

Received-Makale Geliş Tarihi 10.10.2024
Published-Yayınlanma Tarihi 30.11.2024
Volume-Cilt (Issue-Sayı), ss/pp 11(113), 2315-2325

Research Article/Araştırma Makalesi
10.5281/zenodo.14257248

Dr. Serdar Şerare

<https://orcid.org/0000-0001-8167-2121>

E Tipi Kapalı ve Açık Ceza İnfaz Kurumu, Sivas / TÜRKİYE

Fiziksel İnaktivite ve Sirkadiyen (Biyolojik) Ritim Bozukluklarının Obeziteye Etkisi

The Effect of Physical Inactivity and Circadian (Biological) Rhythm Disorders on Obesity

ÖZET

Fiziksel inaktivitenin ve biyolojik ritmin bozulma nedenleri ile obeziteye etkilerinin bilinmesi önemlidir. Bu çalışma, fiziksel inaktivitenin ve sirkadiyen (biyolojik) ritim bozukluklarının obezite üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Literatür araştırması için PubMed, Web of Science, Scopus ve Google Scholar gibi bilimsel veri tabanlarında araştırmalar yapılmıştır. Fiziksel aktivite, günümüzde artan sedanter yaşam tarzı, obezite prevalansını artırmaktadır. Fiziksel inaktivite, uyku kalitesini düşürür ve bu da biyolojik ritmin bozulmasına yol açar. Biyolojik ritimlerdeki bozulmalar, obeziteye katkıda bulunan çeşitli fizyolojik değişikliklere neden olabilir. Düşük fiziksel aktivite seviyeleri, enerji dengesizliğine ve aşırı yağ birikimine yol açarak obezite riskini artırmaktadır. Araştırmalar, uykunun kısıtlanmasının, hipotalamusta bulunan merkezi biyolojik saatin sirkadiyen ritmini bozabileceğini ve bunun, uyku-uyanıklık döngülerini düzenleyen melatonin hormonu üzerinde olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir. Özellikle gece boyunca yapay ışığa maruz kalmak, sirkadiyen ritimleri önemli ölçüde bozabilir. Ayrıca, kronik stres, sirkadiyen ritimlerin bozulmasına neden olarak kortizol seviyelerini artışı ile duygu durum bozukluklarına yol açabilir. Sirkadiyen ritim bozuklukları, glikoz regülasyonu ve yağ asidi oksidasyonunda rol oynayan adiponektin hormonunun düzenlenmesini bozarak yağ birikimini artırabilir. Uyku süresi ve kalitesi biyolojik ritimlerle yakından ilişkilidir; uyku bozuklukları ise obezite riskini artırabilir. Sosyal jetlag yaşayan bireyler, düzensiz uyku-uyanıklık döngüleri ve yeme alışkanlıkları nedeniyle kilo alabilir ve obezite riski artabilir. Sirkadiyen ritim bozuklukları, iştah ve enerji dengesini düzenleyen hormonal salgılarda değişikliklere yol açabilir. Özellikle kısa uyku süresi, artan ghrelin (açlık hormonu) seviyeleri ve azalan leptin (tokluk hormonu) salınımları, aşırı yeme ve kilo alma döngüsünü başlatarak obeziteye yol açabilir. Sonuç olarak, fiziksel inaktivite enerji dengesizliğine ve aşırı yağ birikimine yol açarak obezite riskini artırdığı saptanmıştır. Sirkadiyen ritim bozukluklarının en önemli nedenlerinden birinin uyku düzensizliği olduğu ve metabolik düzensizliklere neden olarak iştahı ve enerji dengesini düzenleyen hormonlar da değişiklikler yaparak aşırı yeme ve kilo alma sürecini tetikleyebildiği ve obeziteye neden olduğu saptanmıştır. Sağlık politikalarında, biyolojik ritimlerin korunmasına yönelik farkındalık çalışmalarına daha fazla yer verilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fiziksel İnaktivite, Sirkadiyen Ritim, Obezite.

ABSTRACT

It is important to understand the causes of physical inactivity and biological rhythm disturbances, as well as their effects on obesity. This study aims to examine the impact of physical inactivity and circadian (biological) rhythm disorders on obesity. A literature review was conducted using scientific databases such as PubMed, Web of Science, Scopus, and Google Scholar. Physical activity is a critical factor in health; however, the increasing sedentary lifestyle today contributes to the rising prevalence of obesity. Physical inactivity reduces sleep quality, leading to disruptions in biological rhythms. Disruptions in biological rhythms can cause various physiological changes that contribute to obesity. Low levels of physical activity lead to energy imbalance and excessive fat accumulation, thereby increasing the risk of obesity. Research shows that sleep restriction can disrupt the circadian rhythm of the central biological clock in the hypothalamus, negatively affecting melatonin, the hormone that regulates the sleep-wake cycle. Exposure to artificial light, especially during the night, can significantly disrupt circadian rhythms. Additionally, chronic stress can disrupt circadian rhythms, increasing cortisol levels, which may lead to mood disorders. Circadian rhythm disturbances can interfere with the regulation of adiponectin, a hormone involved in glucose regulation and fatty acid oxidation, thus increasing fat accumulation. Sleep duration and quality are closely related to biological rhythms, and sleep disorders can increase the risk of obesity. Individuals experiencing social jetlag, with irregular sleep-wake cycles and eating habits, may gain weight, thus increasing the risk of obesity. Circadian rhythm disturbances can lead to changes in hormonal secretions that regulate appetite and energy balance. In particular, short sleep duration leads to increased ghrelin (hunger hormone) levels and decreased leptin (satiety hormone) levels, initiating a cycle of overeating and weight gain, thus contributing to obesity. In conclusion, physical inactivity increases the risk of obesity by causing energy imbalance and excessive fat accumulation. One of the main causes of circadian rhythm disturbances is sleep irregularity, which leads to metabolic disruptions and alters the regulation of appetite and energy balance hormones, triggering overeating and weight gain, ultimately contributing to obesity. Health policies should place greater emphasis on raising awareness of the importance of preser

Keywords: Physical Inactivity, Circadian Rhythm, Obesity.

1. GİRİŞ

Fiziksel aktivite sağlığının ve refahının kritik bir bileşenidir ve bireylerin yalnızca fiziksel kondisyonunu değil aynı zamanda psikolojik ve sosyal gelişimlerini de etkilediği bilinmektedir. Çok sayıda çalışma, özellikle obezitenin önlenmesi ve genel kondisyon bağlamında, fiziksel aktivite ile çeşitli sağlık sonuçları arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Janssen & Leblanc (2010) tarafından yapılan sistematik inceleme, çocukların sağlık açısından önemli faydalar elde etmek için günde en az 60 dakika orta ila şiddetli fiziksel aktiviteyi hedeflemesi gerektiğini vurgulamaktadır; bu, sağlık kuruluşlarının tavsiyeleriyle de uyumludur (Janssen & LeBlanc, 2010). Hills vd., (2011) fiziksel aktivitenin normal büyüme ve gelişme için gerekli olduğunu ve çocuklukta obezitenin ve bununla ilişkili sağlık risklerinin önlenmesinde önemli bir rol oynadığını belirtmiştir (Hills vd.,2011). Ayrıca fiziksel aktivitenin psikolojik faydaları da dikkat çekicidir. Düzenli fiziksel aktiviteye katılan bireylerdi daha iyi bir ruh hali, daha az stres ve daha fazla güven sergileme eğilimindedir (Hardiyanti & Ilham, 2019). Bu psikolojik yön çok önemlidir, çünkü genel refaha katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda aktif bir yaşam tarzına yaşam boyu bağlılığı da teşvik eder. Ayrıca, geç saatlerde uyumanın psikolojik etkileri de göz ardı edilmemelidir. Uyku eksikliği, anksiyete, depresyon ve stres seviyelerini artırabilir (Şahin vd., 2018). Bu durum, bireylerin genel yaşam kalitesini düşürmekte ve sosyal ilişkilerini olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla, sağlıklı bir yaşam sürdürmek için düzenli ve yeterli uyku almak, bireylerin fiziksel ve ruhsal sağlıkları açısından büyük önem taşımaktadır.

Obezite, ise günümüzde dünya genelinde önemli bir sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir. Obezite, yalnızca fiziksel sağlık üzerinde değil, aynı zamanda psikolojik ve sosyal boyutlarda da ciddi etkilere yol açmaktadır. İnaktif yaşam tarzı ve biyolojik ritim bozuklukları, obezite gelişiminde önemli rol oynayan iki temel faktördür. Sedanter yaşam tarzı, bireylerin fiziksel aktivite düzeylerinin düşmesine ve dolayısıyla enerji dengesinin bozulmasına neden olmaktadır (Egesoy, 2023). Biyolojik ritim, vücudun doğal döngülerini düzenleyen içsel bir saat olarak tanımlanabilir (Selvi vd., 2011). Biyolojik ritim bozuklukları, geç saatlerde uyumanın bir sonucu olarak ortaya çıkabilir. Sirkadiyen ritim, vücudun doğal döngülerini düzenleyen içsel bir saat olarak işlev görür (Büyükdere & Akyol, 2023). Dolayısı ile daha bilinçli ve kaliteli bir yaşam sürdürebilmek için fiziksel inaktivitenin olumsuz etkileri ve biyolojik ritimin nasıl çalıştığı bilinmesi önemlidir. Bu çalışma da fiziksel inaktivitenin ve biyolojik ritim bozukluklarının obeziteye olan etkilerinin fizyolojik açıdan incelemesi amaçlanmış olup bilimsel veritabanlı arama motorunda (PubMed, Web of Science, Scopus ve Google Scholar) araştırmalar yapılmıştır.

2. İNAKTİVİTE, SİRAKİDYEN RİTİM VE OBEZİTE

Obezite, öncelikle vücutta aşırı yağ birikmesiyle karakterize edilen ve sağlığa önemli ölçüde zarar verebilecek karmaşık ve çok yönlü bir durumdur. Obezitenin en yaygın kabul gören klinik tanımı, 30 veya daha büyük bir VKİ'nin obez olarak sınıflandırıldığı Vücut Kitle İndeksine (VKİ) dayanmaktadır (Anderson, 2008). Obezitenin altında yatan fizyolojik mekanizmalar karmaşıktır ve genetik, metabolik, hormonal ve çevresel faktörlerin bir kombinasyonunu içerir. Obezitenin önemli bir yönü, yalnızca yağ depolama deposu olarak hizmet vermekle kalmayıp aynı zamanda metabolizmayı ve iştah düzenlemesini etkileyebilecek çeşitli hormonları ve sitokinleri salgılayan bir endokrin organı olarak da işlev gören yağ dokusunun rolüdür. (Martínez-García vd., 2019; Greenway 2015).

Obezite, fizyolojik kökenlerine göre iki ana tipte sınıflandırılabilir: eksojen ve endojen obezite. Eksojen Obezite, temel olarak enerji harcamasına göre aşırı kalori alımından kaynaklanan obezite türüdür. Bu tip genellikle diyet ve fiziksel aktivite gibi yaşam tarzı faktörlerinden etkilenir. Eksojen obezite, yüksek kalorili gıdaların mevcudiyeti ve hareketsiz davranış gibi çevresel faktörlerle daha da kötüleşebilen enerji fazlalığına bağlı olarak vücut yağındaki artışla karakterize edilir (Mason vd., 2014). Endojen obezite ise genetik, hormonal ve metabolik bozukluklar dahil olmak üzere içsel fizyolojik faktörlerden kaynaklanır. Bu tip obezite genellikle Cushing sendromu, hipotiroidizm gibi spesifik endokrin bozukluklarla veya Prader-Willi sendromu gibi genetik sendromlarla ilişkilidir. Bu durumlarda obezite yalnızca kalori dengesizliğinin bir sonucu değildir, aynı zamanda iştahı ve metabolizmayı etkileyen hormonal düzensizlikten de kaynaklanmaktadır (Mason vd., 2014; Biswas vd., 2010). Obezite prevalansı küresel olarak artmakta ve bu da kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve bazı kanserler dahil olmak üzere çeşitli sağlık durumlarıyla ilişkili morbidite ve mortalitenin artmasına yol açmaktadır (Denis & Obin, 2013). Obezite ile bu sağlık sonuçları arasındaki ilişki, diyet ve fiziksel hareketsizlik gibi yaşam tarzı faktörleriyle sıklıkla şiddetlenen metabolik düzensizlik ve kronik inflamasyonu içeren karmaşık bir ilişkidir (Ye vd., 2007).

2.1. Fiziksel İnaktivite ve Sağlık

Fiziksel aktivite, bireylerin fiziksel ve zihinsel sağlıkları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Düzenli fiziksel aktivite, birçok kronik hastalığın önlenmesine yardımcı olurken, aynı zamanda yaşam kalitesini artırmaktadır (Vural vd.,2010). Bununla birlikte, günümüzde artan sedanter yaşam tarzı, bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini olumsuz etkilemekte ve bu durum sağlık sorunlarının yaygınlaşmasına neden olmaktadır (Dağlı, 2022). Fiziksel aktivitenin sağlık üzerindeki olumlu etkileri, özellikle çocukluk ve ergenlik döneminde belirginleşmektedir. Okul çağındaki çocukların fiziksel aktivite düzeyleri, gelecekteki sağlıkları için yararları bulunmaktadır. Araştırmalar, çocukluk döneminde kazanılan hareket alışkanlıklarının, yetişkinlikte yeterli fiziksel aktivite seviyelerinin korunmasını etkilediğini göstermektedir (Çakır vd., 2022). Fiziksel aktivite ile yaşam kalitesi arasındaki ilişki de önemli bir konudur. Yapılan araştırmalar, fiziksel aktivitenin sağlıkla ilgili yaşam kalitesi ile pozitif bir şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir (Yılmaz, 2019). Sedanter davranışların ise düşük sağlık ve yaşam kalitesi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini artırmak, genel sağlık durumlarını iyileştirmek ve yaşam kalitelerini yükseltmek için kritik bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Azboy,2021). Yeterli fiziksel aktivite düzeyine sahip çocuklar daha iyi kardiyometabolik, kas-iskelet sistemi, zihinsel ve bilişsel sağlığa, daha iyi kemik mineral yoğunluğuna ve motor performansına sahiptir. Ayrıca daha iyi benlik saygısına ve benlik imajına sahip oldukları bilinmektedir. Buna karşın fiziksel hareketsizlik, çocuklar için obezite, kronik hastalıklar ve kardiyovasküler risklerin gelişmesine yol açar (Honda Barros vd., 2012).

Çocuklar için, fiziksel aktivite önerileri genellikle günlük en az 60 dakika süren orta ile yüksek yoğunlukta aktiviteleri içermektedir. Örneğin, 0-4 yaş arası çocuklar için önerilen fiziksel aktivite, enerjik oyunlar ve hareketli aktivitelerle desteklenmelidir (Tremblay vd., (2012). Bu yaş grubundaki çocukların, oyun yoluyla fiziksel aktivite kazanmaları teşvik edilmelidir. Okul çağındaki çocuklar için ise, fiziksel aktivite düzeylerinin artırılması, sağlıklı büyüme ve gelişim için kritik öneme sahiptir (Janssen & LeBlanc, 2010). Gençler ve yetişkinler için fiziksel aktivite, kalp sağlığını iyileştirmek, kilo kontrolünü sağlamak ve genel yaşam kalitesini artırmak amacıyla önerilmektedir. Yetişkinlerin haftada en az 150 ila 300 dakika orta yoğunlukta aerobik fiziksel aktivite veya 75 ila 150 dakika yüksek yoğunlukta aktivite veya orta ve yüksek yoğunlukta aktivitenin eşdeğer bir kombinasyonunu yapmasını önerilmektedir. Ayrıca, bu yaş grubundaki bireylerin, kas güçlendirici aktiviteleri de haftada en az iki gün gerçekleştirmeleri önemlidir (Piercy vd., 2018). Yaşlıların orta yoğunlukta fiziksel aktivite yapmaları önerilmektedir (Tremblay vd., 2010). Bunun yanı sıra, esneklik ve dengeyi artırmaya yönelik aktiviteler de yaşlı bireyler için oldukça faydalıdır (Franco vd., 2015). Yaşlı bireylerin fiziksel aktiviteye katılımını artırmak için, sosyal destek ve uygun çevresel koşulların sağlanması önemlidir (Moran vd., 2014).

Fiziksel inaktivite, bireylerin sağlık durumunu olumsuz etkileyen önemli bir faktördür. Dünyada giderek artan bir sorun haline gelen fiziksel inaktivite, obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve mental sağlık sorunları gibi birçok kronik hastalığın gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Rangul vd., 2012). Yapılan araştırmalar, fiziksel aktivitenin eksikliğinin, bireylerin fiziksel ve zihinsel sağlıkları üzerinde ciddi olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir (Lindwall vd., 2014). Fiziksel inaktivite, özellikle depresyon ve anksiyete gibi mental sağlık sorunlarıyla ilişkilidir. Lindwall ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, fiziksel aktivitedeki değişimlerin depresyon, anksiyete ve tükenmişlik ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu çalışma, fiziksel aktivitenin stresle ilişkili sendromların önlenmesi ve tedavisinde potansiyel bir rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır (Lindwall vd., 2014). Ayrıca, fiziksel aktivite düzeyinin düşük olduğu bireylerin, mental sağlık sorunları yaşama olasılığının daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Sánchez vd., 2022).

Fiziksel inaktivite, özellikle kalp hastalıkları ve metabolik sendrom gibi sağlık sorunları ile ilişkilidir. Lee vd., (2012) yaptığı bir çalışmada, fiziksel inaktivitenin, dünya genelinde önemli bir sağlık sorunu olduğu ve bunun, kalp hastalıkları, tip 2 diyabet ve bazı kanser türleri gibi büyük sağlık sorunlarına yol açtığı belirtilmiştir (Lee vd., 2012). Fiziksel aktivitenin artırılması, bu maliyetlerin azaltılmasına ve bireylerin genel sağlık durumlarının iyileştirilmesine katkı sağlayabilir.

2.2. Fiziksel İnaktivitenin Obeziteye Etkisi

Fiziksel hareketsizlik, küresel obezite salgınına önemli ölçüde katkıda bulunur ve çeşitli popülasyonlarda obezitenin hem yaygınlığını hem de şiddetini etkiler. Çok sayıda çalışma, düşük fiziksel aktivite seviyeleri ile artan vücut kitle indeksi (VKİ) arasında net bir bağlantı kurmuş ve egzersizin kilo yönetimi ve genel sağlık üzerindeki etkisini bildirmiştir. Örneğin, Ginting (2023), daha düşük fiziksel aktivite seviyelerinin daha az kalori harcamasına yol açtığını, bunun da aşırı yağ birikimine ve daha yüksek obezite riskine yol

açtığı vurgulamaktadır (Ginting, 2023). Benzer şekilde, Aktan & Özalevli (2017), obezitenin genellikle fiziksel hareketsizlikle karakterize bir yaşam tarzıyla ilişkili olduğunu bulmuş ve aktif bir yaşam tarzının kilo kontrolü için gerekli olduğu fikrini daha da desteklemektedir (Aktan & Özalevli, 2017). Ayrıca, Zhang vd., (2019) fiziksel hareketsizlik ve obezitenin birleşik etkilerinin lipid ile ilişkili sağlık sorunlarını şiddetlendirdiğini göstererek, hareketsizliğin yalnızca obeziteye katkıda bulunmadığını, aynı zamanda sağlık sonuçlarını da yoğunlaştırdığını göstermektedir (Zhang vd., 2019). Fiziksel hareketsizlik ve obezite arasındaki ilişki karmaşıktır ve yaş ve cinsiyet gibi çeşitli demografik faktörlerden etkilenebilir. Örneğin, Tanaka vd., (2022) fiziksel hareketsizliğin obezite üzerindeki etkisinin kadınlarda daha belirgin olduğunu, aşırı yemenin ise erkeklerde daha önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir (Tanaka vd., 2022). Bu, fiziksel aktiviteyi artırmayı amaçlayan müdahalelerin etkili olmak için belirli demografik gruplara göre uyarlanması gerekebileceğini düşündürmektedir. Dahası, fiziksel hareketsizliğin yaygınlığı, fiziksel hareketsizliğin Meksikalı yetişkinler arasında obeziteye ve diğer bulaşıcı olmayan hastalıklara önemli ölçüde katkıda bulunduğunu bildiren Medina vd., (2013) tarafından belirtildiği gibi, belirli popülasyonlarda endişe verici derecede yüksektir (Medina vd., 2013). Cooper vd., (2015) tarafından yapılan araştırma, aşırı kilolu ve obez gençlerin genellikle normal kilolu akrabalarından daha az aktif olduğunu gösterdi ve bu da hareketsizliğin erken yaşlardan itibaren obezite için önemli bir risk faktörü olduğu fikrini güçlendirdi (Cooper vd., 2015). Bu eğilim, hareketsiz davranışın, özellikle yaşam tarzı faktörlerinin fiziksel aktivite fırsatlarını sınırlayabileceği kentsel ortamlarda daha yüksek obezite oranlarıyla ilişkili olduğunu gösteren çalışmalarla daha da doğrulanmıştır (Samir vd., 2011). Kentsel ortamlarda, Kazmi vd., (2022) gibi çalışmalar fiziksel hareketsizlik ile obezite arasında, özellikle dezavantajlı topluluklarda doğrudan bir ilişki olduğunu göstermiştir (Kazmi vd., 2022). Bu, özellikle obezite oranlarının arttığı bölgelerde fiziksel aktiviteyi teşvik eden halk sağlığı girişimlerine olan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Rahelu (2010) nunki gibi bazı çalışmalar, obezitenin tam tersi yerine fiziksel hareketsizliğe yol açabileceğini öne sürse de, fiziksel aktivitenin obeziteyi önlemek ve yönetmek için çok önemli olduğu konusunda fikir birliği devam etmektedir (Rahelu, 2010). Bu karşılıklı ilişki, fiziksel hareketsizliğin ele alınmasının obeziteyle mücadelede önemli bir strateji olabileceğini göstermektedir. Örneğin, Tucker vd., (2013) obezitenin zamanla fiziksel aktivitede azalma riskini artırdığını ve hareketsizliğin kilo alımına yol açtığı ve bunun da daha fazla hareketsizliği teşvik ettiği bir kısır döngü olduğunu bulmuştur (Tucker vd., 2013). Sonuç olarak, kanıtlar fiziksel hareketsizliğin obezite için önemli bir risk faktörü olduğu iddiasını güçlü bir şekilde desteklemektedir.

2.3. Sirkadiyen (Biyolojik) Ritim

Biyolojik ritimler, canlı organizmalarda meydana gelen fizyolojik ve davranışsal süreçlerin düzenli, döngüsel kalıplarını ifade eder. Bu ritimler, sirkadiyen (yaklaşık 24 saatlik döngüler), sirkadiyen (yıllık döngüler) ve ultradian (24 saatten kısa) ritimler dahil olmak üzere periyodikliklerine göre çeşitli kategorilere ayrılabilir. Biyolojik ritimlerin altında yatan mekanizmalar karmaşıktır ve genetik, moleküler ve çevresel faktörler arasındaki karmaşık etkileşimleri içerir.

Biyolojik ritimlerin temelinde, öncelikle saat genleri olarak bilinen bir dizi gen tarafından düzenlenen dahili biyolojik saat kavramı bulunur. Memelilerde ana sirkadiyen saat, hipotalamusun suprakiazmatik çekirdeğinde (SCN) bulunur ve burada ışık gibi çevresel ipuçlarına yanıt olarak günlük ritimleri düzenler (Pérez vd., 2015; Masri & Sassone-Corsi, 2012). Suprakiazmatik çekirdek retinohipotalamik sistem yoluyla fotik bilgi alır ve fizyolojik süreçleri gündüz-gece döngüsüyle senkronize etmesine olanak tanır (Masri & Sassone-Corsi, 2012). Bu senkronizasyon, homeostazi korumak ve metabolik süreçleri optimize etmek için çok önemlidir, çünkü sirkadiyen ritimlerdeki bozulmalar çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir (Schippers vd., 2013). Sirkadiyen ritimlerin moleküler temeli, dönem, kriptokrom ve beyin ve kas arıt benzeri protein dahil olmak üzere saat genlerinin ifadesini düzenleyen transkripsiyonel ve translasyonel geri bildirim döngülerini içerir (Pérez vd., 2015; Aguilar-Arnal & Sassone-Corsi, 2014). Bu proteinler, gen ifadesinde salınımlar üreten karmaşık bir ağ içinde etkileşime girer ve bu da uyku-uyanıklık döngüleri, hormon salınımı ve metabolizma gibi çok sayıda fizyolojik süreci etkiler (Masri & Sassone-Corsi, 2012; Aguilar-Arnal & Sassone-Corsi, 2014). Ek olarak, çeşitli dokularda çevresel saatler mevcut olup, belirli çevresel sinyallere yanıt verebilen biyolojik ritimlerin lokal olarak düzenlenmesine sağlar (Takeda vd., 2007). Sirkadiyen ritimler, uyku-uyanıklık döngüleri, hormon salgılanması ve metabolik düzenleme dahil olmak üzere çok çeşitli fizyolojik süreçleri etkileyerek organizmaların iç biyolojik saatlerini ışık ve karanlık gibi dış çevresel ipuçlarıyla senkronize etmelerine yardımcı olur (Yuan vd., 2020; Zisapel, 2018).

Biyolojik ritimlerle ilgili çalışmalar, saat genlerinin ifadesini düzenleyebilen ve biyolojik süreçlerin zamanlamasını etkileyebilen epigenetik faktörleri kapsayacak şekilde genişletilmiştir. DNA metilasyonu gibi epigenetik modifikasyonlar biyolojik saatlerin düzenlenmesinde önemli bir rol oynayarak organizmaların zamanı nasıl algıladığı ve ona nasıl tepki verdiğine dair anlayışımıza farklı bir karmaşıklık katmanı sunar (Stevenson, 2018). Genetik ve epigenetik mekanizmalar arasındaki bu etkileşim, biyolojik ritimlerin dinamik doğasını ve değişen çevresel koşullara uyum sağlayabildiğini göstermektedir.

2.4. Sirkadiyen (Biyolojik) Ritmin Bozulması

Biyolojik ritimleri bozmanın hem fiziksel hem de zihinsel sağlık üzerinde önemli etkileri olabilir. Çeşitli yaşam tarzı seçimleri ve çevresel faktörler bu tür aksaklıklara katkıda bulunarak bir dizi olumsuz sağlık sonucuna yol açabilir. Bu faktörleri anlamak, biyolojik ritimlerin kasıtlı veya kasıtsız olarak nasıl bozulacağını anlamak açısından çok önemlidir.

2.4.1. Sirkadiyen (Biyolojik) Ritmin Bozulma Nedenleri

Uyku Kısıtlaması: Biyolojik ritmi bozmanın en doğrudan yollarından biri uyku kısıtlamasıdır. Araştırmalar, uykunun sınırlandırılmasının hipotalamusta bulunan merkezi biyolojik saatin sirkadiyen ritmini bozabileceğini ve bunun da uyku-uyanıklık döngülerini düzenleyen bir hormon olan melatonin salgılanmasını etkilediğini göstermiştir. Çekirdek saat genlerinin ifadesinde değişikliklere yol açarak sirkadiyen yanlış hizalamayı şiddetlendiriyor ve duygudurum bozuklukları ve metabolik işlev bozukluğu dahil olmak üzere obezite, diyabet, bağışıklık fonksiyon bozukluğu ve kanser gibi çeşitli sağlık sorunlarına katkıda bulunuyor (Li vd., 2022; West & Bechtold, 2015).

Madde Kullanımı: Alkol ve nikotin gibi maddelerin kullanımı da biyolojik ritimleri önemli ölçüde bozabilir. İşlevsel olmayan biyolojik ritimleri olan ergenlerin sigara içme ve içki içme davranışlarına girme olasılıkları daha yüksektir ve bu da ritim bozukluklarını daha da şiddetlendirebilir (Wang, 2023).

Çevresel Faktörler: Özellikle gece boyunca yapay ışığa maruz kalmak, sirkadiyen ritimlerin güçlü bir bozucusudur. Gece vardiyasında çalışmak ve düzensiz uyku düzenleri, iç biyolojik saatin bozulmasına yol açarak obezite, diyabet ve bağışıklık bozuklukları gibi çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir (West & Bechtold, 2015; Salavaty, 2015).

Sosyal ve Davranışsal Etkiler: Okul programları ve sosyal yükümlülükler gibi sosyal faktörler de özellikle ergenlerde biyolojik ritmin bozulmasına katkıda bulunabilir. Ergenlik döneminde sirkadiyen ritimlerdeki istikrarsızlık, bireyleri sosyal etkilerin etkilerine karşı daha duyarlı hale getirir ve bu da duygusal ve fiziksel sağlık sorunlarına yol açabilir (Oh vd., 2022).

Psikolojik Stres: Psikolojik stres, biyolojik ritimler ile zihinsel sağlık arasındaki ilişkiyi daha da karmaşık hale getirebilir. Kronik stresin, sirkadiyen ritimleri bozabilen ve duygudurum bozukluklarına katkıda bulunabilen kortizol düzeylerini yükselttiği bilinmektedir (Moreira vd., 2016).

Fiziksel İnaktivite: Fiziksel aktivite ile uyku düzeni arasındaki ilişki, iyi belgelenmiş bir araştırma alanıdır. Düzenli fiziksel aktivite, daha iyi uyku kalitesi ve daha uzun uyku süresi ile ilişkilendirilmiştir. Bir meta-analiz, fiziksel aktivite yapan bireylerin, hareketsiz bireylere kıyasla daha yüksek uyku kalitesi rapor ettiğini gösterdi (Zhao vd., 2023). Dolayısıyla fiziksel aktivite, sirkadiyen ritimlerin dengelenmesinde ve geliştirilmesinde önemli bir rol oynar. Düzenli egzersiz, vücudun iç saatini ışık ve karanlık gibi dış çevresel ipuçlarıyla senkronize etmeye yardımcı olabilir ve böylece daha tutarlı bir uyku-uyanıklık döngüsünü teşvik edebilir (Westertep-Plantenga, 2016). Fiziksel olarak inaktif bireylerde ise uyku kalitesi düşük olur ve bu durum sirkadiyen ritmi bozulmasına neden olur.

2.4.2 Sirkadiyen (Biyolojik) Ritmin Bozulması ile Oluşan Sağlık Sorunları

Metabolik Bozukluklar: Sirkadiyen ritim bozulmasıyla ilişkili en önemli sağlık sorunlarından biri obezite, tip 2 diyabet ve dislipidemi gibi durumları kapsayan metabolik sendromdur. Araştırmalar, sirkadiyen bozulmalarının metabolik süreçleri bozabileceğini, bunun da insülin direncine ve yağ birikiminin artmasına yol açabileceğini gösteriyor (Bae & Androulakis, 2018; West & Bechtold, 2015).

Kardiyovasküler Hastalık: Sirkadiyen ritim bozuklukları aynı zamanda artan kardiyovasküler hastalık riskiyle de bağlantılıdır. Çalışmalar, vardiyalı çalışanlar gibi sirkadiyen ritimleri bozulan bireylerin hipertansiyon, kalp hastalığı ve felç vakalarının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Ahmad vd., 2020; West & Bechtold, 2015). Altta yatan mekanizmalar, sirkadiyen ritimlerden etkilenen kan basıncı düzenlemesindeki ve inflamatuvar yanıtlardaki değişiklikleri içerebilir (Ahmad vd., 2020). Ayrıca

sirkadiyen bozulması, sempatik sinir sistemi aktivitesinin artmasına yol açarak kardiyovasküler strese katkıda bulunabilir (Shanmugam vd., 2013).

Akıl Sağlığı Sorunları: Sirkadiyen ritim bozulmasının ruh sağlığı üzerindeki etkisi iyi belgelenmiştir. Uyku-uyanıklık döngülerindeki bozulmalar, depresyon ve anksiyete de dahil olmak üzere duygudurum bozukluklarını şiddetlendirebilir (Ahmad vd., 2020; Walker vd., 2020). Örneğin, bipolar bozukluğu olan bireyler sıklıkla önemli sirkadiyen ritim bozuklukları sergilerler ve bu da depresif dönemleri kötüleştirir (Melo vd., 2017).

Eurolojik Bozukluklar: Sirkadiyen ritim bozulması, nörodejeneratif hastalıklar da dahil olmak üzere çeşitli nörolojik bozukluklarla ilişkilendirilmiştir. Araştırmalar, sirkadiyen saat fonksiyonundaki kaybın, potansiyel olarak oksidatif stres ve inflamasyonu içeren mekanizmalar yoluyla bu hastalıkların ilerlemesine katkıda bulunabileceğini öne sürmektedir (Krishnan vd., 2012).

Kanser: Sirkadiyen ritim bozulmasını belirli kanser risklerinin artmasıyla ilişkilendiren kanıtlar giderek artıyor. Sirkadiyen ritimlerin bozulması, antitümör özelliklere sahip melatonin salgısının değişmesi ve tümör baskılayıcı genlerin aşağı regülasyonu gibi mekanizmalar yoluyla tümör oluşumunu etkileyebilir (Cavanaugh, 2024).

Gastrointestinal Bozukluklar: Sirkadiyen ritim bozuklukları aynı zamanda irritabl bağırsak sendromu ve diğer fonksiyonel gastrointestinal bozukluklar dahil olmak üzere gastrointestinal sorunlara da yol açabilir. Sirkadiyen ritimlerden etkilenen gıda alımının zamanlaması bağırsak sağlığında çok önemli bir rol oynar ve yanlış hizalama, disbiyoz ve gastrointestinal fonksiyon bozukluğuna yol açabilir (Ahmad vd., 2020, Shanmugam vd., 2013).

2.4.3. Sirkadiyen (Biyolojik) Ritim Bozukluklarının Obeziteye Etkisi

Biyolojik ritim bozuklukları ile obezite arasındaki ilişki, sirkadiyen ritimler, metabolik süreçler ve vücut ağırlığı düzenlemesi arasındaki karmaşık bağlantıları ortaya çıkarmaya devam eden araştırmalar nedeniyle son yıllarda büyük ilgi toplamaktadır. Biyolojik ritimlerdeki bozulmalar, obezitenin gelişmesine katkıda bulunan çeşitli fizyolojik değişikliklere yol açabilir. Bu ilişki birkaç temel mekanizma aracılığıyla anlaşılabilir.

Sirkadiyen Bozulması ve Metabolik Düzensizlik: Sirkadiyen ritimler, glikoz metabolizması ve lipit depolaması da dahil olmak üzere metabolik süreçlerin düzenlenmesinde çok önemli bir rol oynar. sirkadiyen dengesizliğinin, glikoz regülasyonunda ve yağ asidi oksidasyonunda rol oynayan bir hormon olan adiponektinin düzenlenmesini bozarak yağ birikiminin ve obezitenin artmasına yol açabileceğini göstermiştir (Bae & Androulakis, 2018 ; Gómez-Abellán vd., 2010).

Uyku Düzeni ve Obezite: Uyku süresi ve kalitesi biyolojik ritimlerle yakından bağlantılıdır ve. Araştırmalar, daha kısa uyku süresine sahip bireylerin daha yüksek BKİ sahip olma eğiliminde olduklarını ve yüksek yağlı gıdalardan daha fazla kalori alımı gibi sağlıksız beslenme davranışlarına girme olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Kaar vd., 2018; Theorell-Haglöw & Lindberg, 2016). Okul öncesi çağıdaki çocuklara odaklanan bir araştırma, düzensiz uyku düzenlerinin daha yüksek enerji alımı ve obezite ile ilişkili olduğunu bulunmuş (Petrov vd., 2017).

Sosyal Jetlag ve Etkisi: Bireyin biyolojik saati ile sosyal yükümlülükleri arasındaki uyumsuzluğu ifade eden sosyal jetlag, obeziteyle ilişkilendirilmiştir. Sosyal jetlag yaşayan bireyler genellikle düzensiz uyku-uyanıklık döngülerine ve yeme düzenlerine sahiptir, bu da kilo almına ve metabolik bozukluk riskinin artmasına neden olabilir (Kaar vd., 2018; Parsons vd., 2014).

Hormonal Değişiklikler ve İştahın Düzenlenmesi: Sirkadiyen ritim bozuklukları, iştahı ve enerji dengesini düzenleyen hormonal salgılarda değişikliklere yol açabilir. Örneğin, kısa uyku süresi artan ghrelin (açlık hormonu) seviyeleri ve azalan leptin (tokluk hormonu) seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir, bu da iştahın ve gıda alımının artmasına neden olur (Hsieh vd., 2011; Buxton vd., 2012). Bu hormonal dengesizlik, aşırı yeme ve kilo alma döngüsü yaratarak biyolojik ritimlerle obezite arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır.

Davranışsal Faktörler: Düzensiz beslenme alışkanlıkları ve azalan fiziksel aktivite gibi sirkadiyen ritim bozukluklarıyla ilişkili davranış kalıpları da obeziteye katkıda bulunur. Sirkadiyen ritimleri bozulan bireyler gece geç saatlerde atıştırma yapabilir veya tutarsız yemek zamanlarına sahip olabilir, bu da aşırı yemeye ve kilo almaya yol açabilir (Gómez-Abellán vd., 2010; Kaar vd., 2018). Ayrıca uyku bozukluğu olan bireylerde sıklıkla görülen fiziksel aktivite eksikliği obezite riskini artırabilmektedir (Hargens vd., 2013).

Genetik Faktörler: Sirkadiyen ritim genlerindeki genetik varyasyonlar obezitenin gelişiminde rol oynamaktadır. Genlerdeki polimorfizmler, obezite de dahil olmak üzere metabolik sendrom bileşenleriyle ilişkilendirilmiştir (Škrlec vd., 2021).

3. SONUÇ

Bu çalışma, fiziksel inaktivite ve sirkadiyen (biyolojik) ritim bozukluklarının obezite üzerindeki etkilerini inceleyerek, bu faktörlerin sağlık üzerindeki önemli rolünü ortaya koymuştur. Fiziksel inaktivitenin, genel sağlık ve refah için kritik önemde olduğu, ancak günümüzdeki sedanter yaşam tarzının obezite prevalansını artırdığı saptanmıştır. Düşük fiziksel aktivite seviyelerinin enerji dengesizliğine ve aşırı yağ birikimine yol açarak obezite riskini artırdığı belirlenmiştir. Biyolojik ritimlerin bozulması, uyku kalitesindeki düşüşle bağlantılı olarak metabolik düzensizliklere neden olmakta, bu da obeziteyi tetikleyebilmektedir. Özellikle uyku kısıtlamaları, melatonin hormonunun düzenini bozarak uyku-uyanıklık döngülerinin dengesizleşmesine yol açmakta; yapay ışık, alkol ve nikotin gibi dış faktörler de biyolojik ritmi olumsuz etkileyebilmektedir. Kronik stres, kortizol seviyelerinin artmasına yol açarak duygudurum bozuklukları ve metabolik sorunları tetikleyebilir. Sirkadiyen ritim bozuklukları, enerji dengesini düzenleyen hormonal değişikliklere neden olarak, açlık hormonları (ghrelin) ile tokluk hormonlarının (leptin) dengesini bozmakta ve bu durum aşırı yemek yeme ve kilo almayı körüklemektedir. Sosyal jetlag gibi düzensiz uyku-uyanıklık döngüleri de obezite riskini artırmaktadır.

Sonuç olarak, fiziksel inaktivite ve biyolojik ritim bozukluklarının, obezite gelişimi üzerinde önemli bir etkisi olduğu ve bu etkileşimlerin metabolik düzensizliklere yol açarak aşırı kilo alımını teşvik ettiği anlaşılmaktadır. Bu bulgular, sağlık politikaları ve toplumsal sağlık stratejilerinde, bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini artırmaya yönelik teşvikler ve biyolojik ritimlerin korunması için farkındalık çalışmalarının öncelikli hale getirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Obezite ile mücadelede, hem fiziksel aktivitenin artırılması hem de biyolojik ritimlerin düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Aguilar-Arnal, L. & Sassone-Corsi, P. (2014). Chromatin landscape and circadian dynamics: spatial and temporal organization of clock transcription. *Proceedings of the national academy of sciences*, 112(22), 6863-6870. <https://doi.org/10.1073/pnas.1411264111>
- Ahmad, M., Din, N. S. B. M., Tharumalay, R. D., Din, N. C., Ibrahim, N., Amit, N., ... & Ahmad, S. (2020). The effects of circadian rhythm disruption on mental health and physiological responses among shift workers and general population. *International Journal of environmental research and public health*, 17(19), 7156. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197156>
- Aktan, R. & Özalevli, S. (2017). Comparison of pulmonary functions, physical activity level and quality of life in obese and pre-obese individuals. *Eurasian eournal of pulmonology*, 19(3), 160-165. <https://doi.org/10.5152/ejp.2017.18291>
- Anderson, P. (2008). Reducing overweight and obesity: closing the gap between primary care and public health. *Family practice*, 25(Supplement 1), 10-16. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmn060>
- Azboy, Y. (2021). Fiziksel aktivite ve sağlık. *Sağlık ve yaşam bilimleri dergisi*, 3(2), 140-144. <https://doi.org/10.33308/2687248x.202132221>
- Bae, S. & Androulakis, I. P. (2018). Mathematical analysis of circadian disruption and metabolic re-entrainment of hepatic gluconeogenesis: the intertwining entraining roles of light and feeding. *American journal of physiology-endocrinology and metabolism*, 314(6), 531-542. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00271.2017>
- Biswas, M., Gibby, O. M., Ivanova-Stoilova, T., & Harding, K. (2010). Cushing's syndrome and chronic venous ulceration - a clinical challenge. *International wound journal*, 8(1), 99-102. <https://doi.org/10.1111/j.1742-481x.2010.00746.x>
- Buxton, O. M., Cain, S. W., O'Connor, S., Porter, J., Duffy, J. F., Wang, W., ... & Shea, S. A. (2012). Adverse metabolic consequences in humans of prolonged sleep restriction combined with circadian disruption. *Science translational medicine*, 4(129). <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3003200>
- Büyükdere, Y. & Akyol, A. (2023). Diyetteki endokrin bozucular arasında bir obezojen: akrilamid. *Journal of nutrition and dietetics*. <https://doi.org/10.33076/2023.bdd.1699>

- Cavanaugh, D., Urbanucci, A., Mohamed, N. E., Tewari, A. K., Figueiro, M., & Kyprianou, N. (2024). Link between circadian rhythm and benign prostatic hyperplasia (bph)/lower urinary tract symptoms (luts). *The prostate*, 84(5), 417-425. <https://doi.org/10.1002/pros.24656>
- Cooper, A., Goodman, A., Page, A., Sherar, L., Esliger, D., Sluijs, E., ... & Ekelund, U. (2015). Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: the international children's accelerometry database (icad). *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0274-5>
- Çakır, H. İ., Ersoy, A., & Çakır, G. (2022). Investigation of physical activity levels of middle school students and their parents in the covid-19 pandemic period. *Spor eğitim dergisi*, 6(1), 43-56. <https://doi.org/10.55238/seder.1039935>
- Dağlı, S. Ç. (2022). Bir belediyenin spor salonuna devam eden kadınlarda sağlıklı yaşam biçimi davranışları. *Gaziantep üniversitesi spor Bilimleri dergisi*, 7(2), 153-162. <https://doi.org/10.31680/gaunjss.1122742>
- Denis, G. V. & Obin, M. S. (2013). 'metabolically healthy obesity': origins and implications. *Molecular aspects of medicine*, 34(1), 59-70. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2012.10.004>
- Egesoy, H., Yapıcı, A., Sönmez, S., & Yüksel, Y. (2023). Acute effect of circadian rhythm on some performance parameters in young football players: relational study. *Türkiye klinikleri journal of sports sciences*, 15(2), 194-201. <https://doi.org/10.5336/sportsci.2022-92995>
- Franco, M. R., Tong, A., Howard, K., Sherrington, C., Ferreira, P. H., Pinto, R. Z., ... & Ferreira, M. L. (2015). Older people's perspectives on participation in physical activity: a systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. *British journal of sports medicine*, 49(19), 1268-1276. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094015>
- Ginting, J. (2023). The association of age, gender, and physical inactivity with obesity. *Jurnal prima medika sains*, 5(2), 147-150. <https://doi.org/10.34012/jpms.v5i2.4474>
- Gómez-Abellán, P., Gómez-Santos, C., Madrid, J. A., Milagro, F. I., Campión, J., Martínéz, J. A., ... & Garaulet, M. (2010). Circadian expression of adiponectin and its receptors in human adipose tissue. *Endocrinology*, 151(1), 115-122. <https://doi.org/10.1210/en.2009-0647>
- Greenway, F. L. (2015). Physiological adaptations to weight loss and factors favouring weight regain. *International journal of obesity*, 39(8), 1188-1196. <https://doi.org/10.1038/ijo.2015.59>
- Hardiyanti, W. E. & Ilham, M. (2019). A qualitative study of teachers' perceptions of children's physical activity and learning in preschool. *Al-Izzah: Jurnal hasil-hasil penelitian*, 14(2), 141. <https://doi.org/10.31332/ai.v14i2.1524>
- Hargens, T. A., Kaleth, A. S., Edwards, E. S., & Butner, K. L. (2013). Association between sleep disorders, obesity, and exercise: a review. *Nature and science of sleep*, 27. <https://doi.org/10.2147/nss.s34838>
- Hills, A. P., Andersen, L. B., & Byrne, N. M. (2011). Physical activity and obesity in children. *British journal of sports medicine*, 45(11), 866-870. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090199>
- Honda Barros, S. S., Lopes, A. S., & Barros, M. V. G. (2012). Prevalência de baixo nível de atividade física em crianças pré-escolares. *Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano*, 14(4). <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n4p390>
- Hsieh, S. D., Muto, T., Murase, T., Tsuji, H., & Arase, Y. (2011). Association of short sleep duration with obesity, diabetes, fatty liver and behavioral factors in japanese men. *Internal medicine*, 50(21), 2499-2502. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.50.5844>
- Janssen, I. & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 7(1), 40. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-40>
- Kaar, J. L., Schmiege, S. J., Vadiveloo, M., Simon, S. L., & Tovar, A. (2018). Sleep duration mediates the relationship between health behavior patterns and obesity. *Sleep health*, 4(5), 442-447. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2018.07.004>

- Kazmi, T., Nagi, L., Iqbal, S., Razzak, S., Hassnain, S., Khan, S., ... & Shahid, N. (2022). Relationship between physical inactivity and obesity in the urban slums of lahore. *Cureus*, *14*(4). <https://doi.org/10.7759/cureus.23719>
- Krishnan, N., Rakshit, K., Chow, E. S., Wentzell, J. S., Kretzschmar, D., & Giebułtowicz, J. M. (2012). Loss of circadian clock accelerates aging in neurodegeneration-prone mutants. *Neurobiology of disease*, *45*(3), 1129-1135. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2011.12.034>
- Lee, I., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The lancet*, *380*(9838), 219-229. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(12\)61031-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)61031-9)
- Li, W., Wang, Z., Cao, J., Dong, Y., & Chen, Y. (2022). Role of sleep restriction in daily rhythms of expression of hypothalamic core clock genes in mice. *Current issues in molecular biology*, *44*(2), 609-625. <https://doi.org/10.3390/cimb44020042>
- Lindwall, M., Gerber, M., Jonsdottir, I. H., Börjesson, M., & Ahlberg, G. (2014). The relationships of change in physical activity with change in depression, anxiety, and burnout: a longitudinal study of swedish healthcare workers. *Health psychology*, *33*(11), 1309-1318. <https://doi.org/10.1037/a0034402>
- Martínez-García, M. Á., Moncayo, S., Insenser, M., Álvarez-Blasco, F., Luque-Ramírez, M., & Escobar-Morreale, H. F. (2019). Metabolic cytokines at fasting and during macronutrient challenges: influence of obesity, female androgen excess and sex. *Nutrients*, *11*(11), 2566. <https://doi.org/10.3390/nu11112566>
- Mason, K., Page, L., & Balikcioglu, P. G. (2014). Screening for hormonal, monogenic, and syndromic disorders in obese infants and children. *Pediatric annals*, *43*(9). <https://doi.org/10.3928/00904481-20140825-08>
- Masri, S. & Sassone-Corsi, P. (2012). The circadian clock: a framework linking metabolism, epigenetics and neuronal function. *Nature reviews neuroscience*, *14*(1), 69-75. <https://doi.org/10.1038/nrn3393>
- Medina, C., Janssen, I., Campos-Nonato, I., & Barquera, S. (2013). Physical inactivity prevalence and trends among mexican adults: results from the national health and nutrition survey (ensanut) 2006 and 2012. *BMC Public health*, *13*(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1063>
- Melo, M. C. A., Abreu, R. L. C., Neto, V. B. L., Bruin, P. F. C. d., & Bruin, V. M. S. d. (2017). Chronotype and circadian rhythm in bipolar disorder: a systematic review. *Sleep medicine reviews*, *34*, 46-58. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2016.06.007>
- Moran, M., Cauwenberg, J. V., Hercky-Linnewiel, R., Cerin, E., Deforche, B., & Plaut, P. O. (2014). Understanding the relationships between the physical environment and physical activity in older adults: a systematic review of qualitative studies. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, *11*(1). <https://doi.org/10.1186/1479-5868-11-79>
- Moreira, F. P., Jansen, K., Mondin, T. C., Cardoso, T. d. A., Magalhães, P. V. d. S., Kapczinski, F., ... & Wiener, C. D. (2016). Biological rhythms, metabolic syndrome and current depressive episode in a community sample. *Psychoneuroendocrinology*, *72*, 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2016.06.007>
- Oh, C. E., Lim, H., Park, J., Moon, E., & Park, J. K. (2022). Relationship of circadian rhythm in behavioral characteristics and lipid peroxidation of brain tissues in mice. *Clinical psychopharmacology and neuroscience*, *20*(4), 649-661. <https://doi.org/10.9758/cpn.2022.20.4.649>
- Parsons, M., Moffitt, T. E., Gregory, A. M., Goldman-Mellor, S., Nolan, P. M., Poulton, R., ... & Caspi, A. (2014). Social jetlag, obesity and metabolic disorder: investigation in a cohort study. *International journal of obesity*, *39*(5), 842-848. <https://doi.org/10.1038/ijo.2014.201>
- Pérez, S., Murias, L., Fernández-Plaza, C., Díaz, I., González, C., Otero, J. M. G., ... & Díaz, E. (2015). Evidence for clock genes circadian rhythms in human full-term placenta. *Systems biology in reproductive medicine*, *61*(6), 360-366. <https://doi.org/10.3109/19396368.2015.1069420>
- Petrov, M. E., Wyst, K. B. V., Whisner, C. M., Jeong, M., Denniston, M., Moramarco, M. W., ... & Reifsnider, E. (2017). Relationship of sleep duration and regularity with dietary intake among

- preschool-aged children with obesity from low-income families. *Journal of developmental and amp; Behavioral pediatrics*, 38(2), 120-128. <https://doi.org/10.1097/dbp.0000000000000369>
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., ... & Olson, R. D. (2018). *The physical activity guidelines for americans*. *Jama*, 320(19), 2020. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>
- Rangul, V., Bauman, A., Holmen, T. L., & Midthjell, K. (2012). Is physical activity maintenance from adolescence to young adulthood associated with reduced cvd risk factors, improved mental health and satisfaction with life: the hunt study, norway. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 9(1), 144. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-144>
- Rahelu, K. (2010). Is inactivity the cause of fatness or fatness the cause of inactivity?. *Nutrition bulletin*, 35(4), 304-307. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2010.01854.x>
- Salavaty, A. (2015). Carcinogenic effects of circadian disruption: an epigenetic viewpoint. *Chinese journal of Cancer*, 34(3). <https://doi.org/10.1186/s40880-015-0043-5>
- Samir, N., Mahmud, S., & Khuwaja, A. (2011). Prevalence of physical inactivity and barriers to physical activity among obese attendants at a community health-care center in karachi, pakistan. *BMC Research notes*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/1756-0500-4-174>
- Schippers, J. H. M., Lai, A. G., Mueller-Roeber, B., & Dijkwel, P. P. (2013). Could ros signals drive tissue-specific clocks?. *Transcription*, 4(5), 206-208. <https://doi.org/10.4161/trns.26362>
- Selvi, Y., Beşiroğlu, L., & Aydın, A. (2011). Chronobiology and mood disorders. *Psikiyatride guncel yaklasimlar - current approaches in psychiatry*, 368. <https://doi.org/10.5455/cap.20110317>
- Shanmugam, V., Wafi, A. W., Al-Taweel, N., & Büsselberg, D. (2013). Disruption of circadian rhythm increases the risk of cancer, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Journal of local and global health science*, 2013(1). <https://doi.org/10.5339/jlghs.2013.3>
- Škrlec, I., Talapko, J., Džijan, S., Cesar, V., Lazić, N., & Lepeduš, H. (2021). The association between circadian clock gene polymorphisms and metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Biology*, 11(1), 20. <https://doi.org/10.3390/biology11010020>
- Stevenson, T. J. (2018). Epigenetic regulation of biological rhythms: an evolutionary ancient molecular timer. *Trends in genetics*, 34(2), 90-100. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2017.11.003>
- Şahin, B., Bozkurt, A., & Karabekiroğlu, K. (2018). Sleep problems in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Düzce tip fakültesi dergisi*, 20(3), 81-86. <https://doi.org/10.18678/dtfd.489684>
- Takeda, N., Maemura, K., Horie, S., Oishi, K., Imai, Y., Harada, T., ... & Nagai, R. (2007). Thrombomodulin is a clock-controlled gene in vascular endothelial cells. *Journal of biological chemistry*, 282(45), 32561-32567. <https://doi.org/10.1074/jbc.m705692200>
- Tanaka, A., Mochizuki, T., Ishibashi, T., Akamizu, T., Matsuoka, T., & Nishi, M. (2022). Reduced fat taste sensitivity in obese japanese patients and its recovery after a short-term weight loss program. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 68(6), 504-512. <https://doi.org/10.3177/jnsv.68.504>
- Theorell-Haglöw, J. & Lindberg, E. (2016). Sleep duration and obesity in adults: what are the connections?. *Current obesity reports*, 5(3), 333-343. <https://doi.org/10.1007/s13679-016-0225-8>
- Tremblay, M. S., Kho, M. E., Tricco, A. C., & Duggan, M. (2010). Process description and evaluation of canadian physical activity guidelines development. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 7(1), 42. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-42>
- Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Carson, V., Choquette, L., Gorber, S. C., Dillman, C., ... & Timmons, A. W. (2012). Canadian physical activity guidelines for the early years (aged 0–4 years). *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 37(2), 345-356. <https://doi.org/10.1139/h2012-018>
- Tucker, J., Tucker, L., LeCheminant, J., & Bailey, B. (2013). Obesity increases risk of declining physical activity over time in women: a prospective cohort study. *Obesity*, 21(12). <https://doi.org/10.1002/oby.20415>

- Vural, Ö., Eler, S., ve Güzel, N. A. (2010). Masa başı çalışanlarda fiziksel aktivite düzeyi ve yaşam kalitesi ilişkisi. *Ankara üniversitesi beden eğitimi ve spor yüksekokulu, spormetre beden eğitimi ve spor bilimleri dergisi*, 069-075. https://doi.org/10.1501/sporm_0000000178
- Walker, W. H., Walton, J. C., DeVries, A. C., & Nelson, R. J. (2020). Circadian rhythm disruption and mental health. *Translational psychiatry*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41398-020-0694-0>
- Wang, J., Xie, Y., Xu, H., Wan, Y., & Tao, F. (2023). Moderating effects of smoking and drinking on the relationship between biological rhythm and psychological health and gender differences among adolescents. *BMC Psychiatry*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12888-023-05253-2>
- West, A. C. & Bechtold, D. A. (2015). The cost of circadian desynchrony: evidence, insights and open questions. *BioEssays*, 37(7), 777-788. <https://doi.org/10.1002/bies.201400173>
- Westertep-Plantenga, M. S. (2016). Sleep, circadian rhythm and body weight: parallel developments. *Proceedings of the nutrition society*, 75(4), 431-439. <https://doi.org/10.1017/s0029665116000227>
- Ye, J., Gao, Z., Yin, J., & He, Q. (2007). Hypoxia is a potential risk factor for chronic inflammation and adiponectin reduction in adipose tissue of ob/ob and dietary obese mice. *American journal of physiology-endocrinology and metabolism*, 293(4), 1118-1128. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00435.2007>
- Yilmaz, A. (2019). Üniversite öğrencilerinde fiziksel aktivite, sedanter süre ve yaşam kalitesi ilişkisinin değerlendirilmesi. *OPUS Uluslararası toplum araştırmaları dergisi*. <https://doi.org/10.26466/opus.532283>
- Yuan, M., Qu, J., Hong, W., & Li, P. (2020). Reconciling periodic rhythms of large-scale biological networks by optimal control. *Royal society open science*, 7(1), 191698. <https://doi.org/10.1098/rsos.191698>
- Zhang, Y., Yang, J., Ye, J., Guo, Q., Wang, W., Sun, Y., ... & Zeng, Q. (2019). Separate and combined associations of physical activity and obesity with lipid-related indices in non-diabetic and diabetic patients. *Lipids in health and disease*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12944-019-0987-6>
- Zhao, H., Lu, C., & Yi, C. (2023). Physical activity and sleep quality association in different populations: a meta-analysis. *International journal of environmental research and public health*, 20(3), 1864. <https://doi.org/10.3390/ijerph20031864>
- Zisapel, N. (2018). New perspectives on the role of melatonin in human sleep, circadian rhythms and their regulation. *British journal of pharmacology*, 175(16), 3190-3199. <https://doi.org/10.1111/bph.14116>