

SEFALOMETRİDE ÖLÇÜM HATALARI

Dr. Enis GÜRAY*

Dt. Metin ORHAN **

GİRİŞ

ÖZET: Sefalometrik ölçümler, ortodontide tanı ve tedavi planlamaları ile bilimsel araştırmalarda önemli bir rol oynamaktadırlar. Ancak, diğer tüm ölçümlerde olduğu gibi, sefalometrik ölçümler de hata içerirler. Bu hataların 3 temel nedeni; sefalogramların hatalı alınmaları, sefalometrik noktaların doğru olarak belirlenememeleri ve çizilememeleridir. Sefalometrik ölçüm hatalarından bir tanesi de çizimlerle oluşturulan açısal ve doğrusal yapıların hatalı ölçülmesidir. Bu çalışmamızın amacı, bazı geometrik şekiller ve bunlarla ilgili teoremleri kullanarak bireysel farklılıkları en aza indirmeye yönelik yöntemleri belirleyebilmektir. Bu amaçla, 5 ayrı araştırmacının yaptıkları 200 sefalometrik çizimdeki Tweed üçgeni iç açılar toplamlarında oluşan mutlak hatalar ile Björk poligonundaki posterior açılarla, SnGoMe açısı arasındaki $PAT = 360^\circ + SnGoMe$ denkleminden sapan mutlak hataların ortalamaları belirlenmiştir. Her iki ölçüme ait hataların ortalamaları arasındaki önemin kontrolü ise "Student t testi" ile yapılmış, sonuçta her iki ölçüm arasında $p < 0.01$ düzeyinde anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Çalışmamızın sonucunda pek çok geometrik teoremlerden faydalanılması gerekliliği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sefalometri, ölçüm hataları, Tweed Üçgeni, Björk Poligonu.

SUMMARY: ERRORS IN CEPHALOMETRIC MEASUREMENTS The measurements of cephalograms play a major role in orthodontic research and treatment planning. It is important to understand that cephalometric measurement, like all measurements, involves error. Three general classes of error occur in the measurement of cranial dimensions. These are, errors of projection, errors of landmark identification and mechanical errors during tracing. An other cephalometric error is the incorrect measurement of the angular and linear measurements of these structures. The purpose of this study is to determine a method to minimize inter or intrainvestigator errors by using geometrical structures and the theorems related to them. For this purpose, on 200 cephalograms traced by 5 different investigator, the sum of the interior angles on the Tweed's triangle was calculated and the mean of the absolute values of errors was recorded. Related to the equation between the sum of the posterior angles in Björk's polygon and SnGoMe angle ($SUM = 360^\circ + SnGoMe$), the mean of the absolute values of errors was also recorded. The significance of the difference of the mean values for both measurements was evaluated by "student t" test and the difference was found significant at the level of $p < 0.01$. Since in cephalometric studies lots of geometric polygons exists, as conclusion we emphasized that geometric theorems must always taken into consideration to obtain consistent analysis.

Key Words: Cephalometrics, measurement error, Tweed's triangle, Björk's polygon.

* S.Ü. Dişhek. Fak. Ortodonti A.D. Öğr. Gör.

** S.Ü. Dişhek. Fak. Ortodonti A.D. Arş. Gör.

Sefalometrik ölçümler, ortodontide tanı ve tedavi planlamaları ile bilimsel araştırmalarda önemli bir rol oynarken, iki temel amaca hizmet etmektedirler. Bunlar, "Tanımlama ve Öngörüm"dür. Sefalometrik ölçümler tanımlayıcı olarak birçok şekilde kullanılırlar; olguların tiplerine göre sınıflandırılmaları, belirli normlardan sapan değerlerin belirlenmesi ve tedavi ile elde edilen değişikliklerin saptanması gibi işlemler sefalometrinin "tanımlayıcı" amacının kapsamındadırlar. Ortodontik tedavi ile elde edilecek değişiklikler ile büyümenin öngörülmesi ise, sefalometrinin ikinci temel amacını yani, "öngörüm"ü oluştururlar (1).

Ancak, ortodonti biliminde vazgeçilmez bir unsur olan sefalometrik ölçümler, diğer tüm ölçümlerde olduğu gibi, hata içerirler. Bu hatalar ise, genel olarak 3 grupta incelenmektedirler (1):

1. Sefalometrik radyografiler alınırken oluşan hatalar. (Projeksiyon hataları).
2. Noktaların işaretlenmesinden doğan hatalar (İdentifikasyon-Belirleme hataları)
3. Çizim hataları (Mekanik ya da Teknik hatalar).

Yıllardan beridir araştırmacılar bu hataların azaltılmasına yönelik çeşitli çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Radyografiler alınırken sefalostat kullanılmasına rağmen baş pozisyonuna bağlı olarak hatalar meydana gelebilmektedir (2). Alqvist ve arkadaşları yansıtma hatalarının açısal ve doğrusal ölçümleri önemli derecede etkilemediğini belirtirlerken, Björk, Solow ve Mitgard ve arkadaşları bu hataların ihmal edilebilir düzeyde olduklarını göstermişlerdir (3-7). Houston ve arkadaşları da, sefalometrik radyografideki ölçüm hatalarının yukarıda saydığımız 3 grubun hangisinden kaynaklandığını belirlemeye yönelik araştırmalarında, projeksiyon hatalarının kayda değmeyeceğini belirlemişlerdir (8).

Bu durumda sefalometrik ölçüm hatalarından diğer ikisi daha fazla önem kazanmaktadırlar; yani, anatomik noktaların doğru olarak belirlenmeleri ve hatasız çizilmeleri.

Carlsson çalışmasında hataların önemli oranda noktaların belirlenmesinden kaynaklandığını göstermiştir (9).

Altuna ve arkadaşları, Björk, Jarabak ve Ricketts, büyüme öngörümü yöntemlerinde aynı radyogramlar üzerinde farklı araştırmacıların farklı ölçümler elde ettiklerini göstermişlerdir (10).

ülgen, Ülgen ve arkadaşları ise, aynı röntgen filmleri üzerinde, gerek değişik araştırmacılar, gerekse aynı araştırmacı tarafından farklı zamanlarda yapılan çizim ve ölçümler arasında önemli farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir (11-13). Bu hataların nedenleri içerisinde de anatomik noktaların belirlenmesi, önemli bir yer tutmaktadır. Sefalometrik ölçüm hatalarının miktarını ve nedenlerini inceleyen birçok araştırmacı da, aynı doğrultuda görüş bildirmişlerdir (1, 5, 6, 8, 14-19). Araştırmacılar, bu hataların daha çok noktaların işaretlenme güçlüğünden kaynaklandığı konusunda fikir birliğine varmışlardır. Öyleyse, anatomik referans noktalarının doğru olarak belirlenememesi, hatalı çizimler elde edilmesine yol açarak, sefalometrik ölçüm hatalarının temelini teşkil ettiğini söyleyebiliriz. Tekrarlanabilirliği düşük olan bu ölçümler sonucunda, geçerliliği tartışılır sonuçlar elde edilmesi kaçınılmaz olacaktır (20).

Bu durumda, en azından elde edilmiş çizimlerin oluşturduğu açısal ve doğrusal değerlerin hatasız olarak ölçülmesi önemli bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu da araştırmacıların değişik zamanlardaki farklı dikkat dereceleri ile önemli oranda ilişkilidir.

Bu çalışmamızın amacı ise, bazı geometrik şekil ve bunlarla ilişkili teoremleri kullanarak, bireysel farklılıkları en aza indirmeye yönelik yöntemleri belirleyebilmektir. Bu amaçla Björk poligonu ve Tweed üçgeni için, geometrik şekilleri ile ilgili teoremler uygulanmış ve her iki geometrik yapının oluşturduğu açıların ölçümlerindeki hatalar ise karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

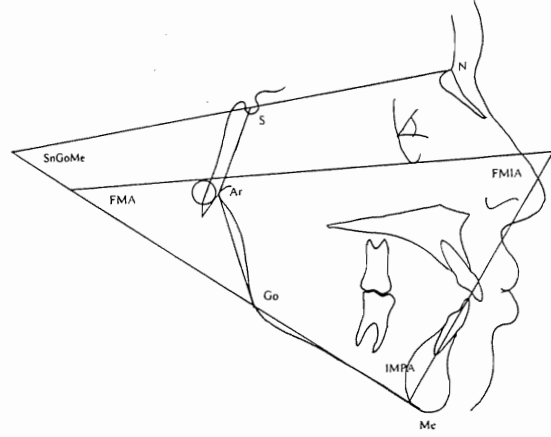
Çalışmamızda, kliniğimizin 5 asistanına ait, rastgele seçilmiş 40'er vak'ının sefalometrik çizimleri kullanılmıştır. Elde edilen 200 sefalometrik çizime ait Tweed üçgeni iç açıları (FMA, FMIA, IMPA) ve Björk poligonundaki posterior açılar (Sella, Artiküler, Gonial) ve SnGoMe açılarının ölçümleri kaydedilmiştir (Şekil 1).

Çalışmamızın temelini oluşturan teorem ise, "köşe sayısı n olan bir çokgenin iç açıları toplamı (İAT)=(n-2)x180°"dir (21).

Bu durumda üçgenin iç açıları toplamı, hepimizin çok iyi bildiği gibi, (3-2)x180°=1x180°=180° olacaktır. Çalışmamızda elde edilen 200 sefalometrik çizimdeki Tweed üçgeni iç açıları toplamının 180°den sapmaları "mutlak hata" olarak kaydedilmiş ve bu hataların ortalamaları belirlenmiştir. Başka bir deyişle İAT^{kayıt} ile İAT^{denkleme} arasındaki fark "mutlak hata" olarak kaydedilmiştir.

Aynı teorem Björk poligonuna uygulandığında ise, poligonu oluşturan posterior açılar toplamı (S+Ar+Go=PAT) için aşağıdaki denklem geçerli olmaktadır (22).

$$PAT=360^\circ+\text{SnGoMe açısı}$$



Şekil 1: Lateral sefalogramlarda yapılan açısal ölçümler.

Çalışmamızda araştırma materyalini oluşturan 200 sefalometrik çizime ait ölçümlerde yukarıdaki denkleme göre oluşan sapmalar yine "mutlak hata" olarak kaydedilmiş ve bu hataların da ortalamaları belirlenmiştir. Başka bir deyişle, yalnızca SnGoMe açısının ölçümüyle hesaplanabilen PAT^{denkleme} ile, sefalogramlardan elde edilen Sella, Artiküler ve Gonial açıların ölçümlerinin toplamları sonucu oluşan PAT^{kayıt} arasındaki fark "mutlak hata" olarak kaydedilmiştir.

Tweed üçgenine ait "mutlak hata" ortalamaları ile Björk poligonundaki posterior açılar toplamına ait denkleme oluşan "mutlak hata" ortalamaları arasındaki önemin kontrolü ise, "student t" testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR

Tweed üçgeni iç açıları toplamına ait mutlak hatanın ortalaması 0.76° olarak saptanırken, Björk poligonundaki posterior açılar toplamı ve SnGoMe açısı arasındaki denklemden sapan değerler ortalaması ise, 1.37° olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Her iki ölçüme ait hataların ortalamaları arasındaki önemin kontrolü ise "Student t testi" ile yapılmış, sonuçta her iki ölçüm hatası arasında p<0.01 düzeyinde anlamlı bir farklılık saptanmıştır (Tablo 1).

TARTIŞMA

Diş-çene ve yüz sisteminin tanımlanması, tedavinin prognozu ile birlikte olumlu ve olumsuz yönlerinin tartışılmasında röntgenografik sefalometri önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, sefalometrik filmlerde noktaların belirlenmesi ve ölçümlerinin yapılması sırasında ortaya çıkan hatalar da birçok araştırmaya konu olmuştur (5, 6, 9, 10, 14-19). Aynı röntgen filmleri üzerinde dahi, gerek aynı, gerekse değişik araştırmacılar tarafından farklı zamanlarda

Tablo 1: Tweed üçgenindeki İAT^{kayıt} ile İAT^{denklemler} ve Björk Poligonundaki PAT^{kayıt} PAT^{denklemler} arasındaki farkların ortalamalarına ait tanımlayıcı istatistik değerler.

	n	\bar{D}	$\pm S_{\bar{D}}$	max	min	test
TWEED (İAT)	200	0.76	0.19	17	0	**
BJÖRK (PAT-SnGoMe)	200	1.37	0.15	13	0	

$p > 0.05$, $p < 0.05$, $p < 0.01$ **, $p < 0.001$ ***.

yapılan çizim ve ölçümler arasında önemli farklılıklar olabilmektedir. Bu durum kişiye bağlı oluşan hataların, sefalometrik ölçüm hataları içerisinde önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir.

Çalışmamızda, önceden bir hata arayışına şartlanmadan, birbirlerinden tamamen bağımsız araştırmacıların daha önce çizimlerini yapmış oldukları sefalogramlar kullanılmıştır. Bu durumda sefalometrik radyogramların alınmasından (projeksiyon hataları), noktaların belirlenmesinden (identifikasyon hataları) ve çizimden kaynaklanan hatalar (mekanik hatalar) çalışmamızın sonuçlarını etkilememiş, yalnızca araştırmacıların yaptıkları ölçümlerden kaynaklanan farklılıklar ortaya konulmuştur.

Çalışma modelimizi oluşturan Tweed Üçgeni ve Björk Poligonu geometrik şekilleri nedeniyle, geometri kuramlarına uyum göstermektedirler (22). Bu da, söz konusu yapıların geometrik özelliklerini tartışmasız olarak geçerli kılmaktadır. (Örneğin; bir üçgenin kenar uzunlukları ne olursa olsun, iç açıları toplamının 180° olduğu gibi). Metod bölümünde sözünü ettiğimiz teoremlere uygun olarak da geometrik denklemler sonucu elde ettiğimiz İAT^{denklemler} ve PAT^{denklemler} kayıtları elde edilmiştir. Bu değerler, olmaları gereken doğru ölçümleri vermektedirler. Bunlardan sapan mutlak değerler ise (İAT^{kayıt} ile PAT^{kayıt}) ölçüm hatalarını oluşturmaktadırlar. Çalışmamızda mutlak değerlerin kullanılması, negatif ve pozitif ölçüm farklılıklarının birbirlerini dengelememeleri içindir. Aksi takdirde, Üçgen ve arkadaşlarının çalışmalarında olduğu gibi, gerçekte var olan hatalar sonuçta önemsiz olarak karşımıza çıkacaklardır (12). 200 ölçümden elde ettiğimiz bu mutlak hatalar ise, yukarıda sözünü ettiğimiz gibi yalnızca araştırmacıların kaynaklanan farklılıklardır.

Çalışmamızda, Tweed üçgeni için bu hatanın ortalaması 0.76° olarak saptanırken, Björk poligonundaki posterior açıları toplamı ve SnGoMe açısı arasındaki denklemden sapan değerler ortalaması 1.37° olarak belirlenmiştir. Bu durum sefalometrik çizimlerin ölçülmesinde, yukarıda sözü edilen faktörlere ek olarak, araştırmacıların ölçümlerinden kaynaklanan hatalar da yaptıklarını göstermektedir. Çeşitli araştırmacılar çalışmalarında, bireysel görüş ve yorum farklılıklarına değinerek, sefalometrik değerlendirme

yapan kimselerin aynı eğitimi görmüş olmalarına rağmen, bu kişiler arasında dahi çizim, ölçüm ve yorum hataları olabileceğini savunmaktadırlar (11-13, 16, 18, 23-25). Kanımızca bunun nedeni, yine yukarıdaki faktörlere ek olarak, araştırmacıların ölçümlerini yaparlarken geometrik şekilleri ve teoremleri göz önüne almadıkları doğrultusundadır.

Çalışmamızda, her iki ölçüme ait hataların ortalamaları arasındaki önemin kontrolü ise, "Student t testi" ile yapılmış, sonuçta her iki ölçüm hatası arasında $p < 0.01$ düzeyinde anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Bu durum, araştırmacıların Tweed üçgenine ait ölçümlerde önemli oranda daha az ölçüm hatası yaptıklarını göstermektedir. Bunun nedeni kanımızca "üçgen" şeklinin araştırmacılar tarafından daha iyi değerlendirilebilmesidir.

Halbuki Björk poligonu gibi nisbeten daha karmaşık yapı gösteren geometrik şekiller, araştırmacıların daha fazla ölçüm hatası yapmalarına neden olmaktadır. Bu durum kanımızca, araştırmacıların ölçümlerinin sağlamasını yapmamalarından kaynaklanmaktadır. Gerçekten de Rakosi dahi, Sefalometri Atlasında sunduğu *Freiburg Analizinde* aynı hataya düşerek 0.5° 'lik ölçüm hatası yapmıştır (26).

Üçgen'e göre, uzak röntgen filmlerinin ölçülmesinde meydana gelen hataların bir diğer nedeni ise, çeşitli ölçü aletlerinin dakik olmamalarıdır (11). Üçgen, buna örnek olarak da, bırakın karmaşık geometrik şekilleri, ANB ve SnGoMe gibi, basit açıların dahi bir sefer yukarıdan, bir sefer de aşağıdan başlayarak yapılan ölçümlerinde oluşan hataları göstermiştir. Kanımızca bu hatanın nedeni de ölçümü yapan araştırmacının ölçüm hatasıdır. Kişinin ise, çeşitli zamanlardaki dikkatinin derecesi farklıdır ve hatalar genellikle buna bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (11). Öyleyse, bu hataların azaltılabilmesi için gerekli dikkatin artırılmasının yanında, geometrik teoremlerden de faydalanılmalıdır.

Sefalometrik çizimlerde birçok geometrik çokgen var olduğuna göre, sefalometrik analiz kriterlerinin tutarlı olmaları için geometrik teoremlerle mutlaka uyumlu olmaları gereklidir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1- Adenwalla ST, Kronman JH, Attarzadeh F Porion and condyle as cephalometric landmarks-An error study. Am J Orthod Dentofac Orthop 94: 411-5 1988
- 2- Spolyar JL Head positioning error in cephalometric radiography-an implant study. Angle Orthod 77, 88 1987
- 3- Alqvist J, Eliasson S, Welander U The effect of projection errors on angular measurements in cephalometry. European J Orthod 8: 141-148 1986
- 4- Alqvist J, Eliasson S, Welander U The effect of projection errors on angular measurements in cephalometry. European J Orthod 10: 353-361 1988
- 5- Björk A The face in profile; an anthropological x ray investigation on Swedish children and conscripts. Lund Sweden 1947 In ed Erdem A Ceylan İ Deniz E Röntgenografik sefalometrik çizim ve ölçüm hataları. Türk Ort Der 2(2): 274-280 1989
- 6- Solow B The pattern of craniofacial associations. Acta Odont Scand suppl 46 1966 In ed Buschang PH Tanguay R Demirjian A Cephalometric reliability A full Anova model for the estimation of true and error variance. Angle Orthod 168-175 1987
- 7- Mitgard J, Björk A, Linder-Aronson S Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurement of cephalometric cranial distances. Angle Orthod 44: 56-61 1974
- 8- Houston WJB, Maher RE, McElroy RE, Sherriff M Sources of error in measurements from cephalometric radiographs. European J Orthod 8: 149-151 1986
- 9- Carlsson GE Error in x ray cephalometry. Odont T 75 99-129 1967 In ed Buchang PH Tanguay R Demirjian A Cephalometric reliability A full Anova model for the estimation of true and error variance. Angle Orthod 168-175 1987
- 10- Altuna G, Clar E, Freisfeld M, Schmuth G Errors in determination of landmarks in connection with methodological problems in roentgenographic growth studies. Trans European Orthod Soc 373-386 1971
- 11- Ülgen M Uzak röntgen resimlerinin değerlendirilmelerinde ölçüm hataları. AÜ Dişhek Fak Dergisi 6: 17-23 1979
- 12- Ülgen M, İşcan HN, Altuğ Z Sefalometride çizim ve ölçüm hataları (I) Aynı bireylerin belirli zaman aralıklarıyla birbirinden bağımsız olarak tekrarladıkları çizim ve ölçümleri arasındaki bireysel farklılıklar. AÜ Dişhek Fak Dergisi 9(1): 37-49 1982
- 13- Ülgen M, Altuğ Z, İşcan HN Sefalometride çizim ve ölçüm hataları (II) Aynı uzak röntgen resimlerinin üç araştırmacı tarafından yapılan sefalometrik ölçümleri arasındaki araştırmacılararası farklılıklar. AÜ Dişhek Fak Dergisi 9(1): 77-89 1982
- 14- Baumrind S, Frantz RC The reliability of head film measurements Landmark identification. Am J Orth 60: 111-127 1971
- 15- Starbrun AE, Danielsen K Precision in cephalometric landmark identification. European J Orth 4: 185-196 1982
- 16- Buschang PH, Tanguay R, Demirjian A Cephalometric reliability A full Anova model for the estimation of true and error variance. Angle Orthod 168-175 1987
- 17- Sandallı T, Bilgiç U Sefalometrik analizlerde ölçüm hataları ve kaynakları. Türk Ort Der 1(2): 187-190 1988
- 18- Cook PA, Gravely JF Tracing error with Björk's mandibular structures. Angle Orthod 169-178 1988
- 19- Erdem A, Ceylan İ, Deniz E Röntgenografik sefalometrik çizim ve ölçüm hataları. Türk Ort Der 2(2): 274-280 1989
- 20- Houston WJB The analysis of errors in orthodontic measurements. Am J Orth 83(5) 382-390 1983
- 21- Gürdal M, Aydan F, Metin E Matematik Lise 1 üçüncü basılış. Milli Eğitim Basımevi s 266-267 Ankara 1980
- 22- Güray E, Orhan M Orthodontide geometri Björk Poligonundaki posterior açılar toplamının geometrik olarak değerlendirilmesi (Teorik çalışma). Türk Ortodonti Dergisi 7(1): 17-21 1994
- 23- Salzmann JA Practice of orthodontics. Vol I Ch 18 19: 464-476 502-514 JB Lippincott Co Philadelphia 1966
- 24- Kuzma JW, Zwemer TJ A method for checking the reliability of cephalometric and dental morphologic variables. Angle Orthod 38: 166-169 1968
- 25- Kwam E, Krogstad O Variability in tracing of lateral head plates for diagnostic orthodontic purposes. Acta Odont Scand 27: 359-369 1969
- 26- Rakosi T An atlas and manual of cephalometric radiography. Wolfe Medical Publications Ltd London p 223 1982

YAZIŞMA ADRESİ:

Dr. Enis GÜRAY
 Selçuk Üniversitesi
 Dişhekimliği Fakültesi
 Ortodonti Anabilim Dalı
 42079 Kampüs KONYA