, yüzey gruplarına bağlanmış hidrojen iyonlarının büyük konsantrasyon farklılıkları, cam yüzeyin altında, bu iyonların

interdifüzyonuna neden olur. Bu nedenle, su ya da elektrolit ile temas halindeki bir alkali silikat camda, alkali iyonlar cam yüzeylerden süzülür^{77,78,79}.

Yüzey silanol grupları ve camın alkali iyonlar arasındaki iyon değişim işlemi buna neden olur. Silanol grupları ile kaplanmış alkali silikat camların yüzeylerine zıt olarak, alkali aluminosilikat camların yüzeyleri alkali iyon kaplamasını, solüsyonda hidrojen-alkali iyon aktiviteleri yüksek oranda olsalar da gösterir^{80,81}.

Alkali silikat, aluminosilikat ve borosilikat camların iyon değişimi oranlarına ilişkin çalışmaların da gösterdiği gibi, çeşitli tuzlu solüsyonlardaki iyon değişim oranları deiyonize sudakinden daha düşüktür. İyon değişiminde, hidronyum iyonlarının katılımının yokluğu, sodyum iyonları içeren lityum aluminosilikat cam için araştırıldığında cam içinde lityum iyonlarının sodyum iyonları ile birebir değişimi gözlenmiştir^{82,83}.

Arvidson ve Johansson'a¹⁴ göre yapay tükürüğünün ana monovalent iyonları, potasyum ve sodyumdur. Hidronyum konsantrasyonları yaklaşık olarak beş kez daha düşüktür. Tükürük solüsyonu porselen yüzeyinden potasyumun bir kısmının kaybının sodyumla değişimi nedeniyle beklendiği halde porselen yüzeyinden potasyum deiyonizasyonuna (hidronyum ile değişim) karşı önemli düzeyde koruma sağlamıştır.

Söderholm ve arkadaşları⁵⁶ (bu tip çalışmalarında Arvidson-Johansson formülünü kullanmıştır) da kendi tükürükte bekletilmiş rezin kompozit örneklerinde ayrıca bir çökelti gözlemlemişlerdir. Bunlar, çökeltinin içeriğini tayin etmemişlerdir fakat bunun muhtemelen fosfat ve karbonat tuzlarından olabileceğini not etmişlerdir. bizim çalışmamızda da görülen, porselen yüzeyinde yapay tükürükten oluşan bu tuzların artıklarının yeniden fırınlama sırasında, ek lōsit kristalizasyonunun azaltılabileceği olasılığı vardır. Çalışmanın sonucunu etkilememesi için porselen örnekler üzerindeki tebeşirimsi görüntü temizlenmiştir.

Bir çalışmada da füzyona uğramış silika örneğinin yüzeyinde, bir damla musluk suyunun, örnekler 1 saat boyunca 1400°C'de fırınladığında yüzey kristobalit nükleasyonunu katalize ettiği gösterilmiştir. Bu deney, çok sayıda fizyonlu silika örnekleri üzerinde üç kez distile edilmiş su ile yapıldığında, kristobalit nükleasyonu, tamamen daha az veya hiç yoktu⁸⁴.

Tükürükteki iyonik yapı da ağız içinde geçici simantasyondan sonra tekrar fırınlanan porselenlerdeki lōsit kristalizasyonlarının bir ek nedeni olabilir^{84,86,87}.

Bu çalışmanın sonuçları, porselen tarafından emilen nemin, sonraki fırınlama sırasında, lōsit kristalizasyonunu artırıcı etki yapacağını gösterir.. Bu etki çok büyük değildir, fakat bir kısım örnek gruplarında, oluşan lōsit miktarı porselenin ısısal genleşme katsayısı ve metalin ısısal genleşme katsayısı arasındaki farkta güvenli sınırı aşacak değişikliği oluşturacak değerde bulunmuştur.

SONUÇ

1. 15 gün süresince distile su ve yapay tükürükte bekletilmiş porselen örneklerin lösit miktarları değişmemiştir.
2. 1 ay, 3 ay ve 6 ay süresince distile suda bekletilen porselen örneklerin lösit oranlarında artmalar gözlemlenmiştir.
3. 1 ay, 3 ay ve 6 ay süresince yapay tükürükte bekletilen porselen örneklerin lösit oranlarında artmalar gözlemlenmiştir.
4. 1 ay, 3 ay ve 6 ay boyunca distile suda bekletilen örneklerle 1 ay, 3 ay ve 6 ay süresince yapay tükürükte bekletilen örneklerin karşılaştırıldığında yapay tükürükte bekletilen örneklerde lösit miktarı daha fazla artmıştır.
5. Dental porselenlerde lösit miktarı arttıkça porselenin ısısal genleşme katsayısında da artış olmuştur.
6. Bu çalışmanın sonuçlarından özellikle 3 ay ve sonrasında tükürükle temas eden dental porselenlerin tekrar fırınlanması sonunda lösit oranlarının artmış olması ve bunun porselen ve metal arasındaki ısısal genleşme katsayısı farkını değiştirerek porselen ve metal arasındaki bağı zayıflatması klinik olarak önemlidir.

ÖZET

Bu çalışmada belirli periyotlarda yapay tükrük ve distile su içinde bekletilen iki farklı porselen sisteminin tekrarlayan fırınlamalarında içlerindeki lösit kristalizasyonunun ve bunun ısısal genleşme katsayısına etkisinin ölçülmesi amaçlanmıştır

Ceramco II ve Finesse porselen sistemlerinde 90'ar adet disk şeklinde örnek lösit kristalizasyonu miktarını ölçmek için birer adet dikdörtgenler prizması şeklinde örnek de ısısal genleşme katsayısı ölçümü yapmak için hazırlandı.

Bu örnekler kontrol grubu ve distile su ve yatay tükrükte bekletilecekleri sürelerle göre yapay tükrük ve distile su grubu olmak üzere gruplara ayrıldı. Örnekler x ışını difraksiyon cihazında ve dilatometrede test edildiler.

Lösit kristalizasyonu ölçülen örneklerde yapay tükrük ve distile su içinde bekletildikleri süre sonlarında tekrarlayan fırınlama sonucu zamanla lösit kristalizasyonunun arttığı ve yapay tükrükte bekletilen örneklerde distile su da bekletilenlere göre daha fazla lösit kristalizasyonu oluştuğunu ve lösit kristalizasyonu oluşumunun porselenin ısısal genleşme katsayısını arttırdığı tespit edilmiştir.

ABSTRACT

THE EVALUATION OF THERMAL EXPANSION COEFFICIENT AND LEUCITE CRYSTALLIZATION OF REPEATEDLY HEAT TREATED DENTAL CERAMICS PERIODICALLY CONTACTED WITH SALIVA AND DISTILLED WATER

Leucite crystallization and its effect on the coefficient of thermal expansion have been investigated for two porcelain systems submerged in distilled water and artificial saliva for certain periods.

90 disk-like samples were prepared to measure leucite crystallization for the Ceramco II and Finesse porcelains and two samples in rectangular prism shape to measure the thermal expansion coefficient. These samples are grouped into two categories with respect to their duration of submergence in the distilled water and the artificial saliva. Then these samples were tested using X-ray diffraction and the dilatometer.

It is found that leucite crystallization increased in the oven-dried samples submerged in distilled water and artificial saliva and samples submerged in artificial saliva produced more leucite crystallization as compared to those submerged in the distilled water. It is also determined that leucite crystallization increased the thermal expansion coefficient of the porcelain.

KAYNAKLAR

1. SHILLINGBURG, H.T., HOBO, S., WHITSETT, L.D.: Fundamentals of Fixed Prosthodontics, Second Edition, Chicago, Quintessence Publishing Co., (1981).
2. AKIN, E.: Dişhekimliğinde Porselen, 3.Baskı, İ. Ü. Diş Hek.Fak.Yayınları, İstanbul, (1999).
3. MCLEAN, J. W.: Evolution of Dental Ceramics in the Twentieth Century., J. Prosthet. Dent., 85: 61-66, (2001).
4. ÇUHADAROĞLU, İ.M.: Metal Destekli Seramik Kronlar, Kron Köprü Protezi, 2. Baskı, A.Ü. Diş Hek. Fak. Yayınları, Ankara, (1977).
5. OKTAY, H. G.: Tüm Seramik Sistemler., E. Ü. Diş Hek. Fak. Derg., 24: 11-16, (2003).
6. YAVUZYILMAZ, H.: Metal Destekli Estetik (Veneer – Kaplama) Kronlar, Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Basımevi, Ankara, (1996).
7. ZAIMOĞLU, A., CAN, G., ERSOY, A.E., AKSU, L.: Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi, A. Ü. Diş Hek. Fak. Yayınları, Ankara (1993).
8. J.R. MACKERT JR. C.M. RUSSELL , Leucite Crystalization during Processing of a Heat Pressed Dental Ceramics. Int. J. Prosthodont 1996 May. Jun 9(3): 2615
9. C.W.FAIRHURST ,K.J. ANUSAVİCE , D.T. HASHİNGER S.W. TWİGGS, Thermal Expansion of Dental Alloys and Porcelain. J Biomed Mater Res. 1980 Jul;14(4):435-46
10. J.R. MACKERT JR. A.L. EVANS , Quantative X-Ray Diffraction Determination of Leucite Thermal İnstabililty in Dental Porcelain J Am Ceram Soc 74, pp.450-453(1991).
11. J.KLEVERLAAN, HANG WANG. Thermal Behavior of Dental Ceramics. Biomaterials 25.2447-2453 (2004).
12. MACKERT JR., BUTTS MB, FAIRHURTS CW. The Effect of The Leucite Transformation on Dental Porcelain Expansion Dent Mater :2:32-6(1986)

13. JR. MACKERT JR. S.W. TWIGGS and A.L. WILLIAMS , Isothermal Anneal Effect on Leucite Content in Dental Porcelain. J Dent Res 74 ,pp 1259-1265(1995).
14. JR. MACKERT JR. and A.L. WILLIAMS , Water-enhanced crystalization of leucite in dental porcelain Sec of Dent Mat. (2000).
15. I.L. DENRY.,J.A. HOLLOWAY, S.F. Rosentiel. Effect of İon Exchange on The Microstructure, Strenght, and Thermal Expansiyon Behavior of a Leucite-reinforced Porcelain J Dent Rest 77(4):583-588, April,(1998)
16. MİKOĞLU, M. M.: Tam Seramik Posterior Sabit Parsiyel Restorasyonların In-Vitro ve In-Vivo Uygulanabilirliği ve Sınırlamaları Yönünden İncelenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1997).
17. CHUNG, K., DUH, J.: Properties of Glass-Ceramic Materials for Fixed Partial Denture Constructions, J. Oral Rehabil.; 23, 590-598, (1996).
18. O'BRIEN, W.J.: Dental Materials, Properties and Selection, Chicago, Quintessence Publishing Co., (1989).
19. JACOBI, R., SHILLINBURG, H.T., DUNCANSON, M.G.: A Comparison of the Abrasiveness of Six Ceramic Surfaces and Gold, J. Prosthet Dent., 66: 303-309, (1991).
20. HONDRUM, S.O.: A Review of the Strength Properties of Dental Ceramics, J. Prosthet. Dent, 67: 859-865, (1992).
21. GÖKÇE, S.H.: In-Ceram Core (kor) Destekli Porselen Kronlarda Core Tasarımının Dayanıklılığa Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1999).
22. EVANS, D. ,BARGHI, N., MALLOY, C.& WINDELER , S. The influence of condensation method on porosity and shade of body porcelain. Journal of Prosthetic Dentistry, 61,305 (1990).
23. HASELTON, R.D., DIAZ-ARNOLD, M.A., HILLIS, L.S.: Clinical Assesment of High-Strenght All-Ceramic Crowns, J. Prosthet. Dent., 83:396-401, (2000).
24. ÖZTAŞ, D.D.: Porselen Jaket Kron Yapımında Uygulanan Çeşitli Kor Materyallerinin Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, A.Ü. Diş Hek. Fak., Ankara, (1990).
25. ANTONSON, G. S. A.: Işık İle Sertleşen ve Dual-Cure Resin Simanların Farklı Renk, Kalınlık ve Yüzey Pürüzlendirme Koşullarındaki All-Seramikler İle Kullanıldığında Polimerizasyon Etkinliğinin Matematiksel Olarak Belirlenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1999).
26. WAKABAYSHI H, TOMOZAWA M. Diffusion of Water into Silica Glass at Low Temprature. J Am Ceram Soc 72:1850-5 (1989).

27. Evalution of A Glass-Ceramic Restorative Material., J. Oral Rehabil., 24: 636-645, (1997).
28. ANUSAVICE, K. J., ZHANG, N. Z.: Chemical Durability of Dicor and Lithia-Based Glass-Ceramics., Dent. Mater., 13: 13-19, (1997).
29. J.R. MACKERT JR., F.A.RUEGGERBERG, P.E. Lockwood Isothermal Anneal Effect on Microcrack Density around Leucite Particles in Dental Porcelain., J Dent Rest 73(6):1221-1227, June (1994).
30. HANKINSON, J.A, & CAPPETTA , E.G. Five Years Clinical Experience with a Leucite Reinforced Porcelain System . International Journal of Periodonics and Restorative Dentistry, 14,138 (1994) .
31. YÜKSEL, G., ÇEKİÇ, C., ÖZKAN, P.: Metal Desteksiz Porselen Sistemleri, Atatürk Ün. Dişhekimliği Fak. Dergisi, 10(2): 79-88, (2000).
32. KINGERYWD, BOWEN HK. UHLAMANN DR. Introduction to Ceramics. 2nd ed. (1976)p.583-644 . (1976)
33. PAULO F. CESAR Correlation between fracture toughness and leucite content in dental porcelains. Journal of Dentistry 33,721-729(2005).
34. S. ASSMANN, M. ERMICH. Detarmination of quantative leucite content in pressable ceramics compared to convantional dental porcelains. Journal of Materyal Sience, 833-835, 12(2000)
35. CARLOS JOSE SOARES, RODRÍGO BORGES FONCESA. Influence of cavity preparation design on fracture resistance of posterior Leucite-reinforced ceramic restorasyons. The Journal of Prosthetic Dentistry 421, June (2006)
36. ALVARO DELLA BONA, Characterizing ceramics and the interfacial adhesion to resin: 1- The relationship of microstructure, composition, properties and fractography. Journal of Applied Oral Science ;13(1):1-9(2005)
37. DAVIS MJ,IHINGER PD,LASAGA AC. Influence of Water on Nucleation Kinetics in Silicate Melt. J Non – Cryst Solids;219:62-9 (1997)
38. CHUNG, K., DUH, J. Properties of Glass-Ceramic Materials for Fixed Partial Denture Constructions, J. Oral Rehabil.; 23, 590-598, (1996).
39. CLAUS, H.: The Structure and Microstructure of Dental Porcelain in Relationship to the Firing Conditions, Int. J. Prosthodont, 2: 376-384, (1989).
40. YEN, T.W., BLACKMAN, R.B., BAEZ,R.J.: Effect of Acid Etching on the Flexural Strenght of a Feldspathic Porcelain and a Castable Glass Ceramic, J. Prosthet Dent., 70: 224-233, (1993).

41. MACKERT JR, WILLIAMS AL. Microcracks in Dental Porcelain and Their Behavior During Multiple Firing .J Dent Res 75: 1484 –90 (1996).
42. DOREMUS RH. Diffusion of Water in Rhyolite Glass :Diffusion –Reaction Model .J Non –Crsty Solid;261:101-7 (2000)
43. HOBO, S., IWATA, T.: A New Laminate Veneer Technique Using a Castable Apatite Ceramic Materials. I. Theoretical Consideration, Quintessence Int., 16: 451-458, (1985).
44. LANGS, S.A., Star, C.B. : Castable Glass Ceramics For Veneer Restorasyons , J. Prosthet. Dent., 67:590-594,(1992).
45. JR. MACKERT JR , A.L. WILLIAMS, C.M. RUSSELL J.W. Ergle ,Effect of Local Colling Rate and Processing Variables on Leucite in Dental Porcelain. Int. J. Prosthodont. 2003 Nov. Dec. 16(6) ;647-52
46. I.L. DENRY, J.A HOLLAWAY Phase Transformation in a Leucite-reinforced Pressable Dental Ceramic. Journal of Biomedical Material Research p351-359. 54(2000)
47. BAN. S.& ANUSAVICE , K.J. (1990) Influence of test method on failure stress of brittle dental materials. Journal of Dental Research ,69 ,(1971).
48. BURKE, F.J.T., WATTS, D.C.: Fracture Resistance of Teeth Restored With Dentin Bonded Crowns, Quintessence Int, 25: 335-340, (1994).
49. DONG, J.K., LUTHY, H., SCHARER, P.: Strength and Microstructure of IPS Empress 2 Glass-Ceramic After Different Treatments, Int. J. Prosthodont, 13: 468-472, (2000).
50. SHERILL, C.A. & O'BREIN , W.J. Transverse Strength of Aluminous and Feldspathic Porcelain. Journal of Dental Research ,53, 683(1974) .
51. ÖZCAN, M. Fracture Strength of Ceramic-Fused-to-Metal Crowns Repaired with Two İntraoral- Abrasion- Techniques and Some Aspects of Silane Treatment-A Laboratory and Clinical Study (in english) . Med Diss Cologne GERMAY. (1999) .
52. RESONSTIEL SF, IAND MF, FUJIMOTO J. Contemporary Fixed Prosthodontics. St. Louis: Mosby. p.354,618 (1995).
53. JAVIER GARCIA-GUINEA, Virgilio Correcher Analysis of Luminenscence Spectra of Leucite.(2001)
54. B.E. WARREN, X-Ray Diffraction (August) 1990

55. WELTZLER, M.: Ein Nicht alltaglicher Fall-Mit In-Ceram Gelöst (II), Quintessenz Zahntechnik, 23: 327-340, (1997).
56. ERÇOBAN, E.: İki Farklı Kor Yapım Tekniğine Sahip In-Ceram ve IPS Empress Tam Porselen Sistemlerinin Farklı Dentin Kalınlıkları ve Farklı Fırınlama Sayılarına Gösterdikleri Renk Değişikliklerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1998).
57. WILLIAMSON, R.T., KOVARIK, R.E., MITCHELL, R.J.: Effects of Grinding, Polishing and Overglazing on the Flexure Strength of a High-Leucite Feldspathic Porcelain, Int. J. Prosthodont, 9: 30-37, (1996).
58. DENRY, I.L., MACKERT, J.R., HOLLOWAY, J.A., ROSENSTIEL, S.F.: Effect of Cubic Leucite Stabilization on the Flexural Strength of Feldspathic Dental Porcelain, J. Dent. Res., 75, 1928-1935, (1996).
59. MCCABE, J.F.: Applied Dental Materials, Seventh Edition, Egypt, Mass Publishing Co., (1994).
60. PROBSTER, L., DIEHL, J.: Slip-Casting Alumina Ceramics for Crown and Bridge Restorations, Quintessence Int. 23: 25-31, (1992).
61. MORMANN W. BINDLE A. All-ceramic, chair-side computer-aided design/computer-aided machining restorations Dent Clin N Am 46. 405-426. (2002)
62. NG, S. A., STARR, C. B.: Castable Glass Ceramics for Veneer Restorations., J. Prosthet Dent., 67: 590-594, (1992).
63. LU, Y. C., TSENG, H., SHIH, Y. H., LEE, S. Y.: Effect of Surface Treatments on Bond Strength of Glass-Infiltrated Ceramic., J. Oral Rehabil., 28: 805-813, (2001).
64. DOREMUS RH. Glass Science . NewYork : Willey, .p.74, 97,134-5,166-7 (1973).
65. K.J.ANUSAVICE, P.H. DEHOFF, A.GRAY and P.S.LEE, Delayed Crack Development in Porcelain due to Incompatibility Stress, J Dent Res 67,pp.1086-1091(1998),
66. ZENG ,K., ODEN ,A.,REWCIFFE, D. :Flexure Tests on Dental Ceramics ., Int. J: Prosthodont., 9:434-439,(1996).
67. LATZ, M. B., SADAN, A., ARCH, G. H., LANG, B. R.: In Vitro Evaluation of Long-Term Bonding of Procera AllCeram Alumina Restorations with A Modified Resin Luting Agent., J. Prosthet. Dent., 89: 381-387, (2003).
68. JONES, D.W.: Development of Dental Ceramics, Dent. Clin. North Am., 29(4): 621-645, (1985).

69. KELLY, J.r., nishimura, i., campbell, s.d.: Ceramics in Dentistry: Historical Roots and Current Perspectives, J. Prosthet. Dent., 75: 18-32, (1996)
70. LEINFELDER, K.F., LEMONS, J. E.: Clinical Restorative Materials and Techniques, Philadelphia, Lea & Febiger, (1998).
71. YÜKSEL, G.: Tekrarlanan Fırınlama İşlemlerinin IPS Empress Sistem İle Kronların Kenar Uyumuna Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1996).
72. WALL, J.G., CIPRA, D.L.: Alternative Crown Systems, Dent. Clin. North Am., 36: 765-782, (1992).
73. MC. LEAN, J.W.: Evaluation of Dental Ceramics in the Twentieth Century, J. Prosthet Dent., 85: 61-66, (2001).
74. BLATZ, M. B., SADAN, A., BLATZ, U.: The Effect of Silica Coating on the Resin Bond to the İntaglio Surface of Procera AllCeram Restorations., Dent. Mater., 34: 542-547, (2003)
75. BLIXT, M., ADAMCZAK, E., LINDEN, L. A., ODEN, A., ARVIDSON, K.: Bonding to Densely Sintered Alumina Surfaces: Effect of Sandblasting and Silica Coating on Shear Bond Strength of Luting Cements., Int. J. Prosthodont., 13: 221-226, (2000).
76. ARICI, S., TÜRK, T.: Kuşlamanın Metal Braket Tabanı ve Adeziv Rezin Arasındaki Bağlantıya Etkisi: Bir In Vitro Çalışma., 19 Mayıs Ün. Diş. Hek. Fak. Derg., 2: 19-23, (1999).
77. RUFENACHT, C.R.: Fundamentals of Esthetics, Chicago, Quintessence Publishing Co., (1990).
78. MC LEAN, J.W.: The Science and Art of Dental Ceramics, Vol. I: The Nature of Dental Ceramics and Their Clinical Use, Illinois, Quintessence Publishing Co., (1979).
79. MCCABE, J.F.: Applied Dental Materials, Seventh Edition, London, Mass Publishing Co. (1994)
80. GÖKÇE, S.H.: In-Ceram Core (kor) Destekli Porselen Kronlarda Core Tasarımının Dayanıklılığa Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1999).
81. SULAIMAN, F., CHAI, J., JAMESON, L.M., WOZNIAK, W.T.: A Comparison of the Marginal Fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera Crowns, Int. J. Prosthodont, 10: 478-84, (1997).

82. CRISPIN, B.J.: Contemporary Esthetic Dentistry: Practice Fundamentals, Chapter 6: Esthetic Ceramic Restorative Materials and Techniques, Quintessence Pub. Co., Inc., Chicago, (1994).
83. BLATZ, M. B., SADAN, A., BLATZ, U.: The Effect of Silica Coating on the Resin Bond to the Intaglio Surface of Procera AllCeram Restorations., Dent. Mater., 34: 542-547, (2003).
84. BLATZ, M. B., SADAN, A., KERN, M.: Resin-Ceramic Bonding: A Review of the Literature., J. Prosthet. Dent., 89: 268-274, (2003).
85. GLANTZ , P.O., NILNER, K., JENDERSEN, M.D. & SUNBERG, H. Quality of Fixed Prosthodontic After 15 years. Acta Odontologica Scandinavica, 51, 247. (1993).
86. KARLSSON , S. Clinical Evolution of Fixed Bridges 10 Years Following Insertion . Journal of Oral Rehabilitation, 13, 423 (1986)
87. ODEN, A., ANDERSON, M., ONDRACEK, I.K., MAGNUSSON, D.: Five year Clinical Evaluation of Procera All-Ceram Crowns, J. Prosthet. Dent., 80: 450-456, (1998).
88. LEINFELDER, K.F., LEMONS, J. E.: Clinical Restorative Materials and Techniques, Philadelphia, Lea & Febiger, (1998).
89. Mc Millan P.W. Glass-ceramics , 2nd ed. p. 56-7 (1979)

ÖZGEÇMİŞ

ADI : ÖMÜR
SOYADI : ÖZTÜRK
DOĞUM YERİ VE TARİHİ : ANKARA 1980
EĞİTİMİ :
1.GAZİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ 1997-2002
2.ORDU LİSESİ 1994-1997
3.SİNOP ATATÜRK İLKÖĞRETİMOKULU (1987-1994)
YABANCI DİLİ : İNGİLİZCE