



Milli Dağ Bisikletçinin Bikefit (Bisiklet Ve Fiziksel Uyumluluk) Analizinin Mekanik ve Appa Bikefit Programıyla Karşılaştırmalı İncelenmesi

Fatih KILINÇ¹

Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi/Antalya-Orcid 0000-0002-6456-3948

To cite this article/ Atf için:

Kılınç, F, (2021). Milli dağ bisikletçinin bikefit (bisiklet ve fiziksel uyumluluk) analizinin mekanik ve appa bikefit programıyla karşılaştırmalı incelenmesi, *Uluslararası Bozok Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 177-188.

Özet

Amaç; Çalışmamızda milli dağ bisikletçinin fiziksel yapısı ve bisiklet uyumluluk düzeyini mekanik (gonyometre) ve APPA Bikefit programında karşılaştırmalı analizinin yapılmasıdır.

Materyal Metot; Çalışmamıza bir (1) milli dağ bisikletçi gönüllü olarak katıldı. Katılımcının yaş 31 yıl, boy 174 cm, vücut ağırlığı 67 kg, sporculuk özgeçmişi 15 yıl, 9 kez millilik ve 2017 Türkiye Elit Olimpik 3., 2016 4. 2015 5., 2014 6. Ulusal derecelere sahipti. Herhangi bir fiziksel sağlık problemleri olmadığını beyan etmiştir. Çalışmada mekanik ölçümler için gonyometre (açısal) ve APPA-Bikefit Analiz yazılım programı kullanıldı. Çalışmada Gonyometre ve APPA Bikefit yazılım programından elde edilen veriler açısal olarak karşılaştırıldı.

Bulgular; Mekanik ölçümlerden (Gonyometre) ile APPA Bikefit Analiz programından elde edilen veriler arasında açısal olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Literatürde benzer yapılan çalışmalarda açısal olarak elde edilen verilerin benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Sonuç; Elde ettiğimiz verilere dayanarak APPA-Bikefit Analiz programı bisiklet ve fiziksel uyumluluk duruşunun (eklem açı bölgelerinin) belirlenmesinde kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. APPA Bikefit Analiz programının pratik olarak kullanılabilmesi öneri olarak tavsiye edilebilir.

Keyword; Bisiklet, Bikefit, Performans

Comparative Analysis of the National Mountain Cyclist's Bikefit (Bike and Physical Compatibility) Analysis With The Mechanical and Appa Bikefit Program

Abstract

Aim; In our study, the comparative analysis of the physical structure of the national mountain biker and the bicycle compatibility level in mechanics (goniometer) and APPA Bikefit program.

Material Method; One (1) national mountain cyclist voluntarily participated in our study. Participant's age 31 years, height 174 cm, body weight 67 kg, sports background 15 years, 9 times nationality and 2017 Turkey Elite Olympic 3rd, 2016 4. 2015 5., 2014 6. National grades has done. Goniometer (angular) and APPA-Bikefit Analysis software program were used for mechanical measurements in the study. In the study, the data obtained from Goniometer and APPA Bikefit software program were compared angularly.

Findings; No significant angular difference was found between the data obtained from mechanical measurements (Goniometer) and APPA Bikefit Analysis program. In similar studies in the literature, it was determined that the angular data obtained were similar.

Result; Based on the data we obtained, it was determined that the APPA-Bikefit Analysis program can be used in determining the cycling and physical adaptation posture (joint angle regions). It can be recommended as a practical suggestion that the APPA Bikefit Analysis program can be used practically.

Keyword; Bicycle, Bikefit, Performance

GİRİŞ

Sportif performans birçok iç ve dış faktöre bağlı değişkenlikler göstermektedir. Bu değişkenlikler branşın karakteristik özelliği ile ön plana çıkan ve dolaylı olarak etki yapan faktörlerden oluşmaktadır. Bir atletizm uzun mesafe koşucusunda MaxVO₂, güçte devamlılık özelliği ön planda iken bir okçuluk sporcusunun denge konsantrasyon dikkat izometrik kuvvet ve kullandığı materyal (Yay-Ok) ön plana çıktığı görülmektedir.

Dünyada hem spor (performans) hem de rekreasyonel amaçlı kullanımda bisiklet önemli bir yer teşkil etmektedir. Modern olimpiyatlar süreçlerinin başlangıcında da 1896 dan itibaren yerini almış bir branştır. Bisiklet, insan yapısının eklem pozisyonlarına göre duruş pozisyonları performans açısından önemlidir. Bisikletin fiziksel yapıya uyumluluğu ve konfigürasyonu bisikletçi için optimize etmeyi amaçlayan Bikefit bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bikefit analizinin iki ana hedefi bulunmaktadır. Bunlar, aşırı kullanımla ilgili yaralanma riskini azaltmak (Dettori ve Norvell, 2006) ve performansı artırmaktır (Bini, Hume ve Croft, 2011;Bouché ve ark 2006).

Özellikle son teolojilerle üretilen gerek dağ gerek yol bisikletleri üst düzey mühendislik ürünleri olarak dizayn edilmektedir. Bu üst düzey ürünler bisikletçilerin fiziki yapıları ile uyumluluklarına göre tasarlanmaktadır. Bisikletçiler arasındaki fiziksel değişkenlere (Boy, alt ekstremite uzunlukları) bağlı her bir bisikletin geometrik olarak farklılığı ve uyumu çok önemli görülmektedir.

Bisiklet sporu, fiziksel, fizyolojik ve kondisyonel (Max VO₂, (Ribberri, ve ark 2008), FTP, Aerobik-Anaerobik Dayanıklılık, Kuvvet ve Güçte devamlılık), teknik özelliklerinde ön plana çıktığı bir karakteristik yapıya sahiptir.Özellikle bisikletçilerin kullandığı malzemeler ergonomik ve fiziksel yapıya uyumluluk göstermesi performans ve sağlık açısından önemlidir. Ramachandran, ve ark., (1983) kullanılan malzeme (ayakkabı kilit) ve sele pozisyonlarına (açısal) değişimleri üzerinde yaptıkları çalışmalarda kalp atım sayıları üzerine etkilerine kadar incelemelerde bulunmuşlardır. Geçmişten günümüze olan süreçte bisiklet ile ergometre ilişkiliduruş ve fizyolojik faktörler üzerinde çalışmaların devam ettiği literatürde görülmektedir (Hamley ve Thomas,1967; Silberman, ve ark., 2005). Teknolojik gelişimle beraber kullanılan malzemelerin ağırlıkları (alüminyumdan karbona geçiş gibi) değişimleri etkin olarak sporcu ve antrenörler tarafından daha fazla önemsenmeye başlanmıştır. Bu değişimler bisikletçinin kullandığı tüm ekipmana (Kask, Ayakkabı, Gözlük, Forma, Bisiklet ve Bisikletin Ekipmanları/Gidon, Pedal vb) yansımasıdır (Burt 2014). Bununla birlikte bisikletçinin kullandığı malzeme ile fiziksel (antropometrik özellikleri) uyumluluğu yeni teknoloji ve gelişimlerle daha da önemli bir boyut kazanmıştır (Ribberri ve ark., 2008). Ayrıca yine çalışmalarda Bikefit analizleri hem performans açısından hem de bisiklet kullanımına bağlı oluşacak sakatlıkların önlenmesinde de önemi üzerinde durulmuştur (Fronczek ve ark., 2016; Bouché, ve ark., 2006; Wadsworth ve Weinrauch,2019; Burt,2014). Bu önemlilik açısal pozisyonlara göre değerlendirmeler yapıldığı görülmektedir (Quesada ve ark., 2017). Yine

Disleyin (2014) bisikletçiler özellikle diz sakatlıklarından korunmak için Bikefit yapılması gerekliliğini belirtmişlerdir.

Bikefit biyomekanik alanı içerisinde önemli bir yer teşkil etmektedir. Biyomekanik güncel boyutu ile bisikletçilerin alt ekstremite, kas hareketleri, eklem pozisyonları, koltuk yüksekliği, pedal konumu, pedal çevirme hızı, kuvvet uygulaması ve pedal simetrisi üzerinde çalışmalarını yoğunlaştığı bilinmektedir. Optimum koltuk yüksekliği, pedal konumu ve pedal çevirme hızı için yönergeler, bisikletin güç-dinlenim aşamalarında kuvvet uygulaması ve pedal çevirme ile ilişkisi detaylı incelenmelerin yapıldığını literatürde görülmektedir (Wozniak, 1991; Swart ve Holliday, 2019). Bununla birlikte çalışmalarda bisikletin fiziksel uygunluğuna bağlı optimum uyumluluğuna bağlı enerji sarfiyatlarının üzerinde değerlendirmelerde de bulunulmuştur (Wang1997).

Bikefit üzerine yapılan çalışmaların fiziksel yapıya uygun bisikletlerin ölçütleri ile örtüşmesinde en verimli referans pozisyonlarını (açıları) oluşturarak kişisel farklılıklarda dikkate ele alınarak en üst düzeyde performans ve sakatlıklardan önleme üzerine kurgulanmıştır.

Çalışmamızda elit dağ bisikletçinin Bikefit (bisiklet ve fiziksel uyumluluk) analizinde mekanik ve APPA Bikefit programında fiziksel yapısı ve bisiklet uyumunun karşılaştırmalı analizinin yapılmasıdır. Alınan sonuçların örtüşmesine bağlı APPA Bikefit analiz programının ülkemizde pratik olarak kullanımın önerisini getirmektedir.

MATERYAL ve METOT

Çalışmamıza bir (1) Milli dağ bisikletçisi erkek aday gönüllü olarak araştırmaya katıldı. Sporculuk Kariyer başarıları; 9 kez millilik, 5 milli takım kampına katılma 2017 Türkiye Elit Olimpik 3., 2016 4., 2015 5., 2014 6.derecelerine sahipti. Herhangi bir fiziksel sağlık problemleri olmadığını beyan etmişlerdir.

Çalışmada Canon E4000D marka yüksek çözünürlüklü fotoğraf makinası kullanıldı.

Gonyometre ölçümler; SEAHAN marka 0-180 derece ölçüm yeterliliğine sahip çelik materyalden üretilmiş araç kullanıldı. Ölçümler eklem bölgelerine araç yerleştirilerek açısız olarak ölçümler alındı.

APPA Bikefit Analiz Program Yazılım; Visual Studio IDE'de, C# programlama dili WindowsForm kullanılarak belirlenen algoritma çerçevesinde yazdırıldı. Literatürde postural değerlendirmede referans olarak kabul edilen bölgeler referans alınarak kodlar yazıldı. Programda Canon marka dijital fotoğraf makinası ile çekilen fotoğraflar APPA Bikefit Analiz programı içerisinde belirlenen bölgeye aktarıldı. Bisikletçinin bisiklet üzerindeki standart pozisyonuna Lateralden (yandan) duruşa göre açısız olarak değerlendirilebilecek 8 bölge (Baş, Omuz, Sağ Dirsek, Sağ El Bilek, Kalça, Sağ Diz, Sol Diz, Sağ Ayak Bilek) olarak belirlendi. Her bölgenin iç aç hesaplanmasında 3 referans noktası kullanıldı. Örneğin diz bölgesinin değerlendirilmesinde lateral Quadriceps orta bölgenin endiş noktasından (**1 marker**) diz bölgenin dış ve en iç kavisi yaptığı nokta (**2 marker**) ve Tibianın orta noktasının endiş noktası (**3 marker**) olarak program üzerinde Mousla işaretlendi. Daha sonra hesaplama da ikinci (2) marker nokta merkez nokta olarak kabul edildi ve iç aç olarak hesaplandı. İç aç formülü de ((180- (iki dış açının toplamı)) olarak kullanıldı. Örneğin Resim 1 de Baş bölgesi

$[(180-(29+12,3))]=138,7$ derece olarak hesaplanışı gösterilmiştir. Diğer bölgelerin hesaplamalarda aynı şekilde yapıldı.

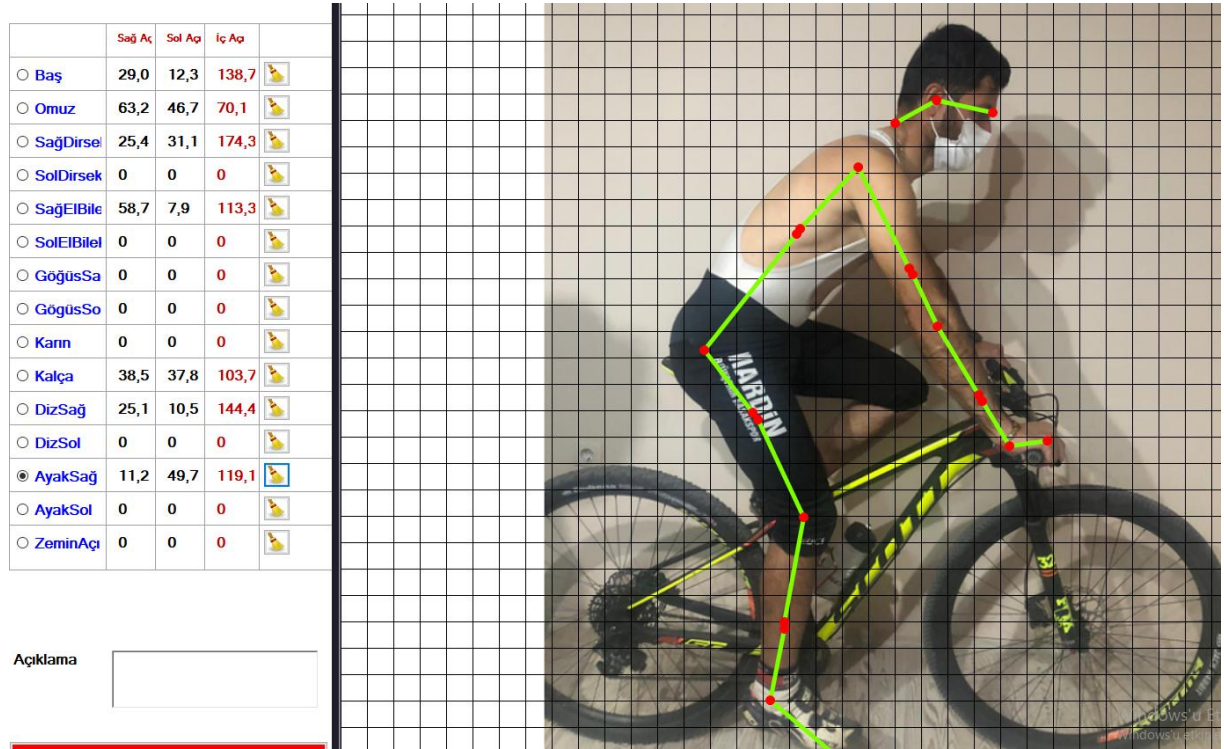
Gonyometre ölçümleri ile APPA Bikefit analiz programından elde edilen değerler matematiksel olarak birebire karşılaştırılmıştır.

BULGULAR

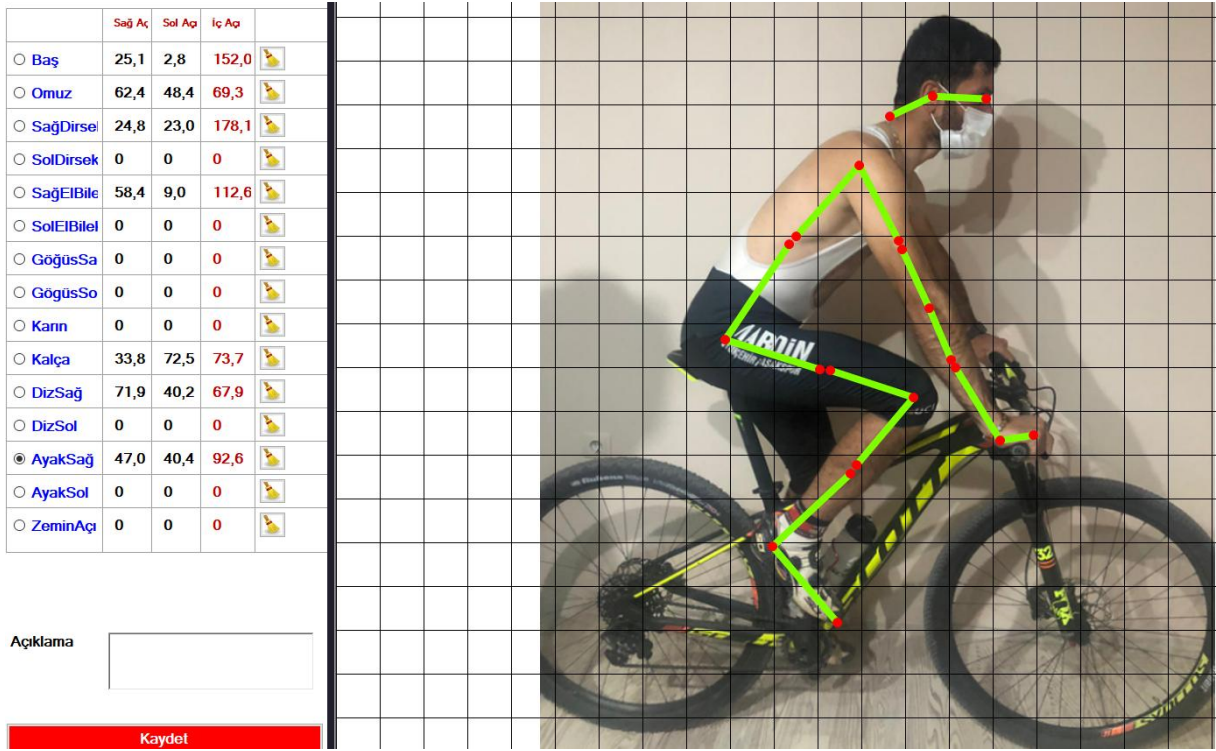
Tablo 1: Araştırmaya katılan milli dağ bisikletçisinin fiziksel bilgileri

PARAMETRE	DEĞERLER
Yaş (yıl)	31
Boy (cm)	174
Vücut Ağırlığı (kg)	67
Spor Yaşı (yıl)	15

Resim 1; Milli dağ bisikletçisinin (diz extansiyonda) APPA bikefit programında analizi



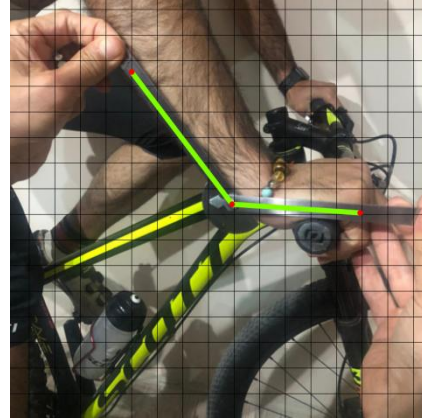
Resim 2; Milli dağ bisikletçinin (diz flexionda) APPA bikefit programında analizi



Resim 3; Milli dağ bisikletçinin el-bilek bölgesinin Gonyometre ve APPA bikefit programında analizi



Gonyometre Ölçüm 129 Derece



APPA Bikefit Analiz 131,1 Derece

Resim 4; Milli dağ bisikletçinin dirsek bölgesinin Gonyometre ve APPA bikefit programında analizi



Gonyometre Ölçüm 172 Derece

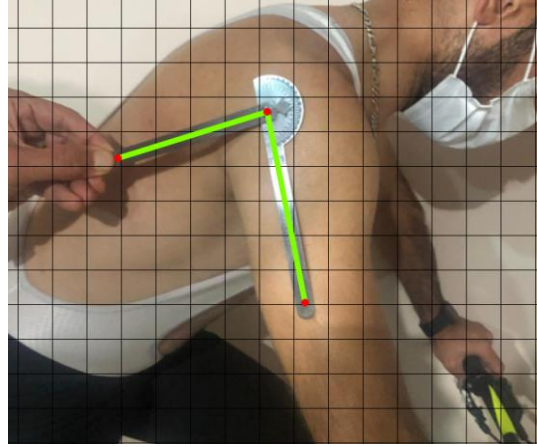


APPA Bikefit Analiz 171,8 Derece

Resim 5; Milli dağ bisikletçinin omuz bölgesinin Gonyometre ve APPA bikefit programında analizi

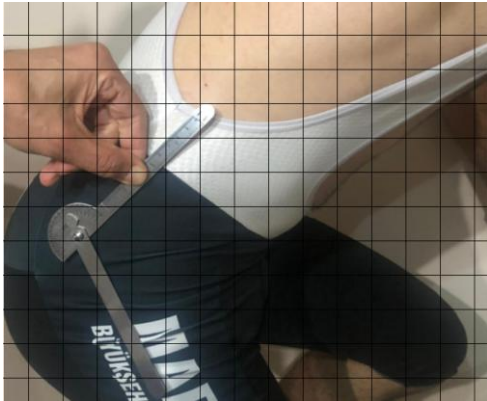


Gonyometre Ölçüm 85 Derece

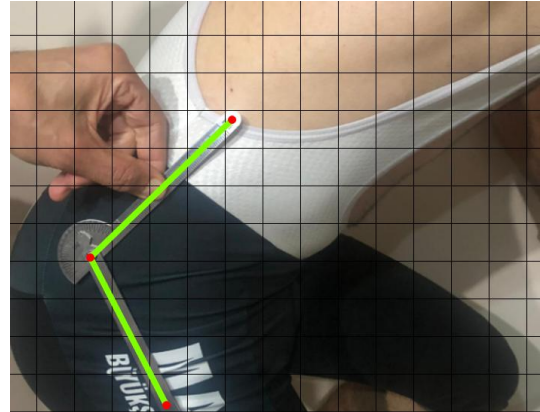


APPA Bikefit Analiz 84 Derece

Resim 6; Milli dağ bisikletçinin kalça (extansiyon) bölgesinin Gonyometre ve APPA bikefit programında analizi



Gonyometre Ölçüm 105 Derece

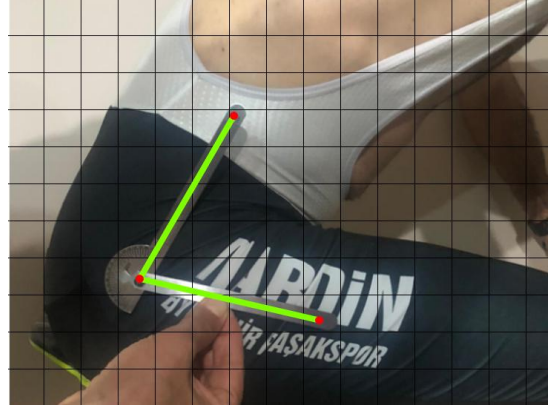


APPA Bikefit Analiz 107 Derece

Resim 7; Milli dağ bisikletçinin kalça (flexion) bölgesinin Gonyometre ve APPA bikefit analiz programında analizi



Gonyometre Ölçüm 75 Derece

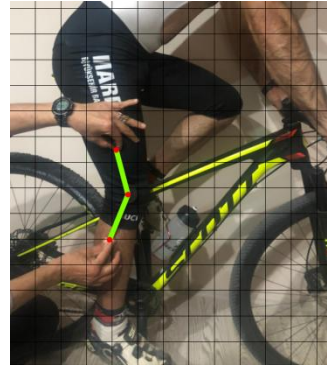


APPA Bikefit Analiz 73,7 Derece

Resim 8a; Milli dağ bisikletçinin diz ekstansiyon pozisyonunda Gonyometre ve APPA bikefit programında analizi



Gonyometre Ölçüm 145 Derece



APPA Bikefit Analiz 147 Derece

Resim 8b; Milli dağ bisikletçinin diz ekstansiyon (yakın görünüm) pozisyonunda Gonyometre ve APPA bikefit programında analizi

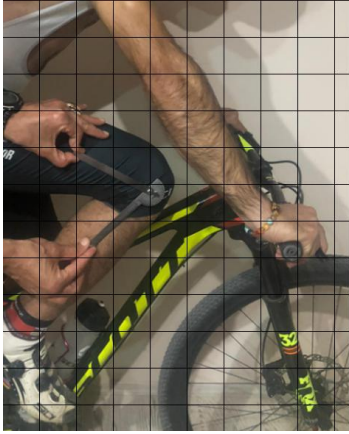


Gonyometre Ölçüm 141 Derece

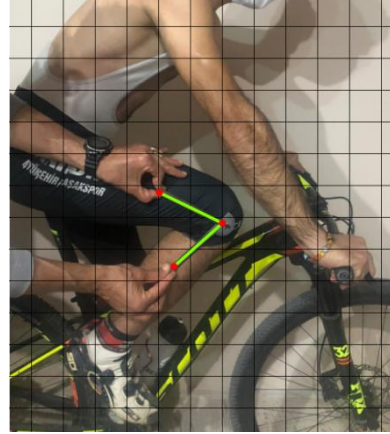


APPA Bikefit Analiz 142 Derece

Resim 9; Milli dağ bisikletçinin diz flexion pozisyonunda Gonyometre ve APPA bikefit analiz programında



Gonyometre Ölçüm 66 Derece

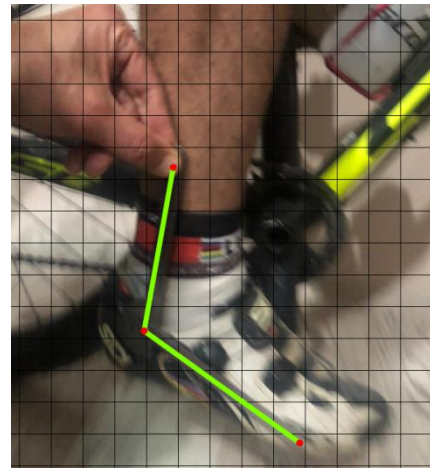


APPA Bikefit Analiz 67,7 Derece

Resim 10; Milli dağ bisikletçinin ayak bileği bölgesinin Gonyometre ve APPA bikefit programında analizi



Gonyometre Ölçüm 115 Derece



APPA Bikefit Analiz 115,5 Derece

TARTIŞMA

Bisikletçilerin kullanmış oldukları bisikletin ölçüleri performanslarını etkilediği doğru ölçütlendirme ve uyumu sağlanamadığı takdirde hem performanslarını olumsuz etkilemekle hemde sakatlıklara (Omurga, Omuz, Kalça, Diz, Elbilek, Ayak bileği) neden olduğu bilinmektedir. Öncelikle fiziksel boy uzunluğu ile bisiklet kadro ebatlarının uyumlu olması ön şart olarak kabul edilmektedir.

Tablo 2: İdeal boy uzunluğuna göre bisiklet kadro ebatları

Boy Uzunluğu (cm)	Kadro Ebat	Kadro Ebat (in)	Kadro Ebat (cm)
148cm - 158cm	XS	13" - 14"	33cm - 37cm
159cm - 168cm	S	15" - 16"	38cm - 42cm
169cm - 178cm	M	17" - 18"	43cm - 47cm
179cm - 185cm	L	19" - 20"	48cm - 52cm
186cm - 193cm	XL	21" - 22"	53cm - 57cm
194cm +	XXL	23" +	58cm +

<https://www.evo.com/guides/mountain-bike-fit-size-geometry>

Son yıllarda özellikle Bikefit analiz ve optimizasyonlarında hem teknolojik cihazların hem de yazılımların kullanılmasının performans ve sağlığın korunmasında daha verimli olacağı görüşü ön plana çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda 2D (Ferrer-Roca ve ark 2012), 3D infrared kamera ve 2D yüksek hızlı kameralar statik ve dinamik olarak Bikefit analizleri yapılmıştır (Fonda, Sarabon ve Li 2014).

Uluslararası bazı Bikefit analizlerinde örnek çalışmalarda pedal döngü hareketi 120 Hz'de 3D ve 2D (Sony RX10 II) olarak kaydedip Visual 3D ve Siliconcoach gibi yazılımları da kullanılarak analizleri yapıldığı görülebilir (Murray ve Hébert-Losier, 2019). Bazı çalışmalarda da yüksek çözünürlüklü kameralarla dijital çekilen fotoğraf üzerinde açısal çalışmalar yapıldığı da çalışmalar arasında bulunmaktadır (Wadsworth ve Weinrauch 2019). Akademik çalışmaların perspektifinde özel firmalar tarafından Bikefit Analizleri (ticari) boyutlu (Retül) gibi özel yazılımlar bilimsel çalışmalarda da kullanılmıştır (Bateman, 2014). Genel olarak teknolojinin gelişimine bağlı yüksek çözünürlüklü kameralardan elde edilen görüntüler özel yazılımlar üzerinden analizlerin üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte bazı çalışmalarda da öneri olarak pratik yöntemlerden gonyometre kullanımlarını da önerilmiştir (Peveler ve ark., 2005). Bu öneriler içerisinde mekanik gonyometreler gibi elektro gonyometrede dahil edilmiştir (Fonda, Sarabon ve Li 2014).

Biyomekanik boyutu ile yapılan çalışmalarda bisikletçilerin alt ekstremitte kas hareketleri ve eklem pozisyonları, koltuk yüksekliği, pedal konumu, pedal çevirme hızı, kuvvet uygulaması ve pedal çevirme simetrisini vurgulandığını belirtmiştir. Optimum koltuk yüksekliği, pedal konumu ve pedal çevirme hızı için yönergeler ve bisikletin güç ve dinlenim aşamalarında kuvvet uygulaması ve kuvvet uygulamasının pedal çevirme simetrisi ile ilişkisi detaylı çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Wozniak 1991).

Çalışmamızda omuz iç açısının 70.1 derece olarak belirlenirken önerilen (72-90 derece) değerlerin arasında olduğu, dirsek iç açısının 174.3 derece olarak belirlenirken önerilen çalışmalardaki bulgular (156-173 derece) değerlerin arasında olduğu yönündedir (Gatti, Giuliano, Gaffurini/ Bikeitalia.it – Bici e ciclismo).

Çalışmamızda milli dağ bisikletçinin kalça ekstansiyon pozisyonunda 103 derece, kalça fleksiyon pozisyonunda ise 73,7 derece olarak belirlenmiştir. Daly ve ark., 2018 de yaptıkları çalışmada kalça açısını 90-100 derece olarak belirlemişlerdir. Hullve Hawkins, (1990) yol bisikleti üzerinde yapmış oldukları çalışmada kalça açısının yaklaşık 55 derece sagittal düzlem hareketine ve bisiklet hareketi sırasında ayak bileği eklemine ise 25 dereceye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bini ve Kingsley (2020) yaptığı çalışmada kalça eklem açısının 80-110 derece olabileceğini belirtmişlerdir. Dağ bisikletçilerinin gücü daha geniş açılı pedala verebilmeleri ve bisikletlerin geometrik açılarından bu farkın olduğu düşünülebilir.

Bisiklette özellikle sele yüksekliğine bağlı kalça, diz ve ayakbileği açıları performansda etkin rol oynamaktadır (Peveler ve Green, 2010). Quesada ve ark., (2017) bisiklete binme pozisyonlarına göre konfor, yorgunluk ve ağrı düzeylerine göre yaptıkları çalışmada diz eklemi 20-30-40 derece/İç açığa göre 140-150-160 derece gövde (35-45-55 derece) açılarda olup özellikle diz eklemi bölgesinin 40 derece, gövde açısının da 35 derece olmasının konforsuz bir pozisyon olduklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte bisikletliler en rahat pozisyonu sele yüksekliği önerilen diz açısı 30 (iç açı 150) derece dahilindeyken algıladıklarını belirtmişlerdir. Peveler, ve ark. (2005) yılında yine Bikefit (Sele yüksekliği) ile yapmış oldukları çalışmada sele yükseklikleri diz açıları üzerine farklı yöntemlerin karşılaştırmaların yapıldığı görülmektedir. Öneri olarak diz açılarının 25-35 derece (iç açı olarak 155-165) arasında olabileceğinin ve bu açı değerlerindeki sürüşlerde diz bölgesi sakatlıklarını önleyebileceği önerilerinde bulunmuşlardır.

Bizim çalışmamız da diz iç açı değerleri olarak 144 derece olarak belirlenmiştir. Genel olarak 145-155 derece iç açılar önerilmektedir (Bikeitalia.it-Bici e ciclismo). Ferrer-Roca, ve ark., (2012) de yapmış oldukları çalışmada sele yüksekliği ile alt ekstremite ve pedal çevirme etkinliği diz açısının 30-40 (iç açı 140-150) derece olarak etkin olabileceğini belirtmişlerdir. İç bacak uzunluğunun ve diz açısının oldukça ilişkili olduğunu ($R^2 = 0.963$, $p < 0.001$) belirtmişlerdir. Optimum bir sele yüksekliği önermek için bu faktörleri ilişkilendiren yeni bir denklem önerilerinde (iç bacak uzunluğunun % 108.6-110.4'ü) bulunmuşlardır.

SONUÇ

Her iki yöntemde elde ettiğimiz açı değerleri karşılaştırmasında büyük bir çoğunluğun da sonuçların paralellik gösterdiği görülmüştür. Bu alanda çalışma yapacak antrenörler, kondisyonerler, personal trainer ve spor bilimcileri için sahada pratik kullanımının ile açısız ve görsel sonuçların incelenmesinde önemli bir yer teşkil edeceği düşünmekteyiz. Bununla birlikte karşılaştırmaların (ilerleme/gerileme) takip edilmesinde hem açısız hem görsel etkin bir bakış açısı sağlayabilir.

APPA Bikefit programı fiziksel yapı ve bisiklet uyumluluğu analizinde pratik, detaylı bakış ve verilerin sayısallaştırılarak elektronik ortamda kayıt alınması ile bu alanda çalışma yapacak bilim insanlarına bir bakış açısı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

KAYNAKÇA

- Bateman, J. (2014). Influence of positional biomechanics on gross efficiency within cycling. *Journal of Science and Cycling*, 3(2), 4-4
- Bikeitalia.it - Bici e ciclismo
- Bini, R. R., Hume, P. A., & Kilding, A. E. (2014). Saddle height effects on pedal forces, joint mechanical work and kinematics of cyclists and triathletes. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 44-52. doi:10.1080/17461391.2012.725105
- Bini, R., Daly, L., & Kingsley, M. (2020). Changes in body position on the bike during seated sprint cycling: Applications to bike fitting. *European journal of sport science*, 20(1), 35-42.
- Bouché, R. T., Vincent, P. M., & Sullivan, K. (2006). Bike fit evaluation: can it help diagnose and prevent cycling injuries. *Podiatry Today*, 19(12), 28-34.
- Bouché, R. T., Vincent, P. M., & Sullivan, K. (2006). Bike fit evaluation: can it help diagnose and prevent cycling injuries. *Podiatry Today*, 19(12), 28-34.
- Burt, P. (2014). *Bike Fit: Optimise your bike position for high performance and injury avoidance*. A&C Black.
- Daly, L., Bini, R., & Kingsley, M. (2018). Changes In Body Position On The Bike During Sprint Cycling: Applications To Bike Fitting. *ISBS Proceedings Archive*, 36(1), 782.
- Dettori, N. J., & Norvell, D. C. (2006). Non-traumatic bicycle injuries: A review of the literature. *Sports Medicine*, 36(1), 7-18. doi:10.2165/00007256
- Disley, B. X., & Li, F. X. (2014). Metabolic and kinematic effects of self-selected Q Factor during bike fit. *Research in Sports Medicine*, 22(1), 12-22.
- Ferrer-Roca, V., Roig, A., Galilea, P., & García-López, J. (2012). Influence of saddle height on lower limb kinematics in well-trained cyclists: static vs. dynamic evaluation in bike fitting. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(11), 3025-3029.
- Fonda, B., Sarabon, N., & Li, F. X. (2014). Validity and reliability of different kinematics methods used for bike fitting. *Journal of sports sciences*, 32(10), 940-946.
- Fronczek-Wojciechowska, M., Kopacz, K., Kosielski, P., & Padula, G. (2016). Optoelectronic analysis of cyclists' position before and after a bike fit: A case study of a professional women's cycling team.
- Gatti Omar, Martiniani Giuliano, Gaffurini Paolo, Introduction to cycling biomechanics and bikefitting, (Cycling technician, specialized in mechanics, biomechanics and bikefitting, physiotherapist, bikefitting consultant and postural re-education expert, Human Movement and Sport Science, with specific know-how in human motion capture and data science)
- Hamley, E. J., & Thomas, V. (1967). Physiological and postural factors in the calibration of the bicycle ergometer. *The Journal of physiology*, 191(2), 55-56.
- Hull, M., Hawkins, DA. 1990) Analysis of muscular work in multisegmental movements: application to cycling. In Winters JM, Woo S (Eds) Multiple Muscle Systems. Biomechanics and Movement Organisation.. London: Springer-Verlag.

- Iriberry, J., Muriel, X., & Larrazabal, I. (2008). The bike fit of the road professional cyclist related to anthropometric measurements and the torque of de crank. *The engineering of sport*, 7, 483-488.
- Murray, J., & Hébert-Losier, K. (2019). Bike fit practices do not match scientific evidence. In *Summer Research Scholarship Programme 2018/2019* (pp. 29-29).
- Peveler, W. W., & Green, M. (2010). The effect of extrinsic factors on simulated 20-km time trial performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3265-3269.
- Peveler, W., Bishop, P., Smith, J., Richardson, M., & Whitehorn, E. (2005). Comparing Methods For Setting Saddle Height In Trained Cyclists. *Journal of Exercise Physiology Online*, 8(1).
- Priego Quesada, J. I., Pérez-Soriano, P., Lucas-Cuevas, A. G., Salvador Palmer, R., & Cibrián Ortiz de Anda, R. M. (2017). Effect of bike-fit in the perception of comfort, fatigue and pain. *Journal of sports sciences*, 35(14), 1459-1465.
- Ramachandran, P., Konz, S., Marcello, J., & Reid, J. (1983, October). The Effect of Bicycle TOE Clips and Seat Modifications. In *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting* (Vol. 27, No. 8, pp. 671-673). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Silberman, M. R., Webner, D., Collina, S., & Shiple, B. J. (2005). Road bicycle fit. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 15(4), 271-276.
- Swart, J., & Holliday, W. (2019). Cycling Biomechanics Optimization—the (R) Evolution of Bicycle Fitting. *Current sports medicine reports*, 18(12), 490-496.
- Wadsworth, D. J., & Weinrauch, P. (2019). The role of a bike fit in cyclists with hip pain. a clinical commentary. *International journal of sports physical therapy*, 14(3), 468.
- Wang, E. L., & Hull, M. L. (1997). Minimization of pedaling induced energy losses in off-road bicycle rear suspension systems. *Vehicle System Dynamics*, 28(4-5), 291-306.
- Wozniak Timmer, C. A. (1991). Cycling biomechanics: a literature review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 14(3), 106-113.