

## **Kemik Yaşı Saptanmasında Kullanılan Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse Medodlarının Karşılaştırılması**

Uz. Asis. Nurdan AKKAN

Büyüme süreci içinde iskeletsel olgunlaşma dönemlerinin saptanmasında kullanılan yöntemlerden biri olan radiografik incelemelerin, gerçek ve verimli olabilmeleri için gerekli koşullara sahip en uygun bölgenin el ve bilek olduğu, hemen bütün araştırmacılar tarafından kabul edilmiştir.

Radiografik metotlar, X ışınlarının bulunmasından sonra anatomist ve antropologların canlılar üzerinde yaptıkları incelemelerde kullanılmaya başlanmış, basit olmaları nedeniyle kısa sürede yayılmış, ve ayrıca kesin karşılaştırma sağlayan ölçü ve metotların da elde edilmesinde yardımcı olmuşlardır.

Karpal kemikler ilk defa 1683 yılında Lyser (20) tarafından isimlendirilmişlerdir. Ranke (27) iskeletsel olgunluğunu 1896 da bilek radiografileri yardımı ile ilk inceleyen kişidir.

Hellman (15) parmakların toplam uzunluğunu, falanksların ge-

nişlik ve uzunluklarını radiografilerin incelenmesinde karpal kemiklere ek olarak kullanmıştır.

Bilek radiografileri çalışmalarında, önceleri kemiklerin alanları veya uzunlukları ölçülerek kemik yaşı tabloları hazırlanıyordu. Daha sonra kemik yaşının saptanması için, kemiklerin şekillerinin değişimi ve aynı zamanda «olgunluk belirtileri» denilen kavramların kullanılması düşünülmüştür. Bu amaçla 1937 de Todd (32) bir atlas hazırlamıştır.

Belli sayıdaki kemikleşme merkezlerinin sayılması ile iskeletsel olgunluğun kabaca bir tahmini elde edilebilir. Fakat bu metodlar sadece yaşamın ilk senelerinde yeni ortaya çıkan kemik merkezleri için geçerli olabilirler. Chateau (5) bu esasa dayanarak hazırlanmış kemik yaşı tabloları vermiştir.

Deplagne (6) kemiklerin uzunluklarını ölçerek, Ohata (23) kemiklerin sayılarına göre yaptıkları kemik yaşı tayinlerini pratik bir yöntem olarak tavsiye etmişlerdir.

Bugün en yaygın olarak kullanılan metod, Greulich ve Pyle'in (11) geliştirdikleri metod olup 1937 de Todd ve arkadaşlarının başlattıkları çalışmanın sonucudur. Todd (32) kız ve erkeklerin belli yaş guruplarında kemik yaşı standartlarını saptamıştır (1926-37). Ölümünden sonra yardımcıları Greulich ve Pyle (11) başlanmış olan çalışmayı tamamlayarak 1950 yılında yayınlamışlardır. Atlastaki fotoğraflar 1931-1942 seneleri arasında Cleveland Ohio'da incelenen 2500 çocuğu içeren bir seri radiografiye dayanmaktadır. Bu eserde araştırmacılar, bilek radiografilerini, sadece kemiklerin oluşum ve kireçlenmeleri değil, çeşitli bölümlerindeki değişik olgunluk belirtilerini de göz önüne alarak geniş kapsamlı bir incelemeye tabi tutarlar ve radiografiyi atlastaki 58 fotoğraftan biriyle eşleştirirler. Atlastaki her fotoğraf, her cins için ayrı bir standardı gösterir ki, bu standartlar her kronolojik yaş grubu için 100 tane radiografinin ortalamasından elde edilmiştir.

Tanner ve Whitehouse (30) 1962 de kemik yaşı saptanması konusunda yeni bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem el ve bileğin 20 kemiğinin sekiz veya dokuz gelişim devresine 0 dan 100 e kadar bir sayı (puan) vermektedir. Metod, belirli safhalardaki kriterlere bakılarak 20 kemiğin her birinin yakından incelenmesini öngörür. Her kemik için bulunan sayılar toplanır ve bu toplam sayıya tekabül eden kemik yaşı bir cetvelden okunur. Kız ve erkekler için ayrı cetveller meydana getirilmiştir. Her kemiğe verilen sayı, 1945-1958 yılları ara-

sında radiografileri alınan ve İngiliz toplumunun orta sosyo-ekonomik seviyesinin örnekleri olan 2564 çocuktan elde edilen radiografilerden standardize edilmiştir.

Literatürde kemik yaşı saptanması konusunda en son rastlanan çalışmalardan biri Haavikko'ya (13) aittir. Araştırmacı, el ve bilek bölgesinde seçilen 6 kemikleşme merkezinden kemik yaşı tayininin, aynı bölgedeki bütün kemikleşme merkezlerinden yararlanılarak yapılan tayinlere uygunluk gösterdiğini saptamış ve bunun daha kolay bir yol olacağını önermiştir. Bu merkezler radius'un epifizi, III. metakarp epifizi, III. proksimal falanks epifizi III. medial falanks epifizi, V. distal falanks epifizi ve os capitatum (başlı kemik)dur.

Kemik yaşı konusunu inceleyen Schmid ve Moll (28) dışında kalan hemen hemen bütün araştırmacılar, kız ve erkekler arasında ayrı standartları gerektirecek kadar farklılık olduğunu ve gelişimin kızlarda daha erken olduğunu ortaya koymuşlardır.

İskelet gelişimi üzerinde ırk ve toplum farklılıklarının da olabileceğini düşünen araştırmacılar, bu konuda karşılaştırmalı araştırmalar yapmışlardır.

Sutov (29) Japonya çocuklarının gelişim ve büyümelerini etraflı şekilde incelemiş, kız ve erkekler için her yaşta Hiroşima standartlarını, Greulich-Pyle standartlarından 6-24 ay arasında geri bulmuştur.

Hansman ve Maresh (14) Pyle ve arkadaşları (26), Greulich-Pyle atlasındaki standartların Amerikan toplumundan derlenen diğer longitudinal serilerdeki verilere uygunluk gösterdiğini saptamışlardır.

Acheson, Kemp ve Parfit (1), Greulich (10), Fry (8) Chan, Chang ve Hsiu (4), Koski, Haataja ve Lappalarnen (18), Kopczynska (17), Messé ve Hunt (21) Greulich-Pyle (11), atlasındaki standartların Amerika dışındaki diğer toplumlar için çok ileri olduğunu söylemişlerdir.

Tanner (31), Amerikalı çocukların aynı kronolojik yaşta Hollandalı ve İngiliz çocuklarından daha çok geliştiklerini saptamıştır.

Onat (24) İstanbul'un çeşitli bölgelerinde yaşayan çocuklar üzerinde yaptığı longitudinal araştırmasında, geri, orta ve ileri sosyo-ekonomik seviyedeki çocukların, kemik olgunluğunda Greulich-Pyle standartlarına göre ayrıcalık gösterdiklerini saptamıştır.

Perkün ve Karlı (25) Türk çocuklarını Chateau'nun metodu ile inceleyerek karşılaştırmışlar ve Türk çocuklarını, kemik olgunluğunda, batılı yaşlılarına oranla geri bulmuşlardır.

Neyzi ve çalışma arkadaşları (22) Türk çocuklarını Tanner'in (30) metodu ile incelemişlerdir ve kemik olgunluğunda İngiliz standartlarına uygunluk gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Günay (12) 6-18 yaşları arasındaki kız ve erkeklerde kronolojik yaş ile kemik yaşı arasındaki farkı araştırmış, bulgularına dayanarak, Greulich-Pyle (11) atlasının belli yaş grupları dışında ülkemizde dik-katle kullanılması gerektiği sonucuna varmıştır.

Araştırmamızın materyalini, çeşitli tipte kapanış bozukluğu gösteren kliniğimiz hastalarından ve normal kapanışlı bireylerden alınan bilek radiografileri oluşturmaktadır. Yaşları 86-197 ay arasında değişen 82 kız ve 66 erkek olmak üzere olgu sayımız toplam 148'dir.

Kronolojik yaşı saptanmasında çocuğun doğduğu ayın onbeşinci gününe kadar olan günler sayılmamış, onbeş gün ve daha fazlası aya tamamlanmıştır.

Hastaların sol el bilek radiografileri parmaklar hafifçe bitişik olmak üzere dorsal pozisyondan çekilmiştir.

Elde edilen bilek radiografileri Tanner-Whitehouse ve Greulich Pyle metodlarına göre değerlendirilerek kemik yaşları saptanmıştır.

Tanner-Whitehouse metodu el ve bileğin yirmi kemiğinin sekiz veya dokuz gelişim devresine 0 dan 100 e kadar bir puan vermektedir. Her kemik için bulunan sayılar toplanır ve bu toplam sayıya tekabül eden kemik yaşı bir cetvelden okunur. Kız ve erkekler için ayrı ayrı cetveller meydana getirilmiştir. Ancak bu metodda kemik yaşları, aylık değil de ondalık sisteme göre verilmişlerdir. Örneğin cetvelden vakamızın kemik yaşını 14.4 olarak belirlemiş isek, virgülden sonraki 4,4 ay değil seninin 4/10 üdür. Her vakada basit bir oran-tı ile ondalık olan değerleri aya çevirdik.

Greulich-Pyle metodu ise radiografiyi atlastaki kız ve erkeklere ait 58 fotoğraftan biri ile eşleştirmeyi öngörür. Her fotoğraf her cins için ayrı bir standardı gösterir. Standartlara tekabül eden kemik yaşı değerleri yıl ve ay olarak verilmişlerdir. Biz de vakalarımızın bilek radiografilerini, ait oldukları cinsi içeren standartlar arasında en uygun olanları ile eşleştirdik. Bu eşleştirmeyi yaparken daima bir önceki ve bir sonraki standarda da bakarak üç standart arasında en uygun olanını seçtik. Standartlar arasında şüpheye düştüğümüz durumlarda ise iki standardın işaret ettikleri kemik yaşlarının ortalamasını aldık.

Araştırma metodumuz vakaların kemik yaşlarının kronolojik yaşlarından olan farklılıklarının oluşturduğu, her iki metoda ait fark dizilerinin arasındaki ilişkinin incelenmesidir. İki ayrı standardın karşılaştırılması bu şekilde yapılmıştır.

Metodlar arasındaki farkın anlamlılık derecesini bulabilmek için aşağıdaki formülü kullandık.

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - m)^2}{n-1} \quad t = \frac{m - o}{\frac{S}{n}}$$

Toplam 148 vakaya ait Tanner-Whitehouse kemik yaşı değerlerinden Greulich-Pyle kemi kyaşı değerlerini çıkardık. Farkların oluşturduğu seride aritmetik ortalama + 10,813, standart sapma = 13,446, standart hata 1,105 tir. t değeri 9,786 dir. P değeri (P<0,001) çok ileri derecede anlamlıdır.

Bugün Greulich-Pyle (11) ve Tanner-Whitehouse (30) metodları aynı oranda kullanılmalarına rağmen, aralarında önemli derecede fark olduğu bir gerçektir.

Achesen, Vicinus ve Fowler (2), beş ayrı ülkeden tecrübeli gözlemcilerin, 50 çocuğun bilek radiografilerini hem Greulich-Pyle hem de Tanner-Whitehouse metoduna göre değerlendirmelerini istemişlerdir. Bulgulara göre Greulich-Pyle metoduna göre saptanan kemik yaşları, Tanner-Whitehouse metoduna göre saptanan kemik yaşlarından 1 yıl kadar geridir. Kişisel değerlendirme hatası Tanner-Whitehouse metodunda diğerine oranla daha azdır. Fakat çeşitli gözlemciler arasındaki sistematik okuma hatası Greulich-Pyle atlası kullanıldığı zaman daha azdır.

Fry (8) Greulich-Pyle atlasındaki fotoğrafların herbirine Tanner-Whitehouse metodunu uygulayarak iki metodu karşılaştırmış, uyguladığı test sonucunda aradaki farkın anlamlı olduğunu saptamıştır. Greulich-Pyle atlasına göre standart 15 deki erkek çocuğun kemik yaşı 68 aydır. Buna karşın Tanner-Whitehouse metoduna göre kemik yaşı 102 aydır. Çocuğun kronolojik yaşı ise 72 aydır. Buradan anlaşıldığına göre, Tanner-Whitehouse çocuğu olduğundan daha yaşlı değerlendirirken, Greulich-Pyle olduğundan daha genç değerlendirmektedir. Araştırmacı bu durumun şaşırtıcı olmadığını, çünkü iki standardizasyon toplumu arasında en azından bir nesil ve bir kıta farkı olduğunu, ayrıca harp sonrası çocuklarının boy ve kilolarında görülen

genel ilerlemeden iskeletsel gelişimin de payını almış olduğunu söylemektedir. Fry'ın (8) bulduğu farklar, Achesen, Vicinus ve Fowler'ın (2) belirttikleri farklardan daha büyük olmalarına rağmen aynı doğrultudadır.

Armengaud (3) da kemik merkezlerinin belirlenmeleri sırasında bazı kronolojik değişimler olduğunu kabul etmekle beraber, her kemikleşme merkezine aynı değeri vererek hepsinden aynı derecede kesin sonuç elde edildiğini savunan Greulich-Pyle'i eleştirmekte ve kemik yaşını değerlendirmede bazı ayrıntıların gözönünde tutulması gerektiğini söylemektedir. Araştırmacıya göre radius ve ulna epifizlerinin incelenmesi, metakarp ve falankslarınkinden daha kesin sonuçlar verir. Ayrıca epifizlerin karakteristik belirtileri, karpal kemiklerden daha dikkat çekicidir. Karpal kemiklerin gelişimi ve kronolojik belirlenme sırası epifiz, metakarp ve falankslarınkinden daha kesin sonuçlar verir. Karpal kemiklerin gelişim ve kronolojik belirlenme sırası epifiz, metakarp ve falankslardan daha çok değişim gösterir.

Garn ve arkadaşları (9), kemikleşme merkezlerinin değişik değerleri olduğunu ve hepsinin gelişim bakımından aynı önemi taşımadığını savunmuşlardır.

Liliequist (19) de Greulich-Pyle metodunun doktrin yönünden doğru olsa bile, uygulamadaki doğruluk derecesinin kişisel gözlemlere göre değişkenlik gösterdiğini söylemiştir.

Helm ve arkadaşları (16) da Greulich-Pyle metodunda el ve bileğin bütün kemiklerinin göz önünde bulundurulması gerektiğini, hal-buki bazı merkezlerin belirli dönemlerde kemik olgunluğunu daha iyi gösterdiklerini, bunun da Tanner- Whitehouse metodunun içeriğine girdiğini söylemektedirler.

Falkner'e (7) göre, iskeletsel olgunluğun daha ayrıntılı ve dakik olarak değerlendirilmesi gereken durumlarda Tanner-Whitehouse metodu tercih edilmelidir.

Biz de vakalarımıza ait Tanner-Whitehouse kemik yaşı değerlerini, Greulich-Pyle kemik yaşı değerleri ile karşılaştırdığımızda aradaki farkın çok ileri derecede anlamlı olduğunu saptadık.

Kanımızca Tanner-Whitehouse metodu eldeki yirmi kemiğin herbirini tek tek yakından incelemeyi ve kemiklere perspektif bir derinlik vererek değerlendirmeyi öngördüğü için Greulich-Pyle metoduna göre çok daha üstündür.

## Ö Z E T

Kemik yaşının saptanmasında en yaygın olarak kullanılan Greulich-Pyle ve Tanner-Whitehouse metodları, 148 birey kemik olgunluğu yönünden her iki metoda göre değerlendirilerek karşılaştırılmış ve metodlar arasındaki farkın çok ileri derecede anlamlı olduğu saptanmıştır.

## S U M M A R Y

148 cases have been investigated from the viewpoint of skeletal maturation and have been evaluated by the Greulich-Pyle and the Tanner-Whitehouse methods to determine bone age. The difference between the two methods has been determined to be extremely significant.

## L İ T E R A T Ü R

- 1— **ACHESON, R.M., KEMP, F.H., and PARFITT, J.** : Height, weight and skeletal maturity in the first five years of life., *Lancet* 1:691-692, 1955 Ref: FALKNER, F. : Human Development, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 481, 1966.
- 2— **ACHESON, R.M., VICINUS, J.H. and FOWLER, G.B.** : Studies in the reliability of assessing skeletal maturity from x-ray. Part III: Greulich-Pyle atlas and Tanner-Whitehouse method contrasted., *Hum. Biol.* 38:204-218, 1966.
- 3— **ARMENGAUD, F.G.** : Examen radiologique de l'ossification de la main chez les enfants Espagnols, *Electromedica Siemens*, 4/5:188-191, 1973.
- 4— **CHAN, S.T., CHANG, K.S.F., and HSIU, F.K.** : Growth and skeletal maturation of Chinese children in Hong Kong, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 19:289-300, 1961. Ref: FALKNER, F. : Human Development, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 481, 1966.
- 5— **CHATEAU, M.** : Fef : MUGNIER: Embryologie et développement bucco-facial, Masson et cie-Julien Prelat Paris, 228, 1964.
- 6— **DEPLAGNE, H., VILLEMAY, J., TOURTET, L.** : Radiographi edu poignet et age esseux entre 5 et 11 ans, *Orthodont. Franç.*, 33:83-99, 1962
- 7— **FALKNER, F.** : Human development. W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 479, 1966.
- 8— **FRY, E.I.** : Health survey of children from Rarotonga, Cook Islands. Part III: Skeletal age and skeletal observations, *J. Trop. Podiat.*, 6:75-79, 1960. Ref: FALKNER, F. : Human Development, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 481, 1966.
- 9— **GARN, S.M., SILVERMAN, F.N. and ROHMANN, C.G.** : A rational approach to the assessment of skeletal maturation, *Ann. Radiol.*, 7:297-307, 1964.

- 10— **GREULICH, W.W.** : A comparison of the physical growth and development of American-born and native Japanese children, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 15:489-516, 1967.  
Ref: FALKNER, F. : Human Development, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 481, 1966.
- 11— **GREULICH, W.W. and PYLE, S.I.** : Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist, Stanford University Press, Stanford, California, 1970.
- 12— **GÜNAY, N.** : Ankara Üniversitesi Bülteni. Cilt, Sayı. 1 supplementl, 1973.
- 13— **HAAVIKKO, K.** : Skeletal age estimated on a few selected ossification centers of the hand wrist, *Proc. Finn. Dent. Soc.*, 70:7-14, 1974.
- 14— **HANSMAN, C.F., and MARESH, M.M.** : A longitudinal study of skeletal maturation, *Am. J. Dis. Child.*, 101:305-321, 1961.  
Ref: FALKNER, F. : Human Development, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 481, 1966.
- 15— **HELLMAN, M.** : Some biologic aspects, their implications and application in orthodontic practice, *Internat. J. Orthodont and Oral Surg.*, 23:761-785, 1937.  
Ref: SALZMANN, J.A. : Practice of Orthodontics, J.B. Lippincott Co. Philadelphia and Montreal, V.I: 57, 1966.
- 16— **HELM, S., SIERSBAEK-NIELSEN, S., SKIELLER, V., BJORK, A.** : Skeletal maturation of the hand in relation to maximum puberal growth in body height, *Tandlaegebladet*, 75:1223-34, 1971.
- 17— **KOPCZYNSKA, J.** : The developmental age and skeletal maturation. In physical education in school, A Seminar Held at Institute for research in Physical Culture, Warsaw, 101-117, 1962.  
Ref: FALKNER, F. : Human Development, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 481, 1966.
- 18— **KOSKI, K., HAATAJA, J. and LAPPALAINEN, M.** : Skeletal development of hand and wrist in Finnish children, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 19:379-82 1961  
Ref: FALKNER, F. : Human Development, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 481, 1966.
- 19— **LILIEQUIST, B., LUNDBERG, M.** : Skeletal and tooth development. A methodologic investigation, *Acta Radiol (Diagn) (Stook)*, 11: 97-112, 1971.
- 20— **LYSER** : Ref : SALZMANN, J.A. : Practice of Orthodontics, J.B. Lippincott Co. Philadelphia and Montreal, V.I. : 57, 1966.
- 21— **MASSE, G. and HUNT, E.E. JR.** : Skeletal maturation of the hand and wrist in west African children, *Hum. Biol.*, 35:3-25, 1963.  
Ref : FALKNER, F. : Human Development, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 481, 1966.
- 22— **NEYZİ, O., YALÇINDAĞ, A. and ALP, H.** : Skeletal maturation of the normal Turkish child in the preadolescent and adolescent years, In *Proc. XI. Reunion of International Children's Center, Davos 1970. I.C.C., Paris 1971.*



- 23— OHATA, R.Y. : The carpal index, J.A.D.A. 43:10-17, 1963.
- 24— ONAT, T. : Istanbul kızlarında ergenlik çağında büyüme, seksüel gelişme ve kemik olgunlaşması ve bunların birbirleriyle ilişkileri, Matematik Araştırma Enstitüsü Baskı Atölyesi. İstanbul, 40-45, 1975.
- 25— PERKÜN, F., KARLI, N. : Study of determination of skeletal age through wrist roentgenograms in Turkish population (Paper). Fiftieth Congress of the European Orthodontic Society, Beograd, July 2-6, 1974.
- 26— PYLE, S.I., STUART, H.C., CORNONI, J., and REED, R.B. Onsets, completions and spans of the osseous stage of development in representative bone growth centers of the extremities, Monog. Soc. Res., Child Develop., 26:3-126, 1961.  
Ref: FALKNER, F., : Human Development, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 481, 1966.
- 27— RANKE, J. : Über die ossifikation, München. Med. Wschr., 43:686, 1896 Ref: SALZMANN, J.A. : Practice of Orthodontics, J.B. Lippincott Co., Philadelphia and Montreal, V.I: 57, 1966.
- 28— SCHMID, F. und MOLL, H. : Die Handskeletossifikation als Indikator der Entwicklung. Ergebn. inn. Med. Kinderheilk, 1:176, 1949. Atlas der normalen und pathologischen Handkeletenwicklung, Springer, Berlin 1960.  
Ref: LILIEQUIST, B., LUNDBERG, M. : Skeletal and tooth development. A methodologic investigation, Acta Radiol (Diagn) (Stockh), 11:97-112, 1970.
- 29— SUTOW, W.W. : Skeletal maturation in healthy Japanese children, 6 to 19 years of age, comparison with skeletal maturation in American children, Hiroshima J. Med. Sciences, 2: 181-191, 1953.
- 30— TANNER, J.M., WHITEHOUSE, R.H. and HEALY, M.J.R. : A New system for estimating the maturity of the hand and wrist, with standards derived from 2600 healthy British children. Part II. The scoring system. (Centre International de L'Enfance, Paris, 1962.
- 31— TANNER, J.M. : Growth at adolescence. Second edition Blackwell Scientific Publications, Oxford 1964.  
Ref: Liliequist, B. LUNDBERG, M. : Skeletal and tooth development. A methodologic investigation. Acta Radiol (Diagn) (Stock), 11:97-112, 1971.
- 32— TODD, T.W. : Atlas of Skeletal Maturation (Hand), St. Louis, C.V. Mosby Co., 1937.  
Ref: Greulich, W.W. and Pyle, S.I. : Radiographic Atlas of skeletal Development of the Hand and Wrist., Stanford University Press., Stanford, California, 1970.