



## Sporda Sirkadyen Ritim: Bir Derleme Çalışması

Sinem ULUÇ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Ezine Celalettin Topçu Anadolu Lisesi, Çanakkale, TÜRKİYE. ORCID: 0000-0002-2630-6257

### To cite this article/ Atf için:

Uluç, S. (2023). Sporda sirkadyen ritim: Bir derleme çalışması. *Uluslararası Bozok Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 149-164.

### Özet

Sirkadiyen ritim biyolojik organizmaların iç saatlerini düzenleyen ve 24 saatlik bir döngüde tekrarlayan doğal ritimleri ifade etmektedir. Bu ritimler, vücudun fizyolojik ve davranışsal süreçlerini belirli bir zaman çerçevesinde düzenlemek için kullanılmaktadır. İnsanlar dahil birçok canlı, sirkadiyen ritimlere sahiptir. Bu ritimler, organizmaların günlük aktivitelerini, enerji dengesini, uyku-uyanıklık düzenini ve diğer biyolojik süreçleri düzenlemeye yardımcı olmaktadır. Sirkadiyen ritmin spor performansına etkisi, modern spor biliminin araştırma odaklarından biridir. Konu ile ilgili alan yazın incelendiğinde spor bilimleri alanında sirkadiyen ritmi inceleyen fizyoloji, antrenman ve performans döngülerine ait çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Sporda sirkadiyen ritmin öneminin incelenmesi amacıyla doküman analizi yönteminin kullanıldığı bu çalışmada sonuç olarak; sirkadiyen ritmi anlamak ve spor aktivitelerini buna göre planlamak, spor alanında daha etkili sonuçlar elde etmek için önemli bir adım olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Spor, Egzersiz, Sirkadiyen Ritim

## The Effect of Role Uncertainty in Sports on Target Order

### Abstract

Circadian rhythm refers to the natural rhythms of biological organisms that change internally and repeat in a 24-hour cycle. These rhythms are used to organize characteristics and behavioral processes in a specific time frame. Humans have many living, circadian rhythms. These rhythms help regulate the daily activities of organisms, energy distribution, sleep-wake patterns and other biological parts. The effect of circadian rhythm on sports performance is one of the research focuses of modern sports science. When the circadian rhythm was examined in the field of sports sciences in the literature on the subject, cases related to physiology, training and performance cycles were seen. In order to examine the development of circadian rhythm in sports, as a result of the technical analysis method in this research; Planning the circadian rhythm and sports activities accordingly is an important step to achieve more effective results in the field of sports.

**Keywords:** Exercise, Circadian, Rhythm

## GİRİŞ

Sporun insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri yıllardır araştırma konusu olmuştur. Ancak, spor performansının en üst düzeye çıkarılması için fiziksel antrenmanın yanı sıra biyolojik faktörlerin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu bağlamda, sirkadiyen ritim kavramı, spor ve performans ilişkisi üzerine odaklanan önemli bir araştırma alanını oluşturmaktadır. İnsan vücudu, binlerce yıldır güneşin doğuşuyla batışı arasında geçen zaman dilimine uyum sağlayarak işleyen doğal bir iç saat mekanizmasıyla donatılmıştır. Bu içsel saat, sirkadiyen ritim olarak adlandırılan 24 saatlik biyolojik bir döngüyü düzenlemektedir.

Sirkadiyen ritim, yaşayan tüm organizmaların ortak deneyimi olan, 24 saatlik biyolojik süreçleri içeren önemli bir olgudur (Akgün, 2022). u ritim, vücut sıcaklığı, hormonlar, bilişsel işlevler ve psikolojik durum gibi bir dizi fizyolojik ve davranışsal süreçle yakından ilişkilidir. Araştırmalar, sirkadiyen ritmin bu faktörlerle karşılıklı bir etkileşim içinde olduğunu ortaya koymuştur (Horne ve Östberg, 1976). Bu ritmin biyolojik çeşitliliği, "kronotip" terimiyle ifade edilir (Melo, Abreu, Neto, Bruin ve Bruin, 2017). Kronotip, genetik, çevresel ve sosyokültürel birçok faktörden etkilenmektedir (Toktaş ve Eskiocak, 2018). Her 24 saatlik döngü, bireysel düzeyde çeşitlilik gösterir. Bu farklılıklar, genellikle "sabah tipi," "akşam tipi" ve "ara tipi" olarak adlandırılan karakteristik özelliklerle kendini göstermektedir (Pündük, Gür ve Ercan, 2005). Bu sınıflandırmalar temelde bireyler arasındaki farklılıkların çeşitli yönlerinin açığa çıkartılabilmesi için kullanılmaktadır.

İnsanoğlu, bedenini tanımaya ve ayrıntılı bir şekilde keşfetmeye başladıkça, egzersizin vücut üzerindeki olumlu etkileri de ortaya çıkmış ve zamanla egzersiz, sağlık alanında kaçınılmaz bir kavram haline gelmiştir (Ağırbaş, Tatlısu ve Karakurt, 2021). Sporda performansın psikolojik, fizyolojik ve zihinsel yönleri, sirkadiyen ritmin etkisiyle gün içinde değişkenlik göstermektedir (Winget, DeRoshia ve Holley, 1985). Bunun yanında; sportif etkinliklerin zamanlamasının, sporcuların en üst düzeyde performans göstermeleri için kritik bir faktör olabileceği düşünülmektedir. Örneğin, öğleden sonra yapılan egzersizler, vücut sıcaklığının arttığı ve fiziksel performansın genellikle daha yüksek olduğu bir döneme denk gelmektedir (Bayraktar ve Kurtoğlu, 2009). Bu nedenle, sporcuların sirkadiyen ritimlerini anlamaları ve antrenman programlarını buna göre ayarlamaları, daha etkili sonuçlar elde etmelerine olanak tanıyacağı düşünülmektedir.

Sirkadiyen ritmin spor performansına etkisi, sadece fiziksel yönleri değil, aynı zamanda zihinsel ve duygusal yönleri de içermektedir. Zihinsel odaklanma, reaksiyon hızı ve koordinasyon gibi kritik yetenekler, sirkadiyen ritmin değişkenliğine bağlı olarak gün içinde dalgalanabilir. Bu bağlamda, sporcuların yarışma veya önemli antrenman etkinliklerini sirkadiyen ritimleriyle uyumlu bir şekilde planlamaları gerektiği düşünülmektedir.

Sporun insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, yakın bir geçmişte daha geniş bir kitle tarafından fark edilmeye başlamıştır. Ancak, sporun en üst düzey performans elde etmek amacıyla yapılması gerektiği düşüncesiyle birlikte, biyolojik faktörlerin de dikkate alınması kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu nedenle, sporun sadece fiziksel açıdan değil, aynı zamanda biyolojik süreçlerle de yakından ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Son yıllarda sirkadiyen ritmin spor performansı üzerindeki rolü, spor bilimcileri ve araştırmacıları etkisi altına alarak önemli bir konu haline gelmiştir. Sirkadiyen ritmin, uyku-uyanıklık düzeni, hormon salınımı, vücut

sıcaklığı gibi bir dizi biyolojik süreci düzenlediği bilinmektedir. Bu ritmin, sporun etkinliği ve performansı üzerinde de etkileri olduğu alan yazında da kabul edilmeye başlandığı düşünülmektedir.

Sirkadiyen ritmi inceleyen fizyoloji, antrenman ve performans döngülerine ait çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Bu kapsamda mevcut araştırmada; sporda sirkadiyen ritmin belirli yönleri netleştirmek amacıyla sistemli bir derlemenin yapılması gerektiği düşünülmüştür. Bu düşünceden hareketle mevcut araştırmanın temel amacı; sirkadiyen ritmin spordaki öneminin ele alınmasıdır.

### **1. Biyolojik Ritimler**

Biyolojik ritimlerin keşfi, çok eski zamanlara dayanmasına rağmen, bu ritimlerin 19. yüzyılda "kronobiyoloji" adı verilen bir bilim dalı altında sistematik olarak incelenmeye başlandığı görülmektedir. Kronobiyoloji, biyolojik ritimleri biyokimyasal ve moleküler düzeyden klinik gözlemlere kadar birçok farklı yönüyle araştıran bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Selvi, Beşiroğlu ve Aydın, 2011). Biyolojik ritimler, canlı organizmada belirli bir zaman diliminde meydana gelen döngüleri ifade eder. Bu döngülerin periyotları saniye bazında olabileceği gibi, dakika, saat, gün, hafta, mevsim ve hatta yıl gibi çeşitli zaman aralıklarında da gerçekleşebilmektedir.

Döngü periyotlarına göre temelde dört ana biyolojik ritimden söz edilebilir. Bu ritimler şu şekilde sıralanmaktadır (Dokumacı, 2022);

**1. Sirkadiyen Ritim:** Bu ritim, yaklaşık olarak bir günlük döngüyü ifade eder. Vücut sıcaklığı değişiklikleri, melatonin salınımı, kan kortizol seviyelerindeki değişimler gibi bir dizi hormonal ve fizyolojik olay, 24 saatlik döngülerle düzenli bir şekilde tekrarlanır. Bu ritmin en belirgin örneği, gece ve gündüz arasındaki dönüşümlerdir.

**2. Diurnal Ritim:** Bu ritim, genellikle gün boyunca veya gece boyunca meydana gelen farklılaşan olayları tanımlamak için kullanılır. Bu tür ritimler, özellikle gün ve gece değişimlerini yansıtmak için kullanılır. Bazen sirkadyen ritim gibi günlük tekrarlayan olayları belirtmek için de kullanılabilir.

**3. Ultradiyen Ritim:** Bu ritim, bir günden daha kısa süren döngüleri ifade eder. Örneğin, REM/NREM uykusu gibi veya üç saatlik döngülerle görülen büyüme hormonu salınımı gibi kısa süreli döngüler bu kategoriye girer. Günde birden fazla kez tekrarlanabilen ritimler şeklinde ifade edilebilir.

**4. İnfradiyen Ritim:** Bu ritim ise 24 saatten daha uzun süreli döngüleri ifade eder. Kadınların menstrüasyon döngüleri veya erkeklerin testosteron düzeylerindeki değişimler gibi daha uzun süreli periyotlar infradiyen ritme örnektir. Bu tür ritimler, genellikle haftalar, aylar veya hatta yıllar içinde tekrarlanabilir (Selvi, Beşiroğlu ve Aydın, 2011).

Yukarıda maddeler halinde sıralanan biyolojik ritimler, canlı organizmaların içsel düzenini yansıtarak çevreleriyle etkileşimlerini düzenlemektedirler. Sirkadyen ritim özellikle günlük yaşamın düzenlenmesi açısından büyük öneme sahiptir, ancak diğer ritimler de organizmanın işleyişinde elbette ki kritik bir rol oynamaktadır.

### ***1.1. Sirkadyen Ritim***

Sirkadyen ritim, insan sağlığı ve metabolizmasının her yönünü yaşam boyu düzenleyen ve farklı kronolojik ritimlere göre değişen temel bir düzenleyicidir (Dokumacı, 2022). “Sirkadyen” kelimesi Latince’de “circa diem” olarak bilinir ve “yaklaşık bir gün” anlamına gelir. Bu ritim, vücudun biyolojik saatinin günlük 24 saatlik döngüyü takip eden içsel bir mekanizma olduğunu göstermektedir.

Sirkadyen ritimler, bakterilerden bitkilere ve hayvanlara kadar birçok organizmada bulunan, 24 saatlik döngülerle tekrar eden ritmik kalıpları ifade eder (Harles, Zeisler ve Hanahan, 1995). Bu ritimler, bir gün içinde döngüsel olarak tekrar eden uyku-uyanıklık düzeni, vücut sıcaklığı değişimleri, yeme-içme alışkanlıkları, fiziksel aktivite seviyeleri, metabolik işlemler ve hormon salınımında meydana gelen değişiklikleri içerir. Başka bir deyişle, 24 saatlik bir dönem boyunca organizmaların yaşadığı pek çok biyolojik değişiklik ve uyum, sirkadyen ritimlerle düzenlenir. Sirkadyen ritimlerin başka bir tanımı ise, endojen bir saatin etkisi altında, yaklaşık olarak 24 saatlik aralıklarla gerçekleşen tüm davranışsal, fizyolojik ve metabolik fonksiyonların kontrol edildiği şeklindedir. Organizmaların içsel saatleri tarafından düzenlenen bu ritmik değişimler, sirkadyen ritimler olarak adlandırılır (Freedman ve diğerleri 1999). Bu ritimler, organizmanın çevresel değişikliklere adapte olmasına yardımcı olurken aynı zamanda uyku-uyanıklık düzeni, hormonal denge ve diğer temel biyolojik süreçlerin koordinasyonunu sağlar.

### ***Sirkadyen Ritmi Etkileyen Faktörler***

#### ***Işık***

Sirkadyen ritimler, organizmanın biyolojik fonksiyonlarını çevresel uyarıların döngüsel değişimleri ile koordine ederek evrimsel bir avantaj sağlar (Moore, 1997). Bu ritimler, 24 saatlik aydınlık-karanlık döngüsüne adapte olmayı gerektirir ve bu bağlamda ışık, uyku ve sirkadyen ritimlerin kritik bir düzenleyicisi olarak görev yapar (Cajochen, Chellappa ve Schmidt, 2010). Işığın etkileri, maruz kalma anında veya hemen sonrasında (akut etkiler) veya daha ileri bir zamanda (uzun vadeli etkiler) ortaya çıkar. Bu etkilerin temel mekanizmalarından biri, fotopigment melanopsinin aktivasyonu yoluyla işlenir ve bu süreçte ışığa duyarlı retinal ganglion hücreleri aracılık eder (Berson, Dunn ve Takao, 2002). Melanopsin, göz retinasında bulunan bir fotopigmenttir ve özellikle mavi ışığa duyarlıdır. Bu hücreler, göz tarafından alınan ışık sinyallerini merkezi saatin yerleşik olduğu suprakiazmatik çekirdeğe ileterek sirkadyen ritmin düzenlenmesine katkıda bulunurlar.

Retinada bulunan melanopsin içeren retinal ganglion hücreleri, "retinal ganglion cell with melanopsin" olarak adlandırılır ve bu hücreler aracılığıyla çevredeki ışık değişimleri (gün doğumu veya gün batımı gibi) ve ışık periyot uzunluğu hakkında direkt bilgi suprakiazmatik çekirdekteki merkezi saate iletilir. Bu retinal ganglion hücreleri, ışığa duyarlı melanopsin pigmentini içerir ve bu pigment sayesinde çevresel ışık değişikliklerini algılar. Suprakiazmatik çekirdekte bulunan ana saat, ürettiği sirkadyen ritimleri gün ışığına göre günlük olarak yeniden ayarlar. Bu nedenle, her gün doğru zamanlamada kalabilmek için güneşin doğuşu ve batışı gibi çevresel ışık değişimlerinden bilgi alır. Bu şekilde, organizma Dünya'nın 24 saatlik dönüşüne benzer bir şekilde sirkadyen ritimleri senkronize eder ve

periferik saatleri aydınlık-karanlık döngüsüne adapte eder. Bu mekanizma sayesinde organizma, döngüsel değişimlere uyum sağlayarak biyolojik saatini ve içsel ritimlerini korur (Fernandez, 2019).

### ***Uyku***

Uyku, fiziksel sağlığı, psikolojik dengesini ve duygusal dengeyi destekleyen onarıcı bir süreç olarak kabul edilir (Bayon, Leger, Gomez-Merino, Cecchirerini ve Chennaoui, 2014). Uyku hem homeostatik sistemler hem de sirkadiyen ritim tarafından etkilenen bir süreç olarak uyku ve uyanıklık döngülerini düzenler. Bu nedenle, insanlar sadece fiziksel yorgunluklarına yanıt olarak değil, aynı zamanda aydınlık-karanlık döngüsüne göre sirkadiyen ritmin belirlediği uyku-uyanıklık döngüsüne göre de belirli saatlerde uyumaktadır (Foster ve Kreitzman, 2014).

Uykunun zamanlaması büyük ölçüde sirkadiyen saatin düzenlemesi altındayken, uyku miktarı ve kalitesi organizmanın yeterli uyku almasını sağlayan homeostatik mekanizmalara bağlı olarak belirlenir (Cuddapah, Zhang ve Sehgal, 2019). Özellikle, sirkadiyen kalp atışı hızının aktivitesi, gün boyunca artan uyanıklık baskısına karşı koymak üzere ayarlanmıştır. Benzer şekilde, sirkadiyen uyku eğilimindeki gece artışı, biriken uyku basıncına karşı gelir ve böylece gece boyunca daha uzun süreli ve konsolide bir uyku dönemini destekler (Blume, Garbaza ve Spitchan, 2019). Ozan ve Buzdağı (2022)'ne göre; uyku, organizmanın yeniden enerji toplamasına, hafızayı düzenlemesine, bağışıklık sistemini güçlendirmesine ve zihinsel sağlığı korumasına yardımcı olmaktadır.

### ***Beslenme***

Vücudun farklı bölgelerinde bulunan periferik saatler ile sirkadiyen ritimler arasındaki karşılıklı etkileşim, besin metabolizması ve günlük yeme düzeni arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir (Yüksel, 2019).

Sirkadiyen ritimle uyumsuz beslenme alışkanlıkları, organizmanın sirkadiyen sistem organizasyonunu bozabilir ve bu durum olumsuz metabolik sonuçlara ve kronik hastalıkların gelişimine yol açabilmektedir (Mukherji ve diğerleri, 2015). Bu bağlamda, düzensiz uyku-uyanıklık döngüleri veya uyumsuz beslenme zamanlaması, sirkadiyen sistemin düzensizliğine ve ritimler arasındaki zamanlama bozukluklarına neden olabilir.

### ***Sıcaklık***

Sirkadiyen ritmin değerlendirilmesinde kullanılan etkili bir belirteç, vücut sıcaklığıdır (Sim ve diğerleri, 2015). Memeliler dahil insanlarda, vücut sıcaklığı sirkadiyen ritmi yansıtan önemli bir göstergedir ve fizyolojik süreçlerin düzgün işleyişi için dar bir aralık içinde tutulmaktadır. Vücut sıcaklığı, gündüzleri artarken geceleyin düşer; bu durum, moleküler saat ve bağışıklık genleri gibi saat kontrollü genlerin ifadesini etkilemektedir (Coiffard, Diallo, Mezouar, Leone ve Mege, 2021).

Sağlıklı bireylerde, fizyolojik vücut sıcaklığı normalde ortalama 37.0°C civarında seyrederek ve bu sıcaklık yaklaşık 1°C'lik sinüzoidal bir sirkadiyen dalgalanma gösterir. Bu dalgalanma, vücut sıcaklığının gün içerisinde belirli bir ritme göre değiştiği anlamına gelir (Refinetti, 2010; Kräuchi ve Wirz-Justice, 1994). Bu vücut sıcaklığı dengesi, organizmanın içsel termal

düzenlemesi ve metabolizması ile yakından ilişkilidir. Isı üretimi ile ısı kaybı arasındaki hassas denge sonucu, çekirdek vücut sıcaklığı oluşur. Bu denge gece boyunca istirahat anında en düşük seviyeye ulaşırken, günün ilerleyen saatlerinde artar ve günün sonunda en yüksek seviyeye erişir. Bu süreç, organizmanın metabolik aktiviteleri ve enerji harcamalarıyla yakından bağlantılıdır. Gündüzleri artan çekirdek vücut sıcaklığı, metabolik faaliyetlerin ve fizyolojik süreçlerin hızlanmasını destekler. Geceleri ise vücut, dinlenme ve yenilenme süreçlerine odaklanırken sıcaklık düşer. Bunun yanında terleme veya vazomotor değişikliklerle deriye ve mukoza zarlarına kan akışının düzenlenmesi ile ısı dağılımı da sağlanır (Blondin ve Haman, 2018).

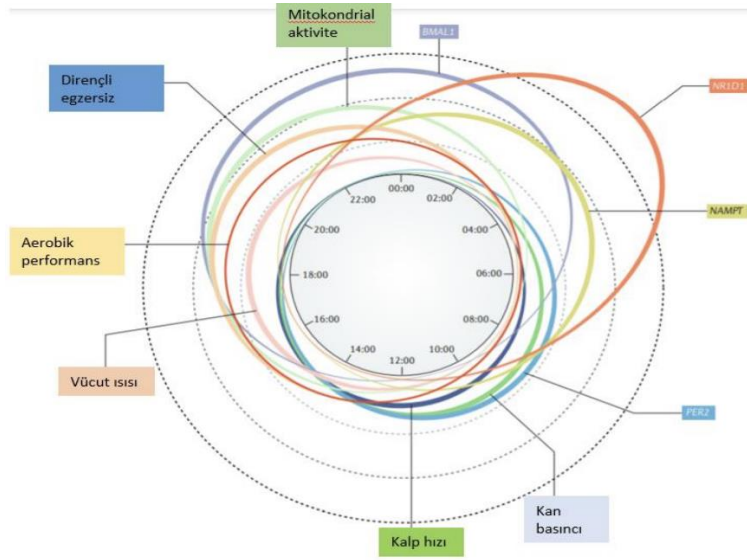
### ***Sirkadiyen Ritim ve Egzersiz***

Sirkadiyen ritim ve egzersiz, insan sağlığı ve performansı üzerinde derinlemesine etkileri olan iki önemli faktördür. Sirkadiyen ritim, biyolojik saatin temel taşıyıcısıdır ve vücudun fizyolojik süreçlerini 24 saatlik bir döngü içinde düzenlemesini sağlamaktadır. Bu ritim, uyku-uyanıklık döngüsü, hormon salınımı, metabolik aktiviteler ve diğer pek çok fizyolojik olayı içermektedir. Sirkadiyen ritmin ana merkezi hipotalamusun suprakiazmatik çekirdeği (SCN) olarak bilinmektedir. Suprakiazmatik çekirdek, vücudun dış dünya ile senkronizasyonunu sağlayarak, uyku-uyanıklık döngüsünü düzenleyen önemli bir role sahiptir.

Egzersiz, fiziksel sağlığı ve performansı artırmak için kullanılan etkili bir araçtır. Egzersizin sadece kas gücünü artırmakla kalmayıp aynı zamanda metabolik dengeyi optimize ettiği ve enerji kullanımını düzenlediği bilinmektedir. İskelet kasında sirkadiyen ritim, bu dengeyi sağlamada kritik bir rol oynamaktadır. İskelet kası adaptasyonu, ATP biyosentezi ve kas kasılmasını düzenleyen moleküler yolların aktive edilmesiyle gerçekleşmektedir. Egzersiz, iskelet kasındaki moleküler saati modüle ederek sirkadiyen ritmi değiştirebilir. Aynı şekilde, egzersiz iskelet kası, sirkadiyen ritmini düzenlemek için güçlü bir faktördür, çünkü metabolik sensörleri ve mekanosensörleri aktive etmektedir.

Vücudumuzun içsel düzeni, sirkadiyen ritim denilen biyolojik saat tarafından yönlendirilmektedir. Bu ritim, günün farklı saatlerinde gerçekleşen birçok fizyolojik ve metabolik sürecin düzenlenmesinde kilit bir rol oynamaktadır. Örneğin, kas sinir performansı, psikolojik durum, vücut sıcaklığı, beslenme alışkanlıkları, hormon seviyeleri, uyku kalitesi, oksijen tüketimi ve gün içinde yapılan aktiviteler gibi birçok faktör, sirkadiyen ritmin etkisi altındadır.

İnsanlar arasında farklı sirkadiyen ritimlere sahip bireyler bulunmaktadır. Sabahları enerjik hissedenlerle akşamları daha canlı hissedenler arasındaki bu farklılıklar, "sabahçıl" ve "akşamcıl" kronotipler olarak adlandırılmaktadır. Bu kronotipler, içsel biyolojik saatleri ve sirkadiyen ritimleri üzerindeki etkilerini belirlemektedir. Yapılan araştırmalar, sabahçıl kronotiplerin vücut ısısının günün erken saatlerinde en yüksek seviyeye ulaştığını ve melatonin salınımının da farklılık gösterdiğini bildirmektedir (Menek, 2022). Bu durum, fizyolojik süreçlerin farklı zamanlarda en üst düzeyde olduğunu işaret etmektedir. Örneğin, sabahçıl bireylerin vücut ısısı sabah saatlerinde yükselirken, akşamcıl bireylerde bu artış daha geç saatlere kaymaktadır.



Şekil 1. Sirkadiyen ritim diyagramı (Gabriel ve Zierath, 2019).

*Kronotip uygun olarak belirlenen en uygun egzersiz zamanlaması, metabolik hastalıkların tedavisinde büyük bir öneme sahiptir. Farklı saat aralıklarında yapılan aerobik ve kuvvetlendirme egzersizlerinin farklı etkiler sergilediği bilinmektedir. Özellikle öğle ve akşam saatlerinde gerçekleştirilen kuvvet antrenmanlarında, egzersiz performansının sabah saatlerine kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bu farklılık, sirkadiyen ritmi etkileyen faktörlerin, nöromüsküler regülasyonun, hormonların, beslenmenin, vücut sıcaklığının ve hatta iskelet kasının moleküler saatinin etkisi olarak açıklanmaktadır (Gabriel ve Zierath, 2019). Bununla birlikte, sabah saatlerinde yapılan orta yoğunluklu aerobik egzersizlerin, akşam saatlerine göre daha üstün bir performans artışı sağladığı da bilinmektedir (LeGates, Fernandez ve Hattar, 2014).*

## TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Sporun sağlık üzerindeki olumlu etkileri yadsınamaz bir gerçektir. Ancak sporun verimli ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için dikkate alınması gereken birçok faktör vardır. Bu faktörlerden biri de sirkadiyen ritimdir. Sirkadiyen ritim, vücudumuzun biyolojik saatinin 24 saatlik döngüsüdür ve uyku-uyanıklık düzenimizi, hormon salınımını, vücut sıcaklığını ve diğer fizyolojik süreçleri etkiler. Spor yapma zamanlaması, sirkadiyen ritmi göz önünde bulundurarak planlandığında, sporcuların performansını artırma potansiyeli ortaya çıkmaktadır.

Hınçal (2017)'a göre; sirkadiyen sistem, uyku-uyanıklık döngüsü, uyku evreleri, sıcaklık düzenlemesi, bağışıklık, kardiyovasküler ve metabolik sistemler gibi temel fizyolojik faktörleri düzenler. Bu kompleks sistemdeki ana düzenleyici merkez, hipotalamustaki suprakiazmatik çekirdek (SCN) olarak adlandırılır. Uyku-uyanıklık döngüsü, hipotalamusta bulunan epifiz bezinin ürettiği melatonin hormonu tarafından etkilenir. Melatonin salgısının sirkadiyen ritmi, SCN tarafından kontrol edilir (Karamustafaoğlu ve Baran, 2012). Bu hormon, uyku-uyanıklık döngüsünü düzenleyerek organizmaların biyolojik saatinin oluşmasını sağlar. Melatonin, genellikle akşam saat 20:00 civarında artış göstermeye başlar, gece boyunca karanlık ortamda en yüksek seviyesine 01:00 ile 05:00 arasında ulaşırken,

sabahın erken saatlerinde ise düşer (Demirhan, 2011). Gece boyunca artan diğer önemli hormonlar ise testosteron ve büyüme hormonudur (Erdoğan, İstanbul Tıp Fakültesi). Uyku-uyanıklık döngüsü, bağıışıklık sistemi, somatik büyüme, anabolik ve katabolik durum, beyin yenilenmesi, güçlenmesi ve algının işleyişı gibi birçok faktörü etkiler (Fındıklı, 2013). Bu faktörlerden bazıları şunlardır;

Çevre: Bu faktör kontrol edilemeyen bir etkidir ve çeşitli çevresel sıcaklık, psikolojik ve fizyolojik değişkenleri içerir.

Fizyolojik iç faktörler: Kişinin biyolojik ritmi ve diğer ritimlere adaptasyonunu kapsar.

Yaşam tarzı: Seçilen aktivite zamanları, uyku alışkanlıkları ve uyku süresi gibi faktörler, bu ritimleri etkiler (Weipeng, Newton ve McGuian, 2011).

Zamanla ilgili biyolojik faktörler, fiziksel aktivite için hayati bir öneme sahiptir. Bireylerin özgün sabah ve akşam kronotipleri, uyku-uyanıklık zamanları ve vücut ısısı gibi özellikleri, farklı zamanlarda sirkadiyen ritimler sergiler. Adrenalin, örneğin sabah tipinde akşam tipine göre daha belirgin bir artış gösterir (Manfredini, Manfredini, Fersini ve Conconi, 1998).

Hınçal (2017)'a göre; araştırmalar, fiziksel aktivite ile vücut ısısı arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Son çalışmalar, günün farklı saatlerindeki sıcaklık değişikliklerinin nöromüsküler aktivitedeki fizyolojik değişikliklerle ilişkili olduğunu ve bu değişikliklerin farklı sirkadiyen ritimlerine işaret ettiğini göstermiştir (Weipeng, Newton ve McGuian, 2011).

Sirkadiyen hormon sistemi, performansı etkilemede önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle egzersiz sırasında melatonin hormonunun işlevi büyük önem taşır, çünkü bu hormon vücudun egzersiz stresine adapte olmasına yardımcı olmaktadır. Bu adaptasyonda nörolojik ve hormonal faktörler önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, egzersizin melatonin salgısı üzerinde hem hızlı hem de gecikmeli etkileri vardır ve bu etkiler egzersizin süresiyle ilişkilidir. Akut etkiler, egzersizin türüne, yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin, melatonin seviyelerinin arttığı bir dönemde akşam geç saatlerde yapılan egzersiz, melatonin düzeylerindeki artışı baskılayabilir; ancak düşük yoğunluklu egzersizde anlamlı bir etki gözlenmemiştir (Manfredini, Manfredini, Fersini ve Conconi, 1998).

Günlük egzersiz, melatonin salınımını büyük ölçüde etkilemez. Ancak, orta veya yüksek yoğunluklu gece egzersizi, sonraki gece melatonin salgısını baskılayabilir. Bu da demektir ki, uyku ve ağır egzersiz sırasında melatonin salgısının baskılanması, biyolojik saatin işlevini azaltabilir. Egzersizin melatonin düzeylerine olan etkisi yaşa ve alışkanlıklara bağlı olarak değişebilir (Demirhan, 2011).

Sirkadiyen ritmin spor performansına etkisi sadece fiziksel yetenekleri kapsamaz; aynı zamanda zihinsel odaklanma, reaksiyon hızı ve koordinasyon gibi kritik faktörleri de içermektedir. Örneğin, bireylerin zihinsel uyanıklığı genellikle öğleden sonra zirveye ulaşırken, sabah saatlerinde bu alanlarda daha düşük performans gösterebilirler. Bu nedenle, yarışmaların veya zorlu antrenmanların zamanlaması, sporcuların en üst düzeyde performans göstermeleri için dikkat edilmesi gereken bir husustur. Sirkadiyen ritmin spor performansına etkisinin anlaşılması, sporcuların daha iyi sonuçlar elde etmelerine yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Özellikle profesyonel sporcular ve koçlar, spor etkinliklerinin zamanlamasını dikkatlice planlamalı ve sporcuların bireysel ritimlerini göz önünde



bulundurmalıdır. Ancak, her bireyin sirkadiyen ritmi farklıdır ve genetik faktörler, yaşam tarzı ve çevresel etmenler ritmi etkileyebilmektedir. Bu nedenle, sporcuların kendi ritimlerini anlamaları ve buna göre hareket etmeleri gereklidir. Kimi insanlar daha çok sabah insanıyken, diğerleri akşam saatlerinde daha aktif olabilir. Bu bireysel farklılıklar, spor performansının en iyi zamanlamasını belirlerken önemli bir rol oynar.

Türkiye’de yapılan bazı çalışmalara bakıldığında;

Erdemir (2005), yaptığı çalışmada 10 erkek sedanter denek üzerinde kortizol sirkadiyen ritminin egzersize tepkisini incelemiş ve kortizolün zirve ve dip değerlerinde yapılan egzersizin kortizol sirkadiyen ritmi ve kan parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma sürecinde ilk haftada kontrol ölçümleri alındıktan sonra, 2 hafta boyunca haftada 2 gün olmak üzere sabah/akşam egzersizleri öncesi ve sonrası ile farklı saatlerde toplam 32 kez kan örnekleri alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre, yapılan egzersizlerin kortizol sirkadiyen ritmini etkilediği belirlenmiştir. Akşam yapılan egzersizlerde kortizol artışının sabah yapılan egzersizlere göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Ayrıca toparlanma düzeylerinin benzer olduğu ve kan parametrelerinden lökosit, hemoglobin, hematokrit ve trombosit üzerindeki etkilerin aynı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, egzersizin kortizol seviyeleri üzerindeki etkilerini ve sirkadiyen ritmin egzersize tepkisini daha detaylı bir şekilde anlamamıza katkı sağlamaktadır.

Can (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, elit erkek taekwondo sporcularının sirkadiyen ritminin bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelere etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, intra aural İVI, İKAS, CMJ, CMJ(JB) – ZG, CMJ(JB) – OG ve PTED gibi parametrelerde anlamlı sirkadiyen değişiklikler gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca, öğleden sonra elde edilen güç değerlerinin, sabah verilerine göre daha yüksek olduğu fakat bu sirkadiyen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Katılımcıların intra aural İVI ile ölçülen diğer fiziksel ve fizyolojik parametreler arasında 17:30-19:30 saatleri arasında İKAS’da negatif ilişki ve 08:30-10:30 saatleri arasında CMJ(JB) – ZG ve CMJ(JB) – OG’de pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Çalışma ayrıca sporcuların 3 saniyeden daha kısa süreli anaerobik performanslarında (CMJ ve PTED) anlamlı sirkadiyen değişikliklerin olduğunu ortaya koymuştur ( $p<0.05$ ). Ancak, 5 saniye (WAnT / ZG) ve 30 saniye (WAnT / OG) aralığındaki anaerobik performanslarda anlamlı sirkadiyen değişikliklerin olmadığı bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Arpa-Altınel (2020) sağlıklı kadınların menstrual döngülerinin farklı fazlarında sirkadiyen ritmin fiziksel performans düzeylerine etkisini incelemek amacıyla yaptığı çalışmasında 20-40 yaşları arasındaki 19 kadınla çalışmış ve sirkadiyen ritmin aerobik kapasiteye etkisinin olmadığını, anaerobik kapasiteye olan etkisine bakıldığında ise bireylerin 30 saniye içinde çift bacak ile çömelme tekrar sayılarının öğle zaman diliminde sabah ve akşama göre daha fazla olduğu görüldü ( $p<0,05$ ).

Kulaksız (2021) tarafından yürütülen araştırma, sirkadiyen ritmin tekrarlı sprint performansına etkisini anlamak amacıyla 12 kadın katılımcı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, sirkadiyen ritmin tekrarlı sprint performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Ancak, egzersize verilen fizyolojik yanıtların analizinde, anaerobik metabolizmayı yansıtan  $LA_{MAKS}$  değerlerinin günün saatine göre

değiştirdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, sirkadiyen ritmin spor performansı ve fizyolojik yanıtlar üzerindeki etkilerinin daha derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Karagül (2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, sirkadiyen ritmin denge yeteneği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, dinamik denge performansının sirkadiyen ritme göre değişebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, bu etkinin oral vücut sıcaklığı, cinsiyet ve fiziksel aktivite düzeyi gibi faktörlerle ilişkili olduğu bulunmuştur.

Yılmaz (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, sirkadiyen ritmin futbolda denge ve pas verme performansına etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, vücut sıcaklığının öğleden sonra arttığı, öğleden önceye göre pas isabetinin arttığı ve pas süresinin kısaldığı görülmüştür. Ancak denge performansında belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Ayrıca, denge ile pas performansı ölçümleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bununla birlikte, vücut sıcaklığı ile denge ölçümleri arasında düşük düzeyde pozitif bir ilişki saptanmıştır.

Gönül (2019) adlı araştırma, ergenlerde günlük değişkenliğin algılama ve reaksiyon zamanı üzerindeki etkisini incelemiştir. Elde edilen verilere göre, vücut sıcaklığı ve algılama zamanı sabit hata değerlerinde tüm katılımcılarda ve her iki cinsiyette de günlük değişim etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, sadece erkeklerde işitsel reaksiyon zamanı skorlarında değişim bulunduğu belirtilmiştir.

Ünver (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sirkadiyen ritmin kas hasarı ve solunum kas kuvveti üzerinde etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ancak öğle saatlerinde (14.00) daha yüksek kas kuvveti gösterilebildiği ve toparlanmanın daha hızlı gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yardımcı (2019) tarafından yürütülen çalışmada, bireylerin biyolojik ritim düzeyleri ile somatizasyon düzeyleri arasında negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Spor yapma alışkanlığı olan bireylerde, spor yapmayanlara kıyasla daha düşük seviyede somatizasyon düzeyi gözlemlenmiştir. Araştırmacı aynı zamanda katılımcıların yaşlarının artmasıyla somatizasyon puan ortalamasının arttığını belirtmiştir. Lisanslı sporcuların biyolojik ritim düzeylerinin, düzenli spor yapan ve yapmayanlara kıyasla daha düzenli olduğu sonucuna varılmıştır.

Menek (2021) çalışmasında, Tip 2 diyabet tanısı almış 30 birey üzerinde gerçekleştirdiği araştırma ile sirkadiyen ritme uygun yapılan egzersizlerin Tip 2 diyabet üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmada 35-65 yaş arasındaki katılımcılara Sabahçıl-Akşamcıl Anketi uygulanarak sirkadiyen ritim değerlendirme yapılmıştır. Katılımcılar iki gruba ayrılarak, 6 hafta boyunca sabah ve 6 hafta boyunca akşam egzersizleri uygulanmıştır. Haftada 3 gün yapılan aerobik egzersizler toplamda 12 hafta süren bir programla gerçekleştirilmiştir. Her iki grupta da sabah ve akşam egzersizleri, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında kan şekeri ölçümleri, kas gücü ölçümleri, altı dakika yürüme testi, otuz saniye otur kalk testi ile mobilite, tek ayak üstünde durma testi ile denge, yaşam kalitesi ve uyku kalitesi değerlerinde istatistiksel anlamlılık elde edilmiştir. Sabahçıl kronotip grubunda sabah egzersizlerinin, akşamcıl kronotip grubunda ise akşam egzersizlerinin değerlendirme ölçümlerinde daha fazla iyileşme sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Öztürk (2021) çalışmasında udo sporcularının sabah ve akşam saatlerinde kalp atım hızı, kan laktat konsantrasyonu, vücut sıcaklığı, algıladıkları zorluk derecesi ve judo özgü performans testi indeks puanı açısından benzer sonuçlar elde edildiğini bulmuştur.

Çetin (2022) adlı çalışması kapsamında gerçekleştirdiği araştırmada, 15 erkek sporcuyla sirkadiyen ritmin sürat performansına etkisinin olmadığını ve aktivasyon sonrası potansiyasyonun günün farklı zaman dilimlerinde değişmediğini bulmuştur.

Hınçal ve Gültekin (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, antrenmanın sabah ve akşam saatlerine göre yapılmasının nabız ve yaş gruplarına bağlı olarak 100m sprint performansını etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Dinç ve Hayta (2018) adlı araştırmada, 3 farklı zaman diliminde gerçekleştirilen dikey sıçrama ve 40 metre sprint performansını incelemiş ve sirkadiyen ritmin dikey sıçrama performansını etkilediğini, ancak 40 metre sprint performansı üzerinde etkisinin olmadığını gözlemlemiştir.

Kalyon (2020) tarafından yapılan çalışmada, 25 futbolcunun Koşuya Dayalı Anaerobik Sprint test performansları incelenmiş ve futbolcuların bu test performanslarında sirkadiyen varyasyona ulaşamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kinişler (2005) tarafından gerçekleştirilen "anaerobik performansta sirkadiyen değişimlerin incelenmesi" adlı çalışmada, 14 üniversite öğrencisine 3 farklı günde ve 3 farklı zaman diliminde aktif sıçrama ve Wingate anaerobik güç testleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, anaerobik performansta sirkadiyen ritim etkisinin varlığı gözlenirken, bu etkinin oral vücut sıcaklığındaki değişimle benzerlik göstermediği tespit edilmiştir.

Algül ve Özçelik (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 10 antrenmanlı ve 10 sedanter erkek denek üzerinde sabah ve gece saatlerinde futbol maçı düzenlenmiş ve maç öncesi ile maç sonrasında venöz kan örnekleri alınmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, total antioksidan düzeyinin hem antrenmanlı hem de sedanter deneklerde sabah ve gece saatlerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldığı, total oksidan düzeyinin ise antrenmanlı ve sedanter deneklerde sabah ve gece saatlerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı gözlemlenmiştir.

Akkurt, Gür ve Küçükoğlu (1998) adlı araştırmada, günün farklı zaman dilimlerinin supramaksimal bisiklet egzersizindeki oksijen tüketimi ( $V_{O2_{SUPRA}}$ ) ve birikmiş oksijen açığı (AOD) değerlerine etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, günün farklı zaman diliminin bu egzersiz parametreleri olan  $V_{O2_{SUPRA}}$  ve AOD üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını bulmuşlardır.

Dündar, Çolakoğlu ve Açıkada (1995) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sabah ve akşam saatlerinde yapılan antrenmanların elde edilen spor performansı üzerindeki etkisini sirkadiyen ritimle ilişkilendirmiştir. Sürat, sürat dayanıklılığı ve kuvvet testlerini uygulayarak deney yapmışlardır. Denekler üç hafta boyunca haftada üç gün olmak üzere sabahları saat 09.00-10.30 arasında ve ardından üç hafta daha süreyle 16.30-18.00 arasında antrenman yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar, spor performansının sirkadiyen ritimle ilişkili olduğunu

göstermiş ve bu performansın akşam saatlerinde yapılan antrenmanlarda daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Çavdar ve Kaya (2021) tarafından yapılan çalışmada; zihinsel canlandırmanın sirkadiyen ritme göre atış performansına etkisini incelemiştirlerdir. Bu çalışmada, dart gibi hedefe atışın gerçekleştirildiği kapalı beceri gerektiren sporlarda zihinsel canlandırma antrenmanının performansı arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu artışın günün saatlerine göre sirkadiyen ritimle değiştiği sonucuna varılmıştır.

Egesoy, Yapıcı, Sönmez ve Yüksel (2023) tarafından yapılan çalışmada; genç futbolcuların sirkadiyen ritminin bazı performans parametreleri üzerindeki akut etkisini incelemiştirlerdir. Bu çalışmada, sabah saatlerinde elde edilen sıçrama değerlerinin öğlen ve akşam saatlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi olduğu görülmüştür. Öte yandan, öğlen ve akşam saatlerinde elde edilen sıçrama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. 20 metre sprint testi sonuçları incelendiğinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çeviklik testi sonuçlarına göre ise sabah ve akşam saatlerinde alınan çeviklik değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

Sporla sirkadiyen ritmin öneminin incelenbilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada sonuç olarak; doğru zamanda yapılan egzersizler, sporcuların performansını artırabilirken, yanlış zamanlamalar performans düşüklüğüne yol açabilir. Sirkadiyen ritmi göz önünde bulundurarak yapılan planlamalar hem fiziksel hem de zihinsel açıdan en iyi sonuçların elde edilmesine yardımcı olabilir. Bu nedenle, sporcuların ve antrenörlerin sirkadiyen ritmin önemini kavramaları ve buna göre hareket etmeleri, spor alanında başarıyı artırmada önemli bir adım olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında yapılan araştırmalar incelendiğinde spor faaliyetlerinin sirkadiyen ritme uygun olarak planlanmasının performans üzerinde büyük bir etkisi olduğu görülmüştür. Doğru zamanlamaların yapıldığı durumlarda sporcuların performansının arttığı ve bu sayede daha iyi sonuçlar elde ettikleri gözlemlenmiştir. Bu noktada sporun enerji talebi, kas fonksiyonları ve koordinasyon gibi yönleri, sirkadiyen ritme uygun olarak planlandığında daha üst düzeyde çalışabileceği düşünülmektedir.

Bu bağlamda mevcut araştırmada kapsamında şu önerilerde bulunulabilir;

Konu ile ilgili alan yazın incelendiğinde spor bilimleri alanında özellikle sirkadyen ritim ile ilgili olan çalışmaların oldukça fazla sayıda olduğu görülmüştür. Bu kapsamda araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ölçüm aralıklarının daraltılması gerektiği önerilebilir. Böylelikle araştırmalarda sporcuların sirkadyen ritim seviyelerindeki dalgalanmalar ve bu dalgalanmalara etki eden faktörler daha hassas bir şekilde belirlenebilir. Ayrıca yapılacak çalışmalarda şimdiye kadar incelenmemiş fizyolojik ya da performans parametrelerinin yanında beslenme uyku ve toparlanma gibi faktörlerle ilişkilendirilebilir.

## KAYNAKÇA

- Ağırbaş, Ö., Tatlısu, B. ve Karakurt, S. (2021). *Geçmişten Günümüze Sağlık Alanında egzersizlerin Rolü*. Spor ve Sağlık Araştırmaları (Ağgön, E., Yıldızhan Çakmak, Y. ve Ağırbaş, Ö. 2021). Akademisyen Yayın Evi. Ankara.
- Akgün, S. F. (2022). *Cerrahi Hemşirelerinde Sirkadiyan Ritimin Bozulması ile Sağlık Sorunlarının ve Tükenmişliğin Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hemşirelik Ana Bilim Dalı, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Bilim Dalı, İstanbul.
- Akkurt, S., Gür, H., ve Küçüköğlü, S. (1998). Günün Farklı Zaman Diliminin Supra-Maksimal Bisiklet Egzersizindeki O<sub>2</sub> Tüketimine Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 9(2), 12-21.
- Algül, S., ve Özçelik, O. (2017). Günün farklı zamanlarında yapılan futbol maçlarında oksidan-antioksidan dengenin incelenmesi. *Genel Tıp Dergisi*, 27(4), 129-135.
- Arpa-Altinel, B. (2020). *Sağlıklı Kadınlarda Menstrual Döngünün Farklı Fazlarında Sirkadyen Ritmin Fiziksel Performansa Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İstanbul.
- Bayon, V., Leger, D., Gomez-Merino, D., Vecchierini, M. F., ve Chennaoui, M. (2014). Sleep debt and obesity. *Annals of medicine*, 46(5), 264-272.
- Bayraktar, B., ve Kurtoğlu, M. (2009). Sporda performans, etkili faktörler, değerlendirilmesi ve artırılması. *Klinik Gelişim Dergisi*, 22(1), 16-24.
- Berson, D. M., Dunn, F. A., ve Takao, M. (2002). Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science*, 295(5557), 1070-1073.
- Blondin, D. P., ve Haman, F. (2018). Shivering and nonshivering thermogenesis in skeletal muscles. *Handbook of clinical neurology*, 156, 153-173.
- Blume, C., Garbazza, C., ve Spitschan, M. (2019). Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood. *Somnologie*, 23(3), 147-156.
- Cajochen, C., Chellappa, S., ve Schmidt, C. (2010). What keeps us awake?—the role of clocks and hourglasses, light, and melatonin. *International review of neurobiology*, 93, 57-90.
- Can, E. (2014). *Elit Erkek Taekwondo Sporcularında Sirkadyen Ritmin Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametrelere Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı, İzmir.
- Coiffard, B., Diallo, A. B., Mezouar, S., Leone, M., ve Mege, J. L. (2021). A tangled threesome: circadian rhythm, body temperature variations, and the immune system. *Biology*, 10(1), 65. 1-16.
- Cuddapah, V. A., Zhang, S. L., ve Sehgal, A. (2019). Regulation of the blood–brain barrier by circadian rhythms and sleep. *Trends in neurosciences*, 42(7), 500-510.
- Çavdar, E., ve Kaya, M. (2021). Zihinsel Canlandırmanın Sirkadiyen Ritme Göre Dart Atış Performansına Etkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 15(1), 49-59.
- Çetin, A. (2022). *Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Sürat Performansına Etkisinin Sirkadiyen Ritme Göre İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe

- Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Konya.
- Demirhan, B. (2011). *Gece ve Gündüz Yapılan Tükenme Egzersizlerinin Serum Melatonin Düzeylerine Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dinç, N., ve Hayta, Ü. (2018). Sirkadiyen ritmin anaerobik güç üzerine etkisinin incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3(4), 77-86.
- Dokumacı, D. (2022). *Sirkadyen Ritimde Sabahçıl Akşamcıl ve Ara Tüp Kişilerin Menstrual Siklus Özellikleri ile Kronotipler Arasındaki Premenstrual Sendrom Görülmesinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hemşirelik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Dündar, U., Çolakoğlu, M., ve Açıkada, C. (1995). Kondisyonel Parametrelere dayalı olarak sirkadiyen ritim ile sporsal verim ilişkisinin incelenmesi. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1).
- Egesoy, H., Yapıcı, A., Sönmez, S., ve Yüksel, Y. (2023). Genç Futbolcularda Sirkadiyen Ritmin Bazı Performans Parametreleri Üzerine Akut Etkisi: İlişkisel Çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 15(2).
- Erdemir, İ. (2005). *Sedanter Erkeklerde Egzersizin Kortizol Sirkadyan Ritim ve Kan Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı İstanbul.
- Fernandez, F. (2019). Focus: Clocks and Cycles: circadian responses to fragmented light: research synopsis in humans. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 92(2), 337.
- Fındıklı, E. (2013). Sirkadiyen Ritim Boyutları ve Duygudurum Bozuklukları. 49. *Ulusal Psikoloji Kongresi, İzmir*.
- Foster, R. G., ve Kreitzman, L. (2014). The rhythms of life: what your body clock means to you!. *Experimental physiology*, 99(4), 599-606.
- Freedman, M. S., Lucas, R. J., Soni, B., Von Schantz, M., Muñoz, M., David-Gray, Z., ve Foster, R. (1999). Regulation of mammalian circadian behavior by non-rod, non-cone, ocular photoreceptors. *Science*, 284(5413), 502-504.
- Gabriel, B. M., ve Zierath, J. R. (2019). Circadian rhythms and exercise—re-setting the clock in metabolic disease. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(4), 197-206.
- Gönül, A. (2019). *Ergenlerde Diurnal Değişkenliğin Sezinleme ve Reaksiyon Zamanına Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Bolu.
- Harles, C., Zeisler, A. C., Hanahan, H. L. S., Lerman, L. B. K., Einz, H., ve Artens, M. (1995). *Suppression of melatonin secretion in some blind patients by exposure to bright light*.
- Hınça, S., ve Gültekin, T. (2018). 9-19 Yaş Arasındaki Elit Yüzücülerde Biyolojik Saatin Performansa Etkisi. *MASROP E-Dergi*, 12(1), 21-34.
- Hınçal, S. H. (2017). *9-19 Yaş Arasındaki Elit Yüzücülerde Biyolojik Saat ve Beslenme Faktörlerinin Bazı Değişkenlerle Performans Üzerine Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antropoloji (Fizik Antropolojisi) Anabilim Dalı, Ankara.

- Horne, J., ve Östberg, O. (1976). Horne J.A, Östberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 4(2), 97-110.
- Kalyon, Z. (2020). *Futbolda Koşuya Dayalı Anaerobik Sprint Testi ile Belirlenen Anaerobik Performansta Diurnal Varyasyonlar*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Trakya.
- Karagül, O. (2016). *Denge Performansı Üzerinde Sirkadiyen Ritmin Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı, Manisa.
- Karamustafaoğlu, O. ve Baran, E. (2012). Agolamelatin ve Etki Mekanizması, *Journal of Mood Disorders*, 2, 6-13.
- Kinişler, A. (2005). Anaerobik Performansta Sirkadiyen Değişimlerin İncelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 16(4), 174-184.
- Kulaksız, T. N. (2021). *Farklı Menstrüal Döngü Fazlarında Sirkadiyen Ritme Göre Tekrarlı Sprint Performans Değişimlerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- LeGates, T. A., Fernandez, D. C. ve Hattar, S. (2014). Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(7), 443-454.
- Manfredini, R., Manfredini, F., Fersini, C. ve Conconi, F. (1998). Circadian Rhythms, Athletic Performance and Jet Lag, *British Journal of Sport Medicine*, (32), 101-106
- Melo, M., Garcia, R., Araujo, C., Luz, J., Bruin, P. ve Bruin, V. (2020). Chronotype in bipolar disorder: an 18-month prospective study. *Brazilian Journal of Psychiatry*, 68-71.
- Menek, M. Y. (2021). *Tip 2 Diyabette Sirkadiyen Ritime Uygun Yapılan Egzersizlerin Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İstanbul.
- Moore MD, R. Y. (1997). Circadian rhythms: basic neurobiology and clinical applications. *Annual Review of Medicine*, 48(1), 253-266.
- Mukherji, A., Kobiita, A., Damara, M., Misra, N., Meziane, H., Champy, M. F. ve Chambon, P. (2015). Shifting eating to the circadian rest phase misaligns the peripheral clocks with the master SCN clock and leads to a metabolic syndrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(48), E6691-E6698.
- Ozan, M., ve Buzdağı, Y. (2022). Fiziksel Egzersizin Sirkadiyen Ritim Üzerindeki Etkileri. [https://www.researchgate.net/publication/366668983\\_Fiziksel\\_Egzersiz\\_Sirkadiyen\\_Ritim\\_Uzerindeki\\_Etkileri#:~:text=Egzersiz%2C%20sirkadiyen%20ritimlerin%20hem%20genli%C4%9Fini,bir%20se%C3%A7enek%20olarak%20hizmet%20edebilmekt edir.&text=ve%20g%C3%BCnd%C3%BCz%20d%C3%B6ng%C3%BCs%C3%BCn%C3%BCn%20olu%C5%9Fmas%C4%B1](https://www.researchgate.net/publication/366668983_Fiziksel_Egzersiz_Sirkadiyen_Ritim_Uzerindeki_Etkileri#:~:text=Egzersiz%2C%20sirkadiyen%20ritimlerin%20hem%20genli%C4%9Fini,bir%20se%C3%A7enek%20olarak%20hizmet%20edebilmekt edir.&text=ve%20g%C3%BCnd%C3%BCz%20d%C3%B6ng%C3%BCs%C3%BCn%C3%BCn%20olu%C5%9Fmas%C4%B1). Adresinden alınmıştır.
- Öztürk, F. (2021). *Günün Farklı Saatlerinin Judocuların Performansı Üzerine Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Konya.
- Pündük, Z., Gür, H., ve Ercan, İ. (2005). Sabahçıl-Akşamcıl Anketi Türkçe Uyarlamasında Güvenirlilik Çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 40-45.

- Refinetti, R., ve Kenagy, G. J. (2018). Circadian rhythms of body temperature and locomotor activity in the antelope ground squirrel, *Ammospermophilus leucurus*. *Journal of thermal biology*, 72, 67-
- Selvi, Y., Beşiroğlu, L., ve Aydın, A. (2011). Kronobiyoloji ve duygudurum bozuklukları. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 3(3), 368-386.
- Sim, S. Y., Joo, K. M., Kim, H. B., Jang, S., Kim, B., Hong, S., ve Park, K. S. (2016). Estimation of circadian body temperature rhythm based on heart rate in healthy, ambulatory subjects. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 21(2), 407-415.
- Toktaş, N., Alparslan, E., ve Yetik, O. (2018). Erkek Üniversite Öğrencilerinin Kronotipe Göre Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları ve Fiziksel Aktivite Düzeyleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 507-520.
- Ünver, Ş. (2019). *Sirkadiyen ritmin anaerobik performansa, toparlanmaya ve kas hasarına etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Samsun.
- Weipeng, T., Newton, J. M., ve McGuian, R.M. (2011). Circadian Rhythms in Exercise Performance: Implications for Hormonal and Muscular Adaptation. *Journal of Sports Science and Medicine*, (10), 600.
- Winget, C. M., DeRoshia, C. W., ve Holley, D. C. (1985). Circadian rhythms and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(5), 498-516.
- Yardımcı, A. (2019). *Spor Yapan ve Yapmayan Bireylerin Biyolojik Ritim ve Somatizasyon Düzeyleri Arasındaki İlişki*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Yılmaz, M. E. (2020). *Futbolda Sirkadiyen Ritmin Denge ve Pas Verme Performansına Etkisinin Değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Egzersiz Fizyolojisi Anabilim Dalı, İzmir.
- Yüksel, A. (2019). Sirkadiyen Ritim ile Yeme Zamanı İlişkisi. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, 1(1), 38-43.