


İleriye Yönelik ve Geriye Dönük Zamanlama Süreçleri: Teoriler ve Yöntemler

Prospective and Retrospective Timing Processes: Theories and Methods

 Reyhan Ünver¹

¹İstanbul Üniversitesi, İstanbul

ÖZ

Gündelik hayatta bir zaman akışı tecrübe etmekteyiz. Ancak, modern fiziğe göre zamanın akışı söz konusu değildir. Bir akış yanılması dışında zaman nedir sorusuna yanıt bulabilmek ve zaman algısı ile ilişkili süreçleri anlamak için psikoloji ve sinirbilim literatüründe çeşitli modeller ve açıklamalar geliştirilmiştir. Zamansal bilginin nasıl işlediğini anlamak ve bu modellerin doğruluğunu test etmek için de çeşitli prosedürler benimsenmiştir. İnsanlar, zamanı örtük (implicit) ve açık (explicit) olmak üzere 2 şekilde işlemektedir. Zaman aralığının uzunluğuna yönelik tahmin yürütüldüğünde açık (explicit) zamanlamadan bahsetmekteyiz. Zaman algısı paradigmlarında ölçüm yöntemine göre diğer bir ayrım ise ileriye yönelik (prospektif) ve geriye dönük (retrospektif) zaman tahminleridir. Bu iki yöntemin benzer bilişsel süreçleri içerdiğini iddia eden teorisyenler olsa da, zaman algısı ileriye yönelik ve geriye dönük zaman tahmini yöntemlerinden hangisi ile ölçüldüğüne göre farklı bilişsel süreçlerin deneyimlenen ve hatırlanan süreye hizmet ettiği düşünülmektedir. Bu da yöntem bağımlı farklı kısıtlar ve avantajları akla getirmektedir. Diğer tüm algı çalışmalarında olduğu gibi zaman algısı araştırmalarında da prosedürün seçimi araştırmanın sorusuna uygun olmalıdır. Bu derleme zaman algısı üzerine çalışma yapmayı planlayan bir araştırmacının çalışma sorusuna uygun yöntemi seçmesini kolaylaştırmak üzere zaman algısı araştırmalarının seçici bir incelemesini sunmaktadır. Zaman algısının süreçleri ve bunlara ilişkin kanıtlar ileriye yönelik ve geriye dönük zaman tahmini ölçüm yöntemlerine göre gözden geçirilmiştir. Ancak bu incelemede tartışılan zaman algısı modellerinin ve yönteminin alanın yalnızca bir bölümünü temsil ettiğini, alanın oldukça geniş olduğunu belirtmek gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: Zaman algısı, zaman tahmini paradigmları, süre tahmini

ABSTRACT

We experience a flow of time in everyday life. However, according to modern physics, time does not flow. In the psychology and neuroscience literature, different models and explanations have been made to try to answer the question of what time is besides an illusion of flow and to figure out how time is perceived. Different methods have also been used to learn how time is handled and to test how accurate these models are. People process time in two ways: implicitly and explicitly. We are talking about explicit timing when estimating the time interval length. Another distinction, according to the measurement method of time perception paradigms, is between prospective and retrospective time estimations. Although there are theorists who claim that these two methods involve similar cognitive processes, it is thought that different cognitive processes serve to experience and remember a time, depending on whether time perception is measured by the prospective or retrospective time estimation methods. This brings to mind different method-dependent constraints and advantages. As with any other kind of perception study, the method chosen for time perception research should fit the question being asked. This review presents a selective review of time perception studies to make it easier for a researcher planning to study time perception to choose the appropriate method for the study question. The time perception processes and related evidence were examined using prospective and retrospective time estimation measurement methods. But it's important to note that the time perception models and methods talked about in this review are only a small part of a very large field.

Keywords: Time perception, time estimation paradigms, duration judgments

Giriş

Bilişsel bilim için zaman gibi soyut kavramların anlaşılması zorlu bir meseledir (Barsalou 2008). Zamanı doğrudan göremez, dokunamaz veya duyamayız. Yine de zamandan bahsedebiliriz. Bu yazıda tartışılan deneysel kanıtlar yeni olsa da, zaman henüz tartışılmaya başlanmış yeni bir fenomen değildir. William James bir yüzyıldan

fazla bir süre önce zamanın geçişi ile ilgili olarak zamanın kendisine dikkat ettiğimizde sürelerin daha uzun görüldüğünü gözlemlemiştir. Dikkati zamana odaklamanın algılanan süreyi uzattığını, dikkati zamansal olmayan bilgiye odaklamanın ise öznel zaman tahminlerini daralttığını ifade etmiştir (James 1890). Dolayısıyla keyifli zaman geçirirken zamanın uçup gittiğine, sevdiğimiz bir kişinin gelmesini beklediğimizde de vaktin bir türlü geçmediğine bir yüzyıldan fazla bir zaman önce işaret etmiştir.

Kişilerin bir olayın ne kadar sürdüğüne dair kararlarını araştıran zaman algısı (time perception) çalışmaları, çoğunlukla uyarının gösterim süresinin tahminine (duration judgments) dayanmaktadır (Grondin ve ark. 2020). Psikoloji literatüründe incelenen daha çok süre tahminidir (Block ve Grondin 2014). Süre tahmini ileriye yönelik zamanlama ve geriye dönük zamanlama paradigmaları ile test edilmektedir (Brown 1985).

Bir olayın ya da uyarının ne kadar sürdüğünü her koşulda doğru olarak tahmin etmek mümkün değildir. Olayın ya da uyarının kişi tarafından algılanan süresi (öznel süresi) ile olayın gerçek süresi (nesnel süresi) arasında fark olduğunda da algılanan zamanın yanılması bahsetmekteyiz. Pek çok günlük görev için doğru zamanlama gerekli olsa da, araştırmalar aynı sürenin farklı zamanlarda farklı hızda algılanabildiğini ve öznel süre ile nesnel süre arasında çoğu zaman fark olduğunu göstermektedir (Hellström ve Rammsayer 2015). Zamanın nasıl deneyimlendiği ve öznel zaman algısının nasıl ortaya çıktığı zamanın psikofiziğini araştıran araştırmacılar tarafından yıllardır incelenmektedir. Yöntemler yıllar içinde iyileştirilmiş olsa da uyarının özelliğine göre değişen süre tahminine ait bazı temel bulgular artık açıktır.

Uyarın özelliklerindeki değişiklikler de dahil olmak üzere algılanan süre birçok faktöre bağlı olarak daha uzun ya da kısa algılanmaktadır. Farklı modalitelerde sunulan zamansal olmayan uyarıların da zaman tahminlerini etkilediğini bilmekteyiz. Örneğin, görsel bir uyarının boyutu algılanan zamanı manipüle etmektedir (Ono ve Kawahara 2007). Sayı büyüklüğü arttıkça süre tahminlerinde zamanın uzun olarak algılanması yönünde etkiye sahiptir (Vicario 2011). İşitsel uyarıların aynı süreye sahip görsel uyarılardan daha uzun algılanması da (Wearden 1998) duyuşal ve motor zamanlama için farklı mekanizmalar olduğunu düşündürmektedir.

Bu derlemede ilk olarak, zamansal bilginin işlemeleşmesine dair bazı temel görüşler tartışılmıştır. İkinci olarak, ileriye yönelik ve geriye dönük zaman tahminleri ile ölçümlenen zaman algısının dahil olduğu bilişsel süreçler ile yöntemsel farklar ele alınmıştır. Son olarak, zamansal bilginin algılayıcının özelliklerine göre farklılaşmasına değinilmiştir.

Zamansal Bilginin İşlemeleşmesine Dair Açıklamalar

Zamanı mikro saniyeden 24 saate kadar uzanan geniş bir aralıkta işlemekteyiz. Zaman ölçeklerinin her birinin ayrı bir işleve sahip olduğu düşünülmektedir. Karar verme, planlama ve konuşma gibi üst düzey bilişsel becerilerden, uyku-uyanıklık döngüsüne kadar günlük aktivitelerde zamansal bilginin işlemeleşmesi gerekmektedir (Buhusi ve Meck 2005). Zaman algısı bu özelliği ile bilişin ayrılmaz bir parçasıdır. Dolayısıyla bellek ve dikkat mekanizmalarında olduğu gibi zaman algısını da diğer bilişsel yetenekler ve çalışma belleği gibi mekanizmalarla birlikte anlamak gerekmektedir. Örneğin, süprakiyazmatik çekirdek olarak adlandırılan beyin yapıları zamanı ölçerek uyku-uyanıklık, açlık-tokluk gibi hayati faaliyetlerin sağlıklı şekilde işlemeleşmesine olanak sağlar. Gece-gündüz periyodunu düzenleyen sirkadyan ritim pek esnek sayılmaz ve birkaç saati aşan uçak yolculuğunda bozulur ve bu bozulma da jetlag etkisi olarak anılan bazı psikosomatik sorunlara yol açar (Moore ve Eichler 1972).

Milisaniye ve altı zamanlama düşünüldüğünde iki işitsel uyarın arasında yaklaşık 2-3 ms'den daha az süre olduğunda eşzamanlılık yaşandığı, uyarınlar arası aralık yaklaşık 20-30 ms olana kadar zamansal sıra yargılamaları yapılamadığı rapor edilmiştir (Hirsh ve Sherrick 1961). Ancak yakın zamanlı çalışmalar, işitsel sistem içinde sesin zamansal konumunun oldukça hassas işlendiği ve her iki kulağa iletilen sesin iletiminde oluşan mikrosaniyelik farkların ayrıştırılabildiğini göstermektedir (Joris ve Yin 2007). Zamansal işlemeleşmenin bu ince ayarının ses kaynaklarının yerleştirilmesinde önemli olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, milisaniye zamanlama motor koordinasyon, konuşma ve konuşmayı tanıma gibi algısal ve motor etkinlikleri düzenlemede önemli bir role sahiptir (Buhis ve Meck 2005).

Literatürde zaman algısına yönelik tartışmalar bu farklı zaman ölçeklerinin içsel mi yoksa atanmış sistemlerle mi işlendiği ve temsil edildiğine ilişkin tartışmalardır. Bazı araştırmacılar, insanın dünya ile etkileşimi yoluyla soyut bileşenleri anlamlandırdığı ve soyut bilginin doğrudan deneyimlenen bilgi olarak temsil edildiğini iddia etmektedir. Soyut bir fenomen olan zamanın daha somut alandaki bilgi ve deneyimlerle işlendiği düşünülmektedir (Boroditsky ve Ramscar 2002, Ramscar ve ark. 2009). Bu deneyime bağlı yapılandırma görüşü farklı şekillerde formüle edilmiştir. Bir formülasyona göre soyut alanların bilgisi doğrudan bedene bağlıdır ve böylece soyut kavramlar doğrudan görüntü şemaları ve motor şemalar aracılığıyla temsil edilmektedir (Lakoff ve

Johnson 1999).

Zamanın daha somut alandaki bilgi ve deneyimlerle anlaşıldığına işaret eden diğer bir yaygın görüşe göre zaman mekânla birlikte yapılandırılmaktadır. Mekânsal bir referans çerçevesi aracılığıyla zamanın zihinsel temsilini kavramsallaştırmak için “zihinsel zaman çizelgesi” kavramı önerilmiştir (Stocker 2012). İnsanların hayali bir zaman çizelgesi boyunca yaşam olaylarını yerleştirdiği ve zamansal kavramları mekânsal konumlarla (örneğin, geçmiş=geri, gelecek=ileri) ilişkilendirme yöneliminde olduğu düşünülmektedir (Eikmeier ve ark. 2015).

Sağ hemisfer aynı anda hem sağ hem de sol görüş alanını işleyebilme özelliğine sahip iken, sol parietal lob yalnızca sağ görüş alanını yönetmektedir. Herhangi bir sebeple sağ hemisferde bir lezyon meydana geldiğinde görme alanının sol bölgesini fark edememe ve ona karşı dikkat eksikliğinden kaynaklanan bir nöropsikolojik tablo olan sol yarı alan ihmaline ortaya çıkabilmektedir. Yakın zamanlı çalışmalar, ihmalin yalnızca görsel duyuma sınırlı olmadığına işaret etmektedir. Sol yarı alan ihmaline olan kişilerden uyaranları geçmişe veya geleceğe ait görseller olarak kodlamaları ve bu uyaranları sonrasında hatırlamaları istendiğinde, sola alanı ihmal eden bu hastaların aynı zamanda geçmişle kodladıkları uyaranları da hatırlamadıkları rapor edilmiştir (Saj ve ark. 2014). Bu klinik sonuç, uzayın zamanın anlaşılmasında işlevsel bir rol oynadığını destekler niteliktedir.

Ortaya çıkan uzay-zaman uyumu etkisi genellikle zihinsel bir zaman çizelgesi boyunca zamansal bilginin kültürel olarak göze çarpan bir lokalizasyonuna atfedilmektedir. Tepki süresi (RT) çalışmalarında da uzay-zaman uyumu etkisini destekler nitelikte sonuçlar rapor edilmiştir. Zamansal bilgilere verilen yanıtlar zamansal olarak uyumlu bir şekilde düzenlendiğinde, bu düzenleme uyumsuz olduğu koşula göre yanıtlar daha hızlıdır. Geçmişe ilişkin uyaranlar solda, geleceğe ilişkin uyaranlar sağda gösterildiğinde uyum etkisi gösterilmiştir (Winter ve ark. 2015).

Klasik bellek araştırmalarında tartışıldığı gibi aslında zihinsel zaman yolculuğu olarak bilinen epizodik belleğin en karmaşık biçiminin bu zihinsel zaman çizelgesi boyunca gerçekleştiği düşünülmektedir (Tulving 2002). Bellek, retrosplenial ve posterior singulat korteksin hipokampal oluşumunu ve kortikal bölgelerini içeren medial temporal lob (MTL) merkezli özel bir ağa bağlıdır (Kravitz ve ark. 2011). Nörofizyolojik yöntemlerle izlenen hipokampal aktivite, hem uzaydaki konum hem de zaman hakkında bilgilerin ortak işlendiğine işaret etmektedir (Eichenbaum 2014, Moser ve ark. 2017). MTL seviyesinde navigasyon ve bellek fonksiyonları arasındaki bağlantı, nöral mekanizmalar arasında filogenetik bir süreklilik olduğu önerisine yol açmıştır. Hayvan modellerini kullanan araştırmalar da hipokampusun sürelerin hatırlanmasında rol oynadığını destekler niteliktedir (MacDonald ve ark. 2014), bu da belleğin zaman algısında temel bir bileşen olduğu fikrine daha fazla destek sağlamaktadır.

Zaman algısına yönelik temel tartışmalardan biri de zamansal bilginin mekanizmalarının beyinde merkezi mi yoksa dağıntık bir sistem içinde mi olduğu sorusudur (Ivry ve Spencer 2004). Zamansal bilginin temsil edildiği seçici bir fizyolojik düzeneğin olmayışı zaman algısının nöral temellerini tartışmalı kılmıştır. Araştırmalar, yalnızca sensorimotor sistemi çalıştıran görevlerin nispeten otomatik olarak gerçekleştirilebileceğini, çalışma belleği ve dikkat ile ilgili olduğu bilinen prefrontal ve parietal modüllerden yararlanan görevlerin daha fazla bilişsel katılım gerektirebileceğini göstermektedir. Sağ dorsolateral prefrontal korteksin (DLPFC), çalışma belleği ile güçlü şekilde ilişkili olduğu bilinmektedir (Wager ve Smith 2003). DLPFC bölgesinin aynı zamanda bilişsel olarak kontrol edilen zaman ölçümü için de gerekli olduğu düşünülmektedir. Prefrontal korteksi etkileyen tek taraflı defisitleri olan parkinson hastalarının incelenmesi bu alandaki lezyonların bilişsel zamanlamayı bozduğunu göstermiştir (Harrington ve ark. 1998).

Başka bir klasik yaklaşım ise dikkatin zaman algısı üzerindeki etkisine işaret eden iç saat teorisi ya da pacemaker-akümülatör modelidir. Bu model, Treisman (1963) tarafından psikofizik alanında yapılan çalışmalardan hareketle saat benzeri bir mekanizmayla zamansal bilginin işlendiğini önermektedir. Bu modele göre zamansal bilgi, ritmik sinyaller üreten bir pil (pacemaker) ve bu sinyallerin toplandığı bir depo olan akümülatöre gönderilerek işlenmektedir. Çalışma belleği pil tarafından üretilen mevcut ritmik sinyalleri depolarken, referans bellek daha önce öğrenilmiş sinyalleri depolamaktadır. Karar aşamasında da zamansal aralığa karşılık geldiği düşünülen süre için çalışma ve referans belleğindeki sinyaller karşılaştırılarak tahmin oluşturulmaktadır. Bu modele göre, depoda biriken sinyal oranı arttıkça algılanan zaman uzamaktadır (Allman ve ark. 2014, Mioni 2014, Basgol ve ark. 2021).

Bu model hem dikkatin etkisini hem de uyarılma gibi fizyolojik değişikliklerin süre tahmini üzerindeki etkisini açıklamaya yardımcı olabilir gibi görünmektedir (Grondin 2010). İkili görev durumları göz önünde bulundurulduğunda, geçici olmayan göreve daha fazla dikkatin yönlendirilmesi zamana daha az dikkat edilmesi anlamına gelecektir (Zakay ve Block 2004). Sonuç olarak daha az miktarda atım oluşacağından geçen zaman daha kısa olarak algılanacaktır (Grondin ve ark. 2020).

Uyaranın yeni olması algılanan süreyi etkilemektedir. Kişiler alışık oldukları görevin süresini yeni ve farklı

görevin süresinden daha kısa olarak algılamışlardır. Sunulan yeni bir uyaran, alışılmış uyarandan daha uzun sürede işleneceğinden algılanan sürenin de uzaması beklenmektedir (Başgol ve ark. 2021). Benzer bir açıklamaya göre de, uyarının yeni olması uyarılmışlığı ve dikkati etkileyecektir. Nöral aktivasyonun büyüklüğü uyarının süresini kodlamaktadır ve uyarının algılanan süresini belirlemektedir. Burada temel kavram “öngörülebilirliktir” (Pariyadath ve Eagleman 2007).

Son yıllarda yapılan zaman algısı araştırmalarında içsel saatin varlığını sorgulamaya itecek sonuçlar rapor edilmiş, uyaran özelliklerine göre değişen zaman yanılsamaları gösterilmiştir (Terao ve ark. 2008, Ayhan ve ark. 2011). Bununla paralel olarak bazı araştırmacılar, iç saat teorisini yanlışlayan bulgulara da dayanarak zamanın tıpkı renk, boyut veya hareket gibi duyuşsal uyarının bir özelliğı olarak çevresel (periferik) sistemlerce kodlandığını ve belli bir görsel alanda değiştirilebildiğini savunmaktadır. Bu da bir zaman yolağıının varlığı fikrini ortaya çıkarmıştır (Alaşhan ve Ayhan 2021). Zamanın sinirsel mekanizmasını anlamaya yönelik nörobilim temelli modeller, yukarda bahsi geçen iç saatin beyincik (Ivry ve Keele 1989), tamamlayıcı motor alanı (Macar ve ark. 2006) ve sağ prefrontal korteks (Lewis ve Miall 2006) gibi beyin alanlarının zamanın algılanmasındaki rolüne atıfta bulunmaktadır.

Karmaşık hareketlerin koordinasyonu, belirli görevlerin yerine getirilmesinin ne kadar süreceğinin tahmini gibi görevler çok çeşitli olduğundan, zamanlama görevlerinin tümünde aynı beyin sistemine dayanması beklenemez. Konuyla ilgili araştırmalar, beyindeki duyu bölgelerinin de zamansal işlemeye dahil olduğunu göstermiştir (Buetti ve ark. 2008). Farklı zamansal sürelerin motor ve motor olmayan zamanlama ölçümü için farklı mekanizmalarla işlendiğı düşünölmektedir (Spencer ve ark. 2003).

Zaman Tahmin Paradigmaları

Zaman algısına yönelik yapılan araştırmalar, ileriye yönelik ve geriye dönük olmak üzere iki paradigma arasında bir ayrım yapmaktadır (Block ve ark. 2018). İleriye yönelik paradigmada, kişi uyaran ya da olayın gerçekleşme süresi hakkında tahminde bulunacağı bilgisine sahiptir. Geriye dönük paradigmada ise kişi ancak uyaran sona erdikten sonra süre tahmininde bulunacağını öğrenmektedir. Bazı araştırmacılar yöntemsel açıdan ileriye yönelik ve geriye dönük süre tahminlerini karşılaştırmıştır (Zakay 1993, Zakay ve Block 1997). İleriye yönelik ve geriye dönük modellerin benzer bilişsel süreçleri içerdiğini iddia eden teorisyenler olsa da (Brown ve Stubbs 1992) yaygın kabul bu iki yöntemle göre ölçömlenen zaman tahmin görevinde farklı bilişsel süreçlerin devrede olduğu yönündedir (Zakay ve Block 2004).

İleriye yönelik paradigmada dikkat, geçici ve geçici olmayan bilgi işleme arasında bölünmektedir. Dolayısıyla, bu modelleri kullanan araştırmacılar genellikle dikkat süreçlerini hesaba katarak araştırma sorusuna yaklaşmaktadırlar. Buna karşılık, geriye dönük paradigmada araştırma sorusu bellek süreçleri bağlamında irdelenmektedir (Zakay 1993). Bilgi işleme zorluğu ileriye yönelik tahminleri etkileyen başlıca değişken iken, geriye dönük tahminler üzerinde çok az etkisi olduğu veya hiç etkisi olmadığı düşünölmektedir. Öte yandan, uyaran karmaşıklığıının geriye dönük tahminleri etkilediğı ancak ileriye yönelik tahminler üzerinde etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Block ve Zakay 2004). Bu farklılıklara dayanarak, ileriye dönük görevler dikkat kapısı modeli ile anlaşölmaktadır (Zakay ve Block 1995).

İleriye yönelik paradigmada, bir görevin performansı için gerekli zihinsel yük miktarı algılanan süreyi yanılsamalı hale getirmektedir (Zakay ve Block 1996). Katılımcılar zamansal işlemeye daha fazla dikkat ettiği için akümülatöre daha fazla darbe ulaşacaktır. Dikkat başka bir yere yönlendirildiğinde ise akümülatörde daha az darbe toplanacaktır. Sonuç olarak, uyarının ya da bir olayın geçtiğı süre gerçekte olduğundan daha kısa olarak algılanacaktır (Johnson ve MacKay 2019). Geriye dönük tahminde bulunurken, dikkat zamandan uzağı yönlendirilecek ve daha büyük miktarda zamansal olmayan bilginin belleğıe kodlanmasını tetikleyerek geçen zamanın olduğundan daha uzun tahmin edilmesi ile sonuçlanacaktır. Kişilerin zaman tahmininde bulunacağını bildiğı ileriye yönelik görevlerde, uyaran dikkat çekici nitelikte olduğunda zaman tahminine yönelik dikkat kaynağı azalacak ve sürenin öznel olarak daha kısa hissedilmesine neden olacaktır. Kişilerin zaman tahmini yapacağını önceden bilmediğı geriye dönük görevlerde, süre uzunluğunu yeniden yapılandırmak üzere kullanılabilircek daha önce kodlanmış bilgiler için belleğıe başvurulacaktır (Zakay ve Block 1996).

Literatüre bakıldığında duyuguların ileriye dönük süre tahminleri üzerindeki etkisini araştıran çalışmalarda, kişilerin duyugusal koşullarda zamanı uzun olarak tahmin etme eğilimi gösterdiği rapor edilmiştir. Bu bulgu uyarılma etkisi ile açıklanmaktadır. Duyugusal koşullar sırasında oluşan yüksek uyarılma ritmik darbelerin hızındaki artışa ve bu artış da zamanın daha yavaş deneyimlenmesine sebep olmaktadır (Johnson ve MacKay 2019).

Bellekte duygu bağlantılı kodlama süreçlerini anlamak için yapılan bir çalışmada tabu ve nötr kelimelerin sunum süreleri ile algılanan öznel süreleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar tabu kelimelerin nötr kelimelerden daha iyi hatırlandığını ve aynı zamanda tabu kelimelerin gösterim süresinin, nötr kelimelerin gösterim süresinden daha uzun olarak algılandığını göstermiştir. Kişiler tabu ile ilgili bağlamsal bilgileri nötr kelimelerden daha fazla hatırlayabildikleri için, kişilerin geçmişe dönük olarak tabu sürelerini nötr kelimelerden daha uzun olarak değerlendirdikleri düşünülmektedir. Süre tahminleri sırasında bilgilerin çoğu tabu için nötr kelimelerden daha fazla erişilebilir hale gelmektedir ve süre kararlarını kolaylaştıran bir ipucu sağlamaktadır (Johnson ve MacKay 2019). Bu alanda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır, çünkü bazı duygusal uyaran türlerinin neden uyarılma mekanizmaları ve diğerlerinin de dikkat mekanizmaları yoluyla anlaşılması gerektiği henüz net değildir.

Öte yandan zaman algısı çalışmalarında aralıkların süresinin de önemli olduğu görülmektedir. Aralıkların süresine ilişkin araştırmalar, daha uzun aralıkların işlenmesinin bilişsel kaynakların desteğini gerektirirken, küçük aralıkların işlenmesinin daha duyuşsal temelli olduğunu göstermektedir (Lewis ve Miall 2003). Uzun zaman aralıklarının gerektirdiği dikkat ve çalışma belleği gibi bilişsel faktörleri dışlamak için kısa zaman aralıkları tercih edilebilmektedir. Eğer araştırma sorusu zamansal işlemede bilişsel süreçlerin etkisi yerine zamansal yetenekleri keşfetmek üzerine ise, saniye ve üstü aralıkları tahmin etmek için açık sayma stratejisi kullanılabileceğinden 1300 milisaniyenin altı sürelerin seçilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir (Mioni 2018).

İleriye Yönelik Zaman Tahmini

Bir önceki başlıkta değinildiği gibi ileriye yönelik paradigmadaki katılımcıya bir zaman tahmininde bulunacağı bilgisi önceden verilmektedir. Kişilerin uyaran süresini tahmin edeceğini önceden bilmesi ise sürenin kodlamasında açık dikkatin devrede olduğunu göstermektedir.

Alan yazında, süreyi sözel olarak tahmin etme ve zamanı yeniden üretme görevleri geleneksel olarak kabul gören ve sıklıkla kullanılan tekniklerdir (Bindra ve Waksberg 1956, Guay ve Salmoni 1988, Hancock ve Block 2012). Süreyi sözel olarak tahmin etme yönteminde, kişinin maruz bırakıldığı uyarının gösteriminin ardından, kişiden uyaran boyunca geçen süre için sayısal bir tahminde bulunması istenmektedir. Zamanın sözel olarak tahmin edilmesi görevinde dil işleme ile bellek mekanizmaları kullanılmaktadır (Zakay ve Block 2004).

Sözel tahmin görevinin başta gelen sınırlılığı söze yani rakama dayalı ifadenin dilsel sınır oluşturabilmesidir. Ayrıca, zaman algısı zamanın geleneksel birimleri ile ilişkili dilsel ve anlamsal etiketlerle de kirlenecektir (Hancock ve Block 2012) Nitekim, kişilerin süre tahmininde yuvarlatılmış rakamlar kullanmaya meyilli oldukları rapor edilmiştir (Grondin 2010). Bu değişkenlik gelişimsel bir perspektifle değerlendirildiğinde de çocuklarla yapılacak çalışmalarda saat ve dakikanın ne ifade ettiğini bilme, diğer bir ifadeyle yaşa uygunluk da göz önünde bulundurulmalıdır.

Zamanı yeniden üretme görevinde ise kişilerden, uyarının gösteriminin ardından geçen tahmini sürenin başlangıç ve bitişini işaretlemek üzere direktif olarak verilen tuşa basmaları istenmektedir. Bir başka ifadeyle, katılımcı uyarının gösteriminde geçen süreyi tekrar üretmektedir. Zamanı yeniden üretme görevi gelişimsel çalışmalarda çocuklara uygulanabilen bir yöntemdir. Bununla birlikte zamanı yeniden üretme yönteminin sınırlılığı, oluşturulan sürenin daha erken bitirme isteğinden ve acelecilik gibi faktörlerden etkilenebilmesidir (Block ve ark. 2018).

Zamanı yeniden üretme görevi belli bir sürenin üretilmesini isteme, örneğin üç saniyeyi üretme, şeklinde olabileceği gibi uyarının ekranda kalma süresinin yeniden üretilmesi şeklinde de tasarlanmaktadır. Uyarının ekranda kalma süresinin yeniden üretilmesi hedef sürenin kodlanması ve yeniden üretim süreçlerini içerdiği için dikkat ve çalışma belleği süreçleri devrededir (Block ve Zakay 1997).

Bir başka ileriye yönelik zamanlama görevi ise uyarının gösterim süresinin sabit bir süre ile karşılaştırılmasıdır. Algılanan zaman eşliğinin üstünde ve altında belirli noktalardan artan azalan denemeler sunmak diğer klasik eşik belirleme araştırmalarının bir varyasyonudur. Eşğin operasyonel tanımı için araştırmacının doğru ve yanlış yanıtların büyüklüğü ile kaç denemenin olması gerektiği gibi kararlarda bulunması gerekmektedir (Block ve Reed 1978).

Bir diğer ileriye yönelik zamanlama görevi iki veya daha fazla referans süresinin karşılaştırılmasını içeren prosedürdür. Bu yöntemde katılımcılara kısa ve uzun olmak üzere iki referans süreye aşinalık kazandırılmaktadır. Aşinalık aşamasının ardından katılımcıdan, gösterilen uyarının gösterim süresinin uzun ve kısa olmak üzere iki referans süresinden hangisine daha yakın olduğuna karar vermesi istenmektedir. Alan yazın incelendiğinde ikiye bölme yöntemi olarak isimlendirilen bu yöntem oldukça yaygın olarak kullanılmıştır.

Alan yazında daha az kullanılmış “rating” yönteminde ise ikiden fazla süre referans olarak sunulmaktadır. Deney sürelerine aşinalık aşaması ile başlar. Kişilerden, uyarıların ekranda kalma süresinin alıştırılan referans sürelerden hangisine daha yakın olduğunu tahmin etmesi beklenir. İkiye bölme yönteminde kişilerden uyarının iki standart süreden (örneğin uzun süre için 1200 ms ve kısa süre 600 ms) hangisine yakın sürede ekranda kaldığı yönünde tahmin istenirken, “rating” yönteminde kişilerden ardışık çoklu standart süreler için (örneğin, 800 ms, 1000 ms, 12000 ms gibi) tahminde bulunması beklenir (Hoopen ve ark. 2008).

Geriyeye Dönük Zaman Tahmini

Geriyeye dönük paradigmada, katılımcı zaman tahmininde bulunacağı konusunda önceden bilgi sahibi değildir. Dolayısıyla geriyeye dönük tahminlerde, zamansal bilgi örtük olarak kodlanmaktadır. Bu görev uyarının ekranda kaldığı sürenin hatırlanmasına dayandığı için zamansal bilginin bellekle ilişkili süreçlerle birlikte işlendiği düşünülmektedir. Bu bağlamda, bilişsel yük gerektiren değişkenlerin geriyeye dönük tahminleri etkilemediği, bellekte kodlamayı ve geri getirmeyi etkileyen değişkenlerin algılanan süreyi etkilediği düşünülmektedir (Block ve ark. 2018).

Kanıtlar hala sınırlı olsa da, bellek bozukluğu olan kişilerde zaman algısını araştıran araştırmalar, belleğin geriyeye dönük süre tahmininin oluşumundaki rolünü destekler niteliktedir. Geriyeye dönük süre üretme görevinde, amnezik hasta H.M. 200 saniye ile 300 saniye arasındaki zaman aralıkları için kontrol koşuluna göre daha kısa tahminler üretmiştir (Richards 1973). Alzheimer tanılı hastalar da aynı yaştaki kontrol grubuna kıyasla süreleri kısa olarak algılama eğilimindedir (El Haj ve ark. 2013). Daha büyük miktarlarda kodlanmış bilgi, daha uzun geriyeye dönük süre tahminleriyle sonuçlanırsa, yeni anıları kodlamakta güçlük çeken kişilerin kontrol katılımcılarından daha kısa geriyeye dönük süre tahminleri üretmesi gerektiği sonucu çıkmaktadır (Johnson ve MacKay 2019).

Geriyeye dönük zamanlamada da yeniden üretim yöntemi ve sözel tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Zamanın yeniden üretimi geriyeye dönük olarak planlandığında kişilere sunulan uyarının gösterim süresinin yeniden üretileceği bilgisi önceden verilmemektedir. Uzun sunumlar için bu yöntem pek tercih edilmemekle birlikte geriyeye dönük paradigmada daha yaygın olarak sözlü tahmin yöntemi kullanılmaktadır.

Kişilerden sayısal tahminlerde (saniye ve dakika) bulunmaları istendiğinde bu tahminler son derece değişkendir. Bağlamsal değişiklikler arttıkça algılanan sürenin uzadığı rapor edilmiştir (Block ve Reed 1978). Bununla birlikte, olayların düzenli ve öngörülebilir bir tempoya sahip olması durumunda ise süre tahminlerinin daha doğru olabileceği rapor edilmiştir (Boltz 1998).

Aynı uyarı art arda ve iki eşit sürede gösterildiğinde ilk gösterim ikinci gösterimden daha uzun olarak algılanmaktadır. Bu sonuç, bir deneyimin başlangıcında var olan çevresel faktörlerin, duygu durumunun, uyarının ve diğer bağlamsal unsurların ikinci gösterime göre daha fazla yenilik barındırması ile ilişkilendirilmiştir (Block ve Gruber 2014). Bir başka ifadeyle ilk gösterimin daha uzun algılanması, ilk süre boyunca daha büyük ve yeni bağlamsal değişikliklerin varlığı ile açıklanmıştır.

Geriyeye dönük tahminler kişilerin süre tahmini yapacağını önceden bilmediği prosedür olduğu için tek bir deneme ile çalışma tamamlanmak zorundadır. Araştırmanın tek bir denemeden oluşması ise zaman algısının uyarana göre değişkenliği hakkında çıkarımda bulunmayı zorlaştırmaktadır.

Zamansal Bilginin Yaş ve Cinsiyete Bağlı Değişimi

Zaman tahmini paradigmasının karşılaştırılması ile ilgili literatürün aksine, bireysel faktörler arasındaki ilişkilerle ilgili çalışmaların sayısı oldukça azdır ve bu çalışmaların bulguları çelişkilidir. Örneğin, algılanan zaman yaşa bağlı olarak değişse de yaşın zaman tahminleri üzerindeki etkisine ilişkin araştırma sonuçları tutarsızdır. Bazı araştırmalarda yaş arttıkça zamanın hızlı geçtiği algısı rapor edilmiştir (Winkler ve ark. 2007) Bir başka çalışma, yaşın kısa süreler ve basit görevler için zaman tahminlerini etkilemediğini gösterirken (Block ve ark. 1998) prospektif paradigma ile ölçümlenen bir çalışmada, yaşlıların (60 yaş ve üstü kişilerin) sözel görevlerde zamanın geçişine dair gençlere kıyasla daha uzun tahminde buldukları ve bu tahminlerin daha fazla değişkenlik gösterdiği raporlanmıştır. Geriyeye dönük paradigma ile yapılan bir araştırmada ise, yaşlıların genç yetişkinlere kıyasla daha kısa süreler tahmin ettikleri bildirilmiştir (Vanneste ve Pouthas 1995).

Cinsiyetin etkisine bakıldığında, kadınların saniyeden dakikaya olan kısa sürelerde ve basit görevler için zaman tahminlerinin, erkeklerin tahmininden daha uzun ve daha değişken olma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, bu bulgular zaman tahmini yönteminin (örneğin, bir zaman aralığının yeniden üretimine karşı sözel tahmin) veya paradigmanın bir işlevi olarak farklılık gösterebilmektedir. Bir metnin pasajını okumak için

geçen süre gibi karmaşık uyarılar kullanıldığında kadınların geriye dönük zaman tahminlerinde, erkeklerin tahminlerinden daha uzun tahmin etme eğilimi rapor edilmiştir (Block ve ark. 2000) Cinsiyetin algılanan zaman için etkisini araştıran başka bir çalışmada, erkeklerin kadınlara göre negatif uyarıların süresini uzun algılama eğiliminde olduğunu göstermiştir (Mioni ve ark. 2018).

Sonuç

Zaman algısı araştırmalarında, zamansal bilginin işlemlenmesine dair karmaşık hareketlerin koordinasyonu, belirli görevlerin yerine getirilmesinin ne kadar süreceğinin tahmini gibi çeşitlilik gösteren, farklı zamansal sürelerin farklı mekanizmalarına işaret eden görüşler ve modeller çeşitli araştırmalar ışığında tartışılmıştır. Ayrıca bu çalışmada süre tahminlerinin duysal, algısal, dikkat ve bellek süreçlerine dayanan kanıtları seçilen ölçüm yöntemine bağlı olarak incelenmiştir.

Milisaneyeden dakikaya kadar olan kısa süreler için basit görevler kullanarak ileriye yönelik zaman tahminlerinde daha uzun tahminler rapor edilmiştir (Block ve Zakay 1997). Bu etki farklı deneysel araştırmalarla doğrulanmıştır (Bisson ve Grondin 2013) Ek olarak, bir görevin zorluğu arttıkça ileriye yönelik zaman tahminleri kısalmakta ve geriye dönük tahminler uzamaktadır (Block ve ark. 2010). Bu eğilim genel olarak, ileriye dönük bir koşulda, katılımcıların zaman tahmini süreçleriyle ilgili çevresel bilgilere dikkat etmeleri ile açıklanmaktadır. Paradigmalar arasındaki bu ayrım araştırmacılara, ileriye yönelik zaman tahminlerinin esas olarak dikkat süreçlerine, geriye dönük tahminlerin ise belleğe dayandığını düşündürmüştür.

Yakın zamanlı bir çalışma, bireysel faktörler ile hem ileriye yönelik hem de geriye dönük paradigmalar arasındaki ilişkileri aynı anda inceleyerek zaman tahminleri ve bireysel faktörler arasındaki ilişkilere yeni bir bakış açısı sağlamıştır. Araştırmada, ileriye yönelik paradigmadaki daha uzun zaman tahmininde bulunan kişiler, görevlerinin süresini geriye dönük olarak tahmin ettiklerinde diğer kişilere göre daha kısa tahminlerde bulunmuşlardır (Bisson ve Grondin 2020).

İleriye yönelik ve geriye dönük görevler arasındaki ayrımlar bir zamanlama görevi seçerken farklı dikkat ve bellek kaynaklarının etkinleştirileceğini hesaba katmanın önemine vurgu yapmaktadır. Bu bağlamda sırasıyla dikkat ve bellek süreçlerinden etkilenen ileriye yönelik ve geriye dönük koşullar altında süre tahminleri tartışılmıştır. Daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulsa da zamanla ilişkili beyin alanları ve süreciyle ilgili kanıtlar da gözden geçirilmiştir. Gelecekteki araştırmalar bu süreçlerin anlaşılmasını derinleştirmek üzere daha çok klinik bulguya, karşılaştırmalı yöntemsel çalışmalara ve görüntüleme çalışmasına odaklanmalıdır. Ayrıca, bireysel faktörler (örneğin, kişilik boyutları, duysal durum) ile zamanın geçişine ilişkin öznel izlenim arasındaki bağlantılar ileriye yönelik ve geriye dönük paradigmaların sınırlarını belirlemek için önemli görünmektedir.

Kaynaklar

- Alaşhan D, Ayhan I (2021) Zaman algısının nöral ve psikolojik modelleri bağlamında öznel zamanın görsel mekanizmalarına dair bir kuram. *Nesne Dergisi*, 9:396-417.
- Allman MJ, Teki S, Griffiths TD, Meck, WH (2014) Properties of the internal clock: first-and second-order principles of subjective time. *Annu Rev Psychol*, 65:743-771.
- Ayhan I, Bruno A, Nishida SY, Johnston A (2011) Effect of the luminance signal on adaptation-based time compression. *J Vis*, 11:1-17.
- Barsalou LW (2008) Grounded-cognition. *Annu Rev Psychol*, 59:617-645.
- Basgol H, Ayhan I, Ugur E (2021) Time perception: A review on psychological, computational and robotic models. *IEEE Trans Cogn Dev Syst*, 3:1-15.
- Bindra D, Waksberg H (1956) Methods and terminology in studies of time estimation. *Psychol Bull*, 53:155-159.
- Bisson N, Grondin S (2013) Time estimates of Internet surfing and video gaming. *Timing Time Percept*, 1:39-64.
- Bisson N, Grondin S (2020) A new perspective on the relationships between individual factors and time estimates. *Timing Time Percept*, 8:25-54.
- Block RA, Grondin S, Zakay D (2018) Prospective and retrospective timing processes: Theories, methods, and findings. In *Timing and Time Perception: Procedures, Measures, and Applications* (Eds A Vatakis, F Balci, M Di Luca, Á Correa):32-51. Leiden, The Netherlands, Brill.
- Block RA, Grondin S, (2014) Timing and time perception: A selective review and commentary on recent reviews. *Front Psychol*, 5:648.
- Block RA, Gruber RP (2014) Time perception, attention, and memory: a selective review. *Acta Psychol (Amst)*, 149:129-133.
- Block RA, Hancock PA, Zakay D (2000) Sex differences in duration judgments: A meta-analytic review. *Mem Cognit*, 28:1333-1346.

- Block RA, Hancock PA, Zakay D (2010) How cognitive load affects duration judgments: A meta-analytic review. *Acta Psychol (Amst)*, 134:330-343.
- Block RA, Reed MA (1978) Remembered duration: Evidence for a contextual change hypothesis. *J Exp Psychol Hum Learn*, 4:656-665.
- Block RA, Zakay D (1997) Prospective and retrospective duration judgments: a meta-analytic review. *Psychon Bull Rev*, 4:184-197.
- Boltz MG (1998) Task predictability and remembered duration. *Percept Psychophys*, 60:768-784.
- Boroditsky L, Ramscar M (2002) The roles of body and mind in abstract thought. *Psychol Sci*, 13:185-189.
- Brown SW (1985) Time perception and attention: the effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration. *Percept Psychophys*, 38:115-124.
- Brown SW, Stubbs DA (1992) Attention and interference in prospective and retrospective timing. *Perception*, 21:545-557.
- Buetti D, Bahrami B, Walsh V (2008) Sensory and association cortex in time perception. *J Cogn Neurosci*, 20:1054-1062.
- Buhusi CV, Meck WH (2005) What makes us stick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nat Rev Neurosci*, 6:755-765.
- Crick F, Koch C (2003) A framework for consciousness. *Nat Neurosci*, 6:119-126.
- Eichenbaum H (2014) Time cells in the hippocampus: A new dimension for mapping memories. *Nat Rev Neurosci*, 15:732-744.
- Eikmeier V, Alex-Ruf S, Maienborn C, Ulrich R (2015) How strongly linked are mental time and space along the left-right axis? *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 41:1878-1883.
- El Haj M, Moroni C, Samson S, Fasotti L, Allain P (2013) Prospective and retrospective time perception are related to mental time travel: Evidence from Alzheimer's disease. *Brain Cogn*, 83:45-51.
- Grondin S (2010) Timing and time perception: a review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Atten Percept Psychophys*, 72:561-582.
- Grondin S, Mendoza-Duran E, Rioux P (2020) Pandemic, quarantine, and psychological time. *Front Psychol*, 11:581036.
- Grondin S (2010) Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical direction. *Atten Percept Psychophys*, 72:561-582.
- Guay M, Salmoni AW (1988) Human time estimation: Procedural effects. *Bull Psychon Soc*, 26:19-22.
- Harrington DL, Haaland, KY, Knight, RT (1998) Cortical networks underlying mechanisms of time perception. *J Neurosci*, 18:1085-1095.
- Hancock PA, Block RA (2012) The psychology of time: a view backward and forward. *Am J Psychol*, 125:267-274.
- Hellström A, Rammsayer TH (2015) Time-order errors and standard-position effects in duration discrimination: An experimental study and an analysis by the sensation-weighting model. *Atten Percept Psychophys*, 77:2409-2423.
- Hirsh IJ, Sherrick, CE (1961) Perceived order in different sense modalities. *J Exp Psychol*, 62:423-432.
- Ivry RB, Spencer RM (2004) The neural representation of time. *Curr Opin Neurobiol*, 14:225-232.
- James W (1890) *The Principles of Psychology*. New York, NY-Henry Holt.
- Johnson LW, MacKay DG (2019) Relations between emotion, memory encoding, and time perception. *Cogn Emot*, 33:185-196.
- Joris P, Yin, TC (2007) A matter of time: internal delays in binaural processing. *Trends Neurosci*, 30:70-78.
- Kravitz DJ, Saleem KS, Baker CI, Mishkin M (2011) A new neural framework for visuospatial processing. *Nat Rev Neurosci*, 12:217-230.
- Lewis PA, Miall, RC (2003) Distinct systems for automatic and cognitively controlled time measurement: Evidence from neuroimaging. *Curr Opin Neurobiol*, 13:250-255.
- Lewis PA, Miall, RC (2006) Remembering the time: A continuous clock. *Trends Cogn Sci*, 10:401-406.
- Macar F, Coull J, Vidal F (2006) The supplementary motor area in motor and perceptual time processing: fMRI studies. *Cogn Process*, 7:89-94.
- MacDonald CJ, Meck WH, Sakata S, Fortin NJ (2014) Retrospective and prospective views on the role of the hippocampus in interval timing and memory for elapsed time. *Timing Time Percept*, 2:51-61.
- Mioni G (2018) Methodological issues in the study of prospective timing. In *Timing and Time Perception: Procedures, Measures, and Applications* (Eds A Vatakis, F Balci, M Di Luca, Á Correa):79-97. Leiden, The Netherlands, Brill.
- Mioni G, Laflamme V, Grassi M, Grondin S (2018) The effect of emotional spoken words on time perception depends on the gender of the speaker. *Timing Time Percept*, 6:1-13.
- Moore RY, Eichler, VB (1972) Loss of a circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat. *Brain Res*, 42:201-206.
- Moser EI, Moser M-B, McNaughton BL (2017) Spatial representation in the hippocampal formation: a history. *Nat Neurosci*, 20:1448-1464.
- Ono F, Kawahara JI (2007) The subjective size of visual stimuli affect the perceived duration of their presentation. *Percept Psychophys*, 69:952-957.
- Pariyadath V, Eagleman D (2007) The effect of predictability on subjective duration. *PLoS One*, 2:e1264.

- Ramscar M, Matlock T, Boroditsky L (2009) Time, motion, and meaning: The experiential basis of abstract thought. *The Spatial Foundations of Language and Cognition*, 17:66-82.
- Richards W (1973) Time reproductions by H.M. *Acta Psychol (Amst)*, 37:279-282.
- Saj A, Fuhrman O, Vuilleumier P, Boroditsky L (2014) Patients with left spatial neglect also neglect the "left side" of time. *Psychol Sci*, 25:207-214.
- Spencer RM, Zelaznik HN, Diedrichsen J, Ivry RB (2003) Disrupted timing of discontinuous but not continuous movements by cerebellar lesions. *Science*, 300:1437-1439.
- Stocker K (2012) The time machine in our mind. *Cogn Sci*, 36:385-420.
- ten Hoopen G, Miyauchi R, Nakajima Y (2008) *Time-based Illusions in the Auditory Mode: Psychology of Time*. Bingley, U.K, Emerald Publishing.
- Terao M, Watanabe J, Yagi A, Nishida S (2008) Reduction of stimulus visibility compresses apparent time intervals. *Nat Neurosci*, 11:541-542.
- Treisman M (1963) Temporal discrimination and the indifference interval: implications for a model of the "internal clock." *Psychol Monogr*, 77:1-31.
- Tulving E (2002) Episodic memory: From mind to brain. *Annu Rev Psychol*, 53:1-25.
- Vanneste S, Pouthas V (1995) Prospective and retrospective time estimation in elderly people: Comparison with young adults. *Psychol Bull*, 48:539-543.
- Vicario CM (2011) Perceiving numbers affect the subjective temporal midpoint. *Perception*, 40:23-29.
- Wager TD, Smith EE (2003) Neuroimaging studies of working memory. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 3:255-274.
- Wearden JH, Edwards H, Fakhri M, Percival A (1998) Why "sounds are judged longer than lights": Application of a model of the internal clock in humans. *Q J Exp Psychol B*, 51:97-120.
- Winter B, Marghetis T, Matlock T (2015) Of magnitudes and metaphors: Explaining cognitive interactions between space, time, and number. *Cortex*, 64:209-224.
- Winkler I, Fischer K, Kliesow K, Rudolph T, Thiel C, Sedlmeier P (2017) Has it really been that long? Why time seems to speed up with age. *Timing Time Percept*, 5:168-189.
- Ivry RB, Keele SW (1989) Timing functions of the cerebellum. *J Cogn Neurosci*, 1:136-151.
- Zakay D, Block RA (1997) Temporal cognition. *Curr Dir Psychol Sci*, 6:12-16.
- Zakay D, Block RA (2004) Prospective and retrospective duration judgments: An executive-control perspective. *Acta Neurobiol Exp (Wars)*, 64:319-328.
- Zakay D (1993) Relative and absolute duration judgments under prospective and retrospective paradigms. *Percept Psychophys*, 54:656-664.

Yazarların Katkıları: Çalışmaya önemli bir bilimsel katkı sağlandığı ve makalenin hazırlanmasında veya gözden geçirilmesinde yardımcı olduğu tüm yazar(lar) tarafından beyan edilmiştir.

Danışman Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Bu çalışma için finansal destek alındığı beyan edilmemiştir.

Authors Contributions: The author(s) have declared that they have made a significant scientific contribution to the study and have assisted in the preparation or revision of the manuscript

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: No conflict of interest was declared.

Financial Disclosure: No financial support was declared for this study.