



EĞİM ANTRENMANLARININ SPRINT KOŐU PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Emel etin¹

ÖZET

Koőu performansının geliştirilmesi üzerine yapılan birçok çalışma, herhangi bir eğimin olmadığı yzelerde koőu sırasında alt ekstremite kinematiğini anlamak üzerine kurulmuştur. EĐimli yzelerde yapılan sprint çalışmalarının antrenman programlarına eklenmesi ile birlikte, adım parametrelerinin koőunun her bir evresindeki katkıları daha iyi anlaşılmıştır. Farklı eĐim derecelerinin performansa olan etkisinin bilinmesi etkili ve pratik bazı antrenman yntemlerinin uygulanmasına olanak verecektir. Son zamanlarda literatürde sıklıkla rastlanan bu yntemlerin ve spor bilimleri alanındaki son gelişmelerin ülkemizde yaygınlaşması, ülkemiz sporu açısından büyük önem taşıdığı dűřünölmektedir. Bu derlemenin amacı, farklı eĐim antrenman yntemlerinin farklı koőu performansları üzerine etkilerini yazılı kaynaklarda yer alan çalışma sonuçları ile özetlemek ve bu alanda çalışan araştırmacı, antrenör ve sporculara kullanabilmesi için önerilerde bulunmaktır.

Anahtar kelimler: Koőu, eğim koőuları, adım uzunluğu, adım frekansı, performans

EFFECTS OFSLOPE TRAINING ON SPRINT RUNNING PARAMETERS

ABSTRACT

A great number of studies conducted on developing running performance have been built on understanding the lower extremity kinematics while running on surfaces where there is no slope. With the addition of sprints on sloped surfaces to the training programs, the contributions of stride parameters to every stage of sprint have been better understood. Knowing the effect of different slope degrees on performance will enable the application of some effective and practical training methods. The fact that these methods which are frequently seen in literature recently and the recent developments in the field of sport sciences have become commonplace in our country is thought to be very important in terms of sport in our country. The purpose of this review is to summarize the effects of different slope training methods on different sprint performances through the results of studies in written sources and to make suggestions to researchers, coaches and athletes working in the field.

Keywords: Running, slope surface running, stride length, stride frequency, performance

GİRİŐ

İnsan hareketlerinin döngüsel bir formu olan sprint, maksimum hızla ilerleyen koőu adımlarından oluşur. Sprint performansını etkileyen faktörlerin araştırılması yıllar boyunca devam etmiştir. Biomekanik açıdan bakıldığında, sporcunun adım frekansı (AF), adım uzunluğu (AU), ayağın yerle temas süresi ve havada kalma süresi sprint performansını etkileyen en önemli parametrelerdir [1-3].

¹Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Faköltesi, Dumlupınar Bulv. 07058 Kampüs Antalya, emelcetin@akdeniz.edu.tr

Başarılı bir sprint koşu performansı, iyi bir çıkış yeteneği, maksimum koşu hızı ve dayanıklılık gerektirir. Özellikle 100 m koşusunda yarışın son metrelerinde, hızdaki azalma ve yorgunluğa karşı ortaya çıkan çaba, koşu stratejisi olarak tanımlanmaktadır [4]. Koşu sırasında hız, adım uzunluğu (AU) ve adım frekansı (AF) ile belirlenir. Optimal koşu hızı AF ve AU arasındaki optimal oran ile ortaya çıkar [5]. AU'nun ve AF'nın, en azından belirli hızlarda hızın doğrusal olarak artmasıyla arttığı bilinmektedir. Ayrıca koşu sırasında yer temas süresinin ve havada kalma süresinin artan hızla birlikte azaldığı da gösterilmiştir [6]. Bu durumda performansın her evresinde bu iki faktörün birbiri ile olan etkileşimi sonucu hız değişir. Çünkü AU ve AF birbiri ile negatif korelasyon gösteren iki parametredir [7]. Her iki parametre bireyin morfolojik ve fizyolojik özellikleri, motor yetenekleri ve enerji kapasiteleri ile bireysel olarak ilişkilendirilir. AU genel olarak sporcunun boyuna ya da bacak uzunluğuna bağlı iken AF öncelikle kortikal ve subkortikal düzeyde işlev gören merkezi sinir sistemine bağlıdır ve genetik olarak belirlenmiştir [3,7].

Maksimal koşu hızına erişmede AU'nun ya da AF'nın hangisinin daha önemli olduğu konusu tartışmalı bir konudur. Daha önce yapılan çalışmalarda AU'nun daha etkin olduğunu belirten araştırmaların yanı sıra, AF'nın koşu hızını belirleyen etken olduğunu savunan çalışmalar da bulunmaktadır [5].

100 m koşusunda hız profili 4 evrede incelenir: ıkış, ivmelenme, maksimal hız ve süratte devamlılık-yavaşlama evreleri. ıkış evresinde AF'nın etkisi daha fazla iken maksimal hız evresinde AU daha ön plandadır. Birçok sporcu yarışın son metrelerinde AU'larını arttırmaya çalışmalarına karşın, AU'nun koşu hızına maksimum katkısı 50-80 m aralığında olduğu kaydedilmiştir. Farklı koşu evrelerinde AU ve AF özelliklerinin maksimum hız etkisinin incelendiği birçok çalışmaya rastlamak mümkündür [5,7-10]. Farklı antrenman yöntemleriyle sprint koşusunun bu iki önemli parametresinin gelişimi her zaman araştırma konusu olmuştur. Bu nedenle bu derlemenin amacı, bu antrenman yöntemlerinden biri olan eğim antrenmanlarının adım parametrelerine ve performansa olan etkisini yapılan çalışmalar işığında değerlendirmektir.

Tepe ıkış-tepe iniş (Uphill-downhill) antrenman yönteminin kullanımı

Koşunun her evresinde etkin olan bu adım parametrelerinin (AU ve AF) artışı koşu performansına da olumlu etki yapmaktadır. Bu amaçla, koşu performansını arttırmak için

farklı direnç antrenman içeriklerine sahip yöntemler geliştirilmiştir. Burada daha çok tepe çıkış ve iniş koşuları üzerine yapılmış çalışmalar inceleme konusu olacaktır.

Sprint koşusunu geliştirmek için en yaygın kullanılan antrenman yöntemlerinden birisi aslındadüz zemin üzerinde(0'de) uygulanan koşulardır. Ancak 1960'lı yıllardan itibaren sprinterler kombine tepe çıkış+ tepe iniş antrenman yöntemlerini kullanmaya başlamışlardır. Milakov ve ark, (1962), tepe iniş antrenmanın AU ve AF'nı arttırmada önemli olduğunu, tepe çıkış antrenmanın ise bacak kuvvetini ve süratte devamlılığı geliştirdiğini belirtmiştir [11].

Ancak son zamanlarda farklı eğimlerde yapılan tepe çıkışı ve tepe iniş antrenman yöntemlerinin de koşunun kinematik özelliklerini değiştirdiği gösterilmiştir [12].Düz yüzeylerde koşu için sporcuların en az düzeyde metabolik tüketim sağlayacak şekilde bir teknik kullandıkları ileri sürülmüş, artan eğime yanıt olarak, metabolik değişkenlerin arttığı gözlenmiştir [13]. Metabolik değişkenlerdeki artışlarla da ilişkili olarak, AF'nda %2'lik bir artış (%0.0-%2 arasında eğimde) ve AU'nda ise %4.8'lik bir azalma (% 0 ile -%7 arasındaki eğimde) grlmştir. AF'nin artmasıyla birlikte yerle temas zamanında da artma meydana gelmektedir. Bununla birlikte, yüzeyin eğimi değiştirildiğinde sporcular optimum metabolik etkinliği elde etmek için mekanik değişkenleri modifiye etmek durumundadırlar. Ayağın yerle teması, ayağın yerleşimi ve eğim hakkında dış faktörlerle iletişimi sağlamak için bir araç olarak da işlev görmektedir. Yerle temas zamanının mekanik ve metabolik performans üzerine etkisi, alt ekstremite kas aktivasyonunun süresi ve büyüklüğü ile belirlenebilir. Yerle temas evresinde, alt ekstremite ekstansörlerinin (vastusmedialis, rectusfemoris, biceps femoris ve gluteus majör)artan faaliyetini, sadece mekanik olarak değil, aynı zamanda sensorimotor etkinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Ayak teması ile birlikte mekanik olarak yer tepki kuvveti % 2'lik bir eğimde % 5.19 artarken, % 7'lik bir eğimde % 12.06'lık bir artış sağlamıştır. Bu, tepe çıkışı sırasında yukarı doğru ivmelenmeyi oluşturmak için vücut ağırlılığının daha fazla dikey kuvvet geliştirmesi gereğini ortaya koymaktadır [14].Tepe ıkışı sabit hızdaki koşu esnasında, artan AF'nin ve azalan AU'nun altında yatan sebepler hala iyi belirlenmemiştir. Ancak eğim koşularından tepe çıkışı koşuları AU'nu arttırma amacıyla, tepe iniş koşuları ise AF'nı arttırmaya yönelik olarak kullanılmaktadır. Tepe ıkışı yapılan antrenmanların, sporcunun adım uzunluğunu arttırmak için kalça ekstensör kaslarına binen yük miktarını arttırdığını, bunun ise yatay zeminde gerçekleştirilen sprint performansı sırasında sporcunun oluşturacağı itici gücü arttırarak, sonuçta adım uzunluğunu arttırmada

etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu nedenle bu yöntemlerin, AF ve AU değişkenleri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu düşüncesi ile sıklıkla kullanılmaktadır [15].

Eğim derecesi

Yatay zeminde koşu ile tepe iniş-çıkış arasında mekanik değişkenler açısından farklılıklar olduğu açıktır. Araştırmalar, tepe çıkışı koşuların artan metabolik tüketim ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Metabolik tüketimin artmasıyla birlikte, tepe çıkışı sırasında elde edilen sabit hızın korunması için AF'da artma ve AU'da azalmanın meydana geldiği ortaya koyulmaktadır. Eğim koşularında, kullanılan eğimin derecesi, sprint performansı açısından önem taşımaktadır. Literatürde, sprint performansını arttırmak üzere 2° ile 6.9° arasında eğim kullanılarak elde edilen sprint performansına ilişkin sonuçlara rastlamak mümkündür [16-18].

Kunz ve Kaufmann, 3°'lik bir yüzeyde tepe inişi olarak uygulanan sprint antrenmanının, sprint süresini %5.4 kısalttığını, yatay koşu hızını ise 0.5 m.s⁻¹ arttırdığını ortaya koymuştur [17]. Paradisis ve ark. ise, tepe inişi 3° aı kullanılarak uygulanan 8 haftalık antrenman ile, sporcu bireylerde koşma hızının %4.7, AF'nın ise %4.8 oranında arttığını göstermişlerdir [15]. Kunz ve Kaufmann, 3° eğim kullanılarak uygulanan tepe çıkışı koşuların, yatay yüzeyde uygulanan antrenman programına göre koşma hızını yavaşlattığını, AU'nu kısalttığını ve ayağın yerle temas sreni uzattığını göstermişlerdir. Tepe ıkışı antrenmanların, sporcunun AU'larını arttırmak için kalça ekstensör kaslarına binen yük miktarını arttırdığını, bunun ise yatay zeminde gerçekleştirilen sprint performansı sırasında sporcunun oluşturacağı itici gücü arttırarak, sonuçta AU'nu arttırmada etkili olduğu ileri sürülmüştür [17]. 4° eğim kullanılarak yapılan bir diğer kombine (tepe çıkışı + tepe inişi) alışmada, 100 m sprint performansının arttığı ve bu artışın sürate devamlılık evresinde AU'dan kaynaklandığı belirlenmiştir. 8 hafta yapılan kombine antrenman (tepe çıkışı + tepe inişi) sonrasında, elde edilen maksimum hızın korunmasında bu yöntemin, geleneksel yatay düzlemde yapılan antrenman yöntemine göre, daha etkili olduğu bulunmuştur. Kombine antrenman yönteminin maksimal hız üzerindeki bu etkisinin AU'ndaki olumlu değişikliklerden, dolayısıyla 4°'lik tepe çıkış antrenmanının kalça ekstensör kasları üzerindeki olumlu etkisinden, kaynaklandığı belirlenmiştir [19].

Eğim antrenmanlarının farklı koşu evrelerine etkisi

Eğim koşularının dahil olduğu antrenman programlarının farklı koşu mesafelerinde sprint performansı üzerine etkilerini inceleyen sınırlı sayıda araştırma vardır [12,15,16,20-22]. Ancak var olan araştırmaların, sprint performansının ilk 60m'lik bölümündeki etkileri üzerine odaklandığı, yani ivmelenme evresi ve maksimal sürat evresinin bir bölümü üzerine etkilerinin incelendiği görölmektedir. Bu çalışmalarda tepe çıkışı, tepe inişi ve kombine yöntemler kullanılarak çalışmaların 30, 45 ve 60m'lik ivmelenme evrelerindeki değişkenler üzerine odaklanıldığı görölmektedir [12,23]. Bu evrede ortaya çıkan hızdaki artış, maksimal hıza ulaşma mesafesini en aza indirmek açısından önemli olduğu gibi, ulaşılan bu maksimal hızın uzun süre korunabilmesi için de iyi bir göstergedir. İvmelenme evresinde etkili olan kinematik faktörlerin süratte devamlılık evresinde de olumlu ya da olumsuz etkileri olacağı muhakkaktır.

Paradis ve arkadaşlarının 54 beden eğitimi öğrencisinin katılımıyla yaptığı çalışmada katılımcılar kombine antrenman grubu(tepe çıkışı ve tepe inişi antrenmanı beraber uygulayan grup), yatay antrenman grubu(eğimin olmadığı yatay yüzey) ve kontrol grubu olarak üç gruba ayrılmıştır. 8 haftalık antrenman programı sonrasında, kombine antrenman grubunda, yatay antrenman grubuna göre, 35 m sprint testinde koşu hızında (%4.3), AF'nda (%4.3), yerle temas süresinde (%-5.1) istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler bulunmuştur. Kombine antrenmanın geleneksel yatay antrenmana göre koşu hızını ve kinematik özellikleri geliştirmede daha etkin olduğu belirtilmiştir [12].Ayrıca benzer bir çalışmada, kombine antrenman programının diz fleksör kaslarının izometrik kuvvetinde (%7.1) ve kuvvet üretiminde (~%25) istatistiksel olarak anlamlı gelişme belirlenmiştir [21]. Padulo ve ark. (2012)'nin elit ve amatör maraton koşucularında %0, %2 ve %7 eğimle koşu bandında yaptıkları çalışmada, adım parametrelerinin (AU, AF ve havada kalma süresi, yer temas zamanı) sadece koşu hızından değil aynı zamanda eğimin artması ile de değiştiği belirlenmiştir [6]. 3° eğim ile sprint koşu antrenmanlarının etkisinin incelendiği bir başka çalışmada, kombine antrenman yönteminin (tepe çıkış + tepe inişi), 8 hafta sonunda, geleneksel yatay antrenman yöntemine göre, maksimal koşu hızının geliştirilmesinde daha etkili olduğu belirlenmiştir [15].

Farklı mesafelerde farklı antrenman yöntemleri ile yapılan çalışmaların derlemesi tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Farklı eğimlerde yapılan çalışmaların sprint performansına etkisini inceleyen araştırmalar ((+): tepe çıkışı, (-): tepe inişi)

Yayın	Araştırma grubu	Eğim derecesi	Sonuç
Padulo ve ark, (2016) [24]	18 erkek sporcu	±5° eğimli yüzey	Futbol oyuncularında tekrarlı sprint ve ivmelenme yeteneğini geliştirdi.
Paradisis ve ark, (2015) [25]	12 elit sprinter	±3° eğimli yüzey	Kombine tepe çıkışı + tepe inişi antrenmanı yapan grupta koşu hızı %4.8 arttı(p<.05).
Itraju ve Kumar, (2015) [26]	20 erkek	Eğim belirtilmemiş	13-14 yaş grubu için yapılan 12 hafta tepe iniş-tepe çıkış antrenmanı ile sprint sürati gelişti (p<.05).
Padulo ve ark, (2013) [14]	18 elit erkek koşucu	Treadmillde koşu %0, +%2, +%7 eğimli yüzey	Eğim %0'dan %7'ye arttıkaça, AU %4 azalmasına rağmen, AF %4, yer tepki kuvveti %12 ve metabolik tüketim %53 oranında arttı(p<.05).
Paradisis ve ark, (2013) [23]	24 erkek katılımcı	+3° eğimli yüzey	Kombine tepe iniş + tepe çıkış antrenmanı yapan grupta, - Maksimal izometrik kuvvet %7.1 arttı(p<.05). - Diz fleksör kaslarının kuvvet üretimi ~%25 arttı(p<.05). - Maksimum koşu hızı 55.9 arttı (p<.05).
Padulo ve ark, (2012) [6]	8 elit 8 amatör maraton koşucusu	Treadmillde koşu %0, +%2, +%7 eğimli yüzey 5 farklı hız protokolü 3.89, 4.17, 4.44, 4.72, 5.00 m.sn ⁻¹	Koşu performansında sporcunun tercih ettiği optimum AU ve AF, hem hız protokolleri için hem de farklı eğimler için değişiklik gösterdi.
Snyder ve ark, (2011) [27]	9 erkek koşucu	±3° eğimli yüzey	AF, tercih edilen AF'nin altında ve üzerinde değişti. Eğimle birlikte, metabolik değişim ve AF arasındaki ilişki değişmedi.
Telhan ve ark, (2010) [28]	19 erkek sporcu	Treadmillde koşu, 3.13 m.sn ⁻¹ +4°, 0°, -4° eğimli yüzey	Dizde oluşan gücün emiliminde (tepe inişi eğimin artmasıyla) ve kalça güc (artan eğimle) değerinde değişiklikler görölmüştür. Dikeyyertepki kuvvetinin etkisi, sadece azalan eğimle, koşma süresi boyunca arttı (p<.05).
Paradisis ve ark, (2009) [12]	54 beden eğitimi ve spor öğrencisi	+3° eğimli yüzey	35 m sprint testinde kombine (tepe çıkışı + tepe inişi) antrenman grupta koşu hızı (4.3%), AF (4.3%), temas süresi (-5.1%), adım süresi (-3.9%) gelişti(p<.05).

Tablo 1 (devamı)

Yayın	Araştırma grubu	Eğim derecesi	Sonuç
Ebben ve ark, (2008) [16]	44 erkek sporcu	2.1°, 3.3°, 4.7°, 5.8°, ve 6.9° eğimli yüzeyler	40 yard sprint performansında, akut sürat ve ivmelenmenin iyileştirilmesi için eğim derecesi yaklaşık 5.8° olmalıdır.
Paradisis ve Cooke (2006) [15]	8 erkek katılımcı	±3°'lik eğimli yüzeyde koşu	-Tepe çıkışı sürat koşusunda, AU yatay koşuya göre % 5.2 oranında azaldı, AF değişmedi. Koşu hızı 0.24m.s ⁻¹ azaldı(p<,05). -Tepe inişi sürat koşusunda, AU yatay koşuya göre % 7.2 arttı(p<.05). Koşu hızı % 9.2 arttı(p<,05).
Swanson ve Caldwell (2000) [13]	12 erkek katılımcı	Üç farklı durumda treadmill koşu: +% 30 eğimde 4.5 m.sn ⁻¹ hızda koşu 4.5 m.sn ⁻¹ hızda %0 eğimde koşu %0 eğimde aynı AF'da koşu	+% 30 eğimli koşuda AF 1.78 Hz arttı(%0 eğimli koşuya göre) +% 30 eğimde, salınım evresinde kalça fleksiyon ve ekstensiyonunda oluşan güç ve enerji daha büyük belirlendi.
Kunz ve Kaufmann (1981) [17]		+1.7° eğimde	Tepe çıkışı koşma hızını% 5 yavaşlattı (p<,05). Hızın arttırılması için 1.7°'den daha yüksek eğim kullanılmalı AU'da istenen iyileştirmeyi elde etmek için %3'ten daha büyük eğim kullanılmalı.

SONUÇ

Sprint performansını arttırmak üzere planlanan antrenman programlarının pek çoğunun, sporcunun maksimal hızını arttırmaya yönelik olarak hazırlandığı görölmektedir. Oysa sporcunun ivmelenmesi ve maksimal sürati devam ettirme yeteneği de, sporcunun ulaştığı maksimal hız kadar önemli ölçüde performansını belirlemektedir. İvmelenmenin, vücudun kalça, diz ve ayak bileğini hareket ettiren kaslarının kuvvetiyle doğru orantılı olarak arttığı gösterilmiştir [8]. Özellikle kalça fleksör (iliopsoas, rektusfemoris) ve ekstensörleri (gluteus ve hamstring kasları), kuadriseps femoris ve ayak bileği plantar fleksör (gastroknemius ve soleus) ve ekstensör kasları (tibialis anterior, ekstensör hallusislongus), sprint performansında yapılan adımlama hareketinin farklı dönemlerinde artan vücut direncinin yenilmesinde önemli rol oynamaktadır. Shaver (1970) kuvvette meydana gelen artışın hız gelişimini ortaya çıkardığını belirtmektedir [29]. Eğimli yüzeylerde yapılan sprint antrenmanları çalışan kaslar üzerine yatay düzlemde yapılanlara göre daha fazla iş yükü oluşumuna neden olduğu için kuvvet gelişimi de daha fazla olacaktır. Kuvvet gelişiminin fazla olmasına bağlı olarak eğimli yüzeylerdeki sprint çalışmaları sonunda sprint performansında yatay düzlemdeki sprint çalışmalarından daha fazla bir gelişim elde edilebilmektedir.

Tepe çıkışı çalışmalarında konsantrik olarak artmış bir iş yükü söz konusu iken, tepe iniş çalışmalarında eksantrik artmış bir iş yükü söz konusudur. Bu iki kas kasılma türünün kuvvet kazanımlarını karşılaştıran çalışmalar incelendiğinde; Bishop ve arkadaşları (1991), eksantrik kas çalışması ile yapılan kuvvet antrenmanlarının kuvveti konsantrik kas çalışmalarından daha fazla geliştirdiğini bulmuşlardır [30]. Benzer bir çalışmada Roig ve arkadaşları (2009), mekanizmaların anlaşılması için daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmasıyla birlikte, eksantrik çalışmaların konsantrik çalışmalardan daha fazla kuvvet ve hız kazanımı sağladığını bildirmişlerdir [31]. Kas çalışma türü yönünden kuvvet kazanımlarına ilişkin çalışma sonuçları doğrultusunda eğimli yüzeylerde yapılan sprint antrenmanları artmış iş yüküne bağlı olarak kuvvet gelişimini desteklemektedir.

Bu parametreleri geliştirmek üzere uygulanan eğitim koşuları, uygulanabilir, kolay ve ucuz olduğu için antrenörler tarafından tercih edilmektedir. Eğitim koşularında, kullanılan eğimin derecesi, sprint performansı açısından önem taşımaktadır. Literatürde, sprint performansını arttırmak üzere 2-6.9° arasında değişen eğitim ile elde edilen sonuçlara rastlamak mümkündür [16-18]. Kombine antrenmanların (tepe iniş + tepe çıkış), 30 m, 40 m,

60m ve 100 m sprint performanslarını iyileştirdiği belirlenmiş, bu iyileşmenin kořu adım parametrelerinden (AU ve AF) kaynaklandığı ortaya konmuştur. Bazı yazarlar AF'nin sprint koşusunda sūrati sınırlayan bir faktör olduğunu [8,32,33], bazıları da uzun AU'nun daha önemli olduğunu [7,34,35,36] belirtmesine rağmen, kombine antrenman yönteminin, 100 m kořu performansının sūratte devamlılık evresinde kořu hızına sağladığı katkının AU'ndan kaynaklandığı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir [19].

KAYNAKLAR

1. Brüggemann GP, Glad B. Biomechanical analyses of the jumping events: Time analysis of the sprint and hurdle events. In: IAAF Scientific Research Project at the Games of the XXIVth Olympiad – Seoul, Final Report. IAAF, Monaco, 1988
2. Ferro A, Rivera A, Pagola I, Ferreruella M, Martin A, Rocandio V. Biomechanical analysis of the 7th World Championships in Athletics Seville 1999. *New Stud. Athl.* 2001;16:25-60
3. Babić V, oh M, Dizdar D. Differences in kinematic parameters of athletes of different running quality. *Biology of Sport*, 2011;28(2):115-121, doi:10.5604/946493
4. Debaere S, Jonkers I, Delecluse C. The contribution of step characteristics to sprint running performance in high level male and female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2012; 27(1):116-124, doi: 10.1519/JSC.0b013e31825183ef
5. Chatzilazaridis I, Panoutsakopoulos V, Papaikovou G. Stride characteristics progress in a 40-m sprinting test executed by male preadolescent, adolescent and adult athletes. *Biology of Exercise*, 2012; 8(2): 58-77, doi:10.4127/jbe.2012.0060
6. Padulo J, Annino G, Migliaccio GM, D'ottavio S, Tihanyi J. Kinematics of running at different slopes and speeds. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2012; 26(5):1331–1339, doi: 10.1519/JSC.0b013e318231aafa
7. Hunter JP, Marshall RN, McNair PJ. Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine Science Sports and Exercise.* 2004; 36:261-271, doi:10.1249/01.MSS.0000113664.15777.53
8. Mero, A, Komi, PV, Gregor, RJ. Biomechanics of sprint running. *Sports Medicine.* 1992; 13:376-392
9. Mero A, Komi PV. Effect of supra maximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *International Journal of Sport Biomechanics.* 1985; 1: 240–252, doi: 10.1123/ijbsb.1.3.240
10. Luhtanen R, Komi PV. Mechanical factors influencing running speed. [w:] Assmussen, Jorgensen (red.), *Biomechanics VI-B. International Series on Biomechanics.* 2B, 1978:23–29
11. Milakov M, Cox V. Improving speed by training on sloping surfaces. *Track Technique.* 1962; 8:254–255.
12. Paradisis GP, Bissas A, Cooke, CB. Combined uphill and downhill sprint running training is more efficacious than horizontal. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2009; 4:229-243, doi:10.1123/ijsp.4.2.229
13. Paradisis GP, Cook CB. The effects of sprint running training on sloping surface. *National Strength and Conditioning Association, Journal of Strength and Conditioning Research.* 2006; 20(4):767-777, doi:10.1519/R-16834.1

14. Ebben WP, Davies JA, Clewien RW. Effects of degree of Hillslope on acute downhill running velocity and acceleration. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2008; 22(3): 898-902, doi:10.1519/JSC.0b013e31816a4149
15. Kunz H, Kaufmann D. Biomechanics of hills printing. *TrackTech*. 1981; 82: 2603-2605
16. Dintiman G, Ward RW, Tellez T. *Sports speed*, 2nd Ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998
17. Hindistan İ.E. Eđim antrenmanlarının sprint performansının sūratte devamlılık evresi ūzerine etkilerinin incelenmesi. Akdeniz Ūniversitesi Sađlık Bilimleri Enstitūsū, Yayınlanmamıř DoktoraTezi, 2015
18. Arakawa K. Biomechanical study on downhill running for sprint training. *Research Reports of Kanagawa Institute of Technology*, 1993; A-17:1-4
19. Baron B, Deruele F, Molullan F, Dalleau G, Verkindt C, Noakes TD. The eccentric muscle loading influences the pacing strategies during repeated downhill sprint intervals. *European Journal of Applied Physiology*. 2009; 105(5):749-757, doi:10.1007/s00421-008-0957-6
20. Paradisis GP, Cooke CB. Kinematic and postural characteristics of sprint running on sloping surface. *Journal of Sports Sciences*. 2001; 19:149-159, doi:10.1080/026404101300036370
21. Paradisis GP, Bissas A, Cooke CB. Changes in leg strength and kinematics with uphill-downhill sprint training. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2013; 8(3):543-556, doi:10.1260/1747-9541.8.3.543
22. Padulo J, Ardigo LP, Attene G, Cava C, Wong DP, Chamari K and et al. The effect of slope on repeated sprint ability in young soccer players. *Research in Sports Medicine*. 2016; 24:4, 320-330, doi: 10.1080/15438627.2016.1222276
23. Paradisis GP, Bissas A, Cooke CB. Effect of combined uphill-downhill sprint training on kinematics and maximum running speed in experienced sprinters. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2015; 10(5):887-897
24. Itraju GR, Kumar GV. Efficet of uphill-downhill sprinting and sled sprinting on acceleration speed and maximum speed of 13-14 years boys. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 2015; 2(1):150-152
25. Padulo J, Powell D, Milia R, Ardigo LP. A paradigm of uphill running. *PLoS ONE*, 2013; 8(7): e69006. doi:10.1371/journal.pone.0069006
26. Snyder LK, Farley CT. Energetically optimal stride frequency in running: the effects of incline and decline, *The Journal of Experimental Biology*, 2011; 214(Pt 12):2089-2095, doi: 10.1242/jeb.053157
27. Telhan, G, Franz JR, Dicharry J, Wilder, RP, Riley PO, Kerrigan DC. Lower limb joint kinetics during moderately sloped running. *Journal of Athletic Training*, 2010; 45(1):16:21
28. Swanson SC, Caldwell GE. An integrated biomechanical analysis of high speed incline and level treadmill running. *Medicine Science Sports Exercise*, 2000; 32(6):1146–55.
29. Shaver LG. Effects of training on relative muscular endurance in ipsilateral and contralateral arms. *Medicine Science in Sports*. 1970; 2(3):172-175
30. Bishop KN, Durrant E, Allsen PE, Merrill G. The effect of eccentric strength training at various speeds on concentric strength of the quadriceps and hamstring muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1991; 13(5):226–230 doi: 10.2519/jospt.1991.13.5.226
31. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, Reid WD. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy

- adults: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 1991; 43(8): 556-568.
32. Mackala K. Optimisation of performance through kinematic analysis of the different phases of the 100 metres. *New Studies in Athletics*. 2007; 22(2): 7-16
33. Chu D, Korchemny R. Sprinting stride actions: Analysis and evaluation. 6. *National Strength & Conditioning Association Journal*. 1989, 11:6-9
34. Armstrong L, Costil LD, Gehlse D. Biomechanical comparison of university sprinters and marathon runners. *TrackTec*. 1984; 87:2781–2782
35. Summers RL. Physiology and biophysics of the 100 m sprint. *News in Physiological Sciences*. 1997; 12: 131-136
36. Shen W. The effects of stride length and frequency on the speeds of elite sprinters in 100 meter dash. *Biomechanical Proceedings of XVIII International Symposium of Biomechanics in Sports*. 2000; 333-336.