

Araştırma Makalesi

**NÖROMİMARİ TASARIMDA RENK VE AYDINLATMANIN
HASTA ODALARINA ETKİSİ****Eda BÖLÜKBAŞI[†], Betül UÇ^{††}**[†] İstanbul Ticaret Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye^{††} İstanbul Ticaret Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye**bolukbasi.eda@hotmail.com, buc@ticaret.edu.tr**

0009-0003-2643-4579, 0000-0002-7300-4841

Atıf/Citation: BÖLÜKBAŞI, E., UÇ, B., (2025). Nöromimari Tasarımda Renk ve Aydınlatmanın Hasta Odalarına Etkisi, Journal of Technology and Applied Sciences 8(1) s.211-229, DOI: 10.56809/icujtas.1666620**ÖZET**

Nöromimari, mimarlık ve sinirbilim alanlarının etkileşimini inceleyen disiplinler arası bir alandır. Bu disiplin, mekanik ve fiziksel çevrenin insan davranışları, duyguları ve algıları üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Sağlık yapılarında ise nöromimari, renk ve aydınlatma gibi çevresel faktörlerin kullanıcıların bilişsel ve duygusal deneyimlerini optimize ederek, psikolojik ve nörofizyolojik iyileşme süreçlerine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Çalışmada hasta odalarında aydınlatma ve renk tasarımının algısal ve duygusal etkileri nöromimari tasarım kriterleri uyarınca incelenmiştir. Bu bağlamda, 3ds Max programı kullanılarak altı farklı hasta odası modellenmiş ve aydınlatma tasarım kriterleri hasta ve refakatçi gereksinimlerine göre belirlenmiştir. Aydınlik düzeyi ölçümleri ise EN 12464-1 standardı referans alınarak DIALux programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Ele alınan hacimler renk (turuncu, mavi) ve aydınlatma sıcaklığı (3000K, 5000K, 6500K) kombinasyonlarıyla farklılık göstermiştir. Edinilen veriler doğrultusunda sanal gerçeklik (VR) teknolojisi aracılığıyla 80 katılımcının deneyimlediği mekânlara yönelik duyusal ve duygusal tepkileri, Likert tipi ve PAD (Pleasure-Arousal-Dominance) ölçeklerini içeren anketler aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen subjektif veriler, mevcut nöromimari literatür bilgisiyle değerlendirilerek analiz edilmiştir. Bulgular, renk sıcaklığı ve yüzey renklerinin mekânsal algı ve psikolojik konfor üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle 5000K ışık sıcaklığının hem mavi hem de turuncu odalarda katılımcılar tarafından en sağlıklı ve dengeli hissettiren seçenek olduğu görülmüştür. Mavi odalar, psikolojik olarak daha huzurlu ve dengeli bir atmosfer sunarken, turuncu odalar daha enerjik ve canlı hisler uyandırmıştır. Bununla birlikte, 6500K ışık sıcaklığı soğuk renklerle birlikte tercih edildiğinde çevresel kontrol hissini artırdığı ancak bazı katılımcılarda gerginlik oluşturduğu saptanmıştır. Çalışma, VR tabanlı kullanıcı deneyimlerini literatür doğrultusunda analiz ederek, hasta odalarında nöromimari ilkelerin etkisine dair kuramsal çerçeve sunmakta ve gelecekteki araştırmalara temel oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nöromimari tasarım, renk psikolojisi, aydınlatma tasarımı, hasta odaları, sanal gerçeklik.**THE EFFECT OF COLOR AND LIGHTING ON PATIENT ROOMS IN NEURO
ARCHITECTURAL DESIGN****ABSTRACT**

Neuromimicry (Neuroarchitecture) is an interdisciplinary field that explores the interaction between architecture and neuroscience. This discipline investigates the effects of mechanical and physical environments on human behavior, emotions, and perceptions. In healthcare facilities, neuroarchitecture aims to contribute to psychological and neurophysiological healing processes by optimizing users' cognitive and emotional experiences through environmental factors such as color and lighting. In this study, the perceptual and emotional effects of lighting and color design in patient rooms were examined according to neuroarchitectural design criteria. Within this scope, six different patient rooms were modeled using 3ds Max, and lighting design criteria were determined based on the needs of patients and companions. Illuminance level measurements were carried out using the DIALux program, with reference to the EN 12464-1 standard. The studied spaces differed according to combinations of color (orange, blue) and lighting temperature (3000K, 5000K, 6500K). Based on the collected data, sensory and emotional responses to these spaces—experienced by 80 participants through virtual reality (VR) technology—were gathered via questionnaires incorporating Likert-type and PAD (Pleasure-Arousal-Dominance) scales. The subjective data obtained were analyzed in light of the existing neuroarchitectural literature. Findings revealed that color

temperature and surface colors have a direct impact on spatial perception and psychological comfort. In particular, a lighting temperature of 5000K was perceived by participants as the healthiest and most balanced option in both blue and orange rooms. Blue rooms provided a psychologically calmer and more balanced atmosphere, while orange rooms evoked more energetic and lively feelings. However, it was found that when a lighting temperature of 6500K was combined with cooler colors, it increased the sense of environmental control but also caused tension in some participants. This study, by analyzing VR-based user experiences in line with the literature, offers a theoretical framework regarding the impact of neuroarchitectural principles in patient rooms and provides a basis for future research.

Keywords: Neuroarchitecture design, color psychology, lighting design, patient rooms, virtual reality

1. GİRİŞ

Nöromimari, sinirbilim ve mimari tasarımı bir araya getiren disiplinlerarası bir araştırma alanı olup, sinirbilimin mekânların insanlar üzerindeki algısal etkilerini anlama konusundaki katkılarıyla mimarlık disiplinine yeni perspektif sunmaktadır (Matthias ve ark., 2004). Nöromimari tasarım, nörobilim ile mimarlığın kesiştiği bir alan olup, insan beyninin çevresindeki fiziksel ortamla olan etkileşimini inceleyerek, mekânların insan duyuları, algı süreçleri ve bilişsel psikoloji göz önünde bulundurularak, insan deneyimini iyileştirmeyi hedefleyen disiplinler arası bir yaklaşımdır (Giray Küçük ve Yücer, 2022). Son yıllarda literatürde yerini almış ancak ülkemizde henüz yeterli tanınmayan bu yaklaşım, özellikle sağlık yapılarının tasarımında kritik bir öneme sahiptir.

Nöromimari tasarım, sağlık yapılarında hasta ve sağlık personelinin gereksinimlerini dikkate alarak, yalnızca işlevsel mekânlar oluşturmaktan ötesine geçip, psikolojik ve fiziksel iyileşme süreçlerini destekleyici mekânlar tasarlamayı amaçlamaktadır. Nöromimari tasarım ilkeleri çerçevesinde ele alınan renk, aydınlatma ve mekânsal organizasyon gibi değişkenler, hastaların arzu edilen algısal durumlarına ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar, renk ve aydınlatma kombinasyonlarının doğru bir şekilde kullanıldığında, bireylerin stres seviyelerini doğrudan etkileyerek hastaların iyileşme süreçlerine pozitif katkı sağlayarak, stres seviyelerinin azaldığını ve genel konfor düzeylerinin arttığını ortaya koymaktadır (Mahnke ve Mahnke, 1987). Örneğin, K. Dijkstra, M. E. Pieterse ve A. T. H. Pruyn (2008), renk algısının bireysel farklılıklara bağlı olarak hastane odası ortamlarında nasıl değiştiğini inceledikleri çalışmalarında, katılımcılara apandisit senaryosu eşliğinde yeşil, turuncu ve beyaz renkte odalar gösterilmiş; çevresel renklerin stres ve uyarılma düzeyleri üzerindeki etkisi, bireylerin uyarıcı tarama yeteneği bağlamında değerlendirilmiştir. Bulgular, yeşil rengin stres azaltıcı, turuncu rengin ise uyarılmayı artırıcı etkilerinin, özellikle çevresel uyaranları filtreleme yeteneği düşük bireylerde daha belirgin olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Dünder ve Aktaş'ın yaptığı İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir hastanesinde seçilen renklerin ve kullanım alanlarının analiz edildiği çalışmada, tercih edilen renklerin hastaların stres seviyelerini azaltarak iyileşme süreçlerine olumlu katkı sağladığı belirlenmiştir (Dünder ve Aktaş, 2023). Sungur Ergenoğlu ve Aytuğ (2007), sağlık yapılarında renklerin kullanımı üzerine yaptıkları incelemede, renklerin hastaların iyileşme sürecini desteklediğini ve hastanede geçirilen sürenin dinamiklerini değiştirebileceğini öne sürmüştür (Sungur Ergenoğlu ve Aytuğ, 2007). Sonuçlar, hasta odalarında renk tasarımının bireysel duyarlılıklar göz önünde bulundurularak planlanması gerektiğini ortaya koymakta; özellikle hasta odalarında pastel tonlar ile göz yormayan mavi ve yeşil renklerin tercih edilmesinin, hastaların kendilerini daha rahat hissetmelerine ve stres düzeylerinin azalmasına katkı sağladığı belirtilmektedir (Güller, 2007).

Doğru aydınlatma, mekânın estetik yönünü geliştirmenin yanı sıra bireylerin biyolojik ritimlerini ve sağlık durumlarını da etkilemektedir (Memiş ve Ekren, 2019). New Mexico Üniversitesi Sağlık Bilimleri Merkezi'nde yapılan bir çalışmada, gece vardiyasında çalışan sağlık personelinin uygun şekilde düzenlenmiş yapay aydınlatmaya maruz kalmasının uyku kalitesini artırdığı, ruh halini iyileştirdiği ve iş performansını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (University of New Mexico Health Sciences, 2023). Öte yandan, Harding'in katkıda bulunduğu ve 2024 yılında American Journal of Epidemiology'de yayımlanan çalışmada, Katalonya ve Madrid bölgelerinde gece yapay aydınlatmasının yoğunluğunu uydu verileriyle analiz ederek kardiyometabolik etkiler değerlendirilmiştir; çalışmada özellikle mavi ışığın, uyku döngüsünü düzenleyen melatonin hormonunun baskılanması yoluyla sağlık üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği vurgulanmıştır (Harding ve ark., 2024). Dolayısıyla, Sağlık yapılarında özellikle hasta odalarında kullanılan doğru aydınlatma düzenleri, ışık yoğunluğu ve renginin günün saatine göre ayarlanmasını sağlayarak hastaların biyolojik saatleriyle uyumlu bir ortam yaratır. Böyle sistemler, uyku düzenini iyileştirir, enerji seviyelerini artırır ve iyileşme süreçlerini hızlandırırken, hasta deneyimi ve memnuniyetini artırarak sağlık hizmetlerinin kalitesini iyileştirmektedir. Bu nedenle, hasta odasındaki renk aydınlatma koşulları ve mekân organizasyonu gibi unsurlar, nörobilimsel veriler dikkate alınarak hastaların iyileşme süreçlerini destekleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Ancak Türkiye'de nöromimari prensiplerin hasta odalarındaki tasarımlara entegrasyonu konusunda yeterli bilgi ve farkındalık bulunmamaktadır.

Çalışmanın amacı, sanal gerçeklik ortamında oluşturulan sanal hasta odalarına dayalı deneysel senaryolar aracılığıyla, renk ve aydınlatma gibi çevresel tasarım unsurlarının sıcak ve soğuk niteliklerinin, hasta odalarındaki bireylerin çevresel algı ve duygusal deneyimleri üzerindeki etkilerini nöromimari literatürü çerçevesinde incelemektir.

Altı farklı sanal hasta odası, hasta ve refakatçi gereksinimleri doğrultusunda 3ds Max programı ile modellenmiş ve aydınlık düzeyi ölçümleri EN 12464-1 standardı referans alınarak DIALux programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Literatürdeki bulgulara dayanarak, uyarıcı ve baskılayıcı etkiler yaratan sıcak renkler (turuncu) ile sakinleştirici etkiler yaratan soğuk renkler (mavi) çalışmada tercih edilmiştir. Yansıtma düzeyleri dikkate alınarak, farklı renk ve aydınlatma kombinasyonlarıyla sanal ortamlar oluşturulmuş ve Unreal Engine'e aktarılmıştır. Deneysel yöntemle gerçekleştirilen çalışmada, 80 katılımcı sanal hasta odalarını VR ortamında deneyimlemiş ve kullanıcıların duygusal ve algısal yanıtları, nöromimari kuramsal çerçevesi temel alınarak, doğrudan fizyolojik ölçümler yerine PAD (Pleasure, Arousal, Dominance) sistemi ile katılımcıların duygusal durumları (zevk, uyarılma ve hakimiyet) analiz edilmiştir. Farklı renk ve ışık renk sıcaklığı kombinasyonlarının hastaların duygusal ve duygusal deneyimleri üzerindeki muhtemel etkilerini sistematik bir şekilde ortaya koymak ve literatüre yeni bir anlayış kazandırmaktır. Bu doğrultuda aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir:

H1. Hasta odasında kullanılan renk ve ışık renk sıcaklığı kombinasyonları, hastaların çevresel algıları ve duygusal tepkileri üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir.

H2. Sıcak ve soğuk renkler, hastaların çevresel algıları ve duygusal tepkileri anlamlı şekilde farklılaştırmaktadır.

H3. Farklı ışık renk sıcaklıkları, hastaların çevresel algıları ve duygusal tepkileri anlamlı farklılıklar yaratmaktadır.

Çalışmadan elde edilecek bulgular, hasta odalarında çevresel tasarım unsurlarının (renk ve aydınlatma) algısal ve duygusal etkilerine ilişkin nöromimari temelli bir değerlendirme sunarak, insan odaklı ve iyileşmeyi destekleyem mekân kurgularının geliştirilmesine bilimsel bir temel oluşturacaktır.

2. NÖRO-BİLİM VE MİMARLIK

Nörobilim, insan beyninin işleyişini ve sinir sistemini inceleyen bilim dalıdır (Kandel, 2013). Nörobilimin kökeni Eski Yunan filozoflarına dayansa da, bilim dalı olarak 19. yüzyılda gelişmiştir. Hipokrat, beyin hareket ve iletişimin merkezi olduğunu vurgulamıştır (Uzday, 2015). 1861'de Paul Broca, sol frontal lobun konuşma ile ilişkili olduğunu keşfetmiş, 20. yüzyılda ise Camillo Golgi sinir hücrelerini görselleştirmiştir. Beyin teknolojilerinin ilerlemesiyle nörobilim hızla gelişmiştir. Tıp alanında yoğunlaşan araştırmalar, beyin insan davranışlarını nasıl yönlendirdiğini açıklamak için sosyal bilimler, sanat ve diğer disiplinlerle bir araya gelmiştir. Sonuç olarak, "nöro" ön eki alan sosyal bilimlerin birçok dalı, yeni bilimsel disiplinler olarak beyni anlama odaklı araştırmalara katılmıştır.

Mimari tasarımlar duygusal, bilişsel, psikolojik algılayış ve davranış biçimlerini etkilemektedir. Fiziksel çevrenin insan ile olan etkileşimi ve yönlendirdiği hareketler, bireyin yaşadığı ortamı eylem alanı olarak algılamasına dayanmaktadır. Mimarlığın nörobilimsel araştırmaların odak noktası olmasıyla, "nöromimarlık" alanı ortaya çıkmıştır (Giray Küçük ve Yüceer, 2022). Nöromimari, sinirbilim ile mimarlığı birleştiren ve fiziksel ortamların insanın bu alanları algılayış biçimlerini ve algıların duygusal, bilişsel ve psikolojik etkilerini inceleyen disiplinler arası bir araştırma alanıdır. Işık, renk, şekil, malzeme ve çevreyle kurulan ilişkiler gibi tasarım öğeleri aracılığıyla, kullanıcının bulunduğu ortamı algılamasını, anlamlandırmasını ve kendini o mekânda konumlandırmasını sağlayan; çevrenin zihin üzerindeki etkilerini açıklamaya çalışan yaklaşım, literatürde bu disiplin kapsamında değerlendirilmektedir (Cortes, 2021). Bu disiplin, mekânın algısal etkilerini ve insan psikolojisi üzerindeki sonuçlarını sinirbilimsel verilerle inceleyen bir araştırma alanıdır (Ritchie, 2020). Nörobilim ve mimarlığın bir arada incelenerek, deneysel yöntemlerin çalışmalara dahil edilmesi 20. yüzyılın ortalarına uzanmaktadır. 1960'lı yıllarda psikologlar ve mimarlar, fiziksel çevrelerin bireylerin duygusal durumları üzerindeki etkilerini araştırmaya odaklanmışlardır. Nöromimarlık disiplininin ortaya çıkışı, 1998 yılında Fred Gage'in yetişkinlikte de beyinde yeni nöronların üretilebileceğini keşfetmesiyle başlamıştır (Kempermann, 1998). Gage'in çalışması, nöromimarlık alanında beyin çevresel faktörlerden nasıl etkilendiğini anlamaya yönelik bilimsel araştırmaların başlangıcını oluşturmuştur. Bu keşif, beyin ve çevre arasındaki etkileşimin daha ayrıntılı bir şekilde incelemeye olanak sağlamış ve nöromimarlık disiplininin gelişmesine zemin hazırlamıştır. Nörobilim ve sinirbilim alanlarındaki gelişmelerle birlikte, mekânın beyin üzerindeki etkileri daha analitik bir bakış açısıyla ele alınmaya başlanmıştır. Mimari tasarımların sinirbilimsel etkilerini inceleyen çalışmalarda, beyin aktivitelerini izlemeye yönelik teknolojiler ve fizyolojik veri toplama yöntemleri sıkça tercih edilmektedir. Araştırmalar, beyin aktivitesini izlemek için görüntüleme ve uyandırma yöntemleri kullanarak fizyolojik bulgulara ulaşmakta ve algısal deneyim ile

mimari algı arasındaki ilişkiyi inceleyerek en uygun mimari parametreleri belirlemeyi amaçlamaktadır (Ritchie, 2020). Ortaya konan kavramsal çerçeve, duyuşal deneyimleri yönlendirme ve kullanıcıda belirli duygusal yanıtlar oluşturma amacı taşımaktadır. Nöromimariyi uygulamak için belirli bir yöntem ya da standart bir yol haritası bulunmamaktadır, ancak fiziksel alanların tasarımında dikkate alınması gereken bazı önemli parametreler mevcuttur. Giray Küçük ve Yüceer (2022)'in çalışmalarında bu yaklaşımın sunduğu objektif tasarım kriterleri şu şekilde belirtilmiştir; simetri ve geometrik merkez, ışık-aydınlatma, renk, düzen ve karmaşa, eğrisel keskin hatlar, sonsuzluk, güvenli tehdit, oran-ölçü, tavan yüksekliği, pencereler, termal konfor, havalandırma, koku, ses, doğa ve biyofilik tasarım, dokunsal uyaranlar ve yön bulma.

Son yıllarda, nöromimari parametrelerin insan sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin veriler, özellikle sağlık yapılarının tasarımında söz konusu yaklaşımların önemli bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır. Bu tür yapılar, yalnızca işlevsel gereksinimleri karşılamakla kalmamakta, aynı zamanda bireylerin psikolojik ve fizyolojik iyileşme süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Renk tercihleri, aydınlatma düzeyleri ve diğer çevresel faktörlerin, iyileşme sürecini destekleyecek biçimde düzenlenmesi, tasarım sürecinde kritik bir önem taşımaktadır. Sözer ve Turcan (2022), yaptıkları çalışmada bu bakış açısıyla planlanmış belirli hastane örneklerini tasarım bileşenleri bağlamında inceleyerek, elde edilen bulgularla özellikle sağlık yapılarında nörobilim temelli tasarımların gerekliliğine dikkat çekmiş ve uygulama yöntemleri üzerine değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Çevresel uyaranların insan davranışları ve duygusal durumlar üzerindeki etkisini ele alan Pallasmaa (2005) ve Sternberg (2009) gibi nöromimari kuramcılarının görüşleriyle örtüşen şekilde, çevresel düzenlemelerin limbik sistem üzerinde belirleyici bir rol oynadığı görülmektedir. Renk, ışık ve mekânsal organizasyon gibi unsurlar, bireyin çevresini algılama biçimini şekillendirmekte; dolayısıyla duygusal ve bilişsel tepkiler üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Bu süreçte, nörobilim, psikoloji, mimarlık ve şehir planlama disiplinlerini bir araya getiren uluslararası kongreler, nöromimari alanındaki bilimsel iş birliğini ve disiplinler arası etkileşimi artırmaktadır (Küçük, 2022). Sonuç olarak, doğru ışık kullanımı, renklerin sakinleştirici tonlarda seçilmesi ve alanların daha açık ve ferah tutulmasının, stres seviyelerini düşürdüğü ve iyileşme süreçlerini hızlandırdığı tespit edilmiştir.

3. HASTA ODALARINDA AYDINLATMA VE RENK TASARIMI

Aydınlatma, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından “çevrenin ve nesnelerin gereği gibi görülmesini sağlamak amacıyla ışık uygulamak” olarak tanımlanmıştır (Commission Internationale de L'Eclairage. 2002). Aydınlatma, doğal ve yapay (gün ışığı ve lamba ışığı) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Doğal aydınlatma; güneş ve gök ışığının değişik oranlarda birleşmesinden oluşur. Mevsimlere, iklimlere ve günün saatlerine göre devamlı değişir. Gün ışığını yapay ışıktan ayıran en önemli özellik, değişken ve monoton olmayan yapısıdır. Bu özellikleri ile günışığı, canlı ve devingen bir nitelik göstermektedir. İnsan doğasına çok uygun bir özellik taşımaktadır.

Yapay aydınlatma, günışığının yetersiz kaldığı durumlarda, elektrik enerjisi kullanılarak sağlanan aydınlatma yöntemidir. İnsanların, zaman ve mekân kısıtlaması olmaksızın görme ve çalışma gereksinimlerinden doğan ihtiyaç, yapay ışık kaynakları aracılığıyla karşılanmaktadır. Yapay aydınlatma, lambalar vasıtasıyla, istenilen mekânda, arzu edilen düzeyde, nitelikte ve zamanda ışık elde etmeyi mümkün kılar. Doğal ışığın aksine, yapay ışık, kontrollü bir şekilde, yapı içi ortamlarda, belirli gereksinimlere yönelik olarak üretilen bir aydınlatma türüdür. Mekânsal tasarım süreçlerinde, ışık ve renk birbirini tamamlayan unsurlar olup, birlikte ele alınmaları gerekmektedir. Işık, fiziksel çevrenin tanımlanmasını ve algılanmasını sağlayan temel unsurdur. Renkler ise ışığın varlığıyla yüzeylerde farklı biçimlerde algılanmaktadır (Ökmen, 2021). Dolayısıyla, ışık olmadan mekânın tanımlanması ve renklerin doğru biçimde algılanması mümkün değildir. Kapalı alanlarda rengin doğru algılanabilmesi için, bulunduğu çevrenin tayfsal özelliklerine uygun şekilde seçilen ışık kaynaklarıyla dikkatli bir aydınlatma tasarımı yapılması önemlidir. (Özbudak ve ark., 2021).

Hasta odalarında renk ve aydınlatma tasarımı, mekânın psikolojik ve işlevsel etkilerini belirleyen temel unsurlardandır. Özellikle hasta odalarının, sağlık yapılarının diğer birimlerden ayrıran bireysel iyileşme süreçlerine doğrudan etki eden alanlar olması, tasarım unsurlarını daha da önemli hâle getirmektedir. Uygun renk ve aydınlatma seçimleri, hastaların iyileşme sürecini destekleyerek stres düzeylerini azaltırken, duygusal iyilik hallerini olumlu yönde etkileyebilmektedir. Aynı zamanda, sağlık personelinin konforunu ve çalışma verimliliğini artırarak işlevsel bir ortam sunmaktadır. Dolayısıyla hasta odalarında renk ve aydınlatma tasarımı, kullanıcı deneyimini optimize edecek şekilde bütüncül ve kanıta dayalı bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Bu çalışmada, hasta odalarının bireyin bulunduğu çevreyle kurduğu uzun süreli ve duygusal etkileşiminin yüksek olduğu özel alanlar olması nedeniyle, diğer sağlık mekânlarından farklı olarak incelenmesi tercih edilmiştir. Kapalı hacimlerdeki günışığı aydınlığını belirleyen birçok etken bulunmaktadır. Her bir etken için çok sayıda değer tanımlanabileceğinden, hasta odalarında günışığı aydınlığının sağlanması çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

3.1. Hasta Odalarında Yapay Aydınlatma Tasarımı

Hasta odalarında, kullanım süreleri genellikle gün boyu olmakla birlikte, günışığının yetersiz kaldığı durumlarda doğru tasarlanmış yapay aydınlatma ile desteklenmeli ve hastanın görsel konforu ile personelin rahat çalışma ortamı göz önünde bulundurularak aydınlatma tasarımı ihtiyaçlara göre yapılmalıdır. Yapay aydınlatma performansını etkileyen parametreler ise; aydınlık düzeyi, kamaşma, aydınlığın dağılım düzgünlüğü ve renksel geri verimdir. Bu parametreler için sağlanması gereken minimum değerler Tablo 2’de verilmiştir.

- **Aydınlık Düzeyi (E)**

Bir yüzeyin, bir noktasını çevreleyen küçük bir parçacığının aldığı ışık akısının, yüzey parçacığının alanına bölümü ‘Aydınlık Düzeyi (E; lm/m^2)’ olarak tanımlanır ve birimi lux’tür. Aydınlık düzeyi gereksinimi, kullanıcı özelliklerine ve yapılan işe bağlı olarak farklılık göstermektedir (IES, 2013).

- **Kamaşma (UGL)**

Kamaşma, “ışıklılıkların uygun olmayan dağılımları ya da aşırı bir karşıtlık sonucu nesnelerin ya da bunların ayrıntılarının ayırt edilmesinde bir yetenek eksikliği ya da güçlük, bir sıkıntıya yol açan görme koşulları” olarak tanımlanmaktadır (BS EN 12464-1, 2011). Kamaşma hissi görme alanı içindeki ışıklılık dağılımına bağlıdır ve dolayısıyla kişinin hacim içindeki konumuna ve bakış doğrultusu ile ilişkilidir. Kamaşmanın değerlendirilmesi kişiden kişiye değişebilmektedir. Kamaşmanın kişi üzerinde yorgunluk ve baş ağrısı gibi olumsuz etkileri olabilmektedir.

- **Aydınlık Düzeyi Dağılımı (U_0)**

Kapalı mekânlarda aydınlığın dağılımı incelenirken, genel aydınlatma ve bölgesel aydınlatma olmak üzere iki ayrı aydınlık dağılımından söz edilmektedir. Hasta odalarında aynı işlevin yapıldığı bölgelerde düzgün yayılmış genel aydınlatma yapılmalıdır. Hasta alanı, aile bekleme ve okuma gibi bölümlerde bölgesel aydınlatma yapılması önerilmektedir. Aydınlatma konusundaki çoğu standartta aydınlığın düzgün dağılımı için sayısal bir değer belirtilmemiştir. Ancak hasta odalarında, yatay çalışma düzlemi dikkate alınarak genellikle 0,60–0,80 aralığında bir aydınlık düzeyi uygun görülmektedir (Çelik ve Ünver, 2019).

- **Renksel Geriverim (R_a)**

Işık kaynaklarının aydınlattığı nesnelerin, renk türü ile ilgili özellikleri anlatmak için kullanılan genel bir terim. Işık kaynakları çeşitli renksel geriverim indeksine (CRI/ R_a) sahip olabilmektedirler ve bu aralık 0-100 arasında değişkenlik göstermektedir. Renksel geriverim indeksi değerinin yüksek olması ışık kaynağının aydınlattığı yüzey o kadar kendi öz rengine yakın görüldüğü anlamına gelmektedir (CIBSE, 2009).

Tablo 1. Hastanelerdeki Hasta Odaları için Tavsiye Edilen Minimum Aydınlatma Gereksinimleri (EN 12464-1:2021).

Eylem Türü	E_m [lx]	Kamaşma (UGL)	Aydınlık Düzeyi Dağılımı (U_0)	R_a
Genel aydınlatma	100	19	0.4	80
Okuma aydınlatması	300	19	0.7	80
Basit muayeneler	300	19	0.6	80
Gece aydınlatması	5	19	-	80

Hasta odalarında aydınlatmanın hasta üzerindeki etkisi göz ardı edilememelidir. Yapay aydınlatma, hastaların ruh halini ve iyileşme süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Konuya dair çok sayıda çalışma yapılmış olup, bunlardan biri olan Lewy, Kern, Rosenthal ve Wher’in birlikte gerçekleştirdiği bir araştırmada, parlak yapay ışığın bipolar bozukluğu olan hastalar üzerindeki etkileri incelenmiş ve parlak yapay ışığın, doğal ışık kadar insan psikolojisi üzerinde izler bıraktığı ortaya konmuştur (Lewy ve ark., 1982). Çalışmaya göre, hasta odalarında sıcak tonlarda ışıkların kullanılması, rahatlatıcı ve huzur verici bir atmosfer sağlayarak hastaların stres seviyelerini azaltmakta ve iyileşme süreçlerini hızlandırmaktadır. Ayrıca, doğal ışığın bulunmadığı ortamlarda biyolojik saat üzerinde olumlu etki oluşturacak şekilde tasarlanan yapay aydınlatmalar, hastaların uyku düzenlerinin iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Hasta odalarında, kusursuz bir yapay aydınlatma düzenine ek olarak görsel konfor koşullarının tam anlamıyla sağlanması için ışığın rengi, doğrultusu, gölge özellikleri ve iç yüzeylerin ışık yansıtma çarpanı gibi değerlerin belirlenmesi gerekmektedir. Hasta odalarında aydınlatmanın homojen olması son derece önemlidir, çok aydınlık

ve çok karanlık bölgelerin oluşması hastaları rahatsız edebilmektedir. Bu yüzden hasta odalarında genel olarak, yayınlık ışık alanı oluşturularak yumuşak ve açık gölgeler oluşturulması doğru olur. Üç boyutsal özelliklerin görülmesini engelleyecek sert gölgelerin oluşması engellenmelidir (Yağmur ve Öztürk, 2015). Aydınlatma biçimi olarak dolaysız, yarı dolaysız veya yayınlık aydınlatma biçimi tercih edilmelidir. Hastalar uzun süre hareketleri kısıtlı istirahat ettikleri için dolaysız aydınlatma biçimi seçilirse, doğrudan gelen ışığın göze gelmesi engellenmeli ve aygıtlar bakış doğrultusuna paralel olarak yerleştirilmelidir. Ek olarak, aydınlatma aygıtları, tefriş düzenine uygun şekilde yerleştirilmelidir. İç yüzeylerin ve tefriş elemanlarının ışık yansıtma çarpanlarına ilişkin önerilen değerler ise şu şekildedir: duvarlar için 0.50–0.80, tavan için 0.70–0.90, zemin için 0.20–0.60 ve tefriş elemanları için 0.20–0.70 aralığında olmalıdır (IES,2009; TS EN 12464-1, 2011).

Aydınlatma düzeyi, renk sıcaklığı ve aydınlatmanın yönü, hasta odalarında konforlu ve işlevsel bir ortam yaratmada etkili faktörlerdir. Doğru ışık türü ve renginin seçilmesi, hastaların duygularını olumlu yönde etkileyerek daha iyi bir hasta deneyimi sağlamaktadır (DuBose ve ark., 2022). Düşük seviyeli sıcak beyaz ışık (2700K-3000K) rahatlatıcı bir atmosfer sağlarken, soğuk beyaz ışık (5000K-6500K) dikkat seviyesini artırabilmektedir (Veitch ve Newsham, 2000). Biyolojik ritme uyumlu dinamik aydınlatma, özellikle uzun süre hastanede kalan hastalar için iyileşme sürecini destekleyebileceği belirtilmektedir (Figueiro ve ark., 2017). Nitekim, yapay aydınlatmanın uygun renk sıcaklığı ve yoğunlukta tasarlanması ile parlamanın kontrolü, konfor ve işlevsellik açısından önemli görülmektedir.



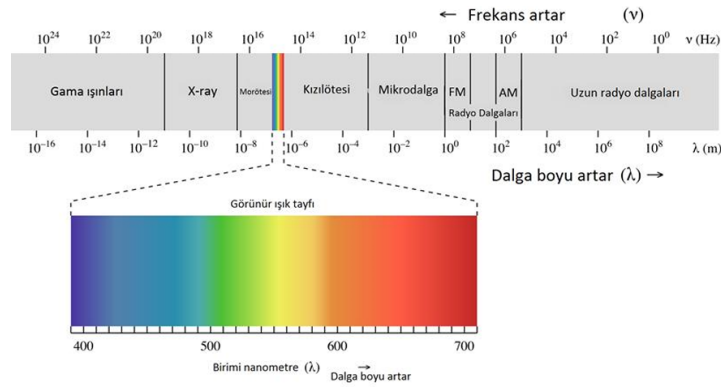
Şekil 3. Işık Renk Sıcaklığının Mekânsal Etkisi (URL-1.)

3.2. Hasta Odalarında Renk Tasarımı

Renk, ışığın çevremizdeki nesnelerden yansarak gözümüze ulaşması sonucunda zihinde oluşan bir duyum olarak tanımlanmakta ve fiziksel bir olgu olarak kabul edilmektedir. Renk, ışıqla birlikte var olmakta; ışık ise renk tayfindaki tüm renkleri içermektedir (Uç, 2023). Rengi meydana getiren temel öğeler; ışık, göz ve beyin olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, nöromimariyle ilişkili renk psikolojisi, renk algısının insan davranışları üzerindeki etkilerini inceleme imkânı sunmaktadır. Beyin, renkleri ışık fotonlarının enerjisi, elektromanyetik frekanslar, evrimsel süreçler ve göstergebilimsel gibi faktörlerle analiz etmektedir. (Estevao, 2024). Renklerin insan psikolojisi ve davranışları üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik çok yönlü bir yaklaşım, konuya bilimsel bir bakış açısıyla katkı sunmaktadır (Uzunay, 2024).

Renkler, etkilerine göre “sıcak” (sarı, kırmızı, turuncu) ve “soğuk” (mavi, mor, yeşil) olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır. Fiziksel açıdan ise “ana renkler” (kırmızı, sarı, mavi) ile bunların karışımından oluşan “ara renkler” (mor, yeşil, turuncu) şeklinde ayırım yapılmaktadır. Dolayısıyla, renk kavramını anlamlandırabilmek için fiziksel, fizyolojik ve psikolojik boyutların birlikte ele alınması gerekmektedir (Meskhidze, 2006).

Fiziksel olarak renk, Isaac Newton’un prizma deneyiyle incelenmiştir. Newton, beyaz ışığı bir prizmadan geçirerek gökkuşağındaki yedi rengi ortaya koymuş; bu renklerin tekrar birleştirildiğinde beyaz ışığın yeniden oluştuğunu göstermiştir (Ak Doğan, 2020). Beyaz ışık, insan gözünün algılayabildiği 380–760 nm dalga boyu aralığındaki görünür ışığı oluşturmaktadır.

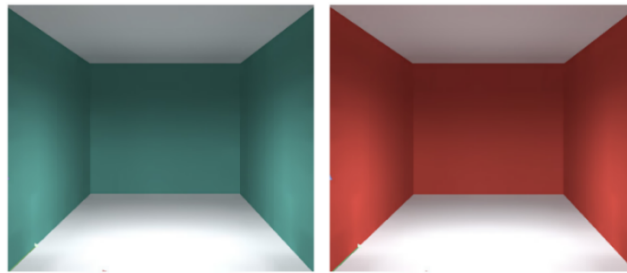


Şekil 3.1 Görünür Işık (URL-2.)

Fizyolojik açıdan bakıldığında, görme süreci biyolojik bir işlev olarak değerlendirilmekte; renk algısı ise duygusal ve bilişsel bir deneyim olarak ortaya çıkmaktadır. Görme sistemi, ışık uyarılarını retinadan beyne ileterek renk algısını oluşturur ve süreç göz, beyin ve ışığın etkileşimiyle gerçekleşmektedir (Hengil, 2023). Renklerin bireylerin beden fonksiyonları üzerinde doğrudan veya dolaylı etkileri olduğu bilinmektedir Birren'in (1976) araştırmalarına göre, kırmızı ve mavi renkler güçlü biyolojik tepkiler oluşturmakta; sarı ve yeşil ise daha nötr etkiler meydana getirmektedir. Sıcak renklerin kalp atış hızını ve kan basıncını artırarak metabolizmayı hızlandırdığı; soğuk renklerin ise kan basıncını düşürerek rahatlatma sağladığı görülmektedir. Fizyolojik tepkilerle ilişkili olarak kırmızı, uyarıcı; mavi ise sakinleştirici etki göstermektedir.

Algısal etkiler açısından değerlendirildiğinde, sıcak renkler mekânı daha sıcak, soğuk renkler ise daha serin hissettirmektedir. Açık renkler alanı daha geniş, koyu renkleri ise daha dar algılatmaktadır. Sıcak renklerin zamanı hızlı, soğuk renkleri ise daha yavaş hissettirmektedir. Sıcak renklerin sesleri yüksek, soğuk renkleri ise düşük algılatmaktadır. Yapılan bir çalışmada, mavimsi yeşil bir ortamda 15 derece olarak hissedilen sıcaklığın, kırmızımsı turuncu bir ortamda 11 derece olarak algılandığı belirlenmiştir (Alakuş, 2009).

Psikolojik olarak renkler, beyinde duygusal ve psikolojik tepkiler uyandırabilmektedir. Kırmızı, sarı ve turuncu gibi sıcak renkler, yüksek dalga boylarına sahip olduklarından gözde yakınlık hissi uyandırmakta; mavi, mor ve yeşil gibi soğuk renkleri ise düşük dalga boyları nedeniyle uzaklık hissi yaratmaktadır (Becer, 1999). Renklerin dalga boylarına bağlı olarak oluşturduğu algılar, mekân algısı üzerindeki etkilerine dair anlamlı bir örnek niteliğindedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Sıcak veya Soğuk Renklerin Mekânsal Etkisi (Uç, 2023)

Sağlık yapılarında, rengin bedensel ve duygusal etkileri, yüzyıllardır rahatsızlıkların tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır. Kökeni Antik Mısır'a dayanan renk terapisi, tapınaklarda güneş ışığının yedi renge ayrılması ve renklerin ibadet ile tedavi amaçlı kullanılmasıyla başlamış; o dönemde terapistler, hastaların ihtiyaç duyduğu renklere göre aydınlatılmış odalarda tedavi uygulamıştır (Güller, 2007). Bu bağlamda, hasta odalarında renkler, bireylerin duygu durumlarını, davranışlarını ve bilişsel performanslarını etkileyerek mekân algısını şekillendirmektedir. Doğru renk seçimleri, hastaların stresini azaltmalı ve iyileşme süreçlerini hızlandırmalı; sağlık personelinin verimli bir çalışma ortamı için dikkatlice planlanmalıdır (Ulrich, 2008). Örneğin, Ulusal Sağlık Enstitüsü'nün (NIH), hastane ortamlarındaki renklerin hasta psikolojisi ve iyileşme süreçleri üzerindeki etkilerini incelediği araştırmada, yeşil ve mavi gibi soğuk renklerin sakinleştirici etkiler yarattığı ve hastaların kalp atışlarını ile kan basınçlarını düşürdüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca, benzer şekilde, Büker ve Kaynakçı Elinç'in (2023) "Hastane İç Mekânlarında Yaşlılar İçin Renk Kullanımı" adlı araştırmasında, mavi ve morun açık tonlarının ahşap dokularla desteklenmesinin sakin ve rahatlatıcı hasta odaları yarattığı vurgulanmıştır. Edinilen bulgular ışığında,

renklerin psikolojik etkileri, hasta odalarında doğru kullanım için kritik bir rol oynamaktadır. Renklerin psikolojik etkileri aşağıda belirtilmiştir.

- Kırmızı, dikkat çekici olup enerjiyi ve hareketliliği simgelemektedir. Kırmızının koyu tonları aşırı kullanıldığında olumsuz etkiler yaratabilirken, beyazla karıştırıldığında sakinlik sağlamaktadır. Ayrıca, kan dolaşımını hızlandırmaktadır (Erim, 2000).
- Turuncu, enerjiyi, verimliliği ve neşeyi simgelemektedir. Turuncu renk, ayrıca sindirim sistemi problemlerinde de etkili olabilmektedir.
- Mavi, psikolojik olarak huzur ve denge sağlaması dolayısıyla hasta odalarında tercih edilmektedir. Mavi tonlarının açıklığı ve koyuluğu, farklı etkiler yaratır; açık tonlar rahatlatıcı, koyu tonlar ise karamsar bir etki oluşturmaktadır. Ayrıca, mavi tiroit ve gırtlak hastalıklarıyla ilişkilendirilmektedir (Mahnke, 1996).
- Sarı, zihinsel uyanıklığı artırarak pozitif bir atmosfer yaratır, ancak aşırı parlak tonlar uzun süreli maruz kalmada stres ve kaygıya yol açabilmektedir. Akıl hastalıklarında önerilmemekte, sindirim ve kas sistemini desteklemektedir.

4. YÖNTEM

Hasta odalarında renk ve aydınlatmanın duysal ve duygusal etkilerini VR tabanlı kullanıcı deneyimleri üzerinden nöromimari literatür doğrultusunda değerlendirmeyi amaçlayan çalışma, literatürden elde edilen bilgilerin nöromimari tasarım ilkeleriyle nasıl ilişkilendirileceğini, renk ve aydınlatma parametrelerinin seçim gerekçelerini ve deneysel uygulamanın kurgu detaylarını belirlemede etkili olmuştur. Araştırmada, renk ve aydınlatma parametrelerinin algı üzerindeki etkilerini daha kontrollü, tekrarlanabilir ve ölçülebilir bir şekilde analiz etmek amacıyla sanal gerçeklik (VR) teknolojisini kullanılmıştır. Farklı renk ve aydınlatma kombinasyonlarına sahip sanal hasta odası mekânları oluşturulmuş ve iç mekân duvarları, yastıklar, koltuklar ve tefriş elemanlarındaki renk farklılıklarıyla tasarım yapılmıştır. Deney alanı, 33 m² taban alanında, tavan yüksekliği 3,00 m olan standart bir hasta odası boyutlarındadır. Gerçekçi bir görünüm elde etmek için DIALux, 3dsMax ve Unreal Engine programları kullanılarak hazırlanmış VR ile deneyimlenebilen sanal mekândır. Hazırlanan sanal odaların 3 boyutlu dijital görüntüleri deneyde kullanılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. İki Farklı Renk ve Üç Farklı Işık Renk Sıcaklığı Kombinasyonlarından Oluşan Sanal Hasta Odası

Hazırlanan hastane odası modelinde sıcak ve soğuk olarak iki farklı renk (turuncu, mavi) ve üç farklı ışık renk sıcaklığı (3000 K, 5000 K, 6500 K) kombinasyonları ile toplam altı farklı örnek mekân oluşturulmuştur. Deney, iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, oda rengi sırasıyla turuncu ve mavi olacak şekilde sabit tutulmuş, katılımcılar 3000K, 5000K ve 6500K ışık renk sıcaklıklarına sahip sanal hasta odalarını deneyimlemiştir. İkinci bölümde ise aydınlatma 5000K düzeyinde sabitlenmiş, yalnızca oda renkleri değiştirilerek katılımcıların sanal mekânları deneyimlemeleri sağlanmıştır. Katılımcıların VR ortamında deneyimlediği sanal mekânlarda, farklı renk ve ışık sıcaklığı kombinasyonlarının duysal ve duygusal etkileri, Likert tipi ve PAD (Pleasure-Arousal-Dominance) ölçeklerini içeren yapılandırılmış anketler ile geri bildirim alınmıştır. Katılımcıların 'en huzurlu, en enerjik, en baskın ya da kontrol sahibi hissettikleri' gibi duygusal durumları ölçmeye yönelik sorular, üç temel başlık (haz, uyarılmışlık, baskınlık) altında gruplanarak yöneltilmiştir. Edinilen bulgular, aydınlatma ve renk kombinasyonlarının katılımcılar üzerindeki duygusal ve algısal etkilerini değerlendirmek amacıyla analiz edilmiştir. Anket formu, bu analiz çerçevesinde yapılandırılarak 18-64 yaş aralığındaki 80 kişiye uygulanmıştır. Elde edilen subjektif veriler, mevcut nöromimari literatür bilgisiyle değerlendirilerek analiz edilmiştir.

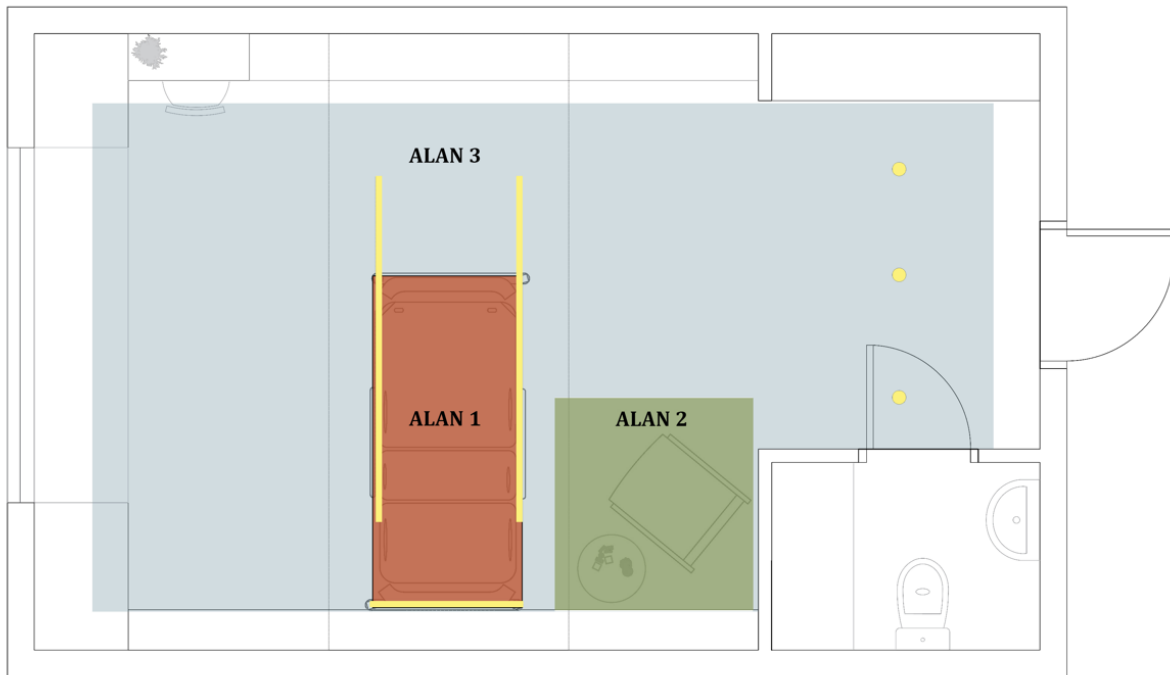
4.1. Hastane Odası Renk ve Aydınlatma Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesi ve Hesaplanması

Yapılan literatür incelemesinde, hastane odası tasarımında renklerin psikolojik ve duygusal etkileri göz önünde bulundurularak rengin sıcak ve soğuk olma niteliği, renklerin ruhsal durum ve çevresel algı düzeyleri üzerindeki etkilerini test etmek amacıyla seçilmiştir. Renkler, hastaların ruhsal durum ve çevresel algı düzeylerini incelemeye yönelik tasarım kriterlerinin belirlenmesinde temel alınmıştır.

Tablo 2. Tasarımda Kullanılan Renklerin RGB Kodları

	1	2	3	4	5	6	7
Kullanılan Renkler							
RGB Renk Kodları	(186, 90, 59)	(208, 122, 95)	(233,191,170)	(112,145,161)	(154,194,219)	(191,227,249)	(248,248,255)

Aydınlatma tasarımının kullanıcı ihtiyaçlarına uygun şekilde yapılabilmesi amacıyla, hasta odalarında gerçekleştirilen işlevler ve bu işlevlere yönelik görsel konfor gereksinimleri doğrultusunda belirli tasarım kriterleri tanımlanmıştır. Literatürde belirtilen etkilerin deneysel düzlemde incelenebilmesi için, sanal olarak modellenen hasta odalarında; hasta, refakatçi ve basit muayene senaryolarına karşılık gelen farklı hesap düzlemleri oluşturulmuştur. Yatay referans düzlemi, döşemeden 0,88 m yükseklikte ve duvarlardan 0,50 m uzaklıkta tanımlanmış; ayrıca hasta alanı (Alan 1) için 1,20 m yükseklikte dikey bir hesap düzlemi belirlenmiştir. Şekil 4.3'te, hasta odaları için önerilen hesap yüzeylerine dair görsel açıklamalar yer almaktadır



Şekil 4.3 Hasta odaları için önerilen hesap yüzeyleri (EN 12464-1:2021)

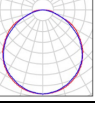
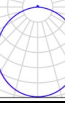
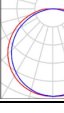
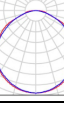
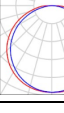
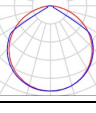
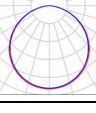
Hasta Alanı (Alan 1): Hasta alanı, basit muayeneler için tasarlanmış bir alanı içermektedir. Bu alanda hem okuma hem de hemşire/doktor müdahalesi için aynı yatay aydınlatma seviyesi uygulanmaktadır. Yatak başındaki tipik okuma pozisyonunda ve tıbbi işlemler için 300 lx ışık seviyesi belirlenmiştir (EN 12464-1:2021).

Aile Alanı (Alan 2): Hasta yakınlarının bulunduğu alan, hastayla rahat bir şekilde etkileşimde bulunmalarını sağlamak için genel aydınlatmada 100 lx ve bölgesel aydınlatma için 300 lx aydınlık düzeyi sağlamak için idealdir (EN 12464-1:2021).

Genel Alan (Alan 3): Genel aydınlatma için belirlenen yatay aydınlatma seviyesi 100 lx olarak kabul edilmiştir (EN 12464-1:2021).

İki farklı renk düzeni ve üç farklı ışık renk sıcaklığına sahip senaryolara göre aydınlık düzeyi hesaplamaları, DIALux Evo programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda kullanılan aydınlatma armatürleri ve yüzey renklerinin yansıtma çarpanları, EN12464-1:2021 standardının öngördüğü hastane odası aydınlık düzeyi gereksinimlerini karşılayacak biçimde belirlenmiştir. Aydınlatma tasarımında hasta odalarında homojen bir genel aydınlatma elde etmek amacıyla dolaysız ışık yayan aydınlatma aygıtları tercih edilmiştir. Bu aygıtlar, 3000K, 5000K ve 6500K renk sıcaklıklarında sunulmakta olup, bölgesel aydınlatma gereksinimleri için ek olarak spot ve şerit LED armatürler kullanılmıştır. Seçilen aydınlatma aygıtlarına ait detaylı teknik özellikler Tablo 3'te sunulmaktadır. Bu bağlamda aydınlatma düzeyi hesap sonuçları Tablo'de 4 verilmiştir.

Tablo 3. Aydınlatma düzeninde kullanılan aygıtlar

Aygıt Modeli	Nvc-Led	V-Tac Led	Nvc-Led	Nvc-Led	Nvc-Led	Nvc-Led	Varton-Led	V-Tac Led	Luxiona-Led
Aygıt Resmi									
Işık Yeğirlik Dağılımı									
Işık Renk Sıcaklığı	3000K			5000K			6500K		
Lamba Gücü	4.8W	3W	36 w	4.8W	3W	36 w	5.3 W	3W	27.0 W
Işık Akısı	432 lm	330 lm	2300 lm	432lm	160lm	2900lm	700 lm	330lm	2760 lm
Renksel Geriverim Sınıfı	90	100	80	90	80	80	90	100	80

Farklı renk düzenlerindeki ortalama aydınlık düzeyi; genel aydınlatmada 109 lx-175 lx hasta alanı bölgesel 314 lx-363 lx ve hasta alanı dikey aydınlatma ise 140 lx-210 lx aralığındadır (Tablo 4).

Tablo 4. Aydınlatma düzeyi hesap sonuçları

Renk Sıcaklığı	Hesap Yüzey Alanı	Turuncu	Mavi
3000 K	Genel Alan	117 lx	125 lx
	Hasta Alanı	314 lx	328 lx
	Yatak Başı (Dikey)	140 lx	193 lx
5000 K	Genel Alan	109 lx	117 lx
	Hasta Alanı	351 lx	352 lx
	Yatak Başı (Dikey)	210 lx	151 lx
6500 K	Genel Alan	175 lx	187 lx
	Hasta Alanı	340 lx	363 lx
	Yatak Başı (Dikey)	187 lx	194 lx

Tablo 4'te yer alan verilere göre, yüzey renklerinin yansıtma çarpanı, ışık renk sıcaklığına göre belirlenen lamba gücü ve ışık akısı değişkenleri doğrultusunda aydınlatma düzeyi hesap sonuçlarında farklar elde edilmiştir. Hesap sonuçları EN12464-1 standardında önerilen minimum aydınlatma gereksinimlerini karşılamaktadır.

4.2. Anket Tasarımı ve Prosedürü

Çalışmada, sanal gerçeklik (VR) ortamında deneyimlenen hasta odalarının katılımcılar üzerindeki algısal ve duygusal etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılandırılmış üç ayrı anket formu kullanılmıştır. Anketler, nöromimari kuramlar doğrultusunda oluşturulan mekânsal senaryolara katılımcıların verdiği tepkileri analiz etmeye yönelik olarak tasarlanmıştır.

Anketin ilk bölümü, katılımcıların yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi gibi demografik bilgilerini toplamak üzere hazırlanmıştır. Katılımcılar, 18–64 yaş aralığında, daha önce hastanede konaklama deneyimi yaşamış 80 kişiden (41 kadın, 39 erkek) oluşmaktadır. Renk görme bozukluğu bulunan ya da tasarım alanında profesyonel deneyime sahip bireyler örnekleme dahil edilmemiştir. Katılımcıların %65'i daha önce VR teknolojisiyle deneyimlemiştir. Anketin ikinci bölümü, katılımcıların sanal olarak deneyimlediği altı farklı oda senaryosuna ilişkin algı ve duygu durumlarını değerlendirmek amacıyla oluşturulmuştur. İki farklı oda rengi (turuncu, mavi) ve üç farklı ışık sıcaklığı (3000K, 5000K, 6500K) kombinasyonlarıyla oluşturulan senaryolarda katılımcılara, her mekânsal deneyim sonrası PAD (Pleasure–Arousal–Dominance) modeline dayalı olarak yapılandırılmış sorular yöneltilmiştir. Katılımcıların “ne ölçüde huzurlu, enerjik veya stresli hissettikleri” gibi duygusal tepkileri modelin haz, uyarlama ve stres eksenleri üzerinden değerlendirilmiştir. Bölümdeki sorular Şekil 5-5.1’de gösterildiği biçimde yönlendirilmiştir.

Anketin üçüncü bölümü, sabit 5000K aydınlatma koşulunda yalnızca renk değişkenine odaklanarak, sıcak (turuncu) ve soğuk (mavi) renk gruplarına ilişkin katılımcı tercihlerini analiz etmeye yönelik olarak yapılandırılmıştır. Katılımcılardan odaların renklerine bağlı olarak hissettikleri duygusal ve algısal tepkileri değerlendirmeleri istenmiştir. İlgili sorular Şekil 5.3’te gösterildiği gibi yönlendirilmiştir. Yapılandırılmış yaklaşım, mekânsal değişkenlerin birey üzerindeki psikolojik etkilerini nörobilimsel bir çerçevede değerlendirme olanağı sağlamış; renk ve aydınlatma kombinasyonlarının hasta odalarında kullanıcı deneyimini nasıl etkilediği derinlemesine analiz edilmiştir.

5. BULGULAR

Aydınlatma ve rengin mekânsal algı üzerindeki etkileri birbirleriyle etkileşim halinde gerçekleşmektedir. Işık kaynaklarının renk sıcaklığı, mekândaki yüzey renklerinin algılanma biçimini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, araştırmada her renk düzeni farklı ışık renk sıcaklıklarıyla birlikte katılımcılara sunulmuştur. Böylece, farklı aydınlatma koşullarının yüzey renklerinin algılanışı ve kullanıcı memnuniyeti üzerindeki etkileri sistematik olarak incelenmiştir. Ayrıca, yüzey renkleri koyu-açık tonlar, sıcak-soğuk algılar ve doygunluk seviyelerine göre çeşitlendirilmiş ve katılımcıların tercihlerine ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

5.1 Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu bölümde, oda rengi ve ışık renk sıcaklığına ilişkin katılımcı algıları, tercihler ve duygusal tepkiler PAD (Pleasure–Arousal–Dominance) modeli çerçevesinde değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, Şekil 5–5.3 aracılığıyla görselleştirilmiş ve ideal hasta odası senaryolarını belirlemek amacıyla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.



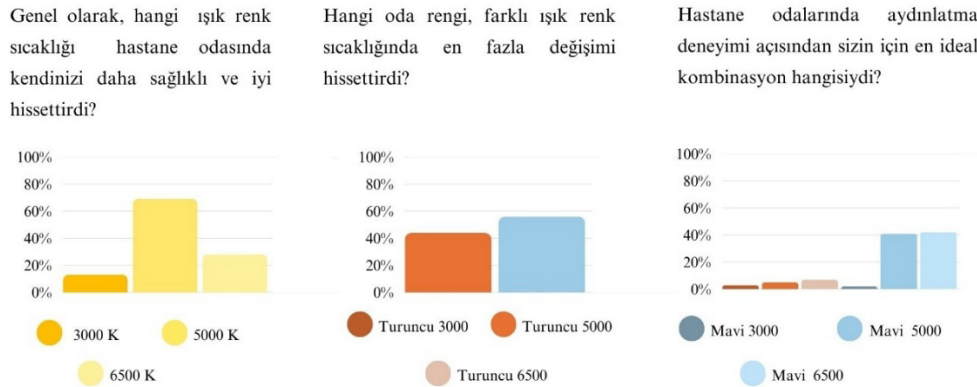
Şekil 5. Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi (Yazar tarafından hazırlanmıştır)

Katılımcılara her oda rengi değiştirildiğinde yöneltilen ilk soru olan “Bu hastane odasında hangi ışık renk sıcaklığı sizi daha sağlıklı ve iyi hissettirdi?” sorusu, PAD modelinin haz (pleasure) boyutu çerçevesinde değerlendirilmiştir. Turuncu renkli hastane odasında, katılımcıların %65’inin 5000K ışık renk sıcaklığını tercih etmesi, gün ışığına yakın bu aydınlatma seviyesinin sıcak renklerle birlikte psikolojik denge hissini artırdığını ve ortamın doğal bir görünüm kazanmasına katkı sağladığını göstermektedir. Bu durum, nöromimari literatürde yer alan ‘nötr ışık kaynaklarının stres azaltıcı etkisi’ bulgularıyla da örtüşmektedir. %28’lik bir kesim 3000K’yi,

%7'lik grup ise 6500K'yı tercih etmiştir. Sonuçlar, turuncu gibi sıcak tonlara sahip bir ortamda, gün ışığına yakın doğal beyaz ışık koşulunun psikolojik olarak en fazla olumlu etkiyi sağladığını göstermektedir. Mavi hastane odasında katılımcıların %58'inin 5000K ışık sıcaklığını tercih etmesi, nötr beyaz ışığın soğuk renklerle birlikte mekânda dengeli bir aydınlatma etkisi yaratarak algısal konforu artırdığını göstermektedir. 6500K'nın %32 oranında tercih edilmesi ise, daha yüksek aydınlık düzeyinin bazı katılımcılarda görsel netlik ve çevresel kontrol hissi sağladığını düşündürmektedir. Buna karşın, 3000K'nın yalnızca %10 oranında tercih edilmesi, düşük renk sıcaklığının mavi tonlu ortamlarda algısal bütünlüğü bozarak mekânsal deneyimi zayıflatmış olduğunu işaret etmektedir.

Katılımcılara her oda rengi değiştirildiğinde yöneltilen ikinci soru olan 'Turuncu hastane odasında hangi ışık renk sıcaklığı, odanın renklerini daha belirgin ve canlı görmeyi sağladı?' sorusu, PAD modelinin 'uyarılma' (Arousal) boyutu çerçevesinde değerlendirilmiştir. Turuncu renkli hastane odasında, katılımcıların %48'i 5000K ışık renk sıcaklığını tercih etmiş ve odanın renklerinin daha belirgin ve canlı olduğunu ifade etmiştir. %36'lık bir kesim 6500K'yı tercih ederken, %16'lık grup ise 3000K'yı tercih etmiştir. Mavi hastane odasında ise, 6500K ışık renk sıcaklığı, %71 ile katılımcıların büyük bir kısmı tarafından tercih edilmiştir. %22 ile 5000K ve %7 ile 3000K ise sonraki tercihleri oluşturmuştur. Şekil 5'te yer alan Grafik 2'ye göre, mavi oda bağlamında 6500K ışık sıcaklığının yüksek tercih oranı, soğuk tonlu duvar renkleriyle birlikte yüksek renk sıcaklığının görsel canlılığı ve belirginliği artırdığını göstermektedir.

Katılımcılara her oda rengi değiştirildiğinde yöneltilen üçüncü soru olan 'Turuncu hastane odasında hangi ışık renk sıcaklığını görmek isterdiniz?' sorusu, PAD modelinin 'Dominance' (dominans) boyutu çerçevesinde değerlendirilmiştir. Turuncu renkli hastane odasında, katılımcıların %65'i turuncu renkli hastane odasında 5000K ışık renk sıcaklığını tercih etmiş ve rahat bir ortam görmek istediklerini ifade etmiştir. Ardından %22 ile 3000K ve %13 ile 6500K tercih edilmiştir. Mavi hastane odasında ise, katılımcıların %40'ı 5000K ışık renk sıcaklığını tercih etmiştir; %40 ile 6500K ve %10 ile 3000K ise sonraki tercihleri oluşturmuştur. Mavi oda bağlamında, 5000K ve 6500K ışık renk sıcaklıklarının daha fazla tercih edilmesi, soğuk tonlu odalarda daha yüksek aydınlık seviyeleri ve belirgin bir atmosferin tercih edildiğini ortaya koymaktadır (Şekil 5, Grafik 3).



Şekil 5.1 Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi (Yazar tarafından hazırlanmıştır)

Deneyin ikinci bölümünün sonunda, PAD (Pleasure–Arousal–Dominance) modeline dayalı olarak yapılandırılmış üç genel değerlendirme sorusu katılımcılara yöneltilmiştir. Sorular, deneyimlenen ışık ve renk kombinasyonlarının duygusal etkilerini modelin her bir boyutu üzerinden analiz etmeye olanak sağlamıştır.

Haz (Pleasure) boyutu kapsamında yöneltilen “Genel olarak, hangi ışık renk sıcaklığı hastane odasında kendinizi daha sağlıklı ve iyi hissettirdi?” sorusuna katılımcıların %68'i 5000K yanıtı vermiştir. Sonucu %18 ile 6500K ve %14 ile 3000K takip etmiştir. Bu dağılım, her iki oda rengi senaryosunda da 5000K ışık renk sıcaklığı, katılımcıların psikolojik iyilik hâli açısından en olumlu tepkiyi almıştır. Veriler, renk ve ışık birlikteliğinin çevresel algı üzerindeki etkisine dair ilk hipotezi doğrular nitelikte olup, her iki oda rengi senaryosunda da dengeli ışık sıcaklığının duysal ve psikolojik konforu artırdığı görülmektedir (Şekil 5.1, Grafik 1).

Uyarılma (Arousal) boyutu çerçevesinde değerlendirilen “Hangi oda rengi, farklı ışık renk sıcaklığında en fazla değişimi hissettirdi?” sorusunda, katılımcıların %56'sı mavi odada daha fazla değişim algıladığını belirtmiştir. Turuncu oda ise %44 ile ikinci sırada yer almıştır. Şekil 5.1'de yer alan Grafik 2, bulguların, mavi gibi soğuk renk tonlarının aydınlatmaya karşı daha yüksek duyarlılık oluşturduğunu ve uyarılma düzeyini artırdığını gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Kontrol/Hâkimiyet (Dominance) boyutu kapsamında yöneltilen “Hastane odalarında aydınlatma deneyimi açısından sizin için en ideal kombinasyon hangisiydi?” sorusuna verilen yanıtlar, katılımcıların çevresel kontrol hissini en fazla hangi kombinasyonda hissettiklerini belirlemektedir. Katılımcıların %42’si 6500K–mavi kombinasyonunu, %41’i ise 5000K–mavi kombinasyonunu ideal olarak değerlendirmiştir. Kombinasyonları %7 ile 6500K–turuncu, %5 ile 5000K–turuncu, %3 ile 3000K–turuncu ve %2 ile 3000K–mavi takip etmiştir. Şekil 5.1’de yer alan Grafik 3, verilerin, özellikle mavi oda renginin yüksek ve orta düzey ışık sıcaklıklarıyla birlikte tercih edildiğinde, katılımcılarda daha fazla kontrol ve rahatlık hissi uyandırdığını gösterdiğini ortaya koymaktadır. Deneyin üçüncü bölümünde, 5000K ışık renk sıcaklığı sabit tutularak yalnızca renk değişkeni test edilmiştir. Katılımcılara, turuncu ve mavi oda senaryolarını deneyimlemelerinin ardından PAD (Pleasure–Arousal–Dominance) modeline dayalı altı soru yöneltilmiştir.



Şekil 5.2 Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi (Yazar tarafından hazırlanmıştır)

Katılımcılara her oda rengi değiştirildiğinde yöneltilen ilk soru olan “Bu hastane odasında hangi oda rengi sizi daha sağlıklı ve iyi hissettirdi?” sorusu, PAD modelinin haz (pleasure) boyutu çerçevesinde değerlendirilmiştir. Katılımcıların %86’sı mavi rengi tercih ederek odada kendilerini daha sağlıklı ve iyi hissettiklerini belirtmiştir. Turuncu renk ise %14 oranında tercih edilmiştir. Bu dağılım, Şekil 5.2’de yer alan Grafik 1’de de görülebileceği üzere, soğuk tonlu odaların psikolojik iyilik hâlini destekleyici bir etki yarattığını ortaya koymaktadır.

İkinci soru olan “Hangi oda rengi, hastane ortamında kendinizi psikolojik olarak daha dengeli ve huzurlu hissetmenizi sağladı?” ifadesi, PAD modelinin uyarılma (arousal) boyutu çerçevesinde analiz edilmiştir. Katılımcıların %75’i yine mavi rengi tercih ederek bu renkte psikolojik olarak daha dengeli ve huzurlu hissettiklerini ifade etmiştir. Turuncu ise yalnızca %25 oranında tercih edilmiştir. Şekil 5.2’de yer alan Grafik 2, bu bulguları destekler niteliktedir; soğuk tonların, özellikle mavi rengin, psikolojik denge ve huzur üzerindeki olumlu etkilerini göstermektedir. Elde edilen veriler, mavi odaların katılımcılarda daha sakin ve dengeli bir duygu durumu oluşturduğunu ve hastane gibi stresli ortamlar için uygun bir tercih olabileceğini düşündürmektedir.

Üçüncü soru olan “Hangi oda rengi, hastane ortamında kendinizi daha enerjik ve canlı hissetmenize yardımcı oldu?” ise PAD modelinin kontrol/hâkimiyet (dominance) boyutu kapsamında değerlendirilmiştir. Bu soruya verilen yanıtlarda, katılımcıların %65’i turuncu rengi tercih etmiş ve bu rengin kendilerini daha enerjik ve canlı hissettirdiğini belirtmiştir. Mavi renk ise %35 oranında tercih edilmiştir. Şekil 5.3’te yer alan Grafik 9, sıcak tonların – özellikle turuncunun – enerjik ve canlı bir atmosfer yarattığını göstermektedir. Bu sonuçlar, hareketlilik ve dinamizmin öncelikli olduğu durumlarda turuncu rengin hastane ortamları için uygun bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Anket sonuçlarına göre, mavi odalar genel olarak “daha huzurlu ve dengeli” olarak tanımlanmış, turuncu odalar ise “daha enerjik fakat daha stresli” bulunmuştur. Bu farklılık, sıcak ve soğuk renklerin duysal algı ve ruhsal denge üzerindeki etkilerine dair ikinci hipotezin temellendirdiği varsayımlarla örtüşmektedir.



Şekil 5.3 Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi (Yazar tarafından hazırlanmıştır)

Deneyin üçüncü bölümünün sonunda, PAD (Pleasure–Arousal–Dominance) modeline dayalı olarak yapılandırılmış üç genel değerlendirme sorusu katılımcılara yöneltilmiştir. B sorular, renklerin hasta odalarındaki duygusal etkilerini modelin her bir boyutu üzerinden analiz etmeye olanak sağlamıştır.

Haz (Pleasure) boyutu çerçevesinde değerlendirilen "Hangi oda rengi, hastane odasında sizi daha gergin ve stresli hissettirdi?" sorusuna katılımcıların %92'si turuncu rengi tercih etmiş, turuncu odada kendilerini daha gergin ve stresli hissettiklerini belirtmişlerdir. Mavi oda ise yalnızca %8 ile daha az stresli bir ortam olarak değerlendirilmiştir. Şekil 5.3'te yer alan Grafik 1 doğrultusunda, sıcak tonların kullanıcıda baskı yaratan bir atmosfer oluşturduğu ve bu bağlamda psikolojik konforu olumsuz etkileyebildiği gözlemlenmektedir.

Uyarılma (Arousal) boyutu çerçevesinde yöneltilen "Hangi oda renginde daha uzun süre kalmayı tercih edersiniz?" sorusunda katılımcıların %85'i mavi odada daha uzun süre kalmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Şekil 5.3'te yer alan Grafik 2, turuncu odanın %15 ile diğer seçeneklere oranla daha düşük bir tercih oranına sahip olduğunu göstermekte olup, bu durum turuncu odaların kısa süreli kalışlar için daha az elverişli olduğunu ortaya koymaktadır.

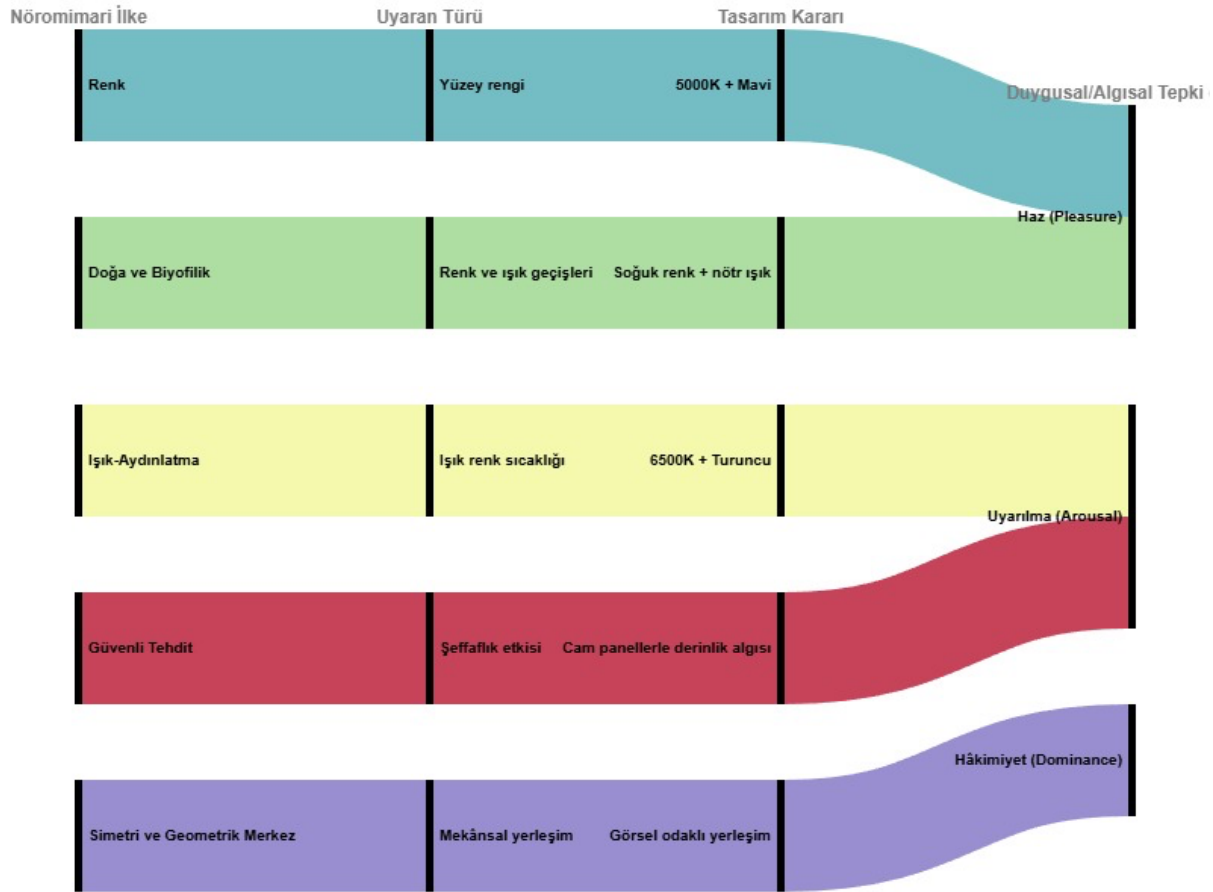
Kontrol/Hâkimiyet (Dominance) boyutu çerçevesinde değerlendirilen "Hangi oda renginde daha uzun süre kalmayı tercih etmezsiniz?" sorusuna katılımcıların %85'i turuncu rengi tercih etmemiştir, yalnızca %15'i mavi odada daha az kalmayı tercih etmemiştir. Şekil 5.3'te yer alan Grafik 3, elde edilen verilerin, turuncu renkli odaların katılımcılarda olumsuz bir etki yaratarak uzun süreli kalışları zorlaştırdığını göstermektedir.

Elde edilen bulgular ışığında, nöromimari tasarım ilkeleri doğrultusunda kurgulanan çevresel etmenlerin katılımcıların algısal ve duygusal tepkileriyle olan ilişkisi, çok katmanlı bir şematik düzende aşağıda sunulan alüviyal diyagram aracılığıyla görselleştirilmiştir (Şekil 5.4). Veri görselleştirmesi RAWGraphs aracı ile yapılmıştır. Şekil 5.4, nöromimari tasarım ilkeleri temel alınarak geliştirilen sanal hasta odalarında, çevresel uyarıların (renk, ışık, mekânsal yerleşim) kullanıcı algısı ve duygusal tepkileri üzerindeki bütüncül etkilerini özetlemektedir.

Bu tür görsel temsiller, nöromimari tasarım ilkelerinin yalnızca estetik değil, aynı zamanda duysal bütünlük açısından da nasıl bir entegrasyon sunduğunu ortaya koymaktadır. Renk, ışık ve mekânsal düzenleme gibi çoklu duysal girdilerin birlikte değerlendirilmesi, çevresel algının yönlendirilmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Grafik, dört temel akış üzerinden yapılandırılmıştır: nöromimari ilkeler → uygulanan çevresel uyarı → katılımcı tepkisi (PAD) → tasarım kararları.

Diyagramda, örneğin "Işık-Aydınlatma" ilkesine bağlı olarak 5000K nötr ışık sıcaklığı ile kombinlenen mavi rengin yüksek "haz" ve "çevresel kontrol" hissi ile ilişkilendiği; buna karşın 6500K ile eşleşen turuncu tonların ise uyarılma düzeyini artırarak rahatsızlık algısını tetiklediği görülmektedir. "Simetri" ve "düzen" ilkelerinin uygulandığı mekânlarda kullanıcılar kendilerini daha güvende ve yönelim açısından daha rahat hissettiklerini ifade etmiştir.

Grafik, bu ilişki örüntülerini kategoriler arasında akan yollar aracılığıyla temsil etmekte hem teorik hem deneysel veriler arasındaki yapısal bağlantıları somutlaştırmaktadır. Nöromimari ilkelerin, yalnızca fiziksel tasarım kararlarını değil, aynı zamanda kullanıcıların bilişsel ve duygusal deneyimlerini nasıl yönlendirdiği bu bağlamda açıkça gözlemlenmiştir.



Şekil 5.4 Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi (Yazar tarafından hazırlanmıştır)

Şekil 5.4, çalışma kapsamında test edilen H1, H2 ve H3 hipotezlerini destekleyerek çevresel uyaranların psikofizyolojik etkilerini açıklayan kuramsal çerçevenin pratik yansımalarını ortaya koymaktadır. Sunulan diyagram, yalnızca bulguların görsel özeti değil; aynı zamanda mekânsal tasarımın insan deneyimi üzerindeki çok katmanlı etkilerine dair kavramsal bir okuma sunmaktadır.

Bununla birlikte, ilgili veri görselleştirmesi; nöromimari literatürde deneysel veriler ile kuramsal ilkeleri doğrudan ilişkilendiren az sayıdaki uygulamadan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, çalışmanın hem teorik bağlamda literatüre katkı sunduğunu hem de uygulama potansiyeli taşıyan yeni bir değerlendirme aracı ortaya koyduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, nöromimari tasarımın temel ilkeleri çerçevesinde, renk ve ışık kombinasyonlarının psikolojik konforu artırdığı ve hastaların mekânsal deneyimlerini iyileştirdiği söylenebilmektedir. Bu da hastane odalarının tasarımında dengeli ışık sıcaklıkları ve uygun renk tercihinin önemini ortaya koymaktadır.

6. SONUÇLAR

Günümüzde hastane mekânlarının tasarımında, iyileşme süreçlerini desteklemek, psikolojik rahatlamayı artırmak ve hastaların çevresel uyaranlardan kaynaklanan stres ve rahatsızlık düzeylerini azaltmak amacıyla renk ve aydınlatma gibi tasarım parametrelerine verilen önem giderek artmaktadır. Nöromimari, mekânsal düzenlemelerin insan beynindeki bilişsel ve duygusal süreçlerle etkileşimini inceleyen disiplinler arası bir yaklaşım olarak, sağlık yapılarında duyuşal dengeli gözetim, algısal konfor sağlayan ve bireylerin psikolojik gereksinimlerine duyarlı tasarım yaklaşımlarının geliştirilmesini gerektirir. Hastane odası gibi hassas ve duyuşal yüklenmeye açık ortamlarda, renk ve aydınlatmanın yalnızca görsel ya da estetik unsurlar değil, aynı zamanda iyileşme süreci üzerinde etkili olan psikofizyolojik faktörler olduğu, nörobilimsel araştırmalarla desteklenmektedir.

Çalışmanın amacı sanal gerçeklik ortamında oluşturulan sanal hasta odaları aracılığıyla, renk ve aydınlatma kombinasyonlarının bireylerin çevresel algı ve ruhsal deneyimlerine etkilerini nöromimari literatürü çerçevesinde incelemektir. Katılımcıların VR ortamında deneyimlediği sanal mekânlarda, farklı renk ve aydınlatma sıcaklığı kombinasyonlarının duyuşal etkileri, Likert tipi ve PAD (Pleasure-Arousal-Dominance) ölçekleri içeren anketlerle geri bildirim alınarak analiz edilmiştir. Anketlerde, katılımcıların "kendilerini en huzurlu, enerjik, baskın ya da kontrol sahibi hissettikleri" duyuşal durumlar, PAD eksenleri (haz, uyarılmışlık, baskınlık) altında

gruplandırılarak sorulmuş ve elde edilen veriler doğrultusunda renk ve aydınlatma kombinasyonlarının duygusal etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmada, çevresel tasarım unsurlarının yalnızca görsel tercih değil, aynı zamanda psikolojik ve bilişsel düzeyde belirleyici faktörler olduğu varsayımıyla hareket edilmiştir. Katılımcıların sanal mekânlardaki deneyimlerinden edinilen bulguların, hastane tasarımında stres azaltıcı, iyileştirici ve kullanıcı odaklı çevresel senaryolar geliştirilmesine katkı sağlaması hedeflenmiştir. Bu araştırma, hasta odalarındaki tasarım kararlarının bireylerin duygusal ve psikolojik tepkileri üzerindeki etkilerini ortaya koymakta; ayrıca nöromimari yaklaşımların sağlık yapılarında nasıl uygulanabileceğine dair kuramsal bir temel sunmaktadır.

Araştırma sonuçları, mekânsal çevreyi oluşturan renk ve aydınlatma gibi tasarım unsurlarının, bireylerin duygusal ve algısal deneyimlerini nörobilişsel düzeyde etkilediğini ortaya koymaktadır. Katılımcıların sanal hasta odalarındaki deneyimleri, çevresel uyarıcıların yalnızca estetik tercihler değil, aynı zamanda psikolojik iyilik hali açısından da belirleyici olduğunu göstermiştir.

Çalışma kapsamında analiz edilen veriler, aydınlatma sıcaklığı ve renk kombinasyonlarının mekânsal algı, psikolojik konfor ve duygusal durumlar üzerinde belirgin etkiler yarattığını ortaya koymuştur. 5000K (nötr beyaz) ışık altında yeşil ve mavi renklerin kullanıldığı sanal ortamlarda, katılımcılar mekânı daha ferah, huzurlu ve toparlayıcı olarak değerlendirmiştir. Buna karşılık, 3000K (sıcak beyaz) ışık altında sarı ve turuncu tonlarının yer aldığı senaryolar, daha sıcak ve samimi bir atmosfer algısı oluşturmıştır. Bununla birlikte, 6500K (soğuk beyaz) ışıkla birlikte canlı renklerin bir arada kullanıldığı kombinasyonlar, bazı katılımcılarda gerginlik hissine yol açmış, söz konusu durum nöromimari kuramında öne çıkan "güvenli tehdit" ilkesini ve "düzen ve karmaşa" kriterini destekler nitelikte sonuçlar vermiştir.

Aydınlatma tasarımı ve renk kombinasyonlarının elde edilen bulgular, DIALux Evo programı ile yapılan hesaplamalar ve kullanılan aydınlatma armatürleri doğrultusunda belirlenen ışık seviyelerine de dayanarak oluşturulmuştur. Hesaplamalar, EN 12464-1:2021 standardına uygun olarak, ışık armatürleri ve yüzeylerin yansıtma çarpanlarına göre optimize edilmiştir. Bu standartlara uygun olarak, belirlenen ışık seviyeleri ve renk yansıtma özellikleri, tasarımda hedeflenen aydınlık düzeylerine ulaşılmasını sağlamıştır. Bu bağlamda, kullanılan lambalar ve renklerin yansıtma özellikleri, sanal modelin oluşturulmasında kritik rol oynamış ve elde edilen aydınlatma düzeyleri, hastane odası gereksinimlerini karşılamıştır.

Aydınlatma ölçümlerinde, 5000K senaryolarında ortalama 450-500 lx değerleri, 3000K senaryolarında 400-450 lx, 6500K senaryolarında ise 500-550 lx değerleri kaydedilmiştir. Katılımcıların yorumlarına göre, çok yüksek aydınlatma şiddeti özellikle sıcak renklerle birleştiğinde rahatsız edici bir parlaklık algısına yol açarken, orta seviyelerde (450-500 lx) renk ve ışık kombinasyonu mekânsal konfor açısından daha dengeli bulunmuştur. Kazanılan veriler, nöromimari tasarımda ışık-aydınlatma, düzen ve karmaşa, oran-ölçü gibi kriterlerin önemini ortaya koymaktadır.

Deney sonrasında, katılımcıların “Turuncu/mavi hastane odasında hangi ışık renk sıcaklığı sizi daha sağlıklı ve iyi hissettirdi?”, “Turuncu/mavi hastane odasında hangi ışık renk sıcaklığı, odanın renklerini daha belirgin ve canlı görmenizi sağladı?” ve “Turuncu/mavi hastane odasında hangi ışık renk sıcaklığını görmek isterdiniz?” gibi sorulara verdikleri yanıtlar, nötr ışık ve soğuk renk kombinasyonlarının algısal olarak daha rahatlatıcı ve iyileştirici bir atmosfer yarattığını koymaktadır. Örneğin, katılımcıların %64,6’sı 5000K ışık altında sıcak renk kombinasyonlarını tercih ederken, %56,7’si 3000K ışık altında sıcak renkleri, %51,3’ü ise 6500K ışık altında soğuk renk kombinasyonlarını tercih etmiştir. Dağılım, nöromimari tasarımda renk ve aydınlatmanın insan-merkezli tasarım ve kullanıcı odaklı optimizasyon ilkelerine dayalı olarak mekânın psikolojik etkilerini iyileştirme potansiyelini haz, uyarılmışlık ve baskınlık gibi PAD eksenleri üzerinden değerlendiren önemli bir bulgu olarak ortaya çıkmaktadır.

Aydınlatmanın psikolojik etkilerinin yanı sıra, farklı ışık sıcaklıkları altında kullanılan renklerin mekânsal algı ve kullanıcı deneyimi üzerindeki belirleyici rolü, deney bulguları kapsamında detaylı biçimde incelenmiştir. PAD modelinin üç temel boyutu olan haz (pleasure), uyarılma (arousal) ve hakimiyet (dominance) çerçevesinde değerlendirildiğinde, mavi renkli odaların özellikle haz ve hakimiyet boyutlarında yüksek puan aldığı görülmüştür. Katılımcıların %86’sı mavi sanal odaları “daha sağlıklı ve iyi hissettiren ortamlar” olarak tanımlarken, %75’i “huzurlu ve psikolojik olarak dengeli” bulmuştur. Ayrıca, katılımcıların %83’ü, mavi odalarda daha fazla çevresel kontrol hissi yaşadıklarını ifade etmiştir. Elde edilen verilere göre, mavi rengin nörobilimsel literatürde sıkça vurgulanan stres azaltıcı ve sakinleştirici etkileriyle olduğu kadar, nöromimari tasarımın insan merkezli ve iyileştirici mekân kurgusu ilkeleriyle de örtüşmektedir.

Bununla birlikte, turuncu renkli odalar, uyarılma (arousal) boyutunda belirgin bir artış yaratmıştır. Katılımcıların %65’i turuncu renkli sanal odalarda kendilerini daha enerjik ve uyarılmış hissettiklerini belirtmiş, ancak %85’i uzun süreli kalışlar için bu ortamı tercih etmeyeceklerini ifade etmiştir. Söz konusu durum, sıcak ve yoğun renklerin kısa vadede uyarıcı etki gösterdiği, ancak uzun vadede yorucu ve stres artırıcı olabileceğini düşündürmekte olup, nörobilimsel literatürdeki renklerin duygusal ve psikolojik etkilerine dair bulgularla ve nöromimari tasarım ilkelerindeki dengeyi sağlama hedefiyle uyumludur.

Sonuç olarak, çalışmada elde edilen veriler, renk ve aydınlatma kombinasyonlarının hasta odalarındaki psikolojik ve duygusal etkilerini derinlemesine inceleyerek, nöromimari tasarım ilkelerinin önemini vurgulamaktadır. Katılımcıların sanal hastane odalarındaki deneyimleri, mekânsal çevrenin sadece estetik değil, aynı zamanda

bireylerin psikolojik iyilik halleri üzerinde belirleyici bir etkisi olduğunu göstermektedir. Özellikle, nötr beyaz ışık altında kullanılan yeşil ve mavi renkler huzur verici ve toparlayıcı bir atmosfer yaratırken, sıcak beyaz ışık ve sıcak renklerin birleşimi, samimi ve rahatlatıcı bir etki oluşturmuştur. Öte yandan, soğuk beyaz ışık ile canlı renklerin birleşimi, gerginlik hissine yol açarak, nöromimari kuramındaki 'güvenli tehdit' ve 'düzen ve karmaşa' ilkelerini desteklemiştir. Ayrıca, mavi odalar, haz ve hakimiyet boyutlarında yüksek puanlar alırken, turuncu odalar ise uyarılma boyutunda belirgin bir artış yaratmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda elde edilen veriler, renk ve aydınlatma parametrelerinin mekânsal deneyimi etkileşimli bir şekilde şekillendirerek, insan-merkezli tasarım yaklaşımı doğrultusunda iyileştirici, huzurlu ve uyumlu sağlık ortamlarının oluşturulmasında kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Nöromimari kuramın temelini oluşturan “çevresel uyaranların sinir sistemi yoluyla psikolojik yanıtları biçimlendirdiği” ilkesi doğrultusunda, özellikle hasta odalarında tasarım kararlarının yalnızca işlevsel ve estetik değil, aynı zamanda kullanıcının duygusal ve bilişsel ihtiyaçlarını da gözeten bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Çalışma, renk ve ışığın bilinçli kullanımıyla oluşturulan ortamların, iyileşme sürecini destekleyici ve insan merkezli sağlık mekânları yaratmada önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Ak Doğan, S. (2020). *Renk armonilerinin teorisi* (1. baskı). Akademisyen Kitapevi.
- Alakuş, Y. Z. (2009). *Renk olgusu ve günümüz mimarisindeki yeri* (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Becer, E. (1999). *İletişim ve grafik tasarım* (10. baskı). Dost Kitapevi Yayınları.
- Birren, F. (1976). The need for color and light in future man-made space. In *Color for architecture*. Macmillan Publishing Co. Inc.
- Büker, M. B., & Kaynakçı Elinç, Z. (2023). Hastane iç mekânlarında yaşlılar için renk kullanımı. *The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University*, 14(1), 171–184.
- BS EN 12464-1. (2021). *Light and lighting – Lighting of workplaces – Part 1: Indoor workplaces*. British Standards Institution.
- CIBSE. (2002). *Code for lighting*. Elsevier.
- Commission: Interior Lighting Code. (2001). *Interior lighting code*. CIBSE, London.
- Cortes, M. (2021). *Neuroarchitecture: Designing with the brain in mind*.
- Çelik, K., & Ünver, F. R. (2019). Eğitim yapılarında sürdürülebilir aydınlatma tasarımı yaklaşımı. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*.
- DuBose, J., Smith, R., & Johnson, M. (2022). The impact of lighting on patient experience and care in healthcare settings. *Journal of Environmental Psychology*.
- Dündar, S., & Aktaş, K. O. (2023). Renk kullanımının insan psikolojisine etkisi: Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 243–251.
- Giray Küçük, S., & Yüceer, H. (2022). Nöromimari tasarım kriterleri. <https://yapidergisi.com/noromimari-tasarim-kriterleri/>
- Güller, E. (2007). *Sağlık yapılarında renk olgusunun özel dal hastaneleri hasta yatak odası örneklerinde araştırılması* (Yayımlanmış yüksek lisans tezi).
- Harding, A., et al. (2024). Night-time artificial light and its impact on cardiometabolic outcomes in Catalonia and Madrid: An analysis using satellite data. *American Journal of Epidemiology*.
- Hengil, H. (2023). *Renklerin dili: Arapça ve Türkçede renk deyimleri* (1. baskı). Fecr Yayınları.

- Illuminating Engineering Society. (2009). *Lighting handbook: Reference & application* (9th ed.). Illuminating Engineering Society of North America.
- Illuminating Engineering Society. (2013). *The lighting handbook: Reference & application* (10th ed.). Illuminating Engineering Society of North America.
- Illuminating Engineering Society. (2016). *The lighting handbook: Reference & application* (11th ed.). Illuminating Engineering Society of North America.
- Illuminating Engineering Society. (2013). *Recommended practice for daylighting buildings* (IES Standard No. RP-5-13).
- Kempermann, G. (1998). Experience-induced neurogenesis in the senescent dentate gyrus. *Journal of Neuroscience*.
- Lewy, A. J., Kern, H. A., Rosenthal, N. E., & Wehr, T. A. (1982). Bright artificial light treatment of a manic-depressive patient with seasonal mood cycle. *American Journal of Psychiatry*.
- Mahnke, F. H. (1996). *Color, environment, and human response*. Van Nostrand Reinhold.
- Mahnke, F., & Mahnke, R. (1987). *Color and light in man-made environments*. Van Nostrand Reinhold Co.
- Memiş, Ö., & Ekren, N. (2019). İnsan odaklı aydınlatma. *International Periodical of Recent Technologies in Applied Engineering*, 1, 30–35.
- Meskhidze, M. (2006). *Türkiye ve Kırgız Türkçelerinde renk isimleri içeren deyimler* (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi.
- Nissen, A. (2022). Psychological and physiological effects of color use on eCommerce websites: A neural study using fNIRS.
- Ökmen, K., & Satıcı, B. (2021). Renk ve ışığın kullanıcı üzerindeki psikolojik etkileri üzerine örnek mekân incelemesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 4(1), 33–46.
- Özbudak, E., & Oksay Şahin, A. (2021). Hastanede yatan yaşlı bireylerin bakım bağımlılıkları, hemşirelik bakımı ile ilgili değerlendirmeleri ve bu durumlar arasındaki ilişki. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 9(1), 307–322.
- Pallasmaa, J. (2005). *The eyes of the skin: Architecture and the senses*. Wiley.
- Ritchie, İ. (2020). *Neuroarchitecture: Designing with the mind in mind*. John Wiley & Sons.
- Sözer, E., & Turcan, Y. (2022). Nöromimari yaklaşımı ve hastane yapılarındaki mekânsal öğelerin kullanıcılar üzerindeki etkisi.
- Sternberg, E. M. (2009). *Healing spaces: The science of place and well-being*. Harvard University Press.
- Sungur Ergenoğlu, N., & Aytuğ, İ. (2007). Mimari tasarımda ışığın mekânsal organizasyona etkisi. *Megaron*, 2(3), 161–171.
- Uç, B. (2023). Significance of lighting and colour design in educational structures. In K. Günçe (Ed.), *Interior architectural issues: Design, history & education* (pp. 403–421). Livre de Lyon.
- University of New Mexico Health Sciences. (2023). Impact of artificial light on health outcomes for night shift workers. *HSC Newsroom*.
- Uzbay, İ. (2015). Beyni anlamak sadece nörobilim ile mümkün mü?
- Uzunay, B. H. (2024). *Nöro-Mimari Rehberi: Beynin mekân algısının tasarıma etkisi*. Yaz Yayınları.

Yağmur, Ş. A., & Öztürk, L. D. (2015). Lamba ışığı ile aydınlatmada gölge özelliklerinin belirlenmesine ilişkin bir yaklaşım. *Megaron*, 10(2).

URL-1 <https://www.masialux.com/2024/10/01/renk-sicakligi-kelvin-nedir/>

URL-2 https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektromanyetik_spektrum

Not: Bu makale, İstanbul Ticaret Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İç Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı'nda, Betül UÇ danışmanlığında, Eda BÖLÜKBAŞI tarafından yürütülecek olan, “Nöromimari Tasarımda Renk ve Aydınlatmanın Sanal Mekânlarda Algısal ve Duygusal Etkileri: Hasta Odası Deneyimi Üzerine Bir İnceleme” başlıklı yüksek lisans tezinin ön çalışmalarından yararlanılarak hazırlanmıştır.