

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

129831

**DENTAL PORSELENLERDE TEKRARLANAN
FIRINLAMA İŞLEMİNİN BOYUTSAL STABİLİTE ÜZERİNE
ETKİSİNİN DİJİTAL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİ İLE
İNCELENMESİ**

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

129831

DOKTORA TEZİ

Serhan AKMAN

Danışman

Prof. Dr. Gürcan ESKİTAŞCIOĞLU

KONYA-2003

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

**DENTAL PORSELENLERDE TEKRARLANAN
FIRINLAMA İŞLEMİNİN BOYUTSAL STABİLİTE ÜZERİNE
ETKİSİNİN DİJİTAL FOTOGRAMETRİ YÖNTEMİ İLE
İNCELENMESİ**

Prof.Dr.Hasan ALKUMRU



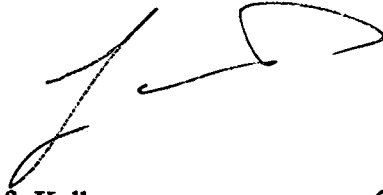
Prof.Dr.Gürcan Eskitaşcıoğlu



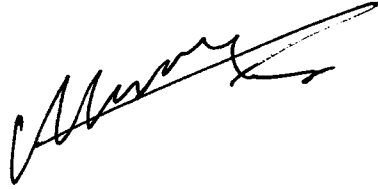
Prof.Dr. Ferruh Yıldız



Doç Dr. Sema Belli



Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kalkan



İÇİNDEKİLER

1-GİRİŞ	1
2-LİTERATÜR BİLGİ	2-40
2.1.Fotogrametri.....	2
2.1.1. Fotogrametrik değerlendirme teknikleri.....	2
2.1.1.1.Grafik fotogrametri	2
2.1.1.2. Analog fotogrametri.....	3
2.1.1.3. Analitik fotogrametri	3
2.1.1.4. Dijital fotogrametri	4
2.1.2. Yöneltilme	5
2.1.2.1. Otomatik iç yöneltilme.....	6
2.1.2.2. Işın demetleriyle blok dengeleme(Dış yöneltilme).....	8
2.1.3. Medikal fotogrametri.....	9
2.1.3.1. Tıp fotogrametrisi.....	11
2.1.3.2. Dış hekimliğinde fotogrametrinin kullanımı.....	12
2.1.3.2.1. Resim çekiminde kullanılan araçlar.....	12
2.1.3.2.2. Kafa, yüz ve ağız bölgesinin ölçülmesi.....	13
2.1.3.2.3. Damak ve dişlerin ölçülmesi.....	14
2.1.3.2.4. Veri elde etme.....	15
2.1.3.2.5. Kamera senkronizasyonu.....	16
2.1.3.2.6. Görüntü çözünürlüğü.....	17
2.2. Dental metal alaşımlar.....	17
2.2.1. Soy metal alaşımlar.....	17
2.2.2. Soy olmayan metal alaşımlar.....	18
2.3. Dental porselenler	21
2.3.1. Metal destekli dental porselenler.....	23
2.3.2.Tam porselenler	25
2.3.3. Dental porselen uygulamalarında genel özellikler ve bazı temel kavramlar.....	36
2.3.3.1. Kondensasyon ve sinterizasyon.....	37

2.2.3.2. Metallere adezyon.....	38
2.2.3.3. Islatabilirlik.....	38
2.2.3.4. Adherent oksit	38
2.2.3.5. Akma dayanıklığı (Yield strength).....	39
2.2.3.6. Isısal genleşme katsayısı	39
2.2.3.7. Isı altında zamana bağlı deformasyon direnci (Creep resistance).....	39
3-MATERYAL ve METOT	41-58
3.1. Örneklerin hazırlanması.....	42
3.2. Örneklerin ölçümü.....	47
3.2.1. Örneklerde hesaplanacak alan, çevre ve vektörel uzunlukların tanımlanması.....	47
3.2.2. Fotogrametrik değerlendirme.....	50
4-BULGULAR.....	59-98
4.1. Fotogrametrik ölçüm sonuçları.....	59
4.1.1. Okluzal bölge ölçüm bulguları.....	59
4.1.2. Aksiyal bölge ölçüm bulguları.....	74
4.2. Tekrarlanan fırınlamalarda tespit edilen alan, çevre, vektörel uzunluklardaki değişimlerin analiz bulguları.....	89
4.3. İstatistiksel değerlendirme bulguları.....	94
5-TARTIŞMA ve SONUÇ	99-107
6-ÖZET	108-109
7-SUMMARY	110-111
8-KAYNAKLAR.....	112-122
9-ÖZGEÇMİŞ	123
10-TEŞEKKÜR.....	124

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan Cr-Ni alaşım içeriği.....	44
Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan seramik materyalleri.....	44
Tablo 3.3. Hazırlanan modeldeki noktaların X,Y,Z koordinatları.....	52
Tablo 3.4. Kamera kalibrasyon değerleri.....	53
Tablo 4.1. Metal destekli porselen örneklerde okluzal alan değerleri (milimetrekaare)....	59
Tablo 4.2. Metal destekli porselen örneklerde ortalama okluzal alan değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (milimetrekaare).....	60
Tablo 4.3. Metal desteksiz porselen örneklerde okluzal alan değerleri (milimetrekaare)...	60
Tablo 4.4. Metal desteksiz porselen örneklerde ortalama okluzal alan değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (milimetrekaare)	61
Tablo 4.5. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	61
Tablo 4.6. Metal destekli porselen örneklerde okluzal çevre değerleri (mikrometre).....	62
Tablo 4.7. Metal destekli porselen örneklerde ortalama okluzal çevre değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	62
Tablo 4.8. Metal desteksiz porselen örneklerde okluzal çevre değerleri (mikrometre)....	63
Tablo 4.9. Metal desteksiz porselen örneklerde ortalama okluzal çevre değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	63
Tablo 4.10. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	64
Tablo 4.11. Metal destekli porselen örneklerde A vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	65
Tablo 4.12. A vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	65
Tablo 4.13. Metal desteksiz porselen örneklerde A vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	66
Tablo 4.14. A vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	66
Tablo 4.15. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	67

Tablo 4.16. Metal destekli porselen örneklerde B vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	68
Tablo 4.17. B vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	68
Tablo 4.18. Metal desteksiz porselen örneklerde B vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	69
Tablo 4.19. B vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	69
Tablo 4.20. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	70
Tablo 4.21. Metal destekli porselen örneklerde C vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	71
Tablo 4.22. C vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	71
Tablo 4.23. Metal desteksiz porselen örneklerde C vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	72
Tablo 4.24. C vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	72
Tablo 4.25. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	73
Tablo 4.26. Metal destekli porselen örneklerde aksiyal alan değerleri (milimetrekare)...	74
Tablo 4.27. Aksiyal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (milimetrekare).....	74
Tablo 4.28. Metal desteksiz porselen örneklerde Aksiyal alan değerleri (milimetrekare)	75
Tablo 4.29. Aksiyal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (milimetrekare).....	75
Tablo 4.30. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	76
Tablo 4.31. Metal destekli porselen örneklerde aksiyal çevre değerleri (mikrometre.....)	77
Tablo 4.32. Aksiyal çevre değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	77
Tablo 4.33. Metal desteksiz porselen örneklerde aksiyal çevre değerleri (mikrometre...)	78
Tablo 4.34. Aksiyal çevre değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	78

Tablo 4.35. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	79
Tablo 4.36. Metal destekli porselen örneklerde D vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	80
Tablo 4.37. D vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	80
Tablo 4.38. Metal desteksiz porselen örneklerde D vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	81
Tablo 4.39. D vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	81
Tablo 4.40. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	82
Tablo 4.41. Metal destekli porselen örneklerde E vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	83
Tablo 4.42. E vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	83
Tablo 4.43. Metal desteksiz porselen örneklerde E vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	84
Tablo 4.44. E vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	84
Tablo 4.45. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	85
Tablo 4.46. Metal destekli porselen örneklerde F vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	86
Tablo 4.47. F vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	86
Tablo 4.48. Metal desteksiz porselen örneklerde F vektörel uzunluk değerleri (mikrometre).....	87
Tablo 4.49. F vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre).....	87
Tablo 4.50. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri.....	88
Tablo 4.51. Metal destekli porselen örneklerde $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Repeated measures anova sonuçları.....	94

Tablo 4.52. Metal desteksiz porselen örneklerde $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Repeated measures anova sonuçları.....	95
Tablo 4.53. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	95
Tablo 4.54. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	95
Tablo 4.55. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	96
Tablo 4.56. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	96
Tablo 4.57. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	96
Tablo 4.58. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	96
Tablo 4.59. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	97
Tablo 4.60. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	97
Tablo 4.61. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	97
Tablo 4.62. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Paired T testi ve wilcoxon testi sonuçları.....	97
Tablo 4.63. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Mann Whitney U testi ve Independent T testi sonuçları.....	98

RESİM LİSTESİ

Resim 2.1. Kamera iç geometrisi.....	6
Resim 2.2. Görüntü koordinat sistemi ile piksel koordinat sistemi arasındaki ilişki.....	7
Resim 2.3. Doğrusallık koşulu.....	8
Resim 2.4. Işın demetleri ile blok dengeleme.....	9
Resim 2.5. Porselenlerin ısı ile viskozite değişimleri.....	36
Resim 2.6. Porselenlerde termal ekspansiyon katsayısının sıcaklık ile değişimi.....	37
Resim 3.1. Metal desteksiz İvoclar IPS Empress 2 örnekler.....	41
Resim 3.2. Metal destekli ivoclar porselen örnekler.....	42
Resim 3.3. Standart örnek oluşturmada kullanılan kalıp.....	43
Resim 3.4. Standart porselen örnek.....	45
Resim 3.5. İşaretleyici kalem.....	46
Resim 3.6. İşaretlenmiş porselen örnek.....	46
Resim 3.7. Okluzal alan ve aksiyal alan.....	47
Resim 3.8. Okluzal çevre ve aksiyal çevre.....	48
Resim 3.9. A B C D E F vektörleri.....	49
Resim 3.10. X ,Y ,Z koordinatları bilinen 16 nokta içeren paslanmaz çelik model.....	50
Resim 3.11. Nikon V 12 projectör.....	51
Resim 3.12. Fotoğraf çekiminde kullanılan kamera.....	53
Resim 3.13. 1.IPS Empress 2 porselen örneğin 1.fotoğrafi.....	54
Resim 3.14. 1.IPS Empress 2 porselen örneğin 2.fotoğrafi.....	54
Resim 3.15. 1.IPS Empress 2 porselen örneğin 3.fotoğrafi.....	54
Resim 3.16. Pictran D programında fotoğraflarda noktaların işaretlenmesi.....	55
Resim 3.17. Tüm koordinatların kaydından sonra Pictran B programına geçiş.....	55
Resim 3.18. 1,2,3,4 noktalarının çelik kalıptaki 1 noktasına göre X,Y,Z, koordinatları.....	56
Resim 3.19. NedCad programıyla sonuçların elde edilmesi.....	57

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 4.1. Ortalama okluzal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	61
Grafik 4.2. Ortalama okluzal çevre değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	64
Grafik 4.3. A vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	67
Grafik 4.4. B vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	70
Grafik 4.5. C vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	73
Grafik 4.6. Aksiyal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	76
Grafik 4.7. Aksiyal çevre değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi....	79
Grafik 4.8. D vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	82
Grafik 4.9. E vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	85
Grafik 4.10. F vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi.....	88
Grafik 4.11. Fırınlamalarla elde edilen okluzal alan değerlerinde oluşan % küçülme....	89
Grafik 4.12. Fırınlamalarla elde edilen aksiyal alan değerlerinde oluşan % küçülme... 90	90
Grafik 4.13. Fırınlamalarla elde edilen okluzal çevre değerlerinde oluşan % küçülme....	90
Grafik 4.14. Fırınlamalarla elde edilen aksiyal çevre değerlerinde oluşan % küçülme....	91
Grafik 4.15. Fırınlamalarla elde edilen A vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme.....	91
Grafik 4.16. Fırınlamalarla elde edilen B vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme.....	92
Grafik 4.17. Fırınlamalarla elde edilen C vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme.....	92

Grafik 4.18. Fırınlamalarla elde edilen D vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme.....	93
Grafik 4.19. Fırınlamalarla elde edilen E vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme.....	93
Grafik 4.20. Fırınlamalarla elde edilen F vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme.....	94



1-GİRİŞ

Nesnelerin boyut, şekil, konum gibi geometrik özelliklerini güvenilir ölçülerle belirleme tekniği ve bilimi olarak tanımlanan fotogrametride ölçümler doğrudan doğruya belirlenen cisimlerin fotoğrafları üzerinde gerçekleştirilir.

Günümüzde askeri amaçlar, antropoloji, kriminoloji, astronomi, aerodinamik, tıp ve dişhekimliği gibi birçok alanda geniş kullanım alanına sahip fotogrametri, ilk olarak 1858 de Laussedat'da havadan çekilen fotoğraflar üzerinde çalışılarak harita yapımında kullanılmıştır(Atkinson 1996).

Amerikan fizikçisi Holmes'in 1863 yılında yürüme analizi için fotoğrafların görüntü çiftleri (stereopairs) ile yaptığı çalışma medikal ölçümlerde ilk fotogrametrik uygulama olarak kabul edilir. 1950'li yıllardan sonra çalışmalar daha da gelişti ve çeşitlendi. Son zamanlarda bilgisayar teknolojisindeki artan gelişmelerle birlikte dijital görüntüleme ve analizlerinin, analitik metotlarının tanınması sağlandı (Atkinson 1996).

Tıp fotogrametrisi, geniş tıp bilimindeki bütün fotogrametri uygulamalarını kapsayan bir terimdir. Tıptaki uygulamalar, genelde anatomik yapıların ve protezlerin biçim ve boyut ölçmeleriyle birlikte bu yapıların zamanla olan değişimlerini incelemektedir.

Bu çalışmada deformasyonların mikron seviyesinde 3 boyutlu olarak ölçülebildiği dijital stereo-fotogrametrik yöntem kullanılarak dişhekimliğinde estetik sözcüğünün ayrılmaz bir parçası haline gelen porselen uygulamalarında tekrarlanan fırınlamaların boyutsal stabilite üzerine etkisi araştırıldı. Fırınlama sayısının porselen restorasyonların okluzal ve aksiyal boyutlardaki değişimlere etkisini matematiksel olarak bilmek, pratik uygulamalarda klinisyen ve teknikerlere rehberlik edecek, ilgili bilim alanlarına katkı sağlayacaktır.

2-LİTERATÜR BİLGİ

2.1. Fotogrametri

Fotogrametri, fotografik görüntülerin ve yayılan elektromanyetik enerjinin biçimlerinin kayıt, ölçme ve yorumlama işleri sonucu fiziksel cisimler ve çevre hakkında güvenilir bilgileri ortaya koyan, akustik enerji şekilleri ile manyetik olayların analizini de yapan bir bilim dalıdır (Aytaç 1988).

Resimlerin çekiliş yerlerine göre fotogrametri;

1.Hava fotogrametrisi

2.Yersel fotogrametri

olarak sınıflandırılır. Hava fotogrametrisinde, yorumlama, ölçme ve değerlendirme işlemleri, havadan çekilen resimler kullanılarak yapılır. Yersel fotogrametride ise yerden çekilen resimler kullanılmaktadır (Gürbüz 1982).

2.1.1. Fotogrametrik değerlendirme teknikleri

Fotogrametrik değerlendirme tekniklerinin gelişimini dört safhada inceleyebiliriz.

2.1.1.1. Grafik fotogrametri

Başlangıçta fotogrametrik tasfir, geometrinin prensiplerini izleyen bir çizim tahtasında grafik olarak başarılmıştır. Kamera, bir fotografik teodolit gibi hizmet etti. Bu teknik, kültürel eserleri korumak amacıyla 1885'de kurulan Berlin'deki Royal Prussian Photogrametric Institution tarafından mimarlık fotogrametrisinde geniş çaplı kullanılmıştır (Albertz ve Widemann 1995).

2.1.1.2. Analog fotogrametri

Analog fotogrametride görüntüleme fotogrametrisi optik veya mekanik aletler yardımıyla yeniden kuruldu. İki resim, objenin üç boyutlu modelinin oluşturulduğu böyle bir yolla yöneltilir. Operatör, model üzerinde bir ölçü markasını hareket ettirebilir ve stereoskopik görüş altında hareketi kontrol edebilir. Bu, objenin yapısal çizgilerini doğrudan haritalamaya imkan tanır. Optik ve mekanik analog aletlerdeki gelişme sayesinde her on yılda adım adım iyileştirildi ve böylece çok yüksek doğruluğa ulaşıldı. Fotogrametrik gelişimin bu safhaları esnasında, hesaplamalardan kaçınacak bir teknik olmuştur (Wölpet 1969).

2.1.1.3. Analitik fotogrametri

Bilgisayarların gelişimi sayesinde analitik plotter olarak adlandırılan sistemlerin gelişmeside mümkün olmuştur. Böyle fotogrametrik sistemlerde resim ve obje noktaları arasındaki ilişkiler, doğrusallık denklemlerine dayanan sayısal hesaplamalar yoluyla tanımlanır. Bu özellikle sistemlerin operatörü, yöneltme ve tahmin metotları esnasında desteklediğinden beri yüksek doğruluk, büyük esneklik ve etkinlik sunar. Ayrıca sonuçlar CAD sistemleri içine doğrudan transfer edilebilir (Albertz ve Wiedemann 1995).

Bu avantajlarından dolayı, analitik plotterların gitgide analog aletlerin yerini aldığı açıktır. Son on yılda bundle dengeleme yoluyla nokta belirleme genel olarak kullanılan bir tekniktir. Bu veri elde etmek için stereofotogrametrik konfigürasyonu kısıtlanmamış bir multi resim yaklaşımıdır. Öyleki dönüştürülmüş resimler çok esnek düzenlemelerde kullanılabilir. Buna ek olarak bütün dengeleme yöntemleriyle kalibrasyon ve değerlendirmeyi birleştirmek için ayrıca ek gözlemleri hesaba katmak mümkündür. Resim koordinatlarının ölçümü, komparatörlerde eğer görüntü taranmış ise ekranda bile veya sayılaştırıcılarda genellikle monoskopik olarak gerçekleştirilir. Doğruluğun yeterli olduğu daha basit işler için komparatörlerin her birinde bağıl olarak düşük pahalı olmayan donanımlar istenir. Bu birçok

yeni kullanıcıya fotogrametri uygulamalarını açar (Albertz ve Wiedemann 1995, Kocaman 1998).

2.1.1.4. Dijital fotogrametri

Bilgisayar teknolojilerinde meydana gelen gelişmeler dijital görüntüye olan talebi artırmıştır. Teknolojik gelişmeler diğer bilim dallarında olduğu gibi fotogrametri bilim dalında da gelişmelerin temel noktası olmuştur. Klasik fotogrametrik uygulamaların bazılarını geçersiz kılan dijital fotogrametri uygulamalarında hardcopy olarak adlandırılan diapositif veya fotoğraf yerine bunların sayısal piksel serileri ile ifade edilen dijital görüntüleri kullanılır. Kısaca; dijital fotogrametrik sistemler girdi olarak dijital görüntüleri kullanan otomatik veya yarı otomatik yöntemlerle tüm fotogrametri işlemlerini yerine getiren yazılım ve donanım sistemlerinden oluşur.

Dijital görüntünün tümü, elemanları $f(u,v)$ olan iki boyutlu bir F matrisinde oluşur. Her bir elemana piksel adı verilir. Her bir pikselin arazide (veya fotoğrafta) karşılık geldiği bir radyometrik değeri vardır. Bu radyometrik değerler pikselin belirli renklerde sayısal gri değerleridir, Siyah-beyaz fotoğraf için bu gri değerler 0-255 arasında değişir.

Dijital fotogrametride iç ve dış yöneltme, analitik fotogrametri ilkelerine göre yapılır. Komparatör veya analitik aletlerle yapılan resim üzerindeki noktaların koordinat ölçmeleri dijital fotogrametri için de önemlidir. Dış yöneltmenin otomatik olarak yapılabilmesi için stereo görüntü üzerinde aynı cisme karşılık gelen noktalar otomatik olarak bulunmalıdır. Bu işlemin yapılabilmesi için resimdeki görüntü parçasının diğer resimdeki yerinin araştırılması gerekir. Yapılan bu araştırma işlemine görüntü eşleme adı verilir. Görüntü eşleme işlemleri ; alana, şekle veya görüntü ilişkilerine dayanan eşleme olmak üzere üç farklı yöntemle gerçekleştirilir. Eşleme yöntemlerinde ilk olarak sol resimdeki bir noktanın sağ resimdeki yaklaşık konumunun bulunması gerekir. Bu işlem için sol ve sağ resimlerdeki ortak noktalar yardımıyla iki boyutlu bir dönüşüm (genellikle affin dönüşümü) uygulanır. Bu işlem sonucunda resimlerin biri birine göre durumları sayısal olarak belirlenmiş olur.

Stereo görüntünün eşleme işlemleri gerçekleştirildikten sonra resim bağlantı ve yer kontrol nokta koordinatları yardımıyla fotogrametrik nirengi işlemi yapılır. Fotogrametrik nirengi işleminde genel olarak ışın demeti yöntemi kullanılır.

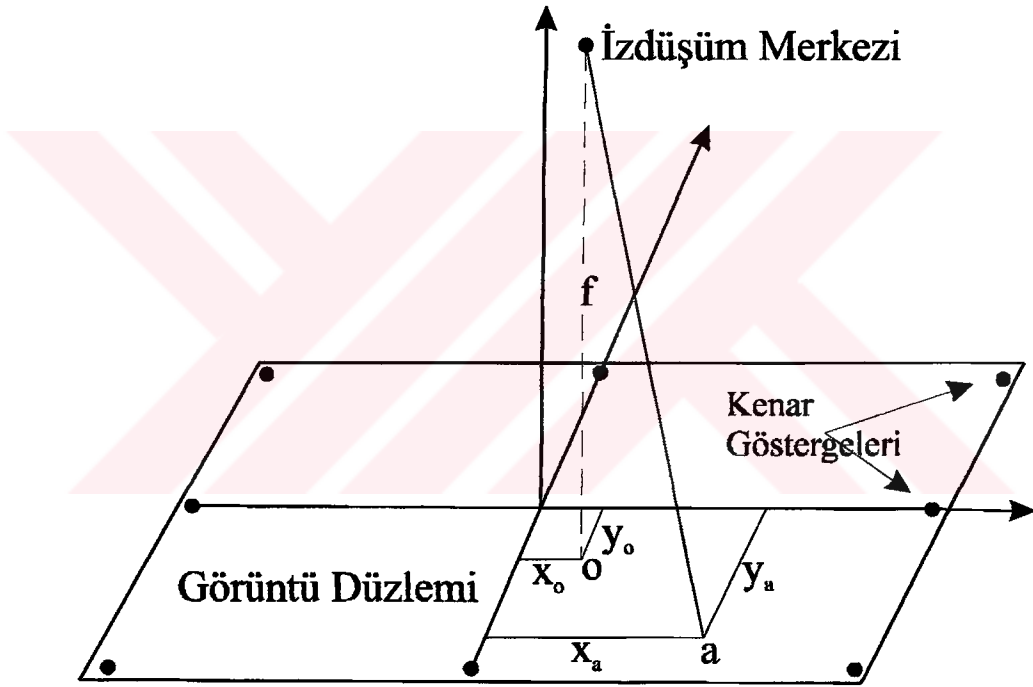
Fotoğrafların ışın demetleri sonunda dış yöneltme işlemi tamamlanmış olur. Bundan sonra objenin (veya arazinin) üç boyutlu sayısal değerlendirilmesini yapabilmek için sayısal arazi modeli (SAM) oluşturulur. Çünkü SAM, eşyükseklik eğrili haritaların perspektif görüşlerin, ortofotoların üretilmesi gibi pek çok uygulamada kullanılır. Bu işlem için obje üzerindeki dayanak noktalarının koordinatlarından yararlanır. Obje koordinat sisteminin yatay düzleminde ve yeter sıklıkta bir ağ oluşturulur. Dayanak noktaları bu ağın içinde ve dışında dağılmış durumda bulunurlar. Daha sonra bu ağın köşe noktalarının yükseklikleri çeşitli enterpolasyon yöntemlerinin herhangi birinden yararlanarak hesaplanır. Böylece objenin üç boyutlu sayısal yüzey tanımlaması yapılmış olur.

Dijital fotogrametrinin kullanıcılara sunduğu en büyük avantajlardan birisi görüntü eşleme teknikleri ve dış yöneltme parametreleri yardımıyla objenin üç boyutlu sayısal modelinin oluşturulmasıdır (Yıldız ve ark 2002).

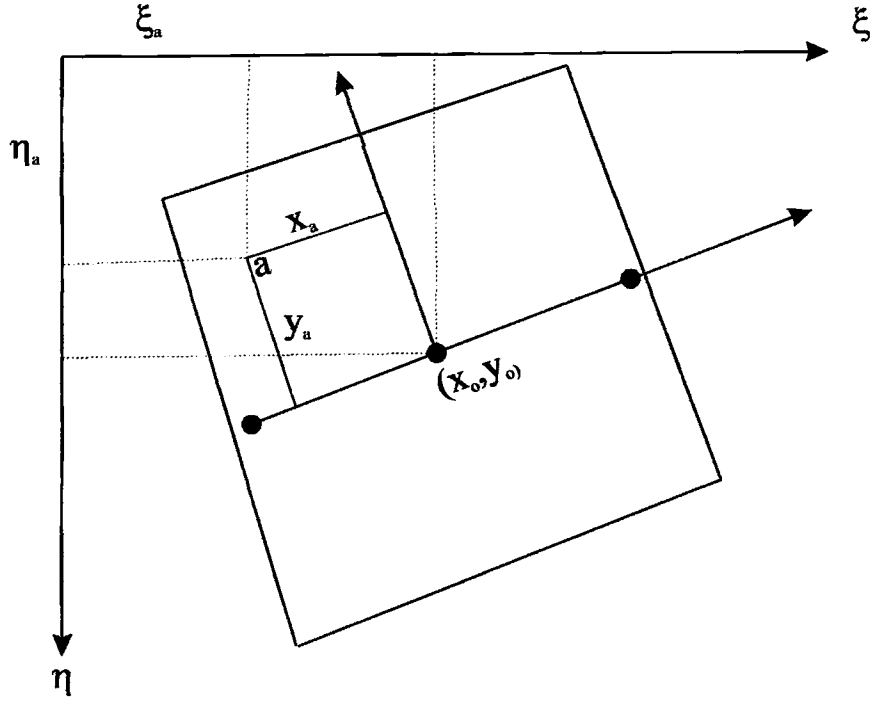
2.1.2. Yöneltme: Elde edilen stereogramların değerlendirilmesinde kullanılan resimler değil, onların oluşmasını sağlayan ışın demetleridir. Resim düzlemi ile objektif arasında kalan ışın demetine "iç demet", objektifle cisim arasında kalan ışın demetine " dış demet" denir. Yöneltme bu ışın demetlerinin , fotoğraf alım anındaki kamera pozisyonlarına uygun olarak fotogrametrik değerlendirme aletinde yeniden oluşturulması ve o andaki pozisyonlarına getirilmesi işlemidir. İç, ve dış olmak üzere iki çeşit yöneltme işlemi bulunmaktadır. Tüm bu işlemlerden sonra bir stereogram üç boyutlu görüntü vererek üzerinde ölçüm ve analiz yapılacak duruma gelmektedir. (Karabörk 2002)

2.1.2.1. Otomatik iç yöneltme

İç yöneltme, genel olarak resim alım kamerası özelliklerinin kullanılan dijital değerlendirme yazılımında dikkate alınması olarak tanımlanabilir. İç yöneltme işleminde, kullanılan kamera veya algılayıcının iç geometrisi tanımlanır (Şekil 2.1.). Dijital fotogrametride bu ilişki kalibre edilmiş resim koordinat sistemi ile görüntünün piksel koordinat sistemi arasındaki dönüşüm parametreleri ile kurulmaktadır (Mayr and Poth 1995, Aksu 1997). (Şekil 2.2)



Resim 2.1. Kamera İç Geometrisi(Karabörk 2002)



Resim 2.2. Görüntü Koordinat Sistemi ile Pikel Koordinat Sistemi Arasındaki İlişki

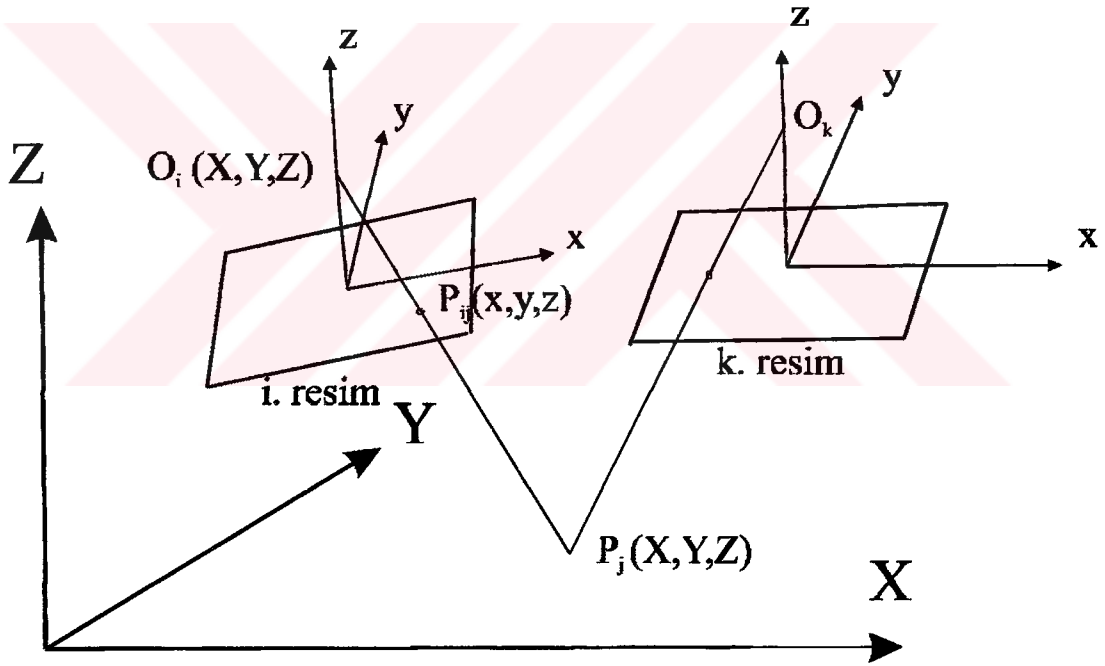
Dijital kameralarda ise piksel ve görüntü koordinatları arasındaki ilişki kameranın kalibrasyonu esnasında tanımlanabilmektedir. Optik kameralarla resim çekiminde çekilen resimlerin diapositif altlıkları elde edildikten sonra teker teker taranarak görüntüleri elde edilmektedir. Bu durumda görüntünün piksel koordinat sistemi ile görüntü koordinat sistemi arasındaki dönüşüm parametreleri kenar göstergeleri yardımıyla elde edilmektedir. İç yönlendirme işleminin otomatik olarak yapılması bir semantik kalıp tanıma problemi. Bu problemin çözümü için kenar göstergelerinin merkezleri bulunmalı ve bulunan bu değerler kenar göstergelerinin numaraları ile ilişkilendirilmelidir. Bu işlemler için dönüşüm parametrelerinin hesabında affin dönüşümü tercih edilir (Heipke 1996).

İç yönlendirme adımına ait giriş verileri olarak; dijital görüntü, kenar göstergelerinin resim koordinatları, kenar göstergelerinin distorsiyon bilgilerini içeren kamera kalibrasyon raporu ve dijital görüntünün piksel büyüklüğünü içeren tarama raporudur. İç yönlendirme sonucu elde edilenler ise piksel ile resim koordinatları arasındaki dönüşüm parametreleridir.

Söz konusu çıktı verilerinin elde edilebilmesi için kenar göstergelerinin çok hassas bir şekilde konumlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu belirleme için görüntü eşleme yöntemleri kullanılmaktadır. (Karabörk 2002)

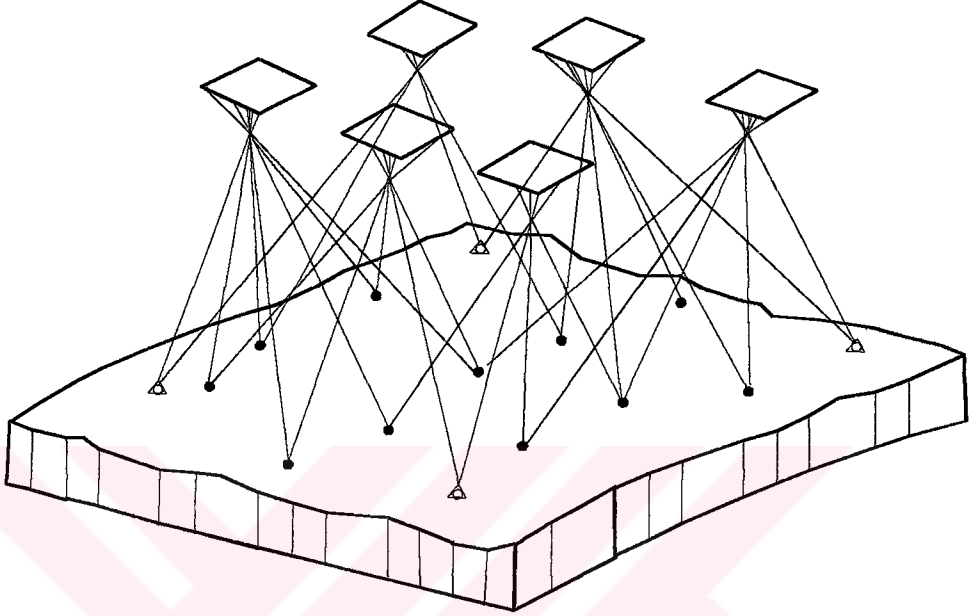
2.1.2.2. Işın demetleriyle blok dengeleme(Dış yöneltme)

Işın demetleriyle blok dengelemede ele alınan birim resimlerdir. Matematiksel olarak doğrusallık (kolinearite) koşulu ile tanımlanır. Doğrusallık koşulu, O_i izdüşüm merkezi, P_{ij} resim noktası ve P_j yer noktasının bir doğru üzerinde bulunmalarını gerektirir (Altan 1974, Yıldız 1984).



Resim 2.3. Doğrusallık Koşulu(Karabörk 2002)

Arazide bulunan bir nokta, birçok resimde bulunacağından bunu temsil edebilecek birçok ışın söz konusudur (Resim 2.4.). Demet dengelemede arazide bulunan kontrol noktaları ve resim noktaları tüm resimlerdeki bu ışınların oluşturduğu demetler bir bütün olarak dengelenir.



Resim 2.4. Işın Demetleri İle Blok Dengeleme (Karabörk 2002)

2.1.3. Medikal fotogrametri

Fotogrametrinin doğuşundan bu yana fotogrametristler medikal ölçüm araştırmalarına ilgi duymuşlar ve bu konu üzerine yönelmişlerdir. Son yüzyıldır veya daha uzun süredir gövde, kafa, yüz, kol, göğüs, ayak, deri, göz ve diş gibi insan vücudunun geniş bölgeleri ile ilişkili çalışmalarda şekil ve boyut kayıtlarında analog, analitik ve dijital fotogrametri kullanılır. Uygulamaların bazıları anatomik çalışmaları amaçlarken diğerleri hastalıkların tedavisinin bulunması ile ilişkilendirilir.

Fotogrametrik ölçümler özellikle ortopedi ve anatomi ile ilişkili gözükmemesine rağmen ayrıca oftalmoloji (göz bilimi), nöroloji, dişhekimliği, mesleki hastalıklar, ergonomik çalışmalar ve insan sağlığı ile ilişkili diğer alanlarda da yardımcıdır. Birkaç örnek verecek olursak:

Anormal yüzlerin cerrahi olarak düzeltilmesine ait analiz cerrahi müdahaleden önce ve sonra üç boyutlu resimler çekilerek yapılır (Atkinson 1996).

Gebelik sırasında omurganın deformasyon ölçümleri yapılabilir(Atkinson 1996).

Kemik ve diş yapısını ilgilendiren yapılar X-ışın fotogrametrisi ile belirlenebilir. Ayrıca bacak ve kollardaki hareketler incelenebilir. Elde edilen röntgen filmleri üzerinden uygun şartlarla sağlıklı ölçüm yapılabilir (Atkinson 1996, Mitchel ve Newton 2001).

Medikal fotogrametrinin avantajları ve dezavantajları:

1-Fotogrametri zarar verici bir yöntem değildir. Fotoğraf çekimine dayalı bir yöntem olması nedeniyle kolayca distorsiyona uğrayacak yapıda olan yumuşak dokuların zarar görmesi söz konusu değildir.

2-Yumuşak ve hareketli objelerin ölçümleri konvansiyonel yöntemlerle güçlükle yapılırken, fotogrametri yönteminde iki fotoğraf makinesinin sekronize olarak kullanılması sayesinde bu problem kolayca aşılabilmektedir.

3-Tarama metotları CT ve MRI'a göre fotoğrafların alım süresi daha kısa olduğu için vücudun tümü hareketsiz kalabilmektedir. Ayrıca vücuttaki bazı bireysel noktaların ölçümü de mümkün olmaktadır.

4-Fotogrametri'de çalışmanın, fotografik ve ölçüm fazları ayrı olduğu için hızlı bir şekilde alınan fotoğrafların ölçümleri daha sonra yapılır.

5-Görüntü ve ölçüm kayıtları kalıcıdır.

6-Fotogrametri çok yönlü bir teknik olduğu için uygun teknik ve malzemenin seçimi ile arzu edilen hassaslıkta ölçüm yapılabilir.

7-Fotografik ölçümlerden elde edilen veriler üzerinde matematiksel işlemlerin yapılması mümkündür.

8-Cam film dışındaki fotoğraf filmleri pahalı değildir ve film kaseti bitinceye kadar kullanılabilir.

10-Hastanın radyasyon alma tehlikesi yoktur.

11-Aynı koordinat sistemleri kullanılarak farklı zamanlarda ölçülen noktalar sayesinde vücut şeklinde meydana gelen değişiklikler hakkında objektif veriler toplamak mümkündür.

Bu avantajların yanı sıra fotogrametrinin kullanımı bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Böyle bir uygulamanın dezavantajları şu şekilde sıralanabilir:

1-Fotoğraf çekimi ve analizlerin yapımı aşamasında yetişmiş personel ve ekipmanın temini güçtür.

2-Metrik kameralar ve analiz cihazları çok pahalı olup, ancak belli merkezlerde bulunan sistemlerdir.

3-Fotoğraf çekimleri ve analizleri ayrı merkezlerde yapılıyorsa, klinisyen ve analiz uzmanı arasındaki iletişim zor olacaktır (Atkinson 1996).

2.1.3.1. Tıp fotogrametrisi

Tıp fotogrametrisi, tıp bilimindeki bütün fotogrametri uygulamalarını kapsayan bir terimdir. Tıptaki uygulamalar, genelde vücut parçalarının biçim ve boyut ölçümleriyle birlikte bu parçaların zamanla olan değişimlerini incelemektedir.

Fotogrametrinin kullanımındaki avantajlar Tıp Fotogrametri'sinin başarılı ve çok yönlü kullanımında önemlidir. Hastayla temas yoktur ve ihtiyaç duyulan hassasiyetle ölçümler laboratuvar şartlarında sonraki zamanlarda yapılabilir.

Tıpta kullanılan fotogrametrinin temelinde stereo-fotogrametri yer almaktadır. Resim çekimi için eş zamanlı bir çift resim çekme makinesinin kullanılması zorunludur. Bazen

cisimler hareketli olmayabilir ve çekimler farklı zamanlarda da yapılabilir (Peter ve ark 1995, Atkinson 1996).

2.1.3.2. Dişhekimliğinde fotogrametrinin kullanımı

Üç boyutlu ölçüm yapabilmesinden dolayı fotogrametri dişhekimliğinde pek çok kullanım alanı bulmuştur.

2.1.3.2.1. Resim Çekiminde Kullanılan Araçlar

Fotogrametrik değerlendirmenin yapılabilmesi için öncelikle resimlerin çekilmesi gerekir. Bu işte kullanılan araçlara genel olarak çekim kameraları denilmektedir. Çekim kameraları her şeyden önce fotoğraf çekme görevini yapabilmelidir. Ancak fotoğraf makinesinden farklı olarak çekilen resimlerin üzerinde, resim koordinat sistemini belirleyecek olan göstergelerin, resim numarasının ve kamera odak uzaklık değerinin bulunduğu kameralar da vardır.

Fotogrametrik teknikte iki tip kamera kullanılır:

- 1) Metrik kameralar
- 2) Non-metrik kameralar

Tamamıyla fotogrametrik amaca yönelik olan metrik kameralarda şu özellikler bulunmaktadır:

- a) Bu kameraların odak uzaklıkları duyarlı olarak hesaplanmıştır ve operatör tarafından bilinir.
- b) Mercekleri çok geliştirilerek distorsiyonları büyük ölçüde giderilmiştir ve varolan distorsiyonların biçimi ve grafikleri tespit edilmiştir.

Metrik kameralar, resim çerçeve işaretleri veya asal nokta bulucuları, ışınsal ve teğetsel objektif distorsiyonu, film deformasyonu, odak uzaklığı gibi faktörler göz önüne alındığında çok pahalıdır.

Metrik olmayan kameralar fotogrametrik amaçlı olmadıklarından fotogrametrik kalibrasyonu, bir takım matematiksel işlemlerle gerçekleştirilir. Non-metrik kameralar sayesinde bir takım avantajlar elde edilmiştir:

- a) Her zaman bulunabilmeleri
- b) Odak uzaklığındaki fleksibilite
- c) Fotoğraf alımında bazılarında bulunan motor nedeni ile hızlı ve kolay sağlanabilmesi
- d) Her yöne kolayca çevrilebilmeleri
- e) Fiyatlarının ekonomik olması (Gürbüz 1982, Tüdeş 1996).

2.1.3.2.2. Kafa, yüz ve ağız bölgesinin ölçülmesi

Göz çevresi gibi özellikle duyarlı bölgelere dokunulduğunda yüz kolayca biçimini değiştirmektedir. Fotogrametrik uygulamalar vücudun diğer bölümlerinden çok yüz için kullanılmaktadır. Genellikle ölçmeler kafatası ve çeneyi içine alan cerrahi ölçmelerin planlanmasına yardım etmek amacıyla üstlenmektedir. Ayrıca yapılan yüz ölçümleri cerrahi yenilenmeden sonraki ilerlemenin gözlemlenmesine ve hatta olası gerilemenin tespitine yardım eder. Özellikle dişhekimliğinde küçük operasyonlardaki şişmelerin gözlemlenmesine yardımcı olur. Bu çoğunlukla değiştirilen yüz şeklinin resmedilmesi ile bağlantılıdır. Yüz bölgesinin önemi genellikle ölçümün yüksek doğrulukta olmasını gerektirir. Ayrıca yüz bölgesi burun çevresi gibi bir çok eğime sahiptir. Yüzün tamamının kaplanması birden fazla stereo çiftini gerektirir. Aksi takdirde stereoskopik eşleştirme doğruluğu yüzdeki konumlama ile değişebilir. Bazı uygulamalar yumuşak doku yapısının radyografi aracılığıyla nakledilmesini gerektirebilir (Tim ve ark 2001, Yoshimitsu ve ark 2001).

Fotogrametrik donanımın getirdiği yüksek maliyet endişesiyle bu konuda çalışanlar multiplex eşlemesi temeline dayanan basit bir kamera/plotter sistemi geliştirdi. Projektörleri barındıran ışık projeksiyonu, bir masaya kameraya doğru yüz üstü olarak yatırılan hastanın kafa yapısını şekillendirebilmek için ışık ayarlı film kasetleri ile yenilendi. Bu işlemten sonra, film hastanın yüzünün üç boyutlu modelini elde etmek için aynı projektörler ile yeniden konumlandırıldı. Bu sistemin portatif bir biçimi fotoğraflama esnasında hastanın rahat oturabilmesine izin vermesi ve diğer pozisyonlarda da ölçüm ve fotoğraflamayı gerçekleştirebilmesi için üretildi (Heinrich ve ark 2000).

2.1.3.2.3. Damak ve Dişlerin Ölçülmesi

Küçük ve oldukça erişilmez olmasına rağmen damak ve dişler, dişhekimi çalışmaları ve tedavilerine yardımcı olmak için pek çok fotogrametrik ölçüm konusuna sahiptir.

Bazı diş ölçümleri ağız içinin fotoğraflanarak elde edilmesine rağmen diş ulaşabilmekteki problem çoğunlukla kalıplar kullanılarak halledilir. Fotogrametrik yaklaşımların bazılarında analog ve analitik plotter ile metrik ve non-metrik özelliklerin her ikisini de içeren kameralar kullanılmıştır. Kovergent kamera eksenleri, kalıpların kullanıldığı çok genel durumlarda ağız içinin fotoğraflanması için kullanılmaktadır. Stereoskopik bindirmeler kalıba küçük bir mesafe altında tek bir kamera transfer edilmesi ile elde edilmektedir.

Dişhekimiindeki uygulamalara örnek verecek olursak:

İskelet bölümlü protezlerde deformasyon ölçümlerinde kullanılmıştır (Ben-ur ve ark 1989, Chou 1991, Özkan ve Aydın 1995 , Ben-ur ve ark 1999).

Adams ve arkadaşları(1988) alveolar ridge ölçümlerini bu yöntemle yapmışlardır.

Sabit protezlerde ve diş yüzeylerinde değişimler in tespitinde kullanılmıştır (Haim ve ark 1996 ,Matthias ve ark 1994)

İmplant protezlerin pozisyon değerlendirilmesi, oturma ve deformasyonu ile ilgili fotogrametrik çalışmalar yapılmıştır (Jemt 1996, Jemt ve ark 1996).

Diş ölçümlerinin en büyük zorluğu, dişhekimliğinde kullanılan materyallerin bulunması veya konumlandırılmaya olanak sağlayan kontrolün kurulmasıdır. Bu problem sadece fotogrametrik çalışmalarda değil aynı zamanda diğer ölçüm tekniklerinde de ortaya çıkmaktadır.

Damak ile ilgili ölçümlerde aynı şekilde model esasına dayanmaktadır. Normal modellerin veya normal olmayan modellerin fotogrametrik analizi Berkowitz, Newton ve Evans tarafından yapılmıştır. Damak ile ilgili kalıplar kullanılarak analitik tekniklerle ağız içine ekspansiyon aracı yerleştirilmiştir. Bu alandaki fotogrametrik ölçümler, damakların şekil ve boyut analizlerinin gelecekte daha detaylı yapılabilmesini mümkün kılmıştır (Chadwick 1992).

2.1.3.2.4. Veri Elde Etme

Yersel uygulamalarda temel düşünce kamera tipinin seçilmesidir. Kamera tipi seçildiğinde medikal fotogrametrinin hemen hemen eşlenik fotoğrafları gerektirdiği hatırlanmalıdır. Çünkü ölçülen durum dinamiktir ve bu ihtiyaç olan kamera sayısını artırır. Statik durumun yokluğunda stereo-fotoğraf elde etmek için tek bir kamera farklı pozlama yaparak hareket ettirilebilir. Kamera seçiminde en önemli karar, film ve dijital kamera arasındadır. Bununla birlikte kamera filmlerinin kullanımı dijital veri azalmasını engelleyemez çünkü fotoğraflar dijital şekilde taranabilmektedir.

Film Kameraları çoğu kişi tarafından iyi bilinir ve kullanımı kolay gözükür. Film işleme gecikmelere sebep olabilir fakat çoğu uygulamalarda bunlar tolere edilebilir. Özellikle fotogrametrik amaçlar için üretilen film kameraları pahalı olan çeşitlerinden ucuz olan çeşitlerine göre (non-metric) farklılık gösterir. Metrik olmayan kameraların varlığı düşük maliyet gerektiren uygulamalarda düşük hassasiyet elde etmek için cazip gelebilir fakat aynı

şekilde iç yöneltme elemanlarının kalibrasyonun elde edilmesini gerektirir. Metrik kameralar ki bunlar hassas çalışmalar için uygundur, cam altlıklar gerektirir. Ayrıca odaklamanın sabitlenmesi metrik kameraları yersel fotogrametri için elverişsiz yapar. Diğer yandan metrik kameralar ana nokta bulucuları ile imal edilerek ayarlanan küçük lens distorsiyonlarının avantajlarına ve pozlama esnasında filmin düz tutulması avantajlarına sahiptir (Atkinson 1996).

Dijital kameralar uygun yazılımlı kişisel bilgisayarlarda görüntü elde etmek için uygundur. Kolay elde edilebilir ve ucuzdur. Bunun iki şekli vardır. İlki, bir bilgisayar ile birlikte kullanılandır ki bir frame-grabber kartı ile takılır ve dijital görüntü dosyalarını bilgisayara direk aktarır. İkincisi, halen video kameraları olarak bilinenleridir ki bunlar birkaç görüntü için on-board bellek kapasitesine sahiptir. Bazen görüntülemeyen sonra bilgisayara yüklenebilir. İkinci grup kameralar taşınabilirlik ve işleyiş bakımından film kameraları kadar uygundur. Ama birinci tip dijital kameralar canlılar üzerindeki medikal uygulamalar için hastanın hareket etmeden görüntünün hemen elde edilmesi için daha avantajlıdır. Medikal görüntüleme gereken doğruluk tipik fotogrametrik standartlar kadar yüksek değildir ve çoğu dijital kameraların düşük çözünürlüğe sahip olması bir dezavantaj değildir. Baştan başa dijital kameralar, görüntü işlemek için oldukça kapasiteli bilgisayarlara kullanmayı gerektirir (Atkinson 1996).

Önce kamera tipi seçilir, değişik fotogrametrik işler için objenin boyutuna, gereken ölçü hassasiyetine, obje konumuna ve kamera tipine göre ilgili verilerin verilmesi gerekir.

2.1.3.2.5. Kamera senkronizasyonu:

Kamera senkronizasyonunun medikal uygulamalar için ayrı bir önemi vardır. Kamera senkronizasyonu genellikle 1/30 sn olarak kabul edilir ki vücudun görüntüler arasında hareket etmeden sağlanan sürede elde edilir. Stereometrik kameraların poz süresi genellikle bu doğrulukla senkronize edilir. Elektronik flaşın kullanıldığı yerde normal oda ışığının eksikliğini gidermek için film kameralarının pozlanması tam olarak bu şekilde sağlanır.

Obtüratör elle açılır, flaş yanar ve obtüratör tekrar kapanır. Bazı durumlarda flaş hastanın irkilmesine neden olabilir. Dijital kameralarla görüntü elde edilmesi genellikle bilgisayara bağlı yazılım kontrolüyle gerçekleşir. Yapılan senkronizasyonun seviyesi/derecesi frame-grabber'in kapasitesine bağlıdır (Atkinson 1996).

2.1.3.2.6. Görüntü çözünürlüğü

Görüntü çözünürlüğünün temeli emülsiyon parçacıklarının boyutlarına veya dijital görüntüde piksel boyutuna bağlıdır. Elde edilen doğruluk ve hassasiyet görüntü çözünürlüğünde etkilidir. Yüksek doğruluk gerektiğinde, görüntü çözünürlüğü mümkün olduğunca yüksek tutulur (Atkinson 1996).

2.2. Dental metal alaşımlar

Dental metal alaşımları sabit protez uygulamalarında geniş bir kullanım alanına sahiptir. Altın ve diğer değerli metal alaşımlarının maliyetinin yüksek oluşu, birçok alternatif alaşımın dişhekimliğinde kullanılmasına zemin hazırlamıştır. Bu alternatif alaşım sistemlerinin kron ve köprü protezlerde seçimi, alaşımların kullanım amaçlarına uygun özelliklerinin dikkate alınmasıyla gerçekleşir. Bu özellikler arasında en önemlileri, fiziksel ve kimyasal özellikler, doğru döküm tekniği ve porselen-metal uyumluluğudur (O'Brien 1997).

Metal alaşımlar için fonksiyon, renk ve kompozisyonu temel alan sınıflamalar söz konusu olmakla birlikte, kron-köprü protez uygulamalarında geniş bir kullanım alanına sahip metal porselen alaşımlar için alternatif bir sınıflama listesi aşağıda görülmektedir.

2.2.1. Soy metal alaşımlar

-Pd (palladyum)

Pd-Ag (palladyum-gümüş)

Pd-Cu (palladyum-bakır)

Pd-Co (palladyum-kobalt)

-Au (altın)

Au-Pt-Pd (altın-platin-palladyum)

Au-Pd (altın-palladyum)

Au-Pd-Ag (altın-palladyum-gümüş)

2.2.2. Soy olmayan metal alaşımlar

Ni-Cr-Be (nikel-krom-berilyum)

Ni-Cr (nikel-krom)

Co-Cr (kobalt-krom)

Ti & Ti alaşımları (titanyum ve titanyum alaşımları) (O'Brien 1997).

Soy metal alaşımlar

Yüksek altın alaşımları

Bu alaşımlar, yüksek oranda Au ile Pt-Pd gibi değerli metal gruplarından oluşur. Metal-porselen bağlantısı için, az miktarda kalay, demir ve indium gibi metaller içeriğinde yer alır. Kolay işlenebilirlikleri, biyolojik uyumlulukları, korozyona dirençleri ve porselende renklenme yapmamaları en önemli avantajları arasında yer alırken, düşük elastisite modülüsleri ve

porcelen fırınlaması esnasındaki zayıf eğilme direnci ise en önemli dezavantajlarıdır (O'Brien 1997).

Altın-Palladyum-Gümüş alaşımları

Bu alaşımların elastisite modülü daha iyi ve porcelen pişirme süresinde olan boyutsal değişikliklere daha az hassastır. Korozyona karşı direnci, klinik çalışma karakteristiği genellikle iyidir. Bu alaşımların en önemli dezavantajları içindeki gümüş içeriğine bağlı olarak porcelen renginde değişime sebep olmalarıdır. Gümüş porcelende porcelenin cinsine bağlı olarak sarı-yeşil renk değişikliğine neden olur (O'Brien 1997).

Paladyum-gümüş alaşımları

Paladyum-gümüş alaşımları çoğunlukla %50-60 palladyum içerirler. Fiziksel ve kimyasal özellikleri metal destekli porcelen restorasyonlar için uygundur ve diğer soylu metal alaşımları ile karşılaştırılabilir. %50-60 soyluluk tatmin edici derecede lekelenme ve korozyon direnci ve iyi klinik çalışma özellikleri sağlar (O'Brien 1997).

Bu grubun elastisite modülü tüm değerli alaşımlar içinde en elverişli olanıdır ve en az şekil değişikliğine uğrayan dökümle sonuçlanır. Palladyum-gümüş alaşımları iyi dökülebilirdir ve değerli metal alaşımları içinden düşük deformasyon eğilimine sahiptir. Porcelene bağlanma direnci de mükemmeldir. Bu grubun asıl dezavantajı, altın-palladyum-gümüş alaşımları gibi düşük gümüş içerikli alaşımlardan daha fazla miktarda porcelenin renginin yeşile dönüşmesidir (O'Brien 1997).

Altın-palladyum alaşımları

Gümüş içermeyen altın-palladyum alaşımları gümüşün neden olduğu renk problemlerini azaltmak için 1970'lerin ortalarında geliştirildi. Yield strength ve sertlikleri uygundur ve elastisite modülü yüksek altın alaşımlara oranla yükseltilmiştir. Altın-palladyum alaşımlarının bilinen tek dezavantajı yüksek ekspansiyon porcelenleri ile olan termal ekspansiyon

uyumsuzludur. Korozyon rezistansı yüksek soyluluk nedeniyle çok iyidir. Deformasyon eğilimi nerdeyse altın-palladyum-gümüş alaşımlarıyla aynıdır ve yüksek altın alaşımlarından çok daha iyidir (O'Brien 1997).

Paladyum-bakır alaşımları

Paladyum-bakır alaşımları genellikle %70-80 palladyum içerir, az ya da hiç altın içermez, %15'den fazla bakır ve yaklaşık %9 galyum içerir. Bazı palladyum-bakır alaşımları, opak porseleni uygulamada zorluğa neden olan ağır oksid içerir. Bazı alaşımlardaki yüksek sertlik değeri, nispeten düşük elastisite modülü ile dengelenir, daha iyi bir çalışma karakteristiği ile sonuçlanır. Dayanıklılığı iyidir ve bazı alaşımlarda yüksek yield strength bulunmuştur. Paladyum-bakır alaşımları paladyum-gümüş alaşımları gibi kolay erimez ya da dökülmez, fakat bu açıdan kabul edilebilir. İlaveten, birçoğunun bükülme direnci palladyum-gümüş alaşımlarındaki gibi yüksek değildir ve çok üyeli sabit protezlerde tekrar kullanımları kontrendikedir (O'Brien 1997).

Palladyum-kobalt alaşımları

Palladyum-kobalt alaşımları %88 palladyum % 4-5 kobalt içerirler ve sınırlı bir kullanıma sahiptirler. Bu alaşımların başlıca avantajları, bazı porselenler için yararlı olan yüksek termal ekspansiyon katsayısına sahip olmalarıdır. Fakat en önemli dezavantajları ince marjinlerde maskeleyesi güç olan siyah oksit tabakası oluşturmalarıdır (O'Brien 1997).

Soy olmayan metal alaşımlar

Altın alaşımlarının pahalı olması nedeniyle 1970'lerde Cr ve Ni kullanımı yaygın hale gelmiştir. Ni-Cr ve Co-Cr alaşımları soy metal alaşımlarından daha yüksek elastisite modülüne sahiptirler. Böylece uzun köprülerde daha az esnemeyle yeterli direnç ve daha ince bir metal alt yapı oluşumu sağlarlar. Diğer önemli özellikleri ise, fırınlama esnasında yüksek eğilme direnci göstermeleridir. Metal destekli porselen restorasyonlarda metal-porselen bağlantısı için gerekli olan oksit tabakasını (krom oksit) oluştururlar. Korozyona dirençleri

kabul edilebilir düzeydedir. Ekonomik olmaları ve sertlikleri, aşınmanın ön plana çıktığı durumlarda olumlu bir özellik olarak değerlendirilen avantajlar arasında yer alır.

Aşırı sertliklerinden dolayı okluzal uyumlama ve parlatma gibi çalışma zorlukları, döküm büzülmesinin fazla olması , kalın oksit tabakası oluşumu ile metal-porselen bağlantısında zayıflama, içeriklerinde berilyum ihtiva eden alaşımların toksik etkiler göstermesi ve nikelden kaynaklanabilen potansiyel biyolojik riskler bu alaşımların dezavantajlarıdır.

Bu grupta yer alan diğer bir alaşım ise titanyum alaşımıdır. Titanyum soy metal olmamasına rağmen, mükemmel biyoyumluluğu nedeniyle sıklıkla temel metal alaşımları içinde yer alması tartışılmaktadır. Metal destekli porselenlerde titanyum alaşımının kullanımı döküm zorlukları nedeniyle sınırlı olmaktadır.

Sabit protezler için geliştirilen alaşım sistemlerinde her metalin avantaj ve dezavantajları söz konusu olup, finansal ve teknik olarak dezavantajsız bir sistem bulunmamaktadır (Baran ve ark 1985, , O'Brien 1997, Shillinburg ve ark 1997).

2.3. Dental porselenler

Geleneksel dental porselenin içeriğini Feldspar, Kaolin, Quartz oluşturur.

1.Feldspar ($K_2OAl_2O_36SiO_2$)

Dental porselene birleştiricilik ve saydamlık verir. Doğal feldspar, saf olmayıp potas (K_2O) ve soda (Na_2O) ile değişik oranlarda karışım halinde bulunur. Bunlar diş şeklinin ve yüzey detaylarının kaybolmasını önleyerek, krona doğal görünüş sağlamaya yardım ederler.

2.Kaolin (Kaolinite) ($2H_2OAl_2O_32SiO_2$)

Çin kili olarak isimlendirilen kaolin bir alüminyum hidrat silikatıdır. Dental porselende çok az kullanılan ya da hiç kullanılmayan kaolinin, yapıştırıcılık ve şekillendiricilik özelliğinden istifade edilir.

3. Quartz (SiO₂)

Silika yapısında olan quartz dental porselenlerde desteklik görevi yapar ve büzülme ayarlar. Kütleye stabilite sağlayarak dayanıklılığını artırır. Aynı zamanda materyale şeffaf bir görünüm verir (Mc Lean 1979, McCabe 1990, Naylor 1992, Zaimoğlu ve ark 1993).

Dental porselenler klasik olarak fırınlama derecelerine göre ve dirençlendirilme mekanizmalarının esas alındığı yapım tekniklerine göre sınıflandırılabilirler:

Fırınlama derecelerine göre:

1-) Düşük ısı (low fusing) dental porselenler (871°C-1066°C): Jaket kron, metal destekli kron porselenlerinde alüminöz porselenlerde (kor materyali hariç), çeşitli boya ve parlatma (glaze) tozlarında kullanılırlar.

2-) Orta ısı (medium fusing) dental porselenler (1093°C-1260°C): Gövde porseleninde kullanılırlar.

3-) Yüksek ısı (high fusing) dental porselenler (1288°C-1371°C): Özellikle suni dişlerin yapımında ve nadiren yüksek ısı ile pişirilen jaket kronların yapımında kullanılırlar (Zaimoğlu ve ark 1993, O'Brien 1997).

Yapım tekniklerine göre:

1-Metal Destekli Dental Porselenler

A-) Döküm Metal Üzerinde Bitirilen Dental Porselenler

Vita VMK 68, Ivoclar, Vitadur Alpha

B-) Metal Yaprak Üzerinde Bitirilen Dental Porselenler
Renaissance, Sunrise (Memikoğlu 1997).

2-Tam Porselenler

A-) Konvansiyonel (toz-likit) porselenler

B-)Döküm tam porselen tekniği

C-)Bilgisayar destekli tam porselen kopyalama tekniği

D-)Enjeksiyon tam porselen tekniği

E-) Cam infiltre tam porselen tekniği

F-)Diğer porselen sistemleri (Rosenblum ve Schulman 1997, Kedici 2002).

2.3.1. Metal destekli dental porselenler

A) Döküm metal üzerinde bitirilen dental porselenler

Bu tip porselenler soy veya soy olmayan metal alaşım sistemlerinin üzerine fırınlanarak elde edilirler. İyi bir metal porselen bağlantısı için metal ve porselenin termal genişleme katsayıları (TGK) uyumlu olmalıdır. Metal-porselen bağlantısında, TGK'larındaki uyumsuzluk istenmeyen termal stresler meydana getirecektir. Bu stresler daha zayıf olan materyalde yani porselende kırılmalara sebep olacaktır.Metal yapı öncelikle bir ön ısı uygulamasına tabi tutularak yüzeyin oksitlenmesi sağlanır. Daha sonra metal rengini maskelemek için titanyum dioksit, zirkonyum oksit, kalay oksit gibi oksitler içeren opak porselen uygulanır. Bunun üzerine dentin, mine, glaze porselenleri bilinen usullerle şekillendirilebilir. Metal-porselen

restorasyonların başarısı, alaşımın ve porselenin özelliklerine ve arada oluşan bağlantının gücüne bağlıdır.

Porselenin metale bağlantısını etkileyen 4 mekanizma tanımlanmıştır:

1)Mekanik Bağlanma: Metal yüzeyi kumlama gibi mikroabrazyon yöntemleriyle pürüzlendirilerek yüzey alanı artırılır. Bu şekilde hazırlanan yüzeyi ıslatan porselenle, metal arasında mekanik tutuculuk sağlanır.

2)Sıkıştırma Bağlantısı: Metal alt yapı porselene oranla biraz daha fazla TGK'na sahip olmalıdır. Metal ve porselen arasındaki bu fark, restorasyon soğurken porselenin metale doğru çekilmesine sebep olarak bir tutuculuk sağlar.

3)Van der Wall's kuvvetleri: Sorumlu moleküllerin birbirini çekmesidir. Bağlanma mekanizmaları içinde çok kuvvetli değildir. Ancak kimyasal bağlantı için zemin hazırlar.

4) Kimyasal Bağlanma: Metal yüzeyinde oluşan oksit tabakasına olan bağlantıdır. Altın alaşımlarında indiyum, galyum, demir gibi elemanlar oksijen varlığında fırınlanırsa yüzeye geçer ve bunlar porselenin opak tabakası içindeki benzer oksitler ile bağlanır. Temel metal alaşımlarında ise, bu elementler ilave edilmeksizin ortaya çıkan krom-oksit tabakası bağlantıyı sağlar (Shillinburg ve ark 1980, Naylor 1992, Zaimoğlu ve ark 1993, O'Brien 1997).

Dental porselenin kalınlığı bu sistemde önemlidir. 2 mm'den kalın dental porselenlerde iç gerilim nedeniyle kırılmalar oluşabilmekteyken, tersine ince porselenin direnci daha fazla olmaktadır. Ancak porselen incelendiğinde opak kalitenin azalmasına bağlı olarak metal renginin dental porselen altından yansımaları söz konusu olabilir (Claus 1980). Tüm bunların yanında metal alt yapının uygun tasarımda yapılması metal ve dental porselen arasındaki dengenin korunmasında önemli rol oynamaktadır (Mc Lean 1979, Claus 1980).

Günümüzde en yaygın sabit restorasyon materyali olarak metal destekli porselenler kullanılmaktadır. Metal-porselen sistemlerindeki metal alt yapının ortaya koymuş olduğu

direnç üstünlüğü bu sisteme ait tüm olumsuzlukların üstesinden gelebilecek düzeydedir (O'Brien 1989).

B) Metal yaprak üzerine bitirilen dental porselenler

Metal ve laboratuvar maliyetini düşürmek metal kalınlığını azaltmak, metal röflerinden kaçınarak optimum estetiği sağlamak ve simantasyon işlemleri sırasında metal porselen birleşimlerdeki gerilmeleri azaltma amaçlarını hedefleyen bu sistem 1976'da Mc Lean tarafından geliştirilmiştir. Ancak bu sistemin dirençlendirilmiş tam porselen ve metal destekli porselen sistemlerinden düşük kırılma direncinde bulunması ve çok üyeli restorasyonlarda kullanılmaması bazı sınırlamaları beraberinde getirmiştir (Memikoğlu 1997). Metal yaprak üzerine bitirilen kronlar uzun zamandan beri çeşitli formlarda pazarlanmıştır. Fakat bunlar yaygın kullanımda tercih edilmemiştir (Mc Lean ve Odont 2001).

Renaissance ve Sunrise bu grubun günümüzde bilinen örnekleridir.

2.3.2. Tam porselenler

Restoratif dişhekimliği, kaybolan diş dokusunun yerine ideal bir materyal bulma peşindedir. Dental porselenler, kayıp diş dokusunun yerini alan en doğal görünümlü dental materyallerdir. Porselen düşük çekme direnci ve kırılma direnci sebebiyle kırılmaya karşı direncini arttırmak amacıyla genellikle metal altyapıya bağlanmıştır. Ancak bu metal altyapı, porselenin ışık geçirgenliğini azaltarak metal iyon renklemeleri ortaya çıkararak porselenin estetiğini etkilemektedir. Ayrıca bazı hastalarda çeşitli metallere hassasiyet ve alerji olabilmektedir. Bu dezavantajlar, materyal ve laboratuvar maliyeti ile birlikte metal porselen sistemlerinin yüksek dayanıklılığı ve hassas uyumu sağlayabilen tam porselen sistemlerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Rosenblum ve Schulman 1997).

A-)Konvansiyonel (toz-likit) porselenler

Die materyali üzerine tozun ve likidin karıştırılıp tabakalar halinde uygulanması ile restorasyonun konturlarının verildiği porselenlerdir. Tozlar değişik ton ve translüensiye sahiptirler. Bu porselenlere örnek olarak Optek HSP, Duceram LFC, Vita Dur N, Ceramco, Ceramco II, Mirage, Mirage II verilebilir (Rosenblum ve Schulman 1997).

Optek HSP: Kor içermeyen, tam porselen kronların yapımları için tasarlanmış yüksek lösit porselenlerdir. Refraktör die yöntemi veya platin yaprak üzerinde hazırlanabilen çok estetik bir sistemdir. Her ne kadar normal konvansiyonel feldspatik porselene oranla direncinde bir artma olsa da kor yapısı içerenler kadar kuvvetli değildir (Wall ve Cipra 1992).

Duceram LFC: “Hidrotermal düşük ısı porseleni” denilen bir restoratif materyaldir. Üretici firma bu kristal yapının daha yüksek yoğunlukta olduğunu, esneme ve kırılma direncinin daha fazla olduğunu belirtmektedir. Duceram LFC, porselen inley ve veneer kronların yapımında kullanılmaktadır (Rosenblum ve Schulman 1997).

B-) Döküm tam porselen tekniği

Dental porselen üretiminin önemli diğer bir gelişmesi; 1973 yılında Grossman DG tarafından, florin içeren tetra-silisik mika kristallerinin cam bir faz içinde kontrollü kristalizasyonu tekniğini esas alan dökülebilir cam porselenlerin üretimidir. Mum uzaklaştırma tekniği ile dökülebilen bu porselen türünün; anterior ve posterior tek kron, inley, onley, faset, kontur ve okluzal yüzey restorasyonlarında uygulama alanı vardır. Genellikle tek renkte materyal bulunur, bu materyal konvansiyonel feldspatik porselenle kaplanarak final restorasyonu istenen rengi ve karakterizasyonu sağlamaktadır. Bu porselenlere örnek olarak Dicor dökülebilir cam restorasyonlar verilebilir (Kedici 2002).

Dicor

Dicor dökülebilir cam porselen restorasyonların tarihçesi 1930'ların erken dönemine rastlamaktadır.

Dicor porseleni hacim olarak %45 cam ve %55 kristal tetrasilisik mika olan camdan oluşur. Dökülebilir cam porselenin yapısında diğer porselenlerden farklı ağırlık olarak, alüminyum oksit bulunur. Dicor porselenin ağırlığının %70'ni silisyum oksit, %30'nu magnezyum oksit ve %4-9'nu da magnezyum florür gibi diğer bileşikler oluşturmaktadır (Roulet 1991, Alaçam ve ark 1998). Cam yapı materyale daha iyi mekanik özellikler kazandırmaktadır. Bu porselende kristal yapı %12-15 arasındadır ve kitlenin büyük bir bölümü amorf cam yapısındadır. %55'ni oluşturan mika kristallerinin birbirine kenetlenmesi ile porselenin direnci artmakta ve oluşabilen çatlakların yayılımı engellenmektedir (Alaçam ve ark 1998).

Bu sistem kronlar; porselen laminate veneerler, tüm porselen köprüler, porselen kron korlarında, ve inley /onleylerde kullanılmaktadır (Şahmalı ve Albayrak 1996).

Estetik materyal seçiminde döküm porselenlerin tercih edilmelerinin en büyük iki nedeni, karşıt mineyi aşındırmaması ve plak akümülyasyonunun diğer restoratif materyaller ve doğal mineye göre daha az olmasıdır.

Dicor kronların klinik yapısal özellikleri incelendiğinde dental porselenler için gereklilik arz eden birçok unsuru bir arada görmek mümkün olur. Bu sistemde mine ve porselen şeffaflığının birbirine yakın olması, doğal görünüm sağlar. Yine Dicor, mine kristal aralıklarından daha küçük kristal aralıklarına sahip olduğundan dağılan ışık yoğunluğu azdır. Kristal yapı fazlalığından dolayı ışık dağılımı Dicor'da daha çoktur. Yine bu sistemde metal yapı olmadığı için metal yansıması yoktur, siman renkleri istenildiği gibi kullanılır. Mineye yakın şeffaflığın olması bukalemun etkisi yaratır. Bukalemun etkisi; rengin komşu diş dokularından, kökten ve kesik diştten gelerek yayılması olayıdır. Sadece diştten boyama imkanı vardır. İçten boyama ile şahsi karakterizasyonlar bu sistemde verilemez. Dicor kronların en

önemli özelliklerinden biri radyografik olarak da izlenebilmesidir. Bu kronların altında oluşabilecek sekonder çürükler uygulanan pin ve postların durumu ve aynı zamanda kronların sınır adaptasyonu radyografilerde belirgin olarak izlenir.

Bu sistemde diş preparasyonu ve ölçü sonrası die'li model hazırlanır. Çalışma modelleri artikülatöre bağlanır. Klinik olarak kabul edilebilir bir döküm için modelasyondan önce mutlaka die spacer sürülmelidir. İki kat renkli die spacer 1 mm'lik bitiş çizgisi hariç tüm die yüzeyine uygulanır. Mum modelajı yapılır. Tijlenir ve revetmana alınır. Sistemde fosfat bağlı revetman kullanılır.

Manşete vibrasyon uygulanarak kabarcıklar uzaklaştırılır. Donma sonrası döküm fırını penceresinde 35-45 dakika 350°C'ye kadar ısıtılarak mum uzaklaştırılır. Sonra ısı 900°C'ye artırılır. Döküm işleminde, santrifüjlü döküm enstrümanı kullanılır. Dicor sistemde ısı 1365°C'ye ulaşır. Bu ısıda döküm yapılır. Amorf cam döküm çıkartılarak fazla materyaller temizlenir, ayrıntılar kontrol edilir, düzgün görüldüğünde, porselen fırınına tekrar yerleştirilerek amorf kristal yapı semikristal opak porselen haline dönüştürülür. Bu işlemde cam 105 dk 1075°C'de ısıtılır ve orada 6 saat tutulur. Bu işlem özel bir porselen fırınında yapılır. Daha sonra bir saat 400-500°C oranında yavaş yavaş soğutulur porselen işlemi tamamlanır. Restorasyon modele oturtulur, sonra kontur ve oklüzyon ilişkileri ajüste edilip, uyumlanır (Crispin ve ark 1994, Alaçam ve ark 1998).

Yapının beyazımsı yüzey tabakası okluzal alandan kaldırılır, çünkü bu kremi tabaka hem karşıt arka aşındırıcı özelliktedir, hem de restorasyon direncini azaltır (Kedici 1998).

Yüzeyi Dicor porselen renk sistemi ile boyanarak görünüm karakteri verilir. Cam döküm laminate veneerlerde bir miktar tonlama kompozit rezin yapıştırma ajanı ile sağlanır.

Avantajları; dökülebilir cam porselenlerin marjinal uyumunun geleneksel porselenlerden daha iyi olduğu ileri sürülmektedir. Dicor dökülebilir cam seramiğin sertliği mineye yakın olduğu için, doğal dişi aşındırma oranı düşüktür. Bu tür porselenlerin ısı değişimlerine bağlı olan termal geçirgenliği düşüktür.

C-) Bilgisayar destekli tam porselen kopyalama tekniği

Dental porselen üretiminin teknolojik buluşları, tam porselenlerin bilgisayar destekli tasarım ve üretimine (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacture CAD / CAM) olarak yaratmış olup, bu teknik ilk kez 1971 yılında Altschuler tarafından gerçekleştirilmiştir. Diş kesimlerinin optik görüntülenmesi, görüntünün dijitalize edilmesi ve restorasyonların bilgisayar kontrolünde freze sistemi ile, porselen blokların kesilerek şekillendirilmesi yoluyla hazırlanması ile tam ve bölümlü , 3/4, 7/8 kronlar, inley, onley dolgular ve fasetler hazırlanabilmektedir. Freze sistemli dental porselen üretiminde; Cerec (Pelton & Craine, Siemens, Switzerland), Celay ve Vita Mark II (Vident Co. Mircona Technologie AG. Vita , Germany), Dicor MCG (Dentsply International) gibi CAD – CAM sistemleri geliştirilmiştir (Kedici 2002).

Cerec CAD-CAM:

Cerec tekniği, üç boyutlu taramasını, hızlı veri aktarımını ve üç aklı yapım aşamalarını içeren bir tekniktir ve 1984'ten bu yana kullanılmaktadır. Cerec ünitesi, ağız içi kamerası, CAD-CAM yazılımı, monitörü ve minyatür torna cihazından oluşur. Tek seansta, hasta başında prefabrike porselen bloktan inley, onley ve laminate tip restorasyonlar oluşturulabilir. Bu işlemi takiben okluzal uyulmama ve cilalama yapılır (Rekow 1987, Leinfelder ve ark 1989, Crispin 1992, Anusavice 1993, Giordano 1996, Rosenblum ve Schulman 1997).

Dicor MCG:

Cam matriks içinde fluorosilik mika kristallerinden oluşan makine ile şekillendirilebilir bir porselendir. Çekme direnci, Dicor ve Cerec kompozisyonlarından daha fazladır. Materyal konvansiyonel feldspatik porselenden daha yumuşaktır (Rosenblum ve Schulman 1997).

Celay:

Celay, porselen blokların mikro düzeyde işlenmesiyle inley, onley ve kronların elde edildiği bir sistemdir. İnce grenli feldspatik porselendir (Giordano 1996, Trushkowsky 1998, Shearer ve ark 1998, Thordrup ve ark 1999, Kreulen ve ark 2000).

Cerena:

Cerena restorasyonları lösit ile güçlendirilmiş cam porselen prefabrik inleylerdir. Bu sistemde IPS Empress ile benzer şekilde ve yapıda konlar mevcuttur. Materyal minenin translusensisine benzer özellik gösterir. Yeterli aşınma direnci ve yüksek parlatılabilirliğe sahiptir. Kaviterler konun yarıçapı ve boyutlarına uygun özel frezlerle prepare edilir. Bu metot ölçü alma işlemi gerektirmez (Rosenblum ve Schulman 1997, Odman ve ark 1998, Kreulen ve ark 2000).

Procera Porselen Sistemi:

Bu sistem Anderson ve Oden tarafından 1993 yılında tanıtılmış kopyalama milledme tekniği kullanılarak diş preparasyon modelleri üzerine uygulanan sıkıştırılmış yüksek alumina tozlarının 1555 °C' de bir saat fırınlanmasıyla elde edilirler. Procera alüminyum kopingler, metal altyapı yerine kullanılarak iyi bir marjinal uyumla klinik başarı sağlarlar. Procera anterior ve posterior bölgede yalnızca tek üyeli restorasyonlarda kullanılır (Giordano 1996, Mc Lean ve Odont 2001).

D-) Enjeksiyon tam porselen tekniği

Bu sistemde restorasyonlar, porselen tabletlerin yüksek ısıda eritilip, kayıp mum tekniği kullanarak muflada preslenmesiyle elde edilirler.

IPS Empress

IPS Empress metal desteksiz porselen restorasyonların yeni bir tipidir. Wohwend ve Scharer tarafından geliştirilmiştir. Isı ve basınç altında şekillendirilen, temelde yüksek lösit içerikli feldspatik dental porselendir. Bu materyal kimyasal olarak $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$ den oluşur. Silikat cam matris hacminin % 30-40 kadarını 1-5 μm büyüklüğünde lösit kristalin faz oluşturur ve formülü KAISi_2O_6 dir. Materyalin yüksek yarı geçirgenliği ve aşındırma etkisi doğal dişlerinkine benzer, bükülmeye karşı direnci 120-200 MPa'dır (Höland, 1998). Bu sistemde lösit ile kuvvetlendirilmiş cam porselen tabletler, EP500 adı verilen özel fırında 1075°C veya 1180°C de visköz alumina özelliğine ulaşır ve kayıp mum tekniğiyle elde edilen kalıp içerisine basınç ile transfer edilerek şekillendirilmesi sağlanır. İki farklı yapım tekniğine sahiptir. İlk teknikte, renksiz porselen kullanılarak yapılan restorasyon, yüzey renklendirilmesine tabi tutulur. İkinci teknikte, renkli dentin tabletleri kullanılarak elde edilen restorasyonun son formu, veneer porselen materyali ile tabakalama tekniği kullanılarak verilir. IPS Empress inley, onley, veneer porselen ve tek kron yapımında kullanılmaktadır. Üç ve daha fazla üyeli köprülerde kullanılmaz (Wall ve Cipra 1992, Giordano 1996, Kelly ve ark 1996, Rosenblum ve Schulman 1997, Mc Lean ve Odont 2001).

IPS Empress 2:

IPS Empress 2' nin geliştirilmesindeki esas hedef üç ve daha fazla üyeli köprülerin yapılabileceği bir materyal üretmektir. Metal desteksiz cam porselen restorasyon yapım tekniklerinin en yenisidir. Restorasyonun kor kısmı kayıp mum tekniği ile elde edilir. Kor kısmının esas kristalin fazı lityum disilikattır. Lityum disilikat cam porselen, ilk kez 1959 yılında geliştirilmiştir, ancak bu materyal düşük kimyasal direnci, yetersiz yarı geçirgenliği, kontrol edilemeyen mikro çatlak oluşumu ve laboratuvar safhasının komplike ve zaman alıcı olması gibi dezavantajları nedeniyle dişhekimliğinde yerini alamamış ve kullanımı terk edilmiştir. 1988 yılında lityum disilikat cam porselen kullanımı ısı ve basınç tekniği ile tekrar güncel hale gelmiştir. Isı ve basınç tekniğinin lityum disilikat kristal fazda, homojen yapı oluşumunu sağladığı, kontrol edilemeyen mikro çatlak oluşumunu engellediği, kısa sürede ve kolay restorasyon hazırlanmasına olanak sağladığı ifade edilmiştir (Heintze 1998).

Materyal kimyasal olarak $\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$ dan oluşur. Lityum disilikat cam porselen tabletleri EP500 adı verilen özel fırında 920°C de visköz akma özelliğine ulaşır ve rövetman boşluğunun içine yollanır. Lityum cam porselen kor yapı üzerine restorasyonun son şeklini vermek için tabakalama tekniği ile yerleştirilen cam porselen, floraapatit yapıdadır. Isısal genişleme katsayıları birbiri ile uyumlu olan lityum disilikat cam porselen kor yapı ile üzerine pişirilen apatit cam porselen materyaller arasında oluşan bağlanmanın güvenilir yapıda olduğu gösterilmiştir. IPS Empress 2 sistemi anterior ve posterior tek kronlarda, anterior ve posterior üç üyeli köprü yapımında kullanılabilir. Posterior üç üyeli köprülerde kullanılabilmesi için ikinci premolar en son distal destek olmalı ve gövde bir premolar genişliğinde (yaklaşık 7-8 mm) olmalıdır. IPS Empress ve IPS Empress 2 'nin asıl farklılığı materyalin kor kısmındaki kimyasal yapılarıdır. Bu kor yapıdaki farklılık, IPS Empress 2'nin kırılmaya karşı olan direncini IPS Empress'e göre üç kat arttırmıştır. Ayrıca IPS Empress 2 de cam daha az olduğu için kırılmaya karşı direnç fazla, mikro çatlak oluşum riski en azdır (Heintze 1998).

Simantasyonda tercihen adeziv simantasyon tekniği (Variolink II / syntac) kullanılır. Eğer klinik şartlar adeziv simantasyona uygun değilse kron ve köprülerin simantasyonunda ProTecCem (Vivadent) veya konvansiyonel cam iyonomer siman kullanılabilir. Konvansiyonel simantasyon tekniği yalnızca, adeziv simantasyon için uygun olmayan klinik durumlarda ve yeterli retansiyonun olduğu durumlarda kullanılmalıdır (Ivoclar- Vivadent, Scientific Documentation, 1999).

Cerestore

Metal porselen kronların diğer bir estetik alternatifi de Coors Biomedikal firmasının ürettiği, alüminyum oksit koping ve alüminöz porselen kaplamadan oluşan Cerestore tam porselen kronlardır. Bu maddenin eşsiz bir özelliği alüminöz porselen gibi fırınlama sırasında büzüşme yapmamasıdır ve bu sebeple 'non-shrink ceramic' olarak da adlandırılır. Sistemin yapısında %87 inorganik Al_2O_3 , MgO, cam hamuru, kaolin, kil, kalsiyum stearete bulunur. Mükemmel marjinal uyum ve estetik özelliğine sahiptir. Dezavantajları ise, pahalı ve zaman alıcı bir sistem olmasıdır (Mc Lean ve Kedge 1988, Wall ve Cipra 1992, Memikoğlu 1997).

Optec Preslenebilir Porselenler

Optec OPC l s t miktarı artmış bir feldspatik porselen türüdür. Basınç ve ısı altında muflalanarak yapılır. Alternatif olarak kor materyali yapımında kullanılabilir. Kor, Optec HSP porselenine benzer yüksek l s t ihtiva eden feldspatik porselenle yapılabilir. Basınçlı fırın ve die materyali gibi özel bir ekipman gerektirir (Rosenblum ve Schulman, 1997).

E-) Cam infiltre tam porselen tekniği

In-Ceram

Cam porselenlerin uzun bir dönem kullanımının ardından 1989 yılında Dr. Michael Sadoun tarafından geliştirilen bu sistemde, sıvı faz içinde dağılmış alumina partikülleri anlamında tanımladığı ‘Slip cast’ dirençli alumina porselenlerini keşfetmiştir. In-Ceram (Vita, Germany) adı altında tanıtılan bu porselen türünde; çok yüksek dirençli, yoğun bir porselen kompozisyonu oluşturmak üzere, az sinterlenmiş alumina tozu içine düşük viskoziteli sodyum lanthanum aluminasilikat camı infiltre edilmektedir. Böylece cam diffüzyonu yolu ile i yapının alumina partikülleri aralarındaki gözenekler doldurulmuş olmakta ve istenen düzeyde şeffaflık sağlanmaktadır. Bu porselen türünde alumina konsantrasyonu %72 oranında olup, %50 oranındaki aluminus porselenlere göre direnç artışı sağlamaktadır. In-Ceram 630 MPa değerinde yüksek direnç gösterebildiğinden, üretici tarafından üç üyeli tam ve bölümlü köprülerde veya alt anterior bölgede en fazla dört üyeli tam köprülerde kullanımı önerilmektedir. In-Ceram sınır uyumu araştırmaları; kronlarda 24 m-sabit bölümlü protezlerde 58 m aralık boyutu sonuçlarını vermiştir. In-Ceram teknolojisi, porselen direncini feda etmeksizin ileri düzeyde estetik restorasyonlar yaratmaya olanak sağladığından, dental porselen tarihinde önemli bir yeri hak ettiği  ne sürülmektedir (Garber ve Goldstein 1994, Shillinburg ve ark 1997, Alaçam ve ark 1998).

Bu sisteme ait cam ile güçlendirilmiş alt yapı bazı avantajları da beraberinde getirmektedir.

Avantajları:

1. Biyolojik uyum
2. Işığın optimum dağılması
3. Esneme direncinin diğer sistemlerin çok üzerinde olması
4. Mükemmel estetik

Rövetman die üzerine, slip denilen ince grenli bir materyal sürülüp, fırınlanır. Bu işleme 'Slipcasting' adı verilir. Daha sonra, bu yapı üzerine alimüna kor uygulanır ve fırınlanır. Elde edilen bu ilk yapı pörözdür. İkinci aşamada ise, cam porselen uygulanır ve cam partikülleri kapiller geçiş ile pöröz yapı içine girerek birleşir. Camın infiltrasyonu bu pörözlü yapıyı elimine etmiş olur. Işığı geçirme açısından In-Ceram, metal destekli porselenlere göre daha estetik olmasına karşın, alttaki opak alüminyum oksit yapı translusensiteyi azaltmaktadır. Bu porselen asitle pürüzlendirilemez (Shillinburg ve ark 1997).

F-) Diğer porselen sistemleri

Magnessia Kor Materyali

Magnessia içeren yüksek genleşmeli magnessia kor materyali ilk defa 1983 yılında O'Brien tarafından tanıtılmıştır. Bu materyal $13,5 \times 10^{-6}$ °C lik termal genleşme katsayısına sahip olup, metal destekli porselen restorasyonlarda sıklıkla kullanılan kaplama porseleni ile uyum arz etmektedir. Magnessia kor materyali platin foil tekniğinin bir modifikasyonu ile 2050 ° F (1121.1 ° C) da pişirilir ve işlem sonunda platin foil çıkartılarak iç yüzeyin glaze işlemi yapılır. Esneme dayanıklılığı glaze uygulamasıyla iki katı olabilir. Glaze, daha fazla kristalizasyon için kor materyali ile reaksiyona girerek yüzey pörözitelerini tamamıyla doldurmaya çalışır. Kor yapının dayanıklılığı, vitröz matriksdeki magnessia kristallerinin dağılımı ve matriks içindeki kristalizasyonu ile sağlanmaktadır (Memikoğlu 1997).

Aluminus Porselenler:

Alumina porselen yapısına katılan en sert ve en güçlü oksittir. Mc Lean ve Hughes 1965 yılında aluminus porselen jaket kronu tanıtmışlardır. Alumina partiküllerinin porselen toz içinde dağılması ile kuvvetlendirilmiştir. Kor porseleni platin yaprak üzerinde 0.5-1.0 mm kalınlığında hazırlanmaktadır. Konvansiyonel feldspatik porselen bu kor üzerinde pişirilerek restorasyon tamamlanmaktadır. Kor yapısına iyi bir ışık geçirgenliğine ve estetiğe izin verecek ölçüde % 40-50 oranında alumina katılır. Bu elde edilen porselen direnci, konvansiyonel feldspatik materyalin direncinin yaklaşık olarak iki katıdır. 180 MPa' a kadar direnç elde edilir. Alumina çok parlaktır. Bu nedenle kor kısmı maskelenerek kron hazırlanmalıdır. Yapımı kolaydır ve pahalı bir teçhizat gerektirmez. Estetiğin önemli olduğu vakalarda kullanılır, arka grup dişlerde veya birden fazla üniteli restorasyonların yapımında kullanılmaktadır (O'Brien ve ark 1989, Wall ve Cipra 1992, Mc Lean ve Odont 2001).

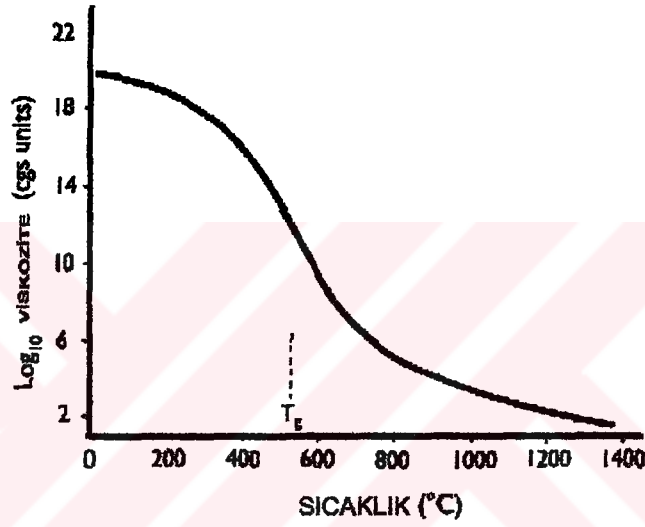
Hi-Ceram

Genel olarak alüminyum oksit miktarı %50 oranında arttırılmış bir kor materyalidir. Bu materyal direkt olarak die üzerinde bitirilir. Alüminyum oksit çekirdek partiküllerinin miktarının ayarlanmasıyla belirli bir esneklik kazandırılmış ve yüksek derecelerde hacim kaybı engellenmiş olan bu materyal, konvansiyonel porselenlerden %25 daha sert bir özellik sergilemektedir. Kor yapımı için kullanılan bu materyal konvansiyonel porselen ile ısıl genişleme katsayısı yönünden uyum arz etmektedir. Bu uyumluluk genişleme çatlaklarını ve gerilime bağlı kırıkları engellemektedir. Hi-Ceram kimyasal olarak geleneksel alumina kora benzer fakat daha yüksek alumina içermektedir. Endikasyonları alumina porselen jaket kron ile aynıdır (Wall ve Cipra 1992).

2.3.3. Dental porselen uygulamalarında genel özellikler ve bazı temel kavramlar

Porselen minerler sodyum, potasyum ve lityum gibi geniş alkali metal iyonlarının varlığıyla üretilen silikanın irregüler bir ağından oluşan camsı bir yapıya sahiptir. Bu amorf yapı kırılgenlığı ve kesin erime ısısı olmamasını içeren cama ait fiziksel özellikleri sergiler.

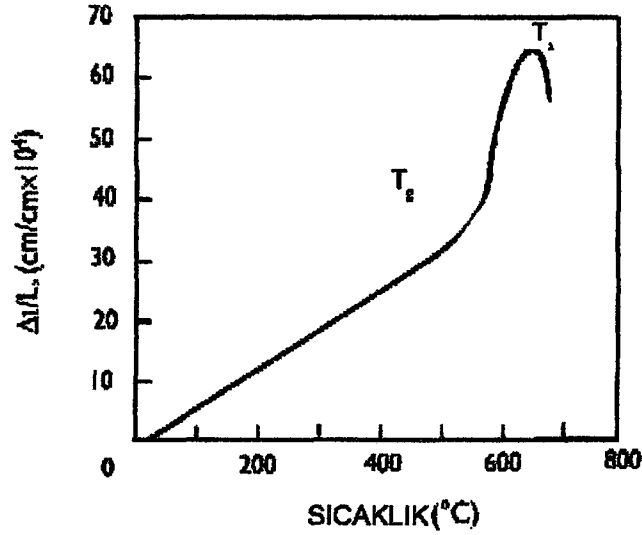
Camsı dental porselenler kesin bir erime ısısına sahip değildırler ancak ısıtıldıklarında viskozitede aşamalı bir azalmaya uğrarlar. (Resim 2.5.)



Resim 2.5. Porselenlerin ısı ile viskozite değışimleri

Cam geçiş ısısı (T_g) civarında, viskozitede keskin bir azalma ortaya çıkar. T_g'nin altında cam bir katının özelliklerine sahiptir. T_g'nin üzerinde cam daha kolay akar ve camsı sinterizasyon oluşur.

Termal ekspansiyon T_g civarına kadar lineer olarak artmaktadır. T_g nin üzerinde cam daha akışkan bir yapıya sahipken ekspansiyon oranında hızlı bir artış bulunmaktadır. Eğer ısıtma devam ettirilirse bar yumuşama ısısına (T_g) ulaşacak ve çökecektir (Resim 2.7.)



Resim 2.6. Porselenlerde termal ekspansiyon katsayısının sıcaklık ile değişimi

Dental porselenlerin termal ekspansiyonu metallere bağlanması için metal içeriğin termal ekspansiyonuyla ilişkide özellikle önemlidir. Genellikle metal ve porselenin termal ekspansiyon katsayıları dengelenmelidir. Eğer metal ve porselenin termal ekspansiyon eğrileri birbirinden çok farklıysa istenmeyen termal stresler daha zayıf materyal olan porselenin kırılmasına neden olacaktır (O'Brien 1997).

2.3.3.1. Kondensasyon ve sinterizasyon

Porselen kronun anatomisi porselen tozunun hamurunu küçük bir fırça ile metal model yada platinyum folyo bir matrise elle uygulayarak oluşturulur. Genellikle hamuru oluşturmak için cam bir kap içindeki porselen tozu ile distile su yada özel likitler kullanılır. Macunun her bir katmanı eklendikçe suyun çoğu vibratör ile uzaklaştırılır ve absorban bir doku kağıdı ile temas ettirilir. Bu ıslak krona daha da güç verir ve bileşimin yoğunluğunu artırır.

Kronun her bir tabakası oluşturuldukça porselen fırınında fırınlanır. Islak kron artık suyu uzaklaştırmak için önce fırının ön kısmında kurutulur daha sonra vakum altında pişirilir. Porselen ısıtıldıkça bitişik partiküller birbirlerine sintering denen bir işlemle bağlanır. Porselen

partikülleri arasında neredeyse hiç birleşme yoktur, birbirlerine yüzey enerjisinin bir sonucu olarak temas sırasındaki akımla yapışırlar.

Vakum fırınında pişirmek son ürünün porözitesini oldukça azaltır. Porselenin ilk fırınlanması bisque yada biskuit fırınlanması olarak adlandırılır. İnsizal tabaka eklendikten sonra porselen gleyz fırınlanması denen son aşamaya getirilmiştir. Porselenin gleyz ısısına ulaşmasıyla yüzeyde bir cam tabakası oluşur. Glase işleminden sonra kron fırından çıkarılır ve ters çevrilmiş bir bardak veya şişe altında soğutulur. Alternatif bir yaklaşım yüzeye bir düşük ısı camı yada gleyzi eklemek ve glasenin düşük ısısında fırınlamaktır (O'Brien 1997).

2.3.3.2. Metallere adezyon

Islatabilirlik, adherent oksit ve mekanik retansiyonu içeren çeşitli faktörler porselenin bir metale adezyonunun artırılması veya bağlanması olarak tanımlanmıştır (O'Brien 1997).

2.3.3.3. Islatabilirlik

Metal üzerindeki porselenin iyi ıslatabilirliği porselen damlası bir kitlenin üzerinde pişirildiğinde oluşan küçük kontak açısı olarak gösterilir. İyi ıslatabilirlik camın yüzey irregularitelerine penetrasyonunu artırır ve bu nedenle kontak yüzeyini genişletir. İyi ıslatabilirlik aynı zamanda porselenle metal arasında kimyasal uyumluluğu gösterir (O'Brien 1997).

2.3.3.4. Adherent oksit

Porselen tarafından ıslatılan metal üzerindeki adherent oksitin varlığı yararlı bir bağlantı oluşturur. Bu okside atomların metal ve porselenden difüzyonu genellikle belirlenebilir ve

kimyasal bir bağın kanıtı olarak gösterilebilir. Nonadherent bir oksit zayıf kenar başarısızlığına sebep olabilir (O'Brien 1997).

2.3.3.5. Akma dayanıklılığı (Yield strength)

Materyalde doğru orantılı olarak seyreden stress\strain oranı grafiğinde elastik deformasyonun son bulduğu ve kalıcı deformasyonun başladığı değer olarak adlandırılır. Bir materyalin yield strength değeri materyalde kalıcı deformasyona yol açan stres miktarını belirlediği gibi bu değer üzerindeki streslerde materyalde kalıcı streslerin oluşacağını da ifade eder (Craig 1989, Philips 1991).

2.3.3.6. Isısal genleşme katsayısı

Birkaç istisna dışında tüm yapılar, dış basınç sabit kaldığı sürece, ısı karşısında hacimsel bir genleşme, soğuma süreci içinde ise büzülme gösterirler (Fairhurst ve ark 1980).

Bir materyalin 1 santigrat derece ısı değişimi neticesinde birim uzunlukta gösterdiği boyut değişikliğine doğrusal ısısal genleşme katsayısı adı verilir (Philips 1991).

2.3.3.7. Isı altında zamana bağlı deformasyon direnci (Creep resistance)

Creep terimi sabit stres altında materyalin gösterdiği zamana bağlı kalıcı yer değiştirmeyi ifade eder (Anusavice 1985).

Creep terimi zamana bağlı deformasyon miktarını vurgulamak için kullanılırken Sag terimi ise zamanla gelişen creep in ifade edilmesinde kullanılan daha grafiksel bir terimdir (Tuccillo ve ark 1967, Bertolotti ve ark 1980).

Bir madde erime derecesine yakın bir ısıda tutulduğunda ve sabit bir kuvvet uygulandığında oluşan deformasyon, zamana bağlı olarak artar. Sonuçta oluşan zamana bağlı kalıcı deformasyona creep adı verilir (Philips 1991).

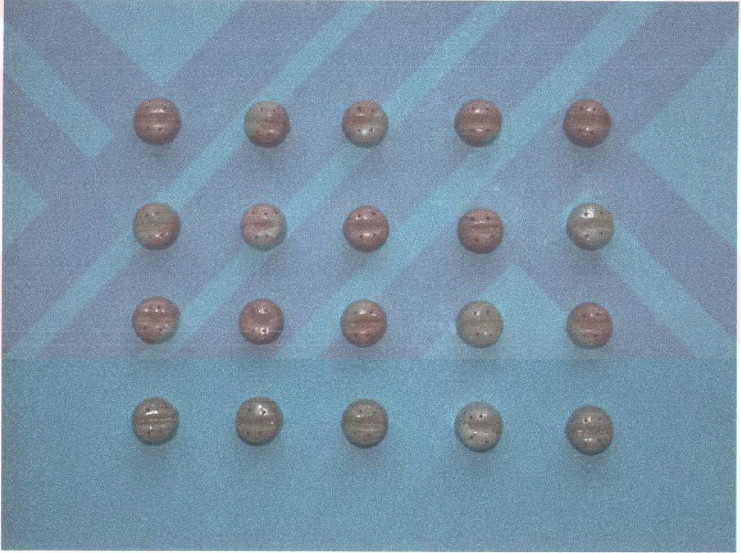
Tamamı ile katılaşmış bir materyalin sabit stres altında zamana bağlı gösterdiği deformasyon statik creep, değişken stres altında zamana bağlı gösterdiği deformasyon ise dinamik creep olarak tanımlanır (Philips 1991).



3.MATERYAL VE METOT

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Laboratuvarları ve Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Sayısal Görüntü İşleme laboratuvarlarında yapıldı.

Porselen uygulamalarında tekrarlayan fırınlamaların boyutsal stabilite üzerine etkisini araştırmayı amaçlayan çalışmamızda 20 adet metal destekli*, 20 adet metal desteksiz** örnek hazırlanmıştır. (Resim 3.1.,Resim 3.2.) İki ayrı porselen sisteminde hazırlanan örnekler 1. 2. ve 3. dentin fırınlama işleminden sonra boyutsal stabilite fotogrametrik yöntemle değerlendirilmiştir.



Resim 3.1.Metal desteksiz İvoclar IPS Empress 2 örnekler

**İvoclar IPS Classic Liechtenstein*

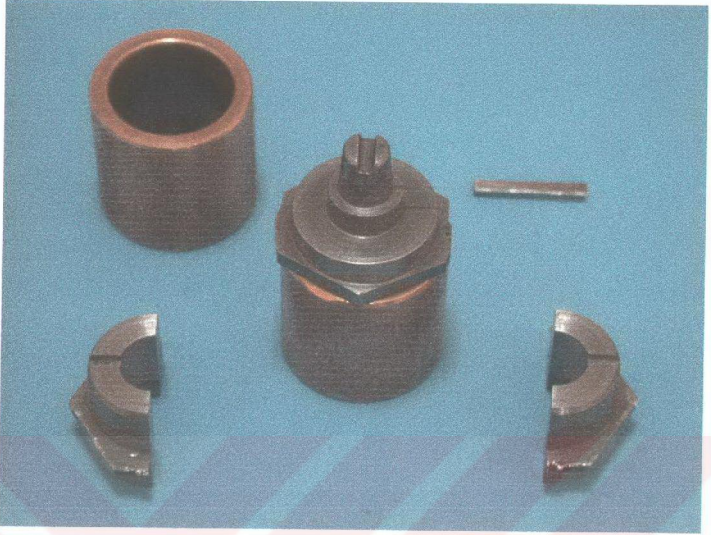
***İvoclar IPS Empress 2 Liechtenstein*



Resim 3.2. Metal destekli ivoclar porselen örnekler

3.1. Örneklerin hazırlanması

Porselen örnekleri standart şekilde hazırlamak amacıyla paslanmaz çelikten yaklaşık açısı 4 derece, boyu 7,5 mm olan die model hazırlandı. Die üzerinde 1,5 mm kalınlığında standart porselen örnekler hazırlanmasında kullanılmak üzere 4 parçadan oluşan kalıp hazırlandı. (Resim 3.3).



Resim 3.3. Standart örnek oluşturmada kullanılan kalıp

Hazırlanan ana modelin ilave reaksiyonlu ölçü maddesi* ile ölçüsü alındı. Metal destekli porselen örneklerin hazırlanması amacıyla geliştirilmiş sert alçıdan** modeller elde edildi. Alçı modeller üzerinde daldırma mum tekniğı kullanılarak 0,5 mm kalınlığında mum*** modelajlar oluşturuldu. Fosfat bağılı rövetman**** kullanılarak döküm için örnekler hazırlandı. Dökümlerde Cr-Ni ***** alaşım kullanıldı. Dökümler rutin şartlarda indüksiyon döküm cihazında *****yapıldı. Dökümler oda sıcaklığında soğutulurak 110 mikrometre alüminyum oksitle kumlanıp döküm incileri uzaklaştırılarak die modele uyumlamaları gerçekteştirildi.

*Elite H.D. Zhermack Italy

**Glastone 2000 Konya

***Geo 494-0300 Renfert Hilzingen Germany

****Supervest GF Legierungen

*****Delta Ceramics TRITECH

*****Fornax 35K .BEGO

*****Korox BEGO

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan Cr-Ni alaşım içeriği

Alaşım Tipi	Markası	Üretici Firma
Cr-Ni	Delta Ceramics	TRITECH Germany

Cr-Ni alaşımı % 64 Ni , %22 Cr, %10 Mo içermektedir.

Metal desteksiz porselen örneklerin hazırlanmasında ana modelden alınan ölçü içine die materyali* dökülüp örneklerin mum **modelajları yapıldı. Mum örnekler IPS Empress 2 özel rövetmanına alındı. IPS Empress2 örneklerde özel fırın*** kullanılarak 0,5 mm kalınlığında standart core altyapı oluşturuldu.

Ultrasonik temizleyici **** kullanımından sonra porselen kalınlığını 1.5mm olacak şekilde standardize eden kalıp yardımıyla 20 tane metal destekli, 20 tane de metal desteksiz İvoclar porselen örnek, üretici firmanın talimatlarıyla hazırlandı. (Resim 3.4)

Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan porselen materyalleri

Porselen Tipi	Markası	Üretici Firma
Metal desteksiz porselen	IPS Empress 2	Ivoclar Aktiengesellschaft Schaan /Liechtenstein
Metal destekli porselen	IPS Classic	Ivoclar Aktiengesellschaft Schaan /Liechtenstein

*AlphaDie MF ,Schütz-Dental GmbH, Rosbach, Germany

**Yeti Dentalprodukte GmbH 78234 Engen Germany

***EP 500, Ivoclar Aktiengesellschaft, Schaan, Liechtenstein

****Biosonic JR, Whaledent Int N.Y., USA.

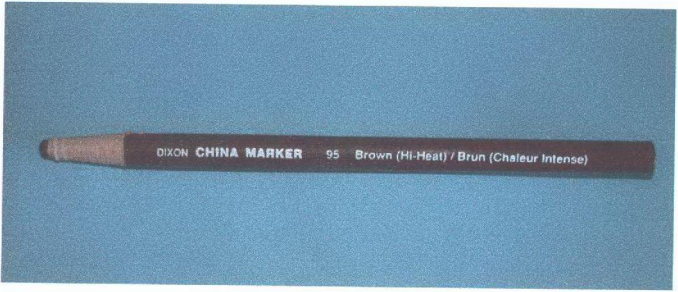


Resim 3.4. Standart porselen örnek

Örnekler üzerinde okluzalde 4, aksiyalde 4 nokta rastgele frezle*işaretlendi. Bu işaretler işaretleyici kalemle** belirginleştirildi. (Resim 3.5,Resim 3.6.)

**North bel 467 İtaly*

***Dixon Chine Marker Brown (Hi-Heat) Brun(Chaleur Intense)*



Resim 3.5.İşaretleyici kalem

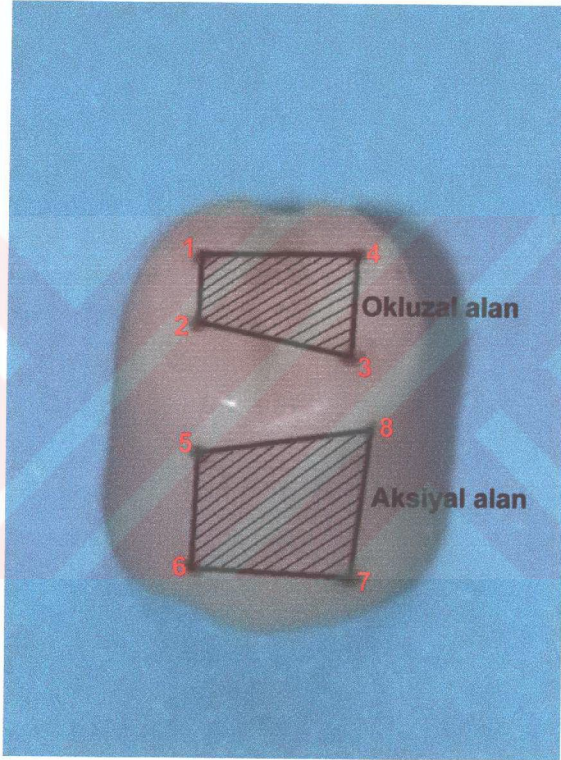


Resim 3.6.İşaretlenmiş porselen örnek

3.2. Örneklerin ölçümü

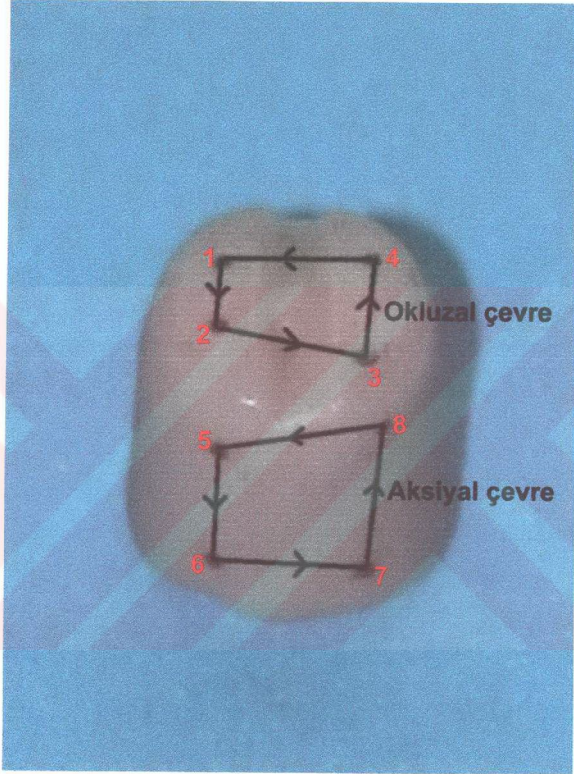
3.2.1.Örneklerde hesaplanacak alan, çevre ve vektörel uzunlukların tanımlanması

1, 2, 3, 4 noktaları arasındaki alan Okluzal Alan , 5, 6, 7, 8 noktaları arasındaki alan Aksiyal alan olarak tanımlandı.(Resim 3.7.)



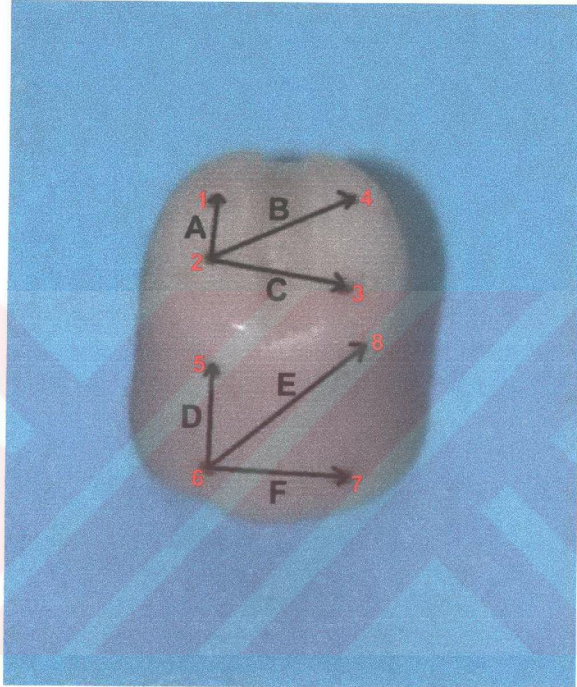
Resim 3.7. Okluzal alan ve aksiyal alan

1, 2 ,3 ,4 noktaları arasındaki uzunluklar toplamı Okluzal çevre 5,6,7,8 noktaları arasındaki uzunluklar toplamı Aksiyal çevre olarak tanımlandı.(Resim 3.8.)



Resim 3.8. Okluzal çevre ve Aksiyal çevre

1-2 arası mesafe A , 2-4 arası mesafe B , 2-3 arası mesafe C olarak adlandırıldı.5-6 arası mesafe D , 6-8 arası mesafe E, 6-7 arası mesafe F olarak tanımlandı.(Resim 3.9)



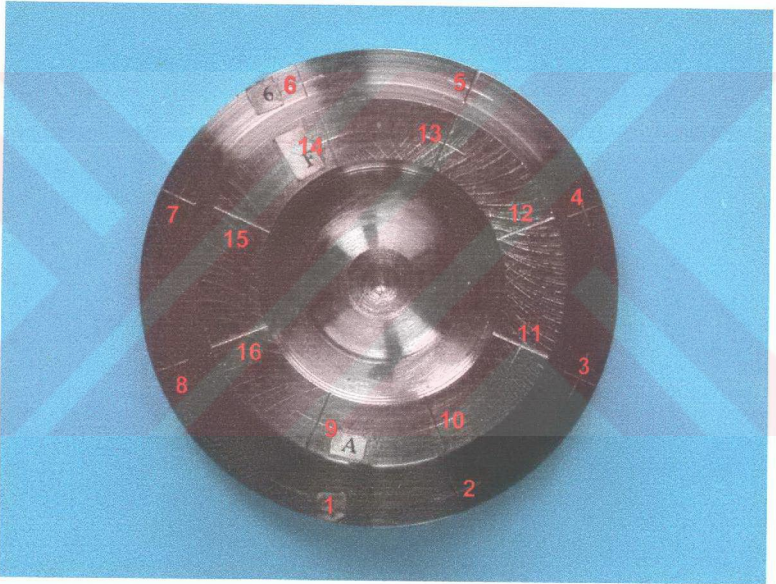
Resim 3.9. A B C D E F vektörleri

Örneklerin 1.,2.,3. fırınlamayı takiben ölçümler; okluzal ve aksiyal alan ,okluzal ve aksiyal çevre, A B C D E F uzunluklarının belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Fotogrametrik değerlendirme

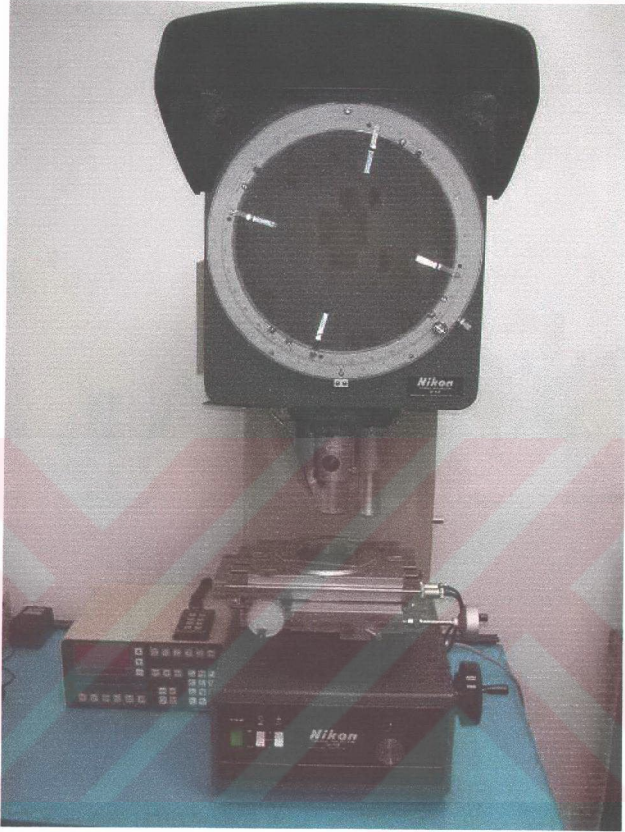
Fotogrametrik değerlendirme yapmak amacıyla üzerinde 3 boyutlu koordinatları bilinen 16 adet noktaya sahip paslanmaz elik ölüm modeli hazırlandı. (Resim 3.10.)

Noktaların X Y ve Z koordinatları bilgisayar destekli torna* yardımıyla oluşturuldu ve noktaların koordinatlarının doğruluğunun sağlaması Nikon V 12 projectör kullanılarak gerçekleştirildi. (Resim 3.11.)



Resim 3.10. X, Y, Z koordinatları bilinen 16 nokta içeren paslanmaz elik model

*NV 500A/40 Mori Seiki Japan Yamato Koriyama City



Resim 3.11 Nikon V 12 projectör

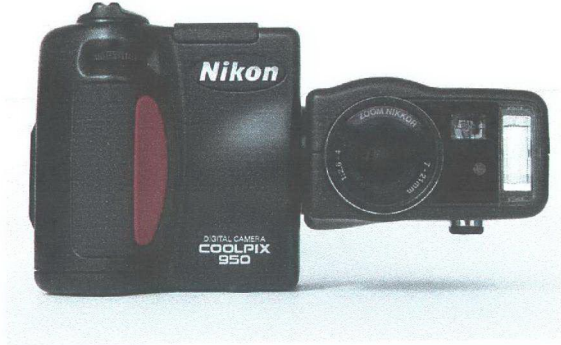
Ölçüm modelinde, X, Y, Z koordinatları bilinen toplam 16 kontrol noktası mevcuttur. (Tablo 3.2.) İncelenen örnekler bu modelin merkezine yerleştirilerek dijital görüntüler alındı.

Tablo 3.3. Hazırlanan modeldeki noktaların X,Y,Z koordinatları

	X	Y	Z
1	0.0000	0.0000	0.0000
2	211.320	87.530	0.0000
3	298.850	298.850	0.0000
4	211.320	510.170	0.0000
5	0.0000	597.700	0.0000
6	-211.320	510.170	0.0000
7	-298.850	298.850	0.0000
8	-211.320	87.530	0.0000
9	0.0000	99.150	259.600
10	141.210	157.640	259.600
11	199.700	298.850	259.600
12	141.210	440.060	259.600
13	0.0000	498.550	259.600
14	-141.210	440.060	259.600
15	-199.700	298.850	259.600
16	-141.210	157.640	259.600

Kullanılan kamera Nikon Coolpix 950 dijital kameradır. (Resim 3.12) Fotoğraf çekiminde standardizasyon için tripot* kullanıldı.

*U 8000 Slık Thailand



Resim 3.12. Fotoğraf çekiminde kullanılan kamera

Odak uzaklığı 7-21 mm arasında değişmektedir. Objeye küçük olduğu için Zoom In ($f=21$ mm) durumunda resim çekimi 1600-1200 çözünürlükte yapılmıştır.

Nikon Coolpix 950 metrik olmayan bir kameradır. Kamera kalibrasyonu S.Ü. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliğinde oluşturulan test alanında yapılmıştır.

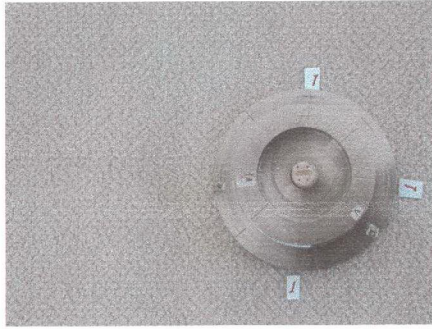
Tablo 3.4. Kamera kalibrasyon değerleri

Fokal uzunluk	21,0817100
Xo	-0,0151500
Yo	-0,0167652

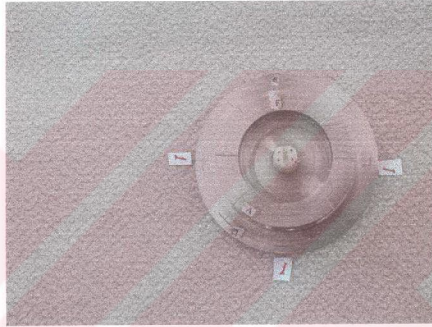
Fotogrametrik değerlendirme Pictran yazılımında yapılmıştır.

Tüm ölçümlerde Presario 3005* bilgisayar kullanılmıştır. Her bir ölçüm için 3 fotoğraf 1600-1200 çözünürlükte elde edildi. Bu fotoğraflar Photoshop Versiyon 7,0 programı kullanılarak siyah beyaza dönüştürüldü. (Resim 3.13. ,3.14. ,3.15.)

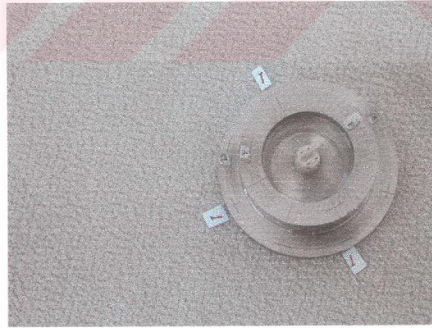
**Hewlett packart company*



Resim 3.13. 1.IPS Empress 2 porselen örneğın 1.fotoğrafi

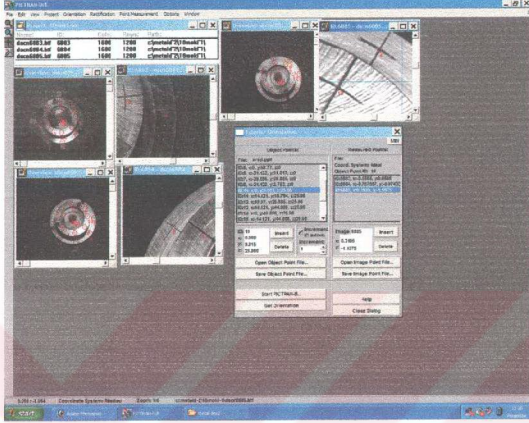


Resim 3.14. 1.IPS Empress 2 porselen örneğın 2.fotoğrafi

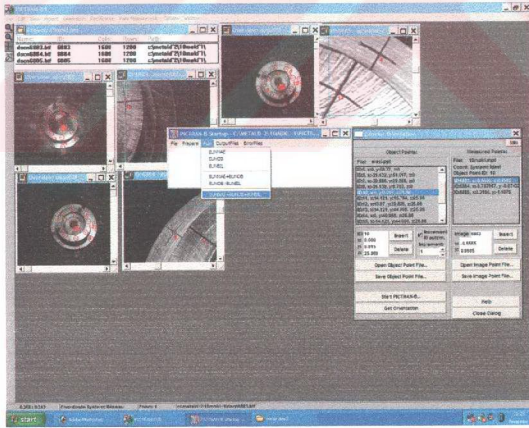


Resim 3.15. 1.IPS Empress 2 porselen örneğın 3.fotoğrafi

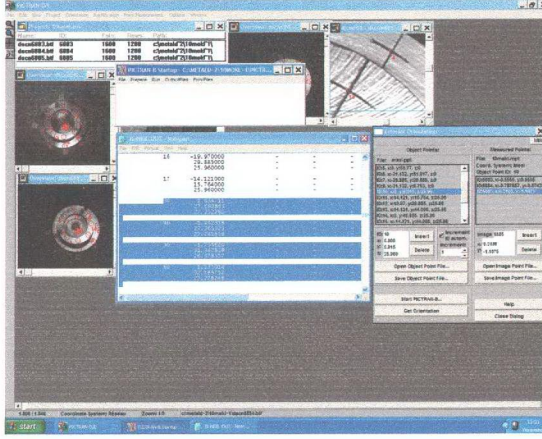
Projelerde üçer fotoğraf Pictran D ve Pictran B programları kullanılarak porselenler üzerinde oluşturduğumuz 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 noktalarının koordinatları belirttikleri alan, çevre ve vektörel uzunlukların hesaplanabilmesi için tespit edildi. (Resim 3.16.,3.17., 3.18.)



Resim 3.16. Pictran D programında fotoğraflarda noktaların işaretlenmesi



Resim 3.17. Tüm koordinatların kaydından sonra Pictran B programına geçiş



Resim 3.18. 1,2,3,4 noktalarının çelik kalıptaki 1 noktasma göre X,Y,Z, koordinatları

Elde edilen noktaların X, Y, Z koordinatları NedCad programına aktarıldı. Okluzalden ve aksiyalden yapılan ayrı ayrı ölçümlerle oluşturulan alan , çevre ve vektörel uzunluk değerleri NedCad programıyla elde edildi. (Resim 3.19.)

Alan değerlendirilmesi Gauss alan bağıntısı kullanılarak yapılmıştır.

$$2F = \sum_{i=1}^n x_i(y_{i+1} - y_{i-1})$$

Parametrik test varsayımlarını yerine getiren gruplara independent t testi , yerine getiremeyen gruplara Mann Whitney U Testi uygulanmıştır. Böylece metal destekli ve metal desteksiz örneklerin yüzde büzülmeleri arasında fark olup olmadığı test edilmiştir.



4.BULGULAR

4.1. Fotogrametrik ölçüm sonuçları

4.1.1.Okluzal bölge ölçüm bulguları

Metal destekli ve metal desteksiz örneklerin okluzal ve aksiyal yüzlerdeki alan, çevre ve A , B, C, D, E, F vektörel uzunluk ölçümleri tablolarla sunulmuştur.

Tablo 4.1.Metal destekli porselen örneklerde okluzal alan değerleri (milimetrekare)

Örnek no	1.fınnlama	2.fınnlama	3.fınnlama
1	11,751	11,666	11,567
2	12,101	12,065	11,939
3	12,833	12,637	12,572
4	11,783	11,775	11,618
5	10,925	10,889	10,773
6	13,399	13,14	12,946
7	11,725	11,72	11,427
8	11,612	11,506	11,49
9	10,95	10,756	10,654
10	13,064	12,785	12,703
11	10,593	10,529	10,487
12	12,255	11,478	11,314
13	9,558	9,344	9,287
14	12,335	12,227	12,13
15	11,904	11,78	11,697
16	9,732	9,713	9,664
17	12,608	12,532	12,473
18	10,781	10,761	10,684
19	11,179	10,572	10,409
20	12,994	12,851	12,785

Tablo 4.2. Metal destekli porselen örneklerde ortalama okluzal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (milimetrekare)

Malzeme	Fırınlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırınlama	11,7041	1,0619
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırınlama	11,5363	1,0436
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırınlama	11,431	1,0329

Tablo 4.3. Metal desteksiz porselen örneklerde okluzal alan değerleri (milimetrekare)

Örnek no	1.fırınlama	2.fırınlama	3.fırınlama
1	13,847	13,75	13,564
2	15,244	15,12	14,87
3	18,608	18,203	17,945
4	12,925	11,823	11,721
5	14,134	13,849	14,47
6	15,408	15,266	15,202
7	11,876	11,726	11,657
8	13,801	13,753	13,71
9	13,346	13,384	13,298
10	11,364	10,858	10,591
11	10,595	10,565	10,457
12	14,259	14,21	14,208
13	13,007	12,912	12,748
14	11,96	11,557	11,405
15	11,759	11,55	11,497
16	13,792	13,168	13,142
17	13,032	12,785	12,692
18	13,621	13,515	13,465
19	14,248	14,12	14,008
20	13,867	13,78	13,584

Tablo 4.4. Metal desteksiz porselen örneklerde ortalama okluzal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (milimetrekare).

Malzeme	Fırınlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırınlama	13,5347	1,7258
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırınlama	13,2947	1,7524
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırınlama	13,2074	1,7618



Grafik 4.1. Ortalama okluzal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi

Tablo 4.5. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri

	Metal destekli porselen örnekler	Metal desteksiz porselen örnekler
Okluzal alan 1.fırınlama	0,000	0,001
Okluzal alan 2.fırınlama	0,000	0,000
Okluzal alan 3.fırınlama	0,000	0,047

Tablo 4.6. Metal destekli porselen örneklerde okluzal çevre değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	14448	14421	14399
2	14377	14204	14150
3	14476	14357	14332
4	14254	14252	14209
5	13494	13475	13413
6	14893	14766	14655
7	13954	13931	13804
8	14610	14503	14452
9	13741	13572	13556
10	14715	14571	14393
11	13821	13789	13744
12	14502	14115	14034
13	13077	12955	12885
14	14476	14415	14398
15	14243	14180	14042
16	13317	13313	13258
17	14542	14500	14410
18	13852	13565	13397
19	13746	13639	13512
20	14851	14747	14683

Tablo 4.7. Metal destekli porselen örneklerde ortalama okluzal çevre değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

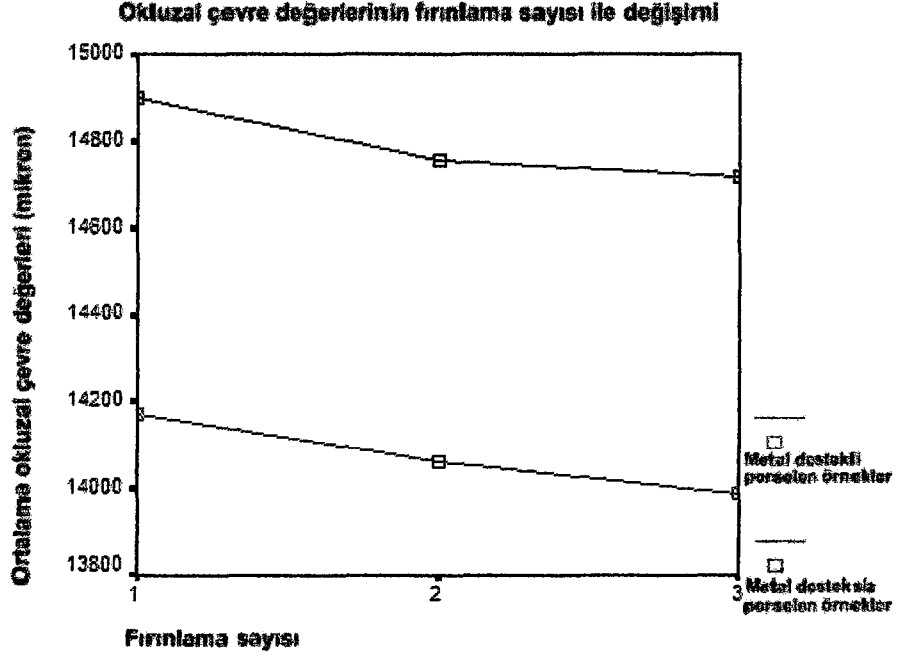
Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	14169,45	515,963
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	14063,5	508,4787
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	13986,3	510,7653

Tablo 4.8. Metal desteksiz porselen örneklerde okluzal çevre değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	15138	15116	15066
2	15668	15599	15499
3	17309	17122	16945
4	14483	14142	14088
5	15134	14982	15384
6	15861	15754	15739
7	14197	14095	14083
8	14605	14365	14093
9	14761	14780	14760
10	14045	13429	13432
11	13242	13246	13189
12	15310	15252	15246
13	14519	14472	14414
14	14580	14410	14357
15	14162	14056	14037
16	15108	14613	14597
17	14615	14571	14383
18	14810	14746	14685
19	15315	15232	15243
20	15148	15105	15049

Tablo 4.9. Metal desteksiz porselen örneklerde ortalama okluzal çevre değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	14900,5	827,4589
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	14754,35	853,2653
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	14714,45	853,4423



Grafik 4.2. Ortalama okluzal çevre değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi

Tablo 4.10. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri

	Metal destekli porselen örnekler	Metal desteksiz porselen örnekler
Okluzal çevre 1.fırınlama	0,000	0,000
Okluzal çevre 2.fırınlama	0,000	0,001
Okluzal çevre 3.fırınlama	0,000	0,002

Tablo 4.11. Metal destekli porselen örneklerde A vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	2520	2490	2450
2	2350	2270	2190
3	3340	3290	3280
4	2630	2590	2530
5	2810	2790	2760
6	2890	2840	2820
7	2840	2890	2870
8	2020	2030	2020
9	2390	2410	2410
10	3150	3090	3130
11	2100	2100	2060
12	2730	2600	2500
13	2090	2040	2030
14	2840	2820	2790
15	2520	2450	2390
16	2490	2410	2420
17	2990	2970	2960
18	3090	3050	2980
19	2940	2870	2880
20	3320	3290	3310

Tablo 4.12. A vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi(mikrometre)

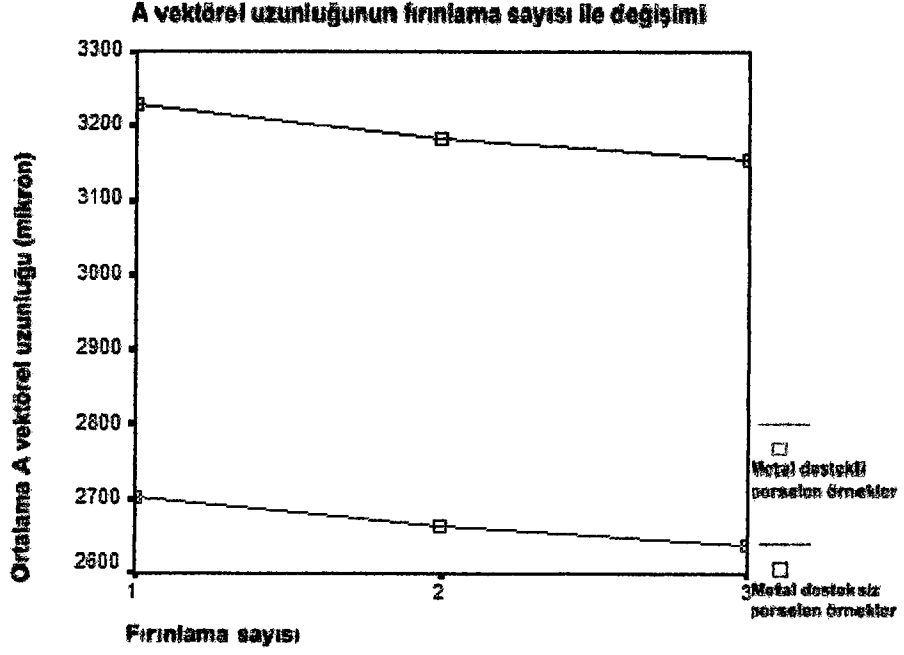
Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	2702,5	391,0428
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	2664,5	387,4271
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	2639	398,9051

Tablo 4.13. Metal desteksiz porselen örneklerde A vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	2950	2890	2840
2	3620	3650	3560
3	4430	4410	4380
4	3040	2970	2940
5	3610	3630	3460
6	3560	3550	3500
7	2580	2570	2520
8	3360	3160	3180
9	2970	2870	2850
10	2840	2830	2830
11	2730	2690	2730
12	3740	3720	3710
13	3090	3070	3000
14	2710	2590	2650
15	2610	2560	2550
16	3180	3040	2940
17	2780	2760	2750
18	3230	3250	3270
19	3790	3760	3740
20	3750	3680	3690

Tablo 4.14. A vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	3228,5	491,6382
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	3182,5	505,5469
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	3154,5	492,5922



Grafik 4.3. A vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi

Tablo 4.15. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri

	Metal destekli porselen örnekler	Metal desteksiz porselen örnekler
A vektörel uzunluğu 1.fırınlama	0,000	0,002
A vektörel uzunluğu 2.fırınlama	0,000	0,000
A vektörel uzunluğu 1.fırınlama	0,000	0,000
A vektörel uzunluğu 3.fırınlama	0,005	0,031
A vektörel uzunluğu 2.fırınlama		
A vektörel uzunluğu 3.fırınlama		

Tablo 4.16. Metal destekli porselen örneklerde B vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	5400	5350	5390
2	4870	4880	4880
3	5300	5260	5230
4	5360	5360	5350
5	4910	4870	4850
6	5550	5490	5460
7	4780	4780	4840
8	5780	5770	5770
9	4810	4700	4770
10	4990	4940	4980
11	5300	5280	5280
12	5590	5400	5370
13	4860	4820	4790
14	4850	4810	4820
15	5020	5010	4930
16	5040	5050	5030
17	4850	4830	4810
18	5020	4970	4940
19	4970	4930	4920
20	5180	5130	5140

Tablo 4.17. B vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

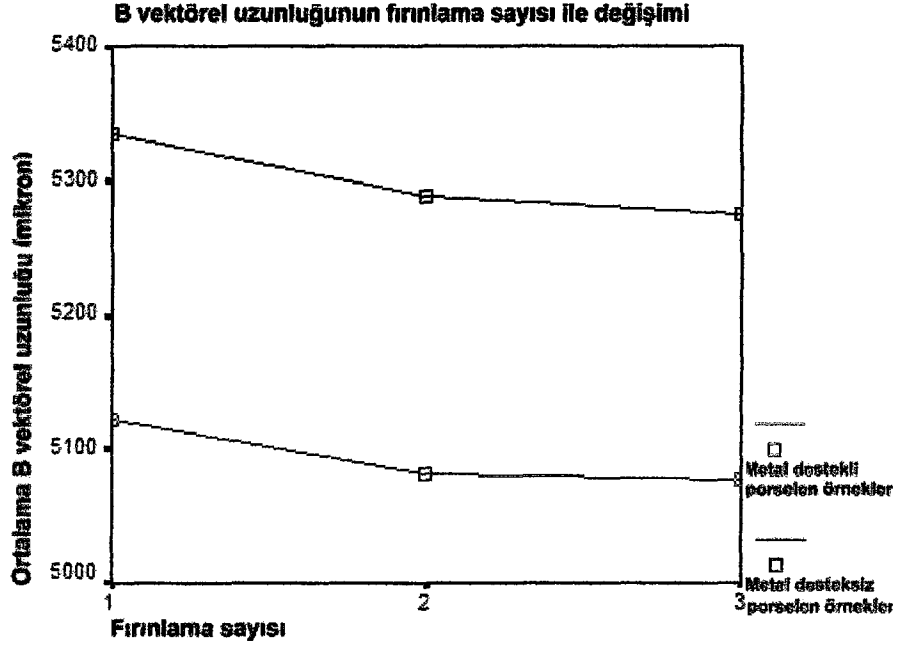
Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	5121,5	294,0869
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	5081,5	286,0121
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	5077,5	280,1292

Tablo 4.18. Metal desteksiz porselen örneklerde B vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	5590	5550	5510
2	5270	5260	5140
3	6380	6320	6330
4	5170	5150	5120
5	5300	5260	5280
6	5420	5430	5420
7	5150	5080	5090
8	5600	5410	5430
9	5260	4980	5040
10	4760	4700	4740
11	4730	4740	4740
12	5210	5210	5290
13	5210	5190	5150
14	5620	5550	5541
15	5120	5150	5150
16	5210	5290	5150
17	5670	5610	5603
18	5350	5310	5306
19	5280	5250	5250
20	5380	5310	5220

Tablo 4.19. B vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	5334	347,5841
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	5287,5	338,9593
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	5275	336,1959



Grafik 4.4. B vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi

Tablo 4.20. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri

	Metal destekli porselen örnekler	Metal desteksiz porselen örnekler
B vektörel uzunluğu 1.fırınlama		
B vektörel uzunluğu 2.fırınlama	0,001	0,007
B vektörel uzunluğu 1.fırınlama	0,002	0,003
B vektörel uzunluğu 3.fırınlama		
B vektörel uzunluğu 2.fırınlama	0,62	0,522
B vektörel uzunluğu 3.fırınlama		

Tablo 4.21. Metal destekli porselen örneklerde C vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	4720	4770	4760
2	4250	4230	4220
3	3690	3660	3660
4	4670	4680	4700
5	4250	4260	4240
6	4350	4400	4390
7	4200	4130	4130
8	4040	4090	4070
9	4530	4390	4360
10	4460	4420	4430
11	4380	4370	4360
12	4660	4640	4650
13	4210	4180	4190
14	4530	4520	4510
15	4190	4200	4200
16	4480	4530	4490
17	4260	4230	4220
18	4670	4680	4670
19	4330	4320	4290
20	4430	4370	4390

Tablo 4.22. C vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

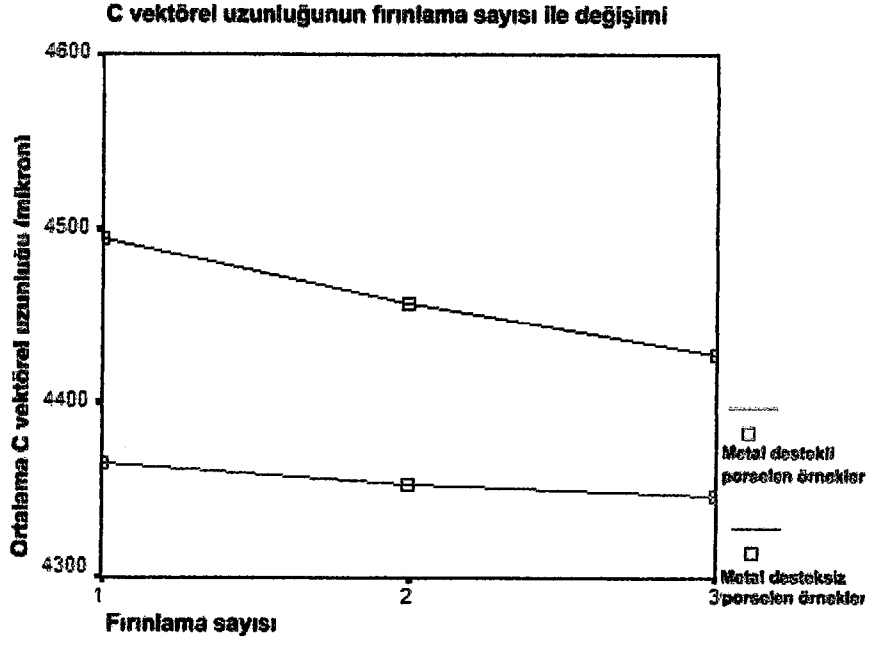
Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	4365	247,3331
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	4353,5	254,4814
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	4346,5	255,2867

Tablo 4.23. *Metal desteksiz porselen örneklerde C vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)*

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	4510	4500	4430
2	4100	4060	4040
3	4330	4250	4220
4	4240	4170	4140
5	4390	4350	4290
6	4330	4330	4240
7	4140	4080	4060
8	4560	4540	4510
9	3960	3940	3940
10	4080	4050	4020
11	3840	3820	3810
12	4210	4190	4160
13	4040	4020	4010
14	5090	5080	5070
15	4520	4490	4470
16	4020	3940	3940
17	5110	5060	5020
18	3910	3910	3900
19	4150	4110	4110
20	8345	8243	8179

Tablo 4.24. *C vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)*

Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	4493,75	968,8556
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	4456,65	955,2008
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	4427,95	944,7589



Grafik 4.5. C vektörel uzunluk değerlerinin firnılama sayısı ve porselen tipi ile değişimi

Tablo 4.25. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri

	Metal destekli porselen örnekler	Metal desteksiz porselen örnekler
C vektörel uzunluğu 1.firnlama	0,284	0,000
C vektörel uzunluğu 2.firnlama	0,091	0,000
C vektörel uzunluğu 3.firnlama	0,069	0,000

4.1.2. Aksiyal bölge ölçüm bulguları

Tablo 4.26. Metal destekli porselen örneklerde aksiyal alan değerleri (milimetrekaire)

Örnek no	1.fınlama	2.fınlama	3.fınlama
1	29,92	29,39	28,82
2	23,91	23,36	22,41
3	29,99	29,42	29,22
4	27,22	26,44	26,32
5	28,24	27,56	27,34
6	30,6	30,4	29,27
7	29,74	29,17	29,11
8	29,03	28,59	28,08
9	26,13	25,87	25,36
10	27,55	27,25	27,19
11	29,54	29,48	29,41
12	22,94	22,83	22,74
13	28,73	28,19	27,83
14	34,5	32,02	31,88
15	27,33	26,63	25,99
16	28,47	27,96	27,89
17	31,02	30,73	30,38
18	26,75	26,31	26,11
19	26,38	26,21	26,17
20	29,82	29,11	28,63

Tablo 4.27. Aksiyal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (milimetrekaire)

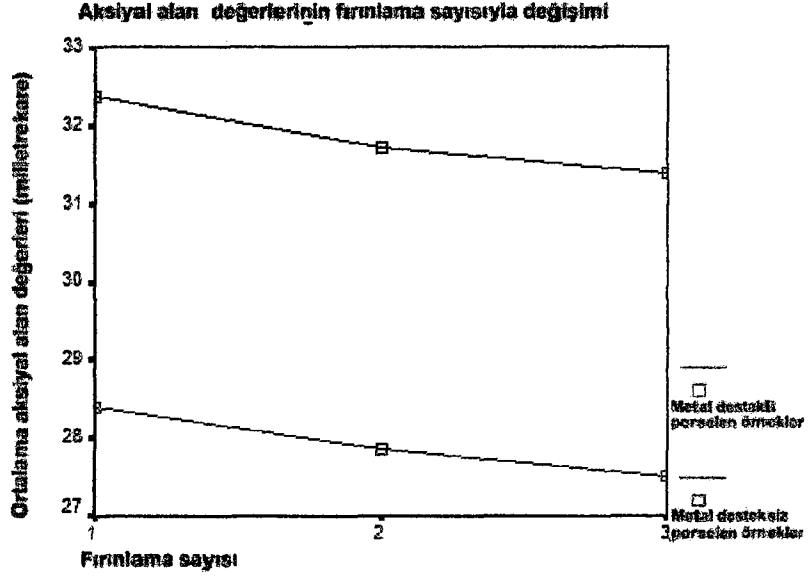
Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	28,3899	2,5606
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	27,8462	2,3169
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	27,5077	2,341

Tablo 4.28.Metal desteksiz porselen örneklerde aksiyal alan değerleri (milimetrekare)

Örnek no	1.fınlama	2.fınlama	3.fınlama
1	32,94	32,3	31,99
2	32,86	31,8	31,44
3	28,68	27,88	27,7
4	31,21	31,12	30,35
5	32,75	32,17	32
6	34,69	33,14	33,04
7	32,86	32,39	32,13
8	33,93	32,38	32,06
9	30,08	29,98	29,52
10	28,09	27,88	26,97
11	32,85	31,78	31,47
12	30,8	30,75	30,43
13	29,28	28,45	28,35
14	36,7	36,31	36,11
15	36,23	35,51	35,36
16	32,51	32,12	31,77
17	32,85	31,82	31,46
18	35,37	34,48	34,25
19	30,09	29,98	29,52
20	32,77	32,2	32

Tablo 4.29.Aksiyal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (milimetrekare)

Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	32,3766	2,3815
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	31,721	2,2298
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	31,3949	2,3231



Grafik 4.6. Aksiyal alan değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi

Tablo 4.30. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri

	Metal destekli porselen örnekler	Metal desteksiz porselen örnekler
Aksiyal alan 1.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal alan 2.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal alan 3.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal alan 1.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal alan 2.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal alan 3.fırınlama	0,000	0,000

Tablo 4.31. Metal destekli porselen örneklerde aksiyal çevre değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırınlama	2.fırınlama	3.fırınlama
1	22050	21875	21639
2	19728	19484	19074
3	21987	21786	21319
4	20880	20578	20521
5	21453	21216	21097
6	22432	22322	21854
7	21987	21747	21706
8	21709	21568	21327
9	20606	20544	20372
10	21233	21105	20974
11	21581	21493	21403
12	19252	19137	19051
13	21476	21274	21106
14	23541	22820	22325
15	21304	21023	20874
16	21546	21344	21273
17	22424	22298	22186
18	20771	20677	20583
19	20867	20685	20572
20	21881	21626	21185

Tablo 4.32. Aksiyal çevre değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

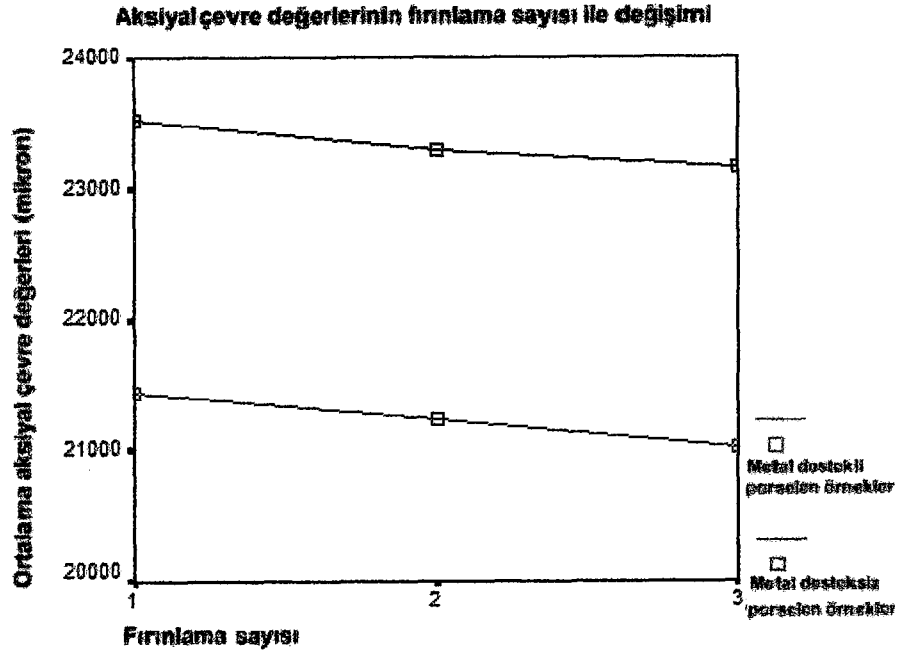
Malzeme	Fırınlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırınlama	21435,4	951,4731
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırınlama	21230,1	894,285
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırınlama	21022,05	852,0747

Tablo 4.33. Metal desteksiz porselen örneklerde aksiyal çevre değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	25395	25274	25231
2	23788	23435	23358
3	22696	22363	22213
4	22967	22800	22432
5	23740	23590	23475
6	24227	23704	23575
7	23564	23383	23285
8	23480	22949	22785
9	22686	22655	22439
10	21657	21553	21175
11	23769	23473	23573
12	22724	22700	22532
13	22264	21923	21901
14	24594	24433	24324
15	24791	24481	24469
16	23561	23226	23225
17	23772	23443	23368
18	24359	24044	23926
19	22634	22617	22482
20	23760	23582	23463

Tablo 4.34. Aksiyal çevre değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	23521,4	916,0578
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	23281,4	887,675
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	23161,55	947,2093



Grafik 4.7. Aksiyal çevre değerlerinin fırınlama sayısı ve porcelen tipi ile değişimi

Tablo 4.35. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri

	Metal destekli porcelen örnekler	Metal desteksiz porcelen örnekler
Aksiyal çevre 1.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 2.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 1.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 3.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 2.fırınlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 3.fırınlama	0,000	0,000

Tablo 4.36. Metal destekli porselen örneklerde D vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırınlama	2.fırınlama	3.fırınlama
1	5610	5580	5540
2	4710	4610	4450
3	5360	5110	5020
4	5080	4950	5080
5	5770	5740	5630
6	6230	6140	5960
7	6270	6130	6080
8	5920	5920	5900
9	5740	5760	5750
10	6080	6020	6030
11	7060	6890	6860
12	5140	5120	5110
13	5450	5390	5360
14	5820	5510	5450
15	6330	6240	6210
16	5990	5950	5940
17	5870	5810	5790
18	5450	5380	5360
19	4700	4580	4530
20	5840	5780	5740

Tablo 4.37. D vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

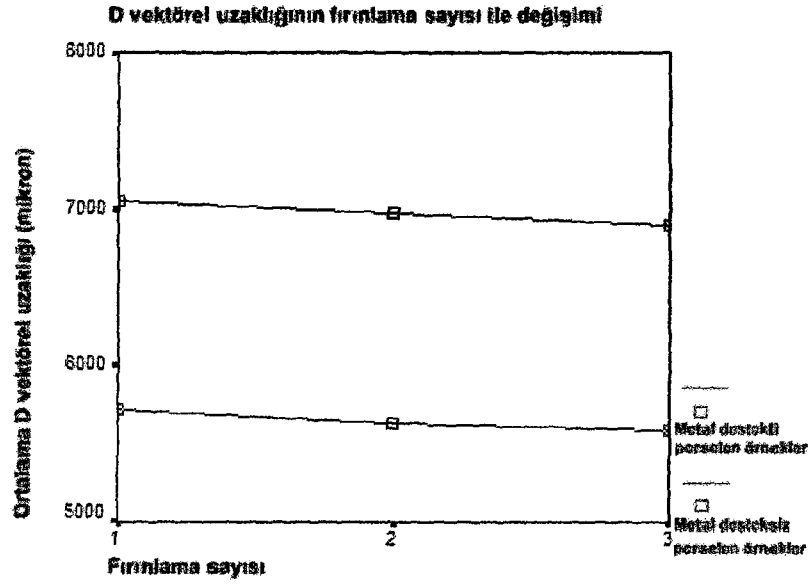
Malzeme	Fırınlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırınlama	5721	567,3846
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırınlama	5630,5	569,6303
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırınlama	5589,5	573,2041

Tablo 4.38. Metal desteksiz porselen örneklerde D vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	6330	6250	6220
2	7100	7160	7010
3	7000	6950	6860
4	6920	6770	6650
5	7560	7600	7490
6	7440	7310	7180
7	7380	7280	7270
8	6250	6120	6000
9	7240	7200	7090
10	6450	6360	6320
11	7060	6930	6890
12	6550	6480	6390
13	6870	6800	6770
14	7020	6880	6950
15	7540	7470	7340
16	7100	7040	6980
17	7760	7650	7560
18	7380	7310	7270
19	7080	6970	6930
20	6982	6902	6823

Tablo 4.39. D vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	7050,6	413,0768
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	6971,6	427,18
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	6899,65	419,4876



Grafik 4.8. D vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi

Tablo 4.40. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri

	Metal destekli porselen örnekler	Metal desteksiz porselen örnekler
D vektörel uzunluğu 1.fırınlama	0,000	0,000
D vektörel uzunluğu 2.fırınlama	0,000	0,000
D vektörel uzunluğu 1.fırınlama	0,000	0,000
D vektörel uzunluğu 3.fırınlama	0,000	0,000
D vektörel uzunluğu 2.fırınlama	0,010	0,000
D vektörel uzunluğu 3.fırınlama	0,000	0,000

Tablo 4.41. Metal destekli porselen örneklerde E vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	7490	7380	7300
2	7210	7090	6950
3	7830	7650	7500
4	7400	7310	7240
5	7350	7240	7230
6	7880	7820	7700
7	7840	7850	7820
8	7600	7530	7510
9	7160	7070	6970
10	7960	7890	7870
11	8110	8070	8080
12	6980	6980	6930
13	7610	7510	7480
14	8290	8060	7960
15	7880	7820	7760
16	7690	7670	7560
17	7670	7710	7720
18	7500	7390	7360
19	7860	7900	7930
20	7910	7880	7830

Tablo 4.42.E vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

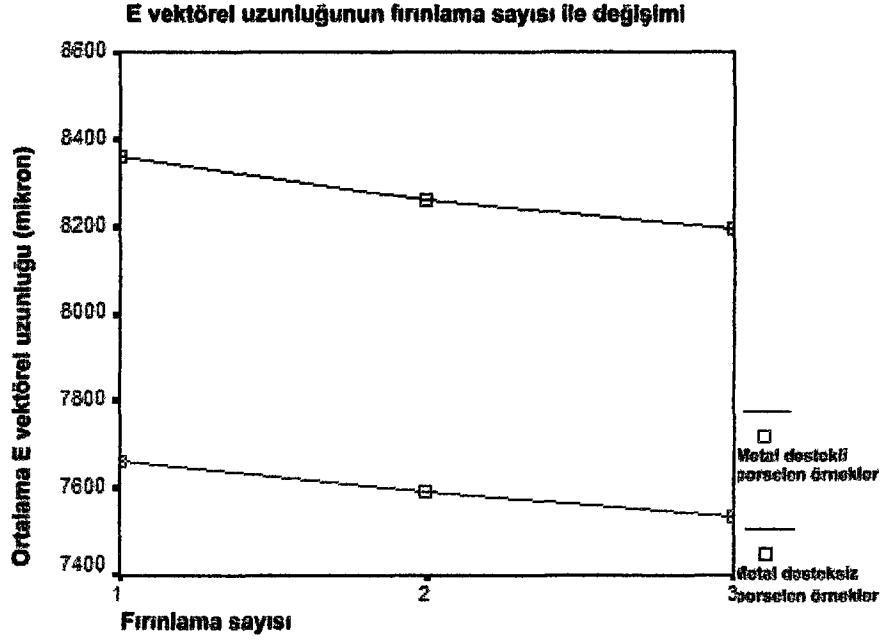
Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	7661	331,6768
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	7591	332,9912
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	7535	349,8195

Tablo 4.43. Metal desteksiz porselen örneklerde E vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	8730	8650	8610
2	8200	8120	8130
3	8060	7930	7880
4	7750	7680	7610
5	8820	8620	8530
6	8590	8520	8290
7	8600	8520	8510
8	7990	7840	7810
9	8240	8170	8110
10	7850	7780	7750
11	8110	7930	7800
12	8270	8250	8250
13	7980	7920	7820
14	8540	8540	8530
15	8900	8850	8690
16	8510	8300	8250
17	8810	8660	8590
18	8770	8670	8630
19	8140	7980	7890
20	8345	8243	8179

Tablo 4.44.E vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	8360,25	350,8504
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	8258,65	352,1477
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	8192,95	347,1877



Grafik 4.9. E vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi

Tablo 4.45. İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri

	Metal destekli porselen örnekler	Metal desteksiz porselen örnekler
E vektörel uzunluğu 1.fırnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 2.fırnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 1.fırnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 3.fırnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 2.fırnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 3.fırnlama	0,000	0,000

Tablo 4.46. Metal destekli porselen örneklerde F vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırlama	2.fırlama	3.fırlama
1	4960	4890	4820
2	4350	4350	4340
3	5660	5580	5570
4	5510	5390	5230
5	5020	4960	5000
6	5090	5080	5060
7	5450	5380	5430
8	5170	5090	4980
9	4810	4740	4750
10	4870	4820	4830
11	3940	3760	3740
12	5630	5620	5600
13	5310	5240	5250
14	6050	5810	5800
15	4370	4360	4330
16	4990	4910	4880
17	5610	5540	5480
18	5260	5240	5250
19	4770	4730	4740
20	5620	5610	5580

Tablo 4.47. F vektörel uzunluk değerlerinin fırlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi

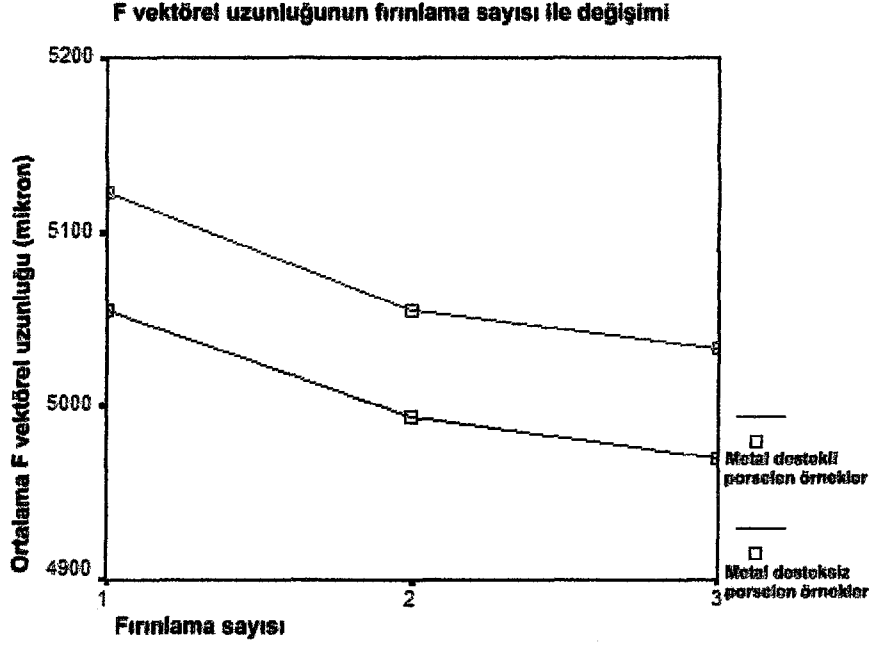
Malzeme	Fırlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	1.fırlama	5122	518,506
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	2.fırlama	5055	511,4839
Metal destekli porselen örneklerin ortalaması	3.fırlama	5033	508,5904

Tablo 4.48. Metal desteksiz porselen örneklerde *F* vektörel uzunluk değerleri (mikrometre)

Örnek no	1.fırınlama	2.fırınlama	3.fırınlama
1	6770	6670	6660
2	5230	5190	5140
3	4450	4420	4450
4	5140	5030	5020
5	4980	4900	4870
6	5510	5430	5370
7	4860	4800	4780
8	5770	5640	5600
9	4740	4710	4690
10	4770	4760	4730
11	3940	3880	3880
12	5100	5080	5010
13	4650	4510	4550
14	6250	6210	6150
15	4680	4540	4520
16	4880	4960	4910
17	4990	4940	4910
18	5390	5330	5310
19	4570	4470	4460
20	4420	4410	4380

Tablo 4.49. *F* vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi (mikrometre)

Malzeme	Fırınlama sayısı	Ortalama değer	Standart sapma
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	1.fırınlama	5054,5	650,9465
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	2.fırınlama	4994	643,4888
Metal desteksiz porselen örneklerin ortalaması	3.fırınlama	4969,5	631,9933

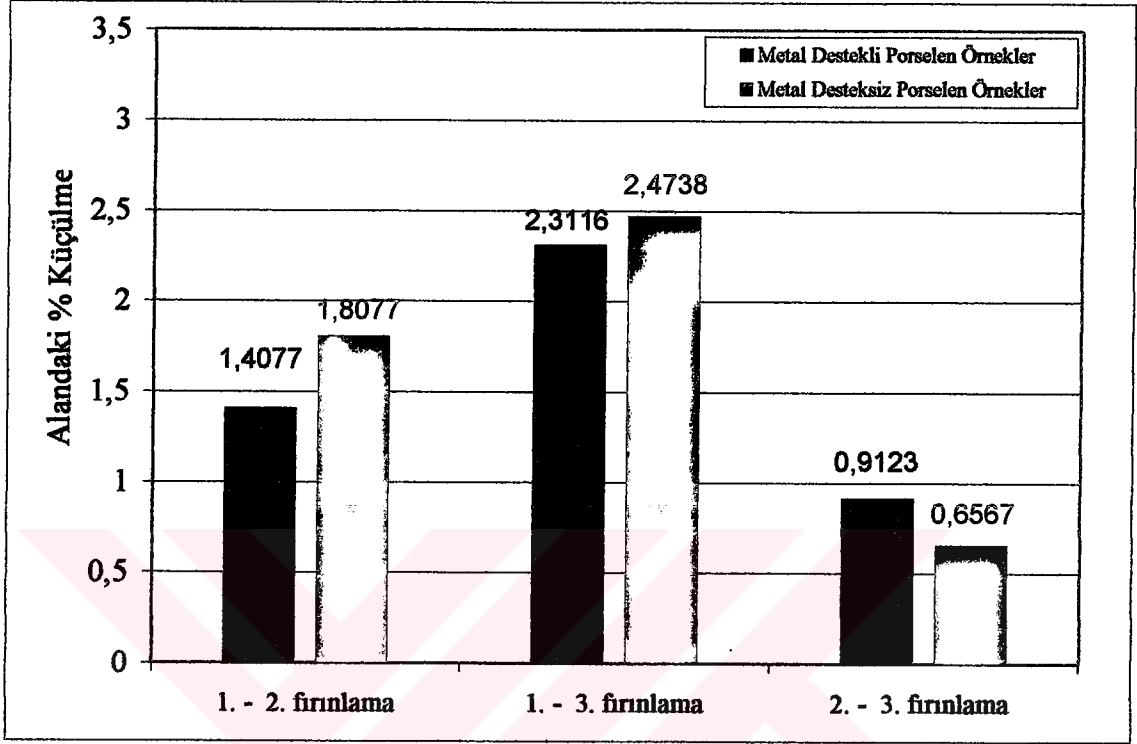


Grafik 4.10. *F vektörel uzunluk değerlerinin fırınlama sayısı ve porselen tipi ile değişimi*

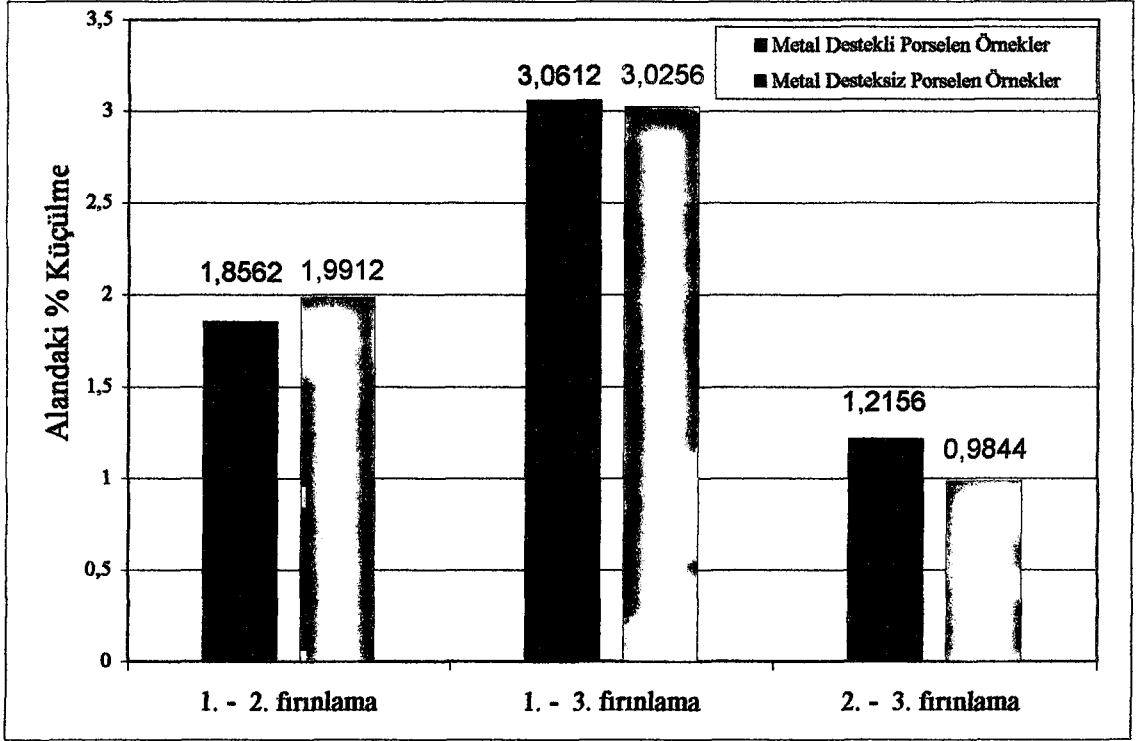
Tablo 4.50. *İstatistik değerlendirmede elde edilen P değerleri*

	Metal destekli porselen örnekler	Metal desteksiz porselen örnekler
F vektörel uzunluğu 1.fırınlama	0,000	0,000
F vektörel uzunluğu 2.fırınlama	0,000	0,000
F vektörel uzunluğu 1.fırınlama	0,000	0,000
F vektörel uzunluğu 3.fırınlama	0,058	0,001
F vektörel uzunluğu 2.fırınlama		
F vektörel uzunluğu 3.fırınlama		

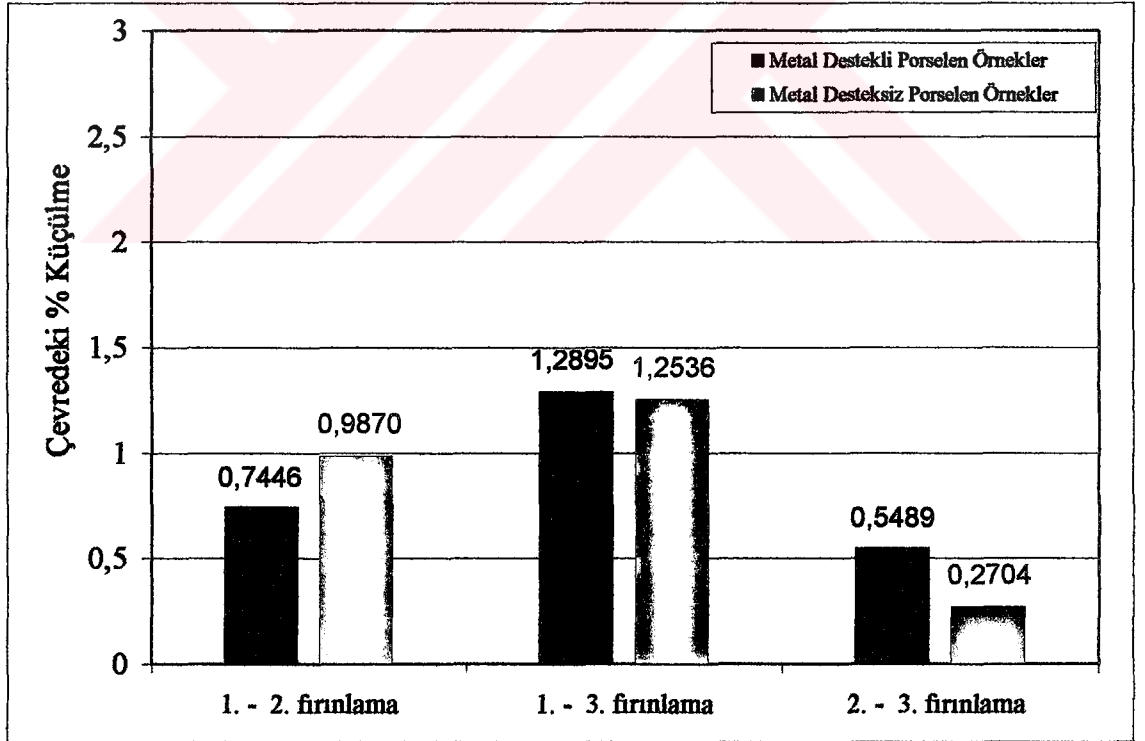
4.2. Tekrarlanan fırınlamalarda tespit edilen alan, çevre, vektörel uzunluklardaki değişimlerin analiz bulguları



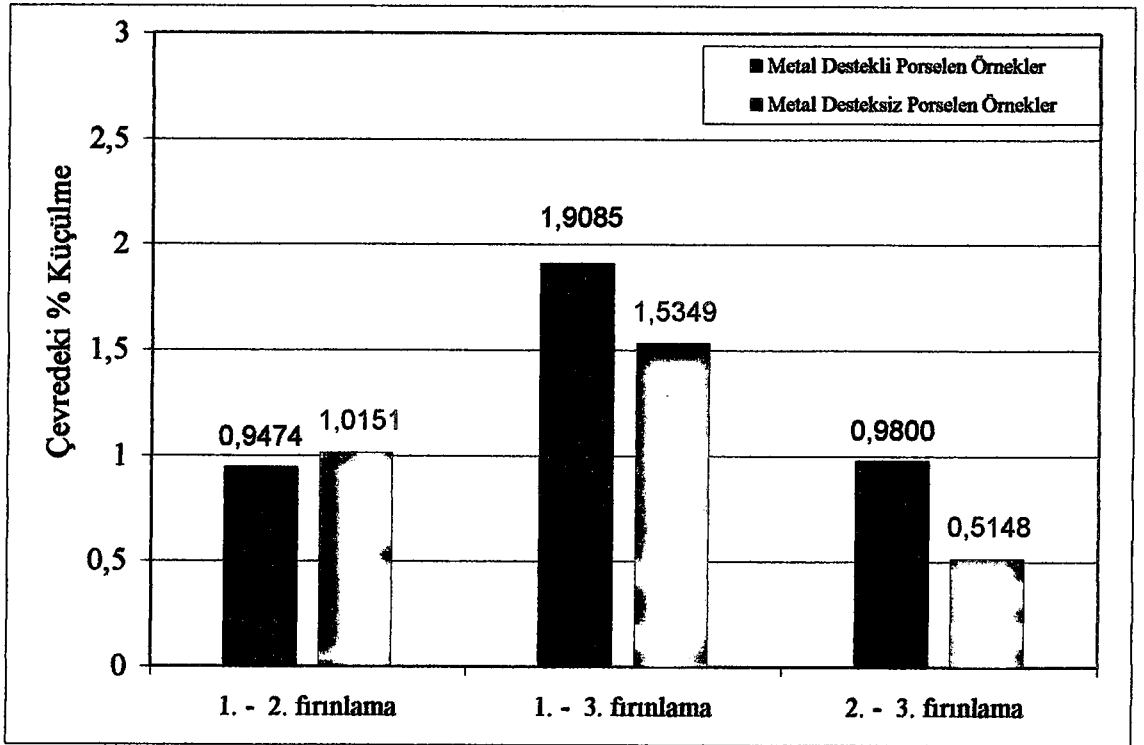
Grafik 4.11. Fırınlamalarla elde edilen okluzal alan değerlerinde oluşan % küçülme



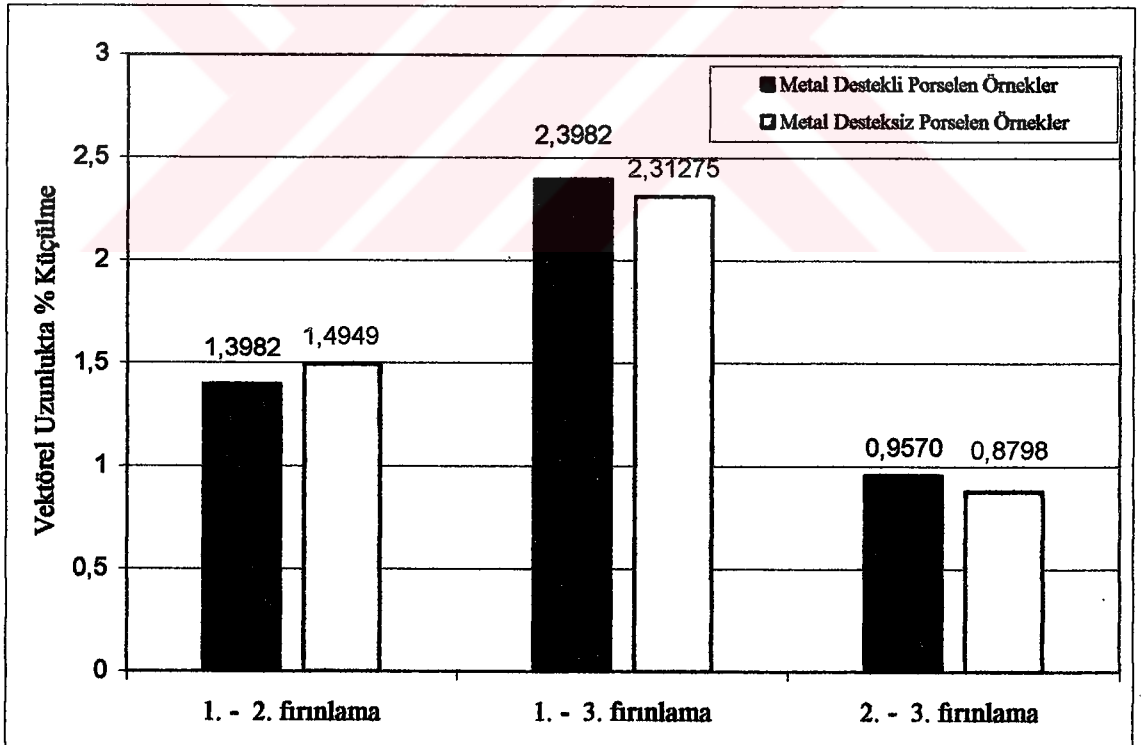
Grafik 4.12. Fırınlamalarla elde edilen aksiyal alan değerlerinde oluşan % küçülme



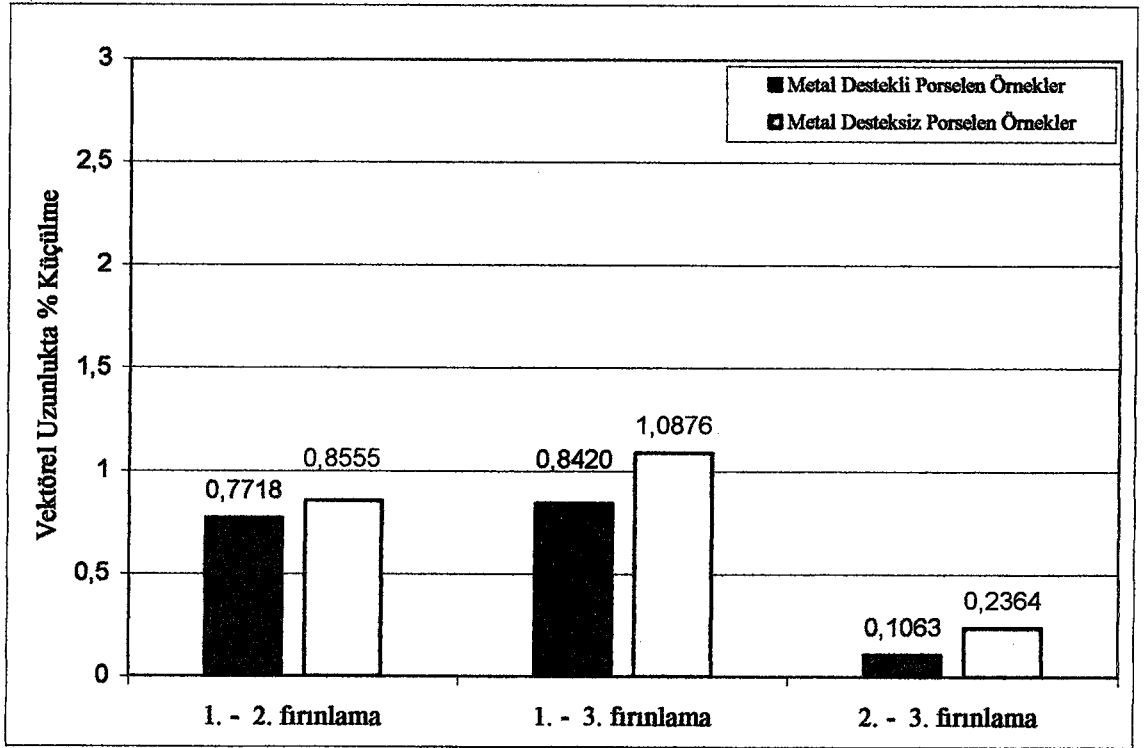
Grafik 4.13. Fırınlamalarla elde edilen okluzal çevre değerlerinde oluşan % küçülme



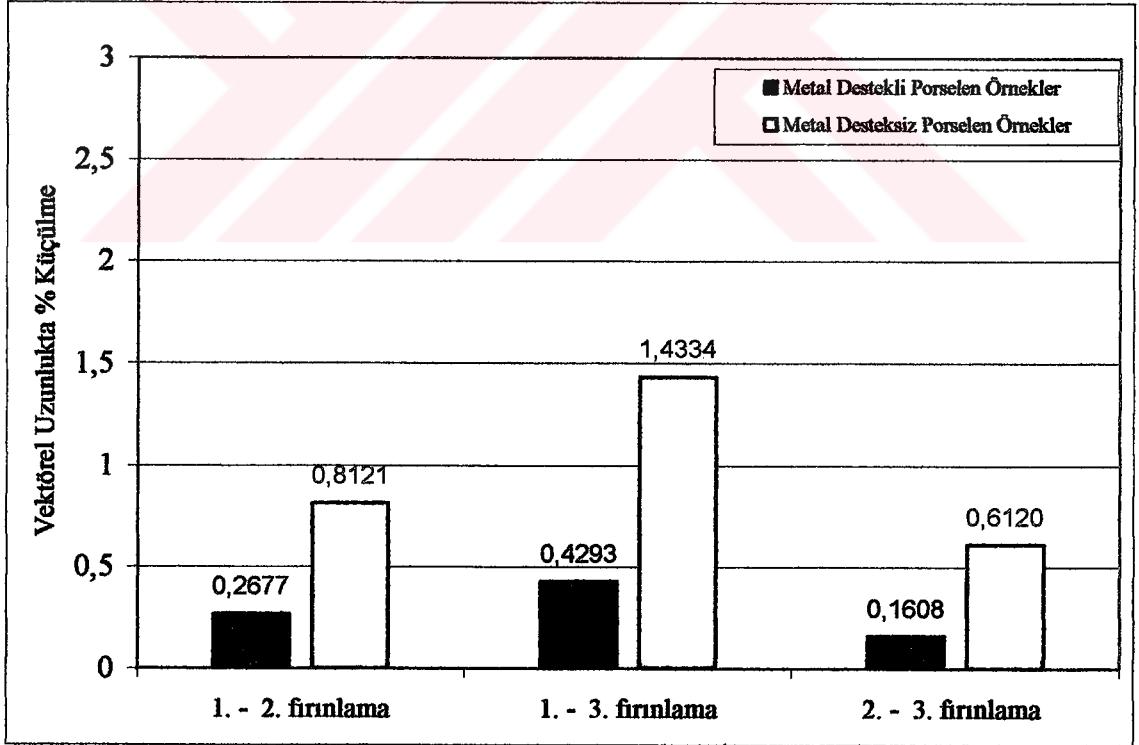
Grafik 4.14. Firinlamalarla elde edilen aksiyal çevre değerlerinde oluşan % küçülme



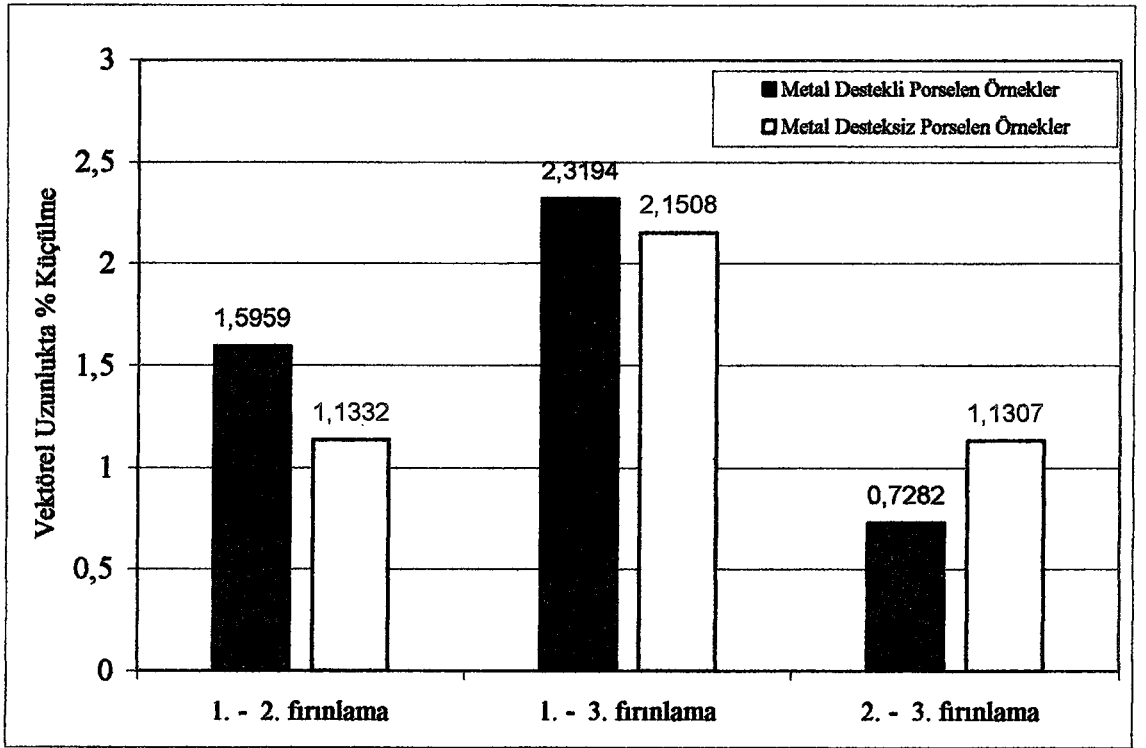
Grafik 4.15. Firinlamalarla elde edilen A vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme



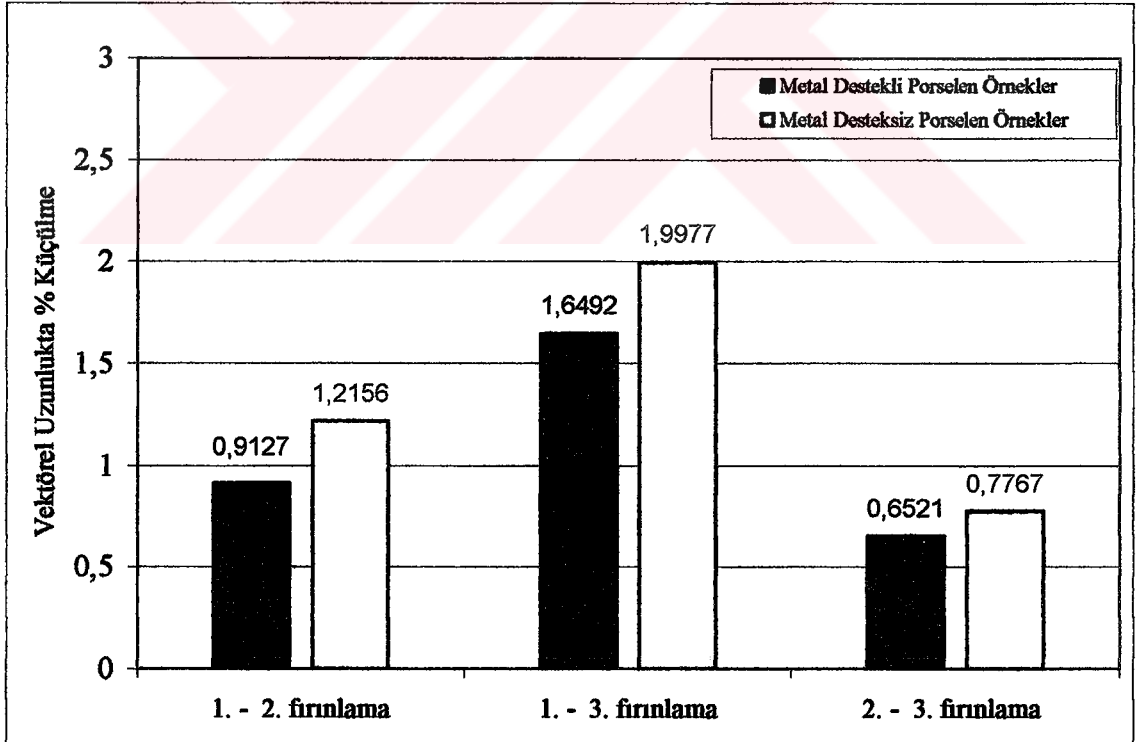
Grafik 4.16. Firınlamalarla elde edilen B vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme



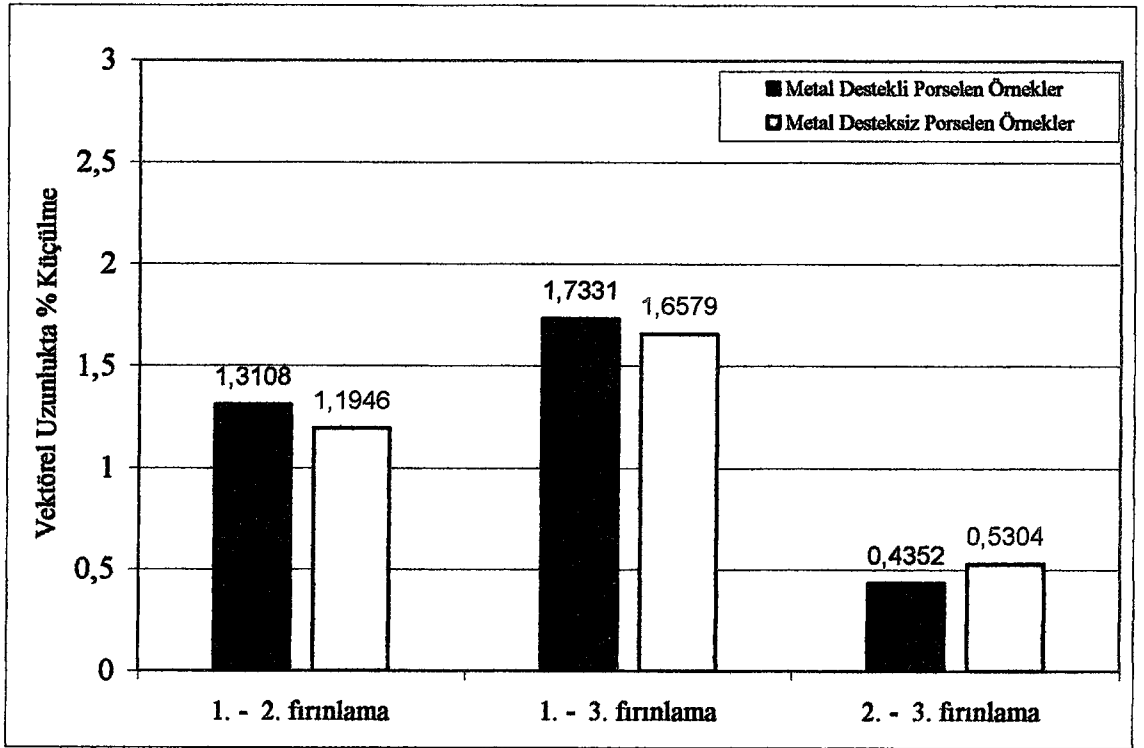
Grafik 4.17. Firınlamalarla elde edilen C vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme



Grafik 4.18. Fırınlamalarla elde edilen D vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme



Grafik 4.19. Fırınlamalarla elde edilen E vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme



Grafik 4.20. Fırınlamalarla elde edilen F vektörel uzunluğu değerlerinde oluşan % küçülme

4.3. İstatistiksel değerlendirme bulguları

Tablo 4.51. Metal destekli porselen örneklerde $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Repeated Measures Anova sonuçları

	P	F	Mauchly'nin küresellik testi P sonuçları
Okluzal alan	0,000	24,446	0,000
Okluzal çevre	0,000	38,758	0,000
A vektörel uzunluğu	0,000	18,408	0,002
B vektörel uzunluğu	0,000	11,112	0,080
C vektörel uzunluğu	0,116	2,278	0,000
Aksiyal alan	0,000	35,851	0,020
Aksiyal çevre	0,000	48,564	0,000
D vektörel uzunluğu	0,000	23,898	0,011
E vektörel uzunluğu	0,000	25,817	0,000
F vektörel uzunluğu	0,000	20,154	0,010

Tablo 4.52. Metal desteksiz porselen örneklerde alfa=0,05 anlam seviyesinde Repeated Measures Anova sonuçları

	P	F	Mauchly'nin küresellik testi P sonuçları
Okluzal alan	0,000	16,487	0,022
Okluzal çevre	0,000	13,604	0,057
A vektörel uzunluğu	0,000	16,400	0,631
B vektörel uzunluğu	0,001	8,446	0,258
C vektörel uzunluğu	0,000	45,229	0,063
Aksiyal alan	0,000	75,183	0,002
Aksiyal çevre	0,000	68,765	0,280
D vektörel uzunluğu	0,000	73,913	0,820
E vektörel uzunluğu	0,000	59,710	0,017
F vektörel uzunluğu	0,000	38,389	0,012

Tablo 4.53. alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
Okluzal alan 1.fınnlama	0,000	0,001
Okluzal alan 2.fınnlama	0,000	0,000
Okluzal alan 3.fınnlama	0,000	0,047

Tablo 4.54. alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
Okluzal çevre 1.fınnlama	0,000	0,000
Okluzal çevre 2.fınnlama	0,000	0,001
Okluzal çevre 3.fınnlama	0,000	0,002

Tablo 4.55.alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
A vektörel uzunluğu 1.fırlama	0,000	0,002
A vektörel uzunluğu 2.fırlama		
A vektörel uzunluğu 1.fırlama	0,000	0,000
A vektörel uzunluğu 3.fırlama		
A vektörel uzunluğu 2.fırlama	0,005	0,031
A vektörel uzunluğu 3.fırlama		

Tablo 4.56.alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
B vektörel uzunluğu 1.fırlama	0,001	0,007
B vektörel uzunluğu 2.fırlama		
B vektörel uzunluğu 1.fırlama	0,002	0,003
B vektörel uzunluğu 3.fırlama		
B vektörel uzunluğu 2.fırlama	0,620	0,522
B vektörel uzunluğu 3.fırlama		

Tablo 4.57.alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
C vektörel uzunluğu 1.fırlama	0,284	0,000
C vektörel uzunluğu 2.fırlama		
C vektörel uzunluğu 1.fırlama	0,091	0,000
C vektörel uzunluğu 3.fırlama		
C vektörel uzunluğu 2.fırlama	0,069	0,000
C vektörel uzunluğu 3.fırlama		

Tablo 4.58.alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
Aksiyal alan 1.fırlama	0,000	0,000
Aksiyal alan 2.fırlama		
Aksiyal alan 1.fırlama	0,000	0,000
Aksiyal alan 3.fırlama		
Aksiyal alan 2.fırlama	0,000	0,000
Aksiyal alan 3.fırlama		

Tablo 4.59.alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
Aksiyal çevre 1.fınnlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 2.fınnlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 1.fınnlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 3.fınnlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 2.fınnlama	0,000	0,000
Aksiyal çevre 3.fınnlama	0,000	0,000

Tablo 4.60.alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
D vektörel uzunluğu 1.fınnlama	0,000	0,000
D vektörel uzunluğu 2.fınnlama	0,000	0,000
D vektörel uzunluğu 1.fınnlama	0,000	0,000
D vektörel uzunluğu 3.fınnlama	0,010	0,000
D vektörel uzunluğu 2.fınnlama	0,010	0,000
D vektörel uzunluğu 3.fınnlama	0,010	0,000

Tablo 4.61.alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
E vektörel uzunluğu 1.fınnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 2.fınnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 1.fınnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 3.fınnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 2.fınnlama	0,000	0,000
E vektörel uzunluğu 3.fınnlama	0,000	0,000

Tablo 4.62.alfa=0,05 anlam seviyesinde Paired T testi ve Wilcoxon testi sonuçları

<i>Gruplar</i>	<i>Metal destekli porselen örneklerde P değerleri</i>	<i>Metal desteksiz porselen örneklerde P değerleri</i>
F vektörel uzunluğu 1.fınnlama	0,000	0,000
F vektörel uzunluğu 2.fınnlama	0,000	0,000
F vektörel uzunluğu 1.fınnlama	0,000	0,000
F vektörel uzunluğu 3.fınnlama	0,058	0,001
F vektörel uzunluğu 2.fınnlama	0,058	0,001
F vektörel uzunluğu 3.fınnlama	0,058	0,001

Tablo 4.63. $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde Mann Whitney U testi ve İndependent T testi sonuçları

Okluzal alan 1.-2.fınnlama	0,402
Okluzal alan 1.-3. fınnlama	0,766
Okluzal çevre 1.-2.fınnlama	0,787
Okluzal çevre 1.-3. fınnlama	0,57
A vektörel uzunluğu 1.-2.fınnlama	0,685
A vektörel uzunluğu 1.-3. fınnlama	0,902
B vektörel uzunluğu 1.-2.fınnlama	0,968
B vektörel uzunluğu 1.-3. fınnlama	0,617
C vektörel uzunluğu 1.-2.fınnlama	0,051
C vektörel uzunluğu 1.-3. fınnlama	0,000
Aksiyal alan 1.-2.fınnlama	0,57
Aksiyal alan 1.-3. fınnlama	0,941
Aksiyal çevre 1.-2.fınnlama	0,729
Aksiyal çevre 1.-3. fınnlama	0,317
D vektörel uzunluğu 1.-2.fınnlama	0,211
D vektörel uzunluğu 1.-3. fınnlama	0,552
E vektörel uzunluğu 1.-2.fınnlama	0,227
E vektörel uzunluğu 1.-3. fınnlama	0,368
F vektörel uzunluğu 1.-2.fınnlama	0,745
F vektörel uzunluğu 1.-3. fınnlama	0,358

5-TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada deformasyonların mikron seviyesinde 3 boyutlu olarak ölçülebildiği dijital fotogrametrik yöntem kullanılarak dental porselenlerde tekrarlanan fırınlamaların boyutsal stabilite üzerine etkisi araştırılmıştır.

Restoratif dişhekimliğinde fonksiyon, yapısal stabilite ve estetik gereksinime uygun kullanılan materyallerin yapısal özellikleri tedaviden beklenen başarıyı önemli şekilde etkilemektedir. Dişhekimliği bilimi bu materyalleri en iyiye yaklaştırma çabası içindedir. Porselen bu çaba sonucunda ortaya çıkan, doğal diş ile estetik , biyolojik olarak mükemmel uyumu ve diğer malzemelere göre daha stabil olması gibi üstün özellikleri sayesinde yıllardan beri tercih edilen materyal olmuştur. Stabilite ve estetikte başarı için çeşitli porselen teknikleri geliştirilmiştir. Günümüzde mevcut olan porselen tipleri ve yapım tekniklerinden, hangi sistemin daha uygun olduğu konusunda birçok parametrede araştırmalar devam etmektedir. Bu parametreler renk, dayanım, boyutsal stabilite, biyolojik uyum gibi özelliklerin farklı tekniklerle analizi şeklinde tasarlanmaktadır.

Özenli bir çalışma gerektiren bu materyalin özelliklerini iyi bilmek başarının şartıdır. Dizayn ve uygulama hatalarından dolayı dentin prova aşamalarında porselene defalarca tekrarlanan fırınlamalar uygulanabilmektedir. Tekrarlanan fırınlamaların porselenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmesi; renk ve floresans özelliğine etkisi, distorsiyon ve termal ekspansiyonda oluşan farklılıklar, alt yapı metalin marjinal adaptasyonundaki değişimleri, dayanımı günümüze kadar farklı araştırmalarla incelenmiştir (Shillingburg ve ark 1973, Richter ve ark 1988, Stephen ve ark 1992, John ve ark 1993, Castellani ve ark 1994, Gemalmaz ve Alkumru 1995, Eskitaşcıoğlu ve ark 2000, Papazoğlu ve ark 2001).

Bu çalışmadaki amaç; Tekrarlanan fırınlamalardan sonra oluşabilecek boyut değişimlerini, detay verebilen yeni bir yöntemle ölçmek, elde edilen verilerle okluzal ve aksiyal temaslarda değişiklik olup olmayacağı hakkında fikir sahibi olmaktır. Bulguların ve sonuçların materyal seçimine, laboratuvar işlemine ve klinik uygulamalara rehberlik edecek düzeyde sağlanması ise çalışmaya anlamlılık kazandırmıştır.

Son yıllarda fotogrametri, işlemlerinin tamamının bilgisayar ortamında yapıldığı dijital fotogrametri yöntemiyle kullanılmaktadır. Dijital fotogrametri yönteminde analog ve analitik değerlendirme yöntemlerine göre hızlı ve güvenilir veriler elde edilir.

Dijital fotogrametrinin kullanıcılara sunduğu en büyük avantajlardan birisi görüntü eşleme teknikleri ve dış yöneltme parametreleri yardımıyla objenin üç boyutlu sayısal modelinin oluşturulmasıdır. Elde edilen sonuçların duyarlılığı ve güvenilirliği sınırlıdır. Bizim çalışmamızda noktaların değerlendirilmesinde yaptığımız sağlama işlemleriyle X ve Y eksenlerinde 20 mikron Z ekseninde 50 mikron ortalama hata payını koordinatlarını bildiğimiz çelik modeldeki noktaları tekrar ölçerek tespit ettik. Artan teknolojik gelişmelerle beraber daha yüksek çözünürlükte dijital fotoğrafların elde edilebilmesiyle koordinatların tespiti daha da az hatalarla yapılabilecektir. Farklı tipte ana bağlayıcısı olan üst Kennedy Class1 bölümlü protezlerde deformasyonun stereofotogrametri ile karşılaştırılması çalışmasında Özkan (1995) 192 mikron hassasiyetle çalışmışlardır. Benzer çalışmalara oranla X, Y ekseninde 20 mikron Z ekseninde 50 mikron hassasiyetle gerçekleştirilen çalışmamız hata oranı en düşük grupta yer almaktadır.

Dijital fotogrametrinin diğer ölçüm yöntemlerine göre avantajı; yüksek çözünürlükte elde edilen fotoğrafların gözle görülmeyen detayların tespitini ve ölçülmesini sağlamasıdır. Çalışmamızda porselen yüzeyinde hassas ölçüm yapabilmesi nedeniyle bu yöntem tercih edilmiştir.

Porselen örneklerin yüzeylerinde alan ölçümü yaparken gauss alan bağıntısı kullanılmıştır. Z ekseninden bağımsız yapılan bu işlemde her defasında belirlediğimiz noktalar arasında alanın ölçülmesi sağlanabilmiştir.

İnvitro deneylerde, biyolojik ortamın bütün koşullarının yerine getirilmesi mümkün olmasa bile, şartların büyük çoğunluğunun standart hale getirilebilmesi, yapılan çalışmaların klinik uygulanabilirliğinin tespit edilmesinde, güvenilir veriler elde edilmesini sağlar .

Özellikle, dental amaçla kullanılacak olan materyallerin, değişik işlemler arasındaki davranış karakterlerini incelemeye yönelik araştırmalarda, çalışma koşullarının standardize edilmesi, farklı materyallerin hassas olarak kıyaslanabilmesi açısından son derece önemlidir. Bu nedenle preperasyon koşullarının, metal altyapı ve porselen kalınlığının standardizasyonu in vitro olarak gerçekleştirilen çalışmada en üst seviyede tutulmuştur.

Prepare edilmiş üst premolar dişi taklit eden çalışma modeli herhangi bir boyut değişimini önlemek amacıyla çelikten hazırlandı. Porselen örnekleri hazırlamakta kullandığımız modelin boyutları ve yapısı, daha önce porselenlerde distorsiyonla ilgili yapılan çalışmalar ışığı altında belirlendi (Castellani ve ark 1994, Papazoglou ve ark 2001).

Metal alt yapının kalın olarak hazırlanması, metalin kalıcı deformasyona ve dolayısı ile creep'e karşı direncinin artmasına neden olur. Ancak bu tip restorasyonlarda, metal ve porselen materyalin normal diş morfolojisi sınırları içinde hazırlanması zorunluluğu nedeni ile, metalin 0,5 mm'den kalın hazırlanması genellikle mümkün değildir. Estetik limitlerde göz önüne alındığında optimum metal kalınlığı olan 0,5 mm uygun fiziksel özellikler ve örneklerin standardizasyonu için önceki çalışmalarda olduğu gibi belirlendi. Metal desteksiz porselen restorasyonda da 0,5 mm alt yapı porselen oluşturuldu (Gemalmaz 1992, Castellani ve ark 1994).

Castellani ve ark (1994) Kron yapımında farklı materyallerin termal distorsiyonu isimli araştırmalarında die spacer kullanmamışlardır. Örneklerin hazırlanmasında simantasyon prosedürü uygulanmayacağı için die spacer kullanılmadı.

Klinik uygulamalarda porselen dişlerin kalınlığı kronun bölgelerine göre farklılık göstermektedir. Porselen kalınlığının standardizasyonu için önceki araştırmalarda olduğu gibi paslanmaz çelik kalıp 1,5 mm porselen oluşturulması için dizayn edildi. Oluşturduğumuz örneklerin geometrisi sonucu etkileyebileceğinden diş formuna yakın örnekler hazırladık (Castellani ve ark 1994).

Opak porselen 0,1-0,2 mm gibi düşük kalınlıkta olması nedeni ile şekillendirilmesi sırasında standart kalıp hazırlamaya diğer çalışmalarda olduğu gibi gerek görülmedi. Mümkün olduğunca eşit kalınlıkta hazırlanmasına özen gösterildi (Shillinburg ve ark 1973, Gemalmaz 1992).

Metal destekli porselen restorasyonlarda yüksek fiziksel özelliklerinden dolayı soy olmayan metal alaşım olarak Cr-Ni alaşımı kullandık. Bu fiziksel özellikler erime derecesinin yüksek olması , yield strength, elongation limit ve ductile yield gibi metalin kalıcı deformasyona dayanıklılığını sağlayan özelliklerdir (Gemalmaz 1992).

Farklı etkiler sonuçlarımıza yön vermiş olabilir. İyi bir kondensasyon daha düşük fırınlama büzülmesi ve daha az pörözite sağlar. Kondensasyonda benzer partikül boyutlarından oluşmuş porselenlerde densite çok iyi olmayacaktır. Farklı boyutlarda partiküllerden oluşan porselenler fırınlamada daha dens yapılar oluşturur (Philips 1991 ,William ve ark 1994). Çalışmamızda örnekler aynı teknisyen tarafından kondensasyona mümkün olduğunca dikkat edilerek üretici firma önerileri doğrultusunda hazırlandı.

Kondensasyon düzgün bir şekilde tamamlandıktan sonra kron yapımında yüksek yoğunluk ve doğru formda kron yapımı önemlidir. Fırınlanmamış porselen fırınlamadan önce porselen fırının önünde bekletilmelidir. Likit kaybı ile beraber porselen kırılgan ve tebeşirimsi bir hale döner. Sonra porselen fırına yerleştirilir ve üretici firmanın talimatları doğrultusunda fırınlama başlar (Mclean 1980, Philips 1991).

Dental porselen camı bir yapıdan oluşmuştur. Fırınlama sırasında cam partiküllerin kontak alanları yumuşar ve birleşirler. Bu birleşme prosedürü sintering olarak adlandırılır. Fırının ısısının üretici firmanın tavsiye ettiği derecelere ulaşmasıyla porselen içinden gaz çıkışı olur. Porselen büzülecektir ve daha dens bir yapıda olacaktır. Vakumsuz fırınlamada cam partiküllerin etrafındaki hava boşlukları kaçamayacaktır. Vakumla fırınlama pöröz yapı oluşmamasını sağlayacaktır. Buharlaştıran suyun yerini kil dolduramazsa pörözite görülür. İlk

fırlılamadan sonra tekrarlanan fırınlamalarda bu boşluklardan dolayı bir büzölme meydana gelir (Mclean 1980 ,Ubaldo 1994).

Minimum hata ve standardizasyon için örnekler kalibrasyonu yapılmış İvocalar porselen fırınlarda üretici firmanın tavsiye ettiği programlar kullanılarak hazırlanmıştır. Pöröz yapısından şüphelenilen örnekler yenilenmiştir.

Porselenlerin ısı özelliklerinin önemi büyüktür. Metal alaşım doğrusal bir genleşme ve büzölme şekli gösterirken , porselenlerin büzölmesi genleşme şekillerinden farklı olarak gerçekleşir. Metal ve porselenin ısısal genleşmeleri birlikte değerlendirildiğinde, ısıya bağlı olarak aralarında değişen farklılıklar vardır (William ve ark 1994, O'Brien 1997).

Camsı dental porselenler kesin bir erime ısısına sahip değildirler ancak ısıtıldıklarında viskoziteleri aşamalı bir azalmaya uğrarlar. Cam geçiş ısısı civarında, viskozitede keskin bir azalma ortaya çıkar. Cam geçiş ısısı'nın altında bir katının özelliklerine sahiptir. Cam geçiş ısısı'nın üzerinde cam daha kolay akar ve camsı sinterizasyon oluşur. Termal ekspansiyon cam geçiş ısısı civarına kadar lineer olarak artmaktadır. Cam geçiş ısısı'nın üzerinde cam daha akışkan bir yapıya sahipken ekspansiyon oranında hızlı bir artış bulunmaktadır. Eğer ısıtma devam ettirilirse porselen yumuşama ısısına ulaşacak ve çökecektir. Porselende tekrar dentin fırınlaması uygulaması tekrar bir akıcılığa, yer değiştirmeye neden olabilir. Sebepleri yüksek ısı ve vakum basıncı olabilir (O'Brien 1997). Çalışmamızda 1.-2. fırınlama 2.-3. fırınlama arasında % olarak değişim toplamının 1.-3. fırınlama arasındaki değişim oranına eşit olmayışı; tekrarlanan fırınlamalarda fiziksel ve kimyasal yapının değişimi sonucu termal ekspansiyonda cam geçiş ısısına kadar bilinen lineer artış şeklinin 2. fırınlama ve sonrası değiştiğini düşündürmektedir.

Dorsch ve Berksun yavaş soğutmanın ısısal genleşme katsayısını arttırdığını bulmuşlardır. Ringe ve arkadaşları fırınlama sayısının artmasıyla porselenin genleşme katsayısının değiştiğini bulmuşlardır (Berksun 1990, Mackert ve ark 1991, Khajóita ve ark

1999, Mackert ve ark 2000). Çalışmamızda benzer olarak fırınlama sayısının artmasıyla yüzey stabilitesinin olumsuz yönde etkilendiği gösterilmiştir.

Fırınlamalarda lösit kaybıyla beraber termal ekspansiyon katsayısı azalır. Lösit minerali yüksek ekspansiyon katsayısı nedeniyle porselen ekspansiyonunu düzenlemekte kullanılır. Porselende lösit konsantrasyonu termal ekspansiyonla ilişkilidir. Lösitin fazla olması termal ekspansiyonu artırır (Denry ve ark 1998, Markert ve ark 2000). Metal desteksiz örneklerin tekrarlanan ilk fırınlamada metal destekli örneklere oranla daha fazla etkilenmesi, tekrarlanan ikinci fırınlamada ise metal destekli örneklere yakın stabilite göstermesi bu yapısal farklılıktan kaynaklandığını düşündürmektedir.

Tekrarlanan dentin fırınlaması porselenin yüksek sıcaklık derecelerine ulaşmasıyla oluşan viskozite değişimiyle porselenin akması sonuçlarımızı doğrular niteliktedir. Bütün boyutlarda yüzde olarak aynı büzülme olmamasının nedeni viskozite değişimine bağlı akışkanlığın önemli olmasıdır. Aksiyal yüzdeki değişimler okluzal yüzdekinden farklı çıkmıştır. Fırın içerisinde porselen örneklerin nasıl bir açıyla yerleştirildiği akışkanlık kazanan materyal için önemli olabilir. Bu fırın içerisinde porselen örneklerin pozisyonunun akışkanlık kazanan materyal için yüzey stabilitesi açısından önemini ortaya koymaktadır.

Vektörel uzunluklardaki değişimler noktaların birbirlerine göre değişimlerini göstermektedir. Metal destekli örneklerin metal desteksiz örneklere oranla daha az etkilenmesini metal desteksiz porselen örneklerde kullanılan alt yapı porselenin dentin porseleninden daha yüksek ısı derecelerinde değişimler göstereceği ancak metale göre stabilitede daha az direnç gösterdiğini ortaya koymaktadır. Buna ilaveten üst yapıda kullanılan porselenlerin farklı oluşunun da etkisinin olabileceğini düşünmekteyiz.

Örneklere oluşmuş olan streslerin önemi unutulmamalıdır. Porselen pişirilmesinden sonra altyapı ve porselende soğumayla metal ve porselen ara yüzünde oluşan shear stresler sonraki fırınlamalarda değişimlere yön verebilir. Aynı zamanda bu stresler marjinal uyumuda etkileyebilir. Alt yapı ve porselenin ısıl uyumu oluşabilecek stresleri azaltacaktır. Dental

porcelainlerin termal ekspansiyon değeri metallere bağlanması için metal içeriğın termal ekspansiyon değeriyle uyumlu ilişki göstermelidir. Metal ve porcelenin termal ekspansiyon katsayılarının değeri dengelenmelidir. Eğer metal ve porcelenin termal ekspansiyon eğrileri birbirinden çok farklıysa istenmeyen termal stresler daha zayıf materyal olan porcelenin kırılmasına neden olacaktır. (Fairhurst ve ark 1980, Gemalmaz ve Alkumru 1993, Castellini ve ark 1994, O'Brien 1997, Toparli ve ark 2003). Bu nedenle araştırmamızda kullanılan porcelenlerle termal ekspansiyon katsayıları uyumlu altyapılar kullanılmıştır.

Malzemelerin ısısal uyumluluğu incelendiğinde; metal-porselen yapıların ısısal uyumluluğu yalnızca her iki materyalin ısısal genişleme ve büzülme katsayısına bağlı değildir. Restorasyonun tasarımı (geometrisi), porcelen ve metalin gerilim direnci, metal porcelen kalınlık oranı, ısıtma ve soğutma hızları, porcelenin olgunlaşma derecesi, ısısal iletkenlik ve yayılma özelliği, cam geçiş ısısı ve kullanılan malzemenin yapısına bağlıdır. Metal alaşımlarla birlikte kullanılan porcelenler yüksek genişleme katsayılı feldspatik camlardır. Isısal genişleme katsayılarını arttıran yüksek alkali içerikleridir.(Berksun 1990) Araştırmamızda porcelen diskler yerine üst premolar dişi taklit eden model kullanılmasının sebebi restorasyonun geometrisinin önemidir. Okluzal ve aksiyal yüzey bulgularının farklılığı bunu doğrular niteliktedir. Okluzalde oluşturulan yiv değişimlere bir miktar yön vermiştir. Porcelen örnekler oda sıcaklığında cam bardak örtülerek soğumaya bırakılmıştır. Porcelenin cam geçiş ısısı soğutma esnasında metal destekli porcelenlerde yüzeyde oluşan streslerin şiddetini belirleyecektir. Cam geçiş ısısı ısıtma ve soğutma oranlarıyla değişecektir (Twiggs ve ark 1986, Fairhurst ve ark 1989, Haim ve ark 1996).

Birinci fırınlamayla ikinci fırınlama ölçüm sonuçlarının mukayesesi ikinci fırınlama ile 3. fırınlamanın mukayesesinden farklıdır. Fırınlamayla termal ekspansiyon katsayısı değiştiği gibi porcelen içeriğindeki porözite miktarları da değişmiştir. Fabrika tavsiyesinden daha uzun süreli veya tekrarlanan vakum fırınlama yapılırsa yüzeye yakın hava kabarcıkları dışarı çıkmak isteyecek ve yüzeyde hava kabarcıkları oluşacaktır (McClean 1980, Robert ve ark 1996). Uzun vakum fırınlanmış camın kabarmasına neden olur. Maximun olgunlaşma ısısına ulaştığında vakum durdurulur, fırınlama devam eder (McClean 1980). Bu önerilere uyulmasına rağmen tekrarlanan fırınlamaları takiben bazı örneklerimizde yüzeyde ölçüm yapmadığımız

kısımlarda da bulunan kabarmalara rastladık. Bu bağlamda tekrarlanan fırınlamaların pöröziteyi arttıracığı, translüsensi ve estetik faktörleri etkileyeceğini çalışmamızda da gözlemledik.

Küçülmeyle bazı örneklerde görülen yer değiştirme önemlidir. Porselenin yapımında oluşturulan efektler ve doğal dişi taklit eden farklı renkleri oluşturan partiküller fırınlamayla yer değişimine uğrayabilirler. Partikül büyüklüğü tüm yapısal değişikliklerde önemlidir. Dentin ve insizal porselenler birbirine belli oranlarda yer değiştirebilir (O'Brien ve ark 1994). Çalışmamızda özellikle aynı örnekte fırınlama sayısı ile değişen vektörel uzunluklardaki farklı oranlar bu yer değiştirmeyi ortaya koymuştur. Özellikle metal desteksiz porselende C vektörel uzunluğunun 1.ve 3. fırınlama arasındaki değeri istatistiksel olarak değişimi ortaya koymaktadır.

Çok fazla fırınlanmış porselen kontak alanlarını kaybeder ve homojen yeşil renkte cam hale dönüşür. Cam hale gelmesi detayların kaybına ve formun yuvarlaklaşmasına neden olur. (McClean 1980). Çalışmamızda renk değişimleri incelenmese de formdaki yuvarlaklaşmalar belirgin şekilde gözlenmiştir.

Bulguların istatistiksel değerlendirmesinde bütün gruplardan elde edilen verilerin normal dağılıma uyup uymadıkları ve varyanslarının homojenliği öncelikle test edildi. 1., 2.ve 3. fırınlamalardan sonra elde edilen değerlerden oluşan gruplar arasında Repeated Measures Anova testi uygulandı. Metal destekli örneklerde C vektörel uzunluğu ölçüm grupları hariç tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. C vektörel uzunluğu okluzal yüzeyde yivin iki tarafı arasındaki noktaların aynı düzlemdeki uzaklıklarını belirtir.

Bu farklılıkları alt gruplarda ayrıntılı olarak incelemek için grupları birbirleriyle ikili olarak kıyaslayan Paired T testi, parametrik test varsayımlarını yerine getiremeyen gruplar için Paired T testinin parametrik olmayan alternatifi olan Wilcoxon T Testi uygulanmıştır. Metal desteksiz porselen örneklerde tekrarlanan fırınlamalarda tüm değerler arasında fark istatistiksel olarak anlamlıyken metal destekli porselen örneklerde C vektörel uzunluk 1., 2.ve

3. fırınlama değerlerinin tümü arasında, B vektörel uzunluğunun 2. ve 3. fırınlama değerleri arasında ve F vektörel uzunluğunun 2. ve 3. fırınlama değerleri arasında fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır.

Porselen örnekler üzerinde noktaları standart yerleştiremediğimizden metal destekli ve metal desteksiz porselen örneklerin tekrarlanan fırınlama ile değişimlerinin kıyaslanabilmesi için fırınlamalardaki değişim miktarının orijinal ölçüme oranı hesaplanarak yüzde değişimler bulundu. 1.-2. ve 1.-3. fırınlamalardaki değişimlerden tablolar oluşturuldu. Bu tablolardaki gruplara varyansların homojenliği testi uygulandı ve normal dağılıma uyup uymadığı incelendi. Metal destekli ve metal desteksiz porselen örnek gruplarında parametrik test varsayımlarını kabul eden gruplara Independent T testi, diğer gruplara da parametrik olmayan karşılığı olan Mann Whitney U testi uygulandı. C vektörel uzunluğunun 1. ve 3. fırınlama değerleri hariç diğer büzülmeler arasında fark olmadığı bulunmuştur. İki porselen sistemi fırınlamalar sonrasında benzer davranışları farklı seviyelerde göstermişlerdir.

Sonuçlar:

- 1- Tekrarlanan fırınlama işleminin boyutsal stabilite üzerine etkisi vardır.
- 2- Tekrarlanan fırınlama işleminde aksiyal yüzler boyutsal stabilite açısından okluzal yüze oranla daha fazla etkilenmektedir.
- 3- İstatistiksel olarak iki porselen sistemi arasında bir fark çıkmamasına karşın görsel olarak benzer davranışlarda farklı seviyeler net olarak gözlemlenmiştir.
- 4- 2. fırınlamada hem okluzal hem de aksiyal yüzeyde metal destekli porselen örnekler metal desteksiz porselen örneklere oranla görsel olarak daha az etkilenmektedir.
- 5- 3. fırınlamada okluzal yüzde metal destekli porselen örnekler, aksiyal yüzde ise metal desteksiz porselen örnekler görsel olarak daha az etkilenmektedir.
- 6- Fırın içerisinde porselen örneklerin pozisyonu ısı ve basınç altında akışkanlık kazanan materyal için yüzey stabilitesi açısından önem taşır.
- 7- Tekrarlanan fırınlamalarda porselenin fiziksel ve kimyasal yapılarındaki değişim sonucu termal ekspansiyonda cam geçiş ısısına kadar bilinen lineer artış şekli değişmektedir.
- 8- Tekrarlanan fırınlama poröziteyi arttırıp, estetik faktörleri olumsuz yönde etkilemektedir.

6- ÖZET

S.Ü.Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
DOKTORA TEZİ / KONYA-2003

Dt. Serhan Akman

Dental Porselenlerde Tekrarlanan Fırınlama İşleminin Boyutsal Stabilité Üzerine Etkisinin Dijital Fotogrametri Yöntemi İle İncelenmesi

Bu çalışmada deformasyonların mikron seviyesinde 3 boyutlu olarak ölçülebildiği dijital fotogrametrik yöntem kullanılarak dental porselenlerde tekrarlanan fırınlamaların boyutsal stabilite üzerine etkisi araştırılmıştır. 20 adet metal destekli, 20 adet metal desteksiz örnek hazırlanmıştır. Örnekler üzerinde okluzalde 4, aksiyalde 4 nokta referans noktası olarak belirlendi. İki ayrı porselen sisteminde belirlenen noktalar arasında tekrarlanan fırınlamaları takiben alan, çevre ve vektörel uzunluk ölçümleri yapıldı. Görüntüler Nikon Coolpix 950 dijital kamera ile elde edildi. Pictran D ve Pictran B programları kullanılarak örnekler üzerinde oluşturduğumuz noktalarının koordinatları tespit edildi. Elde edilen veriler NedCad programına aktarılarak analizler gerçekleştirildi.

Bulgular istatistiksel ve görsel olarak değerlendirildi.

Sonuçlar:

- 1- Tekrarlanan fırınlama işleminin boyutsal stabilite üzerine etkisi vardır.
- 2- Tekrarlanan fırınlama işleminde aksiyal yüzler boyutsal stabilite açısından okluzal yüze oranla daha fazla etkilenmektedir.

- 3- İstatistiksel olarak iki porselen sistemi arasında bir fark çıkmamasına karşın görsel olarak benzer davranışlarda farklı seviyeler net olarak gözlemlenmiştir.
- 4- 2. fırınlamada hem okluzal hem de aksiyal yüzeyde metal destekli porselen örnekler metal desteksiz porselen örneklere oranla görsel olarak daha az etkilenmektedir.
- 5- 3. fırınlamada okluzal yüzde metal destekli porselen örnekler, aksiyal yüzde ise metal desteksiz porselen örnekler görsel olarak daha az etkilenmektedir.
- 6- Fırın içerisinde porselen örneklerin pozisyonu ısı ve basınç altında akışkanlık kazanan materyal için yüzey stabilitesi açısından önem taşır.
- 7- Tekrarlanan fırınlamalarda porselenin fiziksel ve kimyasal yapılarındaki değişim sonucu termal ekspansiyonda cam geçiş ısısına kadar bilinen lineer artış şekli değişmektedir.
- 8- Tekrarlanan fırınlama poröziteyi artırıp, estetik faktörleri olumsuz yönde etkilemektedir.



7-SUMMARY

The Investigation Of The Effects Of The Repeated Firing Procedure In The Dental Porcelain On The Dimensional Stability Using The Digital Photogrammetry.

In this study, the effects of the repeated firing procedure in the dental porcelain on the dimensional stability have been investigated using the digital photogrammetry which can measure the deformations in the three-dimension at micron level. Twenty metal-supported and twenty metal free specimens were prepared. Four reference point on the occlusal and four reference points on the axial were determined. Following the repeated- firing between the determined points in two different porcelain systems, the area, the circumference and the vektoral lengths were measured.

The images were obtained with Nikon Coolpix 950 digital camera. The coordinates of the determined points on the specimens were determined using Pictran D and Pictran B programs. The data were analyzed after they were transferred into Nedcad program.

The findings were evaluated statistically and visually

Results:

- 1- The repeated-firing procedure has an effect on the dimensional stability
- 2- Axial sides are affected greater than the occlusal sides during the repeated-firing procedure in terms of dimensional stability
- 3- While there was no difference between the two porcelain systems statistically, different levels were observed clearly in the similar behaviors
- 4- In the second firing, both the occlusal and axial sides of the metal-supported porcelain specimens were affected less than the metal-free specimens visually
- 5- In the third firing , visually the occlusal sides of the metal-supported specimens and the axial sides of the metal-free specimens visually
- 6- The position of the porcelain specimens in the oven is vital for the surface stability as the material gets fluid under the heat and pressure

- 7- As the results of physical and chemical changes of porcelain in the repeated-firing, the linear increase shape, which is known upto the glass-transfusion heat in thermal expansion, can vary.
- 8- The repeated-firing increases the porosits and affects the aesthetic factors negatively.



8- KAYNAKLAR

Adams LP and Wilding RJ (1988) *A stereometric technique for measuring residual alveolar ridge volumes*, J Prosthet Dent 60(3):388-93

Aksu O (1997) *Sayısal fotogrametrik nirengi*, Harita Dergisi, 117:29-34

Alaçam T, Nalbant L, Alaçam A (1998) *Rezin ve seramik esaslı inley onley sistemleri 'İleri Restorasyon Teknikleri'*, 309-340, Ankara.

Albertz J and Wiedemann A (1995) *'Acquisition of cad data from existing buildings photogrammetry. computing in civil and building engineering'*, Eds:Peter Jan Pahl Heinrich Werner, Rotterdam & Brookfield :A.A.Balkema: 859-866

Altan O (1974) *Stereo ve monokomparatörlerin blok triyangülasyonundaki rolü ve kadastro fotogrametrisine uygulama*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Anusavice K J (1993) *Recent developments in restorative dental ceramics*, J Am Dent Assoc , 124:72-84.

Atkinson KB (1996) *Close range photogrammetry and machine vision* Whittles Publishing

Aytaç M (1988) *Fotogrametri*, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Anabilim Dalı. İstanbul Teknik Üniversite Matbaası Gümüşsuyu

Baran G R (1985) *Selection criteria for base metal alloys for use with porcelains*, Dent Clin North Am, 29:779-787.

- Ben-Ur Z, Matalon S, Aviv I and Cardash HS (1989) *Rigidity of major connectors when subjected to bending and torsion forces*, J Prosthet Dent 62(5):557-62**
- Ben-Ur Z, Eitan MJ, Colin G, Tamar B (1999) *Stiffness of different desing and cross-sections of maxillary and mandibular major konnectors of removable partial dentures*, J Prosthet Dent 81:526-32.**
- Berksun S (1990) *Metal –Porselen sisiteminde ısısal uyumluluk*, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 155-160**
- Berksun S, Pamir A (1990) *Dental alaşım ve porselenlerin ısısal genleşmeleri*, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 7-11**
- Castellini D, Baccetti T, Clauser C and Bernardini UD (1994) *Thermal distorsion of different materials in crown konstrüksiyon*, J Prosthetic Dentistry, 72:360-7**
- Chadwick RG (1992) *Close range photogrammetry—a clinical dental research tool*. J Dent, 20(4):235-9**
- Chou TM, Eick JD, Moore DJ and Tira DE (1991) *Stereophotogrammetric analysis of abutment tooth movement in distal-extension removable partial dentures with intracoronal attachments and clasps*, J Prosthet Dent, 66(3):343-9**
- Claus H (1980) *Structural bases of dental porcelain* , Vita Zahnfabrik Bad Säckingen, Germany.**
- Crispin BJ (1992) *Computerized design and manufacturing of esthetic dental restorations*, Dent Clin North Am, 36:797-807.**

Crispin BJ, Jo YH and Hobo S (1994) *Esthetic ceramic restorative materials and restorative materials and techniques in contemporary esthetic dentistry*, Practice Fundamentals, 155-297, Quintessence Pub. Co. Inc., Tokyo.

Denry IL, Holloway JA and Rosenstiel SF (1998) *Effects of ion exchange on the microstructure, strength, and thermal expansion behavior of a leucite-reinforced porcelain*, J of dental research 77-4-583

Eskitaşcioğlu G, Kalkan M , Akman S , Belli S (2000) *Direkt ve indirekt porselen tamir tekniklerinin renk uyumlarının in vitro olarak karşılaştırılması*, S.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 30-34

Fairhurst CV ,Hashinger DT , Twigg SW (1989) *The effect of thermal history on porcelain expansion behavior*, J of dental research, 68:1313-1315

Garber DA, Goldstein RE (1994) *A- tooth preparation in porcelain & composite inlays & onlays esthetic posterior restorations*, Quintessence Pub Co Inc, Hong Kong, 38-55.

Gemalmaz D (1992) *Metal destekli porselen restorasyonların metal alt yapılarında porselen fırınlaması sonrasında ortaya çıkan distorsiyona etki eden faktörler*, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi

Gemalmaz D, Alkumru HN (1993) *Marginal distorsion of metal ceramic restorations during the porcelain firing procedure*, J of Marmara University Dental Faculty volume 1 number 4

Gemalmaz D, Alkumru HN (1995) *Marginal fit changes during porcelain firing cycles* The Journal of Prosthetic Dentistry 49 – 54

Giardano RA (1996) *Dental ceramic restorative systems* , Compend Contin Edu Dent, 17, 779-794.

Gürbüz H (1982) *Fotogrametriye giriş*, Konya.

Haim B, Ben-Zion L, Amir M and Harold SC (1996) *Effect of different cooling rates on fracture toughness and microhardness of a glazed alumina reinforced*, J of Prosthetic Dent, 19 – 22.

Heinrich S, Falk I (2000) *Soft tissue analysis and cast measurement in orthodontics using digital fotogrametri*, Journal of Photogrammetry, Vol 23.

Heintze SD (1998) *Bridges made of all ceramic material (IPS Empress 2) ,indication, clinical aspects, prognosis*, Ivoclar,-Vivadent-Report, No: 12.

Heipke C (1996) *Automation of interior, relative, and absolute orientation*, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing (31) B3, p 297-311.

Ivoclar-Vivadent, Scientific Documentation (1999) *IPS Empress 2* , research and development scientific service, January.

Jagger DC, Harrison A (1994) *An in vitro investigation into the wear effects of unglazed, glazed, and polished porcelain on human enamel*, J Prosthet Dent, 72(3):320-3.

Jemt T (1996) *In vivo measurements of precision of fit involving implant-supported prostheses in the edentulous jaw*, Int J Oral Maxillofac Implants, 11(2):151-8.

Jemt T, Rubenstein JE, Carlsson L and Lang BR (1996) *Measuring fit at the implant prosthodontic interface*, J Prosthet Dent, 75(3):314-25.

- John J, Boyle JW, Patrick N, Ronald BB (1993)** *Marginal accuracy of metal ceramic restorations with porcelain facial margins*, J of Prosthetic Dent, 19 – 27
- Karabörk H (2002)** *Dijital fotogrametride manuel ve yarı otomatik yöntemlerin değerlendirme doğruluğuna etkisi üzerine bir araştırma*, Doktora tezi Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, Konya
- Kedici PS (1998)** *Sabit protezlerde ileri estetik*, Seminer Notları.
- Kedici PS (2002)** *Tam seramikler*, Türk Diş Hekimliği Birliği Dergisi, Sayı 71, 78-80.
- Kelly JR, Nishimura I and Campell SD (1996)** *Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives*, J Prosthet Dent, 75, 18-32.
- Khajoita SS, Mackert JR, Twiggs SW, Russell CM and Williams AL (1999)** *Elimination , via high-rate laser dilatometry, of structural relaxation during thermal expansion measurement of dental porcelains* Dental materials 15 390-396
- Kocaman E (1998)** *Fotogrametri ders notları* Konya
- Kreulen CM, Moskevic H, Dansen KA and Creugers NHJ (2000)** *Time and motion study on class II copy-milled ceramic inlays*, J Dent, 28, 429-436.
- Leinfelder KF, Isenberg BP and Essig ME (1989)** *A new method for generating ceramic restorations: A CAD/CAM system*, J Prosthet Dent, 58, 512-516.
- Mc Cabe JF (1990)** *Applied dental materials*, London: Blackwell Scientific Publications Co. Inc. 2nd Edition
- Mackert JR, Evans AL (1991)** *Effect of cooling rate on leucite volume fraction in dental porcelains*, J of Oral Research, 2:137-139.

Mackert JR, Twiggs SW, Williams AL (2000) *High temperature X-ray diffraction measurement of sanidine thermal expansion* American association for dental research 8-79 1590

Marquart K, Yıldız F, Yakar M, Karabörk H, Öztürk A, Dolanmaz D et all (2000) *Measurement of area changes of seconder epithelization and grafting vestibuloplasties operation in mandible using by stereofotogrametrik method:A technical report*

Matthias K and Van PT (1994) *Sandblasting and silica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic[colon] Volume loss, morphology.* The Journal of Prosthetic Dentistry 453 - 461

Mayr W and Poth Z (1995) *Automatic generation of stereomodels*, Joint ISPRS Workshop WG III/2 and IC WGII/III “The role of models in automated scene analysis”, 7 page, Stockholm

Mc Lean JW (1980) *The science and art of dental ceramics*, Quintessence Pub Co Inc Chicago

Mc Lean JW and Odont D (2001) *Evaluation of dental ceramics in the twentieth century*, J Prosthet Dent, 85:61-66.

Mc Lean JW and Kedge M (1988) *High strength ceramics in: Perspectives in dental ceramics* , Proceedings of the fourth international symposium on ceramics, Quintessence Pub Co Inc , Chicago, Sf: 153-165.

Memikoğlu M (1997) *Tam seramik posterior sabit parsiyel restorasyonların in-vitro ve in-vivo uygulanabilirliği ve sınırlamaları yönünde incelenmesi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Mitchell HL and Newton I (2002) *Medikal fotogrametrik measurement.overview and prospects* Journal of Photogrammetry

Naylor P (1992) *Introduction to metal ceramic technology*, Quintessence Pub Co Inc , Carol Stream, Illinois.

O'Brien WJ (1997) *Dental materials and their selection*, Quintessence Pub Co Inc 2nd Edition.

O'Brien WJ (1989) *Dental materials proporties and their selection*, quintessence Publishing Co. Inc., Chicago.

O'Brien W J, Kenneth MB, Carole L and Groh BS (1994) *Evaluation of some properties of an opaque porcelain fired simultaneously with the body porcelain* The Journal of Prosthetic Dentistry 414 – 419

Odman P, Nilsson E and Pietruszka K (1998) *Cerena-a new method for the restoration of teeth with prefabricated ceramic inlays*, J Oral Rehabil, 25, 340-347.

Özdamar K (2002) *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi* Kaan kitabevi Eskişehir

Özkan P, Aydın AK (2001) *Comparison of deformation by stereophotogrammetry of various kinds of major connectors in maxillary Kennedy Class I removable partial dentures*. 14(1):71-6

Özkan P (1995) *Farklı tipte ana bağlayıcısı olan üst Kennedy Class I iskelet bölümlü protezlerde deformasyonun stereofotogrametri ile karşılaştırılması* Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi

Papazoglou E, William AB, William MJ (2001) *Evelation of high-temperature distortion of hig- palladium ceramic crowns* 85:133-30

Peter M, Ashraf A, Joseph J, Khursheed M, Tim N, Paul S et all (1995) *A three dimensional imaging system for clinical applications* *Medikal Elektronics*

Philips RW (1991) *Skinner's science of dental materials*, W.B. Saunders Company , 9th Edition , Philadelphia.

Rekow D (1987) *Computer aided design and manufacturing in dentistry: A review of the state of the art*, *J Prosthet Dent*, 58, 512-516.

Richter-Snapp K, Aquilino SA, Svare CW, Turner KA (1988) *Change in marginal fit as related to margin design, alloy type, and porcelain proximity in porcelain-fused.* *The Journal of Prosthetic Dentistry*

Robert KJ, Ichiro N and Stephen DC (1996) *Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives* *The Journal of Prosthetic Dentistry* 18 – 32

Rosenblum MA and Schulman A (1997) *A review of all-ceramic restorations*, *JADA*, 128, 78-80.

Shearer AC, Thordrup M, Horsted- Bindslew P and Wilson NHF (1998) *A milled ceramic inlay/onlay system: A report from a series of cases* , *Bri Dent J*, 185, 283-286.

Shillingburg HT, Hobo S and Fisher DW (1973) *Preparation design and margin distortion in porcelain-fused-to-metal restorations*, *The Journal of Prosthetic Dentistry*

Shillingburg HT, Hobo S and Whitsett L D (1980) *Fundamentals of fixed prosthodontics*, Quintessence Pub Co Inc , Chicago, p: 55-77.

Shillingburg HT, Brackett SE, Hobo S, Jacobi R and Whitsett LD (1997) *Fundamentals of fixed prosthodontics*, Quintessence Pub Co Inc 3rd Edition.

Stephen DC, Aram S, Lionel BP, Russell AG (1995) *Effects of firing cycle and surface finishing on distortion of metal ceramic castings* The Journal of Prosthetic Dentistry 476 - 481

Stephen DC, Lionel BP, Richard LP and Russell AG (1995) *Dimensional and formation analysis of a restorative ceramic and how it works* The Journal of Prosthetic Dentistry 332 – 340

Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V (1990) *Biyoistatistik*, Hatipoğlu yayınevi, Ankara

Şahmalı S, Albayrak S (1996) *Dökülebilir seramikler* , Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi , 20, 60-67.

Tekin ME (2003) *Örneklerle bilgisayarda istatistik*, Selçuk Üniversitesi ,Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya

Thordrup M, Ishidor F and Horsted-Bindslew P (1999) *A three year study of inlays milled from machinable ceramic blocks representing 2 different inlay systems*, Quintessence Int , 30, 829-836.

Tim JH, Bernard FB, Peter H (2001) *Dens surface point distribution models of the human face* IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Kawai, Havai December

Toparli M , Aykul H and Sasaki S (2003) *Temperature and thermal stres analysis of acrowned maxillary second premolar tooth using three-dimensional finite element method* Vol 30 Issue 1 99

Trushkowsky RD (1998) *Ceramic inlay fabrication with 3 dimensional copy milling technology*, Celay, Compend Contin Edu Dent, 19, 1077-1084.

Tüdeş T (1996) *Yer fotogrametrisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Genel yayın no:105 Fakülte yayın no:34

Twiggs SW, Hashinder DT, Morena R, Fairhust CW (1986) *Glass transition temperatures of dental porcelains at high heating rates J of biomedical materials research volume 20 issue 3 293-300*

Ubaldo D B (1994) *Thermal distortion of different materials in crown construction* The Journal of Prosthetic Dentistry 360 – 366

Wall JG and Cipra DL (1992) *Alternative crown systems*, Dent Clin North Am, 36, 765-782.

Wölpert, D.(1969) *Zur photogrametrischen Nachbildung der Büste der Nofretete* Bildmessung und Luftbildwesen 37:271-276

Yıldız F (1984) *Fotogrametride analitik esasların oluşturulması*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi

Yıldız F, Karabörk H, Yakar M, Alp L (2002) *Diş hekimliğinde dijital fotogrametrinin kullanımı*, Selçuk Üniversitesi jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü 30. yıl sempozyumu Sunulmuş bildiri

Yoshimitsu A, Terajima M, Akihiko N and Shuji H (2001) 3D head model construction of individuals utilizing standard models and photogrammetry, Medical Electronics.

Zaimoğlu A, Aksu E, Can G, Ersoy E (1993) Dişhekimliğinde maddeler bilgisi, Ankara: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi, Sayı: 17.



9-ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Alanya'da doğdu. İlk , orta ve lise öğretimini Alanya'da tamamladı. 1992 yılında başladığı Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden 1998 yılında mezun oldu. 1998 yılında Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi A.D.'da doktora öğrencisi olarak çalışmaya başladı. Halen aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.Evlidir.



10-TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalıőmamda yardım ve desteklerinden dolayı öncelikle danıőmanım Sayın Prof. Dr Gürcan ESKİTAŞCIOğLU'na ve ikinci danıőmanım Sayın Prof Dr Ferruh YILDIZ'a,

Fotogrametrik değerlendirmelerde yardımcı olan Sayın Dr Hakan KARABÖRK'e,

Desteklerinden dolayı eőim Melek ve aileme sonsuz teşekkür ederim.

Y.C. T. ÖZDEKÖZETİMİNİ KONTROLÜ
DOKÜMANLARIYON MERKEZİ