

3 BOYUTLU DİJİTAL MODELLER ÜZERİNDE YAPILAN ÖLÇÜMLERİN DOĞRULUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

THE EVALUATION OF THE ACCURACY OF THE 3 DIMENSIONAL DIGITAL MODEL MEASUREMENTS

Arş. Gör. Dt. Mehmet DİNÇEL*

Yrd. Doç. Dr. Hasan Önder GÜMÜŞ*

Arş. Gör. Dt. Süleyman Kutalmış BÜYÜK**

Yrd. Doç. Dr. Halil İbrahim KILINÇ*

Yrd. Doc. Dr. Mehmet Selim BİLGİN***

Makale Kodu/Article code: 1089
Makale Gönderilme tarihi: 19.02.2013
Kabul Tarihi: 20.05.2013

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, 3 boyutlu tarayıcı ile elde edilen dijital modellerdeki ölçümlerin doğruluğunu değerlendirmektir.

Gereç ve yöntem: Üzerinde 16 diş bulunan üst çene akrilik ana modelinden 125 adet alçı model elde edildi. Akrilik ana model ve alçı modellerden 3 boyutlu model tarayıcısı kullanılarak toplam 126 adet dijital model elde edildi. Belirlenen dört nokta arası, alçı modeller üzerinde kumpas yardımıyla, dijital modellerde ise bilgisayar yazılımı ile ölçüldü. Alçı modellerden elde edilen ölçümler akrilik ana modelde yapılanlardan çıkarıldı. Aynı işlem dijital ana model ve diğer 125 model için yapıldı. Çıkan sonuçların mutlak değerleri alınarak ölçüm farklılıkları Mann-Whitney U testi ile değerlendirildi.

Bulgular: Alçı modellerde gözlenen ölçüm sapma miktarının ($0,130 \pm 0,11$), dijital modellerde gözlenen ölçüm sapma miktarından ($0,131 \pm 0,08$) anlamlı farklılık sergilemediği bulguları ($p=0,081$).

Sonuç: Bu çalışmada kullanılan ekipmanlar dâhilinde, alçı modeller üzerinde yapılan ölçümler ile dijital modeller üzerinde yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. Yapılan ölçümlerde; dijital modellerin, alçı modeller kadar güvenilir olduğu bulundu.

Anahtar Kelimeler: Dijital model, alçı model, ölçüm doğruluğu, 3shape

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the accuracy of measurements made on 3-dimensional digital models obtained with a 3-dimensional scanner.

Material and Methods: 125 impressions were taken from an acrylic model (master model) that has 16 teeth, and 125 stone casts were obtained from these impressions. Master model and stone casts were scanned with a 3-D model scanner and 126 digital models were obtained. Four linear measurements between 4 reference points were measured on stone casts with a caliper and on digital models with computer software. The measurements obtained from the stone casts were subtracted from the measurements obtained from the master model and the same procedure was followed for digital measurements. Then the absolute differences of the results were subjected to Mann-Whitney U test.

Results: Measured deviation calculated for stone casts ($0,130 \pm 0,11$), didn't differ statistically significantly from measured deviation found for digital models ($0,131 \pm 0,08$), ($p=0,081$).

Conclusion: With in the equipments of this study, measurements made on the stone casts didn't differ statistically significantly from measurements made on digital models. The accuracy of digital measurements was similar to the measurements on the dental casts.

Keywords: Digital model, stone casts, measurement accuracy, 3shape

*Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

**Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı

***Şifa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı



GİRİŞ

Bilgisayar teknolojilerindeki hızlı ve sürekli gelişmeler sayesinde hayatın her alanında olduğu gibi diş hekimliğinde de bir çok yeni teknoloji kullanıma sunulmuştur. 3 boyutlu model tarama, diş hekimliğinde son yıllarda iyice yaygınlaşmaya başlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji; onley, laminate veneer, bölümlü kron, tam kron ve köprü sistemleri ve hareketli bölümlü protezlerin iskelet yapılarının tasarlanması şeklinde protetik diş tedavisinde, implant cerrahisinde kullanılan stentlerin tasarlanmasında cerrahide ve diagnostik olarak ve hastalarda meydana gelen değişimlerin kaydedilmesinde ortodonti ve diğer diş hekimliği dallarında kullanılmaktadır.^{1, 2}

Üç boyutlu model taramanın bir kısım avantajları bulunmaktadır. Kaydedilen dijital modellere ulaşımın kolay olması, alçı modellerin fazla yer kaplamasının önüne geçilmesi, elde edilen dijital görüntülerin diğer hekimlere ya da laboratuvarlara internet yoluyla kolayca gönderilmesi bunlardan bazılarıdır.¹ Ayrıca, bilgisayar yazılımları sayesinde, arklar arası ilişkiler daha iyi değerlendirilebilmekte, gerektiği zaman ölçümler yapılabilen ve değişik açılardan modeller incelenebilmektedir.^{1, 3}

Üç boyutlu tarama ile ilgili cevaplanması gereken önemli sorulardan biri, elde edilen dijital modellerin ne ölçüde gerçeği yansıttığıdır. Alcan ve ark.³ 3Shape Orthoanalyzer yazılımı ile yaptıkları bir çalışmada, dijital modelleri alçı modeller kadar güvenilir bulmuş ve ileride dijital modellerin ortodonti kliniğinde standart olarak kullanılacağını öne sürmüşlerdir. Sousa ve ark.¹ GeomagicStudio 5 yazılımı kullanarak yaptıkları çalışmalarında, ark genişliği ve uzunluğunu dijital modellerde ölçmüş, alçı modellerde kumpasla ölçtükleri ile uyumlu olduğunu göstermişlerdir. Leifert ve ark.⁴ OrthoCad yazılımı ile dijital modellerin doğruluk hassasiyetini değerlendirmişler, yaptıkları ölçümlerin bir kaçında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulsalar da, 'dijital modeller güvenilirdir' diyerek çalışmalarını sonlandırmışlardır.⁴ Bell ve ark.⁵, C3D-builder yazılımı ile dijital modeller üzerinde bir kısım doğrusal ölçümler yapmış, bu ölçümleri alçı modellerden elde ettikleri ölçümlerle kıyaslamışlar ve dijital modelleri güvenilir bulmuşlardır. Bunlara karşın, Redlich ve ark.⁶ Teledent yazılımı ile dijital modeller üzerinde kesitsel yüzeylerde yaptıkları ölçümlerde, geleneksel modeller ve dijital modeller arasında

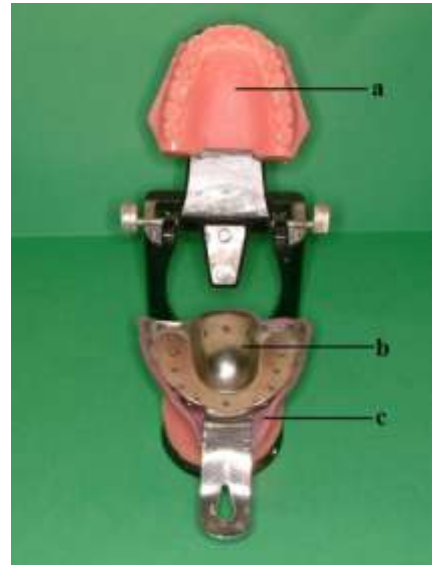
anlamlı bir fark bulamazlarken, iki nokta arası doğrusal ölçümlerde iki grup arasında anlamlı fark bulmuşlardır ve özellikle ağızda çok sayıda diş bulunan vakalarda şüpheli olunması gerektiğini bildirmişlerdir.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, 3Shape R700 3D Scanner (3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka) ile taranan ve 3Shape Orthoanalyzer (3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka) yazılımı ile ölçülen dijital modellerden elde edilen değerlerle, kumpasla ölçülen alçı modellerden elde edilen değerleri karşılaştırmak ve dijital modellerin doğruluğunu değerlendirmektir. Bu çalışmada mevcut literatürden farklı olarak ölçü alımı ve dolayısıyla alçı model elde edilmesi standardize edilmiştir.

MATERYAL ve METOD

Ölçü Alınmasının Standardizasyonu

Klinik durumun yansıtılması ve ölçü tekniğinin standardizasyonu için, Wandrekar'ın⁷ tarif ettiği sisteme benzer bir sistem geliştirildi (Şekil 1).



Şekil 1. a-Ana model, b-prefabrike kaşık, c-akrilik oturak

Plastik bir kalıbın içerisine (ANA 4-G, Frasco, Tettngang, Almanya), soğuk akrilik (PalapressVario, HeraeusKulzer, Hanau, Almanya) dökülerek, çalışmamızda kullanılmak üzere dişli ana model üretildi. Model, tüm dişleri barındıran bir üst çeneyi temsil ediyordu ve üzerinde 16 diş bulunmaktaydı. Modelde

kaninlerin(13, 23) ve birinci molar dişlerin(16, 26) mezio-bukkal tüberkül tepeleri üzerine her dişe birer adet olmak üzere yuvarlak metal pinler yerleştirildi.

Ana model artikülâtörün (Keystone Industries GmbH, Almanya) üst parçasına sabitlendi. Aljinat kalınlığı 5 ± 1 mm olacak şekilde ana model pozisyonlandırıldı. Artikülâtörün alt yarısına, ölçü kaşığının (Delikli, 3 numara, İnci Dental İstanbul, Türkiye) yerleşeceği delikli akrilik oturma (Durabase LC, Duradent, Polzano İtalya) sabitlendi. Artikülâtörün arkasında bulunan ve sabitlenen dikey boyut pini sayesinde, ana modelin ölçününün içerisine gömülmesi standardize edildi. Böylece her ölçü alım işleminde standart pozisyon ve aljinat kalınlığı elde edildi.

Ölçü İşlemi

Ölçü işlemleri aljinat ölçü maddesi (CA 37 Cavex, Haarlem, Hollanda) kullanılarak üretici firmanın talimatları doğrultusunda (21 gr toz – 45 ml su) gerçekleştirildi. Elde edilen karışmış aljinat hemen prefabrike kaşığa konuldu ve akrilik oturağa yerleştirildi. Daha sonra ana modelin sabitlenmiş olduğu artikülâtörün üst kısmı, posterior dikey boyut çubuğu karşı tarafa değinceye kadar aljinatin üzerine yerleştirildi. Aljinat sertleştikten sonra kaşık hızlı bir manevrayla tek harekette ana modelden ayrıldı. Alınan ölçüler, su ile yıkanmadı veya herhangi bir dezenfeksiyon sıvısına batırılmadı.

Model Elde Edilmesi

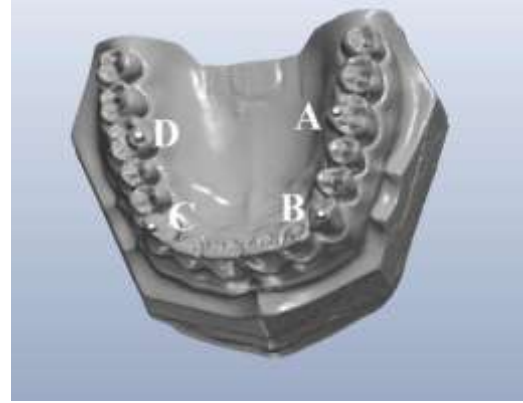
Ana modelden alınmış olan ölçülerden, yüksek dayanımlı tip III alçı (Moldano, HeraeusKulzer, Hanau, Almanya) üretici firmanın talimatları doğrultusunda (100 gr toz + 30 g distile su) kullanılarak, vibrasyon aletinin üzerinde modeller elde edildi. Tavsiye edilen tam sertleşme süresi (1 saat) beklenildikten sonra, alçı modeller kaşıklardan ayrıldı ve ölçümlerden önce 48 saat beklenildi. Deneyde kullanılan tüm malzemelerin son kullanım tarihine en az 6 ay olmasına dikkat edildi.

Modellerin Taranması, Ölçüm Parametreleri Ve İstatistiksel Analiz

Elde edilen 125 model ve ana model, bir 3D model tarayıcısı (3Shape R700 3D Scanner; 3Shape A/S) yardımıyla dijital formata aktarıldı.

Ana model, alçı modeller ve dijital modeller üzerinde 4 referans nokta belirlendi ve modellerin analizi için bu noktalar arasındaki mesafeler kullanıldı (A, B, C, D; A-B, B-C, C-D, D-A(Şekil 2)). Mesafe ölçümleri yapılırken, referans noktadaki pinlerin en diş kısımları kullanıldı. Dijital modeller üzerindeki

mesafeler bir bilgisayar yazılımı(2010, version 1.0, software3Shape A/S) kullanılarak 0,01 mm hassasiyetle ölçüldü. Alçı modeller de yine 0,01 mm hassasiyete sahip bir elektronik kumpasla ölçüldü (ABSOLUTE Digimatic Caliper Series 500, Mitutoyo Corporation, Japonya)(Şekil 3). Bilgisayar yazılımı ile dijital modellerden elde edilen ölçümler, dijital ana modelden elde edilen ölçümlerden çıkarıldı. Kumpas yardımıyla alçı modelden elde edilen ölçümler, yine aynı şekilde ana modelden elde edilen ölçümlerden çıkarıldı. Dijital modeller için ve alçı modeller için elde edilen değerlerin mutlak değerleri hesaplandı ve SPSS 12.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, ABD) bilgisayar yazılımı kullanılarak Mann-Whitney U testine tabi tutuldu.



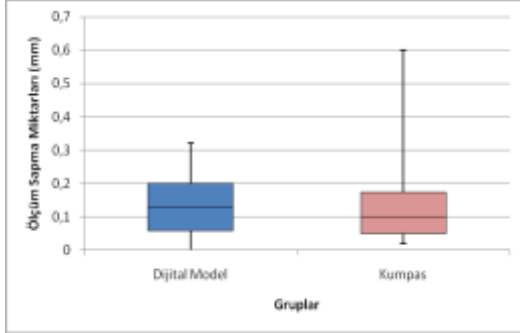
Şekil 2. Ana modelin dijital görüntüsü ve referans noktaları



Şekil 3. Kumpasla model ölçümünün görüntüsü

Sonuçlar

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre alçı modelde kumpasla gözlenen ölçüm sapma miktarının ($0,130 \pm 0,11$), dijital modellerde gözlenen ölçüm sapma miktarından ($0,131 \pm 0,08$) anlamlı farklılık sergilemediği saptandı. ($p=0,081$). Şekil 4'de grup içi veri dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 4. Dijital model ve alçı model grupları arası veri dağılımı (Box-plot grafiği)

TARTIŞMA

3 boyutlu model tarayan cihazlar piyasaya sunulduğundan beri, bu cihazlarla elde edilen görüntülerin ne derece gerçek modelleri yansıttığı hep tartışılan bir konu olmuştur. Bu cihazların güvenilirliğini ölçmek için yapılan bir çok çalışmada,^{1, 3-6} kumpasla alçı modeller üzerinde yapılan ölçümler standart kabul edilmiş, ve dijital modeller üzerinde yapılan ölçümler kumpasla yapılan ölçümlerle kıyaslanmıştır.

3 boyutlu tarama³ ve kumpas ölçümleri⁷⁻¹² aynı zamanda ölçü maddelerinin hassasiyetlerini değerlendiren çalışmalarda da kullanılan yöntemlerdir. 3 boyutlu taramanın bu nedenle kullanılması, kumpasla ölçme metoduna göre çok daha yeni bir metottur. Bu nedenle, güvenilirliğinin anlaşılması için eski metotlarla karşılaştırılması önemlidir. Bizim çalışmamızda da bu sebeplerden dolayı kumpasla alçı model üzerinde yapılan ölçümler ve bilgisayar yazılımı ile dijital modeller üzerinde yapılan ölçümler kıyaslanmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları bize göstermektedir ki, alçı modellerin çalışmamızda kullanılan model tarayıcı yardımıyla (3Shape R700 3D Scanner; 3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka) elde edilen dijital görüntülerinin bilgisayar yazılımı (2010, version 1.0, software 3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka) ile

ölçülmesi, alçı modellerin kumpasla (ABSOLUTE Digimatic Caliper Series 500, Mitutoyo Corporation, Japonya) ölçülmesi ile benzer sonuçlar vermektedir. ($p>0,05$) Bu sonuç aynı tarayıcı alet ve yazılımı kullanan Alcan ve arkadaşlarının³ çalışma sonuçlarıyla uyumludur. Bizim çalışmamızın sonuçları yine aynı tarayıcıyı ama ölçüm için farklı bir yazılım kullanan Sousa ve arkadaşlarının¹ sonuçlarıyla da uyumludur. Yine bizim çalışmamızın sonuçları, farklı tarayıcı ve farklı yazılım kullanan Leifert ve ark.⁴ ve Bell ve ark.⁵ çalışmalarında da benzerlik göstermektedir. Buna karşın bizim sonuçlarımız, iki doğrusal nokta arasındaki ölçümlerde dijital model ve alçı modeller arasında fark bulan Redlich ve arkadaşlarının⁶ çalışmasının sonuçlarıyla çelişmektedir. Bu çelişkinin sebebi, Redlich ve ark.⁶ çalışmalarında, yapay modeller yerine hastalardan alınan ölçüleri kullanması olabilir. Çünkü makalelerinde de belirttikleri üzere, seçtikleri hasta grubu ortodontik problemlili hasta grubudur ve bu modeller üzerinde ölçüm yaparken özellikle de kumpas ölçümlerinde referans noktaları arasını ölçmekte hassasiyeti sağlayamamış olabilirler

Bizim çalışmamızda standart bir modelden üretilen toplam 125 adet alçı ve dijital model kullanılmıştır. Bu sayı 3 boyutlu dijital modellerin güvenilirliğini ölçen diğer çalışmalardan daha büyüktür.^{1, 3-6} Ancak diğer çalışmalara göre sayının artırılmasıyla veri setinin normal dağılıma uygunluğu sağlanamamış ve diğer çalışmalarda olduğu gibi non-parametrik olarak değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada ölçümler, tam ark bir üst çeneyi temsil eden akrilik bir ana modelden ölçüler alınarak yapılmıştır. 3D tarayıcıların hassasiyetini ölçen bir grup çalışmada^{1, 4-6} hastalardan alınan gerçek modeller kullanılmıştır. Hastalardan alınan gerçek ölçüler kliniği yansıması açısından daha iyi olmasına karşın, referans noktalarını bu ölçülerde belirlemek ve ölçümlerde standardizasyonu sağlamak zordur. Bu nedenle, Alcan ve arkadaşlarının³ çalışmalarına benzer bir şekilde, bu çalışmada da yapay bir akrilik çalışma modeli kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda Alcan ve arkadaşlarının³ çalışmasından farklı olarak ölçü prosedürü bir artikülator yardımıyla hazırlanan düzener sayesinde standardize edilmiştir. Bu sayede ana modelden ölçü alma sırasında meydana gelebilecek deformasyonların ve de dolayısıyla ana model ile alçı ve dijital modeller arasındaki ölçü farklılıklarının önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Çalışmamızda referans noktalarını daha da spesifik etmek ve olası hataları daha aza indirmek için birinci molarların mezio-bukkal ve kaninlerin tüberkül tepelerine yuvarlak birer ince pin yerleştirilmiştir. Ve ölçümlerde referans olarak bu tellerin dış kısımları kullanılmıştır. Bu şekilde hem kumpasla hem de yazılım ile daha hassas ölçümler yapılmıştır.

Çalışmamızda dijital modellerde ölçüm, bir bilgisayar yazılımı (2010, version 1.0, software 3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka) yardımıyla, referans noktalarını işaretlemek ve sonra bu iki nokta arasında ölçmek şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar ortamında referans noktalarını işaretlemek hassasiyet gerektirmektedir. Bu hassasiyeti tüm ölçümlerde denk bir şekilde sağlamak için, bilgisayar yazılımı yardımıyla görüntü 3x büyütülmüş ve noktaların daha hassas bir şekilde yerleştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, kumpasla ölçüm ve dijital modellerden yapılan ölçümlerin doğruluğu araştırılırken, A-B ve C-D arası dişler arası mesafeyi, A-D ve B-C sağ ve sol ark arasındaki mesafeyi temsil etmiştir. Bu, Sousa ve ark.¹ çalışmasında seçtiği parametrelerle uyumludur. Buna karşın, Alcan ve ark.³ dişler arası mesafe ve arklar arası mesafeyle birlikte, dişin boyuyla ilgili bir parametreyi de içeren ölçümler yapmıştır. Buna rağmen bu üç çalışma da birbirleri ile uyumlu sonuçlar vermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın limitleri dahilinde şu sonuçlara ulaşılmıştır.

- Alçı modeller üzerinde yapılan ölçümler ile dijital modeller üzerinde yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.
- Arklar arası ve dişler arası yapılan ölçümlerde; dijital modeller, alçı modeller kadar güvenilirdir.

KAYNAKLAR

1. Sousa MV, Vasconcelos EC, Janson G, et al.: Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012; 142: 269-73.
2. Ersu B, Yüzügüllü B, Canay Ş: Sabit Restorasyonlarda CAD/CAM Uygulamaları. Hacettepe Üniv Diş Hek Fak Derg 2008; 32: 58-72.
3. Alcan T, Ceylanoglu C, Baysal B: The relationship between digital model accuracy and time-

dependent deformation of alginate impressions. Angle Orthod 2009; 79: 30-6.

4. Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, et al.: Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009; 136: 16 e11-14; discussion 16.
5. Bell A, Ayoub AF, Siebert P: Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. J Orthod. 2003; 30: 219-23.
6. Redlich M, Weinstock T, Abed Y, et al.: A new system for scanning, measuring and analyzing dental casts based on a 3D holographic sensor. Orthod Craniofac Res 2008; 11: 90-5.
7. Wandrekar S, Juszczuk AS, Clark RK, et al.: Dimensional stability of newer alginate impression materials over seven days. Eur J Prosthodont Restor Dent 2010; 18: 163-70.
8. Schleier PE, Gardner FM, Nelson SK, et al.: The effect of storage time on the accuracy and dimensional stability of reversible hydrocolloid impression material. J Prosthet Dent 2001; 86: 244-50.
9. Shaba OP, Adegbulugbe IC, Oderinu OH: Dimensional stability of alginate impression material over a four hours time frame. Nig Q J Hosp Med 2007; 17: 1-4.
10. Sedda M, Casarotto A, Raustia A, et al.: Effect of storage time on the accuracy of casts made from different irreversible hydrocolloids. J Contemp Dent Pract. 2008; 9: 59-66.
11. Imbery TA, Nehring J, Janus C, et al.: Accuracy and dimensional stability of extended-pour and conventional alginate impression materials. J Am Dent Assoc 2010; 141: 32-9.
12. Nassar U, Hussein B, Oko A, et al.: Dimensional accuracy of 2 irreversible hydrocolloid alternative impression materials with immediate and delayed pouring. J Can Dent Assoc 2012; 78: c2.

Yazışma Adresi:

Arş. Gör. Dt. Mehmet Dinçel
Erciyes Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Melikgazi/KAYSERİ
Tel: +90 533 630 47 54
e-mail: mdinçel1@yahoo.com

