

Yüzme Sporunda Çıkış Aşaması: Biyomekaniksel Yaklaşım

Ayşegül ATLI¹, Bahar KÜLÜNKOĞLU²

DERLEME / REVIEW

¹Ankara Üniver sitesi,
Haymana SHMYO, Terapi
ve Rehabilitasyon Bölümü,
Ankara, Türkiye

²Ankara Yıldırım Beyazıt
Üniversitesi, Sağlık
Bilimleri Fakültesi,
Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Bölümü,
Ankara, Türkiye

Sorumlu Yazar: Ayşegül
ATLI

Orcid ID: 0000-0003-4879-
1553

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 05.03.2021

Kabul Tarihi: 20.04.2021

Online Yayın Tarihi:
28.04.2021

Doi: 10.38021/asbid891634

Öz

Yüzme sporunda santisaniye gibi saniyeden daha küçük zaman aralığında performans değerlendirilerek yüzücünün en kısa sürede mesafeyi tamamlaması amaçlanmaktadır. Çıkış, stil yüzme, dönme ve bitirme aşamalarında; çıkış aşamasının performansı diğer aşamalara etki ederek sporcunun skorunda önemli değişikliklere neden olmaktadır. Özellikle kısa mesafeli olimpiyat yarışlarındaki sporcuların analizlerinde ilk 15 m'lik çıkış aşamasının skoru büyük oranda etkilediği ve madalya kazanı değiştirdiği görülmüştür. Performansı artırmak için çıkış biyomekaniklerinin üç aşaması olan blok, uçuş ve su altına etkileyen kuvvetler ayrı ayrı öneme sahiptir. Blok aşamasında üretilen momentin uçuş aşamasında sporcunun daha ileriye gitmesini sağlayarak sualtı aşamasında erken geçiş ile sporcu daha az dalga ve türbülans kuvvetine maruz kalmaktadır. Böylelikle çıkış aşamasında 15 m'lik mesafede sporcu zaman ve hız bakımından avantaj sağlayarak yüzme aşamasına daha hızlı geçmektedir. Yüzücünün performansını etkileyen çıkış biyomekaniklerinde; reaksiyon zamanı, blokta oluşturulan itme kuvveti, uçuş aşamasındaki vücudun stabilitesi, suya giriş sırasında yüzey gerilim kuvveti, sualtında sürtünme kuvveti, sürüklenme kuvveti, türbülans ve dalga kuvveti birçok çalışmada ele alındığı basınç farkı kuvvetinin ise biyomekanik analizini yapmak diğer spor branşlarına göre (karada yapılanlara göre) daha zor olduğu literatürde yer almaktadır. Bu nedenle literatürde tüm parametreleri içeren çalışmalar yerine birkaç parametreyi değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı aşamaların kendi içinde dinamiklerinin değerlendirilerek bütün bir çerçevede ele alınması ve sporcunun performansını geliştirmede bakış açısı oluşturmaktır.

Anahtar kelimeler: Biyomekanik, Çıkış, Spor, Yüzme

Start Phase in Swimming Sport: Biomechanical Approach

Abstract

In swimming, it is aimed that the swimmer will complete the distance in the shortest time possible by evaluating the performance in a time interval smaller than centiseconds, such as. In the exit, style swimming, turning and finishing stages; The performance of the starting stage causes significant changes in the athlete's score by affecting other stages. In short-distance races, the exit stage covers almost half the time of swimming. Especially in the analysis of the athletes in the short distance Olympic races, it was seen that the first 15m exit stage greatly affected the score and changed the medal boiler. In order to improve performance, forces affecting the three stages of the exit biomechanics: block, flight and underwater should be evaluated separately. Thus, after these stages affecting each other, after the first 15 m when the swimming style begins By enabling the athlete to go further during the flight phase of the moment produced in the block stage, the athlete is subjected to less wave and turbulence force with early transition in the underwater stage. Reaction time affecting the performance of the swimmer, pushing force created in the block, stability of the body in flight stage, surface tension force during water entry, friction force underwater, drag force, turbulence and wave force are not discussed in many studies, biomechanic analysis of pressure difference force is difficult in compaison to other sports branches (compared to those made on land). Therefore, there are studies in the literature that evaluate several parameters instead of studies containing all parameters. The aim of this study is to evaluate the dynamics of the stages within a whole framework and to create a perspective in improving the performance of the athlete.

Keywords: Swimming, Sport, Start, Biomechanics

Giriş

Yüzme: “kişinin su içerisinde belirli bir mesafeyi kat edebilmesi için yaptığı anlamlı hareketler bütünü olarak tanımlanmaktadır (Conti, 2015). Yüzme sporunda ise bu tanıma ek olarak “en kısa zamanda Fédération Internationale de Natation (FINA) tarafından konulan kurallar çerçevesinde” eklenmektedir (Vantorre, Chollet ve Seifert, 2014). Dolayısıyla kurallar tüm sporcular için sabit ve değişmez olduğundan zaman kavramı değer kazanmaktadır. Zamanı en optimal düzeyde kullanımını değerlendirmek için biyomekanik yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Fakat yüzme sporu bilimsel araştırma yapma bakımından diğer spor branşlarına göre çok daha zordur. Özellikle biyomekaniksel olarak değerlendirildiğinde sadece insan vücudunun hareketlerini değerlendirmek yeterli olmamaktadır aynı zamanda sporcunun vücuduna etki eden aerodinami ve hidrodinami kuralları da değerlendirmede yer almaktadır (Naemi ve Sanders, 2008). Aerodinamik kuralları bazı spor branşlarında yok kabul edilebilir düzeyde az biyomekaniksel olarak etki etmektedir. Ama hidrodinamik kuralları bu yok kabul edilebilir düzeyin çok üstünde sporcunun vücuduna etki ettiği için ve su altında etki eden kuvvetlerin analizinin karada yapılan sporlara göre zor olması bu alanda yapılan araştırmaları değerli kılmaktadır.

Yüzme sporcularında yapılan biyomekanik analiz için biyomekanik sensörlerinin vücut yüzeyinde pivot noktalara bağlanması, bu sensörlerden sağlanan sinyallerin alınması ve işlenmesiyle veriler elde edilmektedir. Su dışındaki zaman aralığında sensörler hava ortamında olduğu için herhangi bir ek materyale ihtiyaç duyulmamaktadır ama su içinde bu sensörlerin ya su geçirmez materyal ile kaplanması ya da bu özelliği olan sensörlerin kullanılması gerekmektedir. Bu durum da yüzme alanında yapılan araştırmaların maliyetini artırmaktadır (Ferreira, Barbosa, Costa, Neiva ve Marinho, 2016).

Yüzme sporunda çıkış biyomekaniği

İlk aşama olan çıkış aşaması yüzmenin diğer aşamalarını etkileyerek skor üzerinde önemli etkiye sahiptir. Büyük uluslararası yarışmalarda yapılan yarı analizlerinden elde edilen kanıtlar, daha hızlı başlama zamanları ile yarış süreleri arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir (Mason, Am ve J, 2006). Son zamanlarda olimpiyat yarışlarında çıkış sırasında faul yapmak sporcuyla yarıştan menetmektedir. Bu kural olimpiyat yarışlarında olmadığı dönemde sporcular daha çok yüzme sırasındaki stillerde avantaj sağlamaya çalışmaktaydılar. Kuralla birlikte çıkış aşamasında yapılan çalışmalar artarak bu aşamanın aslında çok önemli olduğu gözlemlenmiştir.

Hakemin başlama sinyali ile başlayan sporcunun seçtiği stilde yüzmeye geçtiği ana kadar geçen süre çıkış biyomekaniği içinde yer almaktadır. Yüzme sporunda çıkış biyomekaniği 3 aşamadan oluşmaktadır; blok aşaması, uçuş aşaması ve su altı aşaması olarak bu aşamalar isimlendirilmektedir. Genel olarak bakıldığında ise bir yüzme analizi çıkış aşaması, yüzme aşaması, dönme aşaması ve bitirme aşamasından oluşmaktadır. Yarışılan kategoriye göre bu aşamaların skoru

etkileme derecesi değişmektedir. 50 m yarışlarında çıkış aşaması süre bakımından yüzme zamanının yaklaşık yarısını oluştururken; 1800m gibi uzun mesafeli kategorilerde yarışan sporcuların yüzme zamanının sadece % 5 gibi az bir süresini kapsamaktadır (Gatta, Leban, Paderi, Padulo, Migliaccio ve Pau, 2014). Özellikle kısa mesafeli olimpiyat yarışlarındaki sporcuların analizlerinde ilk 15 m'lik çıkış aşamasının skoru büyük oranda etkilediği ve madalya kazanı değiştirdiği görülmüştür (Marinho, Barbosa, Neiva, Silva ve Morais, 2020).

Cinsiyet açısından yapılan çalışmalarda çıkış biyomekaniğinde erkek yüzücülerin kadınlara kıyasla kas kitlesi fazla olduğu için başlangıçta ortaya çıkan bileşke kuvvetin daha fazla olduğu fakat fizyolojik açıdan incelendiğinde laktat seviyesinin kadınlarda daha az olması ve yorgunluğun geç ortaya çıkmasına neden olarak performansı etkilediği bilinmektedir (Ferreira et al., 2015; Holfelder, Brown, ve Bubeck, 2013). Özellikle su altı aşamasında kadın yüzücülerde vücut yağ yüzdesinin fazla olması hidrodinamik torkun az olmasına ve yatay vücut hizalamasının daha iyi uyum sağlamasına neden olduğu bilinmektedir (Thanopoulos, Rozi, Okičić, Dopsaj, Jorgić, Madić, Batis, 2012).

Blok aşaması

Yüzücünün başlangıç sinyalinin ardından sonra harcadığı zaman ile ayaklarının başlangıç bloğundan ayrıldığı an arasında geçen süredir (Tor, Pease ve Ball, 2015c). Blok aşaması yüzmenin diğer aşamalarını etkilediği için burada geçen süreyi optimize etmek önemlidir. Bu sürenin kullanımında reaksiyon zamanının kısa olması ve yüksek itme kuvveti oluşturmak için kalan zamanın harcanması gerektiği yapılan araştırmalarda belirtilmiştir (Fischer ve Kibele, 2016). Kısa yarışlarda; başlama için yapılan küçük biyomekanik iyileştirmeler bile yüzücünün yarışı bitirme zamanını oldukça etkilediği bilinmektedir (Papic, Sinclair, Fornusek ve Sanders, 2019). Ayrıca sprint odaklı sporcular, mesafe sporcularından daha fazla güç üretme eğilimindedir ve bu da onların bloktan daha hızlı çıkmalarına olanak tanımaktadır (Balilionis, Nepocatych, Ellis, Richardson, Neggers ve Bishop, 2012).

Reaksiyon zamanı erkek ve kadın yüzücülerde farklılık gösterdiği gibi yüzücünün yarıştığı mesafe miktarı arttıkça reaksiyon zamanının da fazla olduğu olimpiyat yarışlarındaki analiz çalışmalarda belirtilmiştir (Garcia-Hermoso, Escalante, Arellano, Navarro, Domínguez, ve Saavedra, 2013). Kadın yüzücülerin reaksiyon zamanı açısından erkek yüzücülere göre daha dezavantajlı olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Garcia-Hermoso ve diğerleri, 2013).

Yüzücüler tarihsel gelişime bakıldığında olimpiyat yarışlarında farklı çıkış blokları kullanılmıştır. İlk olarak çıkış şekli geleneksel blok olarak adlandırılan ve bu aşamada gerekli itme kuvvetini oluşturmadığı görüşüyle şu an sporcular tarafından kullanımda olmayan bloktur (Garcia-Hermoso ve diğerleri, 2013). Geleneksel blokta yüzücü kolları geriye doğru bir daire içinde sallayarak öne doğru ivme kazanmaya çalışmaktaydı. Bu tekniğe sallanma başlangıcı adı verilmektedir. Daha sonra biyomekaniksel olarak avantaj sağlayarak bloktan daha hızlı çıkış yapmayı sağlayan kavrama (grab) çıkış tercih edilmeye başlamıştır. Kolların kepçe şeklinde çekme hareketi nedeniyle yüzücünün

çıkışının önemli ölçüde daha hızlı olmasına izin vermesinin nedeni olarak kütle merkezinin daha önde konumlanması, kol salınımının olmaması ve yatay yer değiştirmenin daha erken başlamasına izin vermesi yapılan araştırmalarda belirtilmiştir (Mourão, de Jesus, Roesler, Machado, Fernandes, Vilas-Boas ve Vaz, 2015).

Track çıkış tekniği grab çıkıştan sonra geliştirilmiştir. En büyük farkı bir ayak önde iken diğer alt ekstremite arkada yer almaktadır. Bu blok tasarımında arka plakta itme kuvveti daha fazla oluşturularak biyomekanik avantaj sağlamaktadır. Bloktan önce arka ayak sonra da öndeki ayak ayrılmakta böylece öne doğru daha fazla ivmelenme görülmektedir (Vantorre, Chollet ve Seifert, 2014; Welcher, Hinrichs ve George, 2008). 8-9 yaş kadın sporcularda yapılan çalışmada boy, bacak ve kulaç uzunlukları ile track çıkış mesafesi arasında pozitif yönde anlamlı ilişki olduğu sonucuna ulaşılmış ve depar taşı ile suya uzanma arasındaki mesafede önemli olduğu belirtilmiş (Baydemir, Selçuk. ve Aksoy, 2019)

Robert ve ark. grab ve track çıkışını ön plak ağırlıklı ve arka plak ağırlıklı olarak değerlendirdiklerinde ön ağırlıklı çıkış diğerlerine göre sporcunun daha erken ayrıldığını belirtmişlerdir (Welcher ve diğerleri, 2008). Arka ağırlıklı başlangıçta ise sporcunun daha yüksek yatay hıza ulaştığı belirtilmiştir. Bu iki çıkış arasındaki fark ise arka plaktan itme kuvvetinin fazla olması ön ağırlıklı çıkışta ise vücut kütle merkezinin daha önde konumlanmasıdır (Robert L. Welcher, Richard N. Hinrichs, ve Thomas R. George, 2008). 2008 yılında FINA tarafından onaylanan 'kick' çıkış bloğunda diğer bloklara göre 30 derecelik eğim vardır. Bu eğim sayesinde yapılan çalışmalarda blok zamanının azaldığı, horizontal uçuş hızının arttığı ve başlangıç olarak kabul edilen 15 m mesafenin daha hızlı kat edildiği görülmüştür (Galbraith, Scurr, Hencken, Wood ve Graham-Smith, 2008).

Çıkış bloğunda üretilen kuvvetin 200-230 Ns olmasının çıkış performansına olumlu katkı sağladığı bilinmektedir (Thng, Pearson, Rathbone ve Keogh, 2020; Yeung ve Ng, 2000). Bloğa uygulanan dikey kuvvet yüzücünün kütle merkezini yukarı / aşağı yönde hızlandırır, yatay kuvvet esas olarak ileri yönde itme momenti oluşturur ve yanıl kuvvet de hareketin sağ sol yönündeki vücut stabilizasyonunu kontrol eder (Lyttle AD, 2005). Bu aşamada etki eden kuvvetleri aktif ve pasif olarak ayrıldığında; aktif kuvvetlerin kas kontraksiyonu ile meydana geldiği, pasif kuvvetlerin ise Newton'un eylemsizlik kanununun geçerli olduğu vücudun kas kontraksiyonu olmaksızın sadece vücut kütlelerinden kaynaklandığı bilinmektedir (Seifert, Vantorre, Lemaitre, Chollet, Toussaint ve Vilas-Boas, 2010).

Blok aşamasında hidrodinami kurallarına göre aerodinami kuralları yüzücünün hareketine daha az direnç oluşturduğu için uçuş aşamasında olabildiğince uzak mesafeye gitmek yüzücüye avantaj sağlamaktadır (Marinho, Barbosa, Rouboa ve Silva, 2011). Bu mesafe uçuş aşamasında yatay hızın maksimum olması gerektiği ve bu hızı oluşturan kuvvetin blok aşamasında elde edildiği

bilinmektedir. Yapılan antrenmanlarda bu patlayıcı kuvvetin en kısa zamanda ortaya çıkması ve etkinin uzun olması için egzersizler planlanmaktadır. Yapılan çalışmalarda bu egzersizlerin fayda sağladığı fakat çoğunlukla yüzme stillerini geliştirme becerisi üzerinde durulduğu bilinmektedir. Aslında yüzücü hızlı bir girişle rakiplerine göre suyun dalga sürüklenme kuvvetinden daha az etkilenir bu durumda sporcuya avantaj sağlar. İlk olarak yarışa başlamanın psikolojik olarak da yüzücüye katkısının bulunduğu bilinmektedir.

Sırtüstü çıkış; sporcunun ayakları havuz duvarında kalça ve diz fleksiyonu ile başlamakta; ayak bileği, diz, kalça ve sırt ekstansiyonunu ile devam etmektedir (De Jesus ve diğerleri, 2011). 2014 yılında sırtüstü çıkışı için blok tasarımı FINA tarafından kabul edilmiştir. Bu tasarımda ayak tabanında itme momenti oluşturan bir plak ve üst ekstremitte için tutma barlarının bulunmasıdır. Araştırmacılar yüzücülerin bu konumunda nasıl biyomekaniksel avantaj sağlanacağını belirlemek için yaptıkları çalışmalarda bazıları kalça ve diz fleksiyon derecesinin artırarak daha fazla yatay kuvvet oluşturabileceklerini ileri sürerken; diğerleri bu mesafeyi ekstansiyon yönünde kat eden ekstremitenin daha fazla zaman harcadığını dolayısıyla suya daha geç girdiklerini tespit etmişlerdir (De Jesus ve diğerleri, 2011).

Uçuş aşaması

Uçuş aşaması yüzücünün ayaklarının bloktan ayrıldığı an ile başlamakta; başın suya girdiği an ile bitmektedir. Başlangıç noktası için araştırmacılar hem fikir olurken bitiş noktası ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Bu görüşler kalçanın suya temas ettiği an veya tamamen yüzücü suya daldığı an yani ayak bilekleri suya değdiği zaman bitmeli olarak literatürde yer almaktadır (Jerszyński, Antosiak-Cyrak, Habiera, Wochna ve Rostkowska, 2013). Fakat suya temasla birlikte hidrodinami kuralları işlediği için genel görüş başın suya temas ettiği an olarak kabul edilmektedir. Zaman, hız, mesafe ve giriş açısı gibi bu aşamanın performansını blok aşaması büyük ölçüde etkilemektedir. Bu aşama sırasında yüzücülerin blok aşaması sırasında geliştirilen yüksek hızda maksimum mesafeyi mümkün olan en kısa sürede kat etmeleri ve bu avantajı su altı aşamasına da süratle devam ettirmeleri gerekir. Havada kalma sırasında vücudun düz bir hat halinde olması sürtünme kuvvetini azaltarak doğru eğimle suya girişi sağlamaktadır. Olimpiyat yarışlarında yapılan değerlendirmelerde bir yay eğrisi şeklinde havada çizilen yörüngenin tam suya girerken aynı zamanda el ve ayakların aynı noktadan suya giren yüzücülerin daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir (Marinho ve diğerleri, 2020).

Biyomekanik analizde kullanılan iki boyutlu eksenler dışında bu aşamada 3. eksene de ihtiyaç vardır. Yüzücünün ileri doğru açısal momentumu ve vücut kütle merkezinin aşağı doğru açısal momentumun yanı sıra yüzücünün gövdesine etkiyen rotasyonel kuvvet bu sporu analiz bakımından diğer spor dallarından ayıran bir özelliktir. Havada kaldığı sürede yüzücü bu rotasyonel kuvvete karşı vücut stabilizasyonunu sağlamalıdır.

Newton'un 2. yasasına göre: Bir cismin ivmesi, ona etki eden bileşke kuvvetle doğru orantılı ve kütlesi ile ters orantılıdır. Dolayısıyla yatay düzlemde ne kadar fazla akserelasyona sahip olursa yüzücü o kadar çok mesafe almaktadır. Dikey düzlemde ise hızın fazla olması yüzücüyü su altı aşamasında daha derine gitmesini sağlamaktadır (Tor, Pease ve Ball, 2015a). Holthe ve McLean (2001) tarafından track ve grab çıkışın havalanma ve giriş özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada; benzer havalanma hızı ve açıları olmasına rağmen track çıkışta grab çıkışa oranla bloktan daha uzakta, daha hızlı ve daha dik suya giriş görülmüştür. Burada ayırıcı fark track blokta arka ayağın konumundan dolayı daha fazla itme momenti ile kuvvet oluşturulmasıdır.

Su altı aşaması

Sualtında yüzmede meydana gelen ilk aşama, süzülme aşamasıdır ve bu aşamada amaç ileri harekete direnç gösteren hidrodinamik sürüklemeyi en aza indirmektir (Marinho, Reis, Alves, Vilas-Boas, Machado, Silva ve Rouboa, 2009). Hidrodinamik sürüklenme, sürtünme, basınç ve dalga direncinden oluşur. Öne doğru tamamen uzatılmış kol pozisyonu insan vücudunun morfolojisinin olumsuz hidrodinamik etkilerini önemli ölçüde azalttığı görülmektedir. Yüzme konusunda ağır vücut kütleleri olmasına rağmen yunus ve köpek balığı gibi büyük balıkların biyomekanik özellikleri incelenerek onların su içindeki vücut pozisyonları örnek alınarak yüzücülerde kolların öne uzatılmış pozisyonu tercih edilmektedir. Rekabetçi yüzmede başarı veya başarısızlık santisaniye ile ölçülmektedir. Burada 60 saniye üzerinden değil 100 saniye üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Bu durum zamanın önemini artmakta ve tüm diğer aşamaları etkileyen çıkış aşamasını öne çıkartmaktadır.

Suya yüzücünün teması ile su tarafından ilk uygulanan kuvvet yüzey gerilim kuvvetidir ve yüzücü bu kuvveti hızının azalmasına izin vermeden yenmelidir. Suya temas etme yüzeyi arttıkça sürtünme kuvveti, vücudu ile su molekülleri arasında yüzücünün tüm vücut yüzeyine temas ederken en çok M.Quadriceps Femoris, M.Gluteus Maksimus ve abdominal bölgede etkili olmaktadır (Tor, Pease ve Ball, 2015b). Sürtünme kuvvetini azalmak için vücut morfolojisi ve mayo teknolojisi üzerinde durulmaktadır. Yüzücü mayolarında özellikle bu üç bölge için daha kaygan materyalden yapılan kısımlar bulunmaktadır (O'Connor L ve Vozenilek, 2011). Yüzücü sırtüstü stilde duvardan itme kuvveti ile elde ettiği 3-3,5 m/s hızdan sonra su altı aşamasında yatay hızının 1,75-2,00 m/s'ye düştüğünde hızı daha fazla azalmasını engellemek için süzülme aşamasını tamamlamalı ve su altı itme aşamasına başlamalıdır.

Basınç direnci, sınır tabakasının dışındaki akışın bozulmasından kaynaklanır. Yüzücünün vücudu üzerindeki akış, yüzücünün vücut şekline, büyüklüğüne ve hızına bağlı olarak belirli bir noktada ayrılır. Ayırma noktasının arkasında, akış tersine döner ve farklı girdaplara dönüşebilir. Sonuç olarak, yüzücünün önü ve arkası arasında bir basınç farkı ortaya çıkar ve bu da basınç sürüklenmesine neden olur.

Dalga sürüklemesi ilerleyen bir yüzücü tarafından üretilen dalgalarla ilişkilidir (Vilas-Boas, Costa, Fernandes, Ribeiro, Figueiredo, Marinho ve Machado, 2010). Yüzücüleri olumsuz etkilememesi için dalgaların havuz kenarından çarpıp tekrar dönmesinin önüne geçmek için son kulvarlar yarışlarda boş bırakılmaktadır. Alternatif olarak, bir yüzücü komşu rakiplerinin ürettiği dalgalara 'binebilir' ve itme kuvvetinden yararlanabilir. Bu etki en çok hayvansal deneyler sonucunda akışkanların dinamiğine uygun olacak şekilde V şeklinde sürü konumlandığında ortaya çıktığı bilinmektedir. Aynı zamanda bir dalga çukuru ile bir dalga tepesinde birleştiğinde üretilen dalgaları azaltan ve sürüklemeyi en aza indirecek olan dalga iptali etkisi meydana gelir (Alp ve Kılınç, 2015).

Sualtı itme aşamasında, yüzücüler ayaklarını aynı anda dikey olarak, bir dalga hareketi ile hareket ettirirler Bu aşamanın etkinliği, frekans, tekme genliği itici simetri, kas gücü ve hidrodinamik pozisyon ile ilgilidir (Matsuura, Matsunaga, Iizuka, Akuzawa ve Kaneoka, 2020). Yüzücü dalganın su altı itişini bitirdikten sonra, baş su yüzeyini kırarken, alternatif tekme itme hareketine devam etmeli veya üst ekstremitate itme momenti başlamalıdır (Trinidad, Veiga, Navarro ve Lorenzo, 2020). Bu aşama, su altı yüzmesi ve yüzeyde yüzme arasında kopma veya geçiş olarak adlandırılır. Yüzücü için bu aşamanın temel amacı, su altı yüzmenin önceki ataletinden yararlanarak hız kaybını önlemek ve yüzeyde yüzmeye başlamaktır.

Sualtı yörüngesi ve derinliğinin sonraki aşamaya geçişi etkileyebileceği de unutulmamalıdır, çünkü yörünge yetersiz yapılırsa yüzücüleri yavaşlatabilir. Suya girerken vücut ile yüzey arasında 40 derecelik açı olması suyun yüzey gerilim kuvvetini azaltır ve aynı zamanda suya girdikten sonra yüzücünün doğru derinlik seviyesinde kalmasına yardımcı olur (Cortesi ve Gatta, 2015). Giriş açısı, sürüklenme kuvvetini ve takip eden fazın ortalama hızını etkilemektedir. Özellikle suya giriş anındaki kalça açısı, su altı aşamasına geçişte başlangıç performansı için önemli olduğu ve bu açının az olması sporcunun hem erken suya temas etmesine hem de türbülansın artarak biyomekanik dezavantaj olduğu gösterilmiştir (Tor, Pease ve Ball, 2015a). Daha dik açıyla suya girilirse daha derine giderek vücuda etkiyen basınç kuvvetinin artmasına ve yaralanmalara sebep olabilir. Daha yatay bir açıyla suya giriş yapıldığında ise suyun türbülans etkisi artarak hareketi zorlaştırmaktadır. Yüzücülerin aşırı sürüklenme kuvvetinden kaçınmak için yüzeyin en az 0,5 m altına gitmeleri önerilir (Tor, Pease ve Ball, 2015b). Su altı sırasında maksimum -0.92 (± 0.16) m derinliğe sahip olacak şekilde yörüngeyi takip etmek bu aşamada kaybedilen hızı en aza indirmenin en etkili yolu olduğu bildirilmiştir (Tor ve diğerleri, 2015a). Su girişindeki büyük kalça açıları; suya büyük bir giriş açısı sağlamanın yanı sıra su altı aşamasında bir yunus tekmesi kullanımıyla sagittal düzlemde yatay hızdaki kaybı en aza indirir. Bu durum sporcuya yüksek açısal hız ve eylemsizlik momentinin daha fazla kontrolünü sağlayarak blok üzerinde yüksek açısal momentum sağlar (Gonjo ve Olstad, 2020; Tor ve diğerleri, 2015a).

Sonuç

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar tarihsel olarak yüzme sporunda çıkış biyomekaniğinin değiştiği ve bu değişimin sporcunun biyomekanik avantaj sağlaması yönünde olduğu görülmektedir. Çıkış biyomekaniğinin tüm aşamalarının birbirini etkilediği aynı zamanda her aşamanın kendi içinde farklı dinamiklerinin olduğu görülmektedir. Çıkış aşamasının olimpiyat yarışlarında skoru önemli derecede etkilediği özellikle kısa mesafeli yarışlarda çok önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bilgiler ışığında çıkış biyomekaniğinin hem hidrodinami hem de aerodinami kuralları çerçevesinde bir bütün olarak ele alınmasının alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Destekleyen Kuruluş: Yok.

Çıkar Çatışması: Yok.

Yazar Katkıları: Konsept - Dizayn -Kaynaklar -Veri toplama-Yorumlama - Literatür Tarama- Makale Yazımı – AA. ve KB. tarafından yapılmıştır.

Açıklamalar: Çalışma herhangi bir kongre veya sempozyumda sunulmamıştır.

Kaynaklar

- Alp M., Kılınc F. (2015). Yüzmede İnterval ve Kombine Antrenmanlar. Türkiye Alim Kitapları.
- Baydemir, B., Selçuk., R ve Aksoy, D. (2019). 8-9 Yaş Yüzücülerde Antropometrik Özelliklerin Track Çıkış Mesafesine Etkisi. Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi, 2 (2), 215-223.
- Balilionis, G., Nepocatyç, S., Ellis, C. M., Richardson, M. T., Neggers, Y. H. ve Bishop, P. A. (2012). Effects of different types of warm-up on swimming performance, reaction time, and dive distance. The Journal of Strength and Conditioning Research, 26(12), 3297-3303.
- Conti, A. A. (2015). Swimming, physical activity and health: a historical perspective. Clinical Therapeutics, 166(4), 179-182.
- Cortesi, M. ve Gatta, G. (2015). Effect of The Swimmer's Head Position on Passive Drag. Journal of Human Kinetics, 49, 37-45.
- De Jesus, K., De Jesus, K., Figueiredo, P., Gonçaves, P., Pereira, S., Vilas-Boas, J. P. ve Fernandes, R. J. (2011). Biomechanical analysis of backstroke swimming starts. International Journal of Sports Medicine, 32(7), 546-551.
- De Jesus, K., De Jesus, K., Medeiros, A. I., Gonçaves, P., Figueiredo, P., Fernandes, R. J. ve Vilas-Boas, J. P. (2015). Neuromuscular Activity of Upper and Lower Limbs during two Backstroke Swimming Start Variants. International Journal of Sports Medicine, 14(3), 591-601.
- Ferreira, M. I., Barbosa, T. M., Costa, M. J., Neiva, H. P. ve Marinho, D. A. (2016). Energetics, Biomechanics, and Performance in Masters' Swimmers: A Systematic Review., The Journal of Strength and Conditioning Research, 30 (7), 2069-2081.
- Ferreira, M. I., Barbosa, T. M., Neiva, H. P., Marta, C. C., Costa, M. J. ve Marinho, D. A. (2015). Effect of Gender, Energetics, and Biomechanics on Swimming Masters Performance. The Journal of Strength and Conditioning Research, 29(7), 1948-1955.
- Fischer, S. ve Kibele, A. (2016). The biomechanical structure of swim start performance. Sports Biomechanics, 15(4), 397-408.
- Galbraith, H., Scurr, J., Hencken, C., Wood, L. ve Graham-Smith, P. (2008). Biomechanical Comparison of the Track Start and the Modified One-Handed Track Start in Competitive Swimming: An Intervention Study. Journal of applied biomechanics, 24, 307-315.

- Garcia-Hermoso, A., Escalante, Y., Arellano, R., Navarro, F., Domínguez, A. M. ve Saavedra, J. M. (2013). Relationship between final performance and block times with the traditional and the new starting platforms with a back plate in international swimming championship 50-m and 100-m freestyle events. *International Journal of Sports Medicine*, 12(4), 698-706.
- Gatta, G., Leban, B., Paderi, M., Padulo, J., Migliaccio, G. M. ve Pau, M. (2014). The development of swimming power. *Journal of Muscles Ligaments Tendons*, 4(4), 438-445.
- Gonjo, T. ve Olstad, B. H. (2020). Start and Turn Performances of Competitive Swimmers in Sprint Butterfly Swimming. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(4), 727-734.
- Holfelder, B., Brown, N. ve Bubeck, D. (2013). The Influence of Sex, Stroke and Distance on the Lactate Characteristics in High Performance Swimming. *PLoS ONE*, 8(10), e77185.
- Holthe, M. J. ve McLean, S. (2001). Kinematic comparison of grab and track starts in swimming. *Proceedings of the XIX international symposium on biomechanics in sports*, 31-34.
- Jerszyński, D., Antosiak-Cyrak, K., Habiera, M., Wochna, K. ve Rostkowska, E. (2013). Changes in selected parameters of swimming technique in the back crawl and the front crawl in young novice swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 37, 161-171.
- Lyttle AD, B. N. A. (2005). Start right? A biomechanical review of dive start performance. Erişim adresi: <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/dtu-triathlon/Record/4010901>
- Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Neiva, H. P., Silva, A. J. ve Morais, J. E. (2020). Comparison of the Start, Turn and Finish Performance of Elite Swimmers in 100 m and 200 m Races. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(2), 397-407.
- Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Rouboia, A. I. ve Silva, A. J. (2011). The Hydrodynamic Study of the Swimming Gliding: a Two-Dimensional Computational Fluid Dynamics (CFD) Analysis. *Journal of Human Kinetics*, 29, 49-57.
- Marinho, D. A., Reis, V. M., Alves, F. B., Vilas-Boas, J. P., Machado, L., Silva, A. J. ve Rouboia, A. I. (2009). Hydrodynamic drag during gliding in swimming. *Journal of Applied Biomechanics*, 25(3), 253-257.
- Mason, B., Am, A., ve J, F. (2006). A Kinetic Analysis and Recommendations for Elite Swimmers Performing the Sprint start.
- Matsuura, Y., Matsunaga, N., Iizuka, S., Akuzawa, H. ve Kaneoka, K. (2020). Muscle Synergy of the Underwater Undulatory Swimming in Elite Male Swimmers. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 62.
- Mourão, L., de Jesus, K., Roesler, H., Machado, L. J., Fernandes, R. J., Vilas-Boas, J. P. ve Vaz, M. A. (2015). Effective Swimmer's Action during the Grab Start Technique. *PLoS ONE*, 10(5).
- Naemi, R. ve Sanders, R. H. (2008). A "hydrokinematic" method of measuring the glide efficiency of a human swimmer. *Journal of Biomechanical Engineering*, 130(6), 061016.
- O'Connor L, M. ve Vozenilek, J. A. (2011). Is it the athlete or the equipment? An analysis of the top swim performances from 1990 to 2010. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3239-3241.
- Papic, C., Sinclair, P., Fornusek, C. ve Sanders, R. (2019). The effect of auditory stimulus training on swimming start reaction time. *Sports Biomechanics*, 18(4), 378-389.
- Seifert, L., Vantorre, J., Lemaitre, F., Chollet, D., Toussaint, H. M. ve Vilas-Boas, J. P. (2010). Different profiles of the aerial start phase in front crawl. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 507-516.
- Thanopoulos, V., Rozi, G., Okičić, T., Dopsaj, M., Jorgić, B., Madić, D. ve Batis, E. (2012). Differences in the efficiency between the grab and track starts for both genders in greek young swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 32, 43-51.
- Thng, S., Pearson, S., Rathbone, E. ve Keogh, J. W. L. (2020). The prediction of swim start performance based on squat jump force-time characteristics. *PeerJ*, 8, e9208.
- Tor, E., Pease, D. L. ve Ball, K. A. (2015a). Comparing three underwater trajectories of the swimming start. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(6), 725-729.
- Tor, E., Pease, D. L. ve Ball, K. A. (2015b). How does drag affect the underwater phase of a swimming start? *Journal of Applied Biomechanics*, 31(1), 8-12.

- Tor, E., Pease, D. L. ve Ball, K. A. (2015c). Key parameters of the swimming start and their relationship to start performance. *Journal of Sports Science*, 33(13), 1313-1321.
- Trinidad, A., Veiga, S., Navarro, E. ve Lorenzo, A. (2020). The Transition from Underwater to Surface Swimming During the Push-off Start in Competitive Swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 72, 61-67.
- Vantorre, J., Chollet, D. ve Seifert, L. (2014). Biomechanical analysis of the swim-start: a review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 223-231.
- Vilas-Boas, J. P., Costa, L., Fernandes, R. J., Ribeiro, J., Figueiredo, P., Marinho, D. ve Machado, L. (2010). Determination of the drag coefficient during the first and second gliding positions of the breaststroke underwater stroke. *Journal of Applied Biomechanic*, 26(3), 324-331.
- Welcher, R. L., Hinrichs, R. N. ve George, T. R. (2008). Front- or rear-weighted track start or grab start: Which is the best for female swimmers? *Sports Biomechanics*, 7(1), 100-113.
- Welcher, R. L., Hinrichs, R. N. ve George, T. R. (2008). Front- or rear-weighted track start or grab start: which is the best for female swimmers? *Sports Biomechanics*, 7(1), 100-113.
- Yeung, S. S. ve Ng, G. Y. (2000). Effects of squat lift training and free weight muscle training on maximum lifting load and isoinertic peak torque of young adults without impairments. *The Journal of Physical Therapy Science*, 80(6), 570-577.