



Kürek Sporunda Takım Senkronizasyonunun Uzaktan Algılama ile İzlenmesi

İrem Naz AKSOY¹, Zeliha Merve ÇETİNOK², Talha ÜZÜMCÜ³, Adil Deniz DURU⁴

Özet

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 11.08.2022
Kabul Tarihi: 12.09.2022
Online Yayın Tarihi:
12.09.2022

Anahtar Kelimeler

Ekip Senkronizasyonu,
Kinect Kamera,
Koordinasyon Dinamiği,
Kürekçi.

DOI:

10.55238/seder.1160990

Bu araştırma kapsamında kürek ergometresi ve Kinect kamera kullanılarak kürekçilerin birbirleri arasındaki senkronizasyonunu sayısal güvenilirlik ile ölçen bir alt yapı kurgulanmıştır. Bu araştırmaya iki çifte tekne sınıfında yarışmış 2 lisanslı milli erkek kürekçi ve 2 lisanslı kadın kürekçi dahil edilmiştir. Kürekçilerden 1000 m mesafeyi kürek ergometresi kullanarak birbirlerine senkronize bir şekilde 32-34 tempo aralığında kat etmeleri istenmiştir. Sporcular arası senkronizasyon Concept 2 kürek ergometresi ve Microsoft Kinect V2 kamerası kullanılarak ilgili anatomik birleşme bölgelerinin sanal sensörler ile işaretlenmesi sonucu sporcuların birbirleri arasında zamanda değişen senkronizasyonları görüntülenip, analiz edilmiştir. Anatomik birleşme noktalarının ortalaması alınarak ekip içi senkronizasyonu gösteren bir senkronizasyon kat sayısı oluşturularak, koordinasyon dinamiği izlenmiştir. Kadın iki çifte ve erkek iki çifte ekibinin birbirleri ile olan senkronizasyonları anlamlı derecede yüksek bulunurken erkek ekibin, kadın ekibe kıyasla senkronizasyonları düşük bulunmuştur.

Remote Monitoring of Team Synchronization in Rowing Sport

Abstract

Article Info

Received: 11.08.2022
Accepted: 12.09.2022
Online Published:
12.09.2022

Keywords

Coordination dynamics,
Kinect Kamera, Rower,
Team Synchronization,
Virtual Sensor.

In this research, an infrastructure was designed to measure the synchronization of rowers with each other with numerical reliability by using rowing ergometer and Kinect camera. 2 licensed national male rowers and 2 licensed female rowers who competed in double scull boat classes were included in this study. Rowers were asked to cover 1000m using a rowing ergometer in sync with each other in the 32-34 tempo range. Synchronization between athletes as a result of marking the relevant anatomical junction areas with virtual sensors using the Concept 2 rowing ergometer and Microsoft Kinect V2 camera, the synchronization of the athletes between each other in time was displayed and analyzed. By taking the average of the anatomical junction points, a synchronization coefficient showing the synchronization within the team was created and the coordination dynamics was monitored. The synchronization of the female double scull team and the male double scull team with each other was found to be significantly higher, but the synchronization of the male double scull team was lower than the female double scull team.

¹ Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, İstanbul/Türkiye, E-mail: iremnazaksoy12@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9115-0255>

² Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, İstanbul/Türkiye, E-mail: merve.cetinok@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2706-7972>

³ Neo Auvra Dijital Sağlık ve Biyomedikal Teknolojileri ve Hizmetleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. İstanbul/Türkiye, E-mail: talha@neoauvra.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-4913>

⁴ Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, İstanbul/Türkiye, E-mail: deniz.duru@marmara.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3014-9626>

Giriş

Kürek sporu; nehir, göl, deniz gibi doğal su kaynakları koşullarında özel üretilen tekneler kullanılarak sporunun kendi kuvvetini kürekler aracılığıyla suya iletmesi sonucu en hızlı şekilde mesafe kat etmeyi amaçlayan bir su sporu dalıdır. Araştırmadaki veri alımı su üzerinde özel üretilen teknelerde

değil, kürek ergometresi kullanılarak yapılmıştır. Kürek ergometresi, uzun yıllardır sporcuların antrenmanında ve hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmıştır. Ergometre bir kürekçinin su dışı eğitim için kullanılan bir araçtan çok kendi başına bir spor haline gelmiştir. Ergometreler kürek eğitiminde 1950'lerden bu yana birçok ülkede kullanılmaktadır (Concept, 2020). Concept 2 kürek ergometresi (örnek şekil 1'de sunulmuştur) hava direncinin etkisiyle farklı çalışma yüklerini sağlar. Fana kuvvetini kürekçi, fanı çevirmeye yarayan zinciri çekerek uygular. Concept 2'de kuvvet ve katedilen mesafe direkt olarak monitörden izlenir. Bu zincirin yarattığı etki, fana ve dişliye bağlı alıcılar ile analog veya dijital olarak bilgisayara aktarılır. Bu sayede direkt olarak bazı parametrelerdeki ölçüler anında gözlenir (Lormes ve ark., 1993).



Şekil 1. Concept 2 kürek ergometresi (Concept, 2020).

Kürek sporunda tek, ikili, dörtlü, sekizli gibi tek, çift, dümencili, dümencisiz olmak üzere çeşitli olimpiik kategorileri bulunan tekne sınıfları vardır. Bu tekne sınıflarının çok büyük bir çoğunluğu ekip teknesidir. Ekip teknelerinde kas içi koordinasyon, ekiplerin birbirleriyle senkronizasyonu ve kürek hareketinin eş zamanlılığı yarış kazanmak için en önemli unsurlardan biridir. Sporcunun fizyolojisi kürek yarışını kazanmaya yardımcı olacak en önemli faktördür. Bununla birlikte biyomekaniğin, kürek tekniğinin ve takım içi senkronizasyonun kürekçinin fizyolojisini en etkili şekilde kullanmasında çok önemli bir ölçüde etkilidir. Ergometre parametreleri su üzerindeki performansın %40 ile %84'ünü açıklamakla birlikte takım içi senkronizasyon, teknik, psikoloji gibi faktörlerde etkili olmaktadır (Kleshnev, 2015). Ergometrenin su üzerindeki performansın %40 ile %84'ü gibi geniş bir aralığı açıklamasının nedeni sporcuların iki çifte, iki tek, dört çifte, dört tek ve sekiz tek gibi farklı tekne sınıflarında bireysel değil bir ekip halinde yarışmaları ve senkronizasyonlarının, tekne üzerindeki dengenin sporcuların performansına direkt etki etmesinden kaynaklanmaktadır.

Kürek çekişi sırasında sporcunun ürettiği iki tür kuvvet vardır. Kürekler suyun içindeyken tekneyi ileriye doğru götürecektir pozitif kuvvet üretilirken, öne geliş sırasında bir sonraki küreği çekebilmek için negatif kuvvet üretilmektedir. Doğru teknikteki temel amaç üretilen pozitif kuvvetleri artırmak negatif kuvvetleri ise en aza indirmektir. Kürek suyun içindeyken topaca uygulanan kuvvet palanın tüm açısız hareketi boyunca su kütlesine baskı yapmasını sağlar (Nolte, 2005). Kürek çekerken sporcunun ürettiği negatif kuvvetleri minimuma indirmek doğru kürek tekniği ve senkronizasyonla doğrudan ilgilidir. Negatif kuvvetleri minimuma indirmek tekne hızına ve sporcunun su üzerindeki performansına pozitif yönlü bir etki kazandırır. Yarıştaki dereceyi etkileyen birbiriyle ilişkili birçok faktör vardır. Topaca binen kuvvet: küreğin

dikey ve yatay açıları, ayaklıktaki kuvvet, aydaki kuvvet, oturak pozisyonu, gövde pozisyonu, tekne hızı ve ivmelenmesi, rüzgâr hızı ve yönüdür (Topsakal, 2007).

Koordinasyon ve ekip senkronizasyonu akıcı bir tekne hızı için önemli ve gereklidir. Ekip teknelerinde ekip üyelerinin birbirlerine olan uyumları ve senkronizasyonları; optimum ve başarılı ekip performansını oluştururken, zayıf ekip senkronizasyonu tekne hızını negatif yönde etkilemektedir (Cuijpers ve ark., 2016). Kürek sporunda çoğu zaman, kazanan ekip ile ikincisi arasındaki fark bir saniyeden azdır. Kürek sporun da yarış süreleri 5-8 dakika arasında değişim göstermektedir. Dolayısıyla küçük değişimler, iyileştirmeler ve senkronizasyon kürek yarışını kazanmak için büyük önem taşımaktadır (Kleshnev, 2015). Kürekçilerin küreğin topacına kuvvetlerini birbirleriyle aynı zamanda ve senkronize bir şekilde uygulamaları en iyi sonucu getirmektedir. Ekip teknelerinde kürekteki zaman değişimlerinin teknede negatif yönlü bir etkisi vardır (Cesarini ve ark., 2016).

Teknedeki hız değişimi kürekçilerin birbirleriyle olan uyumu, kürek hareketi ve tekniğiyle ilişkilidir. Teknedeki hız değişimi, negatif tekne hızı içsel kuvvet üretimi (toparlanma ve öne geliş fazı) ve pozitif tekne hızı (yakalama ve çekiş fazı) kürekçinin kendi kuvvetini küreklere ve tekneye iletmesi sonucu dışsal olarak gerçekleşmektedir. Negatif ve pozitif tekne hızını içeren kürek fazlarında mükemmel verimi elde etmek, negatif etkiyi azaltmak için zamanlama ve senkronizasyon çok önemlidir (Pulman ve ark., 2015). Günümüzde kürekçilerin ekip seçimi; sporcuların yaşlarına, antrenman yaşlarına, antropometrik özelliklerine, dayanıklılık seviyelerine sayısal olarak bakılarak ve tekne içindeki kürekçilerin ekip senkronizasyonuna, tekniğe ve zamansal uyuma antrenörün kendi gözlemi ile karar verilmektedir (Hartmann, 2005).

Kürek sporunda iki çifte, iki tek, dört çifte, dört tek, sekiz tek dümencili olmak üzere olimpik yarışma kategorileri ve tekne sınıfları vardır. Bu tekne sınıflarında tekne içindeki tüm kürekçilerin her hareketi birbirlerine senkronize şekilde uygulaması teknenin hızına etki eden en önemli unsurlardan biridir. Eğer ekip içindeki bir kürekçi önünde oturan ekip arkadaşıyla aynı anda palasını (küreğin suya giren bölümüne verilen isim) suya sokmazsa, daha geç ya da erken sokarsa bu tekneyi durduracak bir etki yaratır. Türkiye içi yarışmalarda ve Uluslararası düzenlenen yarışmalarda çoğu zaman kazanan ekip ile kaybeden ekip arasında salise farkı vardır. Bu nedenle ekip teknelerinde yarışan kürekçilerin birbirleriyle olan senkronizasyonlarını geliştirmeleri yarış kazanmak için gerekli olan en önemli unsurlardan biridir. Kürekçiler tekne içindeki senkronizasyon hatalarını antrenörlerin gözlem ve geri bildirimleriyle değil, sayısal bir güvenilirlikle senkronizasyonu ölçen bu sistem ile daha verimli bir şekilde düzelterektedirler.

Kürekçiler özellikle elit seviyeye geldiğinde (milli takım seviyesi) ekip içi senkronizasyonunu anatomik birleşim noktaları göz önünde bulundurularak, bu noktaların ekip içindeki zamansal değişimleri, uygunluklarını sayısal bir güvenilirlikle ölçebilmek ekiplerin elit ve uluslararası düzeyde daha başarılı olmalarına olanak sağlayacaktır.

Çalışma sonucunda kurgulanan bu alt yapı ile ekip performansın iyileştirilmesi ve takım senkronizasyonuna katkı sağlanması amaçlanmıştır. Kurgulanan alt yapı anatomik birleşme noktaları özelinde kürekçilerin birbirleri arasındaki senkronizasyonlarını ölçüp oluşturulan senkronizasyon kat sayısı ile birbirleri arası uyum ve sapmaları sayısal bir güvenilirlikle göstermektedir.

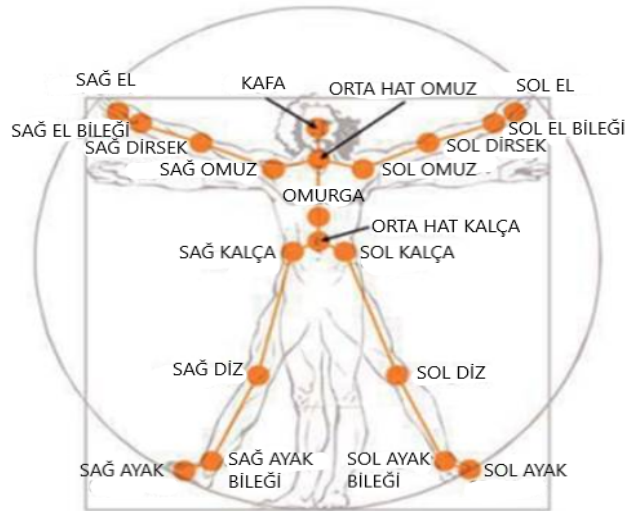
Materyal ve Yöntem

Araştırma Grubu

Araştırmaya Galatasaray Spor Kulübü sporcularından, milli takımda yer alan 17 yaşındaki iki çiftte ekip teknesinde yarışan iki kız ve iki erkek kürekçi katılmıştır.

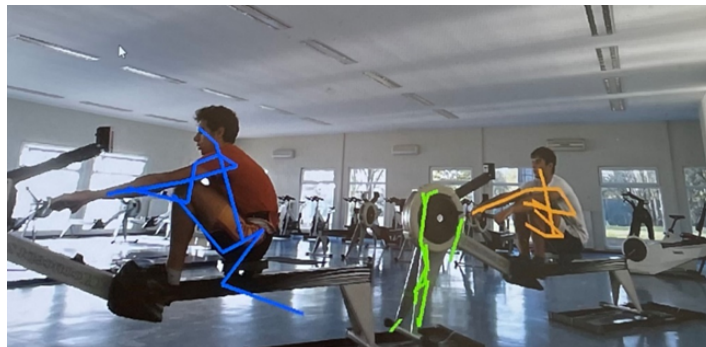
Verileri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak Kinect Kamera ve Concept 2 Kürek ergometresi kullanılmıştır. Son araştırmalarda Kinect Kameraları, insanın fiziksel işlevinin çeşitli bileşenlerini değerlendirerek denge ölçüleri, senkronizasyon, uzayda zamana bağlı değişkenleri ve kinematığının ölçüm şeklini test edip denetlemiştir (Clark ve ark., 2019). Kinect kameraları belirli statik pozisyonları göz önüne alındığında, nesneyi haritalamak ve üç boyutlu model oluşturmak mümkündür. Bu yöntem tam anatomik postür değerlendirmeleri için en doğru yöntemdir (Yang ve ark., 2015). 2 adet kürek ergometresi arkalı-önlü ergometre sürgüsü üzerine yerleştirilmiştir. Sporculardan 1000 m'yi 26-34 tempo aralığında birbirlerine senkron bir şekilde maksimum kuvvetleri ile kat etmeleri istenmiştir. Sporcular 1000 m testini çekerken Kinect Kamera ve sanal sensörler kullanılarak sporcuların 25 adet anatomik birleşme noktalarının konumu görüntülenip, sayısal bir şekilde kaydedilmiştir. Anatomik birleşme noktaları Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Anatomik birleşme noktaları

Bir kürek hareketinin başlaması ve bitmesi 1 ile 4 saniye arasında sürmektedir. Örnekleme frekansı 30 Hz olup 25 tane nokta belirlenmiştir. Bu veriler kendi içlerinde sınıflandırılmıştır. 6 tane sınıfı ayırabilmek için her harekette en az 50 adet veri tekrarı gerçekleştirilmiştir. Böylelikle $6 \times 50 = 300$ kez incelenmiştir.



Şekil 3. 1000m ergometre testi sırasında erkek iki çiftte ekibinin anlık görüntü örneği

Verilerin Toplanması

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar etik kurulu tarafından 19.04.2021-55 tarih ve 55 protokol numarasıyla onaylanmıştır. Katılımcılar çalışmaya başlamadan önce araştırma hakkında bilgilendirilmiş ve velileri tarafından yazılı onayları alınmıştır. Kinect Kamera arkalı-önlü yerleştirilen iki ergometreyi ve sporcuları algılayacak şekilde, sporcular ve Kinect Kamera arasındaki mesafe 100-135 cm olarak ayarlanmıştır. Deney paradigmasına ait bir görüntü Şekil 4'te görülmektedir. Kinect kameranın seri port kullanımı ile bilgisayara eşzamanlı olarak kayıt altına alan ve ön işlemeden geçirilmesi için NeoAuvra³ tarafından geliştirilen yazılım kullanılmıştır.



Şekil 4. 1000m ergometre testi sırasında kadın iki çifte ekibinin anlık görüntü örneği

Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında 25 adet anatomik birleşme noktalarının konumu x,y,z koordinatı üzerinde excel formatında sayısal bir şekilde alınmıştır. 25 adet anatomik birleşme noktası arasından Kürek branşıyla ilgili olan 6 nokta literatür taraması sonucunda Kleshnev'in Biomechanics of Rowing adlı makalesi yardımıyla belirlenmiştir (Kleshnev, 2002).

Kameradan alınan ham verilerinden elde edilen zaman serilerinin benzerliği; zaman alanında korelasyon, frekans alanında ise koherans ile incelenebilmektedir. Bu çalışma kapsamında sensörler arasındaki ilinti dalgacık koheransı (Denklem 1) ile hesaplanarak incelenmiştir.

$$R^2(\omega) = \frac{|S(\omega^{-1}W^{xy}(\omega))|^2}{S(\omega^{-1}|W^x(\omega)|^2) \cdot S(\omega^{-1}|W^y(\omega)|^2)} \quad (1)$$

Denklem 1'de, ω frekans bileşeni (ölçek), x birinci zaman serisini, y ise ikinci zaman serisini ifade etmektedir. Her iki zaman serisi, her bir sensör için n uzunlukludur. S işleci, kullanılan dalgacığa özel olarak frekans ve zaman uzayında yumuşatma görevini gerçekleştirir. $W^x(\omega)$, x girdi sinyalinin, ω frekansındaki dalgacık dönüşümünü temsil etmekte olup, ölçeklenmiş ve normalize edilmiş dalgacığın, eşit zaman aralıklı girdi sinyali ile evriştirilmesi ile elde edilmektedir. Bu çalışma kapsamında Morlet dalgacığı temel alınmıştır.

Elde ettiğimiz bu veriler sonucu ekiplerin 1000 m testinde 32-70 arası periyod da zamanda sabit olan yüksek koherans patenlerinin indeks ortalaması (Denklem 2) anatomik birleşme noktası özelinde ölçülmüş ve ortalaması alınıp ekip içi senkronizasyonu gösteren bir senkronizasyon kat sayısı oluşturulmuştur.

$$E[R^2(w)] = \frac{1}{(w_2-w_1)} \sum_{w=w_1}^{w_2} R^2(w) \quad (2)$$

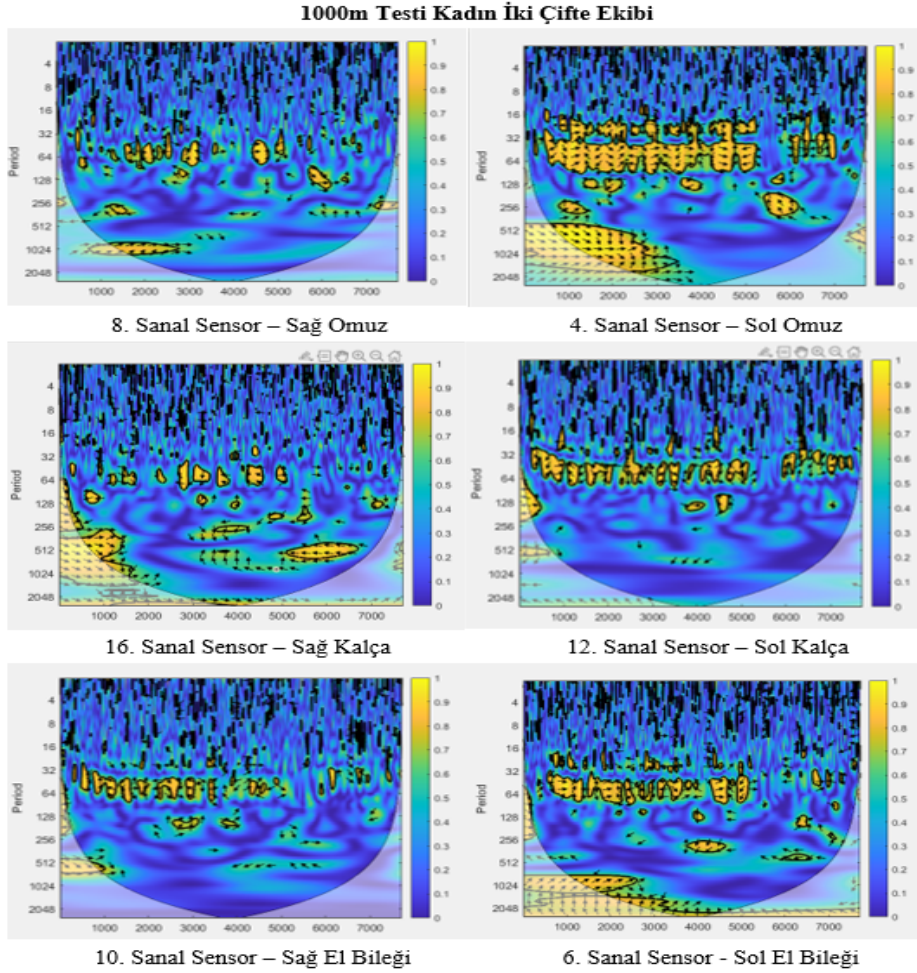
Kürekçilerin birbirleri arasında ve kendi anatomik birleşme noktaları arası zamanda değişen senkronizasyon ve uyumları görüntülenmiş ve koherans parametresi Denklem 1 ve 2 kullanılarak Matlab ortamında hesaplanmıştır.

Bulgular

Tablo 1. Kadın ve erkek iki çifte ekibinin dalgacık koherans dönüşümü paternlerinin anatomik birleşme noktaları özelinde indeks ortalamaları

Anatomik Birleşme Noktası/Sanal Sensor Numarası	Erkek İki Çifte Senkronizasyon Kat Sayısı	Kadın İki Çifte Senkronizasyon Kat Sayısı
Sağ Omuz - 8	0,8129	0,8764
Sol Omuz - 4	0,8036	0,8918
Sağ Kalça - 16	0,7756	0,8293
Sol Kalça - 12	0,7799	0,9063
Sağ El Bileği - 10	0,7436	0,9005
Sol El Bileği - 6	0,7687	0,8647
Total Ortalama	0,7807	0,8781

Dalgacık Koherans dönüşümü kullanılarak analiz edilen 6 anatomik birleşme noktasının zamanda sabit olan yüksek koherans paternlerinin indeks ortalaması anatomik birleşme noktası özelinde ölçülmüş ve ortalaması alınıp ekip içi senkronizasyonu gösteren bir senkronizasyon kat sayısı oluşturulmuştur. Senkronizasyon kat sayıları Tablo 1’de gösterilmektedir. Oluşturulan senkronizasyon kat sayılarına göre *Kadın İki Çifte* ekibinin senkronizasyon kat sayısı $r=0,8781$ ’dir, ekibin birbirleri ile olan senkronizasyonları arasında istatistiksel olarak güçlü bir ilişki vardır. *Erkek İki Çifte* ekibinin ise senkronizasyon kat sayısı $r=0,7807$ ’dir, ekibin birbirleri ile olan ekip içi senkronizasyonları arasında istatistiksel olarak orta şiddetli bir ilişki vardır, fakat Kadın İki Çifte Ekibine kıyasla bu ilişki daha düşük bulunmuştur.



Grafik 1. Kadın iki çifte ekibinin 1000m testi sırasındaki birbirleri arası anatomik birleşme noktalarının dalgacık koherans dönüşümü grafiği.

8. *Sanal Sensör* (Sağ Omuz) kürekçilerin birbirleri arası 32 ve 130 arası periyod da 1000 m testinin tamamında zamanda sabit olmayan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 8. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyotlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

4. *Sanal Sensör* (Sol Omuz) kürekçilerin birbirleri arası 16 ve 130 arası periyotta 1000 m testinin ilk 750 m'si zamanda sabit yüksek bir koherans paterni, son 250 m'de zamanda sabit olmayan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 4. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyotlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon gözlenmiştir.

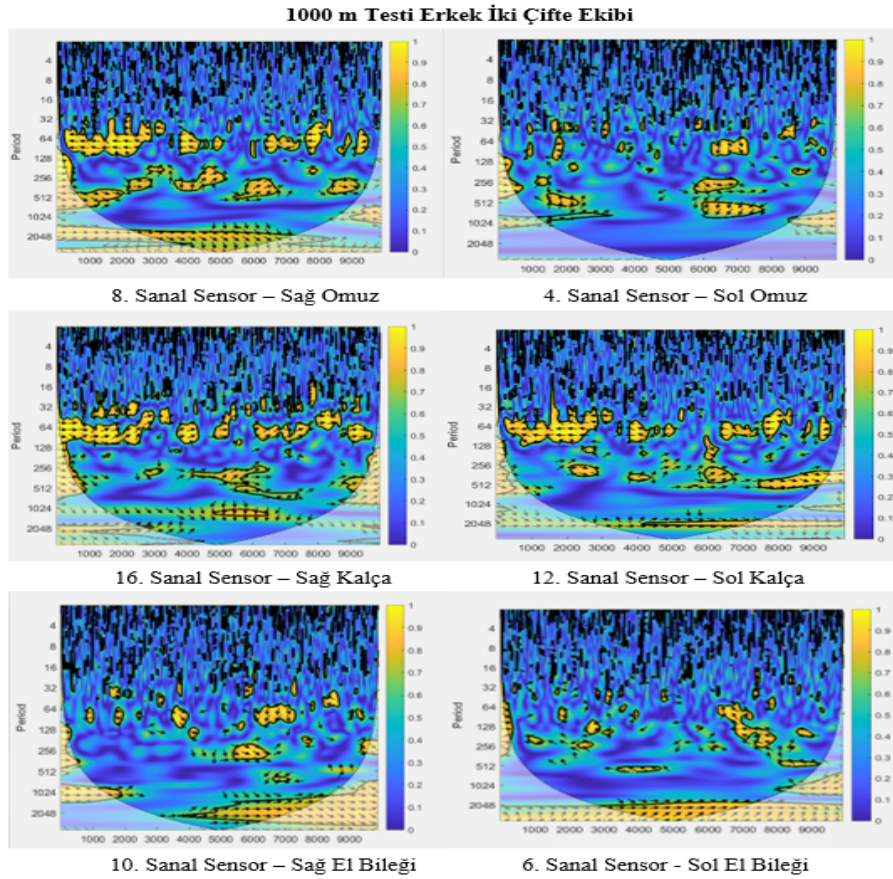
16. *Sanal Sensör* (Sağ Kalça) kürekçilerin birbirleri arası 40 ve 72 arası periyotta zamanda sabit olmayan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 16. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyotlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

12. *Sanal Sensör* (Sol Kalça) kürekçilerin birbirleri arası 32 ve 158 arası periyotta zamanda sabit olan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 12. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyotlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

10. *Sanal Sensör* (Sağ El Bileği) kürekçilerin birbirleri arası 32 ve 72 arası periyotta 1000 m testinin ilk 500 m'si zamanda sabit olmayan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. Buna karşın 1000 m

testinin son 500 m'si yüksek bir koherans paterni gözlemlenmemektedir. İki kürekçinin 10. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyotlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

6. *Sanal Sensör* (Sol El Bileği) kürekçilerin birbirleri arası periyotta 1000 m'nin ilk 750 m'si zamanda sabit olan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. 1000 m testinin son 250 m'si yüksek bir koherans paterni gözlemlenmemektedir. İki kürekçinin 6. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyotlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon gözlenmiştir.



Grafik 2. Erkek iki çifte ekibinin 1000m testi sırasındaki birbirleri arası anatomik birleşme noktalarının dalgacık koherans dönüşümü grafiği

8. *Sanal Sensör* (Sağ Omuz) kürekçilerin birbirleri arası 32 ve 102 arası periyotta 1000 m testinin tamamında zamanda sabit olmayan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. 100 ve 1204 arası olan periyotta zamanda sabit yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 8. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyotlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

4. *Sanal Sensör* (Sol Omuz) kürekçilerin birbirleri arası 128 ve 1028 arası periyot da zamanda sabit olmayan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 4. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyotlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

16. *Sanal Sensör* (Sağ Kalça) kürekçilerin birbirleri arası 32 ve 158 arası periyot da zamanda sabit olan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 16. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyotlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

12. *Sanal Sensör* (Sol Kalça) kürekçilerin birbirleri arası 54ve 158 arası periyod da zamanda sabit olan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 12. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyodlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

10. *Sanal Sensör* (Sağ El Bileği) kürekçilerin birbirleri arası 64 ve 1024 arası periyod 1000 m testinin ilk 500 m'si zamanda sabit olmayan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. 1000 m testinin son 500 m'si 1024 ve 2550 arası periyodda zamanda sabit olan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 10. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyodlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

6. *Sanal Sensör* (Sol El Bileği) kürekçilerin birbirleri arası 2048 ve 2550 arası periyod da zamanda sabit olan yüksek bir koherans paterni gözlemlenmektedir. İki kürekçinin 6. Sanal sensörleri arası yukarıda bahsedilen periyodlarda ilişki ve ekip içi senkronizasyon vardır.

Tartışma

1000m testi sırasında Kinect Kamera ve sanal sensörler yardımı ile senkronizasyonları ölçülen Türkiye Şampiyonası seviyesindeki Kadın İki Çifte ekibinin senkronizasyon kat sayısı $r=0,8781$ 'dir, ekibin birbirleri ile olan senkronizasyonları arasında istatikselsel olarak güçlü bir ilişki vardır. Milli takım seviyesindeki Erkek İki Çifte ekibinin ise senkronizasyon kat sayısı $r=0,7807$ 'dir, ekibin birbirleri ile olan ekip içi senkronizasyonları arasında istatikselsel olarak orta şiddetli bir ilişki vardır, fakat Kadın Ekibe kıyasla ilişki daha düşük bulunmuştur.

Çalışmamızın sonuçları, oluşturulan bu alt yapının, antrenörlerin gözlemlerine bağlı kalmadan tamamıyla sayısal veriler dahilinde kürekçilerin ekip içi senkronizasyonunu ölçebildiğini göstermiştir. Bu bulgular ışığında kinect kamera ve sanal sensörler yardımıyla ekip olan kürekçiler arası senkronizasyonu ölçen bu alt yapı ile ekip performansı iyileştirilebilir ve ekip senkronizasyonuna pozitif yönlü bir etki sağlanabilir.

Kürek antrenmanı protokolleri, esas olarak kürekçilerin fiziksel kondisyonuna odaklanmış olsa da kürek antrenörleri ve sporcular her zaman en verimli kürek açısını kazanmak için en iyi tekniğin ve senkronizasyonun arayışındadırlar. Teknik, kazanan bir ekip için tek başına yeterli değildir: ekip arkadaşlarının senkronizasyonları da aynı derecede önemlidir ve profesyonel bir kürek takımı için ana gerekliliklerden biridir (Rumball ve ark., 2005).

Kürek sporunda ekip teknelerinde teknik, koordinasyon ve senkronizasyon analizleri esas olarak dış mekân performansı video ve filmlerine dayanırken gerçek zamanlı geri bildirim, hataları tespit etme antrenörün kendi gözlemine emanet edilmektedir (Filippeschi ve ark., 2009). Kürek sporu su antrenmanlarında biyomekaniksel geri bildirim geleneksel olarak kâğıt raporlarla veya video çekimleriyle elde edilir. Kürek sporu ve tekrarlı sporlarda aynı tekne konumunda, numarasında yarışabilecek birden fazla sporcu varsa takım seçimi ve senkronizasyonunu belirlemek çok zordur (Harfield ve ark., 2014). Buna karşın, çalışma kapsamında önerdiğimiz senkronizasyon ölçüm yaklaşımı ile becerinin niceliksel ölçümü mümkün görülmele birlikte, gerçekleştirilen antrenmanların sayısal anlamda izlenmesine olanak vereceği açıktır. Kürekçilerin mekanik olarak hareket örüntülerinin eşleşmesi, hareketlerindeki koordinasyonu arttırarak,

koordinasyon dinamiğine katkı sunacaktır (Den Hartigh ve ark., 2018). Çalışma kapsamında önerilmiş olan koherans parametresinin sadece kürek sporunda değil, sporcular arasında uyum içeren her branş için, koordinasyon dinamiğinin ölçülmesi konusunda uygulama alanı bulacağını düşünmekteyiz.

Kaynaklar

- Avvenuti M, Cesarini D And Cimino MG. Mars, A Multiagent System for Assessing Rowers' Coordination Via Motion-Based Stigmergy. *Sensors* 2013; 13: 12218–12243.
- De Poel HJ, De Brouwer AJ, Cuijpers LS. Crew Rowing: An Archetype Of İnterpersonal Coordination Dynamics. In: Passos P, Davids K, Chow JY, Eds. *Interpersonal Coordination and Performance İn Social Systems*. New York, NY, USA: Routledge; 2016.
- Filippeschi, A., Ruffaldi, E., Frisoli, A., Avizzano, C. A., Varlet, M., Marin, L., Lagarde, J., Bardy, B., & Bergamasco, M. (2009). Dynamic Models of Team Rowing for A Virtual Environment Rowing Training System. *International Journal of Virtual Reality*, 8(4), 49–56. <https://doi.org/10.20870/ijvr.2009.8.4.2749>
- Harfield, P., Halkon, B., Mitchell, S., Phillips, I., & May, A. (2014). A Novel, Real-Time Biomechanical Feedback System For Use İn Rowing. *Procedia Engineering*, 72, 126-131.
- Hartmann, U., Mader, Alois.: *Rowing Physiology*. Ed: Nolte, Volker., *Rowing Faster*. S. 9-24. Human Kinetics. 2005.
- Kleshnev V. Case Study of Synchronization. *Rowing Biomechanics Newsletter*, No. 168, http://www.biorow.com/rbn_en_2015_files/2015rowbiomnews03.pdf (2015, Assessed 29 September 2015).
- Lormes W, Buckwitz R, Rehbein H, Steinacker JM. Performance and Blood Lactate on Gjessing and Concept II Rowing Ergometers. *Int J Sports Med* 1993; 14(Suppl 1): 29-31.
- Mayglothling R, Mayglothling T. *Rowing and Sculling*, 2014.Sayfa:19. <Http://Libro.Eb20.Net/Reader/Rdr.aspx?B=1729747>. E-Book.
- Nolte, Volker.: *Rigging*. Ed: Nolte, Volker. *Rowing Faster*. S.125-140, Human Kinetics. 2005
- Pulman C. The Physics of Rowing, <http://eodg.atm.ox.ac.uk/user/dudhia/rowing/physics/rowing.pdf> (2005, Assessed 29 September 2015).
- Ross A. Clark, Benjamin F. Mentiplay, Emma Hough, Yong Hao Pua, Three-Dimensional Cameras and Skeleton Pose Tracking for Physical Function Assessment: A Review Of Uses, Validity, Current Developments And Kinect Alternatives, *Gait & Posture*, Volume 68, 2019, Pages 193-200, ISSN 0966-6362. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.11.029>
- Rumball ve Ark. *Rowing Injuries*. *Sports Medicine*, 35(6), 537–555, 2005.
- Topsakal, N. Kürek Sporunda Ekip Performansına Bireysel Katkının Araştırılması. MÜ SBE. *Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul, 2007. (Danışman: Doç. Dr. Birol ÇOTUK)
- Yang L, Zhang L, Dong H, Alelaiwi A, Saddik AE, Evaluating And İmproving The Depth Accuracy Of Kinect For Windows V2, *IEEE Sensors Journal*. 15 (2015) 4275-85.

Makale Alıntısı

Aksoy, İ.N., Çetinok, Z.M., Üzümcü, T. ve Duru, A.D. (2022). Kürek Sporunda Takım Senkronizasyonunun Uzaktan Algılama ile İzlenmesi [Remote Monitoring of Team Synchronization in Rowing Sport], *Spor Eğitim Dergisi*, 6 (2), 109-118.



Bu eser Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.