

# Vücut Saati

Uykunuzu ve  
Yaşamınızı  
Değiştirecek Yeni  
Sirkadiyen Bilimi

Russell Foster

Çeviri: Zeynep Arık Tozar

domingo



## VÜCUT SAATI

Uykunuzu ve Yaşamınızı Değiştirecek Yeni Sirkadiyen Bilimi

RUSSELL FOSTER

Özgün ismi: *Life Time: The New Science of the Body Clock, and How It Can Revolutionize Your Sleep and Health*

© 2022 Russell Foster

Bu kitap ilk olarak 2022 yılında *Life Time* adıyla Penguin Random House'un alt markası olan Penguin Life tarafından yayımlanmıştır. Kitabın Türkçe yayın hakları Onk Ajans aracılığıyla alınmıştır.

© 2024 Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.

Domingo, Bkz Yayıncılık markasıdır.

Sertifika No: 46105

Çeviri: Zeynep Arık Tozar

Editör: Algan Sezgintüredi

Son okuma: Ümran Özbacı

Danışman: Cem Hakan Başaran

Sayfa uygulama: Betül Zeynep Duman

Kapak uyarlama: Betül Zeynep Duman, Hamdi Akçay

ISBN: 978 605 198 315 8

Baskı: Ocak 2024

Optimum Basım

Tevfikbey Mah. Dr. Ali Demir Cad. No: 51

34295 Küçükçekmece İstanbul

Tel: (212) 463 71 25 • Sertifika No: 41707

Tüm hakları saklıdır. Bu kitabın tümünün veya içeriğinin herhangi bir bölümünün yayıncının yazılı izni olmadan, fotokopi yöntemi dahil, elektronik ya da mekanik herhangi bir yolla çoğaltılması yasaktır.

Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.

Harbiye Mah. Cumhuriyet Cad. Pak Apt. No: 30

Kat: 1 Daire: 3 Şişli İstanbul

Tel: (212) 245 08 39

e-posta: [domingo@domingo.com.tr](mailto:domingo@domingo.com.tr)

[www.domingo.com.tr](http://www.domingo.com.tr)

# İçindekiler

Şekiller | **ix**

Tablolar | **ix**

Kısaltmalar | **x**

Giriş | **1**

**1 İçimizdeki Gün | 15**

*Vücut saati nedir?*

**2. Mağara Günlerimizden Bir Miras | 30**

*Uyku nedir ve ona neden ihtiyaç duyarız?*

**3. Gözün Gücü | 49**

*Zamansal hizalanma ve gündeğümü-günbatımı döngüsü*

**4. Zamanın Dışında | 68**

*Stres, vardiyalı çalışma ve jet lag'le gelen kâbuslar*

**5. Biyolojik Kaos | 91**

*Uyku ve sirkadiyen ritim bozukluğu*

**6. Ritmi Yeniden Yakalamak | 114**

*Uyku ve sirkadiyen ritim bozukluğuna karşı çözümler*

**7. Yaşamın Ritmi | 140**

*Sirkadiyen ritimler ve seks*

**8. Uykunun Yaşları | 163**

*Sirkadiyen ritimler ve uyku, yaşlandıkça nasıl değişir?*

**9. Zaman Akıldan Çıkınca | 194**

*Zamanın bilişsel işlevler, ruh hali ve zihinsel hastalıklar üzerindeki etkisi*

**10. İlaç Alma Zamanı | 216**

*İnme, kalp krizi, baş ağrısı, ağrı ve kanser*

**11. Sirkadiyen Silahlanma Yarışı | 246**

*Bağışıklık sistemi ve düşman saldırısı*

**12. Yeme Zamanı | 263**

*Sirkadiyen ritimler ve metabolizma*

**13. Doğal Ritmi Bulmak | 278**

**14. Sirkadiyen Gelecek | 299**

*Ya bundan sonrası?*

**Ek I | 321**

*Kendi Biyolojik Ritimlerimize Bir Bakış*

**Ek II | 326**

*Bağışıklık Sisteminin Temel Unsurları ve Sisteme Genel Bakış*

**Teşekkür | 333**

**Kaynakça | 335**

**Dizin | 397**

# Şekiller

- Şekil 1.** İnsan fizyolojisinde 24 saat içinde gerçekleşen günlük değişimlere örnekler | **18**
- Şekil 2.** İnsan beyni ve SKN | **22**
- Şekil 3.** Çevrede rastlanan ışık düzeyleri ve insanlarda çubuk, koni ve pRGC fotoreseptörlerinin yaklaşık duyarlılıkları | **58**
- Şekil 4.** Uyku/uyanıklık örüntüleri | **100**
- Şekil 5.** Kadın âdet döngüsü boyunca östrojen ve progesteron düzeylerinde görülen ve yumurtlamayla sonuçlanan değişimler | **142**
- Şekil 6.** Yetişkinler ve onlu yaşlardaki gençlerde gün içinde değişen bilişsel performans | **198**
- Şekil 7.** Zihinsel hastalıklar ile USRB arasındaki ilişkiyi gösteren model | **211**
- Şekil 8.** Hastalık vakaları ve şiddetindeki sirkadiyen değişimler | **218**
- Şekil 9.** Kan glukoz düzeyini yükselten ve düşüren mekanizmalar | **266**
- Şekil 10.** Bağışıklık sistemi | **326**

# Tablolar

- Tablo 1.** USRB'nin insan biyolojisine etkisi | **75**
- Tablo 2.** USRB'yi farklı yönleriyle hafifletmek için uygulanabilecek yöntemler | **131**

# Kısaltmalar

ADP	adenozin difosfat
ANP	atrial natriüretik peptid
A $\beta$	amiloid (plaklar)
ATP	adenozin trifosfat
AVP	arginin vazopressin
BDT-U	bilişsel davranışçı uykusuzluk terapisi
BSB	Bankacılık Standartları Kurulu
COVID-19	SARS-CoV-2 virüsüne bağlı koronavirüs hastalığı
DDAVP	desmopressin
DEHB	dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu
DST	az saati/gün ışığından tasarruf uygulaması
EEG	elektroensefalografi
EUFB	erken uyku fazı bozukluğu
FSH	folikül uyarıcı hormon
GABA	gama aminobütirik asit
GİA	geçici iskemik atak
GMT	Greenwich saati
GnRH	gonadotropin salıcı hormon
GUFB	gecikmiş uyku fazı bozukluğu
HbA1c	glike/glikolize hemoglobin
HBS	huzursuz bacak sendromu
hCG	insan koryonik gonadotropini
HDL	yüksek yoğunluklu lipoprotein
HRT	hormon replasman tedavisi
KBD	kannabidiol
KOAH	kronik obstrüktif akciğer hastalığı
LDL	düşük yoğunluklu lipoprotein
LE	ışık yayıcı
LH	luteinleştirici hormon
NAFLD	alkole bağlı olmayan yağlı karaciğer hastalığı
NGB	nörogelişimsel bozukluk
NREM	REM (hızlı göz hareketleri) dışı uyku
OHS	obezite hipoventilasyon sendromu

OKB	obsesif-kompulsif davranış bozukluğu
OSA	obstrüktif uyku apnesi
PH	Parkinson hastalığı
PMDB	premenstrual disforik bozukluk
PMS	âdet öncesi gerginlik sendromu
PPI	proton pompası inhibitörü
pRGC	ışığa duyarlı retina ganglion hücresi
PRR	örüntü tanıyıcı reseptör
RDB	REM uykusu davranış bozukluğu
REM	hızlı göz hareketleri uykusu
SKN	suprakiazmatik çekirdek
SWS	yavaş dalga uykusu
TNF	tümör nekroz faktörü
TSSB	travma sonrası stres bozukluğu
USB	uyku ile ilişkili solunum bozukluğu
USB	uykuda solunum bozukluğu
USRB	uyku ve sirkadiyen ritim bozukluğu
VKI	vücut kitle indeksi

# Giriş

*Hayatta korkulacak hiçbir şey yoktur; yalnızca anlaşılmayı  
bekleyen şeyler vardır. Şimdi daha fazlasını anlama zamanı.*

*Ancak böyle azaltabiliriz korkuyu.*

MARIE SKLODOWSKA-CURIE

**Bundan kırk yıl önce Bristol Üniversitesi'nde** zooloji eğitimi alan bir lisans öğrencisiyken, bir biliminsanı olmak istediğimin farkındaydım; ancak bunun ne anlama geldiği ve ne içerdiğine dair pek fikrim yoktu. “Vücut saati” benim genç, odaklanmamış ve dizginsiz beynim için bulanık bir kavramdan ibaretti. Ancak lisans eğitimimin son yılında biyolojik ritimleri konu alan uluslararası bir konferansta gönüllü yardımcılık görevini üstlendim. İşim çok zorlayıcı olmadığından konferanslara girip çıktım ve alanın o zamanki önderleriyle tanıştım. Gençliğin verdiği özgüven, hatta belki de biraz kibirle, bu bilimsel devlerin benimle, benim onlarla konuşmak istediğim kadar konuşmak isteyeceklerini varsayıyordum. Çoğu inanılmaz cömertlikle zaman ayırdı bana; gerçi çok üst düzey bir profesöre kahvaltı sırasında yaklaşmama konusunda dersimi de almadım değil. Benim için birçok düzeyde biçimlendirici bir deneyim oldu ve konu edilen bilimi bir sünger gibi çektim. Bu sempozyum ben farkında olmaksızın ömür boyu sürecektir ilgi alanlarımı tanımladı ve hızla yükselmekte olan biyolojik zaman alanı üzerinde çalışan bu olağanüstü uluslararası akademik topluluğa katılmamı sağladı. Lisans öğrenciliği günlerimden şu anki sirkadiyen nörobilim profesörlüğü ve Oxford'daki Sirkadiyen Nörobilim Enstitüsü direktörlüğüne uzanan bilim kariyerim, dünyanın her köşesinden meslektaşlarım aracılığıyla yeni kavrayışlar kazanmama ve arada da onlarla yeni bilgiler paylaşmama vesile oldu. Bu kitap bir anlamda, biyolojik zamanın doğası üzerine kırk yıllık bir dönem boyunca yaptığım çalışmalarla öğrendiklerimden bir kısmının özünü temsil ediyor. Umudum ise yıllar içinde yaşadığım heyecan, hayret ve katıksız keyfi kısmen de olsa sizlere aktarabilmek.



Yakın geçmişte vücut saati ve yaşamımıza hükmeden 24 saatlik biyolojik döngüleri konu edinen bilim alanında, heyecan verici yeni keşif patlamasına tanık olduk. İlginç olan, biyolojik döngülerin en barizi günlük uyku ve uyanıklık örüntüleriyken çoğu kitabın vücut saati ve uykuyu ayrı ayrı ele alması. Yeni araştırmalar, bağlantıyı göz ardı eden bu tür yaklaşımların hikâyeyi ancak kısmen anlattığını söylüyor. Vücut saatini anlamadan uykuyu da tam olarak anlayamazsınız; uyku ise bu saati düzenleyen unsurdur. İzleyen sayfalarda vücut saati ve uyku, sağlığımızı belirleyip ona hükmeden bir bütün; biyolojinin birbirine sıkıca bağlı ve birbirinden ayrılmaz alanları olarak ele alınmıştır. İş çıkışında arabayla evinize güvenle yol almaktan tutun, kilo vermek üzere diyet yapmaya kadar sayısız örnekte, başarı ya da başarısızlığa olan yatkınlığınız, faaliyetlerinizi bu 24 saatlik döngülerin yanında mı yoksa karşısında mı yürüttüğünüze bağlı olarak belirlenecektir. Bilim ve tıbbın bu alanında o kadar çok gelişme yaşandı ki, gerçeği kurgudan ayırt etmek çoğu zaman zordur. Sağlık açısından baktığımızda, akla uygun tavsiyeler sıklıkla bir kıdemli başçavuşun geçit alanında haykırarak verdiği keskin emirlere dönüşür: Sekiz saatlik uykunuzu almak “zorundasınızdır”; horlayan eşinizle aynı yatağı paylaşmaya devam etmek “zorundasınızdır”; yatmadan önce ışık yayıcı E-kitap okuyucunuzu “kullanmamak zorundasınızdır” örneğin. Sonuç olarak biyolojik ritimler ve uyku sadık birer dost olarak algılanacaklarına, sıklıkla mücadele edilmesi, bastırılması ve bozguna uğratılması gereken düşmanlar olarak betimlenirler.

Bu kitap vücut saati ve uyku biliminin kapılarını olabildiğince aralamayı, eğlenceli ve kolay okunur olduğunu umduğum bir üslupla erişilir kılmayı amaçlıyor. Bu alandaki şaşırtıcı ve heyecan verici keşif ile bulguların, uykumuzu daha iyi almaktan günlük etkinliklerimizi düzenlemeye, hatta günün belli saatlerinde yapılacak ilaç ya da aşı uygulamalarından sağlanabilecek yararlarla kadar yaşamlarımızı iyileştirme yolunda nasıl kullanılabileceğini de göstermeye çalıştım. Ayrıca ergenlik çağındakilerin ve yaşlıların restoratif (yenileyici) konusunda neden güçlük çektikleri, ruh haliniz ve karar verme becerilerinizin sabahtan öğle sonrasına kadar neden değiştiği, boşanma riskinin gece vardiyasında çalışanlar için neden daha yüksek olduğu gibi, başkalarının davranışlarını

anlamanızı kolaylaştıracak bilgiler de bu kitapta bulacaksınız. Kitap boyunca hepimizin birbirimizden çok farklı olduğunu, genelleme yapmak *mümkün* olmakla birlikte, bir “ortalama değer” almanın yanıltıcı olabileceğini vurguladım. Kadınlarda âdet döngüsünün ortalama uzunluğu 28 gün olsa da kadınların yalnızca yüzde 15’i 28 günlük döngüye sahiptir. Vücut saatiniz ve uyku biyolojiniz ile ayakkabı numaranız arasında paralellik kurulabilir: Ayakkabı numaraları standart değildir ve herkesi aynı numara ayakkabı giymeye zorlamak aptalca olmanın ötesinde, zararlıdır da. Bu farklılıkların yok sayılması, medyada yer alan bazı genel tavsiyelerin ya fazlaca basite indirgenmiş ya da tümüyle işe yaramaz olmasının nedenidir.

Günlük ritimler ve uyku, genetiğimiz, fizyolojimiz ile davranışlarımız içinde bulunduğumuz çevrenin etkisiyle ortaya çıkarlar ve çoğu davranışımız gibi, sabit değildirler. Bu ritimler eylemlerimize, çevremizle girdiğimiz etkileşime ve doğumdan yaşlılığa nasıl yol aldığımızı bağlı olarak değişikliğe uğrar. Vücut saatimiz ve uyku örüntülerimiz bebeklikten ileri yaşlara kadar büyük değişiklikler geçirir ama yaşa bağlı bu değişiklikler illa kötü değildirler. Uykumuzu dert etmekten vazgeçip “farklı”nın illa daha kötü olmayabileceğini kabul etmeliyiz. Bize verilen öğütlerin bir kısmı, şaibeli “edinilmiş bilgi” dünyasından kaynaklanmış ve düpedüz yanlış olabilir. Bu bilgiler son derece eski ve yazılı tarihin başlarına kadar da uzanıyor olabilirler. Ancak ilerleyen bölümlerde göreceğimiz gibi, tekrarlanmış olması bir fikri meşru kılmaya yetmez. Şu örneği ele alalım: “*Bebeğe takla attırmak, uykusunun düzenlenmesine yardımcı olur.*” Bu eski rivayete göre ileri doğru ve baş-ayak eksenini boyunca takla atmasını sağlamak, bebeğin iç saatini yeniden ayarlayarak geceleri uyumasını, gündüzleri de uyanık kalmasını sağlayacaktır. Bunu doğrulayan tek bir bulgu bile yok. Rivayetin kökeni pekâlâ ebeveyn çaresizliğinde yatıyor muhtemelen. Kronik uyku yoksunluğu yargıda bulunma ve akla uygun davranma becerisini olumsuz yönde etkileyebilir; ki anne babalar da bu kuraldan muaf değildir! Sık tekrarlanan bir başka söylence de epifiz bezi hormonu melatoninin bir “uyku hormonu” olduğudur. Bu doğru değil ve izleyen bölümlerde nedenini açıklayacağım.

Kitap boyunca verdiğim mesaj, birer birey ve toplumun üyeleri olarak hepimizin, biyolojik zamanla ilgili yeni bilimsel bilgileri anlamak ve yaşamımıza buna göre yön vermek için çaba göstermemiz gerektiğidir. Niye mi? Karmaşık ve talepkâr bir dünyada fiziksel ve zihinsel sağlığımızı elimizden gelen en yüksek seviyeye çıkarmamız, bence mantıklı. Bu tür bilgiler yaşamın üzerimize fırlattığı çeşitli zorluklarla baş etmede bize yardımcı olacaktır. Ancak dahası da var. Eğer yaşamı kucaklamak, yaratıcı olmak, akla uygun kararlar vermek, başkalarının varlığının keyfini çıkarmak, dünyaya ve size sunabileceği her şeye iyimser bir bakış açısıyla bakmak istiyorsanız, biyolojik saati benimsemeniz bu konuda da size destek olacaktır. Eldeki zamandan olabildiğince yararlanmanın, hatta belki de o zamanı uzatmanın nesi yanlış olabilir?

## **Biyolojik Saatin Tik Takları**

İnsan olmakla gelen kemikleşmiş kibir, çoğumuzun, biyolojinin bulanık ve kirli dünyasından üstün olduğumuzu, canımızın istediği zaman istediğimizi yapabileceğimizi varsaymamızı da beraberinde getirir. Bu varsayım, modern 7/24 toplumunun ve süpermarketlerimizin boş kalmaması, ofislerimizin temizliği, küresel mali hizmetlerimizin yürütülmesi, toplumumuzun çeşitli suçlara karşı korunması, demiryollarımızın onarımı ve elbette en zayıf oldukları dönemlerde hasta ve yaralıların bakımı için gece vardiyasında çalışanlara bağımlı bir ekonominin dayanağıdır. Tüm bunlar, çoğumuz uykudayken ya da en azından uyumaya çalışırken gerçekleştirilir. Gece vardiyası vücut saati ve uykuyu aksatan en bariz unsur olmakla beraber yalnız değil. Zaten tıka basa dolu, patlama noktasına gelmiş günlük programlarımıza daha da fazla iş, boş zamanlarımıza giderek daha da fazla faaliyet sıkıştırmaya çalıştıkça, çoğumuzun uyku süresi kısalıyor. Bu yüzden “ek” faaliyetleri gece saatlerine kaydırıyoruz. Geceyi tümüyle işgal etmemizi mümkün kılan şeyse elektrik lambasının 1950’lerden beri bütün dünyada yaygın ticari kullanımıdır. Bu olağanüstü ve harikulade kaynak, geceye savaş ilan etmemizi de sağlamış ve biyolojimizin temel bileşenlerinden birini, ne yaptığımızın tam ayırında olmadan fırlatıp atmamıza aracı olmuştur.

Canımızın her istediğini canımızın istediği zamanda *yapamaz* elbette. Biyolojimiz uyumak, yemek, düşünmek ve temel nitelikteki sayısız başka faaliyet için en iyi zaman konusunda bize öğüt veren 24 saatlik bir biyolojik saatle yönetilir. Bu günlük içsel düzenleme, dünyanın eksenini etrafındaki 24 saatlik dönüşüyle beliren gündüz/gece döngüsünün dayatmalarını karşılayabilmemiz için biyolojimizi “ince ayardan” geçirir ve böylece dinamik bir dünyada işlevlerimizi en uygun biçimde yürütmemizi sağlar. Vücudumuzun düzgün çalışması için, doğru malzemelerin doğru yerde, doğru miktarda ve günün doğru zamanında bulunması gerekir. Binlerce genin belirli bir düzen içinde açılıp kapatılması gerekir. Proteinler, enzimler, yağlar, karbonhidratlar, hormonlar ve diğer bileşenlerin büyüme, üreme, metabolizma, hareket, bellek, savunma ve doku onarımı için belirli zamanlarda soğurulması, parçalanması ve üretilmesi zorunludur. Bütün bunlar, günün doğru zamanında hazır ve nazır bulunacak bir biyoloji ve davranış örüntüsü gerektirir. İçsel saatin bu hassas düzenleme işlevinin yokluğunda, biyolojimiz de kaosa sürüklenecektir.

Biyolojinin görece yeni, tıbbın da henüz belirlemekte olan bir dalı olarak vücut saatlerini konu alan bilim alanının kökleri, beklenenden çok daha eskilere, 1720’lerin sonlarına uzanır. Çalışmaların odağında, Latince *Mimosa pudica* (“utangaç” veya “ürkek” anlamında) ismini taşıyan “küstüm çiçeği” bitkisi vardır. Bezelye ailesinin birçok bahçıvanca tanınan bu üyesi, dokunulduğunda ya da sallandığında içe bükülüp sarkan, birkaç dakika sonra da yeniden açılan narin yapraklara sahiptir. Yapraklar, dokunulmaya verdikleri bu tepkinin yanında, geceleri kapanıp gündüzleri açılma özelliğini de taşırlar.

Bahsettiğimiz tarihlerde bu bitkiyi inceleyen Fransız biliminsanı Jean-Jacques d’Ortous de Mairan’ın hikâyemiz açısından temel nitelikteki gözlemi, *Mimosa* yapraklarının bu ritmik açılma kapanma hareketini tam karanlıkta birkaç gün boyunca sürdürebildikleriydi. Hayrete düşmüştü de Mairan: Döngüyü yönlendiren belli ki aydınlık-karanlık değişimleri değildi. Peki, neydi o zaman? Sıcaklık olabilir miydi? Günlük sıcaklık değişimleri 1759’da bir başka Fransız biliminsanı, Henri-Louis Duhamel du Monceau tarafından araştırıldı. *Mimosa* bitkilerini ışık ve sıcaklığın sabit

olduğu bir tuz madenine yerleştiren du Monceau, ritimlerin bu koşullarda da devam ettiğini gördü. Aradan geçen yüz yılı aşkın sürenin sonunda, 1832'de İsviçreli biliminsanı Alphonse de Candolle *Mimosa* bitkilerini sabit koşullar altında inceledikten sonra, yaprakların açılıp kapanma hareketlerinde sergiledikleri bu çevresel faktörlerden etkilenmeyen, “başıboş” ritimlerin tam olarak 24 değil, 22-23 saatlik olduğunu gösterdi.

İzleyen 150 yıl içinde, sabit koşullar altında varlığını sürdüren ve tam olarak 24 saatlik olmasa da ona yakın döngülerle kendini gösteren günlük ritimler birçok bitki ve hayvanda gözlemlendi. Bu tür ritimler daha sonra *sirkadiyen (circadian) ritimler* olarak anılır oldu (*circa* “yaklaşık”, *dia* “bir gün” anlamına gelir). Ancak insanlarda gözlenen sirkadiyen ritimlerin incelenmesi için epeyce bir zaman geçmesi gerekecekti. Bu ritimlerin bizlerde de olduğuna dair ipuçları, 1930'ların sonlarında Nathaniel Kleitman'ın yaptığı gözlemlerle ortaya çıktı. Kleitman ve öğrencisi Bruce Richardson 4 Haziran ile 6 Temmuz 1938 tarihleri arasında Kentucky'deki Mamut Mağarası'nın derinlerinde geçirmişlerdi. Burada herhangi bir doğal ışık olmadığı gibi, sıcaklık da 12,2 °C'de sabitlenmişti. Işık fenerlerle sağlandığından koşullar tümüyle sabit sayılmazdı. Mağarayı meraklı sıçanlardan ve hamamböceklerinden oluşan büyük bir popülasyonla paylaşmak durumundalardı. Yataklarını onlardan korumak için, ranzanın dört ayağını dezenfektan içeren tenekelerin içine yerleştirmişlerdi. Uyku ve uyanıklık zamanlarını kaydedip günlük vücut sıcaklığı ritimlerini ölçtüler. Bu gözlemler, vücut sıcaklığı ve uyku/uyanıklık zamanlamasında yaklaşık 24 saatlik döngülerin devam ettiğini gösterdi.

Bu bulguların gerçek önemi 1960'lara kadar anlaşılamadı. Alanın öncülerinden Jürgen Aschoff, Bavyera'da 1455'ten beri bira yapımıyla uğraşmış bir Benedikten manastırına da evsahipliği yapan Andechs kasabasında, bir yeraltı “sığınacağı” inşa ettirmişti. Üniversite öğrencileri –birahane olmadıkları zamanlarda– sabit bir loş ışığın hâkim olduğu bu sığınakta barındırılıyor ve zamana ilişkin çevresel herhangi bir ipucundan mahrum bırakılıyorlardı; sadece bir başucu ışığı kullanmalarına izin verilmişti. Buna bağlı olarak, yine tam anlamıyla sabit bir ışıklandırma-ya maruz oldukları söylenemezdi. Öğrencilerin uyku/uyanıklık

döngüleri, vücut sıcaklıkları, idrar üretimleri ve diğer “çıktıları” günlerce ölçüldü ve bu yarı-sabit koşullarda yaklaşık 24 saatlik bir günlük ritme bağlı oldukları gösterildi. Bu tür deneylerin bir sonucu olarak, insan vücut saatinin yaklaşık 25 saatlik döngülerle çalıştığı tahminine varıldı. Charles Czeisler’in Harvard Üniversitesi’ndeki ekibi tarafından gerçekleştirilen daha yeni çalışmalar ise ortalama insan saatinin 24 saat 11 dakikaya daha yakın bir ritimle çalıştığına işaret ediyordu. Döngüdeki bu farklılık, Aschoff ve Harvard ekipleri arasında daimi bir anlaşmazlık konusu olarak kaldı. Günümüzde ise farklılığın sığınak deneylerindeki başucu lambasından kaynaklandığı konusunda görüş birliğine varılmış durumda. Aschoff olağanüstü bir insandı ve ondan çok şey öğrendim – hem bilimsel hem sosyal açıdan. Bundan yaklaşık 25 yıl önce Baviera’daki bir yaz okulu partisinde bir şişe şarap açmıştım. Birkaç dakika sonra Aschoff şöyle gürelemişti: “Mantarı tirbuşonda bırakan kim?” O kişinin ben olduğunu söylediğimde herkesin duyabileceği şekilde “Mantarı tirbuşonda *asla* bırakamazsınız. Bu görgüsüzlüğün en üst noktasıdır,” diye azarladı beni. Bir daha da yapmadım öyle bir şey.

1960’lara gelindiğinde, sabit koşullar altında varlıklarını sürdüren (başiboş) ve tam 24 saat olmasa da ona yakın süreli periyotlara sahip sirkadiyen ritimler, bizler de dahil olmak üzere birçok farklı bitki ve hayvanda belirlenmişti. Herkes (neredeyse herkes) bu ritimlerin biyolojik olarak üretildiğini, içsel, yani “endojen” olduklarını düşünmekteydi. Şayet diktatörlük altında yaşamıyorsanız, bilimin herhangi bir dalındaki herhangi bir başlıkta tam bir anlaşma asla sağlanamaz. Ancak görüş ayrılığı iyi bir şeydir çünkü sınanmakta olan varsayım için daha da güçlü bir “bulgu zemi” oluşturmak üzere, biliminsanlarını deneylerini geliştirmeye zorlar. Şikago’daki Northwestern Üniversitesi’nden Profesör Frank Brown, görüşün en tanınmış muhalifiydi. Brown, biyolojik ritimlerin bir tür doğal jeofiziksel döngüyle yönlendirildiğine inanıyordu. Elektromanyetizma, kozmik (radyasyon ya da henüz bilinmeyen bir başka kuvvet olabilirdi bu. Brown’un mantık dışı sayılamayacak temel argümanı, hiçbir biyolojik mekanizmanın sıcaklıktan bağımsız olamayacağı yönündeydi. Sıcaklığı artırdığımızda biyolojik tepkimeler hızlanır; sıcaklık düştüğünde de

yavaşlar. Ama bir saatin zamanı hassasiyetle ölçebilmesi için hep aynı hızla çalışması gerekir. Sonuçta, daha fazla gözleme ihtiyaç vardı; bitkiler ve “soğukkanlı” böceklerle yapılan çalışmalar ise biyolojik saatlerin –ortam sıcaklığındaki büyük değişimlere rağmen– gerçekten de zamanı doğru biçimde ölçtüğünü gösterdi. Brown yanılmış olsa da ortaya attığı karşı-görüş, biyolojik saatlerin “sıcaklık telafisi”ne tabi olduğunu kesin biçimde gösteren deneylere yolu açmıştı. Endojen özellikteki 24 saatlik biyolojik saatler gerçekten de var olmalıydı!

İçsel bir saat yalnızca zamanı bilmenizi değil, zamanı –en azından ortamdaki düzenli olayları– öngörmenizi de sağlar. Daha önce söylediğim gibi, vücudumuz doğru malzemelerin doğru yerde, doğru miktarda ve günün doğru zamanında bulunmasına ihtiyaç duyar ve bir saat de bu farklı ihtiyaçları öngörebilir. Yeni bir günün öngörülmesiyle vücutlarımız bu “yeni” ortamdan hızla yararlanmak üzere önceden hazırlanmış olur. Birçok biyolojik sürecin yanında kan basıncı ve metabolizma hızı, gündoğumundan önce hızlanır. Eğer uykudan uyanıklığa geçmek için söken şafağın ışığına tepki vermekle kalsaydık enerji kullanımımızı, duyularımızı, bağışıklık sistemimizi, kaslarımızı ve sinir sistemimizi harekete hazır hale getirmek için değerli zamanımızı boşa harcamış olurduk. Uykudan hareketliliğe geçiş birkaç saat sürer; buna uygun bir uyarlamadan geçmemiş bir biyoloji ise sağkalım mücadelesi açısından önemli bir dezavantajdır.

Şu ana kadar içsel bir sirkadiyen saat için gerekli üç temel özellikten ikisine değindik: sabit koşullarda yaklaşık 24 saatlik periyotlarla çalışmayı sürdürme becerisi ve ortam sıcaklığı ciddi biçimde değiştiğinde bile 24 saate yakın periyodu koruyabilme, yani sıcaklık telafisini yapabilme becerisi. Üçüncü özellik ise hizalanma/sürüklenme adımı alır. Son derece önemli olan bu beceri, 3. Bölüm’de ayrıntılı biçimde açıklanacaktır. Hizalanmanın önemi hakkında biraz yanlı olabilirim; çünkü kariyerimin büyük çoğunluğu boyunca üzerinde çalıştığım konu bu oldu. Söylediğim gibi, sirkadiyen saatler tam olarak 24 saatlik döngülerle çalışmaz; biraz daha hızlı ya da biraz daha yavaş işler. Bu açıdan sirkadiyen ritimler de saatin “gerçek” astronomik güne uygun çalışmasını sağlama almak için her gün küçük bir ayarlamadan geçirilen eski