

# Dijital Nöropsikoloji: Yaşlı Bireylerin Bilişsel İşlevlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Teknolojik Yaklaşımlar

## Digital Neuropsychology: Technological Approaches for the Assessment of Cognitive Functions in Older Adults

Elif Yıldırım<sup>1</sup> 



<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Işık Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Psikoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID: E.Y. 0000-0003-3445-9197

**Sorumlu yazar/Corresponding author:**  
Elif Yıldırım,  
Işık Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Psikoloji Bölümü  
Meşrutiyet, Işık Ün.v., 34980 Şile/İstanbul  
**E-posta/E-mail:**  
elif.yildirim@isikun.edu.tr

**Başvuru/Submitted:** 06.06.2021

**Revizyon Talebi/Revision Requested:**  
08.12.2021

**Son Revizyon/Last Revision Received:**  
20.12.2021

**Kabul/Accepted:** 03.02.2022

**Online Yayın/Published Online:** 12.04.2022

**Citation/Atfı:** Yıldırım, E. (2022). Dijital nöropsikoloji: Yaşlı bireylerin bilişsel işlevlerinin değerlendirilmesinde kullanılan teknolojik yaklaşımlar. *Psikoloji Çalışmaları - Studies in Psychology*, 42(1): 43-69.  
<https://doi.org/10.26650/SP2021-963370>

### ÖZ

Nüfusun yaşlanması ile paralel olarak demans tanılı kişilerin sayısı artmaktadır. Demans seyri için iyileştirilmesi için kritik bir öneme sahip olan bilişsel bozuklukların erken saptanmasında nöropsikolojik değerlendirmenin büyük bir rolü olduğu kabul edilmektedir. Sıklıkla klasik kâğıt- kalem testleri ile uygulanan nöropsikolojik değerlendirme, günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte dijitalleşmeye başlamıştır. Özellikle de Covid-19 pandemisi ile birlikte bu dijitalleşme ivme kazanmıştır. Bu çalışmada, yaşlı bireylerin nöropsikolojik değerlendirmelerinde kullanılan dijital yaklaşımların incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, telenöropsikoloji, bilgisayarlı nöropsikolojik değerlendirme bataryaları, mobil teknoloji ya da web temelli değerlendirme araçları ve sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi yenilikçi teknolojik yöntemlere dayanan ölçümleri içeren dijital yaklaşımların eleştirel bir değerlendirmesi yapılmıştır. Sıklıkla videokonferans aracılığı ile nöropsikolojik testlerin uzaktan uygulanmasına odaklanan telenöropsikoloji çalışmaları ile ilgili sonuçlar bu yöntemin güvenilir ve geçerli olduğunu belirtmektedir. Bilgisayarlı bataryalar ve mobil teknolojiye dayanan yöntemler, klinik dışı bireysel uygulamaya olanak sağlamakta ve geniş örneklemli takip çalışmaları için altyapı hazırlamaktadır. Sanal gerçeklik gibi yeni teknolojilerin kullanıldığı değerlendirme yöntemleri ise henüz emekleme aşamasında olsa da daha hassas ölçümlerin yapılması için büyük potansiyel taşımaktadır. Ulaşılabilirliğin artması ve ölçümlerin standartlaşması gibi avantajlar taşıyan dijital yaklaşımlar içinde sıklıkla kullanılan yöntemlerin büyük bir kısmının klasik kâğıt-kalem testleri ve hastaların tanıları ile tutarlı olduğu gösterilmiştir. Fakat dijital yaklaşımların detaylı psikometrik analizlerinin yapılması ve iyi uygulama rehberlerinin geliştirilmesi konusunda çeşitli eksiklikler bulunmaktadır. Buna ek olarak, dijital yaklaşımların uzman-hasta ilişkisinde zorluk yaratabileceği ve hastanın test sırasında gözlemlenmesi konusunda kısıtlılıklar taşıdığı belirtilmektedir. Her ne kadar dijital nöropsikoloji uygulamalarının yarattığı kısıtlılıklar mevcut olsa da, dijital yaklaşımlar hastalar, alandaki uzmanlar ve sağlık sistemi açısından önemli faydalar sağlama potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, tüm taraflar açısından fayda sağlayacak akademik ve klinik çalışmaların yapılması önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Nöropsikoloji, dijital teknoloji, yaşlanma, demans

**ABSTRACT**

Consistent with the growth in aging population, the number of individuals with dementia is increasing. There is an agreement regarding the essential role of neuropsychological assessment in the early detection of cognitive decline, which is crucial in improving the course of dementia. Neuropsychological assessment that is usually applied with classical paper–pencil tests became digitalized with advancing technology. This digitalization spread rapidly, especially with the COVID-19 pandemic. This study aimed to investigate the digital approaches that are used in the neuropsychological assessment of older adults. In this context, a critical review of digital approaches, including teleneuropsychology, computerized neuropsychological assessment batteries, mobile technology or web-based assessment tools, and innovative technological methods, such as virtual and augmented reality has been conducted. The results of teleneuropsychology studies, which focused on remote administration of neuropsychological tests usually via videoconference, indicated that this method is reliable and valid. Computerized batteries and methods based on mobile technology provide an opportunity for self-testing in nonclinical settings and a background for follow-up studies with large samples. Although assessment methods using new technologies, such as virtual reality, are still in their infancy, they have great potential for more sensitive measurements. The majority of the methods involved in digital approaches, which have advantages such as increased accessibility and standardization of measurements, revealed consistent results with classical paper–pencil tests and patients' diagnosis. However, a detailed psychometric analysis and best practice guidelines of the digital approaches are still lacking. Moreover, digital approaches can present a challenge in the clinician–patient relationship and have limitations in patient observation during testing. Despite the limitations due to digital neuropsychology applications, digital approaches have the potential to provide important benefits to patients, professionals in the area, and the health system. In this respect, academic and clinical studies that would benefit all parties are important.

**Keywords:** Neuropsychology, digital technology, aging, dementia

**EXTENDED ABSTRACT**

With population aging, many social and clinical problems arise, and one of these problems is the increase in the incidence of dementia and cognitive disorders among elderly individuals (Corrada et al., 2010). Early detection of dementia and timely interventions are crucial in disease management (Geldmacher et al., 2014). Therefore, cognitive assessment of the elderly population should include reliable, valid, and appropriate methods to detect, prevent, or intervene early in cognitive functions and/or disorders (Eyre et al., 2015). Although standardized neuropsychological assessment is one of the most common methods used for this purpose, this method has many limitations due to its face-to-face application (Germine et al., 2019; Miller & Barr, 2017).

The age-related physical difficulties in the elderly population could lead to problems in terms of transportation to the hospital. Particularly, the requirement for patients with dementia to reach the hospital can impose a burden on caregivers. Moreover, the accessibility of the cognitive evaluations for individuals living in rural areas decreases because neuropsychologists are often designated in metropolitan cities and central hospitals (Miller & Barr, 2017). In this context, it is essential to develop methods that can be an alternative to face-to-face applications (Germine et al., 2019). In addition to these factors, introducing alternative practices has been increasingly necessary with the suggestion of reducing

unnecessary medical interactions due to the COVID-19 pandemic, which carries fatal risks for elderly individuals (Roy et al., 2020). This review aimed to make a general evaluation of digital approaches, including the remote application of cognitive tests via video conference (teleneuropsychology), methods using technologies such as computerized assessment, mobile application, or virtual reality.

Studies on teleneuropsychology (for a meta-analysis see, Brearly et al., 2017; Marra et al., 2020a) have shown that tests based on verbal application have strong reliability for remote applications. However, factors such as connection speed, physical characteristics of the place where the application is conducted, and test security are essential for the method (Cullum & Groesch, 2012). For this reason, taking precautions related to environmental factors that may affect test performance determine the success of videoconferencing applications. Moreover, if the patient has special needs or requires assistance, it is necessary to take precautions regarding these. At this point, it should be kept in mind that not every patient is suitable for videoconferencing.

The digital application of neuropsychological assessment via computer–tablet or mobile technologies allows the applicability of the tests to extended segments and provides richness in terms of measurement and standardization (Germine et al., 2019). Many batteries and applications evaluate core cognitive areas, such as attention, processing speed, memory, executive functions, and visuospatial functions via different tests and tasks (Zygouris & Tsolaki, 2015). Thus, the selection of a battery or specific test in the battery should depend on the intention of use and possibilities. It should be also noted that these batteries and applications are not intended to replace classical neuropsychological evaluation (Aslam et al., 2018; García-Casal et al., 2017). These methods could be use only to identify individuals with cognitive impairment because it is not possible to diagnose dementia with these tests. In addition to computerized batteries and applications, some studies also investigated web-based assessment approaches and digital versions of classical paper–pencil tests, such as Clock Drawing Test (Cohen et al., 2014), Trail Making Test (Fellows et al., 2017), and Montreal Cognitive Assessment (Berg et al., 2018). In addition to these methods, some studies focusing on the possibility of the cognitive assessment with virtual reality provided promising results (e.g., Cabinio et al., 2020; Eraslan Boz et al., 2020).

### Discussion

Digital approaches for neuropsychological assessment have some advantages, including increased accessibility for patients, decreased costs of medical care for patients and healthcare system, and potential of more sensitive, standardized, and unbiased

cognitive assessment (Germine et al., 2019). Thus, it can be thought that neuropsychology will be digitalized in the near future. However, digital approaches also have significant limitations (Miller & Barr, 2017). The first and foremost disadvantage of both remote and computerized cognitive assessment is the limited observation of behaviors and strategies of patients (Cullum & Grosch, 2012). Other disadvantages include the lack of normative and psychometric data of these methods, and factors adversely affecting test performance, such as lack of knowledge and experience of computer use and concerns about computer use (Bilder et al., 2020). Moreover, digital approaches are sensitive to technical specifications of the computer and internet connection speed. Therefore, a critical review of the digital approaches for neuropsychological assessment would benefit future research and clinical studies.

Nüfusun yaşlanması ile toplumsal ve klinik anlamda birçok sorun ortaya çıkmaktadır ve bu sorunlardan bir tanesi de yaşlı bireyler içinde demans ve bilişsel bozuklukların sıklığının artmasıdır (Corrada ve ark., 2010). Geldmacher ve arkadaşları (2014), demansın ilerleyişini bir yıl geriye çekmenin bile, demanslı kişilerin yaşam kalitesini arttırdığını ve ilişkili sosyoekonomik yükü ciddi anlamda azalttığını belirtmektedir. Bu açıdan, demansın erken tespit edilmesi ve zamanında müdahalelerin yapılması hastalığın yönetimi açısından önem taşımaktadır. 70 yaş ve üzeri kişilerin %20'sinden fazlasını etkileyen Hafif Bilişsel Bozukluk (HBB) çeşitlerinin, demans için risk faktörü olduğu belirtilmektedir (Bruscoli ve Lovestone, 2004). Ayrıca, yapılan çalışmalar nörodejeneratif süreçlerin sinsi başlangıçlı olduğuna işaret etmektedir. Jack ve arkadaşları (2010), Alzheimer hastalığının (AH) bilişsel ve davranışsal belirtileri ortaya çıkmadan yaklaşık 20 yıl öncesinde beyinde bazı değişiklikler ile başladığını öne sürmektedir. Bu nedenle, objektif olarak saptanamayan bilişsel belirtiler gösteren fakat AH için risk grubunda olan kişilerin ve objektif olarak saptanan bilişsel belirtiler gösteren fakat henüz işlevselliğini sürdüren HBB hastalarının takip edilmesi büyük bir öneme sahiptir.

Bilişsel işlevlerde azalmanın ve/veya bilişsel bozuklukların saptanması, önlenmesi ya da erken müdahale edilmesi için yaşlı nüfusun güvenilir, geçerli ve uygun yöntemlerle değerlendirilmesi gerekmektedir (Eyre ve ark., 2015). Standardize edilmiş nöropsikolojik değerlendirmeler bu amaçla kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir. 28 takip çalışmasında ( $N = 2365$ ) raporlanan 61 farklı nöropsikolojik testin yordayıcı gücünün incelendiği bir sistematik derleme çalışmasında (Belleville ve ark., 2017) nöropsikolojik testlerin birçoğunun hangi HBB hastasının demansa döneceğini yordamada istatistiksel olarak yüksek bir güce ( $>.70$ ) sahip olduğu bulunmuştur. Buna ek olarak aynı çalışmada, ayırt edici istatistiksel gücün sözel bellek, dil ve yürütücü işlevleri değerlendiren testler açısından mükemmel seviyede ( $>.90$ ) olduğu da gösterilmiştir. Sonuçlar hem sağlık sistemi hem de hastalar açısından ekonomik ve sıklıkla ulaşılabılır bir yöntem olan nöropsikolojik değerlendirmelerin klinik öncesi AH vakalarını (prodromal ve preklinik evreler) saptamada kritik öneme sahip olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Her ne kadar nöropsikolojik testlerin kullanımı, tüm bu süreçler için önemli ve tanınan anlamda yüksek potansiyel taşıyan bir yöntem olsa da uygulamanın yüz yüze yapılmasından dolayı nöropsikolojik değerlendirme birçok kısıtlılık da taşımaktadır (Miller ve Barr, 2017). Yaşlı bireylerin yaşlanma ile bağlantılı yaşadıkları fiziksel zorluklar hastaneye ulaşım açısından sorun yaratmaktadır. Özellikle, demans hastalarının hastaneye

ulaşımını sağlamak bakım verenler için fazladan bir yük oluşturabilmektedir. Diğer bir taraftan, nöropsikolojik testleri uygulayan uzmanların sıklıkla büyükşehirlerde ve merkezi hastanelerde olması, diğer şehirlerde ve merkez dışındaki yerleşim yerlerinde oturan bireylere nöropsikolojik değerlendirme yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, yüz yüze görüşmelere alternatif olabilecek yöntemlerin geliştirilmesi ve etkinliklerinin incelenmesi önem taşımaktadır. Bu faktörlere ek olarak, özellikle yaşlı bireyler için ölümcül riskler taşıyan Covid-19 nedeniyle gerekli olmayan tıbbi etkileşimlerin azaltılması önerisi ile alternatif uygulamaların devreye sokulması gerekliliği hızlanmıştır (Roy ve ark., 2020). Bu gözden geçirme yazısında nöropsikolojik değerlendirme alanında kullanılan dijital yaklaşımların genel değerlendirmesi yapılacaktır. Bu yaklaşımlar, videokonferans aracılığı ile nöropsikolojik testlerin uzaktan uygulanması, bilgisayarlı veya mobil bilişsel bataryalar ve sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojileridir.

### **Videokonferans Aracılığı ile Nöropsikolojik Değerlendirme**

İletişim ve bilgi teknolojilerinin kullanımının artmasıyla birlikte, yüz yüze görüşmelere alternatif olan uzaktan tıbbi uygulamaların aktif olarak kullanımı daha mümkün hale gelmiştir. Teletıp (telemedicine) hizmeti, telefon, akıllı telefon ve mobil kablosuz cihazları içeren farklı telekomünikasyon araçları ile video bağlantılı ya da bağlantısız olarak sağlık hizmetinin uzaktan verilebilmesi olarak tanımlanabilir (Dorsey ve Topol, 2016). Merkezdeki daha donanımlı sağlık merkezlerine uzak olan kişilerin ve yaşadığı tıbbi durum nedeniyle hareketliliğinde sorun olan hastaların sağlık hizmetlerine ulaşımının artması ve hem sağlık sistemi hem de hasta açısından potansiyel maliyetten tasarruf edilmesi teletıp hizmetlerinin sağladığı birincil faydalardandır (Hjelm, 2005). Öte yandan, videokonferans uygulamasının hastadaki kişilerarası kaygıyı azalttığı da öne sürülmektedir (Kirkwood ve ark., 2000). Bu avantajlara karşın, videokonferans aracılığı ile yapılan değerlendirmeler esnasında kamera açısı içinde yer almayan davranışları, stratejileri yakalayamama önemli bir kısıtlılık teşkil etmektedir. Buna ek olarak, sosyal ve demografik faktörlere dayanan telekomünikasyon teknolojilerine erişim ile ilgili sorunlar da dezavantajlar içinde yer almaktadır (Dorsey ve Topol 2016).

En sık kullanılan teletıp yöntemi olan videokonferans temelli teletıp hizmetlerinin klinik müdahaleleri olumsuz yönde etkilemediği ve hastaların genel olarak bu yönteme uyum sağladığı konusunda birçok sonuç mevcuttur ve benzer sonuçlar gelmeye devam etmektedir (örn., Backhaus ve ark., 2012; Bashshur ve ark., 2016). Videokonferans uygulaması birincil sağlık hizmetleri, nöroloji, psikiyatri ve diğer uzmanlık alanlarında

kullanılmaktadır (Bashshur ve ark., 2016; Drago, ve ark., 2016; Hatcher-Martin ve ark., 2020). Yaşla ilişkili bilişsel bozulmalar ve demans alanında tanı koyma ve müdahale etme amacı ile videokonferans uygulamasının etkili bir yöntem olduğu bilinmektedir. Nitekim, AH için yüz yüze yapılan değerlendirmeler ve teletıp değerlendirmeleri arasındaki tanısal tutarlılığın çok yüksek olduğu gösterilmiştir (Costanzo ve ark., 2020). McCleery ve arkadaşları (2021) tarafından yapılan sistematik derlemede tanısal tutarlılığın incelendiği üç çalışma analiz edilmiş ve bu çalışmaların duyarlılık ve özgüllük değerlerinin .80 ve 1.00 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Bilişsel bozukluklar için önemli olan nöropsikolojik değerlendirmelerin de videokonferans aracılığı ile etkili bir şekilde yapılabileceği çalışmalarca gösterilmiştir (Cullum ve ark., 2006; Cullum ve ark., 2014; Grosch ve ark., 2015; Hildebrand ve ark., 2004; Jacobsen ve ark., 2003; Kirkwood ve ark., 2000; Vestal ve ark., 2006; Wadsworth ve ark., 2016, 2018). Fakat videokonferans uygulaması nöropsikolojik testlerin geçerlilik ve güvenilirlikleri üzerinde etkili olabileceği için hangi testlerin hangi şekilde uygulanması gerekliliği önem taşımaktadır. Nitekim birçok çalışma bu konuya yoğunlaşmıştır.

Yapılan bir meta-analiz çalışmasında (Brearly ve ark., 2017), aynı kişilere ait yüz yüze yapılan nöropsikolojik test puanları ile videokonferans uygulaması ile elde edilen puanları karşılaştıran 12 çalışmayı incelenmiş ve bu iki uygulama puanları arasındaki tutarlılığı değerlendirmiştir. Yazarlar sadece Boston Adlandırma Testi (BAT) için tutarlı bir istatistiksel farklılık bulmuşlar ve bu test özelinde, 15 maddelik BAT kısa form yerine uzun formun uygulanmasının bu farklılığı azaltabileceğini öne sürmüşlerdir. Aynı çalışmada, motor bileşeni olan Mini Mental Durum Değerlendirme (MMSE) ve Saat Çizme gibi testlerin de puanlamalarında iki yöntem arasında farklılıklar saptanmıştır. Bu tutarsız sonuçların, videokonferans görüşmesindeki bağlantı, görüntü ve ses kalitesindeki değişimler, görsel bilginin kameraya olan uzaklığı ve puanlamadaki farklılıklar nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, Bearly ve arkadaşları (2017), özellikle sayı menzili, sözel akıcılık, liste öğrenme gibi sözel uygulama ile yapılan testlerin videokonferans ile uygulanmasının güvenilir olduğuna işaret etmektedir. Yakın tarihli bir diğer meta-analizde (Marra ve ark., 2020a) ise, global bilişsel işleyişi değerlendiren MMSE ve Montreal Bilişsel Değerlendirme'nin (MoCA), dil testleri içinde yer alan BAT ve leksikal akıcılığın, dikkati değerlendiren sayı menzili testinin ve belleği ölçen Hopkins Sözel Öğrenme Testi'nin videokonferans uygulaması için güçlü güvenilirliğe sahip olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada ayrıca, yürütücü işlevleri ve işleme hızını

değerlendiren testlerle ilgili güvenilirlik verilerinin eksikliğine işaret edilmiştir. Tablo 1’de yüz yüze uygulama puanları ile videokonferans puanları arasındaki tutarlılığı inceleyen çalışmalarda (Abdolahi ve ark., 2016; Cullum ve ark., 2006; Cullum ve ark., 2014; Grosch ve ark., 2015; Hildebrand ve ark., 2004; Jacobsen ve ark., 2003; Stillerova ve ark., 2016; Vestal ve ark., 2006; Wadsworth ve ark., 2016, 2018) dikkat, dil, bellek ve yürütücü işlevler alanlarını değerlendiren testlerle ilgili sonuçlar gösterilmiştir. Bu tabloda yer alan her bir test için, telenöropsikoloji uygulama esaslarının paylaşıldığı derleme çalışmalarında (Bilder ve ark., 2020; Hewitt ve Loring, 2020; Marra ve ark., 2020a) yer alan öneriler de yer almaktadır.

**Tablo 1.**

*Telenöropsikoloji Uygulamasında Sıklıkla Kullanılan Nöropsikolojik Testler*

Testin Adı	Bulgular	Öneriler
<b>Global Kognisyon</b>		
MMSE	YY ve VK arası fark yoktur (Cullum ve ark., 2014; Grosch ve ark., 2015; Wadsworth ve ark., 2016).	Görsel mekânsal ölçüm maddeleri için katılımcıların kağıdı kameranın önüne tutması istenebilir.
MoCA	YY ve VK arası fark yoktur (Cullum ve ark., 2014; Lindauer ve ark., 2017). İki çalışmada (Abdolahi ve ark., 2016; Stillerova ve ark., 2016) YY puanları VK’ya kıyasla daha düşüktür.	Görsel uyaranlar büyütülerek kapalı bir zarf içinde hastanın testi yapacağı odaya bırakılabilir. Hastadan çizimi kameraya göstermesi istendiğinde ekran resmi alınabilir ya da çizimin zarfa konulması istenebilir.
<b>Dikkat ve Yürütücü İşlevler</b>		
WAIS Sayı menzili (ileri – geri)	YY puanlar ileri sayı menzili için daha yüksektir (Wadsworth ve ark., 2016); diğer çalışmalarda (Cullum ve ark., 2006, 2014; Wadsworth ve ark., 2018) YY ve VK arası fark yoktur.	Teknik problemler nedeniyle dizilerin duyulmaması dışında denemeler tekrarlanmamalıdır.
Sözel İz Sürme Testi	A formunda YY performansta daha yüksek puan saptanırken, B formunda fark yoktur (Wadsworth ve ark., 2016).	Herhangi bir değişiklik yapılmamaktadır.
Saat Çizme Testi	YY performansının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Grosch ve ark., 2015; Hildebrand ve ark., 2004). Diğer çalışmalarda YY ve VK arası fark yoktur (Cullum ve ark., 2006, 2014; Wadsworth ve ark., 2016, 2018).	Hastanın planlamasını gözlemlemek için çizim esnasında kamerayı çizime tutması istenebilir. Hastadan çizimi kameraya göstermesi istendiğinde ekran resmi alınabilir ya da çizimin uygulama odasında bulunan zarfa konulması istenebilir.
Semantik akıcılık	Hayvan akıcılığında fark saptanmıştır (Wadsworth ve ark., 2018); diğer çalışmalarda YY ve VK arası fark yoktur (Cullum ve ark., 2006, 2014; Wadsworth ve ark., 2016).	Herhangi bir değişiklik yapılmamaktadır.



Leksikal akıcılık	YY ve VK arası fark yoktur (Cullum ve ark., 2006, 2014; Hildebrand ve ark., 2004; Wadsworth ve ark., 2016, 2018; Vestal ve ark., 2006).	Herhangi bir değişiklik yapılmamaktadır.
<b>Dil İşlevleri</b>		
Boston Adlandırma Testi	YY'de daha iyi performans bulunmuştur (Wadsworth ve ark., 2016); diğer çalışmalarda YY ve VK arası fark yoktur (Cullum ve ark., 2006, 2014; Wadsworth ve ark., 2018).	Görsel büyüklüğü ve kalitesi standart olacak şekilde, uygulayıcı şekilleri ekrana tutabilir ya da ekrandan paylaşabilir.
WAIS - Sözcük Dağarcığı	YY ve VK fark yoktur (Hildebrand ve ark., 2004; Jacobsen ve ark., 2003).	Herhangi bir değişiklik yapılmamaktadır.
<b>Bellek</b>		
Rey İşitsel Sözel Öğrenme Testi	YY ve VK arasında anlık bellek ve gecikmiş hatırlama açısından fark mevcuttur (Hildebrand ve ark., 2004).	Hastaya hatırlaması istenen kelimeleri yazmaması ya da kaydetmemesi gerektiği belirtilmelidir. Uygulamacı hastaların kelimeleri kaydetmediğinden emin olmak için hastayı gözlemlemelidir.
Hopkins Sözel Öğrenme Testi	Anlık bellekte, bir çalışmada (Cullum ve ark., 2006) VK'da daha iyi performans saptanmıştır; diğer çalışmalarda hem anlık bellekte hem de gecikmiş hatırlamada YY ve VK arası fark yoktur (Cullum ve ark., 2006, 2014; Wadsworth ve ark., 2018).	Rey İşitsel Sözel öğrenme Testi'ndeki önerilerin aynı geçerlidir.
WAIS- Mantıksal Bellek	Anlık bellek puanı VK'da daha yüksek bulunurken, gecikmiş hatırlama için YY ve VK arası fark yoktur (Jacobsen ve ark., 2003).	Hastaya hatırlaması istenen hikâye ile ilgili detayları yazmaması ya da kaydetmemesi gerektiği belirtilmelidir. Uygulamacı hastaların hiçbir şey kaydetmediğinden emin olmak için hastayı gözlemlemelidir.

Not: MMSE: Mini Mental Durum Değerlendirmesi, MoCA: Montreal Bilişsel Değerlendirme, YY: Yüz yüze, VK: Video-konferans, WAIS: Wechsler Yetişkin Zekâ Ölçeği

Videokonferans uygulaması için bağlantı hızı, uygulama yapılan yerin özellikleri, test güvenliği gibi faktörlerin önemli olduğu belirtilmektedir (Cullum ve Grosch, 2012). Her ne kadar, Bearly ve arkadaşları (2017) bağlantı hızının sadece 75 yaş üstündeki kişilerin test uygulamaları açısından farklılık yarattığını gösterse de, görsel ve işitsel verinin aktarılma hızı ya da dalga genişliği (bandwidth) videokonferans uygulamaları için önemlidir. Fatehi ve arkadaşları (2015) yaptıkları derleme çalışmasında, araştırmaların büyük bir oranının ortalama hız (384 kbit/s – 1Mbit/s) kullandıklarını bildirmiştir. Yazarlar, düşük dalga genişliğinin (<384 kbit/s) görüntü kalitesini kötüleştirme nedeniyle, yüksek dalga genişliği olan hızlı bir bağlantının (tercihen 1Mbit/s üstü) videokonferans uygulamaları için gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Test performansını etkileyebilecek çevresel faktörlerle ilgili önlemlerin alınması, videokonferans uygulamalarının başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için önem taşımaktadır (Cullum ve Grosch, 2012). Hastanın dikkati çelebilecek uyaranlardan arındırılmış sessiz ve ışıklı bir ortamda olması ve monitöre ya da kameraya uygun bir uzaklıkta rahat bir şekilde oturması gerekmektedir. Uygulamacının, uygulama öncesinde hoparlör ve monitörün optimum kalitede çalışıyor olduğundan, bağlantı hızı ile ilgili bir sorun olmadığından ve uygulama ilgili tüm materyallerin hastanın ulaşabileceği şekilde hazır olduğundan emin olması gerekmektedir. Mevcut uygulamalar, videokonferans yapılacak ortamı ayarlama, araç ve gereçlerin kurulumunu yapma, hastayı oryante etme ve hastaya test cevap formlarını iletme ve toplama işlerinden sorumlu olan bir teknisyenin olduğu uydu kliniklerinde yapılmakla birlikte (Marra ve ark., 2020a), iki çalışmada (Abdolahi ve ark., 2016; Stillerova ve ark., 2016) hastalara kendi evlerinde test uygulanmıştır. Her iki yöntemde de videokonferans uygulamalarının yüz yüze uygulamalarla tutarlı olduğu görülse de doğrudan hastanın evinde uygulanan yöntemde birçok değişkenin yapısal geçerliliği bozabileceği unutulmamalı ve gerekli çevresel önlemler alınmasına dikkat edilmelidir (Stillerova ve ark., 2016). Görüşme öncesinde hastaya ya da hasta yakınına videokonferans için kullanılacak cihazın (çalışan mikrofon ve kamerası olan ve en az 25 cmlik bir ekrana sahip bilgisayar ya da tablet) ve internet bağlantısının sahip olması gereken özelliklerinin (süre ya da veri sınırlaması olmayan mümkünse bireysel bağlantı) belirtilmesi gerekmektedir (Bilder ve ark., 2020). Buna ek olarak, videokonferans görüşmesinin yapılacağı platformun (örn., Zoom, Google-Meet) nasıl kullanılacağı ve bağlantı kopması ya da cihaz ile ilgili bir sorunla karşılaşıldığında hangi adımların takip edilmesi gerektiği hususunda bilgilendirme yapılması da önem taşımaktadır. Bu noktada, videokonferans görüşmesi öncesinde hasta ile videokonferans platformunda alıştırma yapılması faydalı olabilir (örn., hastadan basit bir çizim istenmesi ve bu çizimi kameraya tutması). Diğer bir yandan, dikkati çeldirebilecek uyaranlardan arındırılmış (örn., telefon, televizyonun kapalı olması), sessiz ve iyi aydınlatılmış bir ortamda videokonferansa bağlanması ve test materyallerinin görsel ve işitsel kaydının alınmaması gerektiği konusunda hasta ve/veya hasta yakını ile anlaşma sağlanması gerekmektedir. Tüm bunlara ek olarak, hastanın özel gereksinimleri ya da yardıma ihtiyacı olduğu durumlar var ise bunlara dair önlemlerin de alınması önem teşkil etmektedir.

Diğer bir taraftan, her hastanın videokonferans uygulamasına uygun olmayabileceği de akıldan çıkarılmamalıdır. Hewitt ve Loring (2020), klinik tecrübeleri ışığında bazı durumlarda ya da vakalarda videokonferans uygulamasının yapılmaması gerektiğini be-

lirtmişlerdir. Bu durumları yazarlar şu şekilde sıralamıştır: videokonferans platformundaki alıştırmanın 30 dakikadan fazla sürdüğü vakalar, işitme veya gözlük kullanmasına karşın görme sorunları olan ve bu nedenle test maddelerinin tekrarlanması isteyen hastalar ve dikkati ileri derece bozuk olan orta ya da ileri demans hastaları.

### **Bilgisayarlı ve Mobil Bilişsel Değerlendirme Test ve Bataryaları**

Nöropsikolojik değerlendirmenin bilgisayar-tablet aracılığıyla ya da mobil teknolojilerle dijital olarak uygulanması, testlerin daha geniş kesimlere uygulanabilirliğini beraberinde getirmekte ve ölçüm ve standardizasyon açısından zenginlik sağlamaktadır (Germine ve ark., 2019). Bunlara ek olarak, nöropsikolojik değerlendirme, dijital uygulama ile uygulayıcının önyargılarından arındırılmaktadır (Zygouris ve Tsolaki, 2015). Buna karşın, değerlendirmeye alınan kişi ya da hastanın gözlenemiyor oluşu, hastanın genel anlamda değerlendirilmesi için eksiklik yaratmaktadır. Testlerin normatif verilerinin ve psikometrik standartlarının eksik olması ve özellikle yaşlı bireylerin bilgisayar kullanımı ile ilgili bilgi ve deneyimlerinin olmaması ve bilgisayar kullanımına dair endişelerinin olması nedeniyle test performanslarının olumsuz etkilenmesi, yöntem ile ilgili diğer dezavantajlar içinde yer almaktadır (Miller ve Barr, 2017; Zygouris ve Tsolaki 2015). Buna ek olarak, iPad uygulaması gibi mobil uygulamalarda ya da kişinin kendi bilgisayarı üzerinden yapılan bireysel test uygulamalarında cihazın teknik özellikleri ve internet bağlantı hızı gibi etkenler de olumsuzluk yaratabilmektedir (Germine ve ark. 2019).

Bu alan ile ilgili olarak, var olan nöropsikolojik testlerin dijitalleştirilmesi ya da yeni test ve görevlerin geliştirilmesini içeren birçok çalışma yapılmaktadır. Mevcut bilgisayarlı ve mobil temelli batarya ve testleri içeren derleme çalışmalarının (Aslam ve ark., 2018; García-Casal ve ark., 2017; Zygouris ve Tsolaki, 2015), dikkat çektiği önemli bir ortak nokta, bu batarya ve uygulamaların yüz yüze nöropsikolojik değerlendirmenin yerini alma amaçlı olmadığıdır. Bu yöntemlerle demans tanısı koymanın mümkün olmadığı ve bu yöntemlerin sadece bilişsel bozukluk gösteren bireylerin saptanması ve gerekli yönlendirmelerin yapılması için kullanılabilir özellikte olduğu belirtilmektedir. Tablo 2’de en sık kullanılan ve psikometrik inceleme çalışmaları yapılmış bilgisayarlı bataryalar ve mobil değerlendirme uygulamaları yer almaktadır.

**Tablo 2.**  
*Bilgisayarlı ve Mobil Nöropsikolojik Testler ve Bataryalar*

Bataryanın Adı	Kullanılan Donanım (Girdi)	Ölçtüğü Alanlar	Test-tekrar Test güvenilirlik	Uygulama Süresi	Uygulayıcı
Otomatize Nöropsikolojik Değerlendirme Metrikleri (Automatic Neuropsychological Assessment Metrics)	Masa üstü/ dizüstü bilgisayar (Web-temelli ve mobil uygulamalarımevcut)	Bellek, dikkat, odaklanma, tepki süresi, işleme hızı, karar verme, yürütücü işlevler	Cole ve ark., 2013; Kaminski ve ark., 2009	20 dak. (temel batarya) 45-50 dak. (geniş batarya)	Test uygulayıcısı (Web temelli ve mobil uygulamada bireysel uygulama)
BrainCheck	Mobil uygulama	Dikkat, epizodik bellek, işleme hızı, yürütücü işlevler, akil yürütme		20 dak.	Bireysel uygulama
Hafif Bilişsel Bozukluk için Bilgisayar Değerlendirmesi (Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment)	Tablet	Bellek (sözel, sözel olmayan, işlevsel), dikkat, yürütücü işlevler, işleme hızı	Saxton ve ark., 2009	25-30 dak.	Bireysel uygulama (test uygulayıcısı tarafından başlatılır)
Hafif Bilişsel Bozukluk için Bilgisayar Uygulamalı Nöropsikolojik Tarama (Computer-Administered Neuropsychological Screen for Mild Cognitive Impairment)	Masa üstü bilgisayar (Dokunmatik ekran)	Bellek, dil, yürütücü işlevler	Tomatore ve ark., 2005	30 dak.	Bireysel uygulama (test uygulayıcısı tarafından başlatılır)
Cambridge Nöropsikolojik Test Otomatize Bataryası (Neuropsychological Test Automated Battery)	Masa üstü bilgisayar (Dokunmatik ekran)	Görsel bellek, yürütücü işlevler, çalışma belleği ve planlama, dikkat, semantik/sözel bellek, karar verme ve tepki kontrolü, sosyal kognisyon ve tarama/aşınalık	Lowe ve Rabbitt, 1998	30-90 dak.	Test uygulayıcısı

CNS Vital Signs	Masa üstü bilgisayar (klavye tuşları) / web temelli uygulama	Bellek (sözel-görsel), yürütücü işlevler, işleme hızı, tepki hızı, karmaşık dikkat, bilişsel esneklik	Gualtieri ve Johnson (2006)	30 dak.	Bireysel uygulama (test uygulayıcısı tarafından başlatılır) (web temelli versiyonda bireysel uygulama)
Bilişsel İlaç Araştırması Bilgisayarlı Değerlendirme Sistemi (Cognitive Drug Research Computerized Assessment System)	Dizüstü bilgisayar (2 tuşlu bir cihaz)	Dikkat, sözel ve görsel mekansal hatırlama, çalışma belleği, işleme hızı, psikomotor hız	Simpson ve ark., 1991	30 dak.	Test uygulayıcısı
CogState	Dizüstü bilgisayar (2 klavye tuşu ya da fare)	İşleme hızı, dikkat, karar verme, görsel öğrenme ve görsel dikkat ve epizodik bellek	Hammers ve ark., 2011	15-25 dak.	Test uygulayıcısı
Mindstreams – BrainCare	Masa üstü bilgisayar (fare ve klavye)	Sözel ve sözel olmayan bellek, sözel akıcılık, görsel mekansal dikkat, bilgi işleme hızı, yürütücü işlevler, dikkat ve motor beceriler	Schweiger ve ark., 2003	45-60 dak.	Test uygulayıcısı
Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsü Araç Kutusu (NIH Toolbox)	Masa üstü bilgisayar (Dokunmatik ekran) / Tablet	Yürütücü işlevler, epizodik bellek, dil, bilgi işleme hızı, çalışma belleği, dikkat	Heaton ve ark., 2014	30 dak.	Destek ile bireysel uygulama
GrayMatters	Masa üstü bilgisayar (Dokunmatik ekran)	Görsel bellek ve yürütücü işlevler	Brinkman ve ark., 2014	20 dak.	Bireysel uygulama

Her ne kadar, Tablo 2’de yer alan birçok batarya ve uygulama dikkat, işleme hızı, bellek, yürütücü işlevler, görsel mekansal işlevler gibi temel bilişsel alanları değerlendiriyor olsa da, bu değerlendirme araçları farklı test ve görevler içermektedir. Bu nedenle, mevcut bataryaların ya da batarya içinde yer alan spesifik testlerin kullanım amacına ve mevcut imkanlara göre seçilip kullanılması önem taşımaktadır. Örneğin, akademik, klinik ve farmakolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılan Cambridge Nöropsikolojik Test Otomatize Bataryası (Neuropsychological Test Automated Battery - CANTAB) içinde yer alan ve CANTAB’ın mobil uygulamasının temel olarak dayandığı görsel epizodik belleği ölçen Eşleştirilmiş Bağlam Öğrenme (Paired Associate Learning - PAL) görevinde, AH ve HBB hastalarının ciddi anlamda bozulmuş performans gösterdikleri saptanmış (Junkkila ve ark., 2012) ve bu testin klinik öncesi AH için bir belirteç olarak kullanılabilmesi öne sürülmüştür (Egerházi ve ark., 2007). Tam tersi şekilde, Otomatize Nöropsikolojik Değerlendirme Metrikleri (The Automated Neuropsychological Assessment Metrics - ANAM) ve Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsü Araç Kutusu (The National Institutes of Health Toolbox - NIHTB) gibi bazı testlerin, gecikmiş bellek değerlendirmesi yapan testleri içermediğinin akılda bulundurulması ve gerekli testler ile birleştirilerek değerlendirmenin yapılması gerekmektedir. Diğer bir yandan, CogState, uygulama etkisinin değerlendirmeye katkı sağladığı tek bilgisayarlı ölçüm aracı olma özelliğini taşımaktadır (Falletti ve ark., 2006). Bu testteki uygulama etkisinin, sağlıklı yaşlı bireyleri HBB hastalarından başarılı bir şekilde ayırt etme gücüne sahip olduğu belirtilmiştir (Darby ve ark., 2002). Bu açıdan, sık aralıklarla nöropsikolojik değerlendirme yapılması gereken durumlarda CogState kullanımı daha avantajlı görünmektedir. Zygoris ve Tsolaki (2015) tarafından yapılan ve bataryaları; değerlendirme, tarama ve kısa tarama testleri adı altında üç grupta inceleyen kategorizasyon, araştırmacılar ve klinisyenler için uygun yöntemin belirlenmesi açısından faydalı olabilir.

Mevcut batarya ve uygulamalar, farklı donanım ve kullanım özelliklerine sahiptir. Garcia-Casal ve arkadaşlarının (2017) yaptıkları sistematik derleme çalışmasında, masaüstü/dizüstü bilgisayar, tablet ve akıllı telefonlarla ulaşılabilen mobil teknolojiler ve web temelli uygulamaların sıklıkla kullanılan altyapılar olmasına karşın, en sık kullanılan altyapının masaüstü/dizüstü bilgisayar olduğu belirtilmiştir. Yazarlar, sıklıkla girdilerin dokunmatik ekran, klavye ve fare aracılığı ile girildiğini; fakat dokunmatik ekranın olumlu taraflarına karşın birçok yöntemin dokunmatik ekran ile uygulamaya sahip olmadığı sonucuna ulaştıklarıdır. Buna ek olarak, her ne kadar bazı yöntemlerin evde bi-

reyler tarafından tek başına uygulanabilme potansiyeli olsa da mevcut uygulamaların büyük çoğunluğunun sadece klinikte uygulama teknisyeni ile uygulanabilen yöntemler olduğu gözlenmiştir.

Klinik kullanım dışında, bireylerin kendi performanslarını değerlendirebilecekleri birçok farklı uygulama bulunmaktadır, fakat çok az yöntem evde uygulama açısından geçerli ve güvenilirdir (Charalambous ve ark., 2020). Bu uygulamalar içinden, Bilişsel İlaç Araştırması Bilgisayarlı Değerlendirme Sistemi'ne (Cognitive Drug Research Computerized Assessment - CDR) dayanan CogTrack ve MyCognition<sup>1</sup> web temelli uygulamalar; BrainCheck Memory<sup>2</sup> ve Mezurio<sup>3</sup> ise mobil uygulamalar içinden ön plana çıkmaktadır. Buna ek olarak, yakın tarihli bir çalışmada (Backx ve ark., 2020), geçerli ve güvenilir bir bilgisayarlı değerlendirme yöntemi olan CANTAB'ın web temelli versiyonunu, masaüstü versiyonu ile karşılaştırılarak web temelli versiyonun güvenilirliği incelenmiştir. Özellikle işleme hızıyla ilgili sonuçların genellenebilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu söylenebilir. Diğer bir yandan, bireysel uygulamaya dayanan yöntemler boylamsal çalışmalar için de önem taşımaktadır. Örneğin, CogTrack uygulaması ile PROTECT<sup>4</sup> isimli çalışmada, 50 yaş üzerindeki sağlıklı yaşlı bireylerin bilişsel işlevleri 10 yıl boyunca takibi amaçlanmıştır (Huntley ve ark. 2018). Yine Mezurio isimli uygulama PREVENT isimli çalışmada kullanılmaktadır (Lancaster ve ark., 2020).

Psikometrik özellikler açısından değerlendirildiğinde, birçok batarya ve uygulamanın test - tekrar test güvenilirlik çalışmasının yapıldığı gözlenmektedir (Brinkman ve ark., 2014; Cole ve ark., 2013; Hammers ve ark., 2011; Heaton ve ark., 2014 ; Gualtieri ve Johnson, 2006; Lowe ve Rabbitt, 1998; Saxton ve ark., 2009; Schweiger ve ark., 2003; Simpson ve ark., 1991; Tornatore ve ark., 2005). Bu yöntemlerin MMSE, MoCA, Rey İşitsel Sözel Öğrenme Testi, İz Sürme Testi, Stroop gibi klasik kâğıt kalem testleri ile istatistiksel ilişkisi incelenmiş ve uyum geçerlilikleri de analiz edilmiştir. Ayrıca, birçok yöntemin ayırt edicilik geçerlilik çalışmaları da yapılmıştır. Buna karşın, psikometri açısından önem taşıyan faktör analizi çalışmalarının diğer psikometrik çalışmalara kıyasla daha az yapıldığı görülmektedir. CANTAB (Lenehan ve ark., 2016), NIHTB

1 <https://mycognition.com/>

2 <https://braincheck.com/individuals/memory>

3 <https://mezur.io>

4 <https://www.protectstudy.org.uk/>

(Mungas ve ark., 2014) ve CANS-MCI (Tornatore ve ark., 2005) faktör analizi yapılan bataryalar arasındadır.

Aslam ve arkadaşları (2018) yaptıkları derleme çalışmasında, CANTAB, NIHTB gibi bazı bataryaların HBB ve erken demans açısından ayırt edici hassasiyete sahip olduğunu ve her ne kadar kesme puanlarının belirlenmesi ile ilgili eksiklikler olsa da, bu bataryaların, klinik olarak karar verme açısından duyarlılığı yüksek bir araç olma potansiyeli taşıdığını belirtmişlerdir. Nitekim, yakın tarihli iki meta analizde (Chan ve ark., 2018; 2021), bilgisayarlı görsel ve sözel bellek testlerinin ve Saat Çizme Testinin HBB ve demans açısından tanısal ayırt edici gücünün, kâğıt kalem testlerinin gücü ile benzer olduğu gösterilmiştir. Diğer bir yandan, bilgisayarlı batarya ve uygulamaların, amiloid beta ve tau birikimleri ve hippokampal hacim gibi nörodejeneratif süreçlere özgü biyo-belirteçler ile ilişkisini inceleyen çalışmaların sonuçları, bilgisayarlı ve mobil teknolojiye dayanan test ve bataryaların demans açısından risk taşıyan kişileri ve klinik öncesi AH hastalarını saptamada duyarlı olabileceğini öne sürmektedir. Örneğin, NIHTB bataryasının akıcı kompozit puanının (O’Shea ve ark., 2016; Snitz ve ark., 2020), CANTAB içinde yer alan PAL testinin (Nathan ve ark., 2017) ve CogState (Racine ve ark., 2016) puanlarının biyo-belirteçlerle bağlantılı olduğu bulunmuştur. Diğer bir taraftan, nöropsikolojik testlerin, tanı koyma sürecinde olduğu kadar hastalığın takip edilmesi sürecinde de kullanılan bir yöntem olduğu bilinmektedir (Lezak, 2004). Fakat bilgisayarlı bataryaların ve testlerin hastalığın ilerlemesini takip etme açısından uygunluğu belirsizdir. Hem bu konu ile ilgili çalışmalar yetersizdir (Aslam ve ark., 2018), hem de her ne kadar bataryalar içindeki testlerin alternatif formları olsa da, tekrarlayan uygulamalarda uygulama etkisini raporlayan çalışmalar (örn., Cole ve ark., 2013; Rijnen ve ark., 2018) kafa karışıklığı yaratmaktadır.

Tablo 2’de özetlenen bilgisayarlı nöropsikolojik batarya ve mobil uygulamaları içeren yöntemlerin hepsi yurtdışında geliştirilmiştir ve CNSVital ve CDR haricindeki yöntemlerin Türkçe seçeneği bulunmamaktadır. Türkçe dil seçeneği sunan yöntemlerin Türkiye norm verileri ve Türkçeye çevrilen maddeler ile ilgili geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları henüz mevcut değildir. Bu yöntemlere ek olarak, Zorluoglu ve arkadaşları (2015), demans hastalarındaki bilişsel işlevleri tarama amaçlı bir mobil uygulama geliştirmişlerdir. Bu, Türkiye’de geliştiren ilk ve tek mobil nöropsikolojik değerlendirme uygulaması olma özelliğini taşımaktadır. Dikkat, bellek, yürütücü işlevler, dil, aritmetik ve görsel mekansal işlevleri değerlendiren testleri içeren uygulamayı, bireyler kendi başla-



rına yapmaktadırlar. On dört demans hastası ve dokuz sağlıklı yaşlı birey ile gerçekleştirilen çalışmada, uygulamanın global kognisyonu değerlendiren MoCA ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Yüksek olmayan bir uyum geçerliği olan bu uygulamanın klinik kullanımı bulunmamaktadır.

Bilgisayarlı batarya ve uygulamalara ek olarak, pratikte sıklıkla kullanılan klasik kağıt-kalem testlerinin dijital versiyonları ile ilgili çalışmalar da yapılmaktadır. Saat Çizme Testi (Cohen ve ark., 2014) ve İz Sürme Testi (Fellows ve ark., 2017) ile ilgili çalışmalar mevcuttur. En sık kullanılan global bilişsel işleyiş tarama testlerinin de dijital versiyonları üzerinde çalışılmaktadır. MoCA testinin elektronik versiyonu orijinal versiyonuna sadık kalınarak mobil teknoloji alt yapısı ile hazırlanmıştır. Fakat yüz yüze uygulanan MoCa ile elektronik MoCA'nın karşılaştırıldığı çalışmalarda bulgular tartışmalıdır. Snowdon ve arkadaşları (2015), yüz yüze uygulanan MoCA puanlarının elektronik uygulamaya göre daha yüksek olduğunu bulurken; Berg ve arkadaşları (2018), iki versiyonun birbiri ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu açıdan, görme sorunu yaşayan kişiler için geliştirilmiş olan ve bu nedenle dört görsel maddenin çıkarıldığı MoCA-Kör (MoCA-Blind) versiyonunun telefon uygulaması için geçerliğinin ve HBB ve demans için ayırt edici gücünün yüksek bulunduğu (Wittich ve ark., 2010) göz önüne alındığında, uzaktan uygulama için bu versiyonun daha iyi sonuçlar vereceği düşünülebilir. Yine sıklıkla kullanılan Addenbrooke Bilişsel Değerlendirme III için ACEmobil isminde bir uygulama geliştirilmiş (Newman ve ark., 2018) fakat bu uygulamanın geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları henüz yapılmamıştır.

### **Sanal Gerçeklik Kullanılan Yöntemler**

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, sanal gerçeklik ile bilişsel değerlendirmenin yapılabileceğini gösteren çalışmalar hayata geçirilmeye başlanmıştır. Bilgisayarlı bataryalar içinde sadece Hafif Bilişsel Bozukluk için Bilgisayar Değerlendirmesi (Computer Assessment of Mild Cognitive Impairment) sanal gerçeklik görevi içermektedir. Akıllı Yaşlanma Gerçeklik Oyunu (Smart Aging Serious Game) ise sanal gerçekliğe dayanan bir yöntemdir ve bu yöntemin, HBB hastalarındaki sağ hippocampal nörodejenerasyonu, MoCA, Serbest ve İpuçlu Serbest Hatırlatma Testi ve İz Sürme Testi'nden daha hassas bir şekilde tespit ettiği bulunmuştur (Cabinio ve ark., 2020). Her ne kadar çok küçük bir örnekleme sahip olsa da, Zygoris ve arkadaşları (2017), yaptıkları çalışmada, Sanal Süper Market bilişsel eğitim egzersizlerinin bitirilme süresinin ve performanslarının HBB grubu için ayırt edici özellikte olduğunu rapor etmiştir. Eraslan Boz ve arkadaşları

(2020), Sanal Süper Market uygulamasını Türkiye’de kullanmış ve uygulamanın amnestik HKB hastalarını sağlıklı kontrol grubundan %81 doğru sınıflandırma oranında ayırt edebildiğini göstermiştir. Sanal gerçeklik çalışmaları dışında, artırılmış gerçeklik teknolojisi ile kullanıcının ses, el mikrohareket ve mikrohata, postür değişikliği, göz takibi ve AH demansı için özel bir öneme sahip olan görsel mekansal navigasyon performansındaki mikrohata verisinin işlenmesi ile oluşturulan indeksin, HBB’den AH’ye dönüşen amiloid pozitif vakaların bilişsel bozulmalarını yordamada hassas olduğu bulunmuştur (Tarnanas ve ark., 2015).

## Tartışma

Hastalar açısından ulaşılabilirliğin artması, maliyetin düşmesi ve klasik yöntemlerle saptanamayan bulguların dijital teknolojiler ile saptanabiliyor olması nedeniyle gelecekte nöropsikolojinin dijitalleşeceği düşünülmektedir. Ayrıca, mevcut Covid-19 pandemisi nedeniyle, diğer sağlık hizmetlerindeki benzer şekilde, nöropsikoloji alanındaki dijitalleşme de hızla artmaktadır. Örneğin, Marra ve arkadaşları (2020b) nöropsikologlarla yaptıkları anket çalışmasında, nöropsikologların büyük bir çoğunluğunun Covid-19 pandemisi sırasında hızlı bir şekilde çoğunlukla videokonferans yöntemini kullanarak uzaktan test yapmaya geçtiğini saptamıştır. Benzer şekilde, Türkiye’de de telenöropsikolojik değerlendirmeler ile ilgili araştırmalar ve bilgisayarlı değerlendirmeleri içeren uygulamalar yapılmaya başlanmıştır (Izgi ve ark., 2021). Bu noktada, hızla gelişen ve klinik uygulamaya yerleşmeye başlayan dijital nöropsikolojik değerlendirme yöntemleri ile ilgili olumlu ve olumsuz yönleri birlikte ele alıp konu ile ilgili eleştirel bir bakış açısı geliştirmek ve olası yeni yaklaşımlar hakkında fikir yürütmek önem taşımaktadır.

Mevcut dijital nöropsikolojik değerlendirme yöntemlerinin yarattığı avantajların kimi zaman dezavantaja dönüştüğü görülebilmektedir. Örneğin, taşrada yaşayan kişilerin uygun özellikte teknik cihaza sahip olmaması ya da internet bağlantısı ile ilgili sorun yaşaması, dijital nöropsikolojinin ulaşılabilirliği artırma avantajını gölgeleyebilir. Bu noktada, taşradaki hastanelerde hızlı internet bağlantısına ve uygun teknik özelliklerde cihazlara sahip uydu klinikler kurulması ya da hastanelerin hastalara nöropsikolojik değerlendirme için ödünç cihaz vermesi yurt dışında kullanılan bir yöntemdir (Hewitt ve Loring, 2020). Buna ek olarak, çevrimdışı çalışma özelliği bulunan bilgisayarlı testler (örn., NIHTB mobil versiyon) de internet bağlantısı probleminin çözümüne katkıda bulunabilir.

Dijital yöntemlerin puanlama açısından standartlaşma sağladığı bilirse de (Bauer ve ark., 2012), birçok farklı dil seçeneği sunan yöntemde (örn., CNSVitals, CDR, CogState) değerlendirmeler, bataryanın geliştirildiği ülkeden toplanan verilerle belirlenen norm değerleri üzerinden yapılmakta ve bazı yöntemlerde otomatik raporlar oluşturulmaktadır. Bu, dilin ve kültürün testin anlaşılması üzerindeki etkisi göz önüne alındığında (Ardila, 2005) uygun bir yaklaşım değildir. Ayrıca, otomatik bir şekilde oluşturulan değerlendirme sonuçlarının nöropsikoloji alanında uzmanlaşmamış bir kişi tarafından değerlendirilmesi, hastanın klinik olarak yanlış değerlendirilmesine yol açabilir. Dolayısıyla, Türkiye gibi, başka dilde geliştirilmiş bataryaların uyarlandığı ülkelerde, kullanılmaya başlanan bataryaların yorumlanmasında temkinli olunması ve gerekli psikometrik çalışmaların hızlı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Buna ek olarak dijital yöntemlerin, nöropsikoloğun hastanın davranışlarına yönelik geliştirebileceği önyargıları azaltabileceği de öne sürülmektedir (Parsons ve Duffield, 2020). Fakat puanlama ya da klinik yorum için gözlemin önemli olabileceği Saat Çizme gibi testlerde, hastanın performansının ve kamera açısı dışındaki hareketlerinin gözlenememesi ve gerekli durumlarda hastaya yardım edilememesi büyük eksiklikler yaratmaktadır (Bildler ve ark., 2020). Ayrıca, bellek değerlendirmelerinde hastanın kelimeleri not alması ya da çizim yaptığı kağıtları açıkta tutması yanlış değerlendirmeye yol açabilmektedir. Bu noktada, telenöropsikolojik değerlendirmelerde iki kamera kullanımı; bilgisayarlı batarya ve mobil uygulamalarda ise tepki hızı ölçümü ya da sanal gerçeklik ile birleştirilen testler bir çözüm olabilir. Yapay zekâ teknolojisine dayanan, tablet ya da bilgisayar üzerinden kişinin kendi performansını değerlendirebildiği hızlı bir görsel kategorize etme görevi olan Bütünleştirilmiş Bilişsel Değerlendirme (Integrated Cognitive Assessment) bu açıdan bir örnek olabilir (Khaligh-Razavi ve ark., 2019).

Avantaj ve dezavantajları ile birlikte ele alınan dijital yöntemler, gelişen teknolojiye paralel bir şekilde dönüşümüne devam etmektedir. İlerleyen dönemde, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerine dayanan ölçüm yöntemlerinin nöropsikolojik değerlendirmede daha sık kullanılacağı tahmin edilmektedir. Çalışmalar, sürüş testleri, süpermarketten alışveriş yapma, kütüphanede kitap bulma gibi görevlerde incelenen göz takibi, tepki latansı, kafa hareketleri gibi aktif data izleme ölçümleri ile daha hassas değerlendirmelerin yapılabileceğini öne sürmektedir (Miller ve Barr, 2017; Parsons ve Duffied, 2020). Buna ek olarak, konuşma tanıma, akıllı kalem ile yazıyı takip etme, akıllı saat ile galvanik deri tepkilerini toplama gibi pasif veri izleme ölçümleri de gele-

cek vaat eden uygulamalar içinde görülmektedir. Diğer yandan, hem gündelik işlerin yürütülmesinde hem de sosyal ilişkilerin sürdürülmesinde çevrim-içi uygulamaların kullanımının giderek yaygınlaşması nedeniyle, nöropsikolojik değerlendirmelerin de çevrim-içi görevleri içerecek şekilde tasarlanması, gelecekte olası görülmektedir. Nitekim, çevrimiçi arama, alışveriş yapma ve mali yönetim yapma (örn., banka işlemleri) görevleri ile incelenen internette gezinme becerilerinin, klasik nöropsikolojik testlerle ölçülen bilişsel işlevlerle tutarlı olduğunu gösteren çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Woods ve ark., 2019). Bu yöntemlerin, nöropsikologların, kağıt-kalem ile yapılan nöropsikolojik değerlendirmelerin hastaların gündelik hayatlarını sürdürdükleri çevre ile olan karşılıklı ilişkilerine yönelik bir temele dayanmadığı yönündeki eleştirisine bir çözüm olabileceği düşünülmektedir (Parsons ve Duffied, 2020). Son olarak, ilerleyen dönemde, bio-informatik ve büyük veri (big data) analizlerinin nöropsikolojik değerlendirme sonuçlarını yorumlamada kullanılmaya başlayacağı öngörülmektedir. Bu kullanımın nöropsikolojideki kanıta dayalı uygulamayı arttıracacağı düşünülebilir (Miller, 2019).

Sonuç olarak, günümüz teknolojik ve sosyal gelişmeleri ışığında, dijital nöropsikolojik değerlendirme yöntemleri giderek daha çok kullanılmaya başlanmıştır ve ilerleyen dönemde de daha farklı teknolojileri içecek şekilde dijital yöntemlerin kullanımının artacağı ön görülmektedir. Bu nedenle, dijital nöropsikoloji uygulamalarının getireceği kısıtlılıkların ve oluşturabileceği potansiyellerin bilincinde olarak yapılan akademik ve klinik çalışmaların dijital nöropsikoloji alanına büyük katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

---

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Teşekkür:** Yazının gözden geçirilmesi açısından verdiği destek için Ezgi Soncu Büyükişcan'a teşekkür ederim.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** The author declared that this study has received no financial support.

**Acknowledgements:** I would like to thank Ezgi Soncu Büyükişcan for her support in reviewing the manuscript.

---

## Kaynakça/References

Abdolahi, A., Bull, M. T., Darwin, K. C., Venkataraman, V., Grana, M. J., Dorsey, E. R. ve Biglan, K. M. (2016). A feasibility study of conducting the Montreal Cognitive Assessment remotely in individuals with movement disorders. *Health Informatics Journal*, 22(2), 304–311. doi:10.1177/1460458214556373

- Ardila A. (2005). Cultural values underlying psychometric cognitive testing. *Neuropsychology Review*, 15(4), 185–195. doi:10.1007/s11065-005-9180-y
- Aslam, R. W., Bates, V., Dundar, Y., Hounsome, J., Richardson, M., Krishan, A., Dickson, R., Boland, A., Fisher, J., Robinson, L. ve Sikdar, S. (2018). A systematic review of the diagnostic accuracy of automated tests for cognitive impairment. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 33(4), 561–575. doi:10.1002/gps.4852
- Backhaus, A., Agha, Z., Maglione, M. L., Repp, A., Ross, B., Zuest, D., Rice-Thorp, N. M., Lohr, J. ve Thorp, S. R. (2012). Videoconferencing psychotherapy: A systematic review. *Psychological Services*, 9(2), 111–131. doi:10.1037/a0027924
- Backx, R., Skirrow, C., Dente, P., Barnett, J. H. ve Cormack, F. K. (2020). Comparing web-based and lab-based cognitive assessment using the Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery: A within-subjects counterbalanced study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(8), e16792. doi:10.2196/16792
- Bashshur, R. L., Howell, J. D., Krupinski, E. A., Harms, K. M., Bashshur, N. ve Doarn, C. R. (2016). The empirical foundations of telemedicine interventions in primary care. *Telemedicine Journal and E-Health*, 22(5), 342–375. doi:10.1089/tmj.2016.0045
- Bauer, R. M., Iverson, G. L., Cernich, A. N., Binder, L. M., Ruff, R. M. ve Naugle, R. I. (2012). Computerized neuropsychological assessment devices: Joint position paper of the American Academy of Clinical Neuropsychology and the National Academy of Neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27(3), 362–373. doi:10.1093/arclin/acs027
- Belleville, S., Fouquet, C., Hudon, C., Zomahoun, H., Croteau, J. ve Consortium for the Early Identification of Alzheimer's disease-Quebec. (2017). Neuropsychological measures that predict progression from mild cognitive impairment to Alzheimer's type dementia in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 27(4), 328–353. doi:10.1007/s11065-017-9361-5
- Berg, J. L., Durant, J., Léger, G. C., Cummings, J. L., Nasreddine, Z. ve Miller, J. B. (2018). Comparing the electronic and standard versions of the Montreal Cognitive Assessment in an outpatient memory disorders clinic: A validation study. *Journal of Alzheimer's Disease*, 62(1), 93–97. doi:10.3233/JAD-170896
- Bilder, R. M., Postal, K. S., Barisa, M., Aase, D. M., Cullum, C. M., Gillaspay, S. R., Harder, L., Kanter, G., Lanca, M., Lechuga, D. M., Morgan, J. M., Most, R., Puente, A. E., Salinas, C. M. ve Woodhouse, J. (2020). Inter organizational practice committee recommendations/guidance for teleneuropsychology (TeleNP) in response to the COVID-19 pandemic. *The Clinical Neuropsychologist*, 34(7-8), 1314–1334. doi:10.1080/13854046.2020.1767214
- Brearly, T. W., Shura, R. D., Martindale, S. L., Lazowski, R. A., Luxton, D. D., Shenal, B. V. ve Rowland, J. A. (2017). Neuropsychological test administration by videoconference: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychology Review*, 27(2), 174–186. doi:10.1007/s11065-017-9349-1
- Brinkman, S. D., Reese, R. J., Norsworthy, L. A., Dellaria, D. K., Kinkade, J. W., Bengel, J., Brown, K., Ratka, A. ve Simpkins, J. W. (2014). Validation of a self-administered computerized system to detect cognitive impairment in older adults. *Journal of Applied Gerontology*, 33(8), 942–962. doi:10.1177/0733464812455099
- Bruscoli, M. ve Lovestone, S. (2004). Is MCI really just early dementia? A systematic review of conversion studies. *International Psychogeriatrics*, 16(2), 129-140. doi:10.1017/S1041610204000092
- Cabinio, M., Rossetto, F., Isernia, S., Saibene, F. L., Di Cesare, M., Borgnis, F., Pazzi, S., Migliazza, T., Alberoni, M., Blasi, V. ve Baglio, F. (2020). The use of a virtual reality platform for the assessment of

- the memory decline and the hippocampal neural injury in subjects with mild cognitive impairment: The validity of Smart Aging Serious Game (SASG). *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1355. doi:10.3390/jcm9051355
- Chan, J., Bat, B., Wong, A., Chan, T. K., Huo, Z., Yip, B., Kowk, T. ve Tsoi, K. (2021). Evaluation of digital drawing tests and paper-and-pencil drawing tests for the screening of mild cognitive impairment and dementia: A systematic review and meta-analysis of diagnostic studies. *Neuropsychology Review*, 10.1007/s11065-021-09523-2. doi:10.1007/s11065-021-09523-2
- Chan, J., Kwong, J., Wong, A., Kwok, T. ve Tsoi, K. (2018). Comparison of computerized and paper-and-pencil memory tests in detection of mild cognitive impairment and dementia: A systematic review and meta-analysis of diagnostic studies. *Journal of the American Medical Directors Association*, 19(9), 748–756.e5. doi:10.1016/j.jamda.2018.05.010
- Charalambous, A. P., Pye, A., Yeung, W. K., Leroi, I., Neil, M., Thodi, C. ve Dawes, P. (2020). Tools for app- and web-based self-testing of cognitive impairment: Systematic search and evaluation. *Journal of Medical Internet Research*, 22(1), Article e14551. doi:10.2196/14551
- Cohen, J., Penney, D. L., Davis, R., Libon, D. J., Swenson, R. A., Ajilore, O., Kumar, A. ve Lamar, M. (2014). Digital Clock Drawing: Differentiating “thinking” versus “doing” in younger and older adults with depression. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 20(9), 920–928. doi:10.1017/S1355617714000757
- Cole, W. R., Arrioux, J. P., Schwab, K., Ivins, B. J., Qashu, F. M. ve Lewis, S. C. (2013). Test-retest reliability of four computerized neurocognitive assessment tools in an active duty military population. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 28(7), 732–742. doi:10.1093/arclin/act040
- Corrada, M. M., Brookmeyer, R., Paganini-Hill, A., Berlau, D., ve Kawas, C. H. (2010). Dementia incidence continues to increase with age in the oldest old: the 90+ study. *Annals of Neurology*, 67(1), 114–121. doi:10.1002/ana.21915
- Costanzo, M. C., Arcidiacono, C., Rodolico, A., Panebianco, M., Aguglia, E. ve Signorelli, M. S. (2020). Diagnostic and interventional implications of telemedicine in Alzheimer’s disease and mild cognitive impairment: A literature review. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 35(1), 12–28. doi:10.1002/gps.5219
- Cullum, C. M. ve Grosch, M. G. (2012) Teleneuropsychology. K. Myers ve C. Turvey (Ed.), *Telemental Health: Clinical, Technical and Administrative Foundations for Evidence-Based Practice* içinde (s. 275-294). Elsevier.
- Cullum, C. M., Hynan, L. S., Grosch, M., Parikh, M. ve Weiner, M. F. (2014). Teleneuropsychology: Evidence for video teleconference-based neuropsychological assessment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(10), 1028–1033. doi:10.1017/S1355617714000873
- Cullum, C. M., Weiner, M. F., Gehrmann, H. R. ve Hynan, L. S. (2006). Feasibility of telecognitive assessment in dementia. *Assessment*, 13(4), 385–390. doi:10.1177/1073191106289065
- Darby, D., Maruff, P., Collie, A. ve McStephen, M. (2002). Mild cognitive impairment can be detected by multiple assessments in a single day. *Neurology*, 59(7), 1042–1046. doi:10.1212/wnl.59.7.1042
- Dorsey, E. R. ve Topol, E. J. (2016). State of telehealth. *The New England Journal of Medicine*, 375(2), 154–161. doi:10.1056/NEJMra1601705
- Drago, A., Winding, T. N. ve Antypa, N. (2016). Videoconferencing in psychiatry, a meta-analysis of assessment and treatment. *European Psychiatry*, 36, 29–37. doi:10.1016/j.eurpsy.2016.03.007
- Egerházi, A., Berecz, R., Bartók, E. ve Degrell, I. (2007). Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB) in mild cognitive impairment and in Alzheimer’s disease. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 31(3), 746–751. doi:10.1016/j.pnpbp.2007.01.011

- Eraslan Boz, H., Limoncu, H., Zygouris, S., Tsolaki, M., Giakoumis, D., Votis, K., Tzouvaras, D., Öztürk, V. ve Yener, G. G. (2020). A new tool to assess amnesic mild cognitive impairment in Turkish older adults: virtual supermarket (VSM). *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 27(5), 639–653. doi:10.1080/13825585.2019.1663146
- Eyre, H., Baune, B. ve Lavretsky, H. (2015). Clinical advances in geriatric psychiatry: A focus on prevention of mood and cognitive disorders. *The Psychiatric Clinics of North America*, 38(3), 495–514. doi:10.1016/j.psc.2015.05.002
- Falletti, M. G., Maruff, P., Collie, A. ve Darby, D. G. (2006). Practice effects associated with the repeated assessment of cognitive function using the CogState battery at 10-minute, one week and one month test-retest intervals. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(7), 1095–1112. doi:10.1080/1380339050020571
- Fatehi, F., Armfield, N. R., Dimitrijevic, M. ve Gray, L. C. (2015). Technical aspects of clinical videoconferencing: A large scale review of the literature. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 21(3), 160–166. doi:10.1177/1357633X15571999
- Fellows, R. P., Dahmen, J., Cook, D. ve Schmitter-Edgecombe, M. (2017). Multicomponent analysis of a digital Trail Making Test. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(1), 154–167. doi:10.1080/13854046.2016.1238510
- García-Casal, J. A., Franco-Martín, M., Perea-Bartolomé, M. V., Toribio-Guzmán, J. M., García-Moja, C., Goñi-Imizcoz, M. ve Csipke, E. (2017). Electronic devices for cognitive impairment screening: A systematic literature review. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 33(6), 654–673. doi:10.1017/S0266462317000800
- Geldmacher, D. S., Kirson, N. Y., Birnbaum, H. G., Eapen, S., Kantor, E., Cummings, A. K. ve Joish, V. N. (2014). Implications of early treatment among Medicaid patients with Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, 10(2), 214–224. doi:10.1016/j.jalz.2013.01.015
- Germine, L., Reinecke, K. ve Chaytor, N. S. (2019). Digital neuropsychology: Challenges and opportunities at the intersection of science and software. *The Clinical Neuropsychologist*, 33(2), 271–286. doi:10.1080/13854046.2018.1535662
- Grosch, M. C., Weiner, M. F., Hynan, L. S., Shore, J. ve Cullum, C. M. (2015). Video teleconference-based neurocognitive screening in geropsychiatry. *Psychiatry Research*, 225(3), 734–735. doi:10.1016/j.psychres.2014.12.040
- Gualtieri, C. T. ve Johnson, L. G. (2006). Reliability and validity of a computerized neurocognitive test battery, CNS Vital Signs. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(7), 623–643. doi:10.1016/j.acn.2006.05.007
- Hammers, D., Spurgeon, E., Ryan, K., Persad, C., Heidebrink, J., Barbas, N., Albin, R., Frey, K., Darby, D. ve Giordani, B. (2011). Reliability of repeated cognitive assessment of dementia using a brief computerized battery. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 26(4), 326–333. doi:10.1177/1533317511411907
- Hatcher-Martin, J. M., Adams, J. L., Anderson, E. R., Bove, R., Burrus, T. M., Chehrensa, M., Dolan O'Brien, M., Eliashiv, D. S., Erten-Lyons, D., Giesser, B. S., Moo, L. R., Narayanaswami, P., Rossi, M. A., Soni, M., Tariq, N., Tsao, J. W., Vargas, B. B., Vota, S. A., Wessels, S. R., Planalp, H., ... Govindarajan, R. (2020). Telemedicine in neurology: Telemedicine Work Group of the American Academy of Neurology update. *Neurology*, 94(1), 30–38. doi:10.1212/WNL.00000000000008708
- Heaton, R. K., Akshoomoff, N., Tulsky, D., Mungas, D., Weintraub, S., Dikmen, S., Beaumont, J., Casaletto, K. B., Conway, K., Slotkin, J. ve Gershon, R. (2014). Reliability and validity of



- composite scores from the NIH Toolbox Cognition Battery in adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(6), 588–598. doi:10.1017/S1355617714000241
- Hewitt, K. C. ve Loring, D. W. (2020). Emory University telehealth neuropsychology development and implementation in response to the COVID-19 pandemic. *The Clinical Neuropsychologist*, 34(7-8), 1352–1366. doi:10.1080/13854046.2020.1791960
- Hildebrand, R., Chow, H., Williams, C., Nelson, M. ve Wass, P. (2004). Feasibility of neuropsychological testing of older adults via videoconference: Implications for assessing the capacity for independent living. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 10(3), 130–134. doi:10.1258/135763304323070751
- Hjelm N. M. (2005). Benefits and drawbacks of telemedicine. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 11(2), 60–70. doi:10.1258/1357633053499886
- Huntley, J., Corbett, A., Wesnes, K., Brooker, H., Stenton, R., Hampshire, A. ve Ballard, C. (2018). Online assessment of risk factors for dementia and cognitive function in healthy adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 33(2), e286–e293. doi:10.1002/gps.4790
- Izgi, B., Moore, T. M., Yalcinay-Inan, M., Port, A. M., Kuscü, K., Gur, R. C. ve Yapıcı Eser, H. (2021). Test-retest reliability of the Turkish translation of the Penn Computerized Neurocognitive Battery. *Applied Neuropsychology: Adult*, 1–10. Advance online publication. doi:10.1080/23279095.2020.1866572
- Jack, C. R., Jr, Knopman, D. S., Jagust, W. J., Shaw, L. M., Aisen, P. S., Weiner, M. W., Petersen, R. C. ve Trojanowski, J. Q. (2010). Hypothetical model of dynamic biomarkers of the Alzheimer's pathological cascade. *The Lancet. Neurology*, 9(1), 119–128. doi:10.1016/S1474-4422(09)70299-6
- Jacobsen, S. E., Sprenger, T., Andersson, S. ve Krogstad, J. M. (2003). Neuropsychological assessment and telemedicine: A preliminary study examining the reliability of neuropsychology services performed via telecommunication. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 9(3), 472–478. doi:10.1017/S1355617703930128
- Junkkila, J., Oja, S., Laine, M. ve Karrasch, M. (2012). Applicability of the CANTAB-PAL computerized memory test in identifying amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 34(2), 83–89. doi:10.1159/000342116
- Kaminski, T. W., Groff, R. M. ve Glutting, J. J. (2009). Examining the stability of Automated Neuropsychological Assessment Metric (ANAM) baseline test scores. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 31(6), 689–697. doi:10.1080/13803390802484771
- Khaligh-Razavi, S. M., Habibi, S., Sadeghi, M., Marefat, H., Khanbagi, M., Nabavi, S. M., Sadeghi, E. ve Kalafatis, C.. (2019). Integrated Cognitive Assessment: Speed and accuracy of visual processing as a reliable proxy to cognitive performance. *Scientific Reports*, 9(1), Article 1102. doi:10.1038/s41598-018-37709-x
- Kirkwood, K. T., Peck, D. F. ve Bennie, L. (2000). The consistency of neuropsychological assessments performed via telecommunication and face to face. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 6(3), 147–151. doi:10.1258/1357633001935239
- Lancaster, C., Koychev, I., Blane, J., Chinner, A., Wolters, L. ve Hinds, C. (2020). Evaluating the feasibility of frequent cognitive assessment using the Mezurio Smartphone App: Observational and interview study in adults with elevated dementia risk. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(4), Article e16142. doi:10.2196/16142
- Lenehan, M. E., Summers, M. J., Saunders, N. L., Summers, J. J. ve Vickers, J. C. (2016). Does the Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB) distinguish between cognitive domains in healthy older adults? *Assessment*, 23(2), 163–172. doi:10.1177/1073191115581474
- Lezak, M. D. (2004). *Neuropsychological assessment* (4. Bs). Oxford University Press.



- Lindauer, A., Seelye, A., Lyons, B., Dodge, H. H., Mattek, N., Mincks, K., Kaye, J. ve Erten-Lyons, D. (2017). Dementia care comes home: Patient and caregiver assessment via telemedicine. *The Gerontologist*, 57(5), e85–e93. doi:10.1093/geront/gnw206
- Lowe, C. ve Rabbitt, P. (1998). Test/re-test reliability of the CANTAB and ISPOCD neuropsychological batteries: Theoretical and practical issues. *Neuropsychologia*, 36(9), 915–923. doi:10.1016/s0028-3932(98)00036-0
- Marra, D. E., Hamlet, K. M., Bauer, R. M. ve Bowers, D. (2020a). Validity of teleneuropsychology for older adults in response to COVID-19: A systematic and critical review. *The Clinical Neuropsychologist*, 34(7-8), 1411–1452. doi:10.1080/13854046.2020.1769192
- Marra, D. E., Hoelzle, J. B., Davis, J. J. ve Schwartz, E. S. (2020b). Initial changes in neuropsychologists clinical practice during the COVID-19 pandemic: A survey study. *The Clinical Neuropsychologist*, 34(7-8), 1251–1266. doi:10.1080/13854046.2020.1800098
- McCleery, J., Lavery, J. ve Quinn, T. J. (2021). Diagnostic test accuracy of telehealth assessment for dementia and mild cognitive impairment. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7(7), CD013786. doi:10.1002/14651858.CD013786.pub2
- Miller, J. B. (2019). Big data and biomedical informatics: Preparing for the modernization of clinical neuropsychology. *The Clinical Neuropsychologist*, 33(2), 287–304. doi:10.1080/13854046.2018.1523466
- Miller, J. B. ve Barr, W. B. (2017). The Technology Crisis in Neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 32(5), 541–554. doi:10.1093/arclin/acx050
- Mungas, D., Heaton, R., Tulskey, D., Zelazo, P. D., Slotkin, J., Blitz, D., Lai, J. S. ve Gershon, R. (2014). Factor structure, convergent validity, and discriminant validity of the NIH Toolbox Cognitive Health Battery (NIHTB-CHB) in adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(6), 579–587. doi:10.1017/S1355617714000307
- Nathan, P. J., Lim, Y. Y., Abbott, R., Galluzzi, S., Marizzoni, M., Babiloni, C., Albani, D., Bartres-Faz, D., Didic, M., Farotti, L., Parnetti, L., Salvadori, N., Müller, B. W., Forloni, G., Girtler, N., Hensch, T., Jovicich, J., Leeuwis, A., Marra, C., Molinuevo, J. L., ... PharmaCog Consortium (2017). Association between CSF biomarkers, hippocampal volume and cognitive function in patients with amnesic mild cognitive impairment (MCI). *Neurobiology of Aging*, 53, 1–10. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2017.01.013
- Newman, C., Bevins, A. D., Zajicek, J. P., Hodges, J. R., Vuillermoz, E., Dickenson, J. M., Kelly, D. S., Brown, S. ve Noad, R. F. (2018). Improving the quality of cognitive screening assessments: ACEmobile, an iPad-based version of the Addenbrooke's Cognitive Examination-III. *Alzheimer's & Dementia*, 10, 182–187. doi:10.1016/j.dadm.2017.12.003
- O'Shea, A., Cohen, R. A., Porges, E. C., Nissim, N. R. ve Woods, A. J. (2016). Cognitive aging and the hippocampus in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, Article 298. doi:10.3389/fnagi.2016.00298
- Parsons, T. ve Duffield, T. (2020). Paradigm shift toward digital neuropsychology and high-dimensional neuropsychological assessments: Review. *Journal of Medical Internet Research*, 22(12), e23777. doi:10.2196/23777
- Racine, A. M., Clark, L. R., Berman, S. E., Kosciak, R. L., Mueller, K. D., Norton, D., Nicholas, C. R., Blennow, K., Zetterberg, H., Jedynek, B., Bilgel, M., Carlsson, C. M., Christian, B. T., Asthana, S. ve Johnson, S. C. (2016). Associations between performance on an abbreviated CogState Battery, other measures of cognitive function, and biomarkers in people at risk for Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 54(4), 1395–1408. doi:10.3233/JAD-160528

- Rijnen, S. J. M., van der Linden, S. D., Emons, W. H. M., Sitskoorn, M. M. ve Gehring, K. (2018). Test-retest reliability and practice effects of a computerized neuropsychological battery: A solution-oriented approach. *Psychological Assessment*, 30(12), 1652–1662. doi:10.1037/pas0000618
- Roy, B., Nowak, R. J., Roda, R., Khokhar, B., Patwa, H. S., Lloyd, T. ve Rutkove, S. B. (2020). Teleneurology during the COVID-19 pandemic: A step forward in modernizing medical care. *Journal of the Neurological Sciences*, 414, 116930. doi:10.1016/j.jns.2020.116930
- Saxton, J., Morrow, L., Eschman, A., Archer, G., Luther, J. ve Zuccolotto, A. (2009). Computer assessment of mild cognitive impairment. *Postgraduate Medicine*, 121(2), 177–185. doi:10.3810/pgm.2009.03.1990
- Schweiger, A., Donige, G. M., Dwolatzky, T. Jaffe, D. ve Simon, E. S. (2003). Reliability of a novel computerized neuropsychological battery for mild cognitive impairment. *Acta Neuropsychologica*, 1, 407-413. doi:10.1186/1471-2318-3-4
- Simpson, P. M., Surmon, D. J., Wesnes, K. A. ve Wilcock, G. K. (1991). The Cognitive Drug Research Computerized Assessment System for demented patients: A validation study. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 6(2), 95–102. doi:10.1002/gps.930060208
- Snitz, B. E., Tudorascu, D. L., Yu, Z., Campbell, E., Lopresti, B. J., Laymon, C. M., Minhas, D. S., Nadkarni, N. K., Aizenstein, H. J., Klunk, W. E., Weintraub, S., Gershon, R. C. ve Cohen, A. D. (2020). Associations between NIH Toolbox Cognition Battery and *in vivo* brain amyloid and tau pathology in non-demented older adults. *Alzheimer's & Dementia*, 12(1), e12018. doi:10.1002/dad2.12018
- Snowdon, A., Hussein, A., Kent, R., Pino, L. ve Hachinski, V. (2015). Comparison of an electronic and paper-based Montreal Cognitive Assessment Tool. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 29(4), 325–329. doi:10.1097/WAD.0000000000000069
- Stillerova, T., Liddle, J., Gustafsson, L., Lamont, R. ve Silburn, P. (2016). Could everyday technology improve access to assessments? A pilot study on the feasibility of screening cognition in people with Parkinson's disease using the Montreal Cognitive Assessment via Internet videoconferencing. *Australian Occupational Therapy Journal*, 63(6), 373–380. doi:10.1111/1440-1630.12288
- Tarnanas, I., Tsolaki, A., Wiederhold, M., Wiederhold, B. Ve Tsolaki, M. (2015). Five-year biomarker progression variability for Alzheimer's disease dementia prediction: Can a complex instrumental activities of daily living marker fill in the gaps? *Alzheimer's & Dementia*, 1(4), 521–532. doi:10.1016/j.dadm.2015.10.005
- Tornatore, J. B., Hill, E., Laboff, J. A. ve McGann, M. E. (2005). Self-administered screening for mild cognitive impairment: initial validation of a computerized test battery. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 17(1), 98–105. doi:10.1176/jnp.17.1.98
- Vestal, L., Smith-Olinde, L., Hicks, G., Hutton, T. ve Hart, J., Jr. (2006). Efficacy of language assessment in Alzheimer's disease: Comparing in-person examination and telemedicine. *Clinical Interventions in Aging*, 1(4), 467–471. doi:10.2147/ciia.2006.1.4.467
- Wadsworth, H. E., Dhima, K., Womack, K. B., Hart, J., Jr, Weiner, M. F., Hynan, L. S. ve Cullum, C. M. (2018). Validity of teleneuropsychological assessment in older patients with cognitive disorders. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 33(8), 1040–1045. doi:10.1093/arclin/acx140
- Wadsworth, H. E., Galusha-Glasscock, J. M., Womack, K. B., Quiceno, M., Weiner, M. F., Hynan, L. S., ... Cullum, C. M. (2016). Remote neuropsychological assessment in rural American Indians with and without cognitive impairment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31(5), 420–425. doi:10.1093/arclin/acw030

- Wittich, W., Phillips, N., Nasreddine, Z. S. ve Chertkow, H. (2010). Sensitivity and specificity of the Montreal Cognitive Assessment Modified for individuals who are visually impaired. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 104(6), 360–368. doi:10.1177/0145482X1010400606
- Woods, S. P., Kordovski, V. M., Tierney, S. M. ve Babicz, M. A. (2019). The neuropsychological aspects of performance-based Internet navigation skills: A brief review of an emerging literature. *The Clinical Neuropsychologist*, 33(2), 305–326. doi:10.1080/13854046.2018.1503332
- Zorluoglu, G., Kamasak, M. E., Tavacioglu, L. ve Ozanar, P. O. (2015). A mobile application for cognitive screening of dementia. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 118(2), 252–262. doi:10.1016/j.cmpb.2014.11.004
- Zygoris, S., Ntovas, K., Giakoumis, D., Votis, K., Doumpoulakis, S., Segkouli, S., Karagiannidis, C., Tzouvaras, D. ve Tsolaki, M. (2017). A preliminary study on the feasibility of using a virtual reality cognitive training application for remote detection of mild cognitive impairment. *Journal of Alzheimer's Disease*, 56(2), 619–627. doi:10.3233/JAD-160518
- Zygoris, S. ve Tsolaki, M. (2015). Computerized cognitive testing for older adults: A review. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 30(1), 13–28. doi:10.1177/1533317514522852