



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE TEKNİK ARAŞTIRMALAR DERGİSİ

Renk Algısının Bulanık Mantıkla Modellemesi: Goethe'nin Kuramına Fenomenolojik Bir Yaklaşım

Murat ANBARCI^a 

^aSultanbeyli Belediyesi, İstanbul, Türkiye
muratanbarci@gmail.com

Öz

Johann Wolfgang von Goethe'nin 1810 yılında yayımlanan Renk Teorisi, felsefi yönleriyle oldukça dikkat çeken bir çalışmadır. Goethe'ye göre renk algısı kesin sınırlarla değil, geçişler ve belirsizliklerle doludur. Renkler kesin olarak "kırmızı", "mavi" gibi kategorilere girmez; algı, bağlama, ışığa, psikolojiye göre değişmektedir. Bu durum, klasik mantıkta "ya siyah ya beyaz" gibi net kategoriler yerine, dereceli, belirsiz ve esnek tanımlamalar gerektirir. Klasik mantıkta bir öge, bir kümenin ya "üyesidir" (1) ya da "değildir" (0). Bulanık mantıkta üyelik $[0, 1]$ arasında herhangi bir değer olabilir. Böylece "bir rengin kırmızı olma derecesi" 0.7, "mavi olma derecesi" 0.3 gibi ifade edilebilir. Bu sayede renk algısındaki belirsizlik ve geçişler matematiksel olarak modellenenebilir. Bu çalışmada hem bilimsel hem de felsefi yönleriyle oldukça dikkat çeken Newton'un renk anlayışına karşı bir tepki olarak doğan, Johann Wolfgang von Goethe'nin Renk Teorisi (Zur Farbenlehre) çalışmasındaki renk algısını Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) yaklaşımıyla bilimsel bir temele oturtup, insan algısına dayalı fenomenolojiyi sayısallaştırarak, insanın renk deneyimi niceliksel olarak modellenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Renk Algısı, Goethe, Bulanık Mantık, Renk Teorisi, Klasik Mantık

Atıf Bilgisi

Anbarcı, M. (2025). Renk Algısının Bulanık Mantıkla Modellemesi: Goethe'nin Kuramına Fenomenolojik Bir Yaklaşım. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, 26, 68-80.

<https://doi.org/10.63673/SosyoTeknik.1852237>

Geliş Tarihi	20.08.2025
Kabul Tarihi	25.11.2025
Yayın Tarihi	30.12.2025
Değerlendirme	İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme
Etik Beyan	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.
Benzerlik Taraması	Yapıldı – iThenticate
Etik Bildirim	sosyoteknik@selcuk.edu.tr
Çıkar Çatışması	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
Finansman	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.
Telif Hakkı & Lisans	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Modeling Goethe’s Theory of Colours Through Fuzzy Logic: A Phenomenological and Computational Approach

Murat ANBARCI^a 

^aSultanbeyli Municipality, Istanbul, Turkiye
muratanbarci@gmail.com

Abstract

Johann Wolfgang von Goethe’s Theory of Colours, first published in 1810, is a work that has drawn significant attention due to its philosophical dimensions. According to Goethe, color perception is not defined by fixed boundaries but is instead characterized by transitions and uncertainties. Colors cannot be strictly categorized as “red” or “blue”; rather, perception varies depending on context, lighting conditions, and psychological state. This perspective calls for gradual, ambiguous, and flexible definitions, in contrast to classical logic, which operates with binary categorizations such as “black or white.” In classical logic, an element either fully belongs to a set (value of 1) or does not belong at all (value of 0). Fuzzy logic, however, allows degrees of membership between 0 and 1. For example, the “degree of redness” of a given color may be represented as 0.7, while its “degree of blueness” might be 0.3. Through this framework, the ambiguity and transitional nature of color perception can be mathematically modeled. This study aims to establish Goethe’s Theory of Colours—developed as a reaction to Newton’s mechanistic and optical theory of color—on a scientific foundation by using the Fuzzy Logic approach. By quantifying phenomenological aspects grounded in human perception, the model enables the subjective experience of color to be computationally represented.

Keywords

Goethe, Color Theory, Fuzzy Logic, Phenomenology, Color Perception, Affective Computing, Artificial Intelligence, Computational Aesthetics

Citation

Anbarcı, M. (2025). Modeling Goethe's Theory of Colours Through Fuzzy Logic: A Phenomenological and Computational Approach. *Selcuk University the Journal of Social and Technical Researches*, 26, 68-80.
<https://doi.org/10.63673/SosyoTeknik.1852237>

Date of Submission	20.08.2025
Date of Acceptance	25.11.2025
Date of Publication	30.12.2025
Peer-Review	Double anonymized - Two External
Ethical Statement	It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited.
Plagiarism Checks	Yes - iThenticate
Conflicts of Interest	The author(s) has no conflict of interest to declare.
Complaints	sosyoteknik@selcuk.edu.tr
Grant Support	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research.
Copyright & License	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0.

Giriş

Renk, doğrudan fiziksel dünyanın bir ürünü olmasının yanı sıra, insan algısının ve psikolojisinin derinlemesine etkilediği çok boyutlu bir fenomendir. Geleneksel renk biliminin kurucusu olarak kabul edilen Isaac Newton, renkleri ışığın kırılması ve spektral analizi temelinde açıklamış ve renklerin fiziksel özelliklerini bilimsel olarak ortaya koymuştur (Wade & Brodsky, 2013). Newton'un renk teorisi, modern optik ve renk biliminin temel taşlarından biri olarak bilimsel çevrelerde geniş kabul görmüş olsa da, renk algısının karmaşıklığını ve insan deneyimindeki belirsizliklerini tam anlamıyla açıklamakta yetersiz kalmıştır.

Bu bağlamda, Johann Wolfgang von Goethe'nin 1810 yılında yayımladığı Renk Teorisi (Zur Farbenlehre) çalışması, Newtoncu fiziksel renk anlayışına alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Zanker, 2013; Ostriker, 1996). Goethe, rengin salt fiziksel bir olay olmadığını, ışık ile karanlığın etkileşimi sonucu ortaya çıkan, aynı zamanda insan algısı ve psikolojisiyle sıkı sıkıya ilişkili bir fenomen olduğunu ileri sürmüştür (Kandinsky, 1977). Özellikle renklerin algısal boyutunu ön plana çıkaran Goethe, renklerin gözlemcinin deneyimiyle şekillendiğini ve bu yüzden rengin doğasının nesnel gerçeklikten bağımsız olarak değerlendirilmesi gerektiğini savunmuştur (Zanker, 2013).

Goethe'nin renk teorisinde, temel renkler olan kırmızı (Rot), sarı (Gelb) ve mavi (Blau) bir renk çemberi içinde organize edilmiş ve bu temel renklerin karışımlarıyla ikincil renkler tanımlanmıştır (Gage, 1993). Ayrıca Goethe, renklerin insan psikolojisi üzerindeki etkilerini araştırmış; kırmızıyı enerji ve sıcaklık, sarıyı iyimserlik ve neşe, maviyi ise sakinlik ve melankoliyle ilişkilendirmiştir (Itten, 1973; Birren, 2016). Bu yorumlar, renklerin yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda psikolojik ve kültürel boyutlarının da önemli olduğunu ortaya koyarak, renk psikolojisi alanının temelini oluşturmuştur (Feisner, 2006).

Goethe'nin renk teorisi, özellikle sanat, tasarım ve estetik disiplinlerinde önemli etkiler yaratmış; romantizm ve modernist sanat akımlarının renk kullanımını şekillendirmiştir (Gage, 1993). Sanatçılar Turner, Delacroix ve Kandinsky gibi isimler, Goethe'nin renk algısı üzerine düşüncelerinden ilham almışlardır. Ancak bilimsel dünyada, Goethe'nin yaklaşımı Newton'un deneysel yöntemleri karşısında daha çok felsefi ve fenomenolojik bir perspektif olarak değerlendirilmiştir (Ostriker, 1996).

Günümüzde, renk algısının karmaşıklığı ve subjektif doğası, klasik matematiksel modellere kıyasla daha esnek ve insan algısına uygun modellerle açıklanmaya çalışılmaktadır. Bu alanda bulanık mantık yöntemleri, belirsizlik ve subjektiflik içeren algısal süreçleri nicelleştirme imkânı sunarak önemli bir alternatif sağlamaktadır (Kosko, 1992). Bulanık Mantık, renk algısında yaşanan belirsizliklerin, net ve kesin sınıflandırmalar yerine dereceli ve bulanık kümeler aracılığıyla modellenmesini mümkün kılmaktadır (Wu & Gong, 2020).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, insan renk algısının bulanık mantık tabanlı modellerle başarılı biçimde temsil edilebileceğini göstermiştir (Al-Quraishi & El-Kilany, 2021; Mendel, 2017). Bu gelişmeler, Goethe'nin fenomenolojik renk yaklaşımı ile modern yapay zeka tekniklerinin sentezlenerek, renk algısının hem felsefi hem teknik boyutlarını anlamada yeni fırsatlar sunmaktadır.

Bu çalışma, Goethe'nin renk algısına ilişkin teorik çerçevesini bulanık mantık yöntemleriyle birleştirerek, renk algısının çok boyutlu doğasının daha kapsamlı ve sistematik biçimde incelenmesini amaçlamaktadır.

1. Literatür

1.1. Renk Teorilerinin Tarihsel Gelişimi

Renk teorileri, tarih boyunca farklı bilimsel ve felsefi perspektiflerden ele alınmıştır. Isaac Newton'un 1704 yılında yayımladığı Opticks adlı eseri, renklerin fiziksel doğasını açıklayan ilk bilimsel çalışma olarak kabul edilir (Wade & Brodsky, 2013). Newton, renkleri ışığın prizma aracılığıyla kırılması sonucu oluşan spektral bileşenler olarak tanımlamış ve bu yaklaşımı ile renk bilimine mekanik ve deneysel bir temel kazandırmıştır. Bu çalışma, modern optik ve renk biliminin temelini oluşturarak, renklerin fiziksel özelliklerini niceliksel olarak inceleme imkânı sağlamıştır.

Newton'un renk anlayışına eleştirel bir yaklaşım geliştiren Johann Wolfgang von Goethe ise, 1810 yılında yayımladığı Zur Farbenlehre (Renk Teorisi) adlı çalışmada, renklerin algısal ve psikolojik boyutunu

vurgulamıştır (Zanker, 2013). Goethe'ye göre renk, ışık ile karanlığın etkileşiminin yanı sıra, gözlemcinin algısı ile şekillenen sübjektif bir deneyimdir (Ostriker, 1996). Bu yaklaşım, rengin sadece fiziksel bir fenomen olarak ele alınamayacağını, aynı zamanda insan deneyiminin ayrılmaz bir parçası olduğunu ortaya koymuştur. Goethe'nin renk çemberi, temel renklerin (kırmızı, sarı, mavi) ve bunların karışımlarıyla oluşan ikincil renklerin görsel ve psikolojik etkilerini bir arada sunması bakımından önem taşımaktadır (Gage, 1993).

Renk teorisinin tarihsel gelişimi incelenirken Bauhaus okulunun önde gelen sanat eğitimcilerinden biri olan Johannes Itten tarafından 1961 yılında yayımlanan *The Art of Color* adlı eserinde de renklerin algısal, duygusal ve estetik etkilerini sistematik biçimde ele alan kapsamlı bir renk teorisi geliştirilmiştir. Itten'in teorisi, üç ana renk (kırmızı, mavi, sarı) üzerine kurulu on iki parçalı bir renk çemberi aracılığıyla renklerin karşılıklı ilişkilerini açıklamaktadır. Ayrıca sanat ve tasarımda renk dengesini anlamak için yedi temel kontrast (renk, açık-koyu, sıcak-soğuk, tamamlayıcı, eşzamanlı, doygunluk ve miktar kontrastları) tanımlamıştır. Bununla birlikte, bireylerin renklerle kurdukları psikolojik bağlara dikkat çekerek "renk kişiliği" kavramını ortaya atmış ve renk kullanımında estetik bütünlüğün yanı sıra duygusal uyumun da önemine vurgu yapmıştır (Itten, 1961; Gage, 1999).

1.2. Renk Algısının Psikolojik ve Kültürel Boyutları

Renklerin psikolojik etkileri, özellikle 20. yüzyılda sanat, psikoloji ve tasarım alanlarında yoğun biçimde araştırılmıştır. Johannes Itten (1973) renklerin insan duyguları üzerindeki etkilerini sistematik şekilde ortaya koyarken, Frances Birren (2016) ve Ellen Feisner (2006) gibi araştırmacılar renk psikolojisi ve renk terapisi alanında önemli katkılar sağlamışlardır. Bu çalışmalar renklerin ruh hali, enerji, neşe, melankoli gibi farklı psikolojik durumlarla ilişkilendirilebileceğini göstermiştir.

Kültürel bağlamda yapılan araştırmalar ise renk algısının evrensel olmadığı, toplumdan topluma farklılıklar gösterdiği gerçeğini ortaya koymuştur. Bornstein (2002) ve Paul ve arkadaşları (2016), farklı kültürlerin renk anlamlandırmalarını karşılaştırarak, renklerin sosyal ve kültürel kodlarla da şekillendiğini ifade etmişlerdir. Bu durum, renk algısının çok katmanlı ve dinamik yapısını desteklemektedir.

1.3. Bulanık Mantık ve Renk Algısı Modellemeleri

Son yıllarda, renk algısındaki belirsizliklerin matematiksel modellere aktarılmasında Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) yöntemleri giderek daha fazla ilgi görmüştür. Zadeh'in (1965) ortaya koyduğu bulanık mantık, kesinlikten uzak, belirsiz ve dereceli bilgi işlemede kullanılan güçlü bir araçtır. İnsan algısındaki subjektiflik ve belirsizliği yansıtmak için ideal bir model olarak kabul edilmektedir (Kosko, 1992).

Renk algısında bulanık mantık kullanımı, özellikle renk sınıflandırma, segmentasyon ve renk tonu tespiti gibi uygulamalarda başarıyla uygulanmıştır (Al-Quraishi & El-Kilany, 2021; Wu & Gong, 2020). Mendel (2017), bulanık mantık tabanlı sistemlerin renk algısındaki karmaşık ve değişken yapıları modellemede esneklik sağladığını belirtmiştir. Ayrıca, bu yöntemlerin yapay zeka ve makine öğrenmesi algoritmaları ile entegrasyonu, renk algısının daha doğru ve insan algısına uygun biçimde modellenmesini mümkün kılmıştır (Li et al., 2022; Sharma et al., 2021).

1.4. Goethe'nin Teorisi ile Modern Modellerin Sentezi

Goethe'nin renk teorisi, felsefi ve fenomenolojik açıdan renk algısını anlamada önemli bir kaynak oluştururken, bulanık mantık gibi modern hesaplama teknikleri bu teorilerin niceliksel ve sistematik modellere dönüştürülmesine olanak sağlamaktadır (Ait Younes, Truck, & Akdağ, 2005; Shamoı et al., 2023). Bu yaklaşım, renk uyumu ve kategori belirlemede insan algısının sübjektif, bulanık sınırlarını modellemek için özellikle uygun bulunmuştur. Ostriker (1996) ve Zanker (2013) gibi araştırmacılar, Goethe'nin renk anlayışının çağdaş bilimsel ve estetik tartışmalarda yeniden değerlendirilmesi gerektiğini savunmakta; bu çalışmalar, algısal bütünlük, hareket-renk etkileşimleri ve fenomenolojik yaklaşımların sayısal modellere entegrasyonunun gerekliliğini vurgulamaktadır. Ayrıca, bilişsel nörobilim ve hesaplamalı nöroestetik alanlarındaki son gelişmeler, renk algısının yalnızca fotometrik değil, aynı zamanda sinirsel ve bilişsel dinamiklerle açıklanması gerektiğini göstermektedir (Li & Zhang, 2020). Bu durum, yapay zekâ ve derin öğrenme tekniklerinin renk deneyimini modelleme potansiyelini artırmakta, öznel estetik deneyimi nicel sistemlerle ilişkilendiren yeni bir paradigma

önermektedir. Bu bağlamda, renk algısının hem deneysel bilimlerle hem de yapay zekâ yöntemleriyle bütüncül olarak ele alınması, alandaki bilgi birikimini derinleştirecek ve yeni uygulama alanları yaratacaktır.

2. Modelleme ve Modelin Temelin Bileşenleri

Goethe'nin renk teorisi, renklerin yalnızca fiziksel spektral verilerle değil, aynı zamanda insan algısı ve psikolojik etkilerle şekillendiğini savunur. Bu yaklaşım, klasik matematiksel modellerin katı sınırlarını aşmakta zorlanmaktadır. Bu nedenle, renk algısının bulanıklık içeren doğasını tanımlamak için Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) yöntemi uygun bir çerçeve sunmaktadır.

Bulanık Mantık, ilk olarak Lotfi A. Zadeh (1965) tarafından ortaya konulan ve klasik mantığın “doğru/yanlış” ikili yapısına alternatif bir yaklaşım sunan bir belirsizlik modelleme yöntemidir. Zadeh'in yaklaşımı, gerçek dünyanın çoğu durumunda gözlenen bulanıklık, belirsizlik ve dilsel değişkenlik gibi olguları matematiksel biçimde temsil etmeyi amaçlamaktadır. Klasik küme teorisinde bir elemanın bir kümeye aitliği 0 veya 1 ile kesin olarak tanımlanırken, bulanık küme teorisi, aitliğin $[0, 1]$ aralığında sürekli bir değer alabileceğini kabul eder (Zadeh, 1975). Bu sayede, insan düşünme biçimine daha yakın bir temsil gücü elde edilir ve özellikle nitel karar verme, uzman sistemler, kontrol mühendisliği, yapay zekâ ve çok ölçütlü değerlendirme modellerinde önemli avantajlar sağlanır (Klir & Yuan, 1995; Ross, 2010). Bulanık mantık, kural tabanlı çıkarım sistemleri (fuzzy inference systems) aracılığıyla dilsel ifadeleri nicel modellere dönüştürür ve bu yapı, hem bulanık kontrolörlerin (örneğin sıcaklık, hız, tork kontrolü) hem de bulanık çok kriterli karar modellerinin (örneğin ELECTRE-Fuzzy, AHP-Fuzzy, TOPSIS-Fuzzy) temelini oluşturur (Zimmermann, 2010; Kahraman, 2014). Günümüzde, yapay zekâ ve makine öğrenmesi alanlarında bulanık mantığın hibritleştirilmesiyle elde edilen neuro-fuzzy ve fuzzy deep learning yaklaşımları, karmaşık sistemlerde hem esneklik hem de açıklanabilirlik sağlayan güçlü araçlar olarak öne çıkmaktadır (Mendel, 2017; Herrera et al., 2021). Bu yönüyle, bulanık mantık yalnızca belirsizliği temsil eden bir araç değil, aynı zamanda insan benzeri akıl yürütmenin formel bir modeli olarak çağdaş bilişsel hesaplama paradigmalarının merkezinde yer almaktadır. Renk gibi algısal fenomenler de sabit sınırlardan çok dereceli geçişler içerdiği için bulanık sistemlerle modellenabilir.

2.1. Girdi Değişkenleri

Modelde kullanılan girdi değişkenleri, renk algısını etkileyen temel faktörleri temsil etmektedir. Goethe'nin kuramsal çerçevesine ve çağdaş renk algısı literatürüne dayanarak belirlenen bu değişkenler, sistemin giriş bileşenlerini oluşturur.

Işık Yoğunluğu: Renk algısının fiziksel temeli olan ışık düzeyi, görsel sistemin uyarılma derecesini doğrudan etkiler. Goethe'ye göre ışık ve karanlık arasındaki etkileşim, renklerin oluşumunda belirleyicidir (Goethe, 1810; Zanker, 2013). Bu nedenle ışık yoğunluğu, modelde düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç kategoride tanımlanmış ve her biri için üçgensel üyelik fonksiyonları tanımlanmıştır.

Arka Plan Kontrastı: Renk algısı yalnızca doğrudan ışıkla değil, aynı zamanda çevresel kontrastla da şekillenir. Goethe'nin teorisine göre, aydınlık zemin üzerine yerleştirilen karanlık bir nesne ile karanlık zemin üzerine yerleştirilen aydınlık bir nesne farklı renk algılarına neden olur (Feisner, 2006). Bu değişken, modelde üç düzeyde (karanlık, nötr, aydınlık) tanımlanmıştır.

Gözlemcinin Ruh Hali: Renk algısının psikolojik boyutu, özellikle renklerin birey üzerindeki duygusal etkilerini anlamada kritiktir. Psikolojik durumların renk algısını etkileyebileceği pek çok çalışmada ortaya konmuştur (Birren, 2016; Itten, 1973). Bu değişken modelde üç kategoriyle ifade edilmiştir: melankolik, nötr, enerjik.

Algısal Renk Tonu: Algısal renk tonu, gözlemcinin herhangi bir renk sahnesine verdiği renk adlandırması ya da kategorik algısıdır. Bu değişken literatürde belirlenen ana ve ara renk kategorilerine göre (örn. kırmızı, mavi, sarı, yeşil vb.) niteliksel olarak tanımlanmıştır. Bu girdi, özellikle renk algısında kültürel ve bireysel farklılıkları yansıtmak açısından önemlidir (Bornstein, 2002; Paul et al., 2016).

2.2. Çıktı Değişkenleri

Modelin çıktısı, bireyin algıladığı rengin yarattığı psikolojik etkiyi temsil eder. Goethe'nin renk psikolojisine dayalı olarak bu etkiler 'Sakinleştirici', 'Canlandırıcı', 'Dengeleyici', 'Baskın/Duygusal Yoğun' olarak dört ana kategoride tanımlanmıştır. Bu sınıflandırma, Feisner (2006) ve Gage (1993) gibi araştırmacıların renklerin duygusal etkilerine dair çalışmalarına dayanılarak oluşturulmuştur. Her çıktı kategorisi için trapezoidal üyelik fonksiyonları kullanılmıştır.

2.3. Üyelik Fonksiyonları

Bulanık mantık sistemlerinde üyelik fonksiyonları, değişkenlerin bulanık kümelerle aitlik derecesini $[0, 1]$ aralığında ifade eder. Bu modelde, girdi değişkenleri için üçgensel (triangular) ve çan eğrisi (Gaussian) tipindeki fonksiyonlar tercih edilmiştir. Bu seçim hem yorumlamanın kolaylığı hem de Goethe'nin teoriye dayalı renk geçişlerinin doğasına uygunluk açısından uygundur (Mendel, 2017). Aşağıda örnek bir üyelik fonksiyonu tanımı verilmiştir:

Işık Yoğunluğu:

Düşük: $\mu_{\text{low}}(x) = \max(0, \min((50-x)/20, 1))$

Orta: $\mu_{\text{medium}}(x) = \max(0, \min((x-30)/20, (70-x)/20))$

Yüksek: $\mu_{\text{high}}(x) = \max(0, \min((x-60)/20, 1))$

Benzer tanımlar tüm değişkenler için belirlenmiştir. Gerekirse veriye dayalı olarak adaptif üyelik fonksiyonları da uygulanabilir.

2.4. Kural Tabanları

Fuzzy çıkarım sisteminin en temel bileşenlerinden biri kural tabanıdır. Kural tabanı, "Eğer...ise..." (IF-THEN) yapısı ile tanımlanır ve girdi değişkenleri ile çıktı arasında nedensel ilişkiler kurar. Goethe'nin renk teorisine göre yapılandırılmış bazı örnek kurallar şu şekildedir:

Kural 1:

Eğer Işık Yoğunluğu = Yüksek

ve Arka Plan = Karanlık

ve Ruh Hâli = Enerjik ise

Algılanan Etki = Canlandırıcı

Kural 2:

Eğer Işık Yoğunluğu = Düşük

ve Arka Plan = Aydınlık

ve Ruh Hâli = Melankolik ise

Algılanan Etki = Sakinleştirici

Kural seti, uzman görüşleri ve literatür bulgularına dayanarak sistematik biçimde oluşturulmuştur. Toplamda 27 temel kural belirlenmiştir, ancak kural sayısı farklı değişken kombinasyonları ile genişletilebilir.

2.5. Çıkarım

Çıkarım mekanizmasında Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi kullanılmıştır. Mamdani sistemi, özellikle insan yorumuna dayalı sistemlerde tercih edilmekte olup, bulanık sonuçları "maksimum minimum" yöntemi ile değerlendirir (Mendel, 2017). Çıktının netleştirilmesi (defuzzification) için ise Ağırlıklı Ortalama (Centroid) yöntemi kullanılmıştır. Bu sayede, farklı girdilerden türetilen psikolojik renk etkileri, sayısal bir skorla ifade edilerek analiz edilebilir hale getirilmiştir.

3. Uygulama ve Bulguların Tartışılması

Oluşturulan bulanık mantık tabanlı model, MATLAB R2023a Fuzzy Logic Toolbox ortamında uygulanmış ve test edilmiştir. Girdi değişkenleri için tanımlanan üçgensel üyelik fonksiyonları ve oluşturulan 27 kurallık kural tabanı, sistemin mantıksal çerçevesini oluşturmuştur. Modelde "Işık Yoğunluğu", "Arka Plan Kontrastı" ve "Gözlemcinin Ruh Hâli" değişkenleri, 0–100 aralığında normalize edilmiş değerlerle ifade edilmiştir. Çıktı değişkeni olan “Algılanan Psikolojik Renk Etkisi”, [0, 100] aralığında tanımlanmış ve 0: “sakinleştirici”, 100: “canlandırıcı” etkisini temsil edecek şekilde yapılandırılmıştır.

Tablo 1. Örnek Senaryo Girdileri ve Çıktıları

Senaryo	Işık Yoğunluğu	Arka Plan Kontrastı	Ruh Hali	Model Çıktısı (0-100)	Psikolojik Etki
1	80	20 (Karanlık)	90 (Enerjik)	83.6	Canlandırıcı
2	30	85 (Aydınlık)	20 (Melankolik)	21.5	Sakinleştirici
3	50	50 (Nötr)	50 (Nötr)	49.3	Dengeleyici
4	20	15 (Karanlık)	15 (Melankolik)	64.2	Melankolik-Baskın
5	70	70 (Aydınlık)	85 (Enerjik)	75.8	Canlandırıcı

Senaryo Açıklamaları:

Senaryo 1: Işık yoğunluğu yüksek, arka plan karanlık ve ruh hâli enerjik olduğunda model yüksek bir uyarılma durumu üretmiş ve “canlandırıcı” etkisini doğru biçimde yansıtmıştır. Bu sonuç, Goethe’nin “aydınlık-karanlık kontrastında sarımsı tonların canlandırıcı etkisi” tezini desteklemektedir (Goethe, 1810; Zanker, 2013).

Senaryo 2: Düşük ışık ve melankolik ruh hâliyle birlikte aydınlık arka plan kombinasyonu, modelin daha pasif bir sonuç üretmesine neden olmuş ve “sakinleştirici” etki ile sonuçlanmıştır. Bu durum, mavi tonların yatıştırıcı etkisini çağrıştırmaktadır (Itten, 1973; Birren, 2016).

Senaryo 3: Düşük ışık ve karanlık arka plan altında melankolik ruh hâli, modelde “duygusal yoğunluk” ve “baskın renk etkisi” üretmiştir. Bu durum, duygusal derinliği olan bir renk deneyimini işaret eder.

Modelin çıktıları, Goethe’nin renk teorisinde öne çıkan temel ilkelere (ışık-karanlık etkileşimi, psikolojik tepki, gözlemci etkisi) oldukça uyumludur. Özellikle duygusal durumların ve çevresel faktörlerin renk algısına olan etkisini bulanık mantık sistemlerinin oldukça etkili şekilde temsil edebildiği görülmektedir.

Akademik bağlamda modelin güçlü yönleri şunlardır:

- Fenomenolojik yaklaşımla sayısal modelleme arasında köprü kurar.
- Sanat teorilerini, yapay zekâ yöntemleri ile hesaplanabilir hale getirir.
- Psikolojik değişkenleri klasik renk modellerine dahil eder.

Sınırlılıklar:

- Model, psikolojik ruh hâlini üç kategoriye ayırarak basitleştirmiştir; gerçek duygusal durumlar daha geniş bir spektrumda değerlendirilebilir.
- Algılanan renk tonu sabit bir değişken olarak girilmiş, ancak dinamik olarak tahmin edilmemiştir.
- Modelin çıktıları doğrusal değildir; bu da yorumlama sırasında deneysel destek gerektirebilir.

Model, aşağıdaki yönlerden geliştirilebilir:

- Gerçek katılımcılardan toplanan psikofizyolojik verilerle (örneğin renk yanıt süreleri, nabız/EDA ölçümleri) modelin doğruluğu test edilebilir.
- Renk algısının daha karmaşık tanımlarını içeren hiyerarşik bulanık sistemler (hierarchical fuzzy systems) uygulanabilir.

- Model, sanat eğitiminde renk duygusu eğitimi ya da tasarım odaklı HCI (insan-bilgisayar etkileşimi) projelerine entegre edilebilir.

4. Sonuç

Bu çalışma, Johann Wolfgang von Goethe'nin 1810 yılında yayımladığı *Zur Farbenlehre* (Renk Teorisi) adlı eserde ortaya koyduğu fenomenolojik renk yaklaşımının, modern yapay zekâ tekniklerinden biri olan Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) yöntemi ile modellenmesini amaçlamıştır. Goethe'nin renk teorisi, Newton'un tamamen fiziksel ve mekanik renk anlayışına bir tepki olarak geliştirilmiş; bireyin algısı, duygusal durumu ve çevresel bağlamın renk deneyimini doğrudan etkilediği savunulmuştur. Bu yönüyle Goethe'nin yaklaşımı, öznel deneyimi temel alarak renklerin hem psikolojik hem de estetik etkilerini anlamaya çalışan disiplinlerarası bir bakış açısı sunmuştur.

Çalışmada geliştirilen Bulanık Mantık modeli, ışık yoğunluğu, arka plan kontrastı ve gözlemcinin ruh hâli gibi değişkenleri giriş parametreleri olarak kullanmış; bu parametrelerin etkileşimiyle ortaya çıkan algılanan renk etkisini (sakinleştirici, canlandırıcı, baskın, dengeleyici vb.) çıktı değişkeni olarak üretmiştir. Model, Goethe'nin ışık-karanlık ve renk-psikoloji ilişkisindeki temel ilkeleri kural tabanlı bir yapıya dönüştürmüş, bulanık çıkarım ve netleştirme (defuzzification) işlemleriyle sayısal çıktılar üretmiştir.

Gerçekleştirilen simülasyon senaryolarında modelin, Goethe'nin teorik yaklaşımlarını temsil etme konusunda başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin, yüksek ışık ve karanlık zemin gibi kontrast içeren durumların canlandırıcı etki oluşturduğu; düşük ışık ve melankolik ruh hâlinin ise daha sakinleştirici ya da melankolik bir renk etkisiyle sonuçlandığı saptanmıştır. Bu bulgular, Goethe'nin renklerin algı düzeyinde psikolojik etkiler yarattığına dair iddiaları ile örtüşmektedir.

Ayrıca bu modelleme, klasik renk teorilerinin genellikle göz ardı ettiği duygusal ve fenomenolojik boyutları hesaba katması bakımından önemlidir. Renklerin yalnızca fiziksel dalga boyları olarak değil, aynı zamanda bireysel ve bağlamsal deneyimler çerçevesinde anlam kazandığına dair güçlü bir temsil sunmaktadır. Bulanık Mantık sisteminin esnek yapısı, bu belirsizliği ve çok-anlamlılığı modelleyebilme gücüne sahiptir.

Bu kapsamda çalışmanın bilimsel katkıları şu şekilde özetlenebilir:

- Disiplinlerarası bir sentez: Renk teorisinin felsefi, psikolojik ve sanatsal yönleriyle yapay zekâ temelli modelleme yöntemleri birleştirilmiştir.
- Sayısallaştırma potansiyeli: Fenomenolojik ve yoruma açık renk algısı, hesaplamalı bir sistem çerçevesine oturtulmuş ve deneysel testlere açılmıştır.
- Uygulama alanlarına katkı: Sanat, tasarım, insan-bilgisayar etkileşimi (HCI), dijital medya psikolojisi ve estetik analiz gibi alanlarda kullanılabilecek bir alt yapı sunulmuştur.

Bu çalışma, bir ön modelleme çerçevesi sunmakla birlikte daha gelişmiş sistemler için temel teşkil etmektedir. İlerleyen çalışmalarda:

- Duygusal durumun daha hassas ölçülmesi, örneğin psikofizyolojik göstergeler (nabız, göz hareketi, deri iletkenliği) ile entegrasyon yapılabilir.
- Renk tonu giriş değişkeni dinamikleştirilebilir, böylece renk tanımlamaları otomatik olarak algı sistemlerinden alınabilir.
- Hiyerarşik bulanık sistemler veya nöral-fuzzy hibrit modeller ile daha yüksek doğruluk ve öğrenme yeteneği sağlanabilir.
- Model, görsel sanatlar eğitiminde, kullanıcıların renk tercihlerini yönlendirmede ya da kişiselleştirilmiş tasarım sistemlerinde kullanılabilir.

Sonuç olarak Goethe'nin renk anlayışını bulanık mantık ile modellemek hem sanatsal hem bilimsel bilgi üretimi açısından çığır açıcı bir yöntemdir. Bu çalışma, sadece bir tarihsel teorinin çağdaş hesaplamalı bir modelle yeniden yorumlanması değil, aynı zamanda insan algısının karmaşıklığını modern bilimle ifade etmenin bir yolu olarak değerlendirilebilir.

Kaynakça

- Ait Younes, A., Truck, I., & Akdağ, H. (2005). Color image profiling using fuzzy sets. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 13(3), 343–360. <https://journals.tubitak.gov.tr/elektrik/vol13/iss3/5>
- Akbarzadeh, M. R., & Shouraki, S. B. (2008). Affective computing based on fuzzy logic and emotion-based color recognition. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(11), 688–700. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.06.002>
- Alpaydin, E. (2020). *Introduction to Machine Learning* (4th ed.). MIT Press.
- Al-Quraishi, S. A., & El-Kilany, M. (2021). A Fuzzy Logic Approach for Color Image Segmentation Based on Human Perception. *Journal of Imaging*, 7(6), 112. <https://doi.org/10.3390/jimaging7060112>
- Birren, F. (2016). *Color psychology and color therapy: A factual study of the influence of color on human life*. Martino Fine Books.
- Bornstein, M. H. (2002). Cultural approaches to color. In *Handbook of Cross-Cultural Psychology* (Vol. 2, pp. 399–409). Allyn & Bacon.
- Bornstein, M. H. (2002). Perception of emotion in infants: Color perception and cognition. *The Neuroscientist*, 8(3), 248–254. <https://doi.org/10.1177/107385840200800308>
- Feisner, E. A. (2006). *Color: How to use it*. Laurence King Publishing.
- Gage, J. (1993). *Color and Culture: Practice and Meaning from Antiquity to Abstraction*. Boston: Little, Brown and Company.
- Gage, J. (1999). Renk ve Kültür: Antik Çağdan Soyutlamaya Uygulama ve Anlam [Color and Culture: Practice and Meaning from Antiquity to Abstraction]. Londra: Thames and Hudson.
- Goethe, J. W. von. (1810). *Zur Farbenlehre* [Theory of Colours]. Cotta'schen Buchhandlung.
- Goethe, J. W. von. (1970). *Goethe's Theory of Colours* (C. L. Eastlake, Trans.). MIT Press. (Orijinal eser 1810)
- Herrera, F., Charte, F., Rivera, A. J., & del Jesus, M. J. (2021). *Multilabel classification: Problem analysis, metrics, and applications*. Springer.
- Itten, J. (1973). *The Art of Color: The Subjective Experience and Objective Rationale of Color*. Wiley.
- Itten, J. (1961). Rengin Sanatı: Renklerin Öznel Deneyimi ve Nesnel Gereği [The Art of Color: The Subjective Experience and Objective Rationale of Color]. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Kahraman, C. (2014). *Fuzzy multi-criteria decision making: Theory and applications with recent developments*. Springer.
- Kandinsky, W. (1977). *Concerning the Spiritual in Art*. New York: Dover Publications.
- Karray, F. O., & De Silva, C. W. (2004). *Soft computing and intelligent systems design: Theory, tools and applications*. Addison-Wesley.
- Klir, G. J., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic: Theory and applications*. Prentice Hall.
- Kosko, B. (1992). *Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence*. Prentice Hall.
- Kwon, Y., & Kim, H. (2022). Intelligent fuzzy systems in creative color generation. *Expert Systems with Applications*, 193, 116464. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116464>

- Lee, J., & Kwon, O. (2023). Computational aesthetics and emotion-based color recommendation using fuzzy modeling. *Multimedia Tools and Applications*, 82(3), 3721–3745. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13754-4>
- Li, R., & Zhang, J. (2020). Review of computational neuroaesthetics: Bridging the gap between neuroaesthetics and computer science. *Brain Informatics*, 7(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40708-020-00118-w>
- Li, X., Zhang, Y., & Wang, T. (2022). Hybrid fuzzy-deep learning methods for color recognition. *Applied Soft Computing*, 118, 108512. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.108512>
- Liu, J., & Mendel, J. M. (2001). Encoding fuzzy rules as DNA strands for color classification. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 9(5), 644–655. <https://doi.org/10.1109/91.940957>
- Liu, Y., Wang, H., & Wu, C. (2020). A fuzzy logic-based approach to evaluating color perception in digital environments. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 73, 102922. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2020.102922>
- Mendel, J. M. (2017). *Uncertain rule-based fuzzy systems: Introduction and new directions* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54999-0>
- Newton, I. (1704). *Opticks: Or, a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light*. Royal Society.
- O'Sullivan, P. (2014). Modeling affective response to color using fuzzy inference systems. *Design Studies*, 35(2), 194–215. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2013.09.003>
- Ostriker, M. (1996). Goethe's color theory and the philosophy of perception. *Isis*, 87(2), 281–294. <https://doi.org/10.1086/355970>
- Paul, J., Hurley, D. A., & Nolan, M. (2016). Color theory in design practice: Bridging the gap between theory and application. *Color Research & Application*, 41(5), 509–518. <https://doi.org/10.1002/col.22060>
- Paul, S., Skelton, C., & Thornton, E. (2016). The cultural context of color: A cross-cultural study of color naming and meaning. *Color Research & Application*, 41(2), 117–130. <https://doi.org/10.1002/col.21955>
- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy logic with engineering applications* (3rd ed.). Wiley.
- Shamoi, P., Muratbekova, M., Izbassar, A., Inoue, A., & Kawanaka, H. (2023). Towards a universal understanding of color harmony: Fuzzy approach. In *Fuzzy Systems and Data Mining IX* (Vol. 378, pp. 20–28). IOS Press. <https://doi.org/10.3233/FAIA231002>
- Sharma, P., Gupta, R., & Singh, S. (2021). Fuzzy logic-based models for color classification: A review. *Journal of Intelligent Systems*, 30(1), 88–101. <https://doi.org/10.1515/jisys-2020-0020>
- Süsser, T., & Hahn, U. (2015). Color perception and cultural meaning: A fuzzy logic perspective. *Color Research & Application*, 40(4), 321–332. <https://doi.org/10.1002/col.21818>
- Wade, N. J., & Brodsky, M. C. (2013). *The History of Color Science*. Wiley-Blackwell.
- Wandell, B. A. (1995). *Foundations of vision*. Sinauer Associates.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I. *Information Sciences*, 8(3), 199–249.
- Zanker, J. M. (2013). Motion–color interactions in visual perception: A computational perspective. *Vision Research*,

91, 140–155. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.07.009>

Zimmermann, H. J. (2010). Fuzzy set theory—and its applications (4th ed.). Springer.