



## ARAŞTIRMA / RESEARCH

# Farklı İskeletsel Maloklüzyonlarda Greulich ve Pyle Atlasına Göre Kemik Yaşının Değerlendirmesi

## *Skeletal Age Assessment According to The Greulich and Pyle Atlas in Different Skeletal Malocclusions*

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı sagittal yönde iskeletsel maloklüzyona sahip olan ve olmayan hastaların kemik yaşını karşılaştırmak ve kızlar ve erkekler arasındaki farklılığı kıyaslamaktır. **Bireyler ve Yöntem:** Örneklem büyüklüğü kliniğimize başvurmuş 120 hastadan oluşmaktaydı (Ortalama yaş  $12,00 \pm 1,10$ ). Kemik yaşı her bir cinsiyet ve iskeletsel sınıf için Greulich ve Pyle standartları atlası kullanılarak konvansiyonel el bilek röntgeninden hesaplandı. Her iki cinsiyet için iskeletsel sınıflar arasındaki karşılaştırma tek yönlü ANOVA ile yapıldı. Gruplar arasındaki bireysel farklılıkları belirlemek amacıyla tukey post hoc testi kullanıldı. Her bir gruptaki bireylerin kemik yaşı ve kronolojik yaşı arasındaki ortalama farklar paired t-testi ile test edildi. **Bulgular:** Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III maloklüzyonlu kızlar için ortalama kemik yaşı ortalama kronolojik yaştan sırasıyla 0,43, 0,22, ve 0,61 yıl ileriydi ( $P=0,051$ ,  $P=0,228$ , ve  $P=0,003$ ). Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III maloklüzyonlu erkekler için kemik yaşı ve kronolojik yaşlar arasındaki ortalama farklar sırasıyla -0,14, -0,35, ve 0,24 yıl idi ( $P=0,502$ ,  $P=0,028$ , ve  $P=0,088$ ). Sınıf II ( $-0,35 \pm 0,65$ ) ve sınıf III ( $0,24 \pm 0,59$ ) maloklüzyonlu erkekler için ortalama fark istatistiksel olarak önemliydi. **Sonuç:** Bu bulgular farklı maloklüzyonlu hastaların maloklüzyona sahip olmayan hastalardan daha farklı iskeletsel maturasyon ritmine sahip olabileceğini önermektedir. (*Türk Ortodonti Dergisi* 2012;25:21-30)

**Anahtar Kelimeler:** İskeletsel yaş; Kemik yaşı; İskeletsel maloklüzyon; Greulich ve Pyle atlası.

**Gönderim Tarihi:** 15.11.2011  
**Kabul Tarihi:** 15.02.2012

### SUMMARY

**Aim:** To compare the skeletal age (SA) of the patients with and without different sagittal skeletal malocclusions of the jaws and to compare differences between males and females. **Subjects and Methods:** The sample comprised 120 patients (mean age  $12.00 \pm 1.10$ ) referred to our clinic. SA from the conventional roentgenograms of left hands and wrists by using the atlas of GP standards for each gender and skeletal class was estimated. The comparisons among the skeletal classes were done by means of the one way ANOVA test for both genders. Tukey post hoc test was used to determine the individual differences. The mean differences between the SA and chronological age (CA) of the subjects in each group were tested by means of paired t-test. **Results:** Mean SA for females with Class I, II, and III malocclusions were advanced 0.43, 0.22, and 0.61 years than mean CAs, respectively ( $P=0.051$ ,  $P=0.228$ , and  $P=0.003$ ). The mean difference between CA and SA for males with Class I, II, and III malocclusions were -0.14, -0.35, and 0.24 years, respectively ( $P=0.502$ ,  $P=0.028$ , and  $P=0.088$ ). The mean difference for males with Class II ( $-0.35 \pm 0.65$ ) and Class III ( $0.24 \pm 0.59$ ) malocclusions was statistically significant. **Conclusion:** These results suggest that patients with different skeletal malocclusions may have a different rhythm of skeletal maturation from that of children without malocclusions. (*Turkish J Orthod* 2012; 25:21-30)

**Key Words:** Skeletal age, bone age, skeletal malocclusion, Greulich and Pyle atlas.

**Date Submitted:** 15.11.2011  
**Date Accepted:** 15.02.2012



Yrd.Doç.Dr. Mevlüt  
ÇELİKOĞLU\*  
Dt. Doğan KILKIŞ\*  
Yrd.Doç.Dr. Mehmet  
BAYRAM\*  
Doç.Dr. Metin NUR\*

\*Karadeniz Teknik Üniv.  
Dişhek. Fak. Ortodonti A.D.  
Trabzon / Karadeniz Technical  
Univ. Faculty of Dentistry,  
Dept of Orthodontics,  
Trabzon, Turkey

**Yazışma Adresi/  
Corresponding Author:**  
Dr Mevlüt ÇELİKOĞLU  
Ortodonti Bölümü, Diş  
Hekimliği Fakültesi,  
Karadeniz Teknik Üniversitesi,  
61080, Trabzon, Turkey  
Tel: 0462 377 47 47  
Faks: 0462 325 30 17  
E-posta:  
mevlutcelikoglu@hotmail.com





## GİRİŞ

Diş hekimliğinde bir çocuğun iskeletsel maturasyon seviyesini bilmek önemlidir. İskeletsel maturasyon seviyesi özellikle ortodontik tedavide klinik tedavi tercihinin etkileyebilir. Fizyolojik maturasyonun bazı indikatörleri, özellikle puberta boyunca büyüme potansiyelini belirlemede kronolojik yaştan daha gerçekçi kaynak sağlar (1). Cinsiyet maturasyon karakterleri, kronolojik yaş, diş gelişimi, uzunluk, ağırlık ve iskeletsel gelişim büyümenin aşamalarını belirlemek için kullanılan yaygın maturasyon indeksleridir (2). İskeletsel gelişimin daha güvenilir bir metot olduğu gösterilmiştir (3,4). El-bilek radyograflarının değerlendirilmesinin iskeletsel gelişimi belirlemede en tatmin edici yol olduğu ispatlanmıştır (5,6). İskeletsel gelişimin değerlendirilmesi için Greulich ve Pyle (7), Eklöf and Ringertz (8), ve Tanner ve ark. (9) gibi birçok metot geliştirilmiştir. Maturasyonun değerlendirilmesi için birçok kemik merkezinin olması ve uygulamanın kolay olması gibi avantajları olduğu için iskeletsel gelişimi değerlendirmede en yaygın kullanılan metot Greulich ve Pyle atlasıdır (7). Birçok rapor (3,4,11-13) Greulich ve Pyle metodunun kendi popülasyonlarındaki uygulanabilirliğini araştırmış ve baskın etnik köken, iklim, çevre, sosyo ekonomik seviye, kentleşme ve irksal varyasyonlardan dolayı aynı ülke içinde coğrafik bölgeler veya şehirler arasında farklılıklar gösterdiğini tespit etmiştir (3,14). Bununla birlikte bu çalışmaların büyük bir kısmı farklı iskeletsel malokluzyonların kemik maturasyonuna etkisini dikkate almadan genel popülasyon üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle farklı iskeletsel malokluzyona sahip bireylerde bu metodun uygulanabilirliği hakkında çok az şey bilinmektedir.

Bu çalışmanın arka planı farklı sagittal yöndeki iskeletsel malokluzyonların kemik yaşını etkileyebileceğidir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı sagittal yöndeki farklı iskeletsel malokluzyonlu ve malokluzyonsuz hastaların kemik yaşı değerlendirmesini karşılaştırmak idi.

## BİREYLER ve YÖNTEM

Gruplar için örneklem büyüklüğü 0,05 lik önemlilik düzeyinde ve iskeletsel gruplar arasında klinik olarak anlamlı değişimin 0,50

## INTRODUCTION

In dentistry, knowing a child's physiological maturity level is very important. Maturity level can influence the clinical management, especially for orthodontic treatment. Some indicators of physiological maturity provide a more reliable basis than chronologic age (CA) for assessing the growth potential, especially during puberty (1). Sexual maturation characteristics, CA, dental development, height, weight, and skeletal development are common maturational indexes that have been used to identify stages of growth (2). It was shown that the skeletal development was the most reliable method (3,4).

Assessment of a hand-wrist radiograph has proven to be the most satisfactory way to determine skeletal development (5,6). For the evaluation of skeletal development, many methods have been developed such as those of Greulich and Pyle (7), Eklöf and Ringertz (8), and Tanner et al (9) The method most widely used for skeletal development determination is the reference atlas Greulich and Pyle (GP), since it has the advantages of simplicity and availability of multiple ossification centers for the evaluation of maturity (7,10).

Several reports (3,4,11-13) investigated the applicability of the GP method in their populations and demonstrated differences between geographical areas or cities within the same country because of predominant ethnic origin, climate, nutrition, socioeconomic level, and urbanization, as well as racial variations (3,14). However, most of those studies have been performed exclusively in the general population, not considering the effects of different skeletal malocclusions on skeletal maturity. Thus, little is known about the applicability of this method in subjects with different skeletal malocclusions of the jaws.

The background of the present study was that different sagittal skeletal malocclusions of the jaws might affect the skeletal age (SA). The aim of this report was, therefore, to compare the SA assessment of the patients with and without different sagittal skeletal malocclusions of the jaws.



$\pm 0,55$  yıl olarak belirlendiği % 80'lik güçte hesaplandı. Power analizi her bir gruptan ve cinsiyetten 20 hastanın gerekli olduğunu tespit etti. Bu yüzden, retrospektif çalışmamızın örneklem büyüklüğü ortodonti kliniğimize başvurmuş 120 rastgele seçilmiş hastadan (ortalama yaşları  $12,00 \pm 1,10$  yıl, 9,2 ile 15,7 yıl arasında değişiklik göstermekteydi) oluşmaktaydı. Hastalar aşağıdaki kriterlere göre seçildi: Türk ebeveynlere sahip Türk birey olması, daha önceden ortodontik tedavi görmemiş olması, travma ve ya yaralanma hikayesinin olmaması, kronik ve ya şiddetli hastalık hikayesine sahip olmayan fiziksel ve mental olarak sağlıklı hastalar olması, benzer sosyoekonomik düzeye sahip aynı coğrafik alanda yaşayan hastalar olması ve sefalometrik değerlere göre farklı sagittal iskeletsel maloklüzyona ve normal vertikal ilişkiye (SN-MP açısı,  $32,0 \pm 5,0^\circ$ ) sahip hastalar olması. Fonksiyonel sınıf II ve sınıf III maloklüzyona sahip hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Tüm hastaların lateral sefalogramları ve sol el-bileklerinin konvansiyonel röntgenleri mevcuttu. Etik kurul raporu bu retrospektif çalışma için gerekli değildi.

Lateral sefalogramlar çizildi ve maksilla ve mandibulanın antero-posterior iskeletsel ilişkisi ANB açı değerleri kullanılarak iskeletsel Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III olarak sınıflandırıldı (Sınıf I:  $0^\circ < ANB < 4^\circ$  arasında; Sınıf II:  $ANB > 4^\circ$ ; Sınıf III:  $ANB < 0^\circ$ ). İskeletsel Sınıf II hastalar maksiller protrüzyon ve/veya mandibular retrüzyon (40 hasta, ortalama yaş  $12,01 \pm 0,86$  yıl) ve Sınıf III hastalar mandibular prognatizm ve/veya maksiller retrüzyon (40 hasta, ortalama yaş  $11,75 \pm 1,39$  yıl) ile karakterizeydi. Sınıf I gruptaki hastalar herhangi bir sagittal iskeletsel maloklüzyon ile karakterize değildi (minör çapraşıklık veya diastema) (40 hasta, ortalama yaş  $12,25 \pm 0,95$  yıl).

Sol el-bileğin konvansiyonel röntgenleri GP atlası kullanılarak karşılaştırıldı ve çocuğun kronolojik yaşı ve iskeletsel maloklüzyonu hakkında herhangi bir bilgiye sahip olmayan bir uzman tarafından (MC) en yakın resimdeki yaş kemik yaşı olarak kabul edildi. Eğer filmdeki iskeletsel yaş iki resmin yaşları arasında, ancak her bir resimle uyumlu değil ise iki resmin ortalama yaşları

## SUBJECTS and METHODS

The sample size for the groups was calculated based on a significance level of 0.05 and a power of 80 per cent to detect a clinically meaningful difference of  $0.50 \pm 0.55$  years among the skeletal groups. The power analysis showed that 20 patients in each group and gender were required. And thus the sample of this retrospective study comprised 120 randomly selected patients (mean age  $12.00 \pm 1.10$ , ranged from 9.2 to 15.7 years) referred to our orthodontic clinic. Subjects were selected according to the following criteria: Turkish with Turkish grandparents, no previous orthodontic treatment and history of trauma or injury, physically and mentally healthy subjects with no past history of chronic or severe illnesses, subjects living in the same geographic area with the same social-economic status and subjects with different sagittal skeletal malocclusions and with normal vertical relationship (15) (SN-MP angle,  $32^\circ \pm 5^\circ$ ) based on cephalometric values. The subjects with functional Class II and III malocclusions were not included to the study. For all patients, the lateral cephalograms and the conventional roentgenograms of left hands and wrists were available. Approval from the ethics committee was not required for this retrospective study.

The lateral cephalograms were traced, and the anterior-posterior skeletal relationship of the maxilla and mandible was classified as skeletal Class I, II, and III using the value for the ANB angle (Class I: ANB angle between  $0^\circ$  and  $4^\circ$ ; Class II:  $ANB > 4^\circ$ ; Class III:  $ANB < 0^\circ$ ). Skeletal Class II subjects were characterized with maxillary protrusion and/or mandibular retrusion (40 patients, mean age  $12.01 \pm 0.86$  years), and Class III subjects with mandibular prognathism and/or maxillary retrusion (40 patients, mean age  $11.75 \pm 1.39$  years). The subjects in the Class I group were not characterized with any of the sagittal skeletal malocclusions (with minor crowding or spacing) (40 patients, mean age  $12.25 \pm 0.95$  years).

The conventional roentgenograms of left hands and wrists were compared by using the





kabul edildi. Kronolojik yaş her ikisi de ondalık yaşa çevrildikten sonra radyograf çekildiği tarihten doğum tarihi çıkarılarak hesaplandı. Tüm değerlendirmeler görüntünün kontrastını arttırmak amacıyla negatoskop ile karanlık odada gerçekleştirildi. Gözlemcinin önyargılı davranmasından kaçınmak için sol el-bileğin konvansiyonel filmleri numara ile kodlandı ve böylece gözlemci çocuğun cinsiyeti ve iskeletsel malokluzyonuna karşı körlendi.

### **İstatistiksel Analiz**

Verilerin normal dağılıma uygunluğunu test etmek amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi uygulandı. Normal dağılıma uygunluğu tespit edildikten sonra analiz için parametrik testler kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler hem erkekler hem de kızlar için kemik yaşı ve kronolojik yaşın ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak elde edildi. İskeletsel sınıfları aralarında karşılaştırmak amacıyla her iki cinsiyet için tek yönlü ANOVA testi uygulandı. ANOVA test sonuçları anlamlı olduğunda, bireysel farklılıkları belirlemek amacıyla Tukey post hoc testi kullanıldı. Her bir iskeletsel grupta hastaların kemik yaşı ve kronolojik yaş arasındaki ortalama farklılıklar paired t-testi aracılığıyla test edildi. Ek olarak, Student t-testi cinsiyetler arasındaki ortalama farklılıkları karşılaştırmak için kullanıldı. Tüm istatistiksel analizler SPSS paket programı kullanılarak yapıldı (SPSS for Windows 98, version 10.0, SPSS Inc, Chicago, Ill). P değeri <0,05 olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Noktaların belirlenmesi ve ölçümler ile ilişkili hataları belirlemek için 20 radyografi rastgele seçildi. Noktaların tespiti, çizim ve ölçüm gibi tüm işlemler aynı uzman tarafından (MC) 6 hafta sonra tekrarlandı. Gözlemci içi korelasyon katsayıları ölçümlerin güvenilirliğini değerlendirmek için Houston tarafından tarif edildiği gibi yapıldı (16). Ayrıca, aynı uzman 20 erkek ve 20 kızdan rastgele seçilmiş el bilek filmlerini ilk değerlendirmeden 6 hafta sonradan değerlendirdi. İntra-observer güvenirliliğin test edilmesi paired t-testi ile yapıldı.

### **BULGULAR**

Ölçümlerin güvenilirlik katsayısı (ANB açısı) tüm parametreler için 0,90 nın

atlas of GP and the age of the closest picture was taken as SA of the film by one operator (MC) separately without any knowledge about the children's CAs and skeletal malocclusion. If the SA of the film was between the ages of two pictures, but not appropriate to each picture, the average ages of two pictures were accepted. CA was calculated by subtracting the date of the radiograph from the date of birth after having converted both to a decimal age. All assessments were performed in a darkened room with a radiographic illuminator to ensure contrast enhancement of the images. To avoid observer bias, each conventional roentgenogram of left hands and wrists was coded with a number and thus the observer was blinded for the gender and skeletal malocclusion of the child.

### **Statistical Analyses**

Kolmogorov-Smirnov test was performed to test the normality of the data. Parametric tests were used for the analyses since it showed normal distribution. Descriptive statistics were obtained for both males and females by calculating the means and standard deviations of the SA and CA. The comparisons among the skeletal classes were done by means of the one-way ANOVA test for both genders. When ANOVA test results were significant, Tukey post hoc test was used to determine the individual differences. The mean differences between the SA and CA of the subjects in each skeletal group were tested by means of paired t-test. In addition, Student t-test was used to compare the mean differences between the genders. All statistical analyses were performed using the SPSS software package program (SPSS for Windows 98, version 10.0, SPSS Inc, Chicago, Ill). A p value of <0.05 was considered statistically significant.

To determine the errors associated with digitizing and measurements, 20 radiographs were selected randomly. All procedures such as landmark identification, tracing, and measurement were repeated 6 weeks later by the same operator (MC). Intra-class correlation coefficients were performed to assess the reliability of the measurements as



üzerindeydi. Ayrıca paired t-testinin sonuçları kemik yaşının gözlemci içi güvenilirliğinin tekrarlanabilirliğinin iki okuma arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığını göstererek iyi olduğunu ortaya çıkarmaktadır ( $p > 0,05$ ).

Hem erkekler hem kızlar için iskeletsel maloklüzyonlara göre hastaların ortalama kronolojik yaş ve kemik yaşları Tablo 1'de verilmiştir. Farklı iskeletsel maloklüzyon paternine sahip hastaların ortalama kronolojik yaşlarının karşılaştırması her iki cinsiyet için de üç iskeletsel sınıf arasında kronolojik yaşın dağılımında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığını göstermekteydi ( $p > 0,05$ ). Kızlar ve erkekler için ortalama kronolojik yaş ve kemik yaşı arasındaki farklılıklar sırasıyla  $0,42 \pm 0,84$  ve  $-0,08 \pm 0,76$  yıl idi. Kızlar için toplam farklılık istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p = 0,000$ ). Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III maloklüzyona sahip kızlarda ortalama kemik yaşı ortalama kronolojik yaştan sırasıyla  $0,43$ ,  $0,22$  ve  $0,61$  yıl daha ileri idi ( $P = 0,051$ ,  $P = 0,228$  ve  $P = 0,003$ ). Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III maloklüzyona sahip erkeklerde kronolojik yaş ve kemik yaşı arasındaki ortalama farklılıklar sırasıyla  $-0,14$ ,  $-0,35$  ve  $0,24$  yıl idi ( $P = 0,502$ ,  $P = 0,028$  ve  $P = 0,088$ ). Cinsiyeti ve iskeletsel sınıfı ne olursa olsun tüm

described by Houston (16). Besides, the same operator reevaluated randomly selected hand-wrist from 20 males and 20 females 6 weeks after the first examination. Statistical analyses in order to test the reproducibility of the intra-reliability were performed by means of paired t-test for evaluating the null hypothesis that the mean difference score was equal to zero.

## RESULTS

The coefficients of reliability of the measurements (ANB angle) were above 0.90 for all parameters. Additionally, the results of the paired t-test showed that the reproducibility of the intra-reliability of the SA was good showing no statistically significant differences between the two readings ( $p > 0.05$ ).

Mean CA and SA of the patients according to skeletal malocclusions for both males and females are given in Table I. Comparison of the mean CA in patients with different skeletal malocclusion patterns showed that there were no statistically significant differences in the distribution of the CA among three skeletal classes for both genders ( $p > 0.05$ ). The differences between the mean CA and SA for females and males

| Cinsiyet / Gender | Grup / Group | N   | Kronolojik Yaş / Chronological Age | Kemik Yaşı / Skeletal Age | Ortalama Fark / Mean Difference | P1    | P2    |
|-------------------|--------------|-----|------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------|-------|
| Kızlar / Females  | Class I      | 20  | 11.97± 1.21                        | 12.39±1.69                | 0.43± 0.91                      | 0.051 | 0.581 |
|                   | Class II     | 20  | 11.64± 0.74                        | 11.86±1.19                | 0.22± 0.79                      | 0.228 |       |
|                   | Class III    | 20  | 11.66±1.27                         | 12.27±1.55                | 0.61± 0.82                      | 0.003 |       |
|                   | Total        | 60  | 11.76±1.09                         | 12.17± 1.49               | 0.42± 0.84                      | 0.000 |       |
| Erkekler / Males  | Class I      | 20  | 12.54±0.46                         | 12.39± 1.03               | -0.14± 0.91                     | 0.502 | 0.089 |
|                   | Class II     | 20  | 12.37±0.84                         | 12.03± 0.73               | -0.35± 0.65                     | 0.028 |       |
|                   | Class III    | 20  | 11.83±1.52                         | 12.07± 1.25               | 0.24± 0.59                      | 0.088 |       |
|                   | Total        | 60  | 12.25±1.06                         | 12.16± 1.02               | -0.08±0.76                      | 0.409 |       |
| Toplam / Total    |              | 120 | 12.00± 1.10                        | 12.17± 1.27               | 0.17± 0.84                      | 0.030 |       |

**Tablo I.** Kızlar ve erkeklerde iskeletsel sınıflar arasındaki farklılıklar gösteren tanımlayıcı veri ve istatistiksel analizler.

**Table I.** Descriptive data and statistical analyses showing the differences among skeletal classes for females and males.

P1: Results of the paired-t test comparing the difference between chronological and skeletal ages.

P2: Results of the one-way ANOVA test comparing the chronological age among the skeletal groups for males and females.

P1: Kronolojik ve iskelet yaşları arasındaki farkların karşılaştırıldığı paired- t testi sonuçları

P2: Erkekler ve kızlar için iskeletsel gruplar arasındaki kronolojik yaşların karşılaştırıldığı tek yönlü ANOVA testinin sonuçları





hastaların kemik yaşı  $0,17 \pm 0,84$  yıl artmış idi ( $p=0,030$ ).

Tablo II farklı iskeletsel malokluzyon paternine sahip hastaların ortalama farklılıklarının karşılaştırmasını göstermektedir. İstatistiksel testlerin sonuçları Sınıf II ( $-0,35 \pm 0,65$  yıl) ve Sınıf III ( $0,24 \pm 0,59$  yıl) malokluzyona sahip erkeklerde ortalama farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir. Ancak kızlar için anlamlı farklılık yoktu.

Tablo III her bir iskeletsel malokluzyonda cinsiyetler arasındaki kronolojik yaş ve ortalama farklılıkların karşılaştırmasını göstermektedir. Sınıf I ve Sınıf III malokluzyonlar için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmemiş olmasına rağmen (sırasıyla  $p=0,058$  ve  $p=0,111$ ), Sınıf II malokluzyona sahip kızlarda kemik yaşı  $0,22 \pm 0,79$  yıl daha ileriydi ve erkeklerde  $0,35 \pm 0,65$  yıl daha gecikmişti. Cinsiyetler arasındaki bu farklılık Sınıf II malokluzyonda istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p=0,018$ ). İskeletsel malokluzyon ne olursa olsun erkekler için kemik yaşı  $0,08 \pm 0,76$  yıl gecikmiş iken kızlarda  $0,42 \pm 0,84$  yıl daha ileriydi ( $p=0,001$ ). Buna ek olarak, Sınıf II malokluzyona sahip hastalarda cinsiyetler arasında kronolojik yaşlar için istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p=0,006$ ). İskeletsel malokluzyona bakılmaksızın, kızlar ve erkeklerde kronolojik yaş sırasıyla  $11,76 \pm 1,00$  yıl ve  $12,25 \pm 1,06$  yıl idi ( $p=0,001$ ). Şekil 1 ve 2 sırasıyla farklı iskeletsel malokluzyona sahip kızlar ve erkekler için kemik yaşına karşı kronolojik yaşın saçılım grafiğini göstermektedir.

were  $0.42 \pm 0.84$  and  $-0.08 \pm 0.76$  years, respectively. The total difference for females was statistically significant ( $p=0.000$ ). Mean SA for females with Class I, II, and III malocclusions were advanced 0.43, 0.22, and 0.61 years than mean CAs, respectively ( $P=0.051$ ,  $P=0.228$ , and  $P=0.003$ ). The mean difference between CA and SA for males with Class I, II, and III malocclusions were  $-0.14$ ,  $-0.35$ , and  $0.24$  years, respectively ( $P=0.502$ ,  $P=0.028$ , and  $P=0.088$ ). Regardless of the genders and skeletal classes, the SA of the total sample was advanced for  $0.17 \pm 0.84$  years ( $p=0.030$ ).

Table II shows the comparison of the mean differences in patients with different skeletal malocclusion patterns. Results of the statistical tests showed that the mean differences for males with Class II ( $-0.35 \pm 0.65$ ) and Class III ( $0.24 \pm 0.59$ ) malocclusions was statistically significant. However, there was no significant difference for females.

Table III shows the comparison of the CA and mean differences between genders in each skeletal malocclusion. Although no statistically significant differences for Class I and Class III malocclusions were found ( $p=0.058$  and  $p=0.111$ , respectively), SA of the females with Class II malocclusion was advanced for  $0.22 \pm 0.79$  years and males were delayed for  $0.35 \pm 0.65$  years. This difference between genders with Class II malocclusion was statistically significant ( $p=0.018$ ). Regardless of the skeletal malocclusions, the SA of females was

**Tablo II.** Farklı iskeletsel malokluzyon paternine sahip hastaların ortalama farklılıklarının istatistiksel olarak karşılaştırılması.

**Table II.** Statistical comparison of the mean differences in patients with different skeletal malocclusion patterns.

| Cinsiyet/<br>Gender | Classes   | N  | Mean<br>Difference | Std.<br>Deviation | P     | Group<br>I and II | Group<br>I and III | Group<br>II and III |
|---------------------|-----------|----|--------------------|-------------------|-------|-------------------|--------------------|---------------------|
| Kızlar /<br>Females | Class I   | 20 | 0.43               | 0.91              | 0.349 | 0.444             | 0.489              | 0.148               |
|                     | Class II  | 20 | 0.22               | 0.79              |       |                   |                    |                     |
|                     | Class III | 20 | 0.61               | 0.82              |       |                   |                    |                     |
| Erkekler /<br>Males | Class I   | 20 | -0.14              | 0.91              | 0.044 | 0.38              | 0.107              | 0.014               |
|                     | Class II  | 20 | -0.35              | 0.65              |       |                   |                    |                     |
|                     | Class III | 20 | 0.24               | 0.59              |       |                   |                    |                     |



|           | Cinsiyet/<br>Gender | N  | Kronolojik Yaş/<br>Chronological Age | P     | Ortalama<br>Fark / Mean<br>Difference | P     |
|-----------|---------------------|----|--------------------------------------|-------|---------------------------------------|-------|
| Class I   | Males               | 20 | 12.54±0.46                           | 0.057 | -0.14±0.91                            | 0.058 |
|           | Females             | 20 | 11.97± 1.21                          |       | 0.43±0.91                             |       |
| Class II  | Males               | 20 | 12.37±0.84                           | 0.006 | -0.35±0.65                            | 0.018 |
|           | Females             | 20 | 11.64± 0.74                          |       | 0.22±0.79                             |       |
| Class III | Males               | 20 | 11.83±1.52                           | 0.703 | 0.24±0.59                             | 0.111 |
|           | Females             | 20 | 11.66±1.27                           |       | 0.61±0.82                             |       |
| Total     | Males               | 60 | 12.25±1.06                           | 0.014 | -0.08±0.76                            | 0.001 |
|           | Females             | 60 | 11.76±1.00                           |       | 0.42±0.84                             |       |

**Tablo III.** Cinsiyetler arasındaki farkları gösteren tanımlayıcı veri ve istatistiksel analizler.

**Table III.** Descriptive data and statistical analyses showing the differences between genders.

### TARTIŞMA

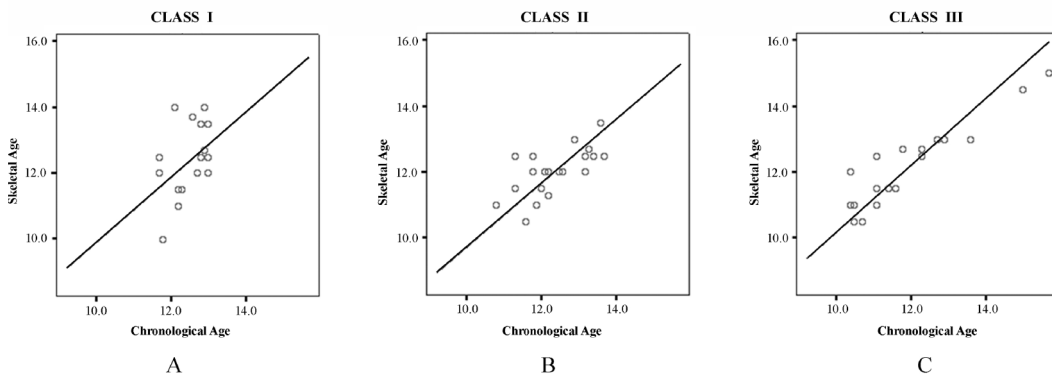
Servikal ve high-pull headgear ve yüz maskelerine ek olarak aktivatör, jasper jumper, herbst, fränkel, bionatör ve twin blok gibi ortodontik apareylerin yalnızca büyüme kapasitesine sahip hastalarda beklenen etkiyi gösterecek olmasından dolayı çocukların gelişim düzeylerinin belirlenmesi çok önemlidir. Buna ek olarak iskeletsel gelişimin analizi aynı zamanda yapısal büyüme geriliği ve büyüme hormonu yetersizliği gibi büyüme rahatsızlıklarına ve hipotirodizm, konjenital adrenal hiperplazi ve vaktinden önce gelişen puberta gibi endokrinolojik hastalıklara sahip çocukların takibinde ve tedavi zamanlamasının değerlendirilmesinde önemli bir metottur (17,18).

El-bilek radyografları, kronolojik yaşın pubertal atılım zamanının tahmininde güvenilir olduğu tespit edildiğinden beri, çocukların kemik yaşı düzeylerinin belirlenmesinde klasik olarak kullanılmaktadır (12). El-bilek kemik analizinin güvenilirliği birçok çalışma tarafından doğrulanmıştır (7, 12,19-21). Greulich ve Pyle (7) radyografların yardımı ile

advanced for 0.42±0.84 years, while it was delayed for 0.08±0.76 years for males (p=0.001). In addition, statistically significant differences for CA were found between genders in patients with Class II malocclusions (p=0.006). Regardless of the skeletal malocclusions, the CA of females and males were 11.76±1.00 and 12.25±1.06 years, respectively (p=0.001). Figures 1 and 2 show the scatter plots of SA versus CA for females and males with different skeletal malocclusions, respectively.

### DISCUSSION

Since orthodontic appliances, ie, activator, jasper jumper, herbst, fränkel, bionator, and twin block, as well as cervical and high-pull headgears and protraction facemasks, will have the desired affect only in patients with growth capability, determining the level of a child's maturation is very important. In addition, the assessment of skeletal maturity is also an important method in the evaluation, follow up and the timing of therapy of children with growth disorders



**Şekil 1.** Farklı iskeletsel maloklüzyona sahip kızlarda kemik yaşına karşı kronolojik yaşın saçılım grafiği (A: Class I, B: Class II, C: Class III).

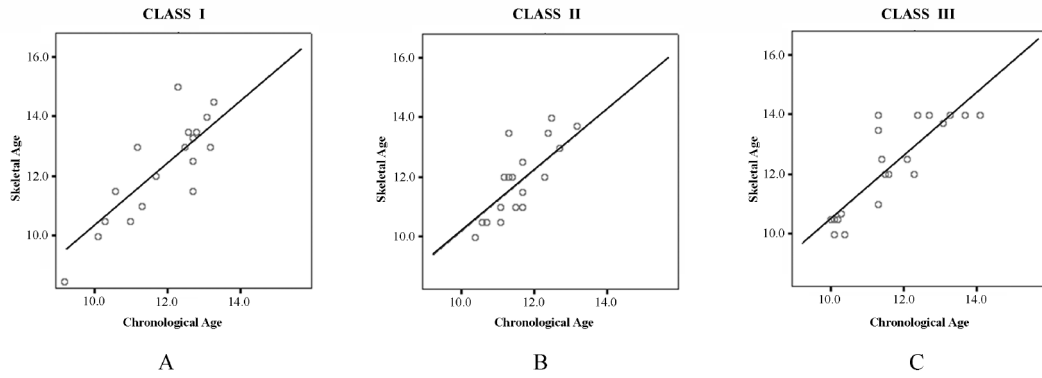
**Figure 1.** The scatter plot of skeletal age versus chronological age for females with different skeletal malocclusions (A: Class I, B: Class II, C: Class III).





**Şekil 2.** Farklı iskeletsel malokluzyona sahip erkeklerde kemik yaşına karşı kronolojik yaşın saçılım grafiği (A: Class I, B: Class II, C: Class III).

**Figure 2.** The scatter plot of skeletal age versus chronological age for males with different skeletal malocclusions (A: Class I, B: Class II, C: Class III).



el ve bilek kemiklerinin kemikleşme düzenlerini kesin bir şekilde bildirmiştir ve halen kemik yaşının saptanması için el kemikleşmesinin analizinde en geçerli yayın olarak kabul edilmektedir. Bir çok araştırmacı (1,10,22) GP metodunun kendi popülasyonlarındaki uygulanabilirliğini araştırmış ve her bir hastanın gelişiminin genetik, ırk, beslenme, iklim, hormonal ve çevresel faktörlerden etkilenebileceğini göstermiş olmalarına rağmen İngilizce literatürde kemik yaşının tayini üzerine farklı iskeletsel malokluzyonların etkileri hakkında herhangi bir yayınlanmış yayın bulunamamıştır. Bu açıdan bu çalışma ilk olacaktır.

Van Rijn ve ark. (13) 5 ila 19 yıl arasındaki yaş gruplarında GP metodunun kullanılabilirliğini değerlendirmişler ve Alman beyaz ırkının çocuklarında ve gençlerinde kızlarda 1,7 aylık gecikme ve erkekler için 3,3 aylık bir gecikme ile kemik yaşı ve kronolojik yaş arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bunun sonucu olarak GP atlas metodunun Alman çocukları ve gençlerinde geçerli olduğunu ileri sürmüşlerdir. Koç ve ark. (3) tarafından yayınlanan çalışmanın sonuçları Türk çocuklarının pubertal gelişim süresince GP standartlarının köken aldığı Amerikan çocuklarından farklı bir iskeletsel gelişim ritmine sahip olabileceğini ortaya koymuştur. GP atlasının Türk çocuklarında tümüyle geçerli olmadığını ancak bazı modifikasyonlar ile kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Shaikh ve ark. tarafından yayınlanan Pakistandaki çalışma 8 ila 15 yaşlarındaki erkeklerin ve 8 ila 13 yaşlarındaki kızların ortalama kemik yaşları sırasıyla GP standartlarından 1 yıl ve 0,5 yıl

such as constitutional growth retardation and growth hormone deficiency, and endocrinological diseases such as hypothyroidism, congenital adrenal hyperplasia and precocious puberty (17,18). The hand-wrist radiograph has been used classically to determine the level of a child's SA assessment since CA is unreliable in the prediction of the pubertal spurt (12). The validity of the hand-wrist bone analysis has been confirmed by numerous studies (7,12,19-21). Greulich and Pyle (7), with the aid of radiographs, reported a precise sequence of hand and wrist bone ossification and it has so far remained the most authoritative publication for the analysis of hand ossification for establishing SA. Although many authors (1,10,22) investigated the applicability of the GP method in their populations and showed that each patient's development could be affected by genetics, race, nutrition, climate, hormonal and environmental factors, we could not find any report published about the effects of the different skeletal malocclusions on SA assessment in scientific literature written in English. In this respect, this will be the first study.

Van Rijn et al (13) examined the use of the GP atlas method in age groups of 5 to 19 year olds, and they reported a significant correlation between SA and CA, 1.7 months delayed in females and 3.3 months delayed for males in Dutch Caucasian children and adolescents. Thus, they suggested that the GP atlas method was applicable in Dutch children and adolescence. The results of the study published by Koc et al (3) suggested





geri olduğunu bildirmiştir. Ancak biz kızlarda iskeletsel olarak  $0,42 \pm 0,84$  yıl ileri ( $p < 0,001$ ) ve erkeklerde iskeletsel olarak  $0,08 \pm 0,76$  yıl gecikmiş ( $p > 0,05$ ) olarak bulduk. Bizim bulgularımız ve diğer çalışmaların bulguları arasındaki farklılıklar ırk, genetik ve çevresel faktörler ve onların etkileri yoluyla açıklanabilir. Ancak, bizim bulgularımız ve diğer klinisyenlerin bulguları arasında değersel bir karşılaştırma yapmak zordur.

Bu çalışma Sınıf III maloklüzyona sahip kızlar ( $0,61 \pm 0,82$  yıl) ve Sınıf II maloklüzyona sahip erkekler ( $-0,35 \pm 0,65$  yıl) için kemik yaşı ve kronolojik yaş arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak iskeletsel sınıflar arasındaki ortalama farklılıkların karşılaştırması erkek hastalardaki kemik yaşının Sınıf II grubu için  $-0,35 \pm 0,65$  yıl ileriye Sınıf III grubu için  $0,24 \pm 0,59$  yıl gecikmiş olduğunu göstermekteydi. Bu farklılık Student t-testi uygulandığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Bu çalışmada sonuçları etkileyebilecek faktörleri ortadan kaldırmak ve kemik yaşının analizi üzerine farklı iskeletsel maloklüzyonların etkilerini görebilmek için aynı etnik kökene sahip, benzer sosyoekonomik düzeye ve iklim koşullarına sahip aynı coğrafik alanda yaşayan hastalar arasından veriler rastgele olarak seçildi. Diğer taraftan bu çalışma bazı limitasyonlara sahipti. Ortalama olarak kızlar ve erkekler arasında 6 aylık ortalama kronolojik yaş farkı vardı. Bunun yanında örneklemin 9,2 yıldan 15,7 yıla kadar olan geniş yaş aralığı hata oluşturabilir. Limitasyonlarına rağmen bu çalışma pilot çalışma olarak yorumlanabilir ve gelecekteki çalışmalar için temel olarak kullanılabilir.

### SONUÇ

Bu çalışma farklı iskeletsel maloklüzyona sahip hastaların iskeletsel maloklüzyona sahip olmayan çocuklardan farklı bir iskeletsel maturasyon ritmine sahip olabileceğini doğrulamaktadır. Bizim bulgularımıza göre Sınıf III iskeletsel maloklüzyona sahip çocukların tedavi zamanları diğer anomalilerden daha erken yaşta başlayabilir.

that Turkish boys may have a different tempo of skeletal maturation during pubertal development from that of American children which GP standards were derived. They stated that the GP atlas was not completely applicable to Turkish boys but can be used with some modification. In the Pakistani study by Shaikh et al (23), the mean SA of males from 8 to 15 years and females from 8 to 13 years were 1 year and 0.5 years retarded than the GP standards, respectively. However, we found that the females were skeletally  $0.42 \pm 0.84$  years advanced ( $p < 0.001$ ) and males were skeletally  $0.08 \pm 0.76$  years delayed ( $p > 0.05$ ). These differences between our findings and the other reports' findings might be explained by racial, genetic and environmental factors and their effects. However, it is difficult to make a valuable comparison between our findings and findings of other clinicians.

This study demonstrated significant differences between SA and CA for females with Class III malocclusion ( $0.61 \pm 0.82$  years) and males with Class II malocclusion ( $-0.35 \pm 0.65$  years). In addition, the comparison of the mean differences among the skeletal classes indicated that SA of the male patients was delayed  $0.24 \pm 0.59$  years for Class III group while it was advanced  $-0.35 \pm 0.65$  years for Class II group. This difference was found to be statistically significant when student t test was performed. In this study, we randomly selected the data of the patients with the same ethnicity, living in the same geographic area with the same social-economic status and climate to eliminate those factors that might affect the results and to see the effects of different skeletal malocclusions on SA assessment. On the other hand, this study has some limitations. On the average, there is a 6 month mean CA difference between the males and females. Furthermore, the wide age range of the study sample from 9.2 to 15.7 years could introduce error. Despite the limitations, this study could be interpreted as a pilot study and used as a springboard for future studies.





## CONCLUSION

This study confirmed that the patients with different skeletal malocclusions may have a different rhythm of skeletal maturation from that of children without skeletal malocclusions. According to our findings, treatment time of the children with Class III skeletal malocclusion may be started in earlier ages than the other anomalies.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Haiter-Neto F, Kurita LM, Menezes AV, Casanova MS. Skeletal age assessment: a comparison of 3 methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:435 e415-20.
2. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107:58-66.
3. Koc A, Karaoglanoglu M, Erdogan M, Kosecik M, Cesur Y. Assessment of bone ages: is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatr Int* 2001;43:662-65.
4. Loder RT, Estle DT, Morrison K, Eggleston D, Fish DN, Greenfield ML et al. Applicability of the Greulich and Pyle skeletal age standards to black and white children of today. *Am J Dis Child* 1993;147:1329-33.
5. Bowden BD. Epiphysial changes in the hand/wrist area as indicators of adolescent stage. *Aust Orthod J* 1976;4:87-104.
6. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod* 1982;52:88-112.
7. Greulich WW, Pyle SI. Radiograph atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2nd ed. Stanford: Stanford University Press 1959.
8. Eklöf O, Ringertz HA. A method for assessment of skeletal maturity. *Ann Radiol* 1967;10:330-36.
9. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein NH. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height 3rd ed. London: W. B. Saunders 2001:p. 110.
10. Kinik E, Karaman O, Buyukgebiz A. Determination of various parameters of sexual maturity in adolescent boys in Ankara. *Turk J Pediatr* 1987;29:217-26.
11. Buken B, Safak AA, Yazici B, Buken E, Mayda AS. Is the assessment of bone age by the Greulich-Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish children? *Forensic Sci Int* 2007;173:146-53.
12. Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:622-28.
13. van Rijn RR, Lequin MH, Robben SG, Hop WC, van Kuijk C. Is the Greulich and Pyle atlas still valid for Dutch Caucasian children today? *Pediatr Radiol* 2001;31:748-52.
14. Mappes MS, Harris EF, Behrens RG. An example of regional variation in the tempos of tooth mineralization and hand-wrist ossification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:145-51.
15. Basciftci FA, Uysal T, Buyukerkmen A. Determination of Holdaway soft tissue norms in Anatolian Turkish adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:395-400.
16. Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod* 1983;83:382-90.
17. Heyerdahl S, Kase BF, Stake G. Skeletal maturation during thyroxin treatment in children with congenital hypothyroidism. *Acta Pediatr Int* 1994;83:618-22.
18. Satoh M, Tanaka T, Hibi I. Analysis of bone age maturation and growth velocity in isolated growth hormone deficient boys with and without gonadal suppression treatment and in GH deficient boys with associated gonadotropin deficiency. *J Pediatr Endocrinol Metab* 1997;10:615-22.
19. Bergersen EO. The male adolescent facial growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation. *Angle Orthod* 1972;42:319-38.
20. Bjork A, Helm S. Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod* 1967;37:134-43.
21. Ruf S, Pancherz H. Frontal sinus development as an indicator for somatic maturity at puberty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:476-82.
22. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 1970;45:13-23.
23. Shaikh AH, Rikhasor RM, Qureshi AM. Determination of skeletal age in children aged 8-18 years. *J Pak Med Assoc* 1998;48:104-06.