ASOS JOURNAL

The Journal of Academic Social Science

Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 9, Sayı: 123, Aralık 2021, s. 1-19

ISSN: 2148-2489 Doi Number: <http://dx.doi.org/10.29228/ASOS.54065>

Yayın Geliř Tarihi / Article Arrival Date
3.11.2021

Yayınlanma Tarihi / The Publication Date
29.12.2021

Doç. Zafer LEHİMLER

Atatürk Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Grafik Sanatlar Bölümü.
zaferlehimler@gmail.com

GÖRSEL VE OPTİK YANILSAMA ARASINDAKİ FARK¹

Öz

Görme duyumuz, belirli koşullarda görüntüleri farklı şekillerde algılayabilmekte, bu durum fizyolojik ve psikolojik yanılsamaya neden olabilmektedir. Yanılsama, görme sürecine bağılı olarak yaşamın her alanında kendini gösteren bir gerçekliktir. Ancak yanılsama kavramı görme duyumuzu fiziksel ve zihinsel açıdan farklı biçimde uyarmaktadır. Görsel yanılsamalar zihinsel, optik yanılsamalar ise fiziksel uyaranlarla ilgilidir. Bu doğrultuda araştırmada görsel ve optik yanılsama arasındaki ayrımın belirlenmesine odaklanılmıştır. Temelde benzer gibi görünen görsel ve optik yanılsama, iki farklı kategori olarak ele alınmalıdır. Bu yaklaşım tasarım sürecinde alınacak kararlara bağılı olarak içerik ve biçim arasında dengeli bir ilişki sağlamaktadır. Belirlenen içerikle güçlü bir ilişki kurması gereken görsel ve optik yanılsama, hedeflenen görsel mesajı doğru bir şekilde yansıtmalıdır.

Anahtar kelimeler: Görsel Algı, Yanılsama, Görsel yanılsama, Optik yanılsama

¹ Bu araştırma, “Afış Tasarımında Optik Yanılsama” isimli sanatta yeterlik tezinden türetilmiştir.

THE DIFFERENCE BETWEEN VISUAL AND OPTICAL ILLUSIONS

Abstract

Our sense of sight can perceive images in different ways under certain conditions, which can cause physiological and psychological illusions. Illusion is a reality that manifests itself in all areas of life, depending on the visual process. However, illusion stimulates our sense of sight physically and mentally in different ways. Visual illusions are related to mental stimuli, while optical illusions are related to physical stimuli. In this direction, the research focused on determining the distinction between visual and optical illusions. Visual and optical illusion, which seem fundamentally similar, should be treated as two different categories. This approach provides a balanced relationship between content and form, depending on the decisions to be made during the design process. The visual and optical illusion, which must establish a strong relationship with the designated content, must accurately reflect the intended visual message.

Keywords: Visual Perception, Illusion, Visual illusion, Optical illusion

1. Giriş

Görsel dünya görüntüsünü hiçbir zaman aynı fiziksel gerçekliğiyle algılayamayız ve biz insanlar için görme deneyimi yanılsamadan ibarettir. Yanılsama kavramına ait sözlük tanımları: “Yanlış algılama ve duyu yanılsaması. Var olan nesne veya canlıyı yanlış, ayrımlı veya değişik olarak algılama, galatıhis, illüzyon” (*Türk Dil Kurumu [TDK]*, 2019: 2521). Sözlük tanımında ifade edildiği üzere yanılsama kavramının algı sürecimizdeki etkinliği tat, koku, dokunma, işitme ve görme gibi farklı duyuusal etkileşimlere neden olmaktadır. Özellikle görme duyumuzu kapsayan yanılsamalar, algı dünyamızı derinden etkileyen hatalı görsel varsayımlardır. Bu yönüyle görsel ve optik yanılsama görme duyumuzun neden olduğu algısal sapmalardır. Ancak, hallusinasyon gibi bir algı bozukluğu değildir. “Herhangi uyaran bir nesne olmadığı hâlde alginın ortaya çıkmasına hallusinasyon denir” (İlal, 1991: 43). Hallusinasyon, uyaran nesne olmadığı durumlarda belirir. Görsel ve optik yanılsama da ise uyaran bir nesne veya nesnelerin varlığı söz konusudur. Retinaya yansıyan görüntülerin beynimiz tarafından yanlış değerlendirilmesine bağlıdır. Dolayısıyla görsel ve optik yanılsama, retina ve beyin arasındaki etkileşimde bilinçsiz çıkarımların bir sonucudur. Retina, belirli bir sistem dâhilinde görsel alan bilgisini analiz etme görevi üstlenir ve amacı bu bilgiyi sinir uyarıları hâlinde görsel kortekse iletmektir. Algı sistemimiz, görsel kortekse aktarılan görsel mesaj üzerinden hatalı varsayımlarda bulunabilir ve bu mesaj yanılsama olarak algılanan hayalî görüntülerin oluşmasını etkileyebilir. Beynimizdeki bu hatalı algılama, görsel uyaranların fiziksel etkinliğine bağlıdır. Reseptörlerdeki hücreler görsel alan bilgisini denetlerken hatalı kodlamalar yapabilir. Işığın belirli dalga boyu aralığında algılanması, reseptördeki hücrelerin görsel alan gerçekliğinin farklı algısal ipuçlarını (ışık miktarı, gölge, renk, boyut, şekil, kontrastlık, perspektif, derinlik veya hareketin) yanlış değerlendirmesine yol açabilir. Bu da bizlere, görme duyumuzun çoğunlukla aldatici olduğunu göstermektedir.

Görsel alanımızdaki herhangi bir uyarana bakışımızı sabitlediğimizde, gözlerimiz görsel alan bilgisi üzerinden anlık ve istemsiz olarak göz hareketlerinde bulunmaktadır. Bu yetimiz,

gözlerimizi herhangi bir noktaya belirli bir süre sabitleyebilmek ve baktığımız noktanın görsel alanla ilişkisini algılamak adına önemlidir. Ancak gözlerimiz, görsel alanda bulunan farklı iki noktaya aynı anda odaklanmakta güçlük çeker. Daha doğrusu tam olarak odaklanamaz. Önce bir noktaya, sonra diğerine odaklanarak bütün algılanmaya çalışırız. Doğuştan bir refleksimiz olan ve her birimiz için değişkenlik gösteren bu algılama sürecinde, beynimiz görsel uyaranları farklı biçimde kodlayabileceği gibi duyu ve düşüncelerimizi yanıltabilir. Bu durumu etkilen şey, geçmişteki deneyimler ışığında görüntüyü anlamlandırma çabamızdır.

“Görsel algıda yanılsamayı yaratan en önemli etkenlerden biri görmenin objektif değil sübrektif olmasıdır. Görme algısı her zaman optik fizik kuralları ile bire bir örtüşmemektedir. Fiziksel olarak algılanması gerekenden daha farklı algılanan görsel obje aslında bir yanılsamadır” (Avcı Tuğal, 2012: 26). Bu noktada görme duyumuz yanılsamayı görünür kılacak şartları belirlemektedir. Görsel dünya nesnelerinin ön-arka plan ilişkisi, mekân, boşluk, yön, ışık-gölge, renk, kontrastlık, derinlik ve perspektif gibi form algısını belirleyen birçok kavram birlikteliği yanılsamayı tetikleyebilir. Resim, grafik, heykel veya iç mimarlık gibi pek çok sanat ve tasarım disiplini, görsel veya optik yanılsama biçimleri ile izleyicisine sıra dışı görme deneyimleri sunmaktadır.

Görsel veya optik yanılsama olarak tanımlanabilen tasarımlar, gözlerimizin optik düzeneğini ve beynimizi farklı biçimde uyarmaktadır. Görme duyumuzun bu özelliği, görsel ve optik yanılsama arasındaki ayrımı belirgin hale getirmektedir. Görsel 1’de yer alan her iki afiş, görsel ve optik yanılsama arasındaki ayrıma örnek teşkil etmektedir. Istvan Orosz’un tasarladığı sol taraftaki afişte görsel öğeleri kapsayan şekil ve form algısı görsel yanılsamayı görünür kılacak şartları belirlemektedir. Sağ tarafta yer alan afiş ise retinayı öncelikle uyaran bir görsel etkiye sahiptir. Afişe bakılan süre boyunca optik yanılsamanın neden olduğu hayalî titreşim ve hareket efekti algılanmaktadır. Bu optik yanılsamaya afiş yüzeyindeki çizgilerin ritmik tekrarı neden olmaktadır.

Görsel Yanılsama

Optik Yanılsama

Görsel 1. Görsel ve optik yanılsama arasındaki fark.

Görsel ve optik yanılsamayı, öncelikle görme duyumuzun fiziksel özellikleri etkilemektedir. Ancak her iki yanılsama arasında farklılıklar mevcuttur. Bu durumu yüzdesel bir oranla kıyaslayacak olursak, görsel yanılsamaya göre optik yanılsamalar retinayı daha farklı uyarmaktadır. Optik yanılsama zihninizde yanıp sönmeye, parlaklık, titreşim ve hareket efektleri olarak algılanmaktadır. Bu efektlerin neden olduğu istemsiz göz hareketleri gözlerimizin retinasını uyarmakta ve beynimize çok sayıda sinyal göndermektedir. Görme duyumuzun neden olduğu bu durum, algımızı yoğunlaştırdığımız bir görsel alan hâlini almaktadır.

2. Görsel Yanılsama

Görsel yanılsama, zihinsel görmeyi ilgilendiren bir olgudur. Beynimiz, görsel yanılsama içeren tasarımları algılama sürecinde yanıltıcı biçimlerin çözülmesi ile uğraşır. Tasarımla olan ilişkimiz yanılsama gerçekliği içerisinde devam eder ve yanıltıcı biçimlerin algılanması ile sonuçlanır.

Bilindiği gibi her iki gözümüz farklı görme alanına sahiptir. Bu durumu gözlerimizin yüzümüzdeki konumları belirlemektedir. Görsel dünya uyaranlarının farklı açılarla izlenen görüntüleri gözlerimiz retinasına yansır. Ancak farklı iki gözden alınan görüntünün tek bir görüntüye indirgenmesi tek bir bakış açısıyla sağlanır. “Çift görmeden biricik nesneye zihnin yoklamasıyla değil, her iki gözün de kendi hesaplarına çalışmayı bırakıp tek bir bakış tarafından tek bir organ gibi kullanılmasıyla geçeriz” (Merleau-Ponty, 2016: 317). Bu aşamada beynimiz bir süreklilik hâlinde devam eden sonsuz sayıdaki görüntüleri tek bir görüntüye indirmek ve doğru kodlamak için çaba harcamaktadır. Eğer kodlamada bir hatayla karşılaşılır ve görüntü beynimizde farklı değerlendirilirse yanılsamayı duyularız.

Beynimiz, alışılmadık bir algısal süreçten geçerek retinal görüntüdeki büyüklük değişimlerini karşılaştırabilir. Bu durum sabitlik derecesi diye adlandırılır. Kendi sabitlik derecemizle gördüğümüz yanılsamayı küçük bir deneyle açıklayabiliriz. Günlük bir eylem olarak aynada yüzümüze baktığımızda, beynimiz bize yüzümüzün yansımalarının normal boyutlarda olduğunu söyler. Fakat nefesimizle aynada buhar yapıp yansıyan görüntünün sınırlarını çizdiğimizde, yüzümüzün yansımalarının yaklaşık olarak bir greyfurt büyüklüğünde olduğunu görürüz (Lancaster, 1973: 87).

1668 yılında Fransız düşünür ve matematikçi Edme Mariotte görme duyusu üzerine yaptığı araştırmalarda her iki göz retinasında “kör nokta” olarak adlandırılan bir delik olduğunu fark etmiştir. Sol gözünüzü kapatın ve sağ gözünüzü Görsel 2’deki artı işaretine sabitleyin. Sonra sayfayı, yavaşça yüzünüze yaklaştırıp uzaklaştırdığınızda belirli bir mesafede noktanın kaybolduğunu göreceksiniz. Noktayı göremiyor olmanın nedeni, kör noktaya denk gelmesidir. Beyin, kör noktadaki eksik bilgiyi, zemin dokusuyla yama yaparak tamamlar. Her iki göz açık iken, kör noktaların konumları birbirleriyle çakışmadığı için, kör nokta algılanmaz (Eagleman, 2013: 32).

Görsel 2: Kör nokta testi.

Retinada yer alan kör nokta, bazı şekilleri görünmez kılacak şartları belirleyebilir. Bu da beynimizin hatalı varsayımda bulunabileceğini göstermektedir. Ancak kör noktaya görüntüdeki fiziksel özellikler neden olmaktadır. Var olan gerçekliğin farklı algılanma olasılıkları, görsel dünya deneyimlerimizin de her zaman mükemmel olmadığının göstergesidir.

Görsel yanılsama, görsel algıyı ilgilendiren bir olgudur. Görsel alanın yanılsama içeren görüntüsü, uyaranların birbirleriyle olan ilişkilerine bağlıdır. Örneğin, görsel alanımızda bulunan bir çizgi tek başına yanılsama içermez. Görsel yanılsamayı, ancak çizginin görsel alandaki diğer uyaranlarla olan ilişkileri belirleyebilir. Görsel 3'teki üç çizgiden hangisi daha kısadır? Böyle bir sorunun cevabını görme deneyimlerimizin olasılıkları belirlemektedir. Bu aşamada beynimiz önceden hafızaya kaydedilmiş bilgiler ışığında görsel alanı denetler ve cevabı bulur. Bu türden yanıltıcı bir soruya çoğumuz yatay çizginin kısa olduğu cevabını verebilir. Bu duruma, perspektif bir bakışı belirleyen çizgilerin, açılı konumları neden olmaktadır. Ancak Görsel 3'deki üç çizginin de uzunluk ölçüleri birbirine eşittir. Bazılarımız ise, doğrudan üç çizginin birbirine eşit olduğu cevabını verebilir. Üç çizginin yanılsama içerip içermediği, sadece görme deneyimimiz ışığında algılanabilir. Dolayısıyla görsel alanın içinde barındırdığı uyaranlar, geçmişteki görme deneyimlerimize bağlı olarak farklı algılanabilir.

Görsel 3: Üç çizgi yanılsama.

Görsel 4'te tamamlanmamış iki kare ve aralarında boş bir kare biçimli alan bulunmaktadır. Bu görüntüde orta kısımdaki boş yüzey ile tamamlanmamış iki çizgisel karelerin kapladığı alan birbirine eşittir. Ancak birçoğumuz bu şekle baktığımızda; ortada kare formunu algılatan boş alanı hafifçe yüksek ve daraltılmış biçimde, diğer iki çizgisel karenin kapladığı alanı ise ortadaki boş alana göre daha geniş şekilde hatalı algılarız. Bu biçim ögesi tanınmış Müller-Lyer yanılsama ile ilişkilendirilmiştir (Luckiesh, 2011: 53).

Görsel 4: Yanılsama örneği.

Görsel yanılsamaya neden olan görüntülere sanat ve tasarım disiplinlerinde sıklıkla karşılarız. Görsel yanılsama olarak nitelendirebileceğimiz bazı sanatçı eserleri izleyici zihnini

yanıltacak biçim diline sahiptir. Macar ressam ve tasarımcı Istvan Orosz'un tasarımlarında bu türden görsel etkilerle karşılaşırız. Orosz'un yapıtlarında sunduğu perspektif ve derinlik algısı, izleyici zihnimizi yanıltacak biçimde kurgulanmıştır. Bu sayede izleyici tasarım yüzeyinde boyut, ön-arka plan gibi sürekli yer değiştiren bir algılamayı duyumlamaktadır. Görsel yanılsama içeren Görsel 5'teki gravürde bu türden bir etkiyle karşılaşırız. İzleyici gözü sabitlendiği noktalara göre binayı iç bükey veya dış bükey olarak algılayabilmektedir. Bu noktada binanın dış yüzeyi aniden iç yüzeye dönüşmektedir.

Görsel 5. Gravür Baskı, Istvan Orosz.

Josef Albers'in siyah-beyaz zıtlığı içeren bazı eserleri izleyici zihnini yanıltacak biçimler içermektedir. Albers'in Görsel 6'daki "impossible" (imkânsız) adlı geometrik kompozisyonu, izleyicinin küp yüzeyler hakkında hatalı varsayımlarda bulunmasına neden olmaktadır. Görsel 6'daki bir küp yüzeyi aynı zamanda farklı bir yüzeyi olarak algılanabilmektedir. Örneğin, bir küpün üst yüzeyi kendisine komşu diğer küpün alt yüzeyine dönüşebilmektedir. Bu gel-git'lere bağlı olarak algılanabilen görsel yanılsama, görüntüye baktılan süre boyunca devam etmektedir.

Görsel 6. Impossible, Josef Albers, 1955.

Görsel yanılsama, sanatın tarihsel süreci içerisinde resim, grafik, heykel ve iç mimarlık gibi farklı disiplinlerin anlatım biçimine yansımıştır. Resim sanatının ışık, renk, gölge, perspektif ve derinlik algısını kapsayan görsel yanılsama; Antik Yunan mimari yapılarından Barok ve Rönesans tasvirlerine, Modern ve Postmodern anlatımdan günümüze dek uzanan bir yelpazede izleyicisini farklı biçimlerde uyarmaya devam etmektedir. Görsel yanılsama;

Giotto'nun heykellerine, Michelangelo fresklerine, Rene Magritte piposuna, MC Escher ve Fukuda'nın düş hallerine yansımıştır. Diğer bir taraftan tüketim toplumunun reklam sektöründe, kentlerin sokak resimleri ve grafitilerinde karşımıza çıkan görsel yanılsama, insan kıyafetlerinden makyaja kadar yaşamın belli kesitlerinde kendini göstermektedir. Görsel yanılsama, Arjantinli mimar Leandro Erlich hayal gücünde ise, ayna nesnesi ile mekân algı yanılsamasına neden olan görüntüler sunmaktadır (Görsel 7). Görsel yanılsama olarak nitelendirebileceğimiz bu enstalasyon, izleyiciyi aktif bir konumda sürece dâhil etmektedir.

Görsel 7. Batiment, Leandro Erlich, 2004.

Görsel dünya, bizlere görüntü yanılsamasından kadrarlar sunmaktadır. Bir örümceğin silahı olabilen yanılsama, bir bukalemun veya zebranın tehlikeye karşı saklanma yöntemini belirleyebilmektedir. Askeri yapı ve kıyafetleri sarmalayan görsel yanılsama, ünlü sihirbaz Jean Eugene Robert'in zihninde görüntü bilmecesini şekillendirmiştir. Görsel yanılsama İtalyan ressam ve heykeltıraş Michelangelo frekslerinde ise izleyicide perspektif, derinlik ve mekân algı yanılsamasına neden olan bir yapıya dönüşmüştür (Görsel 8).

Görsel 8. Vatikan Sistine Şapeli, Michelangelo, 1508-1512.

Bazı sanatçılar, görme duyumuzun bir ürünü olan görsel bozulmaları, bir sihirbaz gibi kullanarak görsel yanılsama içeren eserler üretmiştir. Michelangelo, Giuseppe Arcimboldo,

Andrea Pozzo, Maurits Cornelis Escher, Salvador Dali, Oscar Reutersvard, Shigeo Fukuda, Istvan Orsz ve Rob Gonsalves gibi pek çok sanatçının görsel yanılsama içeren anlatımları, izleyicisine yeni görme deneyimleri yaşatmaktadır. İzleyici, genel olarak görsel yanılsama içeren bir yapıt karşısında yanılsama gerçekliği içinde bir rol üstlenmektedir. İki boyutlu düzlemin değişken yapıdaki görünüşleri, izleyiciyi kafa karıştıran biçimleri çözümlemeye davet etmektedir. Görsel yanılsama, Giuseppe Arcimboldo portrelerinde metaforik bir anlatıma hizmet etmiştir (Görsel 9). Meyve, sebze ve çiçekler metaforik bir anlatıma hizmet ederek, insan portresini temsil eden bir yapıya dönüşmüştür.

Görsel 9. Vertumnus, Giuseppe Arcimboldo, 1590.

Hollandalı sanatçı MC Escher'in matematik, geometri ve fizik gibi pek çok bilimsel yöntem birlikteliğini içeren farklı araştırmaları, iki boyutlu düzlemin göz yanıltıcı biçimlerine yansımıştır. Görsel yanılsama içeren Escher yapıtları, izleyicinin mekân, perspektif, derinlik ve yerçekimi algısını alt üst edebilen benzersiz bakış açıları sunmuştur. Görsel 10'da yer verilen "waterfall" (şelale) bunlardan biridir. Mimari yapı detayların neden olduğu görsel yanılsama, izleyiciyi kafa karıştıran biçimleri algılatmaya davet etmektedir.

Görsel 10. Waterfall, Maurits Cornelis Escher, 1961.

Sürrealist ressam Salvador Dali'nin algı psikolojine olan ilgisi görsel yanılsama içeren bazı anlatımlarına yansımıştır. Fotoğraf veya sinemaya ilgi duyan Dali'nin hayal dünyasında, yanılsama ve metafor kavramı arasında bağlantılar tanımlanmıştır. Görsel 11'de bu türden bir algılamaya yer verilmiştir. Gerçekte var olan kadın imgesi (düşsel olan kurukafa imgesini gösteren bir yapıda) izleyiciyi şaşırtan ve algı dünyasını yanıltan bir görüntüye dönüşmüştür.

Görsel 11. *Women Forming a Skull*, Salvador Dali, Fotoğraf: Philippe Halsman, 1951.

Dali'nin zihninde metaforik anlatıma dönüşebilen görsel yanılsama, İsveç sanatçı Oscar Reutersvard'ın düş hâlinde ise bambaşka bir boyut kazanmıştır. Reutersvard'ın "penrose üçgeni" olarak bilinen imkânsız şekilleri, izleyicinin görüntüyü çözümlemesini isteyen yanılsamalar içermektedir. Görsel 12'de yer verilen kompozisyonlar, Reutersvard'ın matematiksel bir işlem dâhilinde geometrik şekillere yüklediği anlamdır. Bu anlam görsel yanılsamayı görünür kılacak şartları belirlemiştir.

Görsel 12. *İmkânsız Şekiller*, Oscar Reutersvard.

Görsel yanılsama Japon grafik tasarımcı Fukuda yapıtlarında Gestalt'ın şekil-zemin ilkesi, metafor ve ışık-gölgenin temsili olmuştur. Görsel yanılsama Fukuda zihninde anlamlı deneyime dönüşerek izleyicinin görmeye alışık olmadığı tanımsız heykelleri algılatan bir kavramdır. Görsel 13'te izlendiği gibi nesnelerin fiziksel formları, Fukuda zihninde sihirli bir yapıya hizmet etmiştir. Işık ve gölgenin etkileşimi çatal, bıçak ve kaşıktan oluşan heykelimsi bir kurgu motosikletin temsili olmuştur. Bu sayede Fukuda, izleyiciye tanımsız bir kurgunun görsel yanılsama içeren anlamlı görüntüsünü sunmuştur.

Görsel 13. Lunc with a Helmet On, Shigeo Fukuda, 1987.

Görsel yanılsama, Kanadalı ressam Rob Gonsalves illüstrasyonlarında izleyicinin derinlik ve mekân algısıyla oyun oynayabilen görüntüler sunmaktadır. Gonsalves'in düşsel yolculuğunu tanımlayan illüstrasyonları, izleyiciyi şaşırtan bir görsel etkiye sahiptir. Görsel 14'te yer verilen illüstrasyon, izleyicinin mekân algısını yanıltacak biçimde kurgulanmıştır.

Görsel 14. Timepieces, Rob Gonsalves, 2012.

Bu başlık altında yer verilen sanatçı yapıtları, izleyici ile görsel yanılsamaya dayalı bir bağ kurmaktadır. Yapıtlar çoğunlukla mekân, perspektif ve derinlik yanılsamasına neden olmaktadır. Pek çok sanatçının algı dünyasında var olan bir gerçeklik olan görsel yanılsamanın sanatın tarihsel sürecinde yeni eğilimleri belirleyen bir gösterge hâlini aldığı söylenebilir.

3. Optik Yanılsama

Optik yanılsama, retinayı uyaran görüntülerin beynimizde yarattığı hatalı çıkarımlardır. Bu bağlamda optik yanılsama, görme duyumuzun fiziksel özellikleriyle ilgili bir fenomendir. Görsel uyaranların fiziksel koşulları beynimizde yanıp sönme, parlaklık, titreşim ve hareket efekti olarak algılanabilen yeni görüntüler sunabilir. Gerçekte var olmayan bu görüntüler algı değişkenliğine neden olmaktadır. Bu yönüyle optik yanılsama, yapısında bir alterimaj barındırmaktadır. Bilindiği gibi alterimaj, birbirinden farklı görüntülerin bileşimiyle algılanan ve gerçekte var olmayan görüntülerdir. Örneğin, Hermann-Hering ve Scintillating ızgarası gibi bazı görsel araştırmalar izleyiciye alterimaj sunan teoriler içermektedir.

Optik yanılsama içeren görsel araştırmalar, izleyiciye görsel alan bilgisi üzerinden fiziksel olarak var olmayan görüntüleri algılatmayı hedeflemektedir. Bunun en etkili yöntemi izleyici retinasında bir tür mıknatıs etkisi yaratmaktır.

Optik yanılsama olarak tanımlanabilen görüntüler, izleyici gözünü etkin bir biçimde uyarmaktadır. Görsel alandaki şekil, renk, parlaklık, kontrastlık, boyut, yön ve perspektif gibi birçok kavramın tek başına veya birbirleriyle olan etkileşimi izleyici retinasını güçlü bir şekilde uyabilir. Dolayısıyla fiziksel şartlar optik yanılsamaya neden olacak şekilde geliştiğinde, insan beyni görsel alan bilgisi üzerinden hatalı varsayımlarda bulunabilir. Bu durum izleyicinin görüntüyü anlamlandırma çabası ile bakışını zorunlu olarak odakladığı bir görsel alan hâlini almaktadır.

Optik yanılsama izlenimi uyandıran görsel etkilere duyarlılık, izleyici gözünün optik düzeneğine bağlıdır. “Optik yanılsamalar, gözlerimizin optik düzeninden kaynaklanır: İki göz yan yana çıkıntı yaparak durur, bu da retinaların her birinde farklı yanılsamalara yol açar” (Restak, 2012: 196). Ayrıca, izleyicinin sağlık koşulları ve yaş aralığı görsel uyaranların çözümleme sürecini temelden etkilemektedir. Bu noktada optik yanılsamaya neden olan bir görüntünün çocuk, genç veya yaşlılar üzerindeki etkisi değişkenlik gösterebilir. Görüntüyü algılama sürecinde eğitim ve geçmiş görme deneyimlerinin de payı vardır. Görsel algı ve deneysel psikoloji araştırmaları, bu konuyla ilgili çok sayıda bilimsel veri sunmaktadır. Herhangi bir optik yanılsama karşısında izleyicinin göz hareketleri ve görsel korteksin uyarılma hâlini inceleyen çok sayıda bilimsel araştırma mevcuttur. Denekler üzerinden yapılan araştırmalarda, görme duyusunun fiziksel ve zihinsel işlevlerini etkileyen oluşumlar incelenmektedir. Günümüzde hâlen bir yenisinin eklendiği bu araştırmalara yeni teknolojilerin sunduğu üç boyutlu görüntüleme cihazları da katkı sunmaktadır.

Optik yanılsama (aynı görsel yanılsamalar gibi) görsel algıyı ilgilendiren bir olgudur. Bu durum, optik yanılsamanın bilim ve tasarımla ilgili bir terim olarak anılmasına neden olmaktadır. Sanatın tarihsel sürecinde geometrik biçimlerin yer aldığı soyut anlatımlar, görsel algı araştırmalarını etkilemiş ve görsel algı üzerine araştırmalar yapan bazı psikologların optik yanılsama deneylerine yansımıştır. Özellikle geometrik biçim ve renk öğesi arasındaki etkileşimler izleyici retinasını güçlü bir şekilde uyarmakta ve zihinsel süreçte algısal sapmalara neden olmaktadır. Deneysel psikoloji ve görsel algı üzerine araştırma yapan bazı psikologlar, geometrik biçimlerden yararlanarak izleyicinin görme duyusunu yanıltan optik yanılsama teorileri geliştirmiştir. Optik yanılsamayı hedeflemiş olan teorilere 19. yüzyıl sonu ile 20. yüzyıl başlarında çok sayıda rastlanmıştır. Bunun nedeni, bilişim teknolojilerindeki hızlı ilerlemelere paralel olarak vektörel tabanlı programların araştırmacılara sunduğu kullanım araçlarıdır. Vektörel tabanlı programlar, optik yanılsama araştırmalarına alternatif görme deneyimi

sunmaktadır. Bu sayede araştırmacılar farklı veya benzer birçok görsel etkiye yönelik çok sayıda araştırma yapma imkânı elde etmiştir.

Geometrik biçim temeline dayandırılan araştırmalara siyah-beyaz zıtlığı veya renk ögesinin dâhil edilmesi, araştırmacıların yanılsama kavramına yönelik yeni görsel saptamalarda bulunmasını sağlamıştır. Örneğin, geometrik biçim ile iki boyutlu düzlemde parlaklık, titreşim ve hareket algı yanılsaması yaratmak; Hajime Ouchi, Sir Jamer Fraser, Akiyoshi Kitaoka, Hiroshi Ashida, Herman Verwaal, Walter Anthony, Baingio Pinna, Gavin J. Brelstaff gibi bazı görsel araştırmacılar için özel ilgi alanı olmuştur.

Adını Japon sanatçı Hajime Ouchi'den alan “ouchi” yanılsama izleyiciye sabit bir görüntü üzerinde (istemsiz göz hareketleri ile algılanabilen) hayalî derinlik ve hareket izlenimi sunmaktadır (Görsel 15). Ouchi'nin 1977 yılındaki araştırmalarının sonucunu gösteren bu optik yanılsamaya, çizgilerin ritmik bir düzen ile şekillendirilen ve Gestalt'ın “şekil-zemin ilkesi” gibi algılanabilen ikili yapısı neden olmaktadır. Siyah-beyaz kontrastlığının neden olduğu zıtlıklar reseptörlerdeki hareket algılayıcılarını uyarmakta ve bu sayede izleyicinin görsel alandaki göz hareketlerini hızlandırmaktadır. Bu hızlı göz hareketleri retinadaki görüntünün beyne iletilme sürecinde uyumsuzluklara neden olmaktadır. Görsel 15'te ouchi yanılsamayı örnekleyen geometrik şekle bakışımızı sabitlediğimizde; çizgilerin kavisli kenarlarla oluşturulmuş daireyi “şekil”, arkadaki çizgisel ritmik yapıyı ise “zemin” olarak algılarız. İstemsiz göz hareketlerine göre bunun tam tersi bir algılamayı da duyuyoruz. Görme duyumuzun neden olduğu bu optik yanılsama, görsel alandaki daireyi bazen “şekil” bazen de “zemin” olarak tanımlamaktadır. Dolayısıyla görsel alanın ön ve arka planı sürekli yer değiştiren bir algılama içermektedir. Bu gelgitler görüntüye baktığımız süre boyunca (değişken bir algılama ile) devam etmektedir. Görüntünün sunduğu fiziksel koşullar reseptörlerdeki hareket algılayıcılarını uyarmakta ve nöronlar beynimize sürekli olarak hareket izlenimi uyandıran sinyaller göndermektedir. Bu sayede görüntüdeki şekil ve zeminin sürekli yer değiştirdiği ve daire alanın hareket ettiği yanılgısına kapılırız.

Görsel 15. Ouchi Yanılsama.

“Ouchi” yanılsama da olduğu gibi, görsel uyarıların fiziksel etkinliğinin hareket algı yanılsamasına neden olduğu birçok optik yanılsama örneği mevcuttur. Yine “pinna” yanılsama bunlardan biridir. Deneysel psikoloji ve görsel algı alanında araştırmalar yapan Baingio Pinna ve Gavin J. Brelstaff, 1908 yılında geometrik biçimlerden hareketle optik yanılsama içeren

“pinna” yanılsamayı açıklamıştır (Görsel 16). Bu yanılsama izleyicide hareket algı yanılsamasına neden olmaktadır. “Pinna” yanılsamanın merkezinde yer alan küçük siyah noktaya bakışımızı sabitleyip, baş veya beden hareketleriyle ileri ve geriye doğru hareket ettiğimizde optik yanılsamayı duymuluruz. Orta kısımda yer alan küçük siyah noktaya bakışımızı sabitleyip geriye doğru hareket ettiğimizde, içteki daire formunun saat yönünde, dıştaki daire formunun ise tersi yönde döndüğü yanılgısına kapılır. İleri doğru hareket ettiğimizde ise dıştaki dairenin saat yönünde, içteki dairenin ise tersi yönde döndüğü yanılgısına kapılırız. Bu hatalı algılamaya göz ve beyin arasındaki eksik bilgi alışverişi neden olmaktadır. Görsel uyarıların fiziksel etkinliği, görsel uyarıların algılama görevi üstlenen reseptörlerdeki hareket algılayıcılarını yanlış uyarmakta ve bu durum algı sistemimiz tarafından yanlış değerlendirilmektedir.

Görsel 16. Pinna Yanılsama.

İngiliz psikolog Sir James Fraser’in 1908 yılındaki araştırmalarını kapsayan ve “twisted cord illusion” (bükülmüş kordon yanılsama) veya “fraser spiral” (fraser sarmalı) olarak anılan görsel deneyinde görüntünün sunduğu fiziksel gerçeklik, algımızla oyun oynamaktadır. Görsel 17’de Fraser sarmalını örnekleyen görüntüye bakışımızı odakladığımızda, bir çoğumuz hatalı bir varsayımda bulunarak merkeze doğru giderek küçülen çizgisel daireleri sarmal şeklinde algılarız. Göz ve beynimiz arasındaki eksik bilgi, algı sistemimizin bu görüntüyü tutarlı biçimde anlamlandıramadığını göstermektedir. Geometrik biçimlerle oluşturulan görsel ritim, retina tarafından yanlış değerlendirilmekte ve zihnimizin bu görüntüyü sarmal şeklinde algılanmasına neden olmaktadır. Ancak “fraser sarmalı”nda iç içe geçmiş dairelerin etkinliği söz konusudur.

Görsel 17. Fraser Spiral.

“Fraser sarmalı” izleyicinin görme ve algı sistemini yanıltan sihirli bir yapıya sahiptir. İzleyiciyi bir tür oyuna davet eden bu sarmal, hareket izlenimi uyandıran hayalî bir algılamaya neden olmaktadır. Görüntünün sunduğu görsel yanıltmaca, bu optik yanılsamanın farklı deneylerle yeniden incelenmesini etkilemiştir. Akiyoshi Kitaoka, Baingio Pinna ve Gavin Brelstaff’ın araştırmalarını kapsayan ve 2001 yılında kaleme alınan bir makalede, sarmal yanılsamanın yeni varyasyonları açıklanmıştır (Görsel 18). Bu araştırmada, “café wall” ve “zöllner” yanılsama teorileri “fraser sarmalı” ile ilişkilendirilmiştir (Kitaoka, 2001: 637-646).

Görsel 18. “Last but not least” başlıklı makalede yer verilen şekiller.

Hareket algı yanılsamasına neden olan görüntüler, izleyiciye GIF formatı şeklinde algılanabilen hayalî görsel etkiler sunmaktadır. Bunun çarpıcı örneklerinden biri sanatçı Isia Leviant tarafından 1981 yılında Fransa “Palais de la Decouverte”de izleyiciyle buluşan “enigma” (bilmece) isimli yapıtıdır (Bach, 2014: 2. paragraf). Optik yanılsama içeren “enigma”

isimli yapıtta görüntünün sunduğu fiziksel gerçeklik, gözlerimizi etkin bir biçimde uyarmaktadır (Görsel 19). Bu görsel etki titreşim, yanıp sönme ve homojen halkaların sürekli kendi etrafında döndüğü yanılgısıdır. Bu noktada gözlerimiz görsel alan bilgisi üzerinden bilinçsizce hızlı varsayımlarda bulunmaktadır. Ancak, istemsiz göz hareketlerimizin neden olduğu bu tespitler halkaların dönme yönleri hakkında farklı varsayımlarda bulunmamıza neden olmaktadır. Ayrıca optik yanılsama içeren bu hatalı algılamayı, görüntüye ne kadar bir süre boyunca baktığımız da etkilemektedir. Optik yanılsama bazı izleyiciler açısından halkaların saatin tersi yönünde döndüğü izlenimi uyandırırken, bazı izleyicilerde ise bu halkaların saat yönünde döndüğü etkisi oluşturabilir. Optik yanılsamaya dayalı bu izlenimler deneysel psikoloji ve fizyoloji biliminin inceleme alanı olabilmektedir.

Görsel 19. Enigma Yanılsama, Isia Leviant, 1981.

Görsel uyarıların fiziksel koşulları, optik yanılsamaya neden olacak şartları belirleyebilir. “Enigma” yapıtında olduğu gibi fiziksel şartlar iyi geliştiğinde, görsel alan bilgisi izleyicide sürekli hayalî izlenimler sunmaya devam edebilir. Görüntünün sunduğu parlaklık algısı gözlerimizi aşırı derecede uyabilir. Bu uyarılmanın retinada nasıl güçlü bir etkiye neden olduğunu küçük bir testle gözlemleyebiliriz. Örneğin, “enigma” yanılsamaya belirli bir süre bakıp hemen ardından boş bir beyaz yüzeye baktığımızda, bu boş yüzey üzerinde (anlık bir izlenimle) yine bu görüntünün hayalî görüntüsünü görebilirsiniz. Aslında bu türden bir optik yanılsamayı hemen hepimiz hayatımızda deneyimlemiştir. Güneşe çıplak gözle bakıp, ardından farklı bir görsel dünya görüntüsüne yönümüzü çevirdiğimizde, güneşin dairesel formunun yine hayalî görüntüsünü anlık olarak görmeye devam etmişizdir.

Hareket izlenimi uyandıran farklı görsel deneyler incelendiğinde, geometrik biçimlerle oluşturulan şekillerin çoğunlukla siyah-beyaz değer taşıdığı izlenmektedir. Bunun nedeni, siyah-beyaz değerlerin izleyici retinasında güçlü bir kontrast etkiye neden olmasıdır.

Bilgisayar teknolojisindeki yeniliklere bağlı olarak özellikle son zamanlarda yapılan optik yanılsama araştırmalarında çoğunlukla renk ögesine yer verilmiştir. Bu durumu, sınırsız sayıda optik yanılsama araştırmaları için elverişli ortam sunan tasarım programları etkilemiştir. Özellikle Japon psikolog Prof. Akiyoshi Kitaoka, dijital ortamda çok sayıda optik yanılsama araştırması yapmaktadır. Aynı zamanda psikolog Walter Anthony ve Herman Verwaal’ın renk ögesini kullanarak optik yanılsamayı hedefleyen çalışmaları örnek verilebilir. Bu çalışmalar, iki boyutlu düzlemde derinlik ve hareket izlenimi uyandıran optik yanılsamalara neden olmaktadır.

Görsel 20’de yer alan her iki geometrik şekle bakışımızı yoğunlaştırdığımızda, iki boyutlu yüzeyin hareket ettiği yanılgısına kapılırız.

Sea Sickness, Walter Anthony, 2007.

Moving Bulge 2, Herman Verwaal, 2008.

Görsel 20. Optik Yanılsama.

Akiyoshi Kitaoka’nın görsel araştırmalarının yer aldığı web sitesinde (<http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/index-e.html>) renk ögesi ve geometrik biçim arasındaki etkileşimin optik yanılsamalara neden olduğu çok sayıda görüntüye yer verilmiştir. Geometrik şekillerin her birine bakışımızı odakladığımızda, iki boyutlu düzlemde GIF formatında algılanabilen hayalî izlenimlerle karşılaşırız. Görsel 21’de izlendiği gibi hareket izlenimi uyandıran optik yanılsamalar, ancak görsel alan üzerinden yapılan göz tespitleriyle fark edilebilir.

Görsel 21. Optik Yanılsama, Akiyoshi Kitaoka.

Japon psikolog Akiyoshi Kitaoka’nın “rotating snakes” (dönen yılanlar) adlı çalışması,

yine hareket algı yanılsamasını örnekleyen bir yapıttır (Görsel 22). Bu esere baktığımızda, farklı noktalara sabitlenen göz hareketlerimizle optik yanılsamayı fark ederiz. Bu türden bir hatalı algılamaya iki boyutlu düzlemin statik görüntüsü neden olmaktadır. Tekrara bağlı olan dairelerin ritmik yapısı, animasyon türünde algıladığımız bir görüntü sunmaktadır. “Aslında sayfada hareket eden bir şey olmadığı hâlde, çemberler döndükleri izlenimini vermektedirler” (Eagleman, 2016: 46).

Görsel 22. Rotating Snakes, Akiyoshi Kitaoka, 2003.

4. Sonuç ve Öneriler

Yanılsama, gözlerimizin optik düzeneğini ve beynimizi farklı biçimde uyarmaktadır. Bu doğrultuda yanılsama içeren görüntüler/tasarımlar “görsel yanılsama” ve “optik yanılsama” olarak iki ayrı kategoride sınıflandırılmalıdır. Farklı kaynaklarda yer verilen aktarımlarda görme duyumuzu etkileyen yanılsamalar genel olarak “yanılsama (illüzyon)”, “görsel yanılsama” veya “optik yanılsama” olarak ifade edilse de (örneğin; Eagleman, 2013: 36; Harrison&Wood, 2002: 615; Keser, 2009: 355; Lancaster, 1973: 33; Restak, 2012: 195), “görsel yanılsama” ve “optik yanılsama” birbirinden farklı kavramlar olarak değerlendirilmelidir. Bunun nedeni, görsel yanılsamaların çoğunlukla zihinsel süreci, optik yanılsamaların ise gözlerimizin optik düzeneğini daha fazla etkilemesidir. Bu doğrultuda yanılsama içeren görsel deneyler, sanatçı yapıtları veya grafik tasarım uygulamaları, görsel yanılsama veya optik yanılsama olarak ayrı başlıklar altında incelenmelidir.

Görsel ve optik yanılsama arasındaki kavram farklılığı, özellikle görsel iletişim tasarımı açısından içerik ve biçim arasındaki etkileşime olumlu katkı sunabilir ve tasarım sürecinin doğru temeller üzerinde inşa edilmesi etkileyebilir. İçerik ve biçim arasında güçlü bir ilişki kurulduğu sürece, bir tasarımda görsel veya optik yanılsamaya yer verilebilir. İzleyici bakışını farklı oranlarda etkileyecek olan görsel ve optik yanılsama, hedeflenen mesajın başarı kriterini yükseltmeli ve bu sayede tasarım aracılığıyla profesyonel bir görsel tavır sergilenmelidir. Tasarım sürecinde değerlendirilen görsel veya optik yanılsama, izleyiciye yeni görme deneyimleri yaşatma hedefinde olmalıdır. Belirlenen bir içeriği görsel veya optik yanılsamayla

ilişkilendirmek, tasarımcının nasıl bir görsel mesajı hedeflediğine bağlıdır. Bu noktada içeriğe aykırı bir yapıda olmaması gereken görsel veya optik yanılsama, tasarımda sadece estetik kaygılara hizmet etmemelidir. Görsel veya optik yanılsamanın tasarımdaki işlevi, içeriği doğru yansıtmaya hedefi taşımalıdır. Tasarım ancak bu sayede görsel iletişime açısından iyi bir değer taşıyabilir. Görsel ve optik yanılsamanın grafik ürünlere olan ilişkisine yönelik araştırmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Avcı, Tuğal, S. (2012). *Oluşum Süreci İçinde Op Art*. Hayalperest.
- Bach, M. (2014). *Enigma*. <https://michaelbach.de/ot/mot-enigma/index.html>, Erişim Tarihi: 28.08.2021
- Eagleman, D. (2016). *Beyin-Senin Hikâyesi*. (Çev.: Zeynep Arık Tozar). Domingo.
- Eagleman, D. (2013). *Incognito*. (Çev.: Zeynep Arık Tozar). Domingo.
- Harrison, C. & Wood, P. (2002). *Art in Theory 1900-2000*. Blackwell Publishing.
- İlal, G. K. (1991). *Tıpsal Psikoloji Tıpta Davranış Bilimleri*. Güneş.
- Keser, N. (2005). *Sanat Sözlüğü*. Ütopya.
- Kitaoka, A. (2001). *Last but not least*. <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/spiralill.pdf>, Erişim Tarihi: 12.08.2021
- Lancaster, J. (1973). *Introducing Op Art*. B T Batsford Limited.
- Luckiesh, M. (2011). “Visual Illusions Their Causes, Characteristics and Applications”, *Project Gutenberg*, 2011, Vol. 4, No. 2, <http://www.gutenberg.org/files/36297/36297-h/36297-h.htm>
- Merleau-Ponty, M. (2016). *Algının Fenomenolojisi*. (Çev.: Emine Sarıkartal ve Eylem Hacımuratoğlu). İthaki.
- Restak, M. R. (2021). *Akal Kullanma Kılavuzu*. (Çev.: Ebru Kılıç). Aylak.
- Türk Dil Kurumu. (2019). *Türkçe Sözlük*. Türk Dil Kurumu.

Görsel Kaynakça

- Görsel 1. Görsel Yanılsama: Oronz, I. (1997). *Kişisel Sergi Afişi*. Grafik Tasarım Görsel İletişim Kültürü Dergisi, Sayı: 26, Ege Basım, 2008, s. 55. Optik Yanılsama: Lehimler, Z. (2012). Solidarity. Sosyal İçerikli Afiş Tasarımı.
- Görsel 2. Eagleman, D. (2013). *Incognito*. (Çev.: Zeynep Arık Tozar). Domingo, s.32.
- Görsel 3. Lehimler, Z. (2014).
- Görsel 4. Luckiesh, M. (2011). “Visual Illusions Their Causes, Characteristics and Applications”, *Project Gutenberg*, Vol.4, No.2, s. 46-53, <http://www.gutenberg.org/files/36297/36297-h/36297-h.htm>
- Görsel 5. Orosz, I. <http://utisz.blogspot.com.tr/search/label/math>, Erişim Tarihi: 22.08.2021
- Görsel 6. Albers, J. (1955). Lancaster, J. *Introducing Op Art*. First published, B T Batsford Limited, 1973, s.29.

- Görsel 7. Erlich, L. (2004). <https://www.galleriacontinua.com/artists/leandro-erlich-24>, Erişim Tarihi: 10.08.2021
- Görsel 8. Vatikan Sistine Şapeli. Michelangelo (1508-1512). <https://www.apollo-magazine.com/raphael-tapestries-sistine-chapel-rome/>, Erişim Tarihi: 09.08.2021
- Görsel 9. Vertumnus. Arcimboldo, G. (1590). <https://en.wikipedia.org/wiki/Vertumnus>, Erişim Tarihi: 12.10.2021
- Görsel 10. Waterfall. Escher, M. C. (1961). Langham, T & Peters, P. *Escher*. Thames And Hudson Ltd, 1992, s.323.
- Görsel 11. Women Forming a Skull. Dali, S. (1951). <https://onlyoldphotography.tumblr.com/page/340>, Erişim Tarihi: 15. 08.2021
- Görsel 12. İmkânsız Şekiller. Reutersvard, O. <https://butdoesitfloat.com/A-father-to-impossible-figures>, Erişim Tarihi: 15. 08.2021
- Görsel 13. Lunc with a Helmet On. Fukuda, S. (1987). <http://blog.capitalwealthadvisors.com/trends-tail-risks/2015/06/successful-failure>, Erişim Tarihi: 15. 08.2021
- Görsel 14. Timepieces. Gonsalves, R. (2012). <https://marcusashley.com/artists/rob-gonsalves/time-pieces/>, Erişim Tarihi: 15. 08.2021
- Görsel 15. Ouchi Yanılsama. Kitaoka, A. & Ashida, H. “Phenomenal Characteristics of the Peripheral Drift Illusion”, [Electronic Version], 2003, Vol.15, No.4, s.26, <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/PDrift.pdf>, Erişim Tarihi: 14. 08.2021
- Görsel 16. Pinna Yanılsama. http://www.scholarpedia.org/article/Pinna_illusion, Erişim Tarihi: 17. 08.2021
- Görsel 17. Flaser Sarmalı. <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/FraSpr-e.html>, Erişim Tarihi: 17. 08.2021
- Görsel 18. Last but not least. Akiyoski Kitaoka, Baingio Pinna, “Last but not least”, 2001, Ritsumeikan University, Psychology, <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/spiralill>, Erişim Tarihi: 17. 08.2021
- Görsel 19. Enigma Yanılsama. <http://www.michaelbach.de/ot/mot-enigma/index.html>, Erişim Tarihi: 17. 08.2021
- Görsel 20. Optik Yanılsama. <http://opticalillusions4kids.blogspot.com/2007/07/anomolous-motion-optical-illusion.html>, Erişim Tarihi: 19. 08.2021
- Görsel 21. Optik Yanılsama. <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/index-e.html>, Erişim Tarihi: 19. 08.2021
- Görse 22. Rotating Snakes. <http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/index-e.html>, Erişim Tarihi: 19. 08.2021