

## ÜÇ BOYUTLU GÖRSEL ŞEKİL ALGISINDA NESNENİN YÜZEY MALZEMESİNİN ÖNEMİ

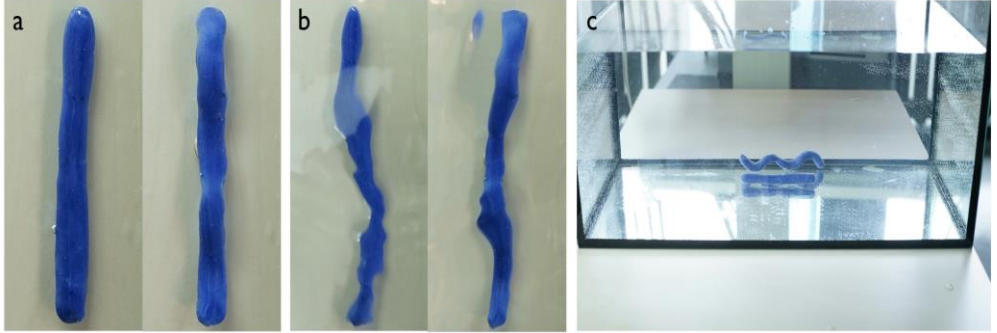
Dicle N. DÖVENCİOĞLU\*

### Giriş

İnsanlar görsel bilgi akışındaki (optik akış) değişikliklerin nedenini ustalıkla belirleyebilir ve bu da etraftaki üç boyutlu nesnelere etkileşim için kritik bir beceridir. Örneğin, yoğun siste, şiddetli yağmurda veya puslu havada araba sürerken bu atmosferik etkileri ayırt edebiliriz. Optik akıştaki kendi hareketimizin neden olduğu değişiklikleri atmosferik etkilerden ayırarak etkili bir şekilde yön bulabiliriz. Optik akıştaki değişiklikler, yukarıda belirtilen atmosferik etkilerden, baş veya gözlerin hareketinden kaynaklanabileceği gibi kişinin yer değiştirmesinden (bakış açısı), etraftaki katı nesnelere hareket etmesinden, şekil değiştiren veya deforme olan bir nesnenin veya bu faktörlerin kombinasyonlarından da kaynaklanabilir. Tüm bu faktörler görüş alanımızdaki nesnelere, dolayısıyla retinaya yansıyan görüntünün katı (*rigid*) ve esnek deformasyonlarına neden olabilir. Nesnelere katı olup olmadığını anlamak önemlidir, bu beceri konuştuğumuz insanların yüz ifadelerini çözmek gibi günlük etkileşimlerimizin merkezinde yer alır. Veya avlanırken bir nesnenin hareketinin katı olup olmadığına karar vermek için gereklidir çünkü bu nesnenin canlı olup olmadığına işarettir. Görsel sistem, görüntülerdeki deformasyonların nedenini zahmetsizce ve çok hızlı belirler gibi görünür. Fakat bu işlemleri küçümsemek gerekir. Çevrenin veya atmosferin (örneğin pus veya su) neden olduğu deformasyonların, katı olmayan nesnelere neden olduğu deformasyonlarla birleştiği göz önüne alındığında, görsel sistemin bu başarısı oldukça şaşırtıcıdır. Dahası, bu beceri halen yapay görsel sistemlerde tam olarak kopyalanamamıştır. Örneğin, nehirdeki dalgalanan suyun içindeki sert bir kaya ve durgun suda kıvrıla kıvrıla yüzen bir balık birbirlerine çok benzeyen iki görüntü yansıtabilir. Görsel sistem şekilleri temsil ederken nedensellik (*causality*) bilgisini de içeriyor gibi anlaşılabilir da bu konu sistematik olarak karmaşık ve dinamik görüntülerde henüz pek fazla çalışılmamıştır. Görüntünün yapısındaki (bozulmalardaki) farklı etkenleri ayırmak görsel sistem için genel bir problemdir. Buna örnek olarak Şekil 1'de farklı sebeplerden oluşabilecek çok benzer görüntü deformasyonları gösterilmektedir. Suya daldırılan bir nesne, kendi şekli (Şekil 1a, sağ) veya çevresel faktörler (dalgalı saydam

\* Dr. Öğr. Üyesi, ODTÜ Psikoloji Bölümü, dicated@metu.edu.tr, 0000-0003-4981-4462,

katman, yani dalgalanan su; Şekil 1b, sol) nedeniyle deforme olmuş görünebilir. Görsel sistem, görüntüdeki katı olmayan deformasyonlara katkıda bulunabilecek birden çok nedeni nasıl ayırır? Görüntüdeki üç boyutlu şekilden kaynaklı bozulmaları (nesnenin esnemesi, kıvrılması) saydam bir katmandaki ışık kırılmasından kaynaklı bozulmalardan nasıl ayırırız?



**Şekil 1:** Su dolu bir kabın içindeki oyun hamurlarının fotoğrafları. (a) Hamur solda düz bir çubuk şeklinde, sağda ise kıvrılan bir şekilde biçimlendirilmiştir. Fotoğraflar çekilirken kaptaki su durgundur. (b) Aynı hamurların fotoğrafları bu sefer su dalgalyken çekilmiştir. Bu açıdan bakıldığında, dalgalardan oluşan şekil bozuklukları sebebiyle, iki hamurun şeklini ayırt etmek imkansızdır. (c) Başka bir açıdan bakıldığında, durgun suyun içindeki şekiller arasındaki fark açıkça belli olur.

### 1. Karmaşık Görüntülerde Katmanlara Ayırma

Karmaşık görüntüleri katmanlara ayırıştırıp nesnelerin şekli, yüzey malzemesi, yüzeyden yansıyan ışık, ortamdaki baskın ışık kaynağı gibi görüntüye etki eden farklı faktörleri algılarız. Bu katmanlara ayırıştırma yöntemi sayesinde gölgelendirmeyi, gölgeleri, yüzeydeki yansımaları algılayıp üç boyutlu nesnelerin geometrilerini hesaplayabiliriz (Zhou ve Baker, 1996; Schofield ve diğerleri, 2010; Kingdom, 2011; Dövençioğlu ve diğerleri, 2013). Örneğin güneşli bir günde yürürken yerdeki ağaç gölgelerine takılıp düşmeyiz çünkü görsel sistem kaldırımın ve gölgenin farklı katmanlar olduğunu, dolayısıyla bu karaltının kaldırım yüzeyine yansıyan bir ışık değişikliği olduğunu saptar. Yapılan araştırmalarda görsel algının durağan ve basit görüntülerde nasıl katmanlara ayırıştırma yöntemini kullandığı incelenmiştir. Örneğin soyut psikofiziksel uyarılar olan sinüs ızgaraları kullanılan bir çalışmada (Dövençioğlu ve diğerleri, 2013) katılımcıların görüntüdeki kontrast değişimlerinin hassas hesaplarını çok kısa sürede yapabilecekleri gösterilmiştir. Çalışmada görüntüdeki lokal kontrastın nasıl değiştiğine göre buradaki ızgaraların dümdüz yüzeydeki siyah-beyaz boya gibi de algılanabileceği; ya da dalgalı

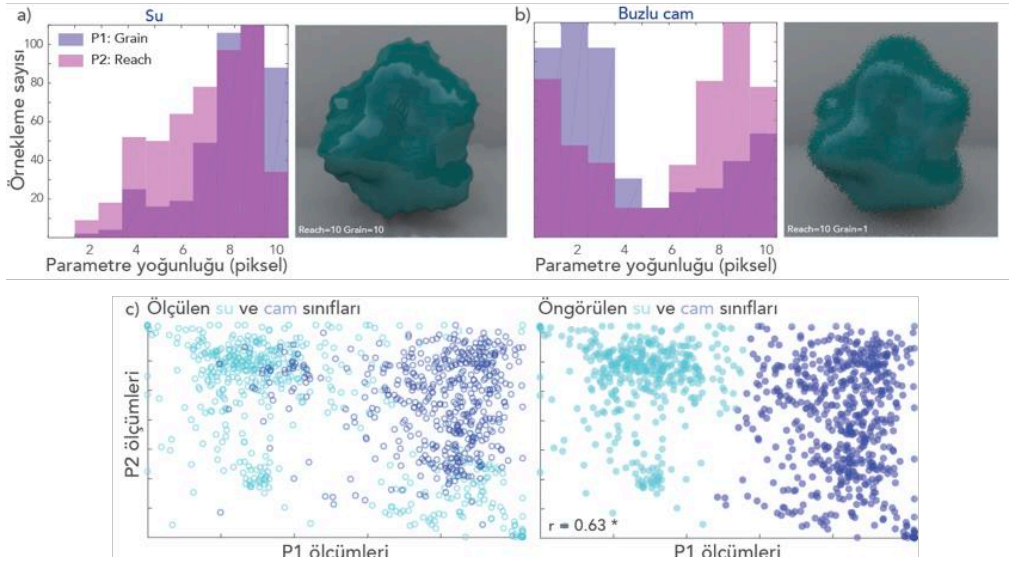
düz renk bir yüzeydeki gögelenlendirmeden kaynaklanan renk farkları olarak da algılanabileceği gösterilmiştir. Ayrıca katılımcıların bu soyut uyaranlardaki hassas kontrast farklarını görmeyi çok çabuk ve işlerine yarayacak şekilde öğrendikleri belirtilmiştir (Dövençioğlu ve diğerleri, 2013).

Çevremizdeki görüntüler soyut uyaranlara kıyasla çok daha karmaşık ve çoğunlukla hareketlidirler. Ayrıca hareket bilgisi, şekil ve materyallerin görsel algısında önemli bir bilgi kaynağıdır (Kawabe ve diğerleri, 2015; Doerschner ve diğerleri, 2011; Dövençioğlu ve diğerleri, 2015). Yakın zamana dek karmaşık görüntülerde katmanlara ayırıştırma çok fazla araştırılmamıştır. Transparan malzemelerin algılanmasıyla ilgili yapılan çalışmalarda transparan malzemenin kendisinin nasıl algılandığı araştırılmıştır (Fleming, 2011; Fleming ve diğerleri, 2011; Schlütter Faul, 2014). Fakat bu çalışmalarda saydam malzemelerin arkasından görünen yüzeylerin veya nesnelerin şeklini nasıl algıladığımız konusuna değinilmemiştir. Durağan görüntülerle yapılan bu araştırmalar sonucunda görüntüdeki şekil bozukluklarının taşıdığı bilgilerle saydam malzemenin kalınlığını, şeklini, berraklığını algılayabildiğimiz saptanmıştır.

Görsel algı sistemi katı ve esnek hareketi algılamakta oldukça hızlıdır (Jain ve Zaidi, 2011). Bu iki hareketi tasvir ederken kullandığımız kelime dağarcığı da zengindir: dönmek ve çevirmek, uzamak ve esnemek, döndürmek ve burkmak gibi benzer hareketlerin arasındaki farkları ifade ederiz. Bu üç boyutlu hareketler, iki boyutlu görüntülerde de farklı biçim bozukluklarına sebep olurlar. Örneğin iki boyutlu imge bazı kısımlarda basılmış diğer kısımlarda genişlemiş olabilir (deformasyon alanı). Bu terimler sayesinde esnek hareketi durağan görüntülerde tanımlamak mümkündür. Şekillerin esnek ve katı hareketlerinin nasıl algılandığını inceleyen temel birkaç araştırmacının yanı sıra (Todd, 1982; Petland Horowitz, 1991) karmaşık görüntüleri işleme konusunda da algı araştırmaları yapılmıştır (Fleming ve diğerleri, 2003; Brainard ve Maloney, 2003). Yine de şimdiye kadar hiçbir çalışma bu alanları birleştiren bir araştırma yapmamıştır. Üç boyutlu şekil algısını araştırırken, ekolojik olarak daha geçerli sonuçlar sunabilmek için insanların karmaşık görüntülerdeki şekil dinamiğini, görüntülere sebep olan etkenleri nasıl algıladığını araştırmak gereklidir.

Yakın zaman yapılan çalışmalara göre nesnelerin yüzey malzemeleri, nesne şekillerini nasıl algıladığımızı değiştirmektedir (Doerschner ve diğerleri, 2011; Dövençioğlu ve diğerleri, 2015, 2017). Örneğin, yapılan bir çalışmada yüzeyleri ayna gibi yansıtan hareketli nesnelere (*specular flow*) katı olsalar dahi görüntüdeki parlak ve hareket

eden noktalar sebebiyle bu nesnelere esnek (*nonrigid*) algılanmışlardır (Dövcioğlu ve diğerleri, 2017). Bu ve benzeri bulgular katı bir nesnenin esnek algılanmasındaki etkenlerden birisinin yüzey materyali olabileceğine işaret eder ki başka etkenler de vardır. Katmanlara ayırıştırma açısından bakıldığında, görüntüdeki esnek biçim bozulmalarında en azından iki etken olabilir: (1) Durağan, katı ve saydam bir katmanın (ör. cam) arkasında hareket eden esnek bir nesne vardır veya (2) katı bir nesnenin önünde hareketli, katı olmayan -esnek- saydam bir tabaka vardır (ör. su). Tabii bu ikisinin birleşimi de esnek biçim bozulmalarına etkindir fakat yazıda olabilecek kavram karmaşıklığını önlemek açısından sadece bu iki etkene değinilecektir.



**Şekil 2.** Yakın zamanlı bir çalışmada (a) Katılımcılar görüntüyü suyun içindeymiş gibi yaptıklarında iki parametre için de yüksek piksel yoğunluğu seçmişlerdir. Bu ayarlamalar, sağdaki örnek görüntüde de fark edileceği gibi dalgali bir görüntü bozukluğuna sebep olmuştur. (b) Nesne buzlu camın ardında gibi görünüyorsa ilk parametre için düşük, ikincisi için yüksek değerler tercih edilmiştir; bu tercihler görüntüde daha taneli şekil bozukluklarına yol açmıştır. (c) Her örnekleme parametre ayarlamalarını xy düzlemine aktardığımızda görüyoruz ki su ve cam ölçümleri başarıyla iki kümeye ayrılıyor (Pearson korelasyon katsayısı  $r = 0.63$ ,  $p < 10^{-10}$ ). Ölçülen sınıflardan, su örneklemelerinin yüzde 91'i, cam örneklemelerinin yüzde 71'inin öngörülen sınıfta olduğu gözlemlenmiştir (Dövcioğlu ve diğerleri, 2018'den uyarlanmıştır).

Saydam katmanlar ve onların ardındaki nesnelerin görüntüdeki bozukluklara nasıl etki ettiğini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada durağan karmaşık görüntülerde sert olmayan (su) ve sert (cam) malzemeler olarak algılanan görüntü deformasyon özellikleri kullanılmıştır (Şekil 2, Dövençioğlu ve diğerleri, 2018). Bu iki koşul için 16 katılımcıya üç boyutlu nesnelerin görüntüleri gösterilmiş ve onlardan görüntüdeki deformasyonları değiştirmeleri istenmiştir. Katılımcılardan yeşil nesnenin görüntüsünü değiştirerek öncelikle sanki suyun içindeymiş gibi görünmesini sağlamaları istenmiştir (Dövençioğlu ve diğerleri, 2017, 2018; Koenderink ve diğerleri, 2017). Daha sonra da sanki nesne buzlu camın arkasındaymış gibi görüntüyü bozmaları istenmiştir. Bilgisayar faresini yatay ve dikey hareket ettirdiklerinde ekrandaki görüntü değişmiştir, bu şekil bozuklukları iki parametreyle (P1: gren - *grain*, P2: erişim - *reach*) tanımlanmıştır. Şekil 2'de sunulan dağılımların arasındaki fark ve yeşil nesnenin iki farklı örnek görüntüsünden de anlaşılacağı üzere, su (esnek) ve cam (katı) ölçümleri arasında net bir fark vardır. Katılımcılar görüntüyü suyun içindeymiş gibi yaptıklarında iki parametre için de yüksek piksel yoğunluğu seçmişlerdir (Şekil 2a). Nesne buzlu camın ardında gibi görünüyorsa ilk parametre için düşük, ikincisi için yüksek değerler tercih edilmiştir; bu tercihler görüntüde daha tanecikli şekil bozukluklarına yol açmıştır (Şekil 2b). Bu çalışma, görüntülerdeki su ve cam algısının, görsel alıcı alanlardan (*receptive fields*) biyolojik olarak ilham alan bir model kullanarak erişim (*reach*) ve gren (*grain*) olmak üzere iki görüntü deformasyon parametresi ile modellenebileceğini ortaya koymuştur (Şekil 2c, kümeleme analizi, *diffusion maps*). Bu bulgular durağan ve oldukça karmaşık görüntülerde saydam katmanların nasıl algılandığına dair ışık tutan ilk çalışmalardan biridir.

## 2. Doğal Malzemeleri El Hareketlerinden Algılamak

Nesneler hareket ettikçe, yüzey malzemelerinin görüntüsü de hareket eder ve bu nesnelerle etkileşim şeklimizi değiştirir. Yakın zamanda yapılan çalışmalarda görsel ve dokunsal deneylerle yumuşak malzemelerin algısal boyutlarını tanımlamak amaçlanmıştır (Dövençioğlu ve diğerleri, 2019, 2022; Cavdan ve diğerleri, 2019; Hazır ve Dövençioğlu, 2021; Kılıç ve Dövençioğlu, 2021, 2023a-b; Yıldırım ve Dövençioğlu, 2021; Cavdan ve Dövençioğlu, 2023; Yıldız ve Dövençioğlu, 2023). Alanyazında yumuşaklık algısını konu alan çalışmalar genellikle kumaş, kağıt gibi iki boyutlu yüzeyler kullanmıştır (Okamoto ve diğerleri, 2012; Sakamoto ve Watanabe, 2017). Bunların aksine günlük yaşamda kullandığımız nesneler ise üç boyutludur. Konu ile ilgili yapılan çalışmaların birinde (Dövençioğlu ve diğerleri, 2019, 2022) gündelik üç boyutlu nesnelere kapsamlı bir uyaran grubu seçilmiştir ve anlamsal farklılıklar metodu kullanılmıştır. Toplam 32 katılımcı 50 malzemeyi 31 sığara göre derecelendirme görevini

tamamlamıştır. Bu görev esnasında katılımcıların görsel, işitsel ve koku duyuları kısıtlanmıştır. Yumuşak malzemelere dokunurken katılımcılar keşfettikleri nesnelere sıfatlara ne kadar uyduklarını değerlendirmişlerdir. Katılımcıların sıfat derecelendirmelerinin yanı sıra nesnelere dokunurken yaptıkları el hareketleri de videoya kaydedilmiştir. Örneğin süre veya hareket konusunda kısıtlanmadan kuma dokunan bir katılımcı bu keşfi sırasında kumun ne kadar ipeksi ya da pütürlü olduğu gibi yumuşaklıkla ilgili çeşitli özelliklerini değerlendirmiştir (Likert ölçeği, 1- Hiç değil, 7-Çok). Temel bileşenler analizi sonucunda beş tane bileşen elde edilmiştir; yüzey yumuşaklığı, taneciklilik, şekil değiştirebilirlik, viskozite ve pürüzlülük (kontrol koşulu). El hareketleri analizlerine bakıldığında da sıfat derecelendirmelerinden çıkan algısal bulgulara paralel sonuçlar çıkmıştır. Katılımcıların, algısal olarak farklı değerlendirdikleri malzemelere dokunurken de farklı el hareketleri yaptıkları görülmüştür (Dövençioğlu ve diğerleri, 2019, 2022; Cavdan ve Dövençioğlu, 2023). Dolayısıyla nesnelere farklı şekillere sokarak (örneğin bazen deforme edip bazen karıştırarak) farklı malzeme özellikleri hakkında bilgi edinmişlerdir. Bahsedilen yayınlarda saptanan el hareketleri alanyazına İngilizce katkı sunmuştur, fakat yeni bir çalışmada bu hareketlerin Türkçe karşılıkları da rapor edilmiştir (Yıldız ve Dövençioğlu, 2023). Videoları izleyen katılımcıların bir el hareketini videoda görünen malzemeye göre adlandırdıkları gözlenmiştir. Örneğin aynı hareket nohut ile gösterildiğinde döndürmek olarak adlandırılrsa da un ile gösterildiğinde sıklıkla ufalamak olarak adlandırılmıştır. Bunun ötesinde, başka bir çalışma göstermiştir ki videodaki malzeme hangi el hareketi ile gösteriliyorsa ona göre malzemenin yumuşaklık veya pürüzlülük algısı değişmektedir (Kılıç ve Dövençioğlu, 2023b). Bütün bu bulgulara bakıldığında soyut görsel uyaranlardan gelen malzeme ve hareket arasındaki ilişkiye üç boyutlu, gündelik ve karmaşık nesnelere de rastlanabileceği görülmektedir.

### **3. Tartışma ve Sonuç**

Bu yazıda verilen örneklerde bir nesneyi görsel olarak algılamak nesnenin malzemesi ve hareketinin beraber algılandığı vurgulanmıştır. Bir başka deyişle dinamik malzemelerin, tamamen farklı şekil algısına yol açabileceğine dair bulgular sunulmuştur. Katı olmayan malzemeleri anlamamanın başka bir yolu da görüntüdeki bozulmaların nedenini neye bağladığımızı (deforme olan saydam bir katman mı yoksa hareketli nesnelere mi?) araştırmaktır. Bilgisayar grafiklerinin ve sanal gerçeklik gibi diğer teknolojilerin gelişmesiyle algı çalışmalarının imkanları da artmıştır. Günümüzde soyut ve basit uyaranların yanı sıra gerçek nesnelere veya çok gerçekçi bilgisayar modelleriyle çalışmak mümkündür.

İnsanların şekil algılamak malzeme ve nedensellik gibi karmaşık bilgileri nasıl işlediklerini anlamak, bunların görüntü karakteristikleri ile



ilişkilerini çalışmak, insan davranışı ve bunların altında yatan nöral mekanizmalara ışık tutmak açısından yapılabilecek çokça çalışma bulunmaktadır. Bu konuda yapılacak çalışmalar sadece deneysel psikoloji alanını değil, aynı zamanda bilgisayar grafikleri ve MR verilerini inceleyen makina öğrenme algoritmaları açısından da değerli olacaktır.

### **KAYNAKÇA**

- Brainard, D. H., & Maloney, L. T. (2004). Perception of color and material properties in complex scenes. *Journal of Vision*, 4(9), i-i.
- Dövencioğlu, D. N. (2013). Estimation of 3D shape from shading and binocular disparity (Doktora Tezi, University of Birmingham).
- Dövencioğlu, D. N., Welchman, A. E., & Schofield, A. J. (2013). Perceptual learning of second order cues for layer decomposition. *Vision research*, 77, 1-9.
- Cavdan, M., Doerschner, K., & Drewing, K. (2021). Task and material properties interactively affect softness explorations along different dimensions. *IEEE Transactions on Haptics*, 14(3), 603-614.
- Cavdan, M. ve Dövencioğlu, D. N. (2023) Dokunsal Yumuşaklık Algısına İlişkin Bir İnceleme. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 63(2).
- Doerschner, K., Fleming, R. W., Yilmaz, O., Schrater, P. R., Hartung, B., & Kersten, D. (2011). Visual motion and the perception of surface material. *Current Biology*, 21(23), 2010-2016.
- Dövencioğlu, D. N., Wijntjes, M. W., Ben-Shahar, O., & Doerschner, K. (2015). Effects of surface reflectance on local second order shape estimation in dynamic scenes. *Vision research*, 115, 218-230.
- Dövencioğlu, D. N., Ben-Shahar, O., Barla, P., & Doerschner, K. (2017). Specular motion and 3D shape estimation. *Journal of Vision*, 17(6), 3-3.
- Dövencioğlu, N. D., Doerschner, K., Drewing, K. (2019). "Aspects of material softness in active touch. European Conference on Visual Perception" (Leuven, Belçika)
- Dövencioğlu, D. N., Üstün, F. S., Doerschner, K., & Drewing, K. (2022). Hand explorations are determined by the characteristics of the perceptual space of real-world materials from silk to sand. *Scientific Reports*, 12(1), 14785.
- Dövencioğlu, D., van Doorn, A., Koenderink, J., & Doerschner, K. (2018). Seeing through transparent layers. *Journal of Vision*, 17(10), 321-321.
- Fleming, R. W., Dror, R. O., & Adelson, E. H. (2003). Real-world illumination and the perception of surface reflectance properties. *Journal of vision*, 3(5), 3-3.
- Fleming, R. W., Jäkel, F., & Maloney, L. T. (2011). Visual perception of thick

- transparent materials. *Psychological science*, 22(6), 812-820.
- Hazir, B. M., & Dövençioğlu, N. D. (2021). "Perceiving soft materials from Turkish onomatopoeic words." European Conference on Visual Perception (Çevrimiçi)
- Jain, A., & Zaidi, Q. (2011). Discerning nonrigid 3D shapes from motion cues. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(4), 1663-1668.
- Kawabe, T., Maruya, K., & Nishida, S. Y. (2015). Perceptual transparency from image deformation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(33), E4620-E4627.
- Kılıç, F., & Dövençioğlu, N. D. (2021). "Multiple Softness Dimensions from Material Names." European Conference on Visual Perception (Çevrimiçi)
- Kılıç, F., & Dövençioğlu, D. (2023a). Dokunsal Algıda Yukarıdan Aşağı Etkilerden Belleğin Rolü. *Türk Psikoloji Yazıları*, 26(51), 44-59.
- Kılıç, F., & Dövençioğlu, D. (2023b). "Bidirectional Relationship Between Haptic Exploration and Visual Perception of Materials" International Symposium on Brain and Cognitive Sciences (İstanbul: 07.05.2023)
- Kingdom, F. A. (2011). Lightness, brightness and transparency: A quarter century of new ideas, captivating demonstrations and unrelenting controversy. *Vision research*, 51(7), 652-673.
- Koenderink, J., Valsecchi, M., van Doorn, A., Wagemans, J., & Gegenfurtner, K. (2017). Eidolons: Novel stimuli for vision research. *Journal of Vision*, 17(2), 7-7.
- Okamoto, S., Nagano, H. & Yamada, Y. (2012). Psychophysical dimensions of tactile perception of textures. *IEEE Trans. Haptics* 6, 81-93.
- Petland, A., & Horowitz, B. (1991). Recovery of nonrigid motion and structure. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 13(7), 730-742.
- Sakamoto, M. & Watanabe, J. (2017) Exploring tactile perceptual dimensions using materials associated with sensory vocabulary. *Front. Psychol.* 8, 569.
- Schlüter, N., & Faul, F. (2014). Are optical distortions used as a cue for material properties of thick transparent objects?. *Journal of vision*, 14(14), 2-2.
- Schofield, A. J., Rock, P. B., Sun, P., Jiang, X., & Georgeson, M. A. (2010). What is second-order vision for? Discriminating illumination versus material changes. *Journal of Vision*, 10(9), 2-2.
- Todd, J. T. (1982). Visual information about rigid and nonrigid motion: a geometric analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8(2), 238.
- Vota, R. M., Dövençioğlu, N. D., Ben-Shahar, O., Dorschner, K., & Wijntjes, M. (2015). "The contribution of motion to shape-from-specularities." European Conference on Visual Perception (Liverpool, İngiltere)



- Yıldıran, O. F., & Dövençioğlu, N. D. (2021). "Parchment Skin Illusion for Haptic Perception of Viscous Materials." European Conference on Visual Perception (Çevrimiçi)
- Yıldız, G. ve Dövençioğlu, D. N. (2023) Keşifsel El Hareketlerinin Türkçe Adlandırılmasında Dokunsal Malzeme Algısının Rolü. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 63(2).
- Zhou, Y. X., & Baker, C. L. (1996). Spatial properties of envelope-responsive cells in area 17 and 18 neurons of the cat. *Journal of Neurophysiology*, 75(3), 1038-1050.