







DERLEME/REVIEW

Columna Vertebralis Hareketlerinin Değerlendirilmesinde İnclinometre ve Radyolojik Ölçümün Karşılaştırılması

Comparison of Inclinomater and Radiological Measurement in the Evaluation of
Columna Vertebralis Movements

Hilal Işık¹ , Gizem Gül Koç² , Emre Öğüt³ , Emir İbrahim Işık⁴ 

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Adana, Turkey

²Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Adana, Turkey

³Sağlık Bakanlığı, Kozan Devlet Hastanesi, Adana, Turkey

⁴Çukurova Üniversitesi, Abdi Sütcü Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Adana, Turkey

ABSTRACT

Spinal movements can often be measured during clinical, physical and functional evaluation of individuals. One of the preferred tools for the measurement of these movements is inclinometers. Considering that valid scientific methods should be used for musculoskeletal assessment, the aim of this study is to conduct a literature review on the validity of inclinometers to measure spinal movements. The PubMed electronic database was searched using the keywords "inclinometer", "spine", "vertebrae" and "columna vertebralis". The study analysis process included reading titles, abstracts and full texts. After checking the established criteria, six articles met the criteria for inclusion in the review. The design of all included studies was a combination of radiographic measurement of the spine and angular measurements obtained by inclinometer. Variability was observed in the data collection methods used and the results of the studies. It is recommended that inclinometers be used by health professionals based on scientific evidence, and the results and methodological aspects used in validity studies of these tools should be taken into account.

Keywords: Inclinomater; vertebrae; spine; radiographic measurement

ÖZET

Omurga hareketleri bireylerin klinik, fiziksel ve fonksiyonel değerlendirilmesi sırasında sıklıkla ölçülebilmektedir. Bu hareketlerin ölçümü için tercih edilen araçlardan biri de inklinometrelerdir. Kas-iskelet sistemi değerlendirmesi için geçerli bilimsel yöntemlerin kullanılması gerektiği göz önüne alındığında, bu çalışmanın amacı, omurga hareketlerini ölçmek için inklinometrelerin geçerliliği hakkında bir literatür taraması yapmaktır. PubMed elektronik veri tabanında "inclinometer", "spine", "vertebrae" ve "columna vertebralis" anahtar kelimeleri kullanılarak arama yapılmıştır. Çalışma analizi süreci, başlıkların, özetlerin ve tam metinlerin okunmasını içermektedir. Belirlenen kriterler kontrol edildikten sonra, altı makale derlemeye dâhil edilme kriterlerini karşılamaktadır. Dâhil edilen tüm çalışmalar, omurganın radyografik ölçümü ve inklinometre ile elde edilen açısal ölçümlerin bir arada incelendiği tasarım sunmaktadır. Kullanılan veri toplama yöntemlerinde ve çalışmaların sonuçlarında değişkenlik gözlemlenmiştir. İnclinometrelerin sağlık profesyonelleri tarafından bilimsel kanıtlara dayalı olarak kullanılması, bu araçların geçerlik çalışmalarında kullanılan sonuçları ve metodolojik yönlerinin dikkate alınması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: İnclinometre; vertebra; omurga; radyografik ölçüm

Giriş

Özellikle omurga olmak üzere kas-iskelet sistemi bozuklukları, modern toplumda ciddi sorunlara yol açmaktadır^{1,2}. Bu nedenle multidisipliner ekipler omurganın daha iyi değerlendirilebilmesi için yeni ve etkili yöntemler geliştirmeye çalışmaktadır¹. İnsanların %54-80'i yaşamlarının en az bir döneminde omurganın çeşitli yapılarından kaynaklanan ağrılarla karşı karşıya kalmaktadır ve bu insanların yüzde altmış yedisi, tam bir üretkenlik dönemini kapsayan 30 ile 59 yaşları arasında yer almaktadır³.

Omurga hareketleri bireylerin klinik, fiziksel ve fonksiyonel muayenesinde nicel olarak ölçülebilmektedir⁴. Bu ölçümler, normal biyomekanik fonksiyonu, kas-iskelet sistemi bozukluklarını, hastalarda fonksiyonel



ilerlemeyi değerlendirmeyi ve terapötik bir müdahaleden sonra taburculuk kriterini daha doğru bir şekilde yönlendirmeyi mümkün kılmaktadır⁵.

Omurga hareketlerini ölçmek için en sık tavsiye edilen cihazlardan biri inklinometrelerdir⁶. Inklinometreler açısız hareketleri yerçekimine göre kaydeden bir gonyometre türüdür. Kalibrasyon gerektirmeyen, işletme maliyeti düşük ve kullanımı çok kolay olan, eklem hareket açıklığı derecelerinin belirlenmesinde doğrudan ölçüm sonucu verebilen bir ekipmandır⁷.

Literatürde farklı vücut bölgeleri için yapılan ölçümlerle ilgili hatalara işaret edilmekte ve bu nedenle inklinometrelerin geçerliği ve güvenilirliği kapsamlı bir şekilde araştırılmaktadır⁸⁻¹⁰. Bu çalışmanın amacı fiziksel ve fonksiyonel değerlendirmede çoğu eklem bölgesi için geçerliği olan inklinometrelerin omurga üzerinde yapılan ölçümler için geçerliğini radyolojik ölçümlerle karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Arama PUBMED (1983'ten Haziran 2022'ye kadar) elektronik veri tabanında yapıldı. MeSH indeksinde yer alan anahtar kelimeler kullanılarak bir arama stratejisi geliştirildi. Aramalarda İngilizce olarak şu anahtar sözcükler dikkate alındı: "inclinometer", "spine", "vertebrae" ve "columna vertebralis".

Bu inceleme için dahil etme kriterleri: eklem hareket açıklığı ölçümünde insan çalışmaları kullanılan; karşılaştırmayı doğrulamak için radyolojik bir başka yöntem kullanan; örneklem grubu yetişkin bireyler olan, İngilizce yayınlanmış orijinal araştırma makaleleridir. Columna vertebralisinde yapısal patolojileri olan insanlarda araştırmayı içeren çalışmalar dışlandı.

Çalışmaları seçmek için sırasıyla şu adımlar gerçekleştirilmiştir: İlk olarak belirtilen veritabanında İngilizce dilinde arama yapıldı. İkinci aşamada başlıklar okundu ve uygun olmayanlar dışlandı. Üçüncü aşamada özetler okundu ve uygun olmayanlar dışlandı. Son aşamada ise, tam metin makaleler okundu. Tüm adımlar iki değerlendirici tarafından bağımsız olarak gerçekleştirildi. İlk aşamada 140 yayına ulaşıldı. İkinci aşamada 26 yayına ve üçüncü aşamada yedi yayına ulaşıldı. Son aşama neticesinde bir yayın içerik ve metodolojik kalite yetersizliği nedeni ile çıkarıldı ve dahil edilme kriterlerini karşılayan toplam altı makale tam metin olarak çalışmaya dahil edildi.

Seçilen makalelerin değerlendirilmesinde araştırma tasarımında ve hedeflerinde netlik, karşılaştırmalı yöntemin tanımı ve mantığı, seçilen örnekler, inklinometrenin tanımı ve veri toplama prosedürlerinin sırası, kullanılan istatistiksel analiz ve insanlarla yapılan araştırmalarda yer alan etik yönler dikkate alındı.

Bulgular

Tablo 1, bu derlemeye dâhil edilen altı çalışma hakkında genel bilgiler sunmaktadır.

Tablo 1. İncelemeye dâhil edilen makaleler

Yazar	Yıl	Yayın
Saur vd. ¹¹	1996	Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility
Zeinstra vd. ¹²	2001	Measuring the Sacral Inclination Angle in Clinical Practice: Is There an Alternative to Radiographs?
McFarland vd. ¹³	2015	Clinical measurements of cervical lordosis using flexirule and inclinometer methods in individuals with and without cervical spine dysfunction: A reliability and validity study
Barret vd. ⁸	2018	Validation of the manual inclinometer and flexicurve for the measurement of thoracic kyphosis
Hunter vd. ¹⁴	2018	Is the inclinometer a valid measure of thoracic kyphosis? A cross-sectional study
Hannink vd. ¹⁵	2022	Validity of sagittal thoracolumbar curvature measurement using a non-radiographic surface topography method

DeneySEL tasarımıyla ilgili olarak, tüm çalışmalar columna vertebralisin inklinometrelerle elde edilen açısız ölçümlerini radyografilerinden elde edilen açısız ölçümlerle karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çeşitli çalışmalarda belirtildiği gibi, radyografiler columna vertebralisin açısız hareketlerini ve duruşunu ölçmek için "altın standart" olarak kabul edilmektedir^{12,16}.

Columna vertebralisin sakral bölge haricindeki diğer kısımları üç anatomik düzlemde hareketler yapabilesine rağmen, tüm çalışmalarda sadece sagittal düzlemdeki (fleksiyon ve ekstansiyon) hareketleri analiz edilmiştir^{8,11,13-15}. Ayrıca çalışmaların iki tanesinde inklinometre ve radyografik ölçümün yanında fleksicurve (fleksirule - esnek açölçer) ile de ölçüm yapılmıştır^{8,13}.

Çalışmalardan bir tanesi servikal¹³, iki tanesi torakal^{8,14}, bir tanesi torakolumbal¹⁵, bir tanesi lumbal¹¹ ve bir tanesi sakral¹² bölgeye odaklanmıştı. Sadece bir çalışma¹⁵ araştırmacıların veri toplama prosedürlerini içeren bir eğitime katıldığını bildirmişti. Ancak hiçbir çalışmada, veri toplamayı içeren prosedürlerin sistematik kontrolü için bir “kontrol listesi” yoktu.

Çalışmaların metodolojik yönlerine göre özellikleri tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. Çalışmaların metodolojik özellikleri

Çalışma	Metodolojik Özellikler	
Saur vd. ¹¹	Çalışma tasarımı Altın standart karşılaştırması Örneklem Örnek boyutu Veri toplama prosedürleri Değerlendiriciler	Geçerlik ve güvenilirlik çalışması Lateral lumbosakral dinamik radyografi Kronik bel ağrısı için rehabilitasyondaki hastalar 54 Fiziksel ölçüm ve radyolojik ölçüm prosedürleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. 1 fizyoterapist ve 1 fiziyatrist. Toplama prosedüründe herhangi bir eğitim bildirilmemiştir.
Zeinstra vd. ¹²	Çalışma tasarımı Altın standart karşılaştırması Örneklem Örnek boyutu Veri toplama prosedürleri Değerlendiriciler	Geçerlik çalışması Lateral lumbosakral radyografi Bel ağrısı olan hastalar 41 İnklinometre ve radyografi ölçümleri aynı anda gerçekleştirilmiştir. Her iki ölçümde de aynı referans düzlem kullanılmıştır. Radyolojik ölçümü yapan araştırmacıya dair detay verilmemiştir. İnklinometre ilk ölçümünü ve ikinci ölçümünü farklı araştırmacılar tarafından yapılmıştır. İkinci ölçüm karşılaştırılmış bir araştırmacı tarafından yapılmıştır.
McFarland vd. ¹³	Çalışma tasarımı Altın standart karşılaştırması Örneklem Örnek boyutu Veri toplama prosedürleri Değerlendiriciler	Geçerlik ve güvenilirlik çalışması Lateral servikal radyografi Son bir yıl içinde anterior servikal füzyon ameliyatı geçirmiş; boyun ağrısı olan ancak servikal omurga cerrahisi öyküsü olmayan; mevcut boyun ağrısı olmayan yetişkinler 57 Aynı gün içinde hem fleksirul hem de inklinometre kullanılarak üç test seansı gerçekleştirilmiştir Her seansta yöntem başına bir ölçüm alınmıştır. Birinci ve üçüncü ölçüm bir araştırmacı, ikinci ölçüm farklı bir araştırmacı tarafından yapılmıştır.
Barret vd. ⁸	Çalışma tasarımı Altın standart karşılaştırması Örneklem Örnek boyutu Veri toplama prosedürleri Değerlendiriciler	Geçerlik çalışması (kesitsel bir çalışma) Sagittal düzlem spinal radyografi Spinal radyografi konsültasyonu amacıyla bir spinal ortopedi kliniğine başvuran hastalar 11 Aynı seans içerisinde gravite inklinometre ve fleksicurve kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir Radyolojik görüntülerin alınması ve Cobb açısının hesaplanması farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. İnklinometre ve fleksicurve ölçümleri bu ölçümler konusunda üç yıl deneyimli bir araştırmacı tarafından yapılmıştır.
Hunter vd. ¹⁴	Çalışma tasarımı Altın standart karşılaştırması Örneklem	Kesitsel bir çalışma Lateral torasik omurga radyografisi Sağlıklı ve impingement sendromu olan gönüllüler

	Örnek boyutu Veri toplama prosedürleri	78 Fiziksel ölçüm için gravite inklinometre ve radyolojik ölçüm için modifiye Cobb açısının ölçümü yöntemi kullanılmıştır
	Değerlendiriciler	Ölçümler körleştirilmiş iki araştırmacı tarafından yapılmıştır
Hannink vd. ¹⁵	Çalışma tasarımı Altın standart karşılaştırması Örneklem	Geçerlik çalışması Lateral spinal radyografi 18 yaş üzeri, yakın zamanda spinal radyografik görüntülemesi alınmış, herhangi bir spinal durum için ortopedi hastanesine başvuran hastalar
	Örnek boyutu Veri toplama prosedürleri	29 Cobb açısı (çalışma öncesi), topografik görüntüleme, inklinometre ve fleksicurve ölçümleri kaydedilmiştir.
	Değerlendiriciler	Fiziksel ölçümler beş yıl deneyime sahip bir fizyoterapist tarafından yapılmıştır. Radyolojik görüntülemenin yorumlanmasına dair detay verilmemiştir.

Tartışma

Bu derleme, columna vertebralis hareketlerini ölçmek için kullanılan inklinometrelerin geçerliğinin incelenmesini amaçlamaktadır. Yapılan çalışmalarda inklinometre ölçümü sonuçlarının altın standart kabul edilen radyolojik ölçümler ile karşılaştırılmasına dayalı olarak geliştirilen araştırma modelleri tercih edilmiştir. Bulgularımız da benzer şekilde bu derlemeye dahil edilen tüm çalışmaların standart yöntem olarak radyografileri kullandığını göstermiştir. İncelenen çalışmalarda radyolojik incelemeler için radyasyona maruziyet bir risk faktörü olarak bildirilmiştir. Ayrıca radyolojik ölçüm için harcanan zamanın da uzun sürmesi bir dezavantaj olarak görülmektedir. Bu nedenle alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin daha sık kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

İnklinometreler, columna vertebralis postür ve hareketlerinin fiziksel ölçümünde tercih edilen tek araç olmayıp farklı ölçme ve değerlendirme araçları da kullanılmaktadır. Üç çalışmada^{8,13,15}, inklinometreye ek olarak fleksicurve, fleksirule ve topografik görüntüleme araçları kullanılmaktadır. Bu nedenle veri toplama prosedürleri diğer çalışmalara göre önemli ölçüde farklıdır. Çalışmalarda inklinometrenin yanında diğer hızlı ve daha az riskli araçların klinik kullanımda yararlı alternatifler olabileceği belirtilmektedir.

İki çalışmada radyolojik ölçüm sonuçları ve inklinometre ölçümü sonuçları korele değildir^{12,13}. Bunun nedeninin Zeinstra vd.'nin¹² (2001) çalışmasında fiziksel ölçümün daha zor olduğu pelvik inklinasyon açısının, McFarland vd.'nin¹³ (2015) çalışmasında ise en hareketli omurga bölgesi olan servikal bölge açısı ölçümünün yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hannink vd.'nin¹⁵ (2022) çalışmasında ise torakal bölgede ölçümlerinde anlamlı bir korelasyon varken, lumbal bölge ölçümlerinde ise anlamlı bir korelasyon yoktur. Bu sonuç McFarland vd.'nin¹³ (2015) bulguları ile benzerlik göstermekte ve aynı çalışma sonuçlarına dair düşüncemizi desteklemektedir.

McFarland vd.¹³ (2015) ve Hannink vd.'nin¹⁵ (2022) çalışmalarında inklinometre ölçümleri ile radyolojik ölçümün aynı anda yapılmamasının sistematik hataların ortaya çıkmasına katkıda bulunmuş olabileceği bildirilmiştir. Diğer taraftan Zeinstra vd.'nin¹² (2001) çalışmasında radyolojik ölçüm ve inklinometre ölçümü aynı anda yapılmıştır. Buna rağmen ölçümler arasında anlamlı bir korelasyon yoktur. Önerilen ölçümler için analog inklinometreleri geçerli araçlar olarak kabul etmeyen bu üç çalışma, geçersizliğin veri toplama prosedürleri ile ilgili olası hatalarla ilişkili görüldüğünü bildirmiştir. Bu hatalar; kemik referanslarında inklinometrelerin yanlış yerleşimi ve konumlandırılması, farklı yaşlardaki bireylerde bağ dokusu elastikiyeti farkı, obez bireylerde yağ dokusundaki hareket, cilt değişiklikleri ve kalça hareketleri tarafından oluşturulan kompensasyonlardır. AMA (American Medical Association) Kılavuzlarında kompensasyonların önlenmesi için deneyimli ve tek bir uzman tarafından değerlendirme yapılması gerektiği önerilmiştir⁶.

Radyografilerle eş zamanlı karşılaştırma yoluyla inklinometrelerin test edildiği başka bir çalışma¹¹, inklinometrelerin geçerliliğini doğrulamaktadır. Aynı çalışma; ekipmanı hızlı ve doğru bir şekilde kullanmanın ölçüm güvenilirliğini artırabileceğini, inklinometreleri konumlandırmak için kemik referanslarının konumunun net olarak belirlenmesi gerektiğini ve lomber hareketin doğru ölçümünün sadece kalça hareketi ortadan kaldırıldığında mümkün olabileceğini bildirmektedir. Fakat özellikle lumbal bölgenin

kalça ile anatomik ilişkisi ve daha hareketli bir yapıya sahip olması nedeni ile istenmeyen kalça hareketlerini tamamen ortadan kaldırmanın son derece zor olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır^{17,18}.

Torasik kifozun ölçüldüğü iki çalışmada^{8,14} inklinometreler, altın standartla iyi bir uyum içinde, geçerli bir araç olarak önerilmektedir. Torasik bölgede lumbal bölgeye kıyasla hareketi etkileyecek daha az yapı bulunmaktadır^{19,20}. Bu nedenle daha geçerli ve güvenilir sonuçlar çıktığı tahmin edilmektedir. Barret vd.'nin⁸ (2018) çalışmasında inklinometrenin yanında flexicurve de kullanılmıştır. İnclinometre ölçümleri altın standartla yüksek oranda ilişkili olsa da flexicurve ile aralarında zayıf bir uyum vardır. Bu nedenle alanda çalışan sağlık profesyonelleri sonuçları yorumlarken dikkatli olmalıdır.

Bu incelemeye dahil edilen çalışmaların nihai sonuçlarındaki farklılıklar, sonuçları altın standardın gösterdiği gerçek değerlerden fazla ya da daha az gösterebilecek sistematik hatalara neden olan metodolojik varyasyonlardan kaynaklanmaktadır. Çalışmalarda inklinometreler ile radyolojik incelemenin eş zamanlı olarak yapılmasının daha geçerli sonuçlar vereceği dile getirilmiştir.

Bu derlemenin bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Dahil edilecek çalışmalar için sadece bir veritabanından tarama yapıldı. Sadece İngilizce dilinde tam metni yayınlanmış makaleler dahil edildi. Cep telefonu destekli inklinometre uygulamalarını içeren çalışmalar dahil edilmedi. İleri derlemelerde farklı veritabanlarını içeren, farklı dillerde yazılmış ve mobil destekli inklinometrelerin kullanıldığı çalışmalar dahil edilebilir.

Sonuç

Columna vertebralisin sagittal düzlemdeki hareketini değerlendirmek için önerilen ölçümlerde, inklinometreler doğrulama süreçlerine tabi tutulmuştur. İnclinometreler iki çalışmada geçerli ölçme aracı olarak bulunmazken, bir çalışmada torakal bölge için geçerli ve lumbal bölge için geçerli değil şeklinde bulunmuştur. Üç çalışma ise geçerli ve günlük klinik ortamda kullanımının uygun olduğunu bildirmiştir. Çalışmalar ortak bir tasarıma sahip olmasına rağmen metodolojik farklılıklar göstermektedir. Geçerliğin yalnızca değerlendirilen araca özgü bir niteliği olmayıp aynı zamanda metodolojik bir niteliği olduğunu vurgulamak ve kabul etmek gerekir. Bu nedenle inklinometreler sağlık profesyonelleri tarafından, bilimsel kanıtlara dayalı olarak kullanılmalı, bu araçların geçerlik çalışmalarında kullanılan sonuçları ve metodolojik yönleri dikkate alınmalıdır.

Kaynaklar

1. Ng JK, Kippers V, Richardson CA, Parnianpour M. Range of motion and lordosis of the lumbar spine: reliability of measurement and normative values. *Spine*. 2001;26:53-60.
2. Safiri S, Kolahi AA, Cross M, et al. Prevalence, Deaths, and Disability-Adjusted Life Years Due to Musculoskeletal Disorders for 195 Countries and Territories 1990–2017. *Arthritis & Rheumatology*. 2021;73:702-714.
3. Manchikanti L, Singh V, Datta S, Cohen SP, Hirsch JA. Comprehensive review of epidemiology, scope, and impact of spinal pain. *Pain physician*. 2009;12(4):E35.
4. Vaisy M, Gizzi L, Petzke F, Consmüller T, Pflingsten M, Falla D. Measurement of lumbar spine functional movement in low back pain. *The Clinical journal of pain*. 2015;31:876-85.
5. Norkin CC, White DJ. *Measurement of joint motion: a guide to goniometry*: FA Davis; 2016.
6. Nitschke JE, Natrass CL, Disler PB, Chou MJ, Ooi KT. Reliability of the American Medical Association Guides' model for measuring spinal range of motion: its implication for whole-person impairment rating. *Spine*. 1999;24:262-68.
7. Adams M, Dolan P, Marx C, Hutton W. An electronic inclinometer technique for measuring lumbar curvature. *Clinical Biomechanics*. 1986;1:130-34.
8. Barrett E, Lenehan B, O'sullivan K, Lewis J, McCreesh K. Validation of the manual inclinometer and flexicurve for the measurement of thoracic kyphosis. *Physiotherapy theory and practice*. 2018;34:301-8.
9. Ghorbani F, Kamyab M, Azadina F. Smartphone applications as a suitable alternative to CROM device and inclinometers in assessing the cervical range of motion in patients with nonspecific neck pain. *Journal of chiropractic medicine*. 2020;19:38-48.
10. Littlewood C, May S. Measurement of range of movement in the lumbar spine—what methods are valid? A systematic review. *Physiotherapy*. 2007;93:201-11.
11. Saur PM, Ensink F-BM, Frese K, Seeger D, Hildebrandt J. Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility. *Spine*. 1996;21:1332-38.
12. Bierma-Zeinstra SM, van Gool JJ, Bernsen RM, Njoo KH. Measuring the sacral inclination angle in clinical practice: is there an alternative to radiographs? *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2001;24:505-8.
13. McFarland C, Wang-Price S, Richard S. Clinical measurements of cervical lordosis using flexirule and inclinometer methods in individuals with and without cervical spine dysfunction: A reliability and validity study. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. 2015;28:295-302.

14. Hunter DJ, Rivett DA, McKiernan S, Weerasekera I, Snodgrass SJ. Is the inclinometer a valid measure of thoracic kyphosis? A cross-sectional study. *Brazilian journal of physical therapy*. 2018;22:310-17.
15. Hannink E, Dawes H, Shannon TM, Barker KL. Validity of sagittal thoracolumbar curvature measurement using a non-radiographic surface topography method. *Spine Deformity*. 2022:1-8.
16. Livanelioglu A, Kaya F, Nabiye V, Demirkiran G, Fırat T. The validity and reliability of "Spinal Mouse" assessment of spinal curvatures in the frontal plane in pediatric adolescent idiopathic thoraco-lumbar curves. *European spine journal*. 2016;25:476-82.
17. Nattrass CL, Nitschke JE, Disler PB, Chou MJ, Ooi KT. Lumbar spine range of motion as a measure of physical and functional impairment: an investigation of validity. *Clinical Rehabilitation*. 1999;13:211-18.
18. Lunn DE, Lampropoulos A, Stewart TD. Basic biomechanics of the hip. *Orthopaedics and Trauma*. 2016;30:239-46.
19. Mason D, Preece S, Bramah C, Herrington L. Reproducibility of kinematic measures of the thoracic spine, lumbar spine and pelvis during fast running. *Gait & Posture*. 2016;43:96-100.
20. Tian F, Tu L-Y, Gu W-F, et al. Percutaneous versus open pedicle screw instrumentation in treatment of thoracic and lumbar spine fractures: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*. 2018;97(41).

Correspondence Address / Yazışma Adresi

Hilal Işık
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi
Ortopedik Rehabilitasyon Ünitesi
Adana, Turkey
e-mail: fzthilalsisman@gmail.com

Geliş tarihi/ Received: 10.10.2022**Kabul tarihi/Accepted:** 04.11.2022