

# GÖRÜNTÜ İŞLEME

Adalet Erdem Aytan\*, Yusuf Öztürk\*\*, Emin Kazım Örgen\*\*\*

Yayın kuruluşuna teslim tarihi: 5. 7. 1993

## ÖZET

Görüntü işleme, genel olarak resimsel bilgilerin analizine yönelik bir yöntem olarak tanımlanabilir. Bu çalışmada, görüntü işleme ve görüntü işleme yöntemleri ile, sayısal görüntüler üzerinde doğrusal ve açısal ölçümlerin nasıl gerçekleştirildiği açıklanmıştır. Ayrıca sefalometrik bir radyogram çizimi üzerinde hem manuplatif olarak, hem de sayısallaştırılarak ekrana yansıtan görüntüsü üzerinde, bilgisayarda, doğrusal ve açısal ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin sayısallaştırılmış görüntüler üzerinde yapılması kolay ve hata oranı düşük olan bir yöntem olarak tanımlanabilir.

**Anahtar sözcükler:** Görüntü işleme; bilgisayardaki sefalometrik analiz.

## ABSTRACT

### DIGITAL IMAGE PROCESSING

*Image processing, in its general form, pertains to the alteration and analysis of pictorial information. In this study, fundamentals of image processing and linear and angular measurements on the digitized images were explained. Linear and angular measurements have been made both on the traced radiographs. It was found that, linear and angular measurements on digitized images was an easy, accurate and reliable method with low error in measurements.*

**Key words:** Image processing, computerized cephalometric analysis.

Günümüzde, bilgisayarlar tüm yaşantımıza hızla ve yaygın bir şekilde girmişlerdir. Bilimsel makalelerin hazırlanış aşamalarında, yazım, tablolar, istatistiksel veriler elde edilmesi ve buna benzer işlevlerin yerine getirilmesi, bilgisayar kullanımı ile çok daha kolay, az sürede ve doğru bir şekilde yürütülebilmektedir. Tıp branşlarında, hasta kayıt ve veri girdilerini elde etmenin yanısıra çok daha yaygın olarak, taniya yönelik bölümlerde, görüntüleri sayısallaştırarak ekrana yansıtmakta (image processing) kullanılmaktadır. Hastalara ait çeşitli kaynaklarla elde edilen görüntüler sayısallaştırılarak ekrana yansıtılmakta, yansıtılan görüntülerde ayırıcı taniya yönelik incelemeler örneğin, uzaklık ve açı ölçümleri yapılabilmekte veya gri seviyesi çözünürlüğü ile farklı dokular tanımlanabilmektedir (2).

İleri çalışmaların yapılabilmesi için kullanılan sistemlerin işlev yöntemlerinin ve felsefelerinin bilinmesinin gerekli olduğu inancıyla "Görüntü İşleme = Digital Image Processing" ve dış hekimliğinde kullanılışı bu makalenin amacını oluşturmaktadır.

## GÖRÜNTÜ İŞLEME NEDİR?

"Görüntü İşleme" terimi, günümüzün uygulamalı bilgisayar bilimlerinin en sıcak "anahtar kelimele-

rinden" birisi olmuştur. Bir zamanlar pahalı, vakit alan ve sonunda ne olacağı bilinmeden çabalanan bu düzen, artık kendiliğinden bir olgunluğa ulaşmış ve disipline olmuştur. Ucuz mikro işlemcilerin, yoğun bellek gereçlerinin ve özel amaçlı imge işleme elemanlarının geliştirilmesi ile, görüntü-işleme değişik sayıdaki uygulamalarda çok değerli bir araç haline almıştır.

Görüntü işleme genel konumunda resimsel bilgilerin değişmesine ve analizlerine bağımlıdır ve bunlarla ilişkilidir. Günlük yaşamda görüntü işlemenin örnekleriyle pek çok kez karşılaşmaktayız. Belki de en yaygın örneği gözlüklerdir. Düzeltici gözlükler (numaralı), gözlenen görüntüleri, gözdeki bazı sapmalara göre, değiştirip, kompanze edip, görüntünün göz ile temasından önce görüntünün düzeltilmesi için görev görürler. Bir diğer yaygın görüntü işleme örneği ise televizyondaki parlaklık ve kontrast ayarlamalarıdır. Bunu yaparak, subjektif görüntüyü bizim için en cazip imaj haline gelene dek ayarlayabiliriz. Küçük bir havuzdaki su bile, görüntünün formunu değiştirebilir. Yansıyan görüntü yalnızca tersine çevrilmekle kalmayıp, bir de genelde suyun hareketine bağlı olarak bükülmeler, değişmeler göstermektedir. Her gün karşılaştığımız ve en güçlü görüntü işleme

\* Doç. Dr. Ege Üniversitesi Dış Hekimliği Fak. Protetik Dış Ted. Anabilim Dalı

\*\* Doç. Dr. Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

\*\*\* Dt. Ege Üniversitesi Dış Hekimliği Fak. Protetik Dış Ted. Anabilim Dalı

sisteminin örneği herhalde, insan beyin ve gözünden ibarettir. Bu biyolojik sistem görüntüleri inanılmaz hızla alır, güçlendirir, keser, analiz eder ve saklar. Bu sistem, diğer sistemlere göre en kabul edilendir. Tüm bunlar, doğal olarak kabul edilen ancak düşünüldüğünde ne kadar muhteşem oldukları algılanan çok yaygın görüntü işleme örnekleridir (1,4).

### GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMLERİ

Görüntü işleme bir disiplin olarak ele alındığında, amaç orijinal şeklinde olmayan bir görüntüyü görsel olarak güçlendirmek ve istatistiksel olarak değerlendirmektir. Bu amaç görüntü üzerinde etkili olabilecek işlemlerin geliştirilmesi ve uygulanması ile yürütülür. Görüntü işleme üç ana başlıkta incelenebilir. Birincisi optik, ikincisi elektronik olan analog ve üçüncüsü dijital yöntemlerdir. Bu üç yöntemin her biri işlemin uygulanmasındaki en pratik yaklaşımı tanımlayan özel uygulama ile rutin olarak bulunurlar (3).

Optik işleme, belirttiği gibi, bir işlemi yürütmede optiklerin dizilimini kullanır. Gözlükler, optik görüntü işleminin bir yoludur. Optik işleminin önemli bir şekli fotoğrafik karanlık odada bulunur. Fotoğrafçılar yıllarca en çekici ve en uygun baskıyı elde edebilmek için, görüntüleri bir şekilden diğerine manipüle ettiler, arttırdılar ve soyutlaştırdılar. Bu klasik görüntü işleme yöntemi deneme-yanılma metodları sonucunda, bugün fotoğrafçıya daha hızlı ve kabul edilebilir sonuçlar elde etme olanağı sağlamıştır. Karanlık odanın öncülleri, günlük iş yaşamlarında tanımlanmış görüntü işleme tekniklerini ilk kullananlar olarak kabul edilebilirler.

Görüntülerin analog işlenmesi görüntülerin elektriksel olarak değişimine bağlıdır. Elbette ki görüntü önce elektriksel formda olmalıdır. Bunun için en iyi örnek televizyon görüntüsüdür. Televizyon görüntüsünde televizyon sinyali, görüntü süresince aydınlık oluşturmak için genliği (amplitude) değişken olan bir voltaj düzeyidir. Elektriksel olarak bu sinyali değiştirerek en son görüntüyü değiştirebiliriz. Televizyondaki ışık ve kontrast ayarları video sinyalinin genliğini ve referansını ayarlamaya yararlar ve sonuçta görüntüde aydınlanma kararına ve aydınlıkta değişiklik oluşur.

Sayısal (Digital) görüntü işleme, sayısal bilgisayarın bulunması ile ortaya çıkmış bir görüntü işleme yöntemidir. Kesin uygulamalar verildiğinde bu yöntem genel görüntü işleme uygulamalarında çok büyük elastikliğe ve güce sahiptir. Sayısal egemenlik altında bir görüntü açıklanmış parlaklığın farklı noktaları ile

temsil edilirler. Her noktanın görüntü içinde nümerik bir yerleşimi ve nümerik bir parlaklığı vardır. Bu parlaklık değerlerinin görüntü içerisinde manüpülasyonu ile bilgisayar çok karmaşık işlemleri oldukça kolaylıkla yürütebilir. Daha ileri olarak, bilgisayarın programlanmasındaki elastikiyet operasyonların nitelendirilmesini hızlandırır. Optik ve örneksel pozitif (Analog) görüntü işlemede bu özellik yaktır (1,3).

Gelişmiş yarı iletken sayısal gereçlerin ve kompakt güçlü bilgisayarların yakın zamanda kullanımları, görüntü işleme yordamlarındaki gelişmeleri ikiye katlamıştır ve sayısal görüntü işlemeyi öne çıkarmıştır. Bu endüstrinin ana ürünleri olan bilgisayar donanım (Hardware), yazılım (Software) ve özel çevre birimleri (peripherals) sayısal görüntü işleme ve ele alınma gereksinimlerini karşılamak için geliştirilmişlerdir. Bu yoğun aktivite fiyatta uygun düşük low-end uygulamalarda kullanılacak sayısal görüntü işleme yöntemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur.

### SAYISAL GÖRÜNTÜ

Tanım olarak sayısal (digital) görüntü işleme, sayısal formun resimsel bilgileri ile çalışmaktadır. Günlük görüntülerin bu forma dönüştürülmesi, sayısal işleme öncesindeki ilk işlemdir. İlgilenilen görüntüler çeşitli kaynaklardan elde edilebilir. Fotoğraflar, televizyon, radar, tarayıcı kızılötesi dedektörler, akustik ve x ışınları... bu liste daha uzayabilir. Kaynak ne olursa olsun, görüntü eninde sonunda sayısal oluşturucunun anlaşılacağı genel formata yerleştirilecektir.

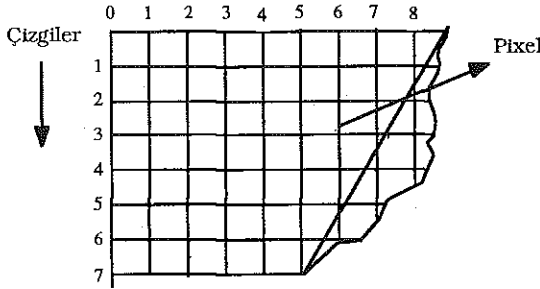
Genelde dijital görüntü işleme, standart televizyon format görüntülerinde yürütülür. Bunun nedeni, çeşitli endüstrilerce kabul edilen standardizasyondur. Ek olarak herhangi bir görüntü bu formata dönüştürülebilir. Bu noktadan itibaren yapacaklarımız standart siyah-beyaz televizyon görüntüleri üzerinde yürütülebileceğini var sayıyoruz. Sadece renkli görüntü işleme incelenirken bu konumda, kısa süre ayrılacağız.

### SAYISAL GÖRÜNTÜ OLUŞTURMA

Tipik bir siyah-beyaz fotoğraf, siyah ile beyaz arasında seyredilen gri gölgelerden ibarettir ve "sürekli ton" görüntüsü olarak bilinir. Bu da çeşitli gri gölgelerin hiç kesintisiz bir araya gelerek orijinal görüntünün oluşturulması demektir. Öte yanda dijital görüntü oluşturucusu bire bir temelinde ayrı parçalar ile çalışmak zorundadır. Sürekli ton görüntüsünü sayısal görüntüye dönüştürmek için ana bireysel bilgi noktalarına parçalamak gereklidir. Bu parçalamaya, sayısallaştırma veya daha uygun olarak örnekleme denir. Çünkü fotoğraftaki parlaklığın özel yerle-

rinden örnekler alıyoruz. Her örneğe parlaklığına bağlı olarak, siyahtan beyaza giden grilere bağlı sayısal değer verilir. Ek olarak, her örnek yerleşimini tanımlamak için koordinatlanır. Örnek, resim elementi ve pixel olarak tanımlanır, çünkü dijital görüntünün farklı bir elementini temsil eder (4).

Bu görüntü, pixellerden oluşan kare ızgaraya sayısallaştırılır. Bunların herbiri, biri sütunu diğeri sırasını belirten bir çift koordinat ile işaretlenir. Sütun sayıları en solda 0'dan n'ye kadar olup, n görüntünün sütunlarının sayısıdır. Buna benzer şekilde satırlar da, en üstte 0 olmak üzere, m'ye kadar olup, m satırların sayısını belirler. Örnek olarak (200, 150) koordinatlı pixel 200.cü sütunla 150.ci satırın kesiştiği yerde yerleşiktir. Daha iyi anlamak için ve televizyon standartları ile uyusturmak için satır koordinatı, çizgi sayısı ve sütun, o sıradaki pixel sayısı olarak kabul edilir. Bu örneklenmiş görüntü işlemi şekil 1'de gösterilmiştir (3).



Şekil 1: Sayısal eşaslı farklı pixel'ler

Şimdi görüntümüz, bağımsız çeşitli bilgi noktalarına bölünmüştür. Daha da ileri, her noktanın görüntü içinde tanımlanmış yerleşimi, koordinatları ve bunlarla bağlantılı parlaklık değeri bulunmaktadır. Görüntünün, dijitalizasyonu ele alındığında her zaman orijinali ile arasındaki yakınlığın ne kadar iyi olduğu sorusu mevcuttur. Sayısallaştırma işleminin sınırlamalarını "resolusyon" terimi ile tanımlarız. Resolusyon birşeyin temel alt parçalarına ayrılmasıdır. Görüntü işlemede resolusyon iki kesin tipe bölünebilir, "uzaysal" (spatial) ve "parlaklık" (brightness)(3).

### UZAKLIK VE AÇI ÖLÇÜMLERİ

Daha önce sayısallaştırma işlemini gerçekleştirirken iki duyarlılık ölçütünden bahsettik. Bunlar "spatial" ve "gri seviyesi" resolusyonlardır. "Spatial" rezolusyon gerçek görüntüdeki her birim alana kaç resim elemanı (pixel) karşılık geldiğini belirtir ki,

mesafe ve açı ölçümlerinin duyarlılığı spatial resolusyon ile doğru orantılıdır. Mesafe ve açı ölçümlerinde gri seviyesi resolusyonu çok önemli değildir.

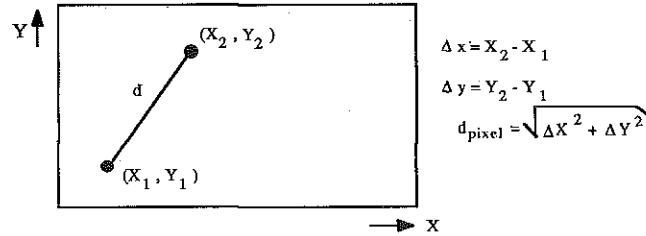
Mesafe ve açı ölçüm yöntemini vermeden önce spatial resolution kavramını bir örnekle pekiştirmenin anlamlı olacağı düşüncesindeyiz.

2 cm boyunda ve 2 cm eninde bir fotoğrafın sayısallaştırılacağı ve sonuçta elde edilecek sayısal 200x200 boyutlarında (200 satır ve 200 sütundan oluşan) olduğunu varsayalım. Bu durumda bir pixel gerçek resimdeki 0.1 mm. boyuna ve 0.1 mm eninde bir bölge sayısal görüntüde bir pixel tarafından tanımlanacaktır. Bu durumda 0.1 mm'den küçük detaylar sayısal görüntüde oluşmayacaktır ki, bu örnekleme hatası olarak tanımlanabilir.

### MESAFE ÖLÇÜMLERİ

Yukarıda verilen örnekten yararlanarak 200x200 boyutlarında bir görüntüde uzaklık ölçümlerinin nasıl yapılacağını tanımlamaya çalışacağız.

Uzaklık ölçümleri için kullanıcının belirlemek zorunda olduğu boyutlu uzaydaki iki noktanın koordinatları şekil 2 de verildiği gibi bilgisayara girdi olarak verildiğinde, iki nokta arasındaki uzaklık basit geometrik tanımlamalar yoluyla hesaplanabilir.



Şekil 2: Uzaklık Ölçümleri

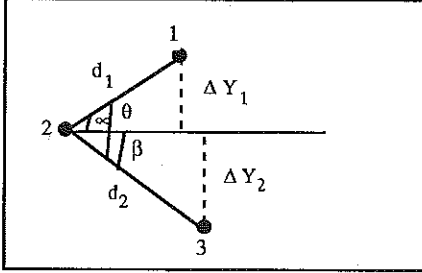
Şekil 2'de pixel cinsinden daha önce hesaplanan metrik karşılığı kullanılarak gerçek anlamda metrik uzaklık belirlenecektir.

$$d_{\text{metrik}} = d_{\text{pixel}} \times \text{mm/pixel}$$

### AÇI ÖLÇÜMLERİ

Açı ölçümlerinde üç adet noktanın belirlenmesi (bir üçgenin kenarı) gereklidir. Bu çalışmada kullanılan yöntem noktaların belirli bir sırada verilmesini

gerektirmektedir. Açık ölçümü için bir çok yöntem önerilebilirse de, Şekil 3'de verilen yöntem oldukça basit ve uygulanabilir.



Şekil 3: Açık Ölçümleri

## YÖNTEM

Ortodontistler tarafından kullanılan, sefalometrik film analizi için hazırlanmış rutin bir çizimde, beş doğrusal, beş açısal ölçüm belirlendi. Belirlenen uzaklıklar ve açılar, beş farklı kişi tarafından ölçüldü ve sonuçlar kaydedildi.

Hazırlanan çizim daha sonra, bir görüntü tarama aracı (scanner) kullanılarak sayısallaştırıldı. Sayısallaştırılarak bilgisayara aktarılan resimler üzerinde, belirlenen noktalar arasındaki uzaklıklar ve açılar beş farklı kişi tarafından ölçüldü, sonuçlar kaydedildi.

Çizim üzerinde doğrudan yapılan ölçümlerden elde edilen veriler ile bilgisayarda gerçekleştirilen ölçümlerden elde edilen veriler, Student T testi kullanılarak istatistiksel olarak incelendi.

## BULGULAR

Her iki yöntemle yapılan doğrusal ve açısal ortalamalarından sadece Korpus mesafesinin ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu (Tablo 1).

## TARTIŞMA

5 açısal ve 5 doğrusal ölçüm içerisinde, farklılık gösteren tek ölçüm vardır. Ölçüm sayısının az oluşu nedeniyle sadece bir ölçümde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu düşünülebilir. Daha fazla sayıdaki objeden, daha fazla sayıda ölçüm yapılması gerektiğinde, ölçüm yöntemine bağlı olarak, istatistiksel olarak anlamlı farklılıktaki ölçüm sayısı artacaktır. Ayrıca çizimler üzerinde doğrudan ölçüm yapım yönteminde, analiz yapan kişinin emosyonel ve fiziksel özellikleri, manüplatif ölçümleri büyük ölçüde etkileyecektir.

## SONUÇ

1. Görüntü işleme ile ekrana yansıtılıp, bilgisayar ile elde edilen ölçümlerde, çizim ekrana yansıtılmış

Tablo 1 : Çizim üzerinde doğrudan yapılan ölçümlerden elde edilen veriler ile bilgisayarda gerçekleştirilen ölçümlerden elde edilen verilerin istatistiksel olarak incelenmesi.  
(M: Manuel, el ile yapılan ölçümler, B: Bilgisayarda gerçekleştirilen ölçümler)

| AÇISAL ÖLÇÜMLER |   |          |           | DOĞRUSAL ÖLÇÜMLER |                   |          |           |       |        |
|-----------------|---|----------|-----------|-------------------|-------------------|----------|-----------|-------|--------|
|                 |   | Ortalama | Std Sapma | P                 |                   | Ortalama | Std Sapma | P     |        |
| SNA             | M | 78.100   | 0.548     | 0.28              | Ön Kafa Kaidesi   | M        | 76        | 0     | 0.70   |
|                 | B | 77.726   | 0.467     |                   |                   | B        | 76.070    | 0.393 |        |
| SNB             | M | 77.200   | 0.447     | 0.94              | Arka Kafa Kaidesi | M        | 35.500    | 0.354 | 0.14   |
|                 | B | 77.228   | 0.679     |                   |                   | B        | 35.064    | 0.470 |        |
| Sella           | M | 135.10   | 2.30      | 0.30              | Ramus             | M        | 57.600    | 0.418 | 0.86   |
|                 | B | 133.82   | 1.22      |                   |                   | B        | 57.644    | 0.312 |        |
| Artiküle        | M | 129.500  | 0.612     | 0.20              | Korpus            | M        | 75.300    | 0.447 | 0.0034 |
|                 | B | 130.50   | 1.49      |                   |                   | B        | 76.248    | 0.260 |        |
| Gonial          | M | 120.60   | 0.548     | 0.19              | Maksiller Düzlem  | M        | 61.800    | 0.447 | 0.89   |
|                 | B | 121.01   | 0.320     |                   |                   | B        | 61.842    | 0.512 |        |

tır. Bu sayede, arasındaki uzaklıkların ve açıların ölçüleceği noktaların belirlenmesi sırasında ortaya çıkabilecek farklılıklar elimine edilmiştir. Bilgisayar ile, kullanılacak noktaların yerinin belirlenmesi çok daha sağlıklı ve kolay yapılabilmektedir. Çünkü, görüntünün oldukça büyük büyütmelede ekrana yansıtılabilme olanağı vardır.

2. Manüplativ olarak ve bilgisayar ile elde edilen ölçümler karşılaştırıldığında, doğrudan çizimler

üzerinde yapılan ölçümlerde, analiz yapan kişinin fiziksel ve emosyonel özellikleri de dahil olmak üzere kullanılan kalemde ne kadar birçok etmen oldukça etkilidir. Scanner aracılığı ile ekrana yansıtılan görüntü üzerindeki ölçümlerde ise, bunlardan sadece göze ait olan yanılgılar etkili olabilir. Nitekim ölçümlerden sadece birinde de olsa elde edilen istatistiksel olarak anlamlı farklılık bunu göstermektedir.

## KAYNAKLAR

1. Baxes GA: Digital Image Processing: A practical Primer, Cascade Press, Denver, 1984.

2. Mostafa YA et al: Automated Cephalographic soft-Tissue Analysis, JDC, XXIV(9): 539, 1990.

3. Wayne Niblack: An Introduction to Digital Image Processing, Prentice Hall International, 1986.

4. Robert J. Schalkoff: Digital Image Processing an Computer Vision, John Wiley & Sons, Inc, 1989.

### *Yazışma adresi*

*Doç. Dr. Adalet E. Aytan  
Ege Üniv. Diş Hek. Fak.  
Protetik Diş Ted. A.B.D.  
35100 Bornova / İzmir*