

# Zaman Algısı ve Psikiyatrik Bozukluklar

## *Time Perception and Psychiatric Disorders*

Nil Banu Bahadrlı, Can Tutuğ, Hatice Ceviz, Okan Çalıyurt

### ÖZET

Zamanı algılama becerisi, günlük yaşamımızın her alanında kullandığımız, davranışlarımızın oluşmasında ve sürmesinde bize rehberlik eden, evrimsel açıdan bakılacak olursa hayatta kalmamızı sağlayan yeteneklerden birisidir. Zaman algısını anlamamızda, içsel saat modelleri yardımcı olmaktadır. Zaman algısının kişiler ve belirli durumlar arasında değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Bu değişkenlik dikkat ile ilgili süreçler, içsel saatin hızı ve bellek birimi ile ilgili mekanizmalarla açıklanmaktadır. Zaman algısının ön planda dopamin ve asetilkolin aktivitesi ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür. Kokain ve amfetamin gibi dopamin agonisti olan psikoaktif maddelerin içsel saat hızını artırarak zaman algısında değişime sebep olduğu gösterilmiş olup, diğer taraftan bazı antipsikotikler içsel saat hızını yavaşlatarak zaman algısında tersi yönde bir değişime sebep olmaktadır. Benzer şekilde bazı psikiyatrik bozukluklarda zaman algısı etkilenmektedir. Zaman algısındaki sapma ile psikiyatrik bozukluklar arasında etiyopatolojik bir ilişki bulunabileceği öne sürülmüştür. Bu yazıda; şizofreni, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu, depresyon, anksiyete bozuklukları ve kişilik bozukluklarında görülen zaman algısı değişiklikleri kısaca gözden geçirilmiştir..

*Anahtar Sözcükler: Zaman algısı, psikiyatrik bozukluklar, depresyon.*

### ABSTRACT

Time perception is an ability which we use in every moment of daily life, that guides the formation and continuation of our behaviors and from an evolutionary perspective ensures survival. Internal clock models help us to understand time perception. Time perception is known to vary between individuals and particular situations. This variability is explained with the mechanisms which is associated with the processes related to attention, the speed of the internal clock and the memory unit. It is suggested that time perception is mainly associated with the activities of dopamine and acetylcholine. Some dopaminergic psychoactive substances like cocaine and amphetamine have all been shown to change time perception by increasing the speed of internal

clock while on the other hand some antipsychotic drugs make an opposite change in time perception by decreasing the speed of the clock. Similarly, time perception is affected in some psychiatric disorders and an ethiopathological relationship between time perception disturbances and psychiatric disorders is suggested. In this article time perception changes in schizophrenia, attention deficit/hyperactivity syndrome, depression, anxiety disorders and personality disorders are briefly reviewed.

*Keywords: Time perception, psychiatric disorders, depression.*

**Z**aman algısını anlayabilmek için önce zamanın doğru tanımını yapmak gerekmektedir. Diğer yandan zamanın tanımını yapabilmek pek kolay değildir. Örneğin Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlük zamanı; bir işin, bir oluşun içinde geçtiği, geçeceği veya geçmekte olduğu süre veya vakit olarak tanımlamaktadır fakat tanımın içeriğinde “zaman” kelimesini kullanmamak için zorlanılmış, süre ve vakit terimleri ile kelime oyunu yapılmıştır.[1] Zamanı kısaca hareketin ölçüsü olarak tanımlamak mümkündür. Zaman algısı ise yaşantıların, duyguların ve deneyimlerin sayı ve süresinin öznel olarak tahmin edilebilmesini ve/veya algılanmasını ifade eder.

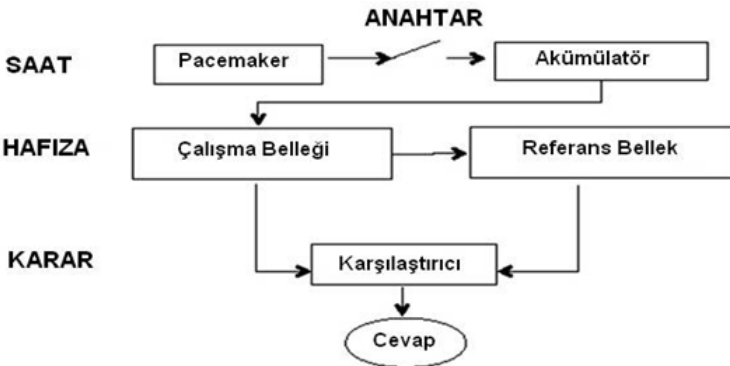
Zamanı algılama becerisi, başarılı davranış stratejileri geliştirmek için temel gereksinimlerden biridir. Ayrıca zaman algısı, birçok karmaşık davranışın gerçekleşmesinde yardımcı rol oynamaktadır.[2] Organizmaların zamanı etkin kullanabilmek için yararlandığı, hassasiyet dereceleri farklı birçok sistem bulunmaktadır; yaklaşık 24 saat döngüsü olan sirkadiyen ritimler, saniyeler-dakikalar düzeyindeki zaman aralığını tahmin etme ve algılama becerisi ve milisaniye düzeyinde zamanlama bunlar arasında sayılabilir. Saniyeler ve dakikalar düzeyindeki zaman aralığının tahmin edilerek belirlenmesi, sirkadiyen ritmlere göre bazı önemli farklılıklar göstermektedir. En önemli farklardan birisi, süre belirlemenin uygulama özellikleri açısından biyolojik saate göre çok daha esnek olmasıdır. Örneğin bir süre belirlemesi yapmak istediğimizde bir uyarı ile işlemi başlatabilir ya da sonlandırabiliriz. Bir sürenin subjektif olarak belirlenmesi, sirkadiyen ritimlerin tipik salınımsal özelliklerini göstermez. İkincisi, zaman aralığı belirleme işlevinin sirkadiyen ritme göre çok daha esnek olmakla beraber hassasiyet derecesinin düşük olmasıdır. Yirmidört saatlik uyku-uyanıklık döngüsü, vücut ısı ve bazı hormonal aktivitelermize rehberlik eden sirkadiyen ritimler ve bu ritimleri oluşturan biyolojik saat 24 saatlik döngü boyunca sadece dakikalık sapmalar gösterir. Üçüncüsü, zaman aralığı tahmininde süre belirlemesinin ölçeklenebilir özellik göstermesidir. Yani tah-

min edilmesi gereken zaman aralığı süresi arttıkça buna bağlı olarak standart sapma orantılı olarak artmaktadır.[3, 4]

Bu makalede, zaman algısı süreçleri, nörobiyolojisi, alkol ve madde kullanımının zaman algısı üzerine etkileri ile psikiyatrik bozukluklarla zaman algısının ilişkisi kısaca gözden geçirilmiştir.

## Zaman Algısı Mekanizması

Memelilerde metabolik ve davranışsal aktiviteleri kontrol eden sirkadiyen saat, hipotalamusun ön kısmındaki suprakiazmatik çekirdekte yer almaktadır.[3] Otomatik motor kontrolden sorumlu milisaniye düzeyinde zamanlama becerisi ise serebellumdan kaynaklanmaktadır.[5,6] Sirkadiyen saat ve milisaniye düzeyinde zamanlama, göreceli olarak beynin belli bölgelerine daha lokalize iken, bilişsel olarak kontrol edilebilen, daha esnek özelliklere sahip olan saniyeler-dakikalar düzeyindeki zamanlama, beyindeki talamo-kortiko-striatal döngünün aktivasyonunu gerektirmektedir. Bu alanda yapılan nörogörüntüleme çalışmaları özellikle bazal ganglion, destekleyici motor alan, prefrontal korteks ve posterior pariyetal korteksin rolünü vurgulamaktadırlar.[7-12] Ortuno ve arkadaşlarının zaman algısında fonksiyonel nöral ağ ile ilgili meta-analiz çalışmalarında; pozitron emisyon tomografisi (PET) ve fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) teknikleri ile yapılmış 35 çalışma değerlendirilmiş, zaman algısı işleminin beynin frontal (BA: 6, 8, 10, 12), parietal (BA: 11, 13), temporal (BA: 14-16), putamen, talamus ve serebellum bölgelerinde aktivasyona neden olduğu bildirilmiştir.[13]



**Şekil.1. Zaman Algısında Bilgi İşleme Birimlerinin Şematik Diagramı [14]**

Zaman aralığı tahmininin mekanizması ile ilgili olarak birçok içsel saat modeli öne sürülmüş olmakla beraber bu modellerin temel ortak noktası saat, bellek ve karar verme-karşılaştırma birimlerinden oluşmalarıdır.[2-4] Saat biriminde, belli bir sinyal sonrası pacemaker ile akümülatör arasındaki anahtar kapanır ve pacemakerin oluşturduğu atımlar akümülatör tarafından lineer bir şekilde toplanarak sayılmış olur. Sonuç bellek bölümündeki belli sürelerle denk gelen referans değerlerle karşılaştırılır. Karar verme-karşılaştırma birimi ise, yeni verinin bellekteki eski zamansal deneyimlerle iyi eşleşip eşleşmediğini denetler. Saat bileşeninin kaydettiği değer ile referans bellekteki değer arasındaki benzerlik belli bir eşik değerinin üzerindeyse zaman aralığı tahmini ile ilgili bir yanıt oluşmuş olur.[2-4] (Şekil 1).

Bu içsel saat prototipi temel alınarak birçok model tanımlanmıştır.[15] Zaman algısı ile ilgili modeller başlıca üç grupta toplanabilir. Bunlar; hız saptayıcı-akümülatör (pacemaker-accumulator) modelleri, işlem-bozulma (process-decay) modelleri ve salınım/çakışma-saptanma (oscillator/coincidence-detection) modelleridir. İçsel saat modelleri temel alınarak yapılan incelemeler sonucunda, zaman algısının kişiler arasında değişkenlik göstermesinin farklı mekanizmalara bağlı olabileceği öne sürülmüştür. Bu mekanizmalar; dikkat ile ilgili süreçler, içsel saatin hızı ve bellek birimi olarak sıralanabilir.[15]

Zaman algısı ile 'dikkat' arasındaki ilişkinin açıklanmasında, davranışsal ve nörobiyolojik veriler tarafından desteklenen zaman-paylaşım hipotezi ön plana çıkmaktadır. Zaman-paylaşım paradigması, dikkatimizi zamansal sürece yoğunlaştırmadığımız durumlarda sürelerin olduğundan kısa olarak algılanması, buna karşılık zamansal sürece yoğunlaştığımızda ise sürenin uzun olarak algılanması gibi basit bir gözlem üzerine kurulmuştur.[16] İki görev paradigmasını kullanan zaman algısı çalışmalarında, katılımcılardan bir taraftan belli sürelerle ilgili tahminlerde bulunmaları diğer taraftan dikkat gerektiren ikinci bir görevi yerine getirmeleri istenmiştir. Sonuçlar tipik olarak algısal, zihinsel veya motor performans gerektiren ikinci bir görevi yerine getiren katılımcıların süreleri olduğundan daha kısa olarak tahmin ettiğini göstermiştir. Bu durum bilişsel süreçler tarafından paylaşılan dikkat ve bellek kaynaklarının sınırlı oluşu şeklinde yorumlanmıştır. Dikkat ve bellek kaynaklarının içsel saat ve diğer zihinsel süreçler arasında dağıtımı zaman- paylaşım hipotezine kaynaklık etmektedir.[16]

Duygusal olaylar veya zamanla ilgili olmayan uyaranlar dikkatimizi çektiğinde sınırlı kaynakların yönü içsel saatten yeni odak noktasına kaydırılmış olur, bu da zamanın olduğundan daha kısa olarak deneyimlenmesine sebep olur.[15] Dikkat, pacemaker ile akümülatör arasındaki anahtarın açılıp ka-

panması üzerine etki göstererek içsel saatin atım sayısında değişime sebep olabilir. Noradrenalin salınımı, dikkat ile ilgili süreçleri modifiye ederek zaman algısı üzerinde etki göstermektedir.[15, 7]

## Zaman Algısının Nörobiyolojisi

Zaman algısının, serotonin ve glutamat tarafından düzenlenen optimal düzeyde dopamin aktivitesi ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür. Saniyeler-dakikalar düzeyindeki zamanlama ile ilgili en önemli buluşlardan biri, içsel saat modelindeki saat bileşeninin hızının dopamin düzeyini etkileyen ilaçlarla değişmesidir.[4] Bugüne kadar yapılmış araştırmalar, dopaminerjik etkiyi atıran metamfetamin, kokain ve nikotin gibi maddelerin içsel saatin hızını arttırdıkları ve göreceli olarak kısa olan süreleri uzun olarak algılama eğilimi oluşturduklarını (zamanlama işlevinde sola kayma) göstermiştir.[18-20] Farelerle yapılan çalışmalarda metanfetamin ve kokain gibi dopamin agonistlerinin uygulanması sonrası zamanlama işlevinde sola kayma gözlemlenmiş, aynı fareler haloperidol veya rakloprid gibi dopamin antagonistlerine maruz kaldığında, süreleri kısa olarak algılama eğilimi gözlemlenmiştir.[20] Diğer taraftan Odum ve arkadaşları, dopamin agonistleri ile içsel saat hızında değişiklik olmadığını, bunun yerine, zamansal tepki işlevlerinde düzleşme gibi bir davranış değişikliği yaratarak sonuca etki ettiğini iddia etmişlerdir.[21] Meck nöroleptiklerin zaman algısı üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, klorpromazin, haloperidol, pimozid, promazin ve spiroperidol karşılaştırmış ve D2 reseptör afinitesinin saat bileşeninin hızını düşürmede belirleyici olduğunu ortaya koymuştur.[22] Dopamin D2 reseptörlerinin zamanlama işlevinde belirleyici bir role sahip olduğunu ileri sürmüştür.

Çalışma belleği işlemlerinin, prefrontal korteksin dopaminerjik projeksiyonları ile modüle edildiği bildirilmiştir.[23] Çalışma belleği, saniye ya da daha uzun zaman aralıklarının zamansal işlenmesi ile ilişkilendirilmiştir. Aksine, bazal ganglionlardaki dopamin aktivitesi ise milisaniye düzeyindeki daha kısa zaman aralıklarının işlenmesi ile ilişkilendirilmiştir.[23]

İçsel saat modelindeki saat birimi temelde dopaminerjik aktivite ile düzenlenirken, bellek birimi kolinerjik aktiviteden etkilenmektedir. Bir asetilkolinesteraz inhibitörü olan pridostigminin bellek-depolama biriminin hızını arttırdığı belirlenmiştir. Atropin gibi sinaptik aralıkta asetilkolin düzeyini düşürerek etki gösteren asetilkolin reseptör blokerleri tekrarlayan uygulamalarda, zamanlama işlevinde sağa kaymaya sebep olmaktadır.[4,24] Bellek-depolama birimindeki hız değişimlerinin özelliği, daha yavaş ortaya çıkmakla

beraber daha uzun süreli olmalarıdır.[4] Saniye-dakika aralığında zamansal ayırt etme yeteneğinin ise serotonin 1A (5HT1A) ve 2A (5HT2A) reseptörleri ile modüle edildiği öne sürülmüştür.[25]

Yakın zamanda bazal gangliyonda kanabinoid reseptörlerinin tanımlanması ve bu reseptörlerin dopaminerjik sistemle etkileşimi nedeniyle tetrahidrokannabinol zaman algısı açısından ilginç bir madde olarak öne çıkmıştır.[4] Marihuana içerisindeki aktif madde olan tetrahidrokannabinolün içsel saat ve bellek depolama birimlerinin hızını farklı yönlerde etkilediği, saat biriminin hızını arttırırken bellek depolama biriminin hızını azalttığı öne sürülmüştür. Bellek birimine etkisi ile ilgili olarak atropin benzeri etkisi üzerinde durulmaktadır.[4]

Alkolün GABA-A reseptör agonizması ile anksiyolitik, sedatif, motor koordinasyonun bozulması gibi etkilere yol açtığı, diğer taraftan glutamat reseptörleri üzerine ise antagonistik etki gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca doğrudan ve dolaylı olarak monoamin düzeylerini etkileyebilmektedir.[26] Alkolün kötüye kullanılan diğer maddelerde olduğu gibi mezolimbik dopamin aktivitesine yol açtığı, insan beyninde striatal bölgedeki dopamin salınımı arttırdığını gösterilmiştir.[27]

Alkolün zaman algısı üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar, çelişkili sonuçlara işaret etmektedir.[28-32] Tinklenberg ve arkadaşlarının etanol ve marihuana maruziyetinin zaman aralığı tahmini üzerindeki etkilerini plasebo ile karşılaştırdıkları çalışmada, katılımcılardan 30 sn., 60 sn. ve 120 sn. gibi zaman dilimlerini oluşturmaları istenmiştir.[32] Marihuana etkisine maruz kalan katılımcılar hedef zaman dilimini olduğundan daha kısa olarak oluştururken, etanol etkisine maruz kalan katılımcılar hedef zaman dilimini olduğundan uzun olarak oluşturmuşlardır. Bu durum, alkolün içsel saat hızını azalttığı yönünde yorumlanmıştır. Farklı uzunluktaki iki zaman aralığını ayırd edebilme becerisinin ölçüldüğü bir çalışmada, düşük doz alkol (kadınlarda 0,12 g/kg, erkeklerde 0,14 g/kg) alımının olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir.[31]

Diğer taraftan Ogden ve arkadaşlarının çalışmasında, düşük doz alkol (0,4 g/kg), yüksek doz alkol (0,6 g/kg) ve plasebo gruplarına randomize edilen katılımcıların ileriye dönük zamanlama, geriye dönük zamanlama ve geçen zamanı yargılama becerileri karşılaştırılmıştır.[30] Çalışma sonucunda geriye dönük zamanlama becerisinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmazken, yüksek doz alkol alan grup diğer gruplara oranla zamanı olduğundan uzun olarak tahmin etmişlerdir. Geçen zamanı yargılamada katılımcılara çalışma sırasında verilen görevleri yaparken zamanın nasıl geçtiğini hissettikleri sorul-

muş, normal, normalden yavaş ve normalden hızlı olarak gruplamaları istenmiştir. Düşük doz alkol alan grup zamanın normalden yavaş geçtiğini hissettiğini bildirirken, yüksek doz alkol alan grup zamanın normalden hızlı geçtiğini hissettiğini bildirmiştir. Yüksek doz alkol kullanımının içsel saat hızını arttırarak zamanın olduğundan uzun olarak algılanmasına yol açtığı ve zaman normalden hızlı geçiyormuş hissine yol açtığı öne sürülmüştür. Benzer şekilde, Wearden ve arkadaşlarının çalışmasında, katılımcılar alkol ve kokain kullanımı sonrasında, zamanın normalden daha hızlı aktığını hissettiklerini bildirmişlerdir.[33]

## **Psikiyatrik Bozukluklarda Zaman Algısı**

Zaman algısında bozulma psikiyatrik veya bir nörolojik bozukluğa sahip birçok bireyde bildirilmiştir. Bu alanda yapılan çalışmalar ön planda şizofreni, depresyon, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB), otizm ve parkinson hastalığına odaklanmıştır.

### **Şizofreni ve Zaman Algısı**

Şizofreninin, beyindeki bilgi işleme süreçlerindeki zamansal bir koordinasyon bozukluğu ile ilişkili olduğu ve zaman algısındaki bozulmanın düşünce bozukluğu, dezorganize davranışlar gibi klasik şizofreni belirtilerine öncülük edebileceği öne sürülmüştür.[34-37] Yapılan nörogörüntüleme ve lezyon çalışmaları beyin bölgelerinden bazal ganglion, talamus, prefrontal korteks ve parietal lobun zaman algısıyla ilişkili olduğunu göstermiştir.[2] Bu beyin bölgeleri arasındaki koordinasyon bozukluğu aynı zamanda şizofreni patofizyolojisinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca şizofrenide salınımları bozulmuş olan dopamin, serotonin ve glutamat gibi nörotransmitterlerin doğrudan zaman algısı ile bağlantılı olması mevcut hipotezi destekler niteliktedir.[34,35]

### **Şizofreni Hastalarında Zaman Algısında Bozulma**

Şizofreni hastalarının, zamanı tahmin etme becerilerini ölçen testlerde yanılma payının sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubuna göre anlamlı derecede fazla olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır.[37-41] Zaman algısının, uzun dönemde şizofrenide yetiyitimine uğradığı bilinmektedir. Yapılan çalışmaların büyük bir kısmında şizofreni tanısı almış kişilerin, zamanı olduğundan daha uzun olarak deneyimlediği gösterilmiştir. Bu durum, şizofreni hastalarında, içsel saat hızındaki artışın yansımaları olarak yorumlanmıştır.[41-44] Diğer taraftan şizofreni hastalarının zamanı olduğundan daha kısa olarak algıladığını gösteren çalışmalar da mevcuttur.[45] Yakın zamanda yapılan

çalışmalar şizofreni hastalarında zaman algısındaki bozulmanın yönünü olduğundan kısa veya uzun olarak işaret etmekten çok, şizofreni hastalarında zaman algısının oldukça değişken olduğunu göstermektedir.

Davalos ve arkadaşlarının klinik açıdan stabil olan şizofreni hastalarını sağlıklı kontrollerle karşılaştırdığı fMRI çalışmasında zorluk dereceleri farklı iki zamansal ayırtetme testi kullanılmıştır.[46] Kolay formda, katılımcıların 70-300 ms. aralığındaki işitsel uyarıları, zor formda ise 160-240 ms. aralığındaki işitsel uyarıları 200 ms. ile karşılaştırarak 'kısa' veya 'uzun' olarak gruplandırması istenmiştir. Test sırasında fMRI ile katılımcıların beyin aktivasyonu değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda şizofreni hastalarının uyarıları 'kısa' veya 'uzun' olarak sınıflandırmasında, her iki test formunda da hata oranı kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur. Kolay test formunun uygulanması sırasında zaman algısı ile ilişkili olduğu bilinen destekleyici motor alan, insula/operküla ve striatum gibi beyin bölgelerinin şizofreni hastalarında daha az aktive olduğu belirlenmiştir. Şizofreni ve kontrol grubu arasındaki farkların, zor test formunda belirginleştiği gözlemlenmiştir.[46]

Tysk'in çalışmasında DSM III'e göre şizofreni alt tiplerine ayrılmış hastalar zaman algısı açısından sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır.[42] Çalışmada, şizofreni hastalarının zamanı olduğundan uzun olarak algıladığı, şizofreni alt tipleri arasında ve remisyondaki hastalarla kronik hastalar arasında zaman algısı açısından fark olmadığı bulunmuştur. Bir başka çalışmasında Tysk, şizofreni hastalarını pozitif belirtilerin ön planda olduğu grup, negatif belirtilerin ön planda olduğu grup ve karışık grup olarak üçe ayırmış ve zaman algısı açısından her üç grup arasında anlamlı bir fark saptamamıştır.[439]

İnsanlarda, zaman algısı ile ilgili çalışmalar, saniyeler düzeyindeki zaman aralığının doğru tahmini için dikkat ve bellek becerilerinin önemine işaret eder.[17,47,48] Şizofreni hastalarında ise dikkat, çalışma belleği ve epizodik bellek alanlarında bozukluklar olduğu bilinmektedir.[49-51] Bu durum, şizofrenide görülen zaman algısı defisitlerini, dikkat ve bellekteki genel bozulmadan ayırt etmeyi güçleştirmektedir.

Şizofrenide zaman algısı bozuklukları ile ilgili birçok nöropatolojik ve davranışsal kanıt bulunmasına rağmen bu alanda yapılmış çalışmaların çoğu yüksek bilişsel işlevler gerektiren saniyeler düzeyinde zamanlama becerisi üzerine odaklanmıştır.[38,49] Elveg ve arkadaşları, zaman algısına özgü mekanizmaları test edebilmek için, çalışmalarında milisaniyeler düzeyinde kısa zaman aralıkları kullanarak bilişsel süreçlerin etkisini minimize etmeyi hedeflemişlerdir.[39] Ondokuz şizofreni ve 23 sağlıklı kontrolün karşılaştırıldığı çalışmada, katılımcılardan 1 saniyenin altındaki sürelerle ilgili olarak zaman tah-



minlerinde bulunması istenmiş, şizofreni hastalarında hata oranının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuç şizofreni hastalarında zamanın işlenmesine özgü defisitlerin varlığına işaret etmektedir. Diğer taraftan Lee ve arkadaşları şizofrenide zaman algısı ile ilgili bozuklukların nöropsikolojik işlev bozukluğunun bir parçası olduğunu ileri sürmüşlerdir.[52] Şizofrenide görülen zaman algısı ile ilgili bozukluklarının anahtar belirti olup olmadığı belirsizliğini korumaktadır.[49]

Franck ve arkadaşları, şizofreni tanılı 19 hasta ve 24 sağlıklı kontrol grubunu zamanlanmış karar verme çalışmasına almıştır.[53] Bu çalışmada hasta grubunda kontrol grubuna göre ardışık hareketleri bağlama yetisinin daha güçlü olduğu ortaya konmuştur. Bu anomali, bireylerin öznel patolojileri açısından önem kazanmıştır.

### **Zaman Algısındaki Bozulmanın Şizofreni Belirtileri İle İlişkisi**

Şizofreni hastalarındaki düşünce bozuklukları, varsanılar ve dezorganize hareket ve konuşmalar gibi pozitif psikotik belirtilerin oluşumunda, bozulmuş zaman algısının önemli bir rolü olduğu öne sürülmektedir.[54] Koordinasyon bozukluğu (anormal bağlantı) modeline göre; şizofrenide frontal ve posterior beyin bölgeleri arasındaki koordinasyon bozukluğu, normal algı ve davranışlarımız için gerekli olan verinin zamansal organizasyonunda bozulmaya yol açmakta, bu da pozitif psikotik belirtilerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.[54]

Schneider'in tanımladığı birinci sıra şizofreni belirtileri; kişinin "kendisi" ile "diğerleri" arasındaki net sınırların kalktığı, düşünce ve eylemlerinin dış güçler tarafından kontrol edildiği düşünceleri, büyük ölçüde kabul gören "ileri model" (forward model) sisteminin işlevinde bozukluk ile açıklanmaktadır.[55] İleri model sistemi, motor hareketlerin yol açtığı duyuusal sonuçların önceden tahmin edilmesini sağlayan içsel bir kontrol sistemini ifade eder. Bu modele göre sensorimotor öngörünün hatalı olması, kişinin kendi zihinsel deneyimlerini dışarıdan geliyormuş gibi algılamasına yol açar.[55,56] Blakemore ve arkadaşları şizofreni, bipolar bozukluk, depresyon ve sağlıklı katılımcılarla yaptıkları çalışmada, psikiyatrik bozukluğu olan katılımcıları işitsel varsanıları ve/veya düşünce sokulması gibi pasivite belirtileri olup olmamasına göre iki gruba ayırmışlardır.[57] Çalışma sonucunda sağlıklı katılımcılarla işitsel varsanıları ve/veya pasivite belirtileri olmayan hasta grubunun, kendi kendilerine dokunduklarında uyarın şiddetini çok daha hafif olarak algılayarak, işitsel varsanı ve/veya pasivite belirtileri olan hasta grubunun kendi kendilerine dokunma ile bir başkası tarafından dokunulma arasında uyarın şiddeti açısından

bir fark algılamadıkları görülmüştür. Bu durum, işitsel varsanı ve pasivite belirtilerinin kendini izleme (self monitoring) mekanizmasındaki anormallikle ilişkili olduğu yönünde yorumlanmıştır. İleri model sistemi ve kendini izleme sürecinde zaman algısının kritik bir öneme sahip olduğu öne sürülmektedir. Blakemore ve arkadaşları, zamansal öngörünün kişinin kendi kendisine dokunduğunda oluşan uyaran şiddetini değiştirebildiğini göstermiştir.[58] Dokunsal (taktil) uyarıların algılanmasında zamansal süreçlerin önemi, zamanlama işlevinin bozulmasının varsanıların oluşumuna öncülük edebileceğine işaret etmektedir.[54-56] Sonuç olarak varsanılar ve diğer psikotik belirtiler gibi anormal deneyimlerin ortaya çıkışını açıklayan birçok kuramsal modelde zaman algısı önemli bir yer tutmaktadır.[54]

### **Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu**

Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB), dikkati başlatma ve devam ettirmede yetersizlik, aşırı hareketlilik ve dürtüsellik belirtilerinin görüldüğü, çocuklukta başlayan, erişkinlikte de devam edebilen bir bozukluktur.[59] Takip çalışmalarında, DEHB olan çocukların yaklaşık %3 ile 11'inde erişkinlikte de belirtiler devam etmektedir.[59,60] DEHB'nin etyolojisinde bilişsel, güçlü ailesel ve genetik etkenler, dopamin, norepinefrin gibi çeşitli nörotransmitter değişiklikleri ve nörofizyolojik değişiklikler olduğu bilinmektedir.[61-63]

### **DEHB'de Zaman Algısı**

DEHB tanısı almış çocuklarda yapılan araştırmalarda, zamanlama performansının ve gecikmeli ödüllerin hesaplanmasının bozulduğu gösterilmekle birlikte, bozukluktaki zamansal işlemedeki bu defisit, dürtüsellikle ilişkilendirilmiştir.[64-67] Deneysel kanıtlar sonucunda DEHB'li çocuklarda zamansal üretim ve motor zamanlama görevlerinde belirgin defisit olduğu bildirilmiştir.[64,65,68-72]

DEHB'deki zaman algısı defisitlerini açıklamak için birçok teori ortaya atılmıştır. Barkley ve arkadaşlarına göre, DEHB'deki bozulmuş zaman algısı, bozulmuş tepki inhibisyonunun, çalışma belleği ve yürütücü işlev bozukluklarının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.[73] Yine, DEHB patofizyolojisinden sorumlu bulunmuş beyin bölgeleri olan dorsolateral prefrontal korteks, bazal ganglion ve serebellumun aynı zamanda zaman algısını belirleyen beyin bölgeleriyle ilişkili olması da dikkat çekicidir.[72-77]

Sonuga-Barke ve arkadaşlarının gecikmeden kaçınma modeli ise, inhibitör kontrol defisiti ve motivasyonel gecikme üzerinedir.[78] Gecikmeden kaçın-

ma modeline göre, DEHB'deki birincil defisit, hızlı bir şekilde ödül alma tercihi ve ertelemeye karşı isteksizliktir. Bu teori, DEHB alt grubu olarak çocuklarda, bekleme döneminde içsel (internal) saatin çok hızlı çalıştığı, bunun da ertelemeye karşı isteksizlik olarak gözlemlendiği düşüncesidir.[78]

Beyin görüntüleme çalışmalarında, duyuşsal bilgiler ve hedefe yönelik davranışı belirleyen 'çekirdek kontrol ağı' olarak nitelendirilen beyin bölgeleri arasında inferior frontal, pariyetal medial frontal korteks, anterior insula bildirilmiştir. DEHB olan çocuklarda bu beyin bölgelerindeki aktivite azalması hastalardaki zamanlama davranışındaki bozuklukla ilişkilendirilmiştir.[79] DEHB olan erişkinlerde ise, anterior insulada artan, fronto-pariyetal bölgede azalan aktivasyon, yürütücü işlevlerle bağlantılandırılmıştır.[80]

DEHB olan hastalarda yapılan zaman algısı ile çalışmalarda, DEHB'de tanımlanan motor güçlükler, sonuçlara kritik olarak etki edebilmektedir.[81] Zaman algısı ve motor koordinasyon, ağırlıklı olarak sağ hemisfer fronto-striato-serebellar ağ olan aynı nöronal sistemi paylaşır.[80]

Bazı araştırmacılar, kısa aralıkların (1 sn'den daha kısa) zamansal işleminin bir içsel zamanlama mekanizması veya bazal ganglion ve serebellar süreçlerle ilgili olabileceğini, uzun aralıkların (1 sn veya daha uzun) zamansal işleminin ise, frontal korteks süreçleri ve çalışma belleği ve sürekli dikkat gibi bilişsel süreçler ile daha fazla ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.[65,72,82,83] Zamansal ayırt etme görevi, birbirini izleyen iki uyaran süresi arasında bir karşılaştırma gerektirir ve karar verme görevi için de çalışma belleğine başvurur.[82] Az sayıda çalışmada DEHB'li çocuklarda zamansal ayırt etme yöntemi kullanılarak zamansal algı defisiti araştırılmıştır. Çalışmaların çoğunda DEHB'li çocuklarda kontrol grubuna göre zamansal ayırt etme yeteneğinin bozulmuş olduğu gösterilmesine rağmen, iki grup arasında fark olmadığını bildiren bazı çalışma sonuçları da mevcuttur.[65,84]

Kırk DEHB'li çocuk ve sosyodemografik olarak eşleştirilmiş 40 sağlıklı kontrol grubunda zamansal ayırım görevini karşılaştıran bir çalışmada, DEHB olan çocuklarda zamansal ayırım eşiğinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu, yani iki zamansal veri arasında ayırım yapabilmek için daha büyük bir farka ihtiyaç duyulduğu, sonuçta zamansal ayırım konusunda algısal eksiklik gösterdikleri sonucuna varılmıştır.[85] Rommelse ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, zaman aralıklarının yeniden oluşturulması bakımından DEHB'li çocuklar ve bunların DEHB olmayan kardeşlerinde de kontrol grubuna göre bozulma olduğu bildirilmiştir.[86] Tersine, başka bir çalışmada, ms ve sn aralığında zamansal ayırma bakılmış, DEHB'li çocuklarda hem kısa aralıklarda hem de uzun aralıklarda zamansal ayırımda bozulma olduğu bildirilmiş,

ancak DEHB olmayan kardeşlerde sadece kısa aralıklarda zamansal ayırımda bozulma olduğu bildirilmiştir.[87]

Araştırmalar sonucunda, disleksi olan çocuklarda serebellar aktivasyonda anormallikler olduğu belirtilmiştir. Bununla tutarlı bir sonuç olarak, DEHB olan ve DEHB ve disleksi komorbiditesi olan çocuklarda zamansal işlemenin karşılaştırılması sonucunda, DEHB ve disleksi olan çocuklarda zamansal işlemede daha fazla bozukluk olduğu saptanmıştır.[71,88]

### **Erişkin DEHB'de Zaman Algısı**

Ergen ve erişkin DEHB'de zaman algısı ile yapılan çalışmalar sınırlıdır. Çocuk DEHB, erişkin DEHB ve sağlıklı kontrol grubunun iki zamansal işleme görevi açısından karşılaştırıldıkları bir çalışmada, zaman aralıklarının yeniden oluşturulması ve zamansal ayırım değerlendirilmiş; bütün grupta, zaman aralıklarının yeniden oluşturulması açısından çocuk ve erişkin DEHB olan katılımcılarda, kontrol grubuna göre bozukluk tespit edildiği bildirilmiştir.[89] Kısa zaman aralıkları kullanılarak zamansal ayırım değerlendirildiğinde, çocuk ve erişkinlerde farklı desenlerde defisit belirlenmiş olmasına rağmen, zaman aralıklarının yeniden oluşturulması görevindeki algı açıkları açısından çocuktan erişkinliğe doğru bir süreklilik olduğu sonucuna varılmıştır.[89]

Marx ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, çocuk, ergen ve erişkin DEHB ve kontrol grubunda zaman aralıklarının yeniden oluşturulması ve zamansal ayırım görevleri açısından karşılaştırmış ve her üç yaş grubunda da genel olarak zamansal işlemenin kontrol grubuna göre bozuk olduğu belirtilmiştir.[90] DEHB'li genç erişkinlerde, çocukluğunda var olan zaman algısındaki kusurların kısmen devam edip etmeyeceği konusunda net bir fikir bulunmamaktadır. Rommelse ve arkadaşları, yaşı küçük olan DEHB'de, özellikle 9 yaş altında, zamansal işlemede daha belirgin olarak bozulma olduğunu bildirmiştir.[89] Gelişimle birlikte, çocuklukta görülen DEHB belirtilerinin azaldığı bilinmekle birlikte, erken yaşlardaki bozulmuş zamansal işleme yeteneği, erişkinlikte dikkat süreçlerinin geliştirilmesi ile değişebileceği düşünülebilir.

### **DEHB'de Kullanılan İlaçlar ve Cinsiyetin Zaman Algısına Etkileri**

Barkley ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, DEHB'li çocuklarda metilfenidat kullanımının algısal zaman tahmini üzerinde herhangi bir değişikliğe yol açmadığı gösterilmiştir.[91] DEHB'li çocuklarda metilfenidatın 4 haftalık kullanımını ile, zaman algısı üzerinde herhangi bir fark olmamasına rağmen, motor senkronizasyon hızında artış ve motor zamanlama görevlerinde olumlu değişiklik gözlenmiştir. Tek doz metilfenidat plasebo ile karşılaştırıldığında ise,

hem motor zamanlama görevleri hem de zaman tahmini açısından fark gözlenmemiştir.[92]

West ve arkadaşlarının görsel ve işitsel zaman algısı görevlerini karşılaştırdığı bir çalışmada, DEHB olan grupta görsel yöntemle ölçülen zaman algısı konusunda kontrol grubuna göre bozukluk olduğu, işitsel yöntemle ölçülen zaman algısı konusunda ise fark bulunmadığı belirtilmiştir.[72] Bu da, DEHB’de vurgulanan görsel-uzamsal bellek kusuru ile tutarlı bir sonuç oluşturmuştur. DEHB’li çocuklar ve kontrol grubunda, zaman algısı ölçümü için, iki modalitenin (görsel ve işitsel) kombine edilerek kullanıldığı bir çalışmada ise, kombine edilen durumda, her iki grupta işitsel veya görsel modalitenin kullanımına göre, daha doğru sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir.[93]

Yapılan çalışmaların çoğunda cinsiyetle ilgili fark bulunmamıştır. Erişkin DEHB’ de ve kontrol grubunda zaman algısının karşılaştırıldığı bir çalışmada da, DEHB olan erkeklerin kontrol grubuna göre daha büyük hatalar yaptığı, ancak DEHB olan kadınlarda, kontrol grubuna göre anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir.[94]

## Depresyon

### Depresyon Hastalarının Zaman Algısı ile İlgili Öznel Bildirileri

Depresyon, en sık görülen ve yeti yitimiyle ilişkisi oldukça yüksek psikiyatrik bozukluklardan biridir. DSM-IV tanı ölçütlerine göre depresyon üzgün ya da boşluk hissiyle birlikte anhedoni ve depresif duygudurum belirtileri ile karakterizedir. Bu belirtilerin yanı sıra, hastaların “zamanın normalden daha yavaş aktığı” ifadelerinin bildirildiği çalışmalar mevcuttur.[95-99] Mezey ve Cohen 1962’de yazdıkları bir makalede, depresyon geçiren hastaların sık sık “Her saat bir yıl gibi geçiyor”, “Zaman, korkunç yavaş!” cümlelerini sarf ettiklerini belirtmiştir.[98]

Zamanın geçmesine ilişkin öznel değerlendirme zaman algısıyla ilgili - diğer bireylerde aynı zaman deneyimlerinde olduğu gibi- herhangi bir içsel değişimi göstermediği Bech tarafından bildirilmiştir.[95] Bu bulgu doğrultusunda, bazı çalışmalarda depresyonun zaman algısını etkilediğine dair herhangi bir kanıt bulunamamıştır.[98,100,101]

### Depresyon ve Zaman Algısında Bozulmalar

Bununla birlikte, diğer çalışmalar depresif duygulanımla zaman algısının ve zamansal yargının ilişkili olduğunu ileri sürmüştür.[102-106] Katılımcılara içlerinden tahmini olarak saniyeleri saymaları ya da sessizce ona kadar saymaları istenmiş, istatistiksel analizler sonucunda depresif bireylerde sayım zama-

nının (tahmin edilen süre oranının) yavaşladığı saptanmıştır.[104,106] Mevcut sonuçlar doğrultusunda, Bschor ve arkadaşları depresyon tanısı almış bireylerin kontrol grubuna oranla sözlü zaman tahmini deneyinde 7 ila 19 saniye arasında eksik tahmin ettiğini ortaya çıkarmıştır.[102] Grupların daha az sayıda (<7) katılımcıdan oluştuğu bir başka çalışmada, 1 ila 3 saniyelik süre aralığında depresyon derecesinin ağırlığıyla paralel olarak zaman tahminlerindeki bozulma arasında anlamlı ilişki elde edilmiştir.[103]

Sevigny ve arkadaşlarına göre zaman dilimlerini ayırd etme becerisi depresif kişilerde sağlıklı bireylere oranla zayıflamıştır.[105] Çalışmalarında, 0.08 ila 0.55 saniyelik zaman dilimi için fark gözlenmemişken 1.12 ve 1.20 saniye için iki grup arasında anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Yine aynı çalışmada depresif kişilerin, zamansal yargılarının depresif duygulanım nedeniyle değişimine bağlı olarak tahminde yanılma payının sağlıklı bireylere oranla daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Bununla birlikte, günümüze dek kullanılan yöntemler ışığında depresyonun zaman algısı üzerine etkisi hakkında net sonuçlar mevcut değildir. Yapılan birçok çalışmada sayma ve dokunma gibi eylemlerle zamansal yargılama uygulanmıştır.

Depresyonun temel bulgularından biri de psikomotor retardasyondur. Lemke ve arkadaşları, hareket hızının azalmasıyla zaman algısında bozulmanın orantılı olduğunu saptamışlardır.[107] Gil ve Droit-Volet'in çalışmasında katılımcılara 400 ila 1600 milisaniye sinyal süresi arasında kategorize ettikleri zamansal ayırd etme görevi verilmiş ve yüksek depresyon skoru kısa sinyal süresi ile ilişkili olarak bulunmuştur.[108] Çalışmada depresif bireylerde biyolojik saatte yavaşlama olduğu ve bunun depresyonun derecesiyle ilişkili olduğu saptanmıştır.

Zaman algısında bozulmanın endojen depresyonla olası ilişkisinin gösterilmesi amacıyla endojen depresyon tanı ölçütü olarak tipik diurnal duygudurum öne sürülmüştür.[109] Diurnal dalgalanmanın zaman algısına etkisini test etmek amacıyla endojen depresyon tanılı hastalar ve kontrol grubunda sabah 7.30 ve ardışık iki gün 7.30, 11.30, 15.30 ve 19.30'da 30 saniyelik süreleri tahmin etmeleri istenmiştir. Ancak çalışmanın sonucunda zaman tahmini hatalarının depresyonla ilişkisi gösterilmekle birlikte bu hataların diurnal dalgalanmayla ilişkili olmadığı dikkati çekmiştir.[109] Depresif duygudurumun öznel algıları etkileyerek içsel saat hızını değiştirdiği Msetfi ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada orta düzeyde deprese hastaların sağlıklı bireylere oranla kalp atım hızı tahmininde daha fazla yanıldığını göstererek saptanmıştır.[110]

## Anksiyete Bozuklukları

Zaman algısının koşullara göre oldukça hassas değişkenlik gösterdiği, herhangi bir akut stres etkeniyle geçici olarak bozulabildiği bilinmektedir. Fizyolojik değişimler ve biyolojik saat zaman algısına dair önemli ipuçları verse de, bilişsel süreçlerin de zaman algısı ve farkındalık üzerine etkisi büyüktür.[111] Bu noktada herhangi bir sürenin tahmininde duyuşsal uyarıların zenginliği, dikkat ve belleğin rolü de ön planda tutulmaktadır. Duyuşsal uyarıların zenginliği, belli bir süre içinde algı sistemini etkinleştiren çevresel faktörlerin sayısını kapsamaktadır.[111]

Bazı çalışmalarda zamansal tahminin anksiyete sırasında kısaldığı bildirilmiştir.[112] Melges ve Fougrousse ortalama dokuz gün hastanede yatarak tedavi gören 50 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada disforik duygulanım ve anksiyetenin içsel tempoyu hızlandırdığını ortaya koymuşlardır.[112] Yaşanan anksiyetenin zaman algısı üzerindeki etkisi süreklilik ya da durumsallıkla ilişki göstermektedir. Anksiyöz duygulanım sahibi kişi, topluluk önde konuşmak gibi ciddi görevler yapmaya ikna edilerek, başarılı bir şekilde manipüle edilebilmekte ve sıkıntılı ruh hali üstündeki baskı azaltılabilmektedir. Bu görev sürekli anksiyeteyi değil durumsal anksiyeteyi göstermektedir.[113] Micah D. Lueck'e göre durumsal akut anksiyetede zaman algısındaki bozulma sürekli anksiyeteye göre anlamlı olarak daha yüksek düzeydedir.[114]

Bagana ve arkadaşlarının çalışmasında dürtüselliğin ön planda olduğu ergenlikte gelişen anksiyetenin de zaman algısını olumsuz etkilediği bildirilmiştir.[115] Yaş ortalaması 14 olan toplam 120 öğrenciyle yapılan çalışmada anksiyete belirtileri olan ergenlerin sağlıklılara oranla belirlenen süreyi anlamlı olarak daha kısa belirttiği saptanmıştır. Richards ve arkadaşlarının çalışmasında, panik bozukluğu tanısı almış hastalarda atak döneminde sempatik aktivasyon sonucu somatik uyarılara (kalp kızı, soluk alıp verme hızı) karşı artmış duyarlılığın biyolojik saati ve zaman algısını doğrudan etkilediği saptanmıştır.[116]

## Kişilik Özellikleri ve Bozukluklarının Zaman Algısına Etkisi

Kişilik özelliklerinin zaman algısında etkisini araştıran bir çalışmada, histerik, antisosyal ve yükselmiş duygulanımdaki kişilik özelliklerine sahip katılımcıların zamanı olduğundan daha uzun olarak tahmin ettiği, anksiyöz, nörotik, depresif ve melankolik kişilik özelliklerine sahip katılımcıların zamanı olduğundan daha kısa olarak tahmin ettiği bildirilmiştir.[117] Zaman tahmini ile Eysenck kişilik boyutları arasındaki ilişkiye bakıldığında, nörositizm ile zaman

algısındaki bozulma arasında doğrusal ilişki olduğu belirlenmiş, aynı zamanda dışa dönük kişilik özelliklerine sahip olanlarda, içedönük kişilik özelliklerine sahip olanlara göre zaman tahmininde abartma eğilimi ve daha fazla hata belirlenmiştir.[118]

Bir diğer çalışmada ise, borderline kişilik bozukluğu olan hastalarda dürtüsellik ve zaman algısı kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır.[119] Borderline hastaların kontrol grubuna göre daha kısa zaman tahmini yaptıkları, yani zamanı olduğundan daha hızlı algıladıkları, bunun da dürtüsellik ve hastalığın diğer karakteristik özellikleri ile ilgili olabileceği bildirilmiştir.[119]

## Sonuç

İnsan davranışının tüm yönleri ile doğrudan ilişkili olan zamanı algılama becerisi henüz tam anlamı ile aydınlatılmamış bir konudur. Diğer yandan birçok psikiyatrik bozuklukta yapılan çalışmalarda zaman algısının normal bireylerden bozuk olarak saptanması, etiyolojik olarak psikiyatrik bozuklukları değerlendirmede ve tedavi sürecini izlemede bir araç olarak kullanma potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca psikiyatrik bozuklukların fizyopatolojilerinin anlaşılmasında ve nörogelişimsel süreçlerin değerlendirmesinde zaman algısı önemli bir rol oynayabilir ve üzerinde çalışma yapmak için oldukça ilginç bir alan olarak ön plana çıkmaktadır. Zaman algısı mekanizmasının açıklanması ve zaman algısı bozukluklarına yönelik çalışmalar, psikiyatrik bozuklukların ve ilişkili semptomların açıklanmasına katkıda bulunacaktır.

## Kaynaklar

1. Türk Dil Kurumu. Türkçe Sözlük. Ankara, Türk Dil Kurumu Yayınları, 2005.
2. Matell MS, Meck WH. Neuropsychological mechanisms of interval timing behavior. *Bioessays* 2000; 22:94-103.
3. Buhusi CV, Meck WH. What makes us tick? functional and neural mechanisms of interval timing. *Nat Rev Neurosci* 2005; 6:755-765.
4. Meck WH. Neuropharmacology of timing and time perception. *Brain Res Cogn Brain Res* 1996; 3:227-242.
5. Ivry RB, Spencer RM. The neural representation of time. *Curr Opin Neurobiol* 2004; 14:225-232.
6. Koekkoek SK, Hulscher HC, Dortland BR, Hensbroek RA, Elgersma Y, Ruigrok TJ et al. Cerebellar LTD and learning-dependent timing of conditioned eyelid responses. *Science* 2003; 301:1736-1739.
7. Coull JT, Cheng RK, Meck WH. Neuroanatomical and neurochemical substrates of timing. *Neuropsychopharmacology* 2011; 36:3-25.



8. Ferrandez AM, Hugueville L, Lehericy S, Poline JB, Marsault C, Pouthas V. Basal ganglia and supplementary motor area subtend duration perception: an fMRI study. *Neuroimage* 2003; 19:1532-1544.
9. Lewis PA, Miall RC. Distinct systems for automatic and cognitively controlled time measurement: evidence from neuroimaging. *Curr Opin Neurobiol* 2003; 13:250-255.
10. Macar F, Vidal F, Casini L. The supplementary motor area in motor and sensory timing: evidence from slow brain potential changes. *Exp Brain Res* 1999; 125:271-280.
11. Malapani C, Deweer B, Gibbon J. Separating storage from retrieval dysfunction of temporal memory in Parkinson's disease. *J Cogn Neurosci* 2002; 14:311-322.
12. Rubia K, Overmeyer S, Taylor E, Brammer M, Williams S, Simmons A et al. Prefrontal involvement in "temporal bridging" and timing movement. *Neuropsychologia* 1998; 36:1283-1293.
13. Ortuno F, Guillen-Grima F, Lopez-Garcia P, Gomez J, Pla J. Functional neural networks of time perception: challenge and opportunity for schizophrenia research. *Schizophr Res* 2011; 125:129-135.
14. Gibbon J, Church RM. Comparison of variance and covariance patterns in parallel and serial theories of timing. *J Exp Anal Behav* 1992; 57:393-406.
15. Droit-Volet S, Meck WH. How emotions colour our perception of time. *Trends Cogn Sci* 2007; 11:504-513.
16. Buhusi CV, Meck WH. Relative time sharing: new findings and an extension of the resource allocation model of temporal processing. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2009; 364:1875-1885.
17. Burle B, Casini L. Dissociation between activation and attention effects in time estimation: implications for internal clock models. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 2001; 27:195-205.
18. Cheng RK, Etchegaray M, Meck WH. Impairments in timing, temporal memory, and reversal learning linked to neurotoxic regimens of methamphetamine intoxication. *Brain Res* 2007; 1186:255-266.
19. Cheng RK, Hakak OL, Meck WH. Habit formation and the loss of control of an internal clock: inverse relationship between the level of baseline training and the clock-speed enhancing effects of methamphetamine. *Psychopharmacology (Berl)* 2007; 193:351-362.
20. Coull JT, Cheng RK, Meck WH. Neuroanatomical and neurochemical substrates of timing. *Neuropsychopharmacology* 2011; 36:3-25.
21. Odum AL, Lieving LM, Schaal DW. Effects of D-amphetamine in a temporal discrimination procedure: selective changes in timing or rate dependency? *J Exp Anal Behav* 2002; 78:195-214.
22. Meck WH. Affinity for the dopamine D2 receptor predicts neuroleptic potency in decreasing the speed of an internal clock. *Pharmacol Biochem Behav* 1986; 25:1185-1189.
23. Rammesayer T. Effects of pharmacologically induced dopamine-receptor stimulation on human temporal information processing. *NeuroQuantology* 2009; 7:103-113.

24. Meck WH, Church RM. Cholinergic modulation of the content of temporal memory. *Behav Neurosci* 1987; 101:457-464.
25. Asgari K, Body S, Zhang Z, Fone KC, Bradshaw CM, Szabadi E. Effects of 5-HT1A and 5-HT2A receptor stimulation on temporal differentiation performance in the fixed-interval peak procedure. *Behav Processes* 2006; 71:250-257.
26. Stahl SM. *Stahl's Essential Psychopharmacology: Neuroscientific Basis and Practical applications*, 3rd edition. New York, Cambridge University Press, 2008.
27. Boileau I, Assaad JM, Pihl RO, Benkelfat C, Leyton M, Diksic M et al. Alcohol promotes dopamine release in the human nucleus accumbens. *Synapse* 2003; 49:226-231.
28. Heishman SJ, Arasteh K, Stitzer ML. Comparative effects of alcohol and marijuana on mood, memory, and performance. *Pharmacol Biochem Behav* 1997; 58:93-101.
29. Lapp WM, Collins RL, Zywiak WH, Izzo CV. Psychopharmacological effects of alcohol on time perception: the extended balanced placebo design. *J Stud Alcohol* 1994; 55:96-112.
30. Ogden RS, Wearden JH, Gallagher DT, Montgomery C. The effect of alcohol administration on human timing: a comparison of prospective timing, retrospective timing and passage of time judgements. *Acta Psychol (Amst)* 2011; 138:254-262.
31. Terry P, Doumas M, Desai RI, Wing AM. Dissociations between motor timing, motor coordination, and time perception after the administration of alcohol or caffeine. *Psychopharmacology (Berl)* 2009; 202:719-729.
32. Tinklenberg JR, Roth WT, Kopell BS. Marijuana and ethanol: differential effects on time perception, heart rate, and subjective response. *Psychopharmacology (Berl)* 1976; 49:275-279.
33. Wearden, J.H., O'Donoghue, A., Ogden, R., & Montgomery, C. (in press). Subjective duration in the laboratory and the world outside. In *Subjective time: The philosophy, psychology, and neuroscience of temporality* (Eds V Arstila, D Lloyd). Cambridge, USA, MIT Press, 2013.
34. Andreasen NC, Paradiso S, O'Leary DS. "Cognitive dysmetria" as an integrative theory of schizophrenia: a dysfunction in cortical-subcortical-cerebellar circuitry? *Schizophr Bull* 1998; 24:203-218.
35. Andreasen NC. A unitary model of schizophrenia: Bleuler's "fragmented phrene" as schizencephaly. *Arch Gen Psychiatry* 1999; 56:781-787.
36. Bressler SL. Cortical coordination dynamics and the disorganization syndrome in schizophrenia. *Neuropsychopharmacology* 2003; 28 (Suppl 1):S35-S39.
37. Carroll CA, Boggs J, O'Donnell BF, Shekhar A, Hetrick WP. Temporal processing dysfunction in schizophrenia. *Brain Cogn* 2008; 67:150-161.
38. Carroll CA, O'Donnell BF, Shekhar A, Hetrick WP. Timing dysfunctions in schizophrenia span from millisecond to several-second durations. *Brain Cogn* 2009; 70:181-190.
39. Elvevag B, McCormack T, Gilbert A, Brown GD, Weinberger DR, Goldberg TE. Duration judgements in patients with schizophrenia. *Psychol Med* 2003; 33:1249-1261.

40. Johnson JE, Petzel TP. Temporal orientation and time estimation in chronic schizophrenics. *J Clin Psychol* 1971; 27:194-196.
41. Tysk L. Time estimation by healthy subjects and schizophrenic patients: a methodological study. *Percept Mot Skills* 1983; 56:983-988.
42. Tysk L. Estimation of time and the subclassification of schizophrenic disorders. *Percept Mot Skills* 1983; 57:911-918.
43. Tysk L. Estimation of time by patients with positive and negative schizophrenia. *Percept Mot Skills* 1990; 71:826.
44. Wahl OF, Sieg D. Time estimation among schizophrenics. *Percept Mot Skills* 1980; 50:535-541.
45. Waters F, Jablensky A. Time discrimination deficits in schizophrenia patients with first-rank (passivity) symptoms. *Psychiatry Res* 2009; 167:12-20.
46. Davalos DB, Rojas DC, Tregellas JR. Temporal processing in schizophrenia: effects of task-difficulty on behavioral discrimination and neuronal responses. *Schizophr Res* 2011; 127:123-130.
47. Fortin C, Rousseau R, Bourque P, Kirouac E. Time estimation and concurrent nontemporal processing: specific interference from short-term-memory demands. *Percept Psychophys* 1993; 53:536-548.
48. Rammsayer TH, Lima SD. Duration discrimination of filled and empty auditory intervals: cognitive and perceptual factors. *Percept Psychophys* 1991; 50:565-574.
49. Bonnot O, de MM, Kermarrec S, Botbol M, Walter M, Coulon N. Are impairments of time perception in schizophrenia a neglected phenomenon? *J Physiol Paris* 2011; 105:164-169.
50. Elvevag B, Goldberg TE. Cognitive impairment in schizophrenia is the core of the disorder. *Crit Rev Neurobiol* 2000; 14:1-21.
51. Lee J, Park S. Working memory impairments in schizophrenia: a meta-analysis. *J Abnorm Psychol* 2005; 114:599-611.
52. Lee KH, Bhaker RS, Mysore A, Parks RW, Birkett PB, Woodruff PW. Time perception and its neuropsychological correlates in patients with schizophrenia and in healthy volunteers. *Psychiatry Res* 2009; 166:174-183.
53. Franck N, Posada A, Pichon S, Haggard P. Altered subjective time of events in schizophrenia. *J Nerv Ment Dis* 2005; 193:350-353.
54. Waters FA, Badcock JC, Maybery MT, Michie PT. Inhibition in schizophrenia: association with auditory hallucinations. *Schizophr Res* 2003; 62:275-280.
55. Frith C. The neural basis of hallucinations and delusions. *C R Biol* 2005; 328:169-175.
56. Waters FA, Badcock JC. First-rank symptoms in schizophrenia: reexamining mechanisms of self-recognition. *Schizophr Bull* 2010; 36:510-517.
57. Blakemore SJ, Smith J, Steel R, Johnstone CE, Frith CD. The perception of self-produced sensory stimuli in patients with auditory hallucinations and passivity experiences: evidence for a breakdown in self-monitoring. *Psychol Med* 2000; 30:1131-1139.
58. Blakemore SJ, Frith CD, Wolpert DM. Spatio-temporal prediction modulates the perception of self-produced stimuli. *J Cogn Neurosci* 1999; 11:551-559.

59. Mannuzza S, Klein RG, Bessler A, Malloy P, LaPadula M. Adult outcome of hyperactive boys: educational achievement, occupational rank, and psychiatric status. *Arch Gen Psychiatry* 1993; 50:565-676.
60. Can H, Soysal Ş, Tan S, Ercan İ, Dikeç BE A comparative evaluation of two scales used in the assessment of adult attention deficit hyperactivity disorder. *Yeni Tıp Dergisi-TheNew Journal of Medicine* 2011; 28:207-212.
61. Biederman J, Spencer T. Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) as a noradrenergic disorder. *Biol Psychiatry* 1999; 46:1234-1242.
62. Faraone SV, Doyle AE, Mick E, Biederman J. Meta-analysis of the association between the 7-repeat allele of the dopamine D(4) receptor gene and attention deficit hyperactivity disorder. *Am J Psychiatry* 2001; 158:1052-1057.
63. Klimkeit EI, Mattingley JB, Sheppard DM, Lee P, Bradshaw JL. Motor preparation, motor execution, attention, and executive functions in attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Child Neuropsychol* 2005; 11:153-173.
64. Barkley RA, Edwards G, Laneri M, Fletcher K, Metevia L. Executive functioning, temporal discounting, and sense of time in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and oppositional defiant disorder (ODD). *J Abnorm Child Psychol* 2001; 29:541-556.
65. Smith A, Taylor E, Rogers JW, Newman S, Rubia K. Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *J Child Psychol Psychiatry* 2002; 43:529-542.
66. Toplak ME, Tannock R. Tapping and anticipation performance in attention deficit hyperactivity disorder. *Percept Mot Skills* 2005; 100:659-675.
67. Cöngöloğlu MA, Türkbay T. Zaman algısı ve dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu: gözden geçirme. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi* 2010; 17:97-104.
68. Kerns KA, McInerney RJ, Wilde NJ. Time reproduction, working memory, and behavioral inhibition in children with ADHD. *Child Neuropsychol* 2001;7:21-31.
69. Meaux JB, Chelonis JJ. Time perception differences in children with and without ADHD. *J Pediatr Health Care* 2003; 17:64-71.
70. Sonuga-Barke EJ, Saxton T, Hall M. The role of interval underestimation in hyperactive children's failure to suppress responses over time. *Behav Brain Res* 1998; 94:45-50.
71. Toplak ME, Rucklidge JJ, Hetherington R, John SC, Tannock R. Time perception deficits in attention-deficit/ hyperactivity disorder and comorbid reading difficulties in child and adolescent samples. *J Child Psychol Psychiatry* 2003; 44:888-903.
72. West J, Douglas G, Houghton S, Lawrence V, Whiting K, Glasgow K. Time perception in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder according to time duration, distraction and mode of presentation. *Child Neuropsychol* 2000; 6:241-250.
73. Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychol Bull* 1997; 121:65-94.
74. Castellanos FX, Tannock R. Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nat Rev Neurosci* 2002; 3:617-628.

75. Durston S, Hulshoff Pol HE, Schnack HG, Buitelaar JK, Steenhuis MP, Minderaa RB et al. Magnetic resonance imaging of boys with attention-deficit/hyperactivity disorder and their unaffected siblings. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2004; 43:332-340.
76. Giedd JN, Blumenthal J, Molloy E, Castellanos FX. Brain imaging of attention deficit/hyperactivity disorder. *Ann N Y Acad Sci* 2001; 931:33-49.
77. Hwang JW, Lee JB, Kim BN, Lee HY, Lee DS, Shin MS et al. Regional cerebral perfusion abnormalities in developmental language disorder. Statistical parametric mapping analysis. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 2006; 256:131-137.
78. Sonuga-Barke E, Bitsakou P, Thompson M. Beyond the dual pathway model: evidence for the dissociation of timing, inhibitory, and delay-related impairments in attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2010; 49:345-355.
79. Pliszka SR, Liotti M, Woldorff MG. Inhibitory control in children with attention deficit/hyperactivity disorder: event-related potentials identify the processing component and timing of an impaired right-frontal response-inhibition mechanism. *Biol Psychiatry* 2000; 48:238-246.
80. Schneider MF, Krick CM, Retz W, Hengesch G, Retz-Junginger P, Reith W, Rosler M. Impairment of fronto-striatal and parietal cerebral networks correlates with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) psychopathology in adults - a functional magnetic resonance imaging (fMRI) study. *Psychiatry Res* 2010; 183:75-84.
81. Feifel D, Farber RH, Clementz BA, Perry W, Anllo-Vento L. Inhibitory deficits in ocular motor behavior in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry* 2004; 56:333-339.
82. Mangels JA, Ivry RB, Shimizu N. Dissociable contributions of the prefrontal and neocerebellar cortex to time perception. *Brain Res Cogn Brain Res* 1998; 7:15-39.
83. Radonovich KJ, Mostofsky SH. Duration judgments in children with ADHD suggest deficient utilization of temporal information rather than general impairment in timing. *Child Neuropsychol* 2004; 10:162-172.
84. Rubia K, Taylor A, Taylor E, Sergeant JA. Synchronization, anticipation, and consistency in motor timing of children with dimensionally defined attention deficit hyperactivity behaviour. *Percept Mot Skills* 1999; 89:1237-1258.
85. Yang B, Chan RC, Zou X, Jing J, Mai J, Li J. Time perception deficit in children with ADHD. *Brain Res* 2007; 1170:90-96.
86. Rommelse NN, Oosterlaan J, Buitelaar J, Faraone SV, Sergeant JA. Time reproduction in children with ADHD and their nonaffected siblings. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2007; 46:582-590.
87. Himpel S, Banaschewski T, Gruttner A, Becker A, Heise A, Uebel H et al. Duration discrimination in the range of milliseconds and seconds in children with ADHD and their unaffected siblings. *Psychol Med* 2009; 39:1745-1751.
88. Nicolson RI, Fawcett AJ, Dean P. Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends Neurosci* 2001; 24:508-511.

89. Valko L, Schneider G, Doehner M, Muller U, Brandeis D, Steinhausen HC et al. Time processing in children and adults with ADHD. *J Neural Transm* 2010; 117:1213-1728.
90. Marx I, Hubner T, Herpertz SC, Berger C, Reuter E, Kircher T et al. Cross-sectional evaluation of cognitive functioning in children, adolescents and young adults with ADHD. *J Neural Transm* 2010; 117:403-419.
91. Barkley RA, Koplowitz S, Anderson T, McMurray MB. Sense of time in children with ADHD: effects of duration, distraction, and stimulant medication. *J Int Neuropsychol Soc* 1997; 3:359-369.
92. Rubia K, Noorloos J, Smith A, Gunning B, Sergeant J. Motor timing deficits in community and clinical boys with hyperactive behavior: the effect of methylphenidate on motor timing. *J Abnorm Child Psychol* 2003; 31:301-313.
93. Plummer C, Humphrey N. Time perception in children with ADHD: the effects of task modality and duration. *Child Neuropsychol* 2009; 15:147-162.
94. Seri Y, Kofman O, Shay L. Time estimation could be impaired in male, but not female adults with attention deficits. *Brain Cogn* 2002; 48:553-558.
95. Bech P. Depression: influence on time estimation and time experiments. *Acta Psychiatr Scand* 1975; 51:42-50.
96. Blewett AE. Abnormal subjective time experience in depression. *Br J Psychiatry* 1992; 161:195-200.
97. Kitamura T, Kumar R. Time passes slowly for patients with depressive state. *Acta Psychiatr Scand* 1982; 65:415-420.
98. Mezey AG, Cohen SI. The effect of depressive illness on time judgment and time experience. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1961; 24:269-270.
99. Wyrick RA, Wyrick LC. Time experience during depression. *Arch Gen Psychiatry* 1977; 34:1441-1443.
100. Hawkins WL, French LC, Crawford BD, Enzle ME. Depressed affect and time perception. *J Abnorm Psychol* 1988; 97:275-280.
101. Kitamura T, Kumar R. Controlled study on time reproduction of depressive patients. *Psychopathology* 1984; 17:24-27.
102. Bschor T, Ising M, Bauer M, Lewitzka U, Skerstueit M, Muller-Oerlinghausen B et al. Time experience and time judgment in major depression, mania and healthy subjects: a controlled study of 93 subjects. *Acta Psychiatr Scand* 2004; 109:222-229.
103. Grinker J, Glucksman ML, Hirsch J, Viselstear G. Time perception as a function of weight reduction: a differentiation based on age at onset of obesity. *Psychosom Med* 1973; 35:104-111.
104. Kuhs H, Hermann W, Kammer K, Tolle R. Time estimation and the experience of time in endogenous depression (melancholia): an experimental investigation. *Psychopathology* 1991; 24:7-11.
105. Sevigny MC, Everett J, Grondin S. Depression, attention, and time estimation. *Brain Cogn* 2003; 53:351-353.
106. Tysk L. Time perception and affective disorders. *Percept Mot Skills* 1984; 58:455-464.

107. Lemke MR, Koethe N, Schleidt M. Segmentation of behavior and time structure of movements in depressed patients. *Psychopathology* 2000; 33:131-136.
108. Gil S, Droit-Volet S. Time perception, depression and sadness. *Behav Processes* 2009; 80:169-176.
109. Kuhs H, Hermann W, Kammer K, Tolle R. The daily course of the symptomatology and the impaired time estimation in endogenous depression (melancholia). *J Affect Disord* 1989; 17:285-290.
110. Msetfi RM, Murphy RA, Kornbrot DE. The effect of mild depression on time discrimination. *J Exp Psychol (Hove)* 2012; 65:632-645.
111. Meck WH. Neuropsychology of timing and time perception. *Brain Cogn* 2005; 58:1-8.
112. Melges FT, Fougereuse CE, Jr. Time sense, emotions, and acute mental illness. *J Psychiatr Res* 1966; 4:127-139.
113. Smith SB. Physical symptoms of discomfort associated with worry about giving a public speech. *Communication Reports* 2005; 18:31-41.
114. Lueck MD. Anxiety levels: do they influence the perception of time? *UW-L Journal of Undergraduate Research* 2007; 10:1-5.
115. Bagana E, Raci A. Anxiety, impulsiveness and time perception among secondary and high school students. *Procedia Soc Behav Sci* 2012; 33:890-894.
116. Richards JC, Bertram S. Anxiety sensitivity, state and trait anxiety, and perception of change in sympathetic nervous system arousal. *J Anxiety Disord* 2000; 14:413-427.
117. Orme JE. Personality, time estimation and time experience. *Acta Psychol (Amst)* 1964; 22:430-440.
118. Rammsayer TH. On the relationship between personality and time estimation. *Pers Individ Dif* 1997; 3:739-744.
119. Berlin HA, Rolls ET. Time perception, impulsivity, emotionality, and personality in self-harming borderline personality disorder patients. *J Pers Disord* 2004; 18:358-378.

---

**Nil Banu Bahadırılı**, Dr., Trakya Üniv. Tıp Fakültesi Psikiyatri A.D, Edirne; **Can Tutuğ**, Doç. Dr., Dr., Trakya Üniv. Tıp Fakültesi Psikiyatri A.D, Edirne; **Hatice Ceviz**, Dr., Trakya Üniv. Tıp Fakültesi Psikiyatri A.D, Edirne; **Okan Çalıyurt**, Prof. Dr., Trakya Üniv. Tıp Fakültesi Psikiyatri A.D, Edirne.

**Yazışma Adresi/Correspondence:** Nil Banu Bahadırılı, Dr., Trakya Üniv. Tıp Fakültesi Psikiyatri A.D, Edirne, Turkey. E-mail: nilbanu.gursoy@yahoo.com

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

The authors reported no conflict of interest related to this article.

Çevrimiçi adresi / Available online at: [www.cappsy.org/archives/vol5/no3/](http://www.cappsy.org/archives/vol5/no3/)

Çevrimiçi yayım / Published online 07 Eylül/September 07, 2013; doi:10.5455/cap.20130524

---