

Çocuk ve Yetişkinlerde Zaman ve Renk Algısının Değerlendirilmesi

Evaluation of Time and Color Perception in Children and Adults

© Sertaç Üstün¹, © Merve Akın², © Furkan Atakan Akın³, © Serkan Tokgönül⁴, © Metehan Çiçek¹

¹Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hematoloji Onkoloji Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Pediatri Kliniği, Ankara, Türkiye

³Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

⁴Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Plastik Rekonstrüktif Cerrahi Kliniği, Ankara, Türkiye

Öz

Amaç: Çalışmanın amacı, çocuk ve yetişkinlerde zaman ve renk algısını karşılaştırmak ve bu sayede zaman algısının yaşa bağlı değişimini ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya çocuk grubu (n=30; yaş: 7-12; %50 kadın) ve yetişkin grubu (n=30; yaş: 20-25; %60 kadın) olmak üzere rastgele seçilen katılımcılar alınmıştır. Katılımcıların renk ve zaman algısının değerlendirilmesi için MATLAB programı kullanılarak tasarlanan "Bar Paradigması" kullanılmıştır. Katılımcıların performanslarını değerlendirmek üzere doğruluk yüzdesi ve reaksiyon zamanı verileri toplanmıştır.

Bulgular: Doğruluk yüzdesi ve reaksiyon zamanı verileri iki yönlü ANOVA analizi ile ayrı ayrı incelenmiştir. Doğruluk yüzdesinin görev etkisi (F=83,56, p<0,001), grup etkisi (F=94,34, p<0,001) ve görev-grup etkileşimi anlamlıdır (F=7,56, p<0,05). Reaksiyon zamanı için grup etkisi anlamlıdır (F=22,09 p<0,001). Görev etkisi ve görev-grup etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Hem çocuk hem de yetişkin gruplarında, renk algısı ve zaman algısı testleri sırasında elde edilen reaksiyon zamanları birbirinden farksızdır (p>0,05). Öte yandan her iki grupta, bu iki test sırasında elde edilen doğruluk yüzdeleri birbirinden anlamlı derecede fark göstermiştir (çocuk için, t=5,5, p<0,001; erişkin için t=8,3, p<0,001).

Sonuç: Çocuk grubu her iki görevde de yetişkinlerden daha düşük performans göstermiştir. Katılımcıların zaman algısı performansları, renk algısı performanslarından daha düşüktür ve görülen bu performans farklılığı, çocuklarda yetişkinlerden daha belirgindir. Bu sonuçlar insanda zaman algısının renk algısına göre daha yavaş bir gelişim gösterdiğine işaret etmektedir. Zaman algısının yavaş gelişiminin nedeni alginın görece karmaşık nöral ağlarla kontrol edilmesiyle ilişkili olabilir.

Anahtar Kelimeler: Zaman Algısı, Renk Algısı, Davranış Testi, Gelişimsel Farklılıklar

Abstract

Objectives: The study aimed to compare the time and color perception among adults and children to reveal the age-dependent change of the time perception.

Materials and Methods: The children (n=30; age: 7-12, 50% female) and the adults (n=30, age: 20-25, 60% female) were selected randomly to participate to the study. To evaluate the time and color perception "Foreperiod Task" which was designed via MATLAB software was used. The percentage of correct responses and reaction times of participants were obtained to evaluate participants' performance.

Results: The percentage of correct responses and reaction times data were analyzed with two-way ANOVA separately. For the percentage of correct response; task effect (F=83.56, p<0.001), group effect (F=94.34, p<0.001) and task-group interaction (F=7.56, p<0.05) were significant. For the reaction time; group effect was significant (F=22.09 p<0.001). Task effect and interaction of task-group were not significant. Reaction times in time and color perception tasks were not different from each other both in adult groups and children groups (p>0.05). However, the percentage of correct responses for the two tasks differed significantly in both groups (for children: t=5.5, p<0.001; for adults: t=8.3, p<0.001).

Conclusion: Performance score of the children was lower than adults in both tasks. Participants' time perception performances were lower than their color perception and this performance difference was more distinct in children compared to adults. These results indicate that the development of time perception in children is slower than color perception. The fact that relatively complex neural networks are involved for the timing process in the brain might be the reason for the slow development of the time perception.

Key Words: Time Perception, Color Perception, Behavioral Experiment, Developmental Difference

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Metehan Çiçek

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Tel.: +90 533 332 42 62 E-posta: metehan.cicek@gmail.com ORCID ID: orcid.org/0000-0002-8782-2191

Geliş Tarihi/Received: 10.01.2019 Kabul Tarihi/Accepted: 11.07.2019

©Telif Hakkı 2019 Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

Yayınlanan tüm içerik CC BY-NC-ND lisansı altındadır.



Giriş

Zaman kavramının temelinde maddenin hareketi yer alır ve olay serilerinin sıralanışını ifade etmek için kullanılır (1). Zaman, uzay ile birlikte varlığımızın temel boyutlarından biridir. Uzay kavramının insan hayatındaki yeri, modern dünyanın getirdiği bilgisayar ağı, cep telefonları ve internet ile birlikte nispeten azalmış olsa da zaman, hayatın temel boyutu olmayı sürdürmektedir (2). Zaman ile ilişkili bilginin doğru işlenebilmesi günlük hayatın sorunsuz devamı için kritik önem taşımaktadır.

Algılama, duyu organlarına/alıcılara gelen uyarılara anlam verilmesi ve yorumlanması olarak tanımlanır (3,4). İnsanların bir olayın ne kadar zamandan beri sürdüğünün ya da iki olay arasında ne kadar süre geçtiğinin farkında olması, insan beyninin zamanı algılama yeteneğini göstermektedir (5). Renk ya da ses algısına benzerliğine rağmen; görme ve işitmede olduğu gibi, zaman algısına özelleşmiş bir reseptör tanımlanamamıştır (6,7). Ayrıca zaman algısının sübjektif olması, algıyla ilgili bir diğer önemli farktır. Bu farklılıklar nedeniyle zaman algısının nöral temsilinin değerlendirilmesi güçtür ve algının önemine karşın beyin zamanı nasıl algıladığı henüz tam olarak aydınlatılamamıştır (8,9).

Renk, objelerin yüzeyinden yansıyan ışığın farklı spektrumlarının insan gözüne ulaşmasıyla oluşan bir deneyim olarak tanımlanır. Renkli görme, tüm algılar arasında moleküler düzeye kadar açıklanabilen birkaç algıdan biridir (10).

Görme korteksi oksipital lobun kaudal tarafında yerleşmiştir. Bunun yanında ön kalkarin oluk da görme işlemiyle yakından ilişkilidir. Ayrıca yapılan çalışmalar renk algısının oksipital korteksin inferior ve medialinde de işlendiğini göstermiştir (11). Renk algısının işlendiği bölgelerin net olarak belirlenmiş olmasına karşın zaman algısı konusunda yapılan çalışmaların yetersiz olması, uygulanmış olan yöntemlerin farklılıkları ve farklı modaliteleri karşılaştıran çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşılmış olması nedeniyle zaman algısının beyinde işlendiği bölgeler netlik kazanamamıştır. Buna karşın zaman algısı ile ilgili yapılan görüntüleme çalışmaları serebellum, bazal ganglia ve prefrontal korteks gibi zamansal bilginin işlenmesi ile ilgili beyin bölgelerini işaret etmektedir (7,12,13).

Rengin işlenmesi için gereken temel duyuusal kapasitenin, bebeklerde ve çocuklarda daha farklı olduğunu gösteren bazı kanıtlar vardır (14). Doğumdan sonraki ilk 3 ayda renkli görme büyük oranda gelişme gösterir ve sağlıklı 3 aylık bebekler belirli ölçüde renkli görüşe sahiptir. Buna rağmen yapılan çalışmalar, çocuklarda renkli görüşün yetişkinlere oranla daha zayıf olduğunu göstermiştir (15). Diğer algılar gibi zaman algısının da çocuklarda gelişmeye başlaması ilk 3 ayda olup, yaş ilerledikçe tecrübelerin de katkısıyla daha işlevsel hale geldiği ileri sürülmektedir (16,17). Diğer bir deyişle, yaş ilerledikçe

insanlarda zaman algısı bakımından tutarlılık artmaktadır. Bu nedenle çocuklar belli bir zaman aralığını ya yetişkinlere oranla daha yüksek olasılıkla yanlış tahmin etmekte ya da tahmin edememektedir. Yapılan çalışmalardan elde edilen kanıtlar çocuklarda zaman algısına ilişkin mekanizmalar bulunmasına karşın zaman algısındaki hassaslığın yaşla birlikte arttığını göstermektedir (18).

Zaman algısının nöral mekanizmalarının anlaşılabilmesi, bu algıyla ilgili patolojik durumların çözümlenmesine yardımcı olacaktır. Örneğin majör depresyonun zaman algısı bozuklukları ile seyrettiği bilinmekle birlikte, depresyon ve zaman algısı arasındaki etkileşimden hangi nöral devrelerin sorumlu olduğu henüz net değildir (19). Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu ise özellikle çocuklarda zaman algısı problemleriyle seyreden hastalıklara örnek olarak verilebilir. Yapılan çalışmalarda dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu olan çocuklarda zaman bilgisini değerlendirme becerisi, normal gelişim gösteren çocuklara oranla sorunlu bulunmuştur (19,20). Ancak ergen dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu olan hastalar ile yapılan bir çalışmada, hasta ve sağlıklı ergenler arasında zaman algısı bakımından bir fark bulunamamıştır (21). Zaman algısı ile ilgili bu patolojiler, algının çocuk ve yetişkinlerde farklı olabildiğine işaret etmektedir.

Çocukların zaman algısı da dahil olmak üzere bilişsel işlevler bakımından yetişkinlere göre daha az başarılı olduğu bilinse de zaman algısının diğer algılara kıyasla çocuk ve yetişkinlerde ne derece farklı olduğu bilinmemektedir. Bu bağlamda çalışmada görece daha karmaşık bir süreç olan zaman algısının çocuk ve yetişkin gruplarında farkını incelemek amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda renk ve zaman algısını ölçmek üzere geliştirilmiş bir paradigma kullanılmıştır. Çalışmada şu hipotezler sınanmıştır;

- 1) Çocuklarda zaman algısı yetişkinler kadar gelişmemiştir.
- 2) Çocuklarda renk algısı yetişkinler kadar gelişmemiştir.
- 3) Çocuk ve yetişkin grupları arasındaki zaman algısı farklılığı, renk algısı farklılığından daha belirgindir.

Gereç ve Yöntem

Katılımcılar

Araştırmaya çocuk grubu (n=30; yaş: 7-12; %50 kadın) ve yetişkin grubu (n=30; yaş: 20-25; %60 kadın) olmak üzere rastgele seçilen iki grup katılımcı alınmıştır. Çocuk grubundaki katılımcılar ilköğretim ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerinden; yetişkin grubundakiler ise tıp fakültesi öğrencilerinden araştırmaya dahil olma kriterlerine uygunluklarına göre seçilmiştir.

Araştırmaya dahil olma kriterleri, araştırma grubu için; 7-12 yaşında olmak, sağ el kullanmak olarak belirlenirken, kontrol grubu için; 20-25 yaşında olmak, sağ el kullanmak şeklinde

belirlenmiştir. Araştırmaya dahil olmama kriterleri ise, bilişsel işlevleri etkilemesi beklenen ağır, kronik sistemik hastalık, nörolojik hastalık, bilinç kaybıyla seyreden kafa travması öyküsü, alkol/madde kötüye kullanımı veya bağımlılığı tanısı almış olmak şeklinde belirlenmiştir. Çalışma kapsamında verilen görevi gerçekleştirmelerine engel olacak görme ve işitme kusurlarına sahip katılımcılar çalışmadan dışlanmış; görme kusuru olmayan ya da düzeltilmiş görme kusuruna sahip olanlar (gözlük, lens) çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcıların dahil olma/olmama kriterleri açısından değerlendirilmesi Demografik Bilgi Formu doldurularak gerçekleştirilmiştir. Çalışma için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan 11-332-12 numaralı karar ile izin alınmıştır. Ek olarak çocuk grubundaki katılımcılar için, seçilen ilköğretim okulunun müdürü ve öğretmenlerinden gerekli izinler alınmış; yetişkin katılımcıların ve çocuk katılımcıların velilerinin aydınlatılmış onamları toplanmıştır.

Prosedür

Çalışmanın çocuk grubundan veri toplama kısmı, çocukların ulaşımının problem olabileceği düşünülerek, okul binasında deneyin dış ortam uyaranlarından en az şekilde etkileneceği izole bir deney odası hazırlanarak gerçekleştirilmiştir. Yetişkin grubuna yapılacak deneyler ise Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Nörofizyoloji Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Katılımcılara bir anket formu uygulanarak el tercihi sorularla belirlenmiş, bilinen bir hastalık ve ilaç kullanımı gibi durumların var olup olmadığı bilgisi toplanmıştır. Kriterlere uygun bireyler araştırmaya dahil edilmiş ve hazırladığımız davranış testi sunulmuştur.

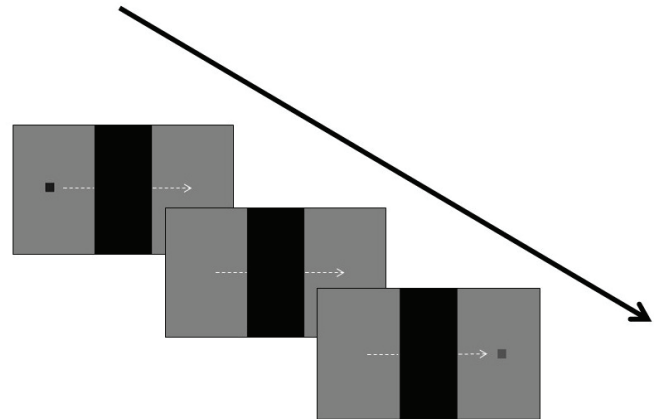
Çalışma kapsamında katılımcıların zaman ve renk algılarının ölçülmesi için bar paradigması (foreperiod paradigm) kullanılmıştır. Görev Cogent 2000 eklentisi ile birlikte MATLAB bilgisayar programı kullanılarak laboratuvarımızda geliştirilmiştir. Görevde, ekranda ilk olarak ortasından siyah bir barla bölünmüş gri bir zemin görülmektedir. Bütün deney durumlarında kare şeklinde bir uyarı, yatay düzlemde sabit bir hızda ekranın solundan sağına doğru ilerler; siyah barın arkasında görünmez olur ve barın sağ tarafından çıkarak sabit hızla ilerlemeye devam edip ekranın sağ tarafında kaybolur (Şekil 1). Kare, barın arkasından çıktığında renk tonu değişebilir (daha açık ya da daha koyu olabilir). Benzer şekilde kare, barın arkasından geçerken barın arkasındaki hızı değişebilir (yavaşlayabilir ya da hızlanabilir). Renk tonu ve hızın değişim ihtimali (artma/azalma/aynı kalma) denemeler arasında rastgele olarak değişmekle birlikte her ihtimalden aynı sayıda olacak şekilde ayarlanmıştır.

Görev, zaman algısı durumu ve renk algısı durumu olmak üzere iki deney durumundan oluşmaktadır. Renk algısı durumunda, katılımcılardan karenin renk değişiminin hangi yönde olduğuna dair karar vermeleri istenmiştir. Kare, barın arkasından çıktığında renk tonu arttıysa ileri ok tuşuyla, azaldıysa geri ok tuşuyla, aynı

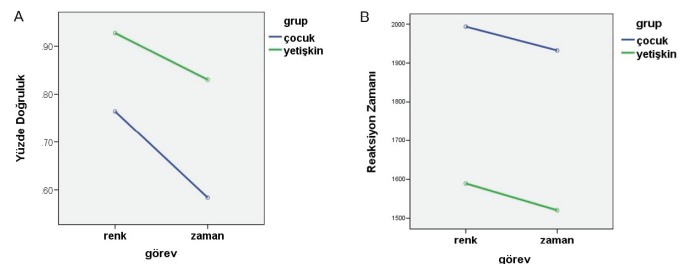
kaldıysa aşağı ok tuşuyla yanıt alınmıştır. Zaman algısı görevinde ise katılımcılar karenin barın arkasındaki hızına dikkatlerini yönlendirmiştir. Karenin hızı barın arkasında değiştiğinden katılımcılar herhangi bir hız değişimi gözleyememektedir ve bu nedenle karenin barın arkasında geçirdiği zamanı algılayarak cevap vermek durumundadır. Karenin hızı, barın arkasında artıyorsa (geçirdiği süre azaldıysa) ileri ok tuşuyla; hızı azalıyorsa (geçirdiği süre arttıysa) geri ok tuşuyla, hız aynı kaldıysa aşağı ok tuşuyla yanıt alınmıştır (Şekil 2).

Deney durumlarının mümkün olduğunca birbirine benzer olması amaçlanmıştır. Bu nedenle tüm deney durumlarında, karenin rengi ve hızının değişme ihtimali bulunmaktadır. Renk algısı görevinde katılımcılardan karenin hız değişimlerine değil sadece renk değişimlerine dikkat yönlendirmesi istenmiştir. Benzer şekilde zaman algısı görevinde katılımcılar, renk değişimlerine değil; hız değişimlerine odaklanarak yanıt vermiştir.

Bir oturum 50 denemeden oluşmuştur ve katılımcılar iki oturum renk algısı görevi, iki oturum zaman algısı görevi gerçekleştirmiştir. Deneylere başlamadan önce, hazırladığımız davranış testi, kriterlere uygun, görece küçük bir gruba pilot olarak uygulanmış ve ideal renk tonu ve hız değişim seviyesi belirlenmiştir.



Şekil 1: Zaman ve renk algısını ölçen bar paradigması



Şekil 2: (A) Doğruluk yüzdeleri ve (B) reaksiyon zamanlarının her iki grup için sonuçları

Katılımcılardan her durumda mümkün olduğunca hızlı cevap vermeleri istenmiş, ancak görevi doğru bir şekilde yapmanın daha önemli olduğu belirtilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Katılımcıların yüzde doğruluk seviyeleri ve cevap verme süreleri MATLAB tarafından hesaplanarak kaydedilmiştir. Veriler SPSS programı yardımıyla iki yönlü ANOVA analiziyle incelenmiştir.

Bulgular

Doğruluk yüzdesinin görev etkisi anlamlıdır ($F=83,56$, $p<0,001$). Katılımcıların zaman algısı görevinde doğruluk yüzdeleri, renk algısı görevine kıyasla daha yüksektir. Benzer şekilde grup etkisi de anlamlı bulunmuştur ($F=94,34$, $p<0,001$). Çocuk grubu, her iki görevde de yetişkin grubuna kıyasla daha düşük doğruluk yüzdesine ulaşmıştır. Son olarak görev-grup etkileşimi anlamlıdır ($F=7,56$, $p<0,05$). Çocuk ve yetişkin grubun arasındaki doğruluk yüzdesi farkı, zaman algısı görevinde, renk algısı görevine göre daha büyüktür. Başka bir deyişle grup etkisi, zaman görevinde daha belirgin bulunmuştur (Şekil 2A).

Reaksiyon süresi sonuçları değerlendirildiğinde grup etkisi anlamlı bulunmuştur ($F=22,09$, $p<0,001$). Çocuk grubu, her iki görevde de daha yüksek reaksiyon süresi ile yanıt vermiştir (Şekil 2B). Reaksiyon süresi verilerinde görev etkisi ve görev-grup etkileşimi anlamlı bulunmamıştır. Hem çocuk hem de yetişkin gruplarında, renk algısı ve zaman algısı testleri sırasında elde edilen reaksiyon süreleri birbirinden farksızdır ($p>0,05$).

Her iki grupta, iki görev sırasında elde edilen doğruluk yüzdeleri t-test ile analiz edildiğinde birbirinden anlamlı derecede fark göstermiştir (çocuk için, $t=5,5$, $p<0,001$; erişkin için $t=8,3$, $p<0,001$). Ayrıca aynı şekilde iki görev için elde edilen reaksiyon zamanları da birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır (renk için, $t=-5,689$, $p<0,001$; zaman için $t=-10,736$; $p<0,001$).

Tartışma

Zaman algısı, nöral mekanizmaları tam olarak aydınlatılamamış süreçlerden bir tanesidir. Çalışmada zaman algısının gelişimsel olarak nasıl değiştiği ve bu değişimin görme algısıyla farkı incelenerek zamanın nasıl algılandığına ilişkin yeni çıkarımlara ulaşmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çocuk ve yetişkin katılımcılara zaman ve renk algısı gerektiren görevler verilerek doğruluk yüzdeleri ve reaksiyon zamanı verileri toplanmıştır.

Görevlerde elde edilen doğruluk yüzdesi verilerine göre görev ana etkisi anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Diğer bir deyişle, katılımcıların zaman ve renk algısı görevlerindeki başarıları birbirinden anlamlı derecede farklıdır; zaman algısı görevinde hem çocuk hem de yetişkin katılımcı grubu, renk algısı görevine

kıyasla daha düşük doğruluk göstermiştir. Zaman algısının nöral temelleri henüz netlik kazanmamış olsa da algıyla ilgili ortaya atılan teorik modeller ve görüntüleme çalışmaları, algının farklı beyin bölgelerinin dahil olduğu birkaç aşama ile kontrol edildiğini ileri sürmektedir. Zaman algısını açıklamaya çalışan teorik modeller, zamansal ham bilgiyi üreten mekanizmaların yanında, çalışma belleği ve dikkat mekanizmaları ile karar verme süreçlerinin algıya dahil olduğuna işaret etmektedir (6,7). Yapılan görüntüleme çalışmaları, bu alt mekanizmaların beyinde nerelerde temsil edildiğine dair çeşitli bulgular elde etmiştir. Çalışmalarda algıyla ilgili sağ prefrontal korteks, parietal korteks, supplementer motor alan gibi kortikal beyin bölgelerinin yanında serebellum ve bazal ganglia gibi subkortikal bölgelerin aktive olduğu sıklıkla ortaya çıkmıştır (2,6,7). Laboratuvarımızda daha önce yapılan görüntüleme çalışmaları da literatürle uyumlu bir biçimde frontoparietal bir ağı ve subkortikal bölgelerin zaman algısı görevlerinde aktive olduğunu göstermiştir (22-24). Bu bulgular, zaman algısının beyinde geniş bölgeye yayılan nöral devrelerin birlikte çalışması ile gerçekleştiğini gösterir niteliktedir. Ayrıca yine laboratuvarımızda yapılan çalışmalarda zaman algısının çalışma belleği, ödül sistemi ve duygular ile etkileşim içerisinde olan karmaşık bir bilişsel süreç olduğu ortaya çıkarılmıştır (22-24). Genel itibarıyla bazal ganglia, supplementer motor alan temel zaman bilgisini üreten mekanizmalarla ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte frontoparietal devrelerin zaman algısıyla ilgili dikkat ve çalışma belleği gibi yüksek bilişsel işlevlerle ilişkili olduğu ileri sürülmüştür. Yine zaman algısı çalışmalarında ortaya çıkan insular korteks aktivasyonu ise insan vücudunda gerçekleşen çeşitli fizyolojik süreçlerin (kalp atımı gibi) zaman algısı için zamansal ipuçları olarak kullanılması ile ilişkilendirilmiştir (25). Birden fazla beyin bölgesi ve bilişsel sürecin zaman algısına dahil olmasının algının keskinliğini olumsuz etkilediği düşünülebilir. Bu bağlamda katılımcıların zaman algısı görevlerinde daha düşük doğruluk göstermiş olmaları, zamanın, renklere kıyasla daha karmaşık süreçlerle algılanması ile ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte zaman algısı, görme ve işitme sistemleri gibi duyuşsal modalitelere kıyasla daha sübjektif bir deneyimdir (2). Bu durum da katılımcılar arasındaki bireysel farklılıklara ve zaman algısı görevlerindeki düşük doğruluk yüzdesine neden olmuş olabilir.

Doğruluk yüzdesi verilerinde grup ana etkisi anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Çocuk grubu, yetişkin grubuna kıyasla hem renk algısı hem zaman algısı görevinde daha düşük performans göstermiştir. İnsanda bilişsel yeteneklerin, beynin anatomisi ve fizyolojisi ile ilişkili olarak, yaşa bağlı bir şekilde geliştiği bilinmektedir (26). Birçok bilişsel işlev gibi algılar da yaşla birlikte gelişmekte, doğruluğu ve keskinliği artmaktadır. Çalışmada iki katılımcı grubu arasındaki performans farklılığı beyin gelişimi ile ilgili bilgilerle tutarlıdır. Çocuk ve yetişkinler arasındaki farklılık, reaksiyon sürelerinde de görülmüştür. Çocuk grubunun reaksiyon süreleri, iki görevde de yetişkinlerden anlamlı

derecede uzundur. Bu farklılık çocukların beyin gelişimlerine bağlanılabileceği gibi; motor kontrol, el-kol koordinasyonu gibi yaşla birlikte gelişen faktörlerin de bu sonuçta etkili olduğu söylenebilir (27).

Çalışmadan elde edilen verilerle yapılan istatistiksel analizlerle görev-grup etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Çocuk grubu ile yetişkin grubu arasındaki performans farklılığı, zaman algısı görevinde renk algısı görevine göre çok daha belirgindir. Diğer bir deyişle, iki grupta da gözlenen zaman algısındaki performans düşüklüğü çocuk grubunda yetişkinlere göre daha fazladır. Bu sonuç, zaman algısının yaşa bağlı gelişiminin renk algısının gelişiminden daha farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Deney grubumuz olan 7-12 yaş çocuk grubunda zaman algısının renk algısı kadar gelişmemiş olması, algıların özellikleri ile ilişkilendirilebilir. Yukarıda da bahsedildiği gibi zaman algısı, beyinde geniş bir alana yayılmış bir algıdır. Çok sayıda beyin bölgesinin zaman algısı sürecine dahil olması, algının renk algısına kıyasla daha fazla nöral bağlantı içermesi anlamına gelir. Bu konuda yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular nöral bağlantıların çocuklardaki gelişim sürecini ortaya koymuştur. Nöral bağlantıları meydana getiren beyaz madde insanlarda 22 yaşına kadar gelişme göstermektedir (28). Aynı şekilde, miyelinleşme 20 yaşına kadar sürmektedir. Buna ek olarak zaman algısına dahil olduğu bilinen prefrontal korteks, insan beyninde gelişimi en geç tamamlanan bölgedir (29). Nöral bağlantılardaki bu gelişimsel süreç, çocuklarda bağlantıların yetişkinlere kıyasla daha zayıf olduğuna işaret etmektedir. Zaman algısının bu zayıflıktan renk algısına göre daha fazla etkilenmesi ise zaman algısıyla ilişkili nöral mekanizmaların daha fazla bağlantı içermesinden kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca prefrontal korteksin dikkat ve çalışma belleği ile ilişkisi literatürde bilinmektedir (30,31). Prefrontal korteksin yaşa bağlı değişimi göz önüne alındığında dikkat ve çalışma belleğine direkt olarak bağımlı zaman algısının görece geç gelişen bir algısal süreç olduğu anlaşılabilir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmada, katılımcıların, araştırmayı etkileyebilecek herhangi bir nörolojik ya da psikiyatrik hastalığa sahip olup olmadıkları demografik bilgi formuyla değerlendirilmiş olmakla birlikte, zaman ve renk algısını etkilediği bilinen çeşitli bozuklukların değerlendirildiği bir ölçeğin kullanılmaması çalışmanın temel kısıtlılığıdır. Bu konu üzerinde ileride gerçekleştirilecek çalışmalarda, katılımcıların mevcut psikiyatrik durumlarının ölçeklerle genellenerek daha homojen bir örneklem ile topluma genellenebilecek sonuçlara ulaşılacağı düşünülmektedir.

Sonuç

Çalışmanın bulguları, insanda zaman algısının renk algısına göre daha yavaş bir gelişim gösterdiğine işaret etmektedir. Bu

bulgu, zaman algısının karmaşık ve tüm beyne yayılan nöral mekanizmalarla kontrol ediliyor olmasıyla ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte zaman algısının dikkat, bellek gibi yüksek bilişsel işlevlerle ilişkili olduğu ve bu işlevlerin prefrontal mekanizmalarla temsil edildiği literatürde bilinmektedir. Prefrontal korteksin gelişiminin geç tamamlanması göz önüne alındığında zaman algısı konusundaki geç gelişim anlaşılabilir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, zaman algısıyla ilgili gelecek çalışmalara ışık tutabilir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı Aslıhan Ensari ve Cansu Gazioğlu'na teşekkür ederiz.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışma için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan 11-332-12 numaralı karar ile izin alınmıştır.

Hasta Onayı: Hasta onayı alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulunun dışından olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Yazarlık Katkıları:

Cerrahi ve Medikal Uygulama: S.Ü., M.A., F.A.A., S.T., Konsept: S.Ü., M.A., F.A.A., S.T., M.Ç., Dizayn: S.Ü., M.A., F.A.A., S.T., M.Ç., Veri Toplama veya İşleme: M.A., F.A.A., S.T., Analiz veya Yorumlama: S.Ü., M.A., F.A.A., S.T., M.Ç., Literatür Arama: S.Ü., M.A., F.A.A., S.T., M.Ç., Yazan: S.Ü., M.Ç.

Çıkar Çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Audi R. The Cambridge Dictionary of Philosophy. Cambridge: Cambridge University Press;1995.
2. Buhusi CV, Meck WH, Carolina N. What Make Us Tick? Functional and Neural Mechanisms of Interval Timing. Neuroscience. 2005;6:755-765.
3. Mangır M, Çağatay N. Anaokuluna Giden ve Gitmeyen Dört-Altı Yaş arası Çocukların Görsel Algılamaları Üzerinde Bir Araştırma. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları; 1987.
4. Tuğrul B, Aral N, Erkan S, ve ark. Altı Yaşındaki Çocukların Görsel Algılamaya düzeylerine Frostig Gelişimsel Görsel Algılama Eğitim Programının Etkisinin İncelenmesi. J Qafqaz Univ. 2001;8:67-84.
5. Lewis PA, Walsh V. Time Perception: Components of the Brain's Clock. Curr Biol. 2005;15:389-391.
6. Grondin S. Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. Atten Percept Psychophys. 2010;72:561-582.
7. Coull JT, Cheng R, Meck, WH. Neuroanatomical and Neurochemical Substrates of Timing. Neuropsychopharmacology. 2011;36:3-25.
8. Nobre, AC, Reilly, JO. Time is of the essence. Trends Cogn Sci. 2004;8:8-10.
9. Burr D, Morrone C. Time Perception : Space – Time in the Brain. Curr Biol. 2006;16:171-173.

10. Kandel E, Schwartz J, Jessell T. Principles of Neural Science 5th ed. 29:572-573.
11. Zeki S, Watson JD, Lueck CJ, ve ark. A direct demonstration of functional specialization in human visual cortex. *J Neurosci.* 1991;11:641-649.
12. Cöngöloğlu MA, Türkbay T. Zaman Algısı ve Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu: Gözden Geçirme. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Derg.* 2010;17:97-104.
13. Bueti D, Walsh V, Frith C, ve ark. Different brain circuits underlie motor and perceptual representations of temporal intervals. *J Cogn Neurosci.* 2008;20:204-214.
14. Werner JS, Wooten BR. Human infant color vision and color perception. *Infant Behav Dev.* 1979;2:241-273.
15. Brown AM. Development of visual sensitivity to light and color vision in human infants: A critical review. *Vision Res.* 1990;30:1159-1188.
16. Brannon E, Wolfe L, Meck WH ve ark. Timing in the baby brain. *Cog Brain Res.* 2004;21:227-233.
17. Colombo J, Richman WA. Attention and time estimation in 4-Month-Olds. *Psychol Sci.* 2002;13:475-479.
18. Droit-Volet, S. Alerting attention and time perception in children. *J Exp Child Psychol.* 2003;85:372-384.
19. Sévigny MC, Everett J, Grondin S. Depression, attention, and time estimation. *Brain Cogn.* 2003;2:351-353.
20. Toplak ME, Rucklidge JJ, Hetherington R et al. Time perception deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder and comorbid reading difficulties in child and adolescent samples. *J Child Psychol Psychiatry.* 2003;44:1-16.
21. Smith A, Taylor E, Rogers JW et al. Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *J Child Psychol Psychiatry.* 2002;43:529-542.
22. Üstün S, Kale EH, Çiçek, M. Neural Networks for Time Perception and Working Memory, *Front Hum Neurosci.* 2017; doi: 10.3389/fnhum.2017.00083
23. Apaydın N, Üstün S, Kale EH, ve ark. Neural Mechanisms Underlying Time Perception and Reward Anticipation. *Front Hum Neurosci.* 2018; doi: 10.3389/fnhum.2018.00115
24. Kale E, Üstün S, Çiçek M. Amygdalae-prefrontal cortex connectivity might modulate the interaction of affective processing and time perception. *Social Cogn Affect Neurosci.* 2019 (Submitted).
25. Craig, A. D. Emotional moments across time: a possible neural basis for time perception in the anterior insula. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol Sci.* 2009;364:1933-1942.
26. Anderson P. Assessment and Development of Executive Function (EF) During Childhood, *Child Neuropsychol.* 2002;8:271-282.
27. Leversen, JSR, Haga M, Sigmundsson H. From children to adults: Motor performance across the life-span. *Plos One.* 2012; doi:10.1371/journal.pone.0038830
28. Trevarthen C, Aitken KJ. Infant intersubjectivity: research, theory, and clinical applications, *J Child Psychol and Psychiatry.* 2001;42:3-48.
29. Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO ve ark. Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neurosci.* 1999;2:861-863.
30. Rossi, A.F., Pessoa, L., Desimone, R., Ungerleider, L.G. The prefrontal cortex and the executive control of attention. *Exp Brain Res.* 2009;192:489-497.
31. Lara A.H., Wallis, J.D. The role of prefrontal cortex in working memory: A mini review *Front Syst Neurosci.* 2015;9:173.