

Dokunsal Algıda Yukarıdan Aşağı Etkilerden Belleğin Rolü

Fatma Kılıç¹

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Dicle N. Dövençioğlu²

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Özet

Dokunsal algı günlük hayatta yiyeceklerimizi seçmekten kaygan zemine basarken dikkatli olmaya kadar çeşitli kararlarımızda kritiktir. Dokunsal algı sayesinde çevremizle etkileşir nesnelere ve onların materyal özellikleri hakkında bilgi toplarız. Bir nesnenin dokunsal hissi deri altında bulunan reseptörler aracılığıyla iletilebileceği gibi nesnelere hatırladığımız özellikleri gibi yukarıdan aşağı işlemeyle de şekillenir. Dokunsal algı çalışmaları sıklıkla dokunarak nesne tanıma paradigmasını içerirken konuya etki eden yukarıdan aşağı işleme süreçlerine, özellikle de dokunsal bellek çalışmalarına nadiren rastlanır. Dokunsal bellekte depolanan bilgiler, diğer duyu kanallarından (ör. görsel) beslenen belleklerle iş birliği içinde çalışarak günlük hayattaki işlerimizde en yüksek verimi almamızı sağlarken, bu duyu bilgilerin yokluğunda da benzer şekilde çevremizi tanımamıza ve etkin bir şekilde çevremizle etkileşim kurmamıza yardımcı olur. Örneğin, karanlıkta dokunduğumuz bir nesneyi tanımamız bellekte depolanan bilgiler sayesinde mümkün olur. Bu derleme makalenin amacı özellikle son yıllarda alanyazında daha çok yer kaplamaya başlayan dokunsal yumuşak malzeme algısı çalışmalarını derleyerek dokunsal belleğin algıdaki rolünü özetlemektir. Buna dayanarak önce dokunsal algının ne olduğu genel bir çerçevede açıklanmıştır. Bu alanda yapılan ilk çalışmalardan başlayarak güncel çalışmalar bu temel üzerinden anlatılmıştır. Ardından spesifik olarak dokunsal bellek çalışmaları bir araya getirilmiştir. Bu bölümde dokunsal belleği hem pasif dokunma yoluyla hem de aktif dokunma yoluyla inceleyen çalışmalar sayesinde genel bir dokunsal bellek resmi çizilmiştir. Son olarak, üç boyutlu nesnelere ve iki boyutlu yüzeylerle yapılan bellek çalışmalarına değinilerek yukarıdan aşağı işlemlerin, yani başka bir deyişle geçmişten gelen tecrübelerin, bu bellek üzerindeki etkisi tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Dokunsal algı, dokunsal bellek, iki boyutlu yüzeyler, üç boyutlu nesnelere, yukarıdan aşağı işleme, yumuşak malzemeler

Abstract

Haptic perception has a critical role in various decisions that we make from choosing what we eat to being cautious while stepping on slippery ground. The haptic system allows us to interact with the environment and gather information about objects and their material properties. The haptic sensation of an object can be transmitted via receptors located under the skin as well as it can be shaped by top-down processing like the properties of objects that we recall. Haptic perception studies frequently employ object recognition paradigms, leaving little to no examples on the studies focusing on tactile memory and its effect on haptic perception. While the information stored in tactile memory interacts with memories from other sensory channels (e.g., visual), it also facilitates interacting with our environment efficaciously in the absence of these sensory information. This paper aims to summarize the studies on the functioning and the nature of haptic memory by a compilation of studies. To this end, first we explain what tactile perception is, and later, we give examples for the studies on tactile memory, which include both active touch and passive touch. Later on, we give examples from the studies with 2-D textures and 3-D objects and finally, the effects of top-down influences on tactile perception are discussed.

Keywords: Tactile system, tactile memory, 2-D objects, 3-D objects, top-down influence

Yazışma Adresi: ¹Fatma Kılıç, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Üniversiteler Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No:1 06800 Çankaya / Ankara, fatmakilic2396@gmail.com, ORC-ID: 0000-0002-2861-8019

²Dr. Öğr. Üyesi Dicle N. Dövençioğlu, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Üniversiteler Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı No:1 06800 Çankaya / Ankara, ORC-ID: 0000-0003-4981-4462

Gönderim Tarihi: 08.09.2022

Kabul Tarihi: 22.05.2023

Dokunsal Algı

Dokunsal algı (“haptic perception”), dokunma duyusunu kullanarak çevremizdeki nesnelere aktif olarak keşfetmedir (Gibson, 1962; Klatzky ve ark., 1985; Lederman ve Klatzky, 1987). Bu keşif görevini yerine getirmek için insanlar genellikle ellerini kullanarak belli stereotipik hareketler sergilerler. ‘Keşifsel Hareketler (KH’ler)’ denen bu stereotipik hareketler, nesneye ve nesneden alınmak istenen bilginin türüne göre çeşitlilik gösterir. Mesela, bir kürkün ne kadar yumuşak olduğunu anlamak için yüzeyinde elimizi gezdiririz, ancak bir domatesin yumuşaklığını anlamak için parmaklarımızla ona basınç uygularız. Benzer şekilde aynı nesnenin sıcaklığı için ona statik bir şekilde dokunuruz veyahut esnekliğini anlamak için o nesneyi çekmeye çalışırız. Böylece, kullanılan keşifsel hareketlerin bir nesnenin özellikleri hakkında farklı bilgiler açığa çıkarttığını söyleyebiliriz. Bu çerçevede dokunsal algının hayatımızda önemli bir yer kapladığını ve çevremizle olan etkileşimimizi şekillendirdiğini söylemek mümkündür. Gözlerimiz bağlıyken bile dokunduğumuz bir nesneyi tanımamız ya da doğuştan kör birinin sadece dokunarak derinlik algısını kazanması ve bunu resmetmesi (bkz. Eşref Armağan) dokunsal algının hayatımızdaki rolünün sandığımızdan da büyük olduğunu gösterir.

Dokunsal algı denildiğinde aktif ve pasif keşifleri birbirinden ayırmak gerekir (Gibson, 1962) çünkü bu tanım, iki keşif türünün tek bir şemsiye altında toplar. Pasif dokunma, nesneyi keşfetmekten ziyade ondan aldığımız deri duyularıyla (“cutaneous senses”, kütanoz duyular) alakalıdır ve gözlemci nesneyi hareket ettirmeden pasif bir şekilde onunla temas eder. Aktif dokunmada ise tam tersi bir durum söz konusudur. Gözlemciler, nesneyi elle hareket ettirerek onun özellikleri hakkında bilgi edinmeye çalışırlar. Aktif dokunma, bu anlamda keşifsel bir süreci ifade eder. Bu yüzden aktif dokunma algısını çalışmak insanların gerçek hayatta nesnelere olan dokunsal tecrübelerini anlamak konusunda daha açıklayıcı bilgiler sağlar.

Dokunsal algı alanyazımında, günlük hayatta kullanılan malzemelerle (Bergman Tiest ve Kappers, 2006; Cavdan ve ark., 2019; Cavdan ve ark., 2021; Dövençioğlu ve ark., 2022; Fleming ve ark., 2015; Hollins ve ark., 1993; Picard ve ark., 2003; Üstün, 2017) veya yapay olarak üretilen iki ya da üç boyutlu nesnelere çalışılır (Amedi ve ark., 2002; Millar, 1974; Millar, 1975; Heller, 1982; Metzger ve Drewing, 2019, 2020). Farklı malzemeler kullanılması, insanların KH’lerin çeşitliliğini gözlemleme açısından fayda sağlamanın yanında insanların farklı malzeme tipleriyle nasıl bir etkileşime girdiğini görmeyi sağlar. Bu çalışmalarda genel olarak, anlamsal ayrıştırma yöntemi (“semantic differentiation method”)

kullanılarak katılımcılardan bir dizi karşıt çift (sıcak-soğuk) ya da tekli (yumuşak) sıfatları derecelendirmeleri istenir ve bu derecelendirmeler sonucu çeşitli malzeme özelliklerini boyutlandırarak bunlarla ilişkili KH’ler çalışılır (Cavdan ve ark., 2019, Dövençioğlu ve ark., 2022). Okamoto ve ark. (2013), kumaşlar ve benzeri iki boyutlu yüzeylerdeki dokunma algısının psikofiziksel boyutlarını inceleyen çalışmaları derledikleri makalelerinde beş tane olası dokunsal algı boyutu olduğu sonucuna varmışlardır. Bunlar makro ve ince pürüzlülük (“macro and fine roughness”), sertlik/yumuşaklık (“hardness/softness”), soğukluk/sıcaklık (“coldness/warmness”) ve sürtünmedir (bu boyut malzemelerin kuruluk/nemlilik ve yapışkanlık/kayganlık boyutlarıyla ilişkilidir). Semantik Ayrıştırma Metoduyla sıfat derecelendirmesi yapılan çalışmalarda Temel Bileşen Analizi (TBA) veya Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi (ÇBÖ) kullanılarak algısal boyutlar belirlenebilir. Veri noktaları arasındaki korelasyona bakılarak (TBA) ya da iki veri noktası arasındaki Öklid uzaklığı hesaplanarak (ÇBÖ) bir veri setinin kaç boyutla anlatılabileceği hesaplanır. Böylece çok büyük veri setleri, çok daha az sayıda boyutla açıklanır. Yüzeylerin malzemelerinin algısal boyutlarını inceleyen bu çalışmalarda, yumuşaklık dışındaki malzeme boyutlarından da bahsedilmektedir (ör. Sıcaklık, ıslaklık). Ayrıca bu çalışmalar, kullandıkları uyaranlar bakımından birbirleriyle doğrudan karşılaştırılmamış, hatta günlük hayatta kullandığımız nesnelere çoğunlukla hacimli olması sebebiyle sınırlı kalmıştır.

Yumuşaklık algısında iki boyutlu yüzeylerin ötesinde hacimli (üç boyutlu) nesnelere yumuşaklığına da bakan çalışmalar da son birkaç yılda alanyazında yerini tutmaya başlamıştır (Cavdan ve ark. 2021; Dövençioğlu ve ark., 2018, 2019; Dövençioğlu ve ark., 2022). Dövençioğlu ve ark. (2022), günlük hayatta kullanılan yumuşak materyallerle yaptıkları çalışmalarında yumuşaklık algısının çok boyutlu olduğunu göstermiş ve bu boyutların spesifik KH’lerle bağlantılarını incelemiştir. Buna göre yazarlar, dört farklı yumuşaklık boyutu; Akışkanlık, Taneciklilik, Şekil Değiştirebilirlik ve Yüzey Yumuşaklığı (kontrol koşulu: pürüzlülük) olduğunu ve bu boyutlarla ilişkili belirli el hareketlerinin olduğunu alanyazında ilk kez raporlamışlardır. Benzer yumuşaklık boyutları Cavdan ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada gözlemlenmiştir. İlk deney koşulundaki katılımcılar, malzemeleri dokunarak keşfetmişlerdir. İkinci ve üçüncü deney koşullarındaki katılımcılar fotoğraf veya videolarla malzemeleri görsel olarak incelerken yumuşaklıkla ilgili sıfat derecelendirme görevini yapmışlardır. Araştırmacılar, dokunsal keşif koşulunda kontrol boyutu olan Pürüzlülük boyutu haricinde 4 farklı boyut gözlemlenmiştir. Aynı şekilde video koşulunda da 4 farklı boyut bulunmuştur. Ancak yazarlar statik görsel olarak

malzeme fotoğrafları gösterdikleri koşulda yalnızca üç boyut bulmuşlardır (Şekil Değiştirilebilirlik boyutu çıkmamıştır). Bunun sebebinin Şekil Değiştirilebilirlik özelliğinin dinamik bir bilgi içermesinin ve bu dinamik bilginin malzeme fotoğraflarında kaybolması olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Dokunsal tecrübelerimizden elde ettiğimiz malzemelere ait bilgilerin, o malzemelerle günlük hayattaki etkileşimimizde nasıl bir rol oynadığı alanyazında yer bulan bir konudur. Malzemelerle olan dokunsal tecrübelerimiz sayesinde onlarla alakalı bilgiler edinip bunları belleğimizde daha sonrasında kullanmak üzere depolayabildiğimiz deneysel yöntemlerle gösterilmeye çalışılır. Bir sonraki bölümde dokunsal algı belleğinin alanyazındaki yerine odaklanılacaktır. Sonrasında, bu bellek türünün doğası hakkındaki temel hipotezler, alanyazın ışığında açıklanacaktır. Daha sonra da bu çerçevede çeşitli bulgular tartışılacaktır.

Dokunsal Bellek

Dokunsal bellek (“tactile memory”), günlük hayatımızda dokunarak tecrübe ettiğimiz nesnelere dair bilgileri kaydederek daha sonrasında bu bilgileri kullanmamızı sağlar. Genel olarak bakıldığında hem aktif hem de pasif keşifle toplanan bilgileri içerir (Ferreira ve ark., 2019; Gallace ve Spence, 2009; Gallace ve ark., 2008; Gilson ve Baddeley, 1969; Hutmacher ve Kuhbandner, 2018; Miles ve Borthwick, 1996; Murray ve ark., 1975; Sullivan ve Turvey, 1975; Watkins ve Watkins, 1974). Dokunsal bellek, diğer bellek türleri gibi, insanların hayatında önemli bir rol oynar. Örneğin, bir doktorun ameliyat sırasında gördüğü bir organı dokunarak tanıması ancak onu daha önce dokunsal olarak keşfetmiş olmasıyla mümkün olabilir (Gallace ve Spence, 2009) ve bu sayede hata payını en alt düzeye indirerek başarılı bir operasyona imza atabilir.

Dokunsal bellek, ihtiyacı olan bilgileri mekanoreseptörler, açık sinir uçları ve propriyoseptif reseptörlerden elde eder (Gallace ve Spence, 2009). Bu reseptörler hem malzemelerin dokusu gibi mikro geometrik özelliklerini keşfetmeyi sağlayan hızlı uyum sağlayan reseptörlerdir (“RA”, mekanoreseptörler) hem de malzemelerin şekli gibi makro geometrik özelliklerini keşfetmeyi sağlayan yavaş uyum sağlayan reseptörlerdir (“SA”, mekanoreseptörler ve propriyoseptif reseptörler). Bu alanyazın derlemesinde de hem mikro geometrik özellikleri hem de makro geometrik özellikleri araştırmış çalışmalara odaklanılarak dokunsal bellek için genel bir çerçeve çizmek amaçlanmıştır.

Dokunsal bellek, diğer bellek türleriyle karşılaştırıldığında (örn. görsel) daha az çalışılan bir alandır. Bu konuya ilk odaklanan çalışmalar, görsel bellekle benzer-

liklerine odaklanmış ve tıpkı görsel bellekteki gibi kısa süreli bir bellek türünün var olup olmadığını araştırmışlardır (Bliss ve ark., 1966; Gilson ve Baddeley, 1969; Sullivan ve Turvey, 1972; Watkins ve Watkins, 1974). Bu çalışmalar, insanların nesnelere dokunsal olarak nasıl kodladıklarından ziyade vücuda verilen dokunsal uyarıların ne kadar hatırlandığını incelemişlerdir. Gilson ve Baddeley (1969) yürüttükleri çalışmada katılımcıların kolunun (bilekten dirseğe kadar) farklı noktalarına bir kalemle dokunmuşlardır ve katılımcılardan uyarılan bölgeyi parmaklarını kullanarak göstermelerini istemişlerdir. Uyarının sunumu ile görevin yerine getirilmesi arasında farklı gecikme (“delay”) süreleri kullanılmışlardır (0 ile 60 saniye arası). Ayrıca dokunsal kısa süreli hafızanın sözlü kodlanma olasılığına karşın deneyin gecikme süresi zarfında katılımcıların yarısı sadece dinlenirken (dinlenme koşulu) diğer yarısı üçer üçer geriye doğru saymışlardır (aktivite koşulu), bir başka deyişle ikinci grubun provası (sözlü olarak kodlaması) engellenmiştir. Sonuçlar, prova (“rehearsal”) yapmanın engellendiği aktivite koşulunda sözel bellek çalışmalarıyla aynı oranda unutma yaşandığını ortaya koymaktadır. Gecikme sürecinde herhangi bir karıştırıcı görev olmayan koşulda ise unutma hızının daha yavaş olduğu gözlemlenmiştir. İki koşul arasında buldukları farkın, beyinde iki farklı sistemin görev yapıyor olmasından ileri geldiğini savunmuşlardır. Araştırmacılar bu sonuçlara dayanarak, biri ikincil bir görev karşısında dirençli, dokunsal uyarı duyuşal özelliklerine göre kodlayan ve zamanla silinen; diğeri de uyarının yeriyile alakalı bilgiyi saklayan ve hem sözel hem anlamsal olarak kodlayan iki farklı kısa süreli bellek mekanizması olduğu çıkarımını yapmışlardır.

Tıpkı bir önceki çalışmada olduğu gibi Sullivan ve Turvey (1972) yaptıkları bir seri araştırmada, kurdukları bir aparatla katılımcıların kollarına dokunmuşlardır ve katılımcılardan uyarılan bölgeyi aparatta bulunan bir çubuk aracılığıyla göstermelerini istemişlerdir. Gilson ve Baddeley (1969)’nin kullandığı yöntemle benzer bir yöntem kullanarak farklı hatırlama aralıkları (“retention interval”) kullanmışlardır. Katılımcılardan bu aralıklarda uyarının yerini kafalarında prova etmeleri ya da kâğıt üzerinde toplama işlemi yapmaları istenmiştir. Bulgular, çalışma ile test arasındaki gecikmenin arttıkça hatırlama doğruluğunun azaldığını göstermiştir. Bu da basit bir silinme (“decay”) modeline işaret etmektedir. Bu araştırmadaki unutma hızı, Gilson ve Baddeley (1969)’nin çalışmasındaki unutma hızından daha fazladır (Gilson ve Baddeley, 1969 – 45 saniye; Sullivan ve Turvey, 1972 – 5 saniye). Miles (1996), iki çalışma arasındaki bu tutarsızlığın sebebinin Sullivan ve Turvey (1972)’nin çalışmasındaki katılımcıların, dokunsal uyarı kolun üst, orta ya da alt bölümde diyerek sözel ola-

rak kodlamasından kaynaklandığını iddia etmişlerdir. Hatırlamayı engellemek için kullanılan ikincil görevin (seslendirme baskılama – “articulatory suppression”) bu sözel kodlamanın etkisini azaltan etmen olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kaydedilen dokunsal bilginin formu da bu alanda yapılan ilk çalışmalara konu olmuştur. Watkins and Watkins (1974), sözel bellek çalışmalarında kullanılan paradigmaya benzer bir paradigma kullanarak (“suffix effect”-taki etkisi: verilen bir listenin sonundaki kelimeleri, listenin sonuna eklenen alakasız ikincil bir görev yüzünden hatırlayamama etkisidir.) dokunsal bilginin kodlanmamış, temsili bir formda muhafaza edilip edilemeyeceğini araştırmışlardır. Katılımcıların, başparmakları hariç sekiz parmağına dokunsal uyarın vermişlerdir ve kontrol grubuna ek olarak hiçbir şey yapmazken deneysel grubun uyarın bölgelerini okşayarak kodlama sürecinde işitsel takı etkisine benzer bir etki yaratmayı amaçlamışlardır. Katılımcılardan da görev olarak uyarınların sırasını bildirmelerini istemişlerdir. Sonuçlar, tıpkı sözel bellek çalışmalarında olduğu gibi güçlü bir öncelik etkisi (“primacy effect”) göstermiştir. Ayrıca, dokunsal takı etkisinin (“tactile suffix effect”) son birkaç uyarının yerini hatırlamayı zorlaştırdığını gözlemişlerdir.

Belleğin formunun yanısıra dokunsal olarak hasasiyetinin bellekle ilişkisi de üzerinde çalışılan konulardan biri olmuştur. Murray ve ark. (1975) da benzer şekilde vücuda verilen dokunsal uyarınla dokunsal bellek çalışması yürütmüşlerdir ancak çalışmalarının temel odak noktası dokunsal duyarlılığın bellek üzerindeki etkisi olmuştur. Başka bir deyişle, eğer vücudun bir bölgesi dış dünyayı keşfetmek için kullanılıyorsa (örneğin eller), dokunsal belleğin o bölge için daha fazla gelişmiş olduğunu hipotez etmişlerdir. İki noktalı eşik kullanılarak yürütülen bir dizi çalışmada araştırmacılar, katılımcıların ciltlerinde belli uzaklıktaki iki noktaya bir cihaz aracılığıyla aynı anda dokunmuşlar ve aşamalı olarak iki nokta arasındaki uzaklığı katılımcıların bunu tek bir dokunuş gibi hissedeceği raddeye kadar azaltmışlardır. Bellek performansını ölçmek için de iki noktaya ardışık olarak dokunmuşlardır. Ancak iki noktaya dokunmaları arasında geçen süre farklılık göstermiştir ve katılımcılar ikinci dokunuştan sonra da aynı bölgeye dokunulup dokunulmadığına cevap vermişlerdir. Sonuçlar duyarlılığın düşük (veya eşğin yüksek) olduğu bölgelerde unutmanın daha fazla olduğunu göstermiştir. Ancak unutma hızı, unutma derecesi gibi vücut bölgesine göre farklılık göstermemiştir. Ayrıca, yürütmüş oldukları ikinci bir deneyde de verilen iki uyarın arasında farklı müdahaleler (“interference”) kullanmışlardır. Yumuşak müdahale grubunda dokunulan vücut bölgesi o bölgeyi esnetmek gibi yumuşak şekilde hareket ettirilmiştir, sert müdahale grubunda kolla daireler çizmek gibi daha sert hareket-

ler yaptırılmıştır ve son olarak dokunsal müdahale grubunda ise dokunulan bölge bir diş fırçası ile ovulmuştur. Buradaki sonuçlar da unutmanın müdahale koşullarında daha fazla olduğunu göstermiştir ve unutma, duyarlılık-tan bağımsız olarak bütün vücut bölgelerinde benzer bir örüntü göstermiştir.

Katılımcılara verilen görevin zorluğu ya da dokunsal belleğin kapasitesinin bellek performansı üzerindeki etkisini Gallace ve ark. (2008) araştırmıştır. Yürüttükleri üç çalışmada, kısmi rapor prosedürünü kullanarak vücuda verilen dokunsal uyarınların bilgisine erişilip erişilemeyeceğini araştırmışlardır. Kısmi rapor koşulunda katılımcılardan görev olarak yalnızca belli bir bölgedeki uyarınları hatırlamaları istenir. İlk araştırmamızın sonuçları, katılımcıların toplamda kaç uyarın verildiğini söylediği (“numerosity judgement task”) koşulda en fazla üç uyarına kadar belleklerinde tutabildiklerini ancak kısmi rapor koşulunda bu performansın beş dokunsal uyarına kadar çıktığını göstermiştir (bkz. Auvray ve ark., 2011). İkinci araştırmadaki bulgular, uyarın sayısı arttıkça dokunsal uyarınların temsillerinin silinmesinin (“decay”) daha hızlı olduğunu göstermiştir. Son çalışma ise bu iki koşul arasında bulunan bellek performansı farkının görsel kısmi rapor çalışmalarına (Sternberg, 1966) kıyasla, iki koşul arasındaki performans artış yüzdesinin çok daha az olduğu gözlenmiştir (görsel çalışmalarda bu %180 iken bu çalışmada %66,6’dır). Bunun sebeplerinden birinin de dokunsal sinirsel temsillerin, görsel temsillere kıyasla daha az kapasitesi, süresi ve erişilebilirliği olması olabilir. Başka önemli bir yorum ise uyarının şiddetiyle alakalı olarak performansta artış olabileceğine yöneliktir. Gallace ve ark. (2006b) yürüttükleri bir çalışmada uyarın şiddeti arttıkça görev performansında da bir artış gözlemlenmiştir. Buradan yola çıkarak, dokunsal uyarın şiddetini artırarak görsel algı çalışmalarına benzer sonuçlar elde etmenin olası olduğu sonucuna varabiliriz (Gallace ve ark., 2008).

Vücuda verilen uyarınlarla yapılan dokunsal bellek çalışmalarına ek olarak iki boyutlu yüzeyler ya da üç boyutlu nesnelere kullanarak da yürütülmüş birçok çalışma mevcuttur (Cohen ve ark., 2010; Ferreira ve ark., 2019; Heller, 1989; Huttmacher ve Kuhbandner, 2018; Kiphart ve ark., 1988; Metzger ve Drawing, 2020; Millar, 1974,1975b; Pensky ve ark., 2008). Bu çalışmaların varlığı çok önemlidir çünkü dokunsal belleğin doğası hakkında daha çok bilgi açığa çıkarması olasıdır. Bunun da en büyük sebebi, laboratuvar ortamında yapılan yapay dokunsal uyarınlardan ziyade günlük hayatta üç boyutlu nesnelere sık sık etkileşim halinde olmamızdır. Bu sayede bu çalışmalar bize daha gerçekçi sonuçlar sunacaktır. Bir sonraki kısımda üç boyutlu nesnelere yapılmış çalışmaları özetleyeceğiz.

Yüzeyler ve Üç Boyutlu Nesnelere Dokunsal Bellek Çalışmaları

İki Boyutlu Yüzeylerle Yürütülen Dokunsal Bellek Çalışmaları

Dokunsal bellek alanyazınında, dokular/yüzeyler (örn. kumaşlar) ve üç boyutlu (örn. geometrik şekiller) nesnelere yapılan birçok çalışma mevcuttur (Ferreira ve ark., 2019; Heller, 1989; Huttmacher ve Kuhbandner, 2018; Kiphart ve ark., 1988; Metzger ve Drowing, 2020; Millar, 1974, 1975b; Pensky ve ark., 2008). Braille alfabesi gibi kabartılmış harfler ya da kumaşlar gibi dokular, bu çalışmalarda kullanılan iki boyutlu nesnelere kapsamaktadır. Millar (1975b) yürüttüğü çalışmada, görme engelli çocuklara iki, üç, dört, beş ve altı harflik setlerden oluşan Braille harfleriyle bir hatırlama görevi sunulmuştur. Setlerdeki harfler ya dokunsal özellik ve ses olarak farklı ya dokunsal özellik olarak farklı ama ses olarak aynı ya da ses olarak farklı ama dokunsal olarak aynıdır. Sonuçlar, farklı şekillere kıyasla fonolojik olarak benzer harfler için hatırlama aralığında ("recall span"- hatırlanan harf sayısı) azalma olduğunu göstermiştir. Bu da fonolojik olarak aynı olan harflerin birbirini etkileyerek hatırlama üzerinde bozucu bir etki yarattığını gösteriyor. Dokunsal olarak benzer olan harfler için hatırlama aralığındaki azalmalar ise deney öncesi hatırlama aralığı düşük olan çocuklarda görülmüştür. Buradan hareketle yazar, hatırlama aralığının dokunsal uyarı etkilemiş olması, dokunsal ve kısa süreli bir belleğe işaret eder çıkarımını yapmıştır.

Heller (1989), yukarıda bahsedilen çalışmanın aksine Braille alfabesi kullanmak yerine görme engelli ve normal görüşe sahip iki grup çocuğun avuç içine farklı açılarla (örneğin kolun eksenine göre dik, 90 derece döndürülmüş vb.) dokunarak harfler çizmiştir. Farklı açılar kullanılmasının sebebi, görsel referans çerçevesinin ("visual frame of reference") etkisinin incelenmek istenmesidir. Bu hipotez, bireylerin görsel olarak farklı referans açılarından inceledikleri nesnelere daha sonra dokunsal olarak keşfettiğinde daha iyi bir tanıma performansı sergileyeceğini ileri sürmektedir. Sonuçlar, bu hipotezi destekleyen yöndedir. Döndürülmüş şekiller için performans normal görüşe sahip ya da ileri yaşlarda görme yetisini kaybetmiş çocuklarda daha iyidir (erkek yaşta bu yetiyi kaybeden çocuklara kıyasla). Bu da görsel imgelerin, dokunsal belleğe yardımcı olduğunu gösteriyor. Ancak bu yardımın doğasında, girdinin işlemini kolaylaştırmasının mı yoksa görsel imgelem kullanarak dokunsal bellek izlerinin dayanıklılığını ("durability of tactile memory traces") artırmasının mı yatıyor oluşu daha detaylı araştırılmalıdır (Heller, 1989).

Aleman ve ark. (2001), benzer bir çalışma yürütmüş ve doğuştan görme engelli ("congenitally blind")

ve görme yetisini sonradan tamamen yitirmiş çocuklara görsel zihinsel döndürme ("visual mental rotation") işlemi içeren görevler vermişlerdir. Bu çalışmanın temel amacı, geleneksel olarak görme duyusuyla iç içe çalışan bilişsel süreçlerin (zihinsel döndürme gibi) görme duyusunun yokluğunda devreye giren dokunsal duyu sayesinde benzer bir işlev gösterip göstermeyeceğini anlamaktır. Verilen iki imgelem görevinden ilkinde (resimli imgelem görevi) çocuklara zihinsel olarak ana hatlarını karşılaştırmaları gereken üç tane nesnenin ismi verilmiş ve bunlardan, şekli farklı olanını belirtmeleri istenmiştir. Başka bir deyişle, çocuklardan isimlerini duydukları bu üç nesneyi zihinlerinde canlandırmalarını istemişlerdir ve bunu yaparken de yalnızca bütünsel şekline odaklanmalarını istemişlerdir. İlk görevin yarısında (14 denemede) ek bir görev de verilmiş ve parmaklarını masaya vurmaları istenmiştir. İkinci görevde ise uzamsal ("spatial") bir görev verilmiş ve çocuklardan 2 ya da 3 boyutlu matrislerden oluşan hayali bir yolu zihinlerinden takip etmeleri istenmiştir. Aynı ilk görevde olduğu gibi yarısında görevle eşzamanlı olarak parmaklarını masaya vurmaları istenmiştir. Sonuçlar, doğuştan görme engelli çocukların, görme engelli olmayan kontrol grubuna kıyasla görsel uzamsal ve resimli imgelem görevlerindeki performansının daha kötü olduğunu göstermiştir. Bunun altında, dokunsal uyarının görsel uyarının (simültane bir bilgi akışı mevcut) aksine ardışık olmasının yatıyor olabileceği tartışılmıştır yazarlar tarafından. Ancak görsel imgelem görevinde en az kontrol grubu kadar iyi bir performans sergilediğini göstermiştir. Yazarlara göre bunun sebebi, bu tarz bilgi işlemede etkin olan temsillerin yalnızca tek bir duyu kanal aracılığıyla değil de birden fazla duyu kanalına entegre olmasıyla oluşmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu çalışma da Heller (1989)'in çalışmasını destekler niteliktedir.

Cohen ve ark. (2010) da benzer şekilde görme engelli ve az görüşe sahip bireylerle ve herhangi bir görme problemi olmayan bireylerle yürüttükleri çalışmalarında Braille alfabesi kullanarak katılımcılara sözel baskılamaya olan ve olmayan seri hatırlama görevleri ("serial recall task") vermişlerdir. Buna ek olarak az görüşe sahip ve görme problemi olmayan iki grup Braille alfabesi ile dokunsal bir görev de yürütmüşlerdir. Sözel baskılamaya görevini kullanmalarındaki temel amaç, dokunsal yolla edinilen bilginin bellekte sözel kodlanması durumunda baskılamaya görevinden etkileneceği; fakat dokunsal kodlandığında bu görevin etkisinin olmayacağıdır. Uyarı olarak Braille alfabesi kullanılmasının amacı da bunun gibi dokunsal bir uyarının doğasını ve ne kadar bağımsız bir girdi olduğunu anlamaktır. Başka bir deyişle, görme engelli bireylerde Braille alfabesi için ayrı bir çalışma belleği alt sistemi olup olmadığını incelemektir. Araştırmacılar, görme engelli bireylerin dokunsal çalışma

belleği performansının, görme problemi olmayan katılımcıların görsel bellek performansları kadar verimli ve iyi olduğunu rapor etmiştir. Ancak görme engelli ve az görüşe sahip iki grup arasındaki performans farkı çıkması (görme engelli bireyler daha dirençli [“robust”] bir performans sergilemişlerdir) araştırmacılara bunun dokunsal çalışma belleğinin görsel bilgi ve tecrübeyle şekilleniyor olmasını düşündürmüştür. Diğer türlü iki grup arasında bir fark çıkmaması beklenirdi ve böylece görsel bilgi ve tecrübenin etkisi yok denebilirdi. Buna ek olarak yürüttükleri ikinci çalışmada da bu çalışma belleğindeki temsilin doğasının sözel mi yoksa uzamsal mı olduğunu incelemişlerdir. Bu çalışmada görme engelli ve az görüşe sahip iki grup, Braille alfabesiyle dokunsal bir görev ile aynı anda zihinsel bir aritmetik görev ya da yine zihinlerinde üç boyutlu blokları yer değiştirme görevi yürütmüşlerdir. Bulgular, dokunsal çalışma belleğinin uzamsal olabileceği yönünde sonuçlar sunmuştur ama yine de genel çerçevede bakıldığında birden fazla modaliteye (“multimodal”) bağlı olabileceğini göstermiştir. Bütün bu sonuçlar hep beraber ele alındığında, yukarıda bahsedilen dokunsal bellek çalışmalarıyla aynı doğrultuda bulgular elde edildiği görülmüştür ve dokunsal belleğin doğası gereği birden fazla modaliteye bağlı olabileceğini göstermiştir.

Alanyazında dokunsal bellek çalışmaları ilk başta pasif dokunma kullanılarak yürütülmüştür. Bunun temel sebebi, görsel bellek çalışmalarından yola çıkarak bu çalışmaların tasarlanmış olmaları ve iki bellek türü arasında analogi kurulmasının kolaylaştırılması sağlamaktır. Dokunsal belleğin, görsel bellek kadar detaylı ve kalıcı olduğunu gördükten sonra araştırmacılar gerçek hayatta çevremizdeki nesnelere ve malzemelere nasıl etkileşime girip onları dokunsal olarak keşfettiğimize odaklanmışlardır. Bir sonraki bölümde, aktif dokunma ve üç boyutlu nesnelere kullanılarak yürütülen dokunsal bellek çalışmalarına odaklanılacaktır.

Üç Boyutlu Nesnelere Yürütülen Bellek Çalışmaları

Araştırmalarda kullanılan üç boyutlu nesnelere, çalışmanın odaklandığı konuya göre çeşitlilik gösterir. Günlük hayatta kullanılmayan nesnelere ya da daha soyut geometrik şekilleri kullanan çalışmalarda katılımcıların tecrübe olmaksızın bir nesneyi nasıl tanıyıp belleklerine kaydettiği incelenir (Gilson ve Badddeley, 1969; Millar, 1974, 1975b; Murray ve ark., 1975; Sullivan ve Turvey, 1975; Watkins ve Watkins, 1974). Millar (1974) yürüttüğü dört araştırmada, dikkat gerektiren ve modaliteye özgü dikkat dağıtıcı görevlerin dokunsal algı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu çalışmalarda dokunsal tanımayı (“tactile recognition”), anlamsız üçboyutlu şekiller kullanarak görme engelli olan ve olmayan çocuklarda çalışmıştır. Sonuçlara göre, modaliteye özgü bir etki bulunmadığı gözlemlenmiştir. Yani dikkat dağıtıcı görevin aynı

ya da farklı modaliteden sunulmuş olması performans üzerinde, iki grup arasında farklı etkiler yaratmamıştır. Ayrıca, gecikmenin (“delay”) performans üzerinde olumsuz etkisi olduğunu ve 5 saniyeden sonra dikkat dağıtıcı görevlerle bir etkileşim içinde olmadığını rapor etmiştir. Dikkat dağıtıcı göreve göre görme engeli olan ya da olmayan çocukların dokunsal tanıma performanslarında değişiklik olmamıştır, ancak görme engeli olan çocuklar daha hızlı cevap verirken doğru cevap oranları azalmıştır. Dokunsal bilginin, kısa zaman içerisinde bir silinme (“decay”) gösterdiğini ve dikkat dağıtıcı görevlerin, bu bellek üzerinde daha uzun süreli süreçlere bağlı olan bir bozucu etkisi (“interference”) olduğunu ileri sürmüştür. Bu son bulgunun da Sullivan ve Turvey (1972)’nin basit silinme teorisiyle açıklanamayacağını gösterdiğini söylemiştir. Bu teoriye göre, bir uyarı beyinde tekrar ederken uygulanan ikincil bir görev (“subsidiary task”), bu provayı engelleyen etmen değildir. Bu noktada bu provayı gerçekleştirirken içsel aktivite koşulları altında bilişsel setteki değişiklikler rol oynayarak performansı etkiler.

Üç boyutlu nesnelere yapılan çalışmalar test aşaması ile çalışma aşamasındaki aranın süresinin ve bozucu etkinin bellek performansı üzerindeki etkisini de araştırmıştır. Kiphart ve ark. (1988) yürüttükleri sekiz ayrı çalışmada, katılımcılardan 32 tane farklı geometrik şekli dokunarak keşfetmelerini istemiş ve ardından da onları farklı gecikme (“delay”) periyotlarından ve bu periyotlardaki yaptırılan farklı ikincil görevlerden (örn. sessizce oturma, sözel geri sayma vb.) sonra dokunsal bir teste tabi tutmuşlardır (nesne yeni mi eski mi sorusunu sormuşlardır). Sonuçlara göre araştırmacılar, bütün durumlarda performansın çok yüksek olduğunu ve bunun da dokunsal sistemin uzman bir sistem olabileceğine işaret ettiği sonucuna varmışlardır. Performans yüksekliğinin olası seçeneklerinden birinin kullanılan malzemelerin yeterince karmaşık olmamasından ve günlük hayatta kullanılan malzemelere benziyor oluşundan kaynaklanabileceği rapor edilse de yine de yeterli ölçüde soyut şekiller olduğu savunulmuştur. Bir başka olası sebep olarak da dokunsal sistemin, görsel ve işitsel sisteme kıyasla daha üstün olduğu ve bunun da temel sebebinin tek bir sisteme değil de birden fazla ve farklı iç içe geçmiş mekanizmalardan faydalanıyor olması olabilir diye ileri sürülmüştür (Kiphart ve ark., 1988).

Yukarıda bahsedilen çalışmalar yumuşaklığa özel olarak odaklanmamış ve genel çerçevede üç boyutlu malzeme algısına odaklanmışlardır. Alanyazında ancak son yıllarda yumuşak malzeme algısı çalışmalarına rastlanmaktadır. Yapay üç boyutlu nesnelere kullanılarak insanların farklı yumuşaklık algısını inceleyen çalışmalar bunlar arasındadır. Metzger ve Drawing (2020) insanların yumuşaklık derecelerini dokunsal olarak ayırt edebilme kabiliyetlerinin bellek üzerindeki yükü

bağlantılı olup olmadığını araştırdıkları çalışmalarında, katılımcılara iki alternatifli zorunlu seçim (“two-alternative-forced-choice”) görevi sunmuşlardır. Buna göre, katılımcılardan iki tane silikondan yapılmış üç boyutlu nesnenin hangisinin daha yumuşak olduğunu rapor etmelerini istemişlerdir. Katılımcılara, işaret parmakları ile toplamda dörder defa bu nesnelere dokunma (baskı uygulamak) imkânı verilmiştir. Katılımcılara çeşitli koşullarda her baskı uyguladıktan sonra (yedi baskı koşulu), iki kez baskı uyguladıktan sonra (üç baskı koşulu), toplamda dört kez baskı uyguladıktan sonra (tek baskı koşulu) diğer nesneye geçmelerini söylemişlerdir. Bulgular, katılımcıların performansının tek baskı koşuluna kıyasla uygulanan her baskı sonrasında diğer nesneye geçilen koşulda daha iyi olduğunu göstermiştir. Yazarlar bunun sebebi olarak da belleğe yüklenen daha az bilgi olması olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bellekteki yük daha az olduğu için katılımcılar yumuşaklık bilgisini uzun süre bellekte tutma ihtiyacı duymayarak daha anlık kıyaslamalarla daha doğru sonuçlara ulaşmış olabildikleri kanısına varmışlardır.

Modaliteler Arası İlişkileri Araştıran Bellek Çalışmaları

Tanıdık objelerle yapılan çalışmalar, insanların nesnelere ve onların özelliklerini tanıma becerisine odaklanırken (Ferreira ve ark., 2019; Hutmacher ve Kuhbandner, 2018; Pensky ve ark., 2008) bir yandan da bu çalışmalarda görsel bellek ile dokunsal bellek arasındaki benzerliklere ve farklılıklara odaklanılır. İki bellek türü arasında analogiler çizilerek hem bu belleklerin doğasını hem de aralarındaki ilişkiyi anlamak amaçlanır. Hutmacher ve Kuhbandner (2018) dokunsal deneyimlerin uzun süreli belleğini ve insanların modaliteler arası tanıma (“recognition”) yeteneklerini iki farklı deneyde araştırmışlardır. İlk deneyde katılımcılar, günlük hayatta kullanılan ve kategorik olarak farklı 168 tane nesneyi gözleri kapalı bir şekilde keşfetmişlerdir ve katılımcılara, daha sonra yapılacak bir bellek testi (hemen deneyden sonra ya da bir hafta sonra) için bu nesnelere mümkün olduğunca doğru bir şekilde hatırlamaları söylenmiştir. Gözleri kapalı bir şekilde gerçekleşen dokunsal tanıma testinde hem deney aşamasında keşfettikleri nesnelere hem de çalışma nesnelere benzeyen yeni (“novel”) nesnelere katılımcılara sunulmuş ve onlardan deney aşamasında keşfettikleri nesneyi belirtmeleri istenmiştir. İkinci deneyde katılımcılara verilen görev benzerdir ancak bu kez deney aşamasında daha sonra yapılacak bir bellek testinden bahsedilmemiştir. İki çalışmanın sonuçları, katılımcıların çalışma nesnelere ile yeni nesnelere arasında ayırım yapma becerisinin ve bunların, ezberleme niyeti olmasa bile dokunsal olarak keşfedilen nesnelere kodlanmasındaki performansının, dokunsal algı için dayanıklı ve ayrıntılı bir uzun süreli belleğe işaret ettiğini göstermiştir.

Buna benzer, Pensky ve ark. (2008) yürüttüğü bir çalışmada dokunsal, görsel ve modaliteler arası bilginin uzun süreli belleğini araştırmışlardır. Bu çalışmada katılımcılar, günlük hayatta kullandığımız 40 nesneyi görsel ve/veya dokunsal olarak keşfetmişlerdir ve sonrasında hemen ve bir hafta sonra birer tanıma testine girmişlerdir. Sonuçlar, görsel ve dokunsal bilginin bir hafta sonra benzer şekilde silinmeye tabi olduğunu ancak performansın görsel girdi ve testte daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. En kötü tanıma performansının da modaliteler arası koşullarda olduğu gözlenmiştir.

Bellek çalışmaları denince yaş faktörünün de önemli bir rol oynadığı bilinir. Bu yüzden dokunsal ve görsel belleği kıyaslayan çalışmalar üzerine yoğunlaşan araştırmacılar yaşlı bireylerle de çalışarak onların bellek performansını araştırmışlardır. Ferreira ve ark. (2019) yaşlı bireylerin görsel olarak ve dokunsal olarak aktif bir şekilde keşfettiler malzemeleri değişik aralıklardan sonra hatırlayabilme becerilerini araştırmıştır (1 saat, 1 gün ve 1 hafta aralıklar). Yazarlar, 12 tane tanıdık obje kullanmışlar ve katılımcılara serbest hatırlama görevi (“free recall task”) vermişlerdir. Çalışmanın sonuçları, iki modalite arasında hatırlama doğruluğunda (“recall accuracy”) bir fark olmadığını ve dokunsal sistemin görsel sisteme benzediğini ortaya çıkarmıştır.

Alanyazında mevcut olan farklı uyaranlarla yürütülen birçok çalışmaya dayanarak dokunsal belleğin varlığına kanıt sunulabilir. Bu belleğin, ayrıca, görsel bellek gibi uzman bir sistem olduğu, bilgileri uzun süreli saklama konusunda dayanıklı olduğu ve uzun sürede bellekteki silinmenin görsel bellekteki silinmeye benzerlik gösterdiği sonucuna varılabilir. Bu belleğin doğasına dair hala birçok soru işareti olduğu ve bu konudaki araştırmaların devam ettiği de vurgulanmalıdır. Bir sonraki kısımda bu belleğin yukarıdan aşağı işlemlemeden (“top-down processing”), yani başka bir deyişle tecrübelerden ve mevcut bilgilerden nasıl etkilendiği açıklanacaktır. Ardından da dokunsal belleğin doğasını araştıran çalışmalar özetlenecektir.

Tecrübelerin Dokunsal Bellekle İlişkisi

Yukarıdan aşağı işlemleme ve aşağıdan yukarı işlemleme (“bottom-up processing”), beynin yürüttüğü iki ayrı süreç olarak özetlenebilir. İkincisi, mevcut uyarlardan aldığımız bilgileri birleştirip ayrıştırarak işlemeyi ve böylece o uyaranla alakalı bir temsil oluşturmayı sağlar. İlki ise var olan bilgilerden yani bireylerin tecrübelerinden yararlanarak karşılaşılan nesne ya da olayları anlamlandırma sürecidir. Bu iki sürecin birlikte çalışıyor olması, beynin verimli bir şekilde çalışma prensibinden (daha az enerji harcayıp daha doğru sonuçlar elde etmek) ileri gelir. Bayesci çerçeveden bu konu ele alındığında da benzer bir yorumla karşı karşıya kalırız. Günlük hayatta

karşılaştığımız duyuşsal bilgiler, duyuşsal sistem tarafından çözümlenmeye çalışılır ve sistem, gelen bilgiyi var olan bilgiyle birleştirecek en az hatayla, etkili şekilde doğru sonuca ulaşmaya çalışır (Friston, 2005, 2010; Friston ve ark., 2006; Kersten et al., 2004; Kersten & Yuille, 2003; Kveraga ve ark., 2007; Summerfield ve de Lange, 2014; Urgan & Boyacı, 2019). Bu sayede sistemin, onlarca seçenek ve yorum arasından vardığı sonuca güvenilebilir.

Beynin verimli çalışma için hata payını en aza indirgemesi sağlayan bir döngünün (“error reduction loop”) var olabileceği ileri sürülmüştür (Ernst ve Bühlhoff, 2004; Friston ve ark., 2006; Friston, 2010; Summerfield ve de Lange, 2014). Bu hipoteze göre, beyin aldığı mevcut bilgileri var olanlarla kıyaslayıp en uygun olan temsili seçerek beyni fazla işlemden kurtarmaya çalışır. Eğer seçilen temsil, alınan bilgiyle uyuyorsa beyin yeni bir işleme ihtiyacı kalmaz. Ancak eğer uyuzsa beyin bu döngüye tekrar girerek en uygun temsili bulup çıkarmayı hedefler. Urgan ve Boyacı (2019)’nın da ileri sürdüğü gibi görsel algı var olan bilgilerden ve beklentiden etkilendir ve bu yukarıdan aşağı işlemler algılanan görsel bilgiyi şekillendirir. Ayrıca tecrübeler ya da beklentiler gibi yukarıdan aşağı işlemler, dokunsal bellek üzerinde ve nesnelere tanımlama sürecinde de aktif bir rol oynar (Abdel Rahman ve Sommer, 2008; Alley ve ark., 2020; Davidson ve ark., 1974; Metzger ve Drewing, 2019; Olkkonen ve Allred, 2014; Scocchia ve ark., 2013; Tanaka ve ark., 2001; Witzel ve ark., 2011; Zoeller ve ark., 2019).

Yukarıdan aşağı işleme alanyazındaki çalışmaları derledikleri makalelerinde Scocchia ve ark. (2013), gözlemcilerin sabit ve geçici durumlarının belirsiz (“ambiguous”) algıyı nasıl etkilediğini gözden geçirmişlerdir. Algıladığımız şeylerin bilişsel ve duyuşsal (“affective”) durumlardan (mesela var olan bilgiler ya da motivasyon), bireysel farklılıklardan (cinsiyet, genetik kodlar gibi), öğrenme ve koşullanma gibi sabit durumlardan ya da dikkat ve isteğe dayalı (“voluntary”) kontrol gibi geçici ve değişken mekanizmalardan etkilendiğini belirtmişlerdir. Witzel ve ark. (2011)’nin yürüttüğü çalışma bunu desteklemektedir. Yapay nesnelere renk belleğini araştırmışlar ve nesnelere ve onların özellikleri arasında önceden edinilmiş ilişkilerin ve bilgilerin, algısal karmaşasından ya da 2 veya 3 boyutlu olmasından bağımsız olarak malzemelerin algısını etkilediğini ileri sürmüşlerdir.

Yumuşaklık algısına dair var olan bilginin nesne yumuşaklığını nasıl etkilediğine dair yürüttükleri araştırmada Metzger ve Drewing (2019), yumuşak malzeme olarak sünger, sert malzeme olarak da odun parçaları kullanmışlardır ve silikondan yapılmış malzemeleri ya da tenis topunu bu ikisiyle kaplamışlardır. Herhangi bir nesneyle kaplanmamış silikon maddeyi ya da tenis topu-

nu da karşılaştırılacak nesne olarak kullanmışlardır. Katılımcıların görevi ise kaplanan ve kaplanmayan iki nesneden hangisinin daha yumuşak olduğuna karar vermeleridir. Araştırmanın sonuçları, odun parçalarıyla kaplanmış silikonun/tenis topunun daha sert, süngerle kaplanmış olanların ise daha yumuşak algılandığını göstermiştir. Bu da sertlik ve yumuşaklığa dair var olan bilgilerimizin algı sürecimize etki ettiğini ve nesnelere alınan anlık malzeme bilgisini etkilediğini göstermiştir. Ama yazarlar bu etkinin kısıtlı olabileceğinin de altını çizmişlerdir.

Var olan bilgilerin dokunsal algı üzerindeki etkisi görme engelli ve normal görüşe sahip katılımcılarla da çalışılmıştır. Davidson ve ark. (1974) yürüttükleri çalışmada, önceden var olan algısal tecrübenin hatırlanmasını, bellek üzerinde farklı büyüklüklerde bilişsel yük oluşturan görevler kullanarak incelemişlerdir. Uyarın olarak 10 tane üç boyutlu ve isimlendirilmesi ya da tanınması zor nesne kullanmışlardır. Katılımcılar nesnelere dokunarak onları tanıdıktan sonra test aşamasında bu nesnelere yeni nesnelere eklenmiştir. Görev olarak katılımcılardan bu nesnelere hangisinin daha önce dokundukları hangisinin yeni olduğunu söylemelerini istemişlerdir. Karşılaştırılacak uyarın olarak da farklı sayıdaki katılımcıların daha önce dokunmadıkları yeni nesnelere sunarak bellek üzerindeki yükü artırıp azaltmışlardır. Sonuçlar, bellek üzerinde çok yük oluşturan görevlerin (en fazla sayıda karşılaştırılacak uyarın sunulan koşul), hatırlama üzerinde iki grup için de performans düşürücü bir etkisi olduğunu ancak bu etkinin görme engelli katılımcılar için daha az olduğunu ortaya koymuştur. Bu da Goodnow’ın (1971) ileri sürdüğü dokunsal bilgiyi hatırlamada önceki tecrübelerin etkisi olduğu hipotezini destekleyen bir bulgu olmuştur. Önceki tecrübelerin dokunsal bilgiyi nasıl etkilediğini açıklamak için araştırmacılar bazı fikirler öne sürmüştür. Bunlardan birincisi, görme engelli bireylerin dokunsal taramayı (“haptic scanning”) daha etkili kullandığı yönündedir. Diğeri ise uyarının nasıl kodlandığının hatırlama üzerinde etkisini vurgulamaktadır. Buna kanıt olarak da Posner (1967)’in yürüttüğü bir araştırmada, normal görüşe sahip insanlarda görsel kodlamada provadan yararlanırken kinestetik kodlamada bunun olmadığını bulmasını sunmuşlardır.

Nesnelere tanımadaki uzmanlığımızın, o nesnelere olan geniş algısal deneyimimize ve derin bir anlamsal (“semantic”) bilgiye sahip olmamıza dayandığını ileri süren Abdel Rahman ve Sommer (2008), bilginin algıyı nasıl etkilediğini incelemek için iki çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada, geçmiş çağlarda kullanılmış ve günümüz insanların tanımadığı ve fonksiyonları bilinmeyen 40 tane nadir araç-gereç ile 20 tane günlük hayatta sıklıkla karşılaşılan nesneyi kullanmışlardır. Bulgularına göre, geniş kapsamlı bilginin sadece istemsiz anlamsal belleğe erişimi etkilemediğini, aynı zamanda geleneksel olarak

bu tarz etkilere duyarsız olduğu düşünülen erken görsel süreçlere nüfuz ederek algıyı şekillendirdiğini ileri sürmüşlerdir. Yazarlar, uzmanlığın zengin algısal deneyimlerin yanısıra derin bir anlamsal bilgiyi de kapsadığını vurguluyorlar. Bunu da EEG ile yürüttükleri beyin görüntüleme çalışmasındaki P100 ve N400 zaman aralıklarındaki ERP’lerde gözlemledikleri değişimlere dayanarak ileri sürmüşlerdir. N400’deki değişimler anlamsal bilginin derinleşmesiyle pozitif yönde artarken, P100’de salınım genliğinde (amplitude) azalma görülmüştür. P100’deki bu değişim, nesnelere beyinde görsel olarak algılandığı erken evrelerde, var olan bilginin etkisini göstermektedir. Erken algının anlamsal bilgiden etkileniyor olmasının iki farklı açıklaması olabileceğini vurgulamışlardır. Bunlardan ilki, üst düzey kavramsal bilginin erken algı üzerinde yukarıdan aşağı bir etkisi olduğunu ve bunun da özellik analizini üst düzey anlamsal kortikal bölgelerden duyuşal bölgelere girdili aktivasyonla sağladığını söylemektedir. Diğeri ise anlamsal bilgiyi, duyuşal bilgilerin şekillendirdiğine ve duyuşal bilginin beyinde anlamsal olarak kodlandığına işaret etmektedir.

Anlamsal bilgi gibi farklı kanallar aracılığıyla verilen önbilgilerin (örn. Görsel kanal), yani katılımcılarda oluşturulan beklentinin dokunsal keşif süreçlerindeki etkisini inceleyen başka çalışmalar da mevcuttur. Zoeller ve ark. (2019) yürüttükleri bir dizi araştırmada, var olan bilgilerin verildiği kanalların ve yöntemlerin motor davranışları nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Bunun için farklı yöntemler kullanarak var olan bilgiyi harekete geçirmeye çalışmışlardır. Tekrarlayan uyum koşulunda yumuşak ya da sert nesnelere blok halinde sunulmuş, katılımcılardan bu nesnelere dokunarak keşfetmeleri (tekrarlı olarak nesnenin üzerine bastırarak çökertmeleri) istenmiştir. Anlamsal koşulda dokunsal olarak uyarıcı keşfedilmeden önce ekranda yumuşak ya da sert yazısı belirmiş, görsel koşulda ise ekranda bir animasyonla nesneye farklı derecelerde güç uygulayan bir test çubuğu gösterilip sonra nesneyi keşfetmeleri istenmiştir. Ayrıca, farklı şekillerde (örtük ve açık) verilen önbilginin, keşif sürecine nasıl etki ettiğini ve tekrarlayan uyum koşulunda gözlemlendiği gibi diğeri kanallarda da motor adaptasyonu sağlayıp sağlamayacağını incelemişlerdir. İlk deneyde, farklı bilgi kanalları kullanarak var olan bilgiyi katılımcılara iletmişlerdir (tekrarlayan uyum, anlamsal ve görsel kanallar). Bu noktada görsel ve anlamsal bilgiyi kullanıp dokunsal bilgiyle karşılaştırma sebebi, bu iki bilgi türünün de günlük hayatta sıkça karşılaştığımız bilgi aktarım kanalları olmasıdır. İlk çalışmada yalnızca tekrarlayan uyum koşulunda katılımcıların daha sert nesnelere uyguladıkları ilk çökertmenin (“initial peak force”) yumuşak olanlara kıyasla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu güç, katılımcıların bir nesneye çubuk aracılığıyla ilk uyguladıkları deformasyon olarak adlan-

dırılabilir. Bu güç, üç farklı kanal aracılığıyla verilen önbilgiden yararlanarak ya da herhangi bir önbilgi verilmeden uygulanmıştır. Bu ilk deneyden yola çıkarak yürüttükleri ikinci deneyde ise görsel ve anlamsal bilginin bilinçli olarak öğrenilebileceğini (diğeri bir deyişle açık bilgi [“explicit knowledge”] olduğunu) ileri sürerek, bunu aynı deney tasarımıyla örtük (“implicit”) bilgi ile kıyaslamışlardır. Açık bilgi olarak uyarıcı sunumundan önce ekranda “Birazdan yumuşak/sert bir malzeme göreceksiniz” yazısı belirmişti. Örtük bilgi olarak da blok halinde yumuşak ya da sert malzemeler arka arkaya sunulmuştur ve herhangi başka bir bilgi verilmemiştir. Sonuçlar, örtük bilgi koşulunda katılımcıların uyguladıkları en yüksek gücün sert nesnelere daha fazla olduğunu göstermiştir. Yumuşak ve sert nesnelere arasındaki bu güç farkı örtük ve açık bilginin beraber sunulduğu koşulda gözlemlenmemiştir. Araştırmacılar bunun açık bilginin dokunsal keşif sürecinde karıştırıcı bir rolü olduğunu gösterdiği olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu yüzden dokunsal algının örtük bilginin tek başına verilerek geliştirilebileceğini ve performansın böyle daha iyi olacağını vurgulamışlardır.

Alley ve ark. (2020) bilgisayar ortamında hazırlanmış tanıdık (“familiar”) ve tanıdık olmayan (“novel”) malzeme animasyonlarını kullanarak beklentinin malzeme özelliklerinin algısını nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Bu animasyonlarda tanıdık ve tanıdık olmayan objeler beklenen şekilde (cam bir bardağın kırılması veya 3 boyutlu jöleye benzer bir objenin titmesi) ya da katılımcıların hiç beklemediği ve şaşırtıcı bir şekilde (cam bardağın erimesi ya da jöleye benzer bir objenin kırılması) kinetik özellikler sergilemektedir. Sonuçlar bize, şaşırtıcı malzeme özelliklerinin beklenen şekilde davranan malzemelere göre farklı algılandığını ve bu şaşırtıcı davranışın da reaksiyon sürelerinde artışa sebep olduğunu göstermektedir. Bir malzemeyi tanımak sadece onun optik özelliklerini aktive etmekle kalmayıp kinematik özelliklerini ve bunun sonucunda ortaya çıkan malzeme davranışları hakkında da güçlü tahminlerin oluşmasını sağlamaktadır. Yazarlar, malzeme davranışları hakkında sahip olduğumuz bilgilerin görsel bilgiyi aşağıdan yukarıya işleme süreçlerine engel olduğunu ve beklenen ve sürpriz koşullarındaki malzeme özellikleri arasında tahmin edilebilir bir farklılığa yol açtığını söylemektedirler.

Yazarlar, bayesçi çerçeveden sonuçları yorumlamışlardır. Buna göre, anlaşmazlığın olduğu durumlarda görsel sistemin iki seçeneği vardır. Birincisi, o nesnenin özelliğiyle alakalı önceden sahip olunan bilgiyi ve tanıdık olan şekle dair ipuçlarını tamamen reddetmektir. Ancak bu durumda iki koşul arasındaki oylamalarda bir fark görmememiz gerekirdi. İkincisi ise, görsel sistemin malzemeler hakkında çok sayıda ve çeşitte bilgiyi barındırdığını ve

bunun da duyuşsal girdiye bağlı olarak var olan bilgilerin ağırlıklarını ayarladığını syylyor. Bu durumda görsel sistem, beklentileriyle aıkışan durumlarla karşılaştığında üretken (“generative”) modeli güncelleyerek ileriki görevlerdeki hata payını en aza indirgemeye çalışıyor denebilir.

Sonuç

Günlük hayatımızda çevremizle ve çevremizde bulunan nesnelere etkileşim halinde bulunurken beynimiz biz farkında olmadan nesnelere ve çevremize dair bilgileri belleğimize kodlamakla meşguldür. Aldığı görsel, işitsel ve dokunsal gibi bütün duyuşsal bilgileri kullanarak tam bir temsil yaratmak n çabalar. Bu çerçeveden bakıldığında dokunsal sistemin (ve dolayısıyla dokunsal belleğin) nemi yadsınamaz. Çünkü bu sayede el yordamıyla çevremizi keşfetmemiz gerektiğinde dokunduğumuz nesnelere tanıyabiliriz. Bir aşı her gün mutfakta kullandığı ürünleri yalnızca dokunarak tanıyabilir, bir araba tamircisi motorun iini elle muayene ederek kırık, hasarlı bir parça olup olmadığını anlayabilir veyahut insanlar boyları yetmeyen bir rafta ellerini dolaştırarak aradıkları nesneyi tanıyıp onu alabilirler. Tüm bunlara ek olarak görme engelli insanlar dünyayı, dokunma duyuşları aracılığıyla beynlerinde resmedebilirler. Bütün bu önem arz eden özelliklerinden dolayı dokunsal bellek alanyazında özellikle son yıllarda bolca yer kaplayan bir konu olmuştur.

Bu bellek türünü çalışmak için farklı yöntemler kullanılır. Alanyazındaki ilk çalışmalar görsel bellekle analoji kurarak görsel bellek çalışmalarındaki görevleri kullanmışlardır (Gilson ve Badddeley, 1969; Miles ve Borthwick, 1996; Murray ve ark., 1975; Sullivan ve Turvey, 1975; Watkins ve Watkins, 1974). Araştırmacılar daha çok pasif dokunma olarak adlandırılan bir yöntemle çeşitli vücut bölgelerine dokunarak katılımcılara hatırlama görevleri vermişlerdir. Bunun sonucunda görülmüştür ki dokunsal bellek de tıpkı görsel ya da sözel belleğe benzer bir kapasiteye sahiptir.

Dokunsal belleği daha iyi anlamaya yönelik yürütülen daha yakın zamanlı çalışmalarda iki ya da üç boyutlu nesnelere odaklanılmıştır (Ferreira ve ark., 2019; Heller, 1989; Hutmacher ve Kuhbandner, 2018; Kiphart ve ark., 1988; Millar, 1974,1975b; Pensky ve ark., 2008). Braille alfabesi ve kumaşlar gibi iki boyutlu nesnelere ya da günlük hayatta kullandığımız veyahut bize tamamen yabancı olan üç boyutlu nesnelere yapılan bu çalışmalar göstermiştir ki dokunsal bellek de görsel bellek gibi uzman bir sistemdir. Aradan bir hafta gibi bir zaman geçtiğinde bile çalışma aşamasında etkileşimde bulunduğu nesnelere ortalamanın üstünde bir performans göstererek hatırlayabilmektedir (Ferreira ve ark., 2019; Hutmacher ve Kuhbandner, 2018). Hatta görme engelli ve normal görüşe sahip bireyler karşılaştırıldığında

da bellek performansında bir fark gözlemlenememiştir (Heller, 1989; Millar, 1974,1975b). Heller (1989)’in yürütmüş olduğu çalışma da aslında sadece görsel belleğin dokunsal belleği tamamlayıcı zellini gözler önüne seriyer olabilir (ya da tam tersi dokunsal belleğin görsel belleği destekliyor olduğunu).

Beyinde yürütülen iki ayrı süreç olan yukarıdan aşağı ve aşağıdan yukarı işlemler bellek performansı üzerinde önemli bir yer tutar. Aşağıdan yukarı işlemlerin önemi, dış dünyadan alınan dokunsal bilgilerin beyne iletilip çeşitli beyin bölgelerinde ve sinirsel bağlantılarda depolanmasının sağlanmasıdır gelir. Yukarıdan aşağı işlemler ise beyin daha verimli çalışmasını sağlar. Duyuşsal sistemden gelen girdilerin daha çabuk işlenip gruplanması ya da tanımlanmasına yardımcı olur. Var olan bilgilerle, beklentilerle ya da geçmiş tecrübelerle kıyaslayarak o an etkileşimde olduğu nesneyi daha hızlı tanıyıp ona göre aksiyon alınmasını sağlar. Bir nesneye ait malzeme zellini (rneğin, kırılabilir olması), o nesneye dair algıyı şekillendirdiği ve nesne bu malzeme zelline ters şekilde davrandığında ise reaksiyon sürelerinde bir yavaşlama gözlemlendiği de ortaya konulan bulgular arasındadır (Alley ve ark., 2020). Bu da bizlere, beklentinin o nesneye alakalı beyinde çoktan bir temsil kurduğunu ama yanılma durumu söz konusu olduğunda beyin o temsili yenilediğini ve bu işlemin de beyinde birkaç milisaniye sürdüğünü söylüyor olabilir (Ernst ve Blthoff, 2004; Friston, 2005, 2010; Friston ve ark., 2006; Kersten et al., 2004; Kersten & Yuille, 2003; Kveraga ve ark., 2007; Summerfield ve de Lange, 2014; Urgan & Boyacı, 2019).

Alanyazından bir araya getirilen bu çalışmalar ışığında, dokunsal algının özellikle son yıllarda daha kapsamlı bir şekilde araştırılmaya başlandığını söyleyebiliriz. Ancak dokunsal bellek konusundaki çalışmalar azdır ve hala daha araştırılması gereken birçok soru vardır. Özellikle bu bellek türünün doğasına dair aydınlatılmamış çok fazla nokta mevcuttur. Bir modaliteden bağımsız (“amodal”) mı yoksa çoklu modaliteye ait (“multimodal”) bir sistem mi söz konusu olduğu konusunda hala daha fikir birliğine varılamamıştır. Bu konunun aydınlatılması, bu belleğin doğasını daha iyi anlamamızı sağlayacağı için önem arz etmektedir. Ayrıca, yapay olarak üretilen ve farklı akışkanlık, şekil değiştirebilirlik gibi koşullarda olan üç boyutlu malzemeler kullanılarak insanların nasıl aktif keşif yaptığı ve algısal olarak öğrendiği incelenebilir. Buna ek olarak, özellikle yumuşaklık algısı ile ilişkilendirilmiş KH’ler yakın zamanda tanımlandığı için (Dvencioğlu ve ark., 2022) henüz KH’lerin bellek performansı üzerindeki etkisi hakkında çalışmalara rastlanmamıştır. Malzeme boyutlarıyla ilişkili olduğu bilinen KH’lerin, ilişkisi bulunmayanlara kıyasla bellekte daha uzun süreli ve detaylı bir depolamaya sebep olup olmayacağı araştırılması gereken konulardan biridir.

Kaynaklar

- Abdel Rahman, R., & Sommer, W. (2008). Seeing what we know and understand: How knowledge shapes perception. *Psychonomic Bulletin & Review*, *15*(6), 1055–1063. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.6.1055>
- Aleman, A., van Lee, L., Mantione, M. H. M., Verkoijen, I. G., & de Haan, E. H. F. (2001). Visual imagery without visual experience: Evidence from congenitally totally blind people. *Neuroreport*, *12*(11), 2601–2604. <https://doi.org/10.1097/00001756-200108080-00061>
- Alley, L. M., Schmid, A. C., & Doerschner, K. (2020). Expectations affect the perception of material properties. *Journal of Vision*, *20*(12), 1. <https://doi.org/10.1167/jov.20.12.1>
- Amedi, A. (2002). Convergence of Visual and Tactile Shape Processing in the Human Lateral Occipital Complex. *Cerebral Cortex*, *12*(11), 1202–1212. <https://doi.org/10.1093/cercor/12.11.1202>
- Bergmann Tiest, W. M., & Kappers, A. M. L. (2006). Analysis of haptic perception of materials by multidimensional scaling and physical measurements of roughness and compressibility. *Acta Psychologica*, *121*(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2005.04.005>
- Auvray, M., Gallace, A., & Spence, C. (2011). Tactile short-term memory for stimuli presented on the fingertips and across the rest of the body surface. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *73*(4), 1227–1241. <https://doi.org/10.3758/s13414-011-0098-6>
- Bliss, J. C., Crane, H. D., Mansfield, P. K., & Townsend, J. T. (1966). Information available in brief tactile presentations. *Perception & Psychophysics*, *1*(4), 273–283. <https://doi.org/10.3758/BF03207391>
- Cavdan, M., Doerschner, K., & Drewing, K. (2019). The many dimensions underlying perceived softness: How exploratory procedures are influenced by material and the perceptual task *. *2019 IEEE World Haptics Conference (WHC)*, 437–442. <https://doi.org/10.1109/WHC.2019.8816088>
- Cavdan, M., Drewing, K., & Doerschner, K. (2021). The look and feel of soft are similar across different softness dimensions. *Journal of Vision*, *21*(10), 20. <https://doi.org/10.1167/jov.21.10.20>
- Cohen, H., Voss, P., Lepore, F., & Scherzer, P. (2010). The Nature of Working Memory for Braille. *PLoS ONE*, *5*(5), e10833. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010833>
- Davidson, P. W., Barnes, J. K., & Mullen, G. (1974). Differential effects of task memory demand on haptic matching of shape by blind and sighted humans. *Neuropsychologia*, *12*(3), 395–397. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(74\)90056-6](https://doi.org/10.1016/0028-3932(74)90056-6)
- Metzger, A. & Drewing, K. (2020). Switching Between Objects Improves Precision in Haptic Perception of Softness. In Nisky, I., Hartcher-O'Brien, J., Wirtlewski, M., & Smeets, J. (Eds.): *Euro Haptics 2020, LNCS 12272* (pp. 69–77), 2020, Proceedings (Vol. 12272). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58147-3>
- Dövençioğlu, D. N., Doerschner, K. & Drewing, K. (2018). Aspects of Material Softness in Active Touch. 41st European Conference on Visual Perception (ECVP) 2018 Trieste. (2019). *Perception*, *48*(1_suppl), (pp. 144). <https://doi.org/10.1177/0301006618824879>
- Dövençioğlu, D. N., Doerschner, K. & Drewing, K. (2019, September). Material Softness Dimension in Active Touch. 42nd European Conference on Visual Perception (ECVP) 2019 Leuven. (2019). *Perception*, *48*(2_suppl), (pp. 205). <https://doi.org/10.1177/0301006619863862>
- Dövençioğlu, D.N., Üstün, F.S., Doerschner, K. et al. Hand explorations are determined by the characteristics of the perceptual space of real-world materials from silk to sand. *Sci Rep* *12*, 14785 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18901-6>
- Ernst, M. O., & Bühlhoff, H. H. (2004). Merging the senses into a robust percept. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(4), 162–169. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.02.002>
- Ferreira, C. D., Gadelha, M. J. N., Fonsêca, É. K. G., da Silva, J. S. C., da Torro, N., & Fernández-Calvo, B. (2021). Long-term memory of haptic and visual information in older adults. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *28*(1), 65–77. <https://doi.org/10.1080/13825585.2019.1710450>
- Fleming, R. W., Nishida, S., & Gegenfurtner, K. R. (2015). Perception of material properties. *Vision Research*, *115*, 157–162. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2015.08.006>
- Friston, K. (2005). A theory of cortical responses. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *360*(1456), 815–836. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1622>
- Friston, K. (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, *11*(2), 127–138. <https://doi.org/10.1038/nrn2787>
- Friston, K., Kilner, J., & Harrison, L. (2006). A free energy principle for the brain. *Journal of Physiology-Paris*, *100*(1–3), 70–87. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2006.10.001>
- Gallace, A., & Spence, C. (2008). The cognitive and neural correlates of “tactile consciousness”: A multisensory perspective. *Consciousness and Cognition*, *17*(1), 370–407. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.01.005>

- Gallace, A., & Spence, C. (2009). The cognitive and neural correlates of tactile memory. *Psychological Bulletin*, *135*(3), 380–406. <https://doi.org/10.1037/a0015325>
- Gallace, A., Tan, H. Z., & Spence, C. (2006). Numerosity judgments for tactile stimuli distributed over the body surface. *Perception*, *35*(2), 247–266. <https://doi.org/10.1068/p5380>
- Gallace, A., Tan, H. Z., Haggard, P., & Spence, C. (2008). Short term memory for tactile stimuli. *Brain Research*, *1190*, 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.11.014>
- Gibson, J. J. (1962). Observations on active touch. *Psychological Review*, *69*(6), 477–491. <https://doi.org/10.1037/h0046962>
- Gilson, E. Q., & Baddeley, A. D. (1969). Tactile Short-Term Memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *21*(2), 180–184. <https://doi.org/10.1080/14640746908400211>
- Goodnow, J. J. (1971). Eye and hand: Differential memory and its effect on matching. *Neuropsychologia*, *9*(1), 89–95.
- Heller, M. A. (1982). Visual and tactual texture perception: Intersensory cooperation. *Perception & Psychophysics*, *31*(4), 339–344. <https://doi.org/10.3758/BF03202657>
- Heller, M. A. (1989). Tactile Memory in Sighted and Blind Observers: The Influence of Orientation and Rate of Presentation. *Perception*, *18*(1), 121–133. <https://doi.org/10.1068/p180121>
- Hollins, M., Faldowski, R., Rao, S., & Young, F. (1993). Perceptual dimensions of tactile surface texture: A multidimensional scaling analysis. *Perception & Psychophysics*, *54*(6), 697–705. <https://doi.org/10.3758/BF03211795>
- Hutmacher, F., & Kuhbandner, C. (2018). Long-Term Memory for Haptically Explored Objects: Fidelity, Durability, Incidental Encoding, and Cross-Modal Transfer. *Psychological Science*, *29*(12), 2031–2038. <https://doi.org/10.1177/0956797618803644>
- Kersten, D., Mamassian, P., & Yuille, A. (2004). Object Perception as Bayesian Inference. *Annual Review of Psychology*, *55*(1), 271–304. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.142005>
- Kersten, D., & Yuille, A. (2003). Bayesian models of object perception. *Current Opinion in Neurobiology*, *13*(2), 150–158. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(03\)00042-4](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(03)00042-4)
- Kiphart, M. J., Auday, B. C., & Cross, H. A. (1988). Short-Term Haptic Memory for Three-Dimensional Objects. *Perceptual and Motor Skills*, *66*(1), 79–91. <https://doi.org/10.2466/pms.1988.66.1.79>
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J., & Metzger, V. A. (1985). Identifying objects by touch: An “expert system.” *Perception & Psychophysics*, *37*(4), 299–302. <https://doi.org/10.3758/BF03211351>
- Kveraga, K., Ghuman, A. S., & Bar, M. (2007). Top-down predictions in the cognitive brain. *Brain and Cognition*, *65*(2), 145–168. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2007.06.007>
- Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, *19*(3), 342–368. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(87\)90008-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90008-9)
- Metzger, A., & Drewing, K. (2019). Memory influences haptic perception of softness. *Scientific Reports*, *9*(1), 14383. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50835-4>
- Miles, C. (1996). Tactile Short-term Memory Revisited. *Memory*, *4*(6), 655–668. <https://doi.org/10.1080/741940995>
- Millar, S. (1999). Memory in touch. *Psicothema*, *11*(4), 747–767.
- Millar, S. (1974). Tactile Short-Term Memory By Blind And Sighted Children. *British Journal of Psychology*, *65*(2), 253–263. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1974.tb01399.x>
- Millar, S. (1975). Spatial Memory By Blind And Sighted Children. *British Journal of Psychology*, *66*(4), 449–459. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1975.tb01480.x>
- Murray, D. J., Ward, R., & Hockley, W. E. (1975). Tactile Short-Term Memory in Relation to the Two-Point Threshold. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *27*(2), 303–312. <https://doi.org/10.1080/14640747508400489>
- Okamoto, S., Nagano, H., & Yamada, Y. (2013). Psychophysical Dimensions of Tactile Perception of Textures. *IEEE Transactions on Haptics*, *6*(1), 81–93. <https://doi.org/10.1109/TOH.2012.32>
- Olkkonen, M., & Allred, S. R. (2014). Short-Term Memory Affects Color Perception in Context. *PLoS ONE*, *9*(1), e86488. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086488>
- Pensky, A. E. C., Johnson, K. A., Haag, S., & Homa, D. (2008). Delayed memory for visual-haptic exploration of familiar objects. *Psychonomic Bulletin & Review*, *15*(3), 574–580. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.3.574>
- Picard, D., Dacremont, C., Valentin, D., & Giboreau, A. (2003). Perceptual dimensions of tactile textures. *Acta Psychologica*, *114*(2), 165–184. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2003.08.001>
- Picard, D. (2006). Partial perceptual equivalence between vision and touch for texture information. *Acta Psychologica*, *121*(3), 227–248. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2005.06.001>

- Posner M. I. (1967). Characteristics of visual and kinesi-
thetic memory codes. *Journal of experimental psy-
chology*, *75*(1), 103–107. [https://doi.org/10.1037/
h0024911](https://doi.org/10.1037/h0024911)
- Scocchia, L., Valsecchi, M., & Triesch, J. (2014). Top-
down influences on ambiguous perception: The
role of stable and transient states of the observer.
Frontiers in Human Neuroscience, *8*. [https://doi.
org/10.3389/fnhum.2014.00979](https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00979)
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human
memory, *Science*, *153*(3736), 652–654.
- Sullivan, E. V., & Turvey, M. T. (1972). Short-term Re-
tention of Tactile Stimulation. *Quarterly Journal of
Experimental Psychology*, *24*(3), 253–261. [https://
doi.org/10.1080/14640747208400278](https://doi.org/10.1080/14640747208400278)
- Summerfield, C., & de Lange, F. P. (2014). Expectation
in perceptual decision making: Neural and com-
putational mechanisms. *Nature Reviews Neuro-
science*, *15*(11), 745–756. [https://doi.org/10.1038/
nrn3838](https://doi.org/10.1038/nrn3838)
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human
memory. *Science*, *153*(3736), 652–654. Accessed
5 6, 2022
- Tanaka, J., Weiskopf, D., & Williams, P. (2001). The role
of color in high-level vision. *Trends in Cognitive
Sciences*, *5*(5), 211–215. [https://doi.org/10.1016/
S1364-6613\(00\)01626-0](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01626-0)
- Urgen, B. M., & Boyaci, H. (2019). When expectations
are not met: Unraveling the computational mech-
anisms underlying the effect of expectation on
perceptual thresholds [Preprint]. *Neuroscience*.
<https://doi.org/10.1101/545244>
- Watkins, M. J., & Watkins, O. C. (1974). A tactile suf-
fix effect. *Memory & Cognition*, *2*(1), 176–180.
<https://doi.org/10.3758/BF03197511>
- Witzel, C., Valkova, H., Hansen, T., & Gegenfurtner, K.
R. (2011). Object Knowledge Modulates Colour
Appearance. *I-Perception*, *2*(1), 13–49. [https://doi.
org/10.1068/i0396](https://doi.org/10.1068/i0396)
- Zoeller, A. C., Lezkan, A., Paulun, V. C., Fleming, R. W.,
& Drewing, K. (2019). Integration of prior knowl-
edge during haptic exploration depends on infor-
mation type. *Journal of Vision*, *19*(4), 20. [https://
doi.org/10.1167/19.4.20](https://doi.org/10.1167/19.4.20)

Summary

The Role of Memory as a Top-Down Influence on the Haptic Perception

Fatma Kılıç¹

Middle East Technical University

Dicle N. Dövençioğlu

Middle East Technical University

Haptic Perception

Haptic perception is the exploration of objects in the environment with the aid of tactual sense. The stereotypical hand movements, which are used while exploring the objects are called 'Exploratory Procedures (EPs)' and they vary depending on the object and the information that is to be extracted (Lederman & Klatzky, 1987). For instance, to measure the temperature of an object, people touch it statically or to understand how elastic an object is, individuals try to pull that object. Within this framework, the importance of haptic information should be emphasized because it shapes our interaction with the environment. Even a congenitally blind individual can interact with his environment, manipulate objects, or can have depth perception thanks to tactile information that he receives (see Eşref Armağan).

When we talk about tactile perception, it is important to make a distinction between active and passive exploration since tactile perception covers both exploration types. Passive touch is related with cutaneous sense and active touch is the active exploration of objects.

In tactile perception literature, there are studies with everyday materials (Bergman Tiest & Kappers, 2006; Cavdan et al., 2019, 2021; Dövençioğlu et al., 2022; Fleming et al., 2015; Hollins et al., 1993; Picard et al., 2003) as well as artificially produced 3-D materials and surfaces (Amedi et al., 2002; Millar, 1974, 1975; Heller, 1982; Metzger & Drewing, 2019, 2020). To use different types of materials yields the opportunity to observe the variety of exploratory procedures.

To conclude, the role of the information that we obtain through the tactile experience with objects needs to be studied and comprehended under theoretical and experimental grounds.

Tactile Memory

Tactile memory allows us to encode the information attributed to objects that is obtained by touching and actively interacting with the objects. Tactile memory plays a crucial role in our daily life, such as in the darkness of our bedroom it navigates us to our bed without seeing and without hitting something.

Tactile memory benefits from mechanoreceptors, open nerve endings, and proprioceptive receptors to obtain the information it needed (Gallace & Spence, 2009). These receptors help us to explore the micro geometric properties of materials, such as their surface, and macro geometric properties, such as materials' shape. In that review, we elaborated on both micro and macro geometric properties of materials.

The tactile memory studies focusing on passive tactile sense are present in the literature. The findings of these studies were contradictory in the sense that they contended different memory models. One assumed two different mechanisms to encode the tactile information, one is rapidly decaying with a subsidiary task (decay) and the second one is more durable in the long-term (Gilson & Baddeley, 1969); and the other revealed only one mechanism decaying in time without the interference from a secondary task, but with the interference from internal cognitive set of individuals. (Sullivan & Turvey, 1975). Gallace et al. (2008) demonstrated that the decay of the information is related with the number of tactile stimulation and the task difficulty is not associated with the memory performance.

The nature of the encoded information and the relationship of tactile sensitivity with memory were also the focus of the investigation (whether it is verbal, visual, spatial etc.). The studies showed that tactile information might be representational and the more sensitive a body area is, the more durable the tactile information obtained by that body area.

Memory Studies with Surfaces and 3-D Objects

The studies concentrated on 2 dimensional surfaces, or 3 dimensional objects are much more valuable, because it is expected from them to reveal more about the nature of tactile memory. The rationale behind this notion is that in daily life we interact with these objects, not with artificial objects/surfaces or passive touch.

Millar (1975b) presented visually impaired children with a recall task consisting of Braille alphabet with sets of 2, 3, 4, 5, and 6 letters. The recall performance of the children was impaired for the letters that were phonologically similar rather than for the words that were similar in form. The recall span was impaired for tactually similar letters only when the recall span of the children in already limited before the experiment, which is an indicator of a tactile and short-term memory according to the author. Another study by Millar (1974) investigated tactile recognition of sighted and visually impaired children with attention demanding and modality-specific distractor task. She argued that the model suggested by Sullivan and Turvey was not supported by these results. Thus, she concluded that there should be a decay in the tactile information in a short period of time and attention-distractor tasks should have a long-term interference effect on this memory.

The effects of delay period between study and test phases, and interference on memory performance drew attention in the literature. Kiphart et al. (1988) showed that the tactile system is an expert system because no matter the delay period or distractor task the memory performances of the participants were high. The high performance might be due to the incompleteness of the chosen objects and their resemblance to the object that are used in daily life. Yet, authors stated that the objects that they created were abstract enough to use in this study. Thus, they contended another possible hypothesis which suggests that the expertise of the tactile memory could be due to its associations with more than one complex sensory systems.

The studies done with familiar objects focuses on people's ability to recognize and comprehend the material properties as well as the comparison between haptic and visual memories. The results were in line with the view that proposes a durable and detailed tactile memory (Hutmacher & Kuhbandner, 2018). What is more, the durability of tactile memory has resemblance with the visual memory in the case of recall span of elderly (Ferreira et al., 2019). However, another study carried out by Pensky et al. (2008) showed that the performance in the visual test and output was higher than the haptic test and output. Hence, although the decay in the haptic and visual memory depicted a similar pattern, visual memory is more durable than tactile memory.

Nevertheless, tactile memory, based on the above-mentioned studies, can be seen as an expert system that can store tactile information for a long period of time and show similarities with visual memory in terms of storage capacities.

The Relationship of Experience with Tactile Memory

Top-down and bottom-up processing are two processes running in the brain. While the second one enables us to form a representation of the explored objects by combining and breaking down the received information, the first process allows us to apprehend the objects and their properties by aiding the previous experiences and stored information. Working together of these two systems helps brain to efficiently process information without spending too much energy and reaching more accurate conclusions (Friston, 2005, 2010; Friston et al., 2006; Kersten et al., 2004; Kersten & Yuille, 2003; Kveraga et al., 2007; Summerfield & de Lange, 2014; Urgen & Boyacı, 2019). Besides, the effect of stable and transient states (cognitive and affective states, individual differences, learning and conditioning, and voluntary and attentional control) affect the way we perceive the world and objects within (Scocchia et al., 2013).

The influence of top-down information on the perceived material properties has attracted the interest of researchers in the last few decades. Metzger and Drewing (2019) specifically focused on its influence on perceived softness and concluded that top-down information affects the received (bottom-up) information and shapes the information of material properties. Yet, it was suggested to be cautious because this effect could be limited. This influence also was studied with sighted and visually impaired individuals, and it was stated that the load on the memory resulted in less decrease in the memory performance of visually impaired participants because their experience with the world depends on tactile sense, therefore the interference of the prior knowledge they had about that object can be little.

Abdel Rahman and Sommer (2008) argued that the expertise on object recognition might be due to our comprehensive perceptual experiences and deep semantic knowledge. Subsequent studies on the effect of expectation on the exploration processes revealed that the information we had about object properties might be interfering with the bottom-up visual processing (Zoeller et al., 2019). These studies concluded that expectation (in other words, prior knowledge) has an impact on the perceived information by matching and shaping it with the existing knowledge. When there is a contradiction with the expectation the visual system updates its generative model to lower down the error.

Conclusion

When we interact with the environment and the objects in it, the information related to the objects and the environment is encoded in our memory. The brain strives to form a whole representation of the world by gathering all the sensory information coming from visual, auditory, and/or tactile channels. By using diverse methods to study tactile perception and memory, researchers try to understand the nature of this type of memory. Considering the studies gathered from the literature, it can be concluded that tactile memory has been receiving more attention recently. Even though some hypothesis seems to be explaining certain phenomena, there are lots of points that needs to be shed light. Especially regarding the nature of tactile memory, there are plenty of questions to be investigated.