The Journal of Academic Social Science Studies
Yıl: 17 - Sayı: 100 , s. 331-352, Yaz 2024

Mimarlığı Kullanıcı ve Tasarımcı Odaklı Çalışmalar Bağlamında Nörobilimsel Bakış Açısıyla Değerlendirmek*

Arş. Gör. Zeyneb Ayla Kirenci Eruzun
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8326-0144
Samsun Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Samsun – TÜRKİYE

Prof. Dr. Aslı Sungur
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7918-3126
Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul – TÜRKİYE

Doç. Dr. Çiğdem Canbay Türkyılmaz
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8697-1259
Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul – TÜRKİYE

Makale Geçmişi

Geliş: 30.03.2024
Kabul: 28.06.2024
On-line Yayın: 30.06.2024

Anahtar Kelimeler

Nörobilim
Nöromimari
Tasarım
Tasarımcı Odaklı
Kullanıcı Odaklı

Araştırma Makalesi

* Bu makale, İntihal.net tarafından taranmıştır. Bu makale, Creative Commons lisansı altındadır. Bu makale için etik kurul onayı gerekmemektedir.

** Birinci yazarın doktora tezi kapsamında hazırlanan bu makale, 09-11 Eylül 2022 tarihlerinde Azerbeycan (Bakü)'da düzenlenen II. International Architectural Sciences and Applications Symposium'da sunulan "Neuro-Architectural Approach: The Effects Of Architecture On The Human Brain" isimli bildiriden üretilmiştir.

DOI:
http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.75909

Öz

Nörobilim, insan sinir sistemini inceleyen bilim dalıdır. Nörobilim ve mimarlık arasındaki ilişki mimar/tasarımcıların ya da mimari ürünleri deneyimleyenlerin beyinlerini anlamaya yönelik yeni bir bakış açısı sunmak üzere kurulmuştur. Nörobilimin, mimarlıkla ilişkilendirilmesi öncelikle düşünme biçimi olarak ortaya çıkmıştır. İnsanlara iyi gelen mimari, olumsuz yönde etkileyen mimari, iyileştiren mimari nasıl olur sorularından hareketle bir yöntem önerisi olarak ele alınmaya başlanmıştır. Zaman içerisinde, çeşitli teknikler çalışmalara dahil edilerek daha somut veriler elde edilmeye başlamıştır.

Bu çalışmanın hedefi, nörobilim ve mimarlığın çalışma alanlarını konularına göre sınıflandırmak, ilgili konularda yapılan çalışmaları ve kullanılan yöntem ve teknikleri incelemektir. Çalışma kapsamında mimarlık ve nörobilim çalışmaları kullanıcı odaklı ve tasarımcı odaklı çalışmalar olarak iki grupta incelenmiştir. Kullanıcı odaklı çalışmalar, mimariyi deneyimleyen kullanıcıların verdikleri tepkilerin analiz edilmesini içerirken; tasarımcı odaklı çalışmalar, tasarım yapma süreçlerinde mimarların ya da tasarımcıların verdikleri tepkileri ve beyinlerinde meydana gelen değişiklikleri analiz eder. Bir diğer konu ise nörobilim ve mimarlık çalışmalarında kullanılan yöntem ve teknikler ile bu tekniklerin avantaj ve dezavantajlarıdır. Nörobilim çalışmalarında kullanılan teknikler bu çalışmada, nörogörüntüleme teknikleri, fizyolojik ölçüm teknikleri ve geleneksel yöntemleri içeren diğer ölçüm teknikleri olmak üzere üç başlık altında incelenmiştir.

Özellikle son yıllarda bu yöntemlerin bir ya da birkaçının birlikte kullanıldığı çalışmaların sayısı artmaktadır. Bu durum mimarlık alanına disiplinler arası yeni bir pencere açmaktadır. Böylelikle hem mimarların zihinsel dünyasının anlaşılabilmesi hem de kullanıcı deneyiminden yola çıkılarak daha yaşanabilir şehirler için tasarım kriterleri oluşturulabilmesi için somut veriler elde edilerek, yeni bilgiler üretilmesini sağlayan bir alan olarak yaygınlaşmaktadır.

Atıf Bilgisi / Reference Information

Kirenci Eruzun, Z. A., Sungur, A. & Canbay Türkyılmaz, Ç. (2024). Mimarlığı Kullanıcı ve Tasarımcı Odaklı Çalışmalar Bağlamında Nörobilimsel Bakış Açısıyla Değerlendirmek. *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies*, 17(100), 331-352.

The Journal of Academic Social Science Studies
Year: 17 - Number: 100 , p. 331-352, Summer 2024

*Evaluating Architecture from a Neuroscientific Perspective in the Context of User and Designer-Centered Studies**

Ress. Asst. Zeyneb Ayla Kirenci Eruzun
Samsun University, Faculty of Architecture and Design, Department of Architecture, Samsun – TÜRKİYE

Prof. Dr. Aslı Sungur
Yildiz Technical University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, İstanbul – TÜRKİYE

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem Canbay Türkyılmaz
Yildiz Technical University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, İstanbul – TÜRKİYE

Article History

Submitted: 30.03.2024
Accepted: 28.06.2024
Published Online: 30.06.2024

Keywords

Neuroscience
Neuroarchitecture
Design
User Centered
Designer Centered

Research Article

* This article was checked by Intihal.net. This article is under the Creative Commons license. Ethics committee approval is not required for this article.

** This article was prepared within the scope of the first author's PhD dissertation, was presented as an abstract titled "Neuro-Architectural Approach: The Effects of Architecture on The Human Brain" at the II. International Architectural Sciences and Applications Symposium in Azerbeycan (Bakü), 9-11 September 2022.

DOI:
http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.75909

Abstract

Neuroscience is the branch of science that studies the human nervous system. The relationship between neuroscience and architecture was established to offer a new perspective on understanding the brains of architects/designers or those who experience architectural products. The association of neuroscience with architecture emerged primarily as a way of thinking. It has begun to be considered as a method proposal based on the questions of architecture that is good for people, architecture that affects negatively, and architecture that heals. Over time, various techniques were included in the studies, and more concrete data was obtained.

This study aims to classify the fields of neuroscience and architecture according to their subjects and examine the studies on related subjects and the methods and techniques used. Within the scope of the study, architecture, and neuroscience studies were examined in two groups: user-oriented and designer-oriented studies. While user-oriented studies involve analyzing the reactions of users who experience the architecture, Designer-focused studies analyze the reactions of architects or designers and the changes that occur in their brains during the design process. Another issue is the methods and techniques used in neuroscience and architecture studies, as well as the advantages and disadvantages of these techniques. The techniques used in neuroscience studies are examined under three headings in this study: neuroimaging techniques, physiological measurement techniques, and other measurement techniques, including traditional methods.

Particularly in recent years, the number of studies using one or more of these methods has been increasing. This opens a new interdisciplinary window to the field of architecture. Thus, it is becoming widespread as a field that enables the production of new information by obtaining concrete data to understand the mental world of architects and to create design criteria for more livable cities based on user experience.

GİRİŞ

Nörobilim mimarlık için, binaların zihinsel durumlarımızı nasıl etkilediğine dair yeni bir bakış açısı vaat eden bir alandır. Nörobilim, beyin ve davranış arasındaki ilişkiyi araştıran farklı disiplinlerin birleşimidir. Bu ilişkinin altında duyum, algı, biliş, bellek ve duygu gibi birden çok zihinsel süreç vardır. Beynin ve yapılı çevrenin nöronal aktivitelerinin etkileşimlerine dayanan nöromimari; nörobilimi, çevre psikolojisini ve mimariyi birleştiren yeni bir alan olarak sıralanır (Karakas ve Yıldız, 2020).

Nörobilimin mimarlıkla ilgisi, içinde yaşanılan ve sinir sistemini, dolayısıyla beyni etkileyen mekanları mimarların tasarlamasından kaynaklanmaktadır. Barınma, çalışma, dinlenme, eğitim, sağlık, ibadet gibi ihtiyaçları karşılayan çeşitli mekanlar mevcut özellikleri ile beyin yapılarını ve davranışları değiştirebilmektedir. Nörobilim çalışmaları gösteriyor ki; hareket etme, düşünme, algılama, öğrenme, hatırlama gibi faaliyetlerin beyinde nasıl değişikliklere sebep olduğunun anlaşılabilmesi mümkün olmaktadır.

Mimarlık Nörobilim Akademisi (ANFA), sinirbilim araştırmalarını, insanın yapılı çevreye verdiği tepkilerin artan anlayışına bağlayan bilgiyi teşvik etme ve ilerletme misyonuyla çalışmaktadır. Akademi, son yirmi yılda nörobilim camiasında yapılan araştırmaların artması ve önümüzdeki yüzyıl için daha fazlasının vaat edilmesinden yararlanmaktadır. Mimarlık mesleği, topluma daha iyi hizmet edebilmek için bu bilgi tabanının uygulanmasının geliştirilmesine ortak olmuştur (https://anfarch.org/about/mission, 2024)

Yaşanılan çevreler ve mimari üretimler (iç ve dış mekanlar) mekânı deneyimleyen kullanıcılar için çeşitli uyaranlar içermektedir. Bu uyaranlara karşısında dışarıdan görülemeyen, fakat güncel araştırma yöntemleri ve teknikleri ile tespit edilebilen bazı tepkiler açığa çıkmaktadır. Bu tepkiler insan vücudunda meydana gelen değişikliklerdir.

İnsan vücudu ortamlardaki değişkenlerden olumlu ya da olumsuz yönde etkilenmektedir. Eberhard (2009), nörobilim verilerinin ortamlardaki verimliliğin artması için nasıl kullanılabileceği ile ilgili olarak "Nörobilim tasarım kararı alırken bir çerçeve oluşturmak için kullanılabilir mi?" sorusunu sormaktadır. Çünkü, farklı ortamların stres düzeyini ve zihinsel verimliliği etkilediği varsayılabilir. Örneğin; kentsel yoğunluğun ve gürültünün olduğu bir ortamın insan zihnindeki etkisi ile yeşil alan yoğunluklu ve sakin bir ortamın insan zihnindeki etkisi farklı olacaktır. Bu durumda, mekanların değişen özellikleri insan zihninde farklı etkilere (stres, iyi olma hali, heyecan, telaş, memnuniyet) sebep oluyorsa, mekanları tasarlayan mimarlara bu konuda önemli sorumluluklar düşmektedir. Kullanıcılar tarafından olumlu algılanacak özelliklere sahip mekanlar, verimliliği ve memnuniyeti etkileyecektir. Böylelikle, mimarlar ve nörobilimciler arasında beynin, yaşamlarımız üzerindeki etkisini anlamak ve geliştirmek için birlikte nasıl çalışılabileceğini belirlemek üzere yeni bir diyalog açılmıştır. Mimarlar, hayatımızın büyük bir bölümünü geçirdiğimiz mekanları tasarlayan grup iken; nörobilimciler, beynin ve zihnin dünyayı deneyimleme yeteneği sağlamak için nasıl geliştiğini anlamaya odaklanmaktadır (Eberhard, 2009).

Nörobilimin, mimarlığın temel olarak zihinsel, duyusal, somutlaşmış ve biyolojik özünü ortaya çıkarabileceğini ve güçlendirebileceğine inanan Pallasmaa (2013), "Mimarlığın görevi maddi, işlevsel ve ölçülebilir boyutlarının ötesinde ve hatta estetiğin ötesinde yaşamın zihinsel ve varoluşsal alanına uzanır" demiştir (Pallasmaa, Mallgrave ve Arbib, 2013). Özetle, mimari mekanların maddi olarak var olmasının dışında daha derin anlamlarının olduğu söylenebilir. Mallgrave (2013), bu düşünceleri destekler bir şekilde, mimarlar olarak tasarım sürecine başka bir değişken getirmenin zamanının geldiğini ifade eder. Burada kastedilen, nörobilim ve mimarinin etkileşiminin, ortamlarımızın kalitesini artırmak için büyük bir potansiyel sunduğu ve verimli tasarımlar oluşturmak için kurallar tanımlamakta yardımcı olabileceğinin farkında olmaktır.

Beyin ve insan davranışı ile ilgili araştırmaların artmasıyla nörobilimin katkı sağladığı disiplinler arası alanların sayısı artmaktadır. Nöroergonomi, nöroplanlama, nörotasarım ve nöroestetik bunlardan bazılarıdır. Üç farklı duruş (ayakta, oturma ve sırtüstü) sırasında beyin aktivitelerindeki değişikliklerin EEG ile izlendiği bir nöroergonomi çalışmasında bulgular, postüral değişikliklerin, çalışma belleği görevleri sırasında beyin aktivitesini etkileyebileceğini göstermektedir (Jung, Cho ve Kang, 2020). Beyin dalgaları üç farklı duruş pozisyonu arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ellard (2020) tarafından yapılan bir nöroplanlama çalışmasında, kentsel peyzajdaki küçük müdahalelerin bile insan davranışı üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada, cephe karmaşıklığı ile fizyolojik uyarılma arasında bir ilişki bulmuştur. Bu çalışma daha az karmaşık ortamların daha az pozitif etkiye sebep olduğunu göstermiştir.

Nörobilimsel yöntem ve araçların kullanıldığı çalışmaların sayısı artmaya devam etmektedir. Yapılan çalışmalar, konu, bağlam ve kullanılan yöntem olarak çeşitlenmeye ve mimarlık alanına katkı sağlayabilecek sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu çalışma kapsamında mimarlık alanında nörobilimsel yöntem ve araçların kullanıldığı çalışmalar incelenmiş ve analiz edilmiştir. Çalışmanın hedefleri, nörobilim ve mimarlığın ortak çalışma yaptığı alanları ve bu çalışmalarda kullanılan araçları avantaj ve dezavantajlarıyla ele almaktır. Her iki hedef için de sınıflandırma yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda "nörobilim ve mimarlık çalışmaları" odağına göre; "nörobilim ve mimarlık çalışmalarında kullanılan yöntemler" de kullanılan araçlara göre sınıflandırılmıştır.

1.YÖNTEM

Mimarlık ve nörobilim alanında yapılan çalışmaların incelenmesi ve sınıflandırılması için öncelikle Science Direct, Google Scholar ve Yök Tez veri tabanlarında literatür taraması yapılmıştır. Science Direct ve Google Scholar veri tabanlarında "neuro", "neuroscience", "neuroscience and architecture", "neuro-architecture," "neuro-design" anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan tarama sonucunda 71 adet uluslararası bildiri ve makale incelenmiştir. Yök Tez veri tabanında "nöro", "nörobilim" ve "nöromimari" anahtar kelimeleri ile tarama yapılmış ve bunların arasında mimarlık ile ilişkili olan çalışmalar seçilmiştir. Bu taramanın sonucunda 12 yüksek lisans ve 2 doktora tezi olmak üzere 14 adet lisansüstü tez incelenmiştir.

İncelenen 71 adet uluslararası bildiri ve makale ile 14 adet lisansüstü tezinden 39'u bu çalışmanın kapsamına dahil edilmiştir. Bu kapsamda, nörobilimsel yöntem ya da araçlardan en az birinin kullanıldığı deneysel çalışmalar dahil edilip, diğerleri dışlanmıştır. Bu kriterlere göre seçilen 39 çalışma; çalışmayı yapan/lar, çalışmanın yayınlandığı yıl, kullanılan yöntem, konu ve sonuçlarına göre incelenmiştir. Çalışmaların incelenmesi sürecinde, mimarlık ve nörobilim çalışmalarının sınıflandırılması gerekli görülmüştür ve bu çalışma alanları konularına göre sınıflandırılmıştır.

2.MİMARLIK VE NÖROBİLİM ÇALIŞMA ALANLARI

Nörobilimin mimarlıkla birlikte ele alınarak deneysel çalışmalarda ilgili yöntemlerin kullanılmaya başlaması 2000'lerin başında olmuştur. Nöromimarlık çalışmalarının yaygınlaşmasıyla birlikte çalışmaların konusu öncelikle deneyimin nörobilimi üzerinedir. Hem yapılı çevrenin insan beyni üzerindeki etkileri hem de iç mekân tasarımında değişiklik gösteren parametrelerin insan beyni üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

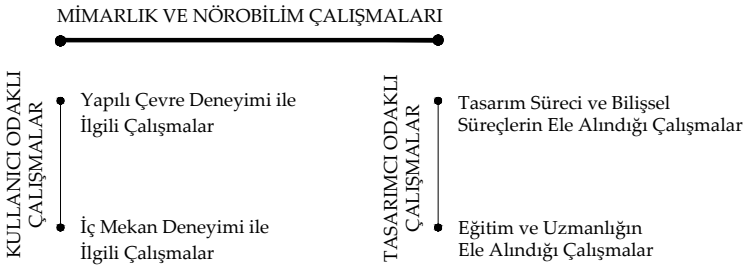
Arbib (2013), nörobilim ve mimarinin birlikte çalışılabileceği konuları, tasarım sürecinin nörobilimi, mimarlık deneyiminin nörobilimi ve nöromorfik mimari olmak üzere üç grupta incelemiştir.

a. Tasarım sürecinin nörobilimi: Mimar ya da tasarımcının beyni ile ilgilenmektedir.

b. Mimarlık deneyiminin nörobilimi: Binayı deneyimleyen kişinin beyninde meydana gelen değişikliklerle ilgilenir.
c. Nöromorfik mimari: Beyin fonksiyonlarını binalara dahil etmeye yönelik bir yaklaşımdır.

Bu çalışmada, nörobilim ve mimarlığın ortak çalışma alanları kullanıcı odaklı ve tasarımcı odaklı olmak üzere iki grupta incelenmiştir.

a. Kullanıcı odaklı çalışmalar: Mimariyi deneyimleyen kullanıcıların verdikleri tepkilerin nörobilimsel yöntemler ile analiz edilmesini içerir.
b. Tasarımcı odaklı çalışmalar: Tasarım yapma süreçlerinde mimarların verdiği psikolojik, fizyolojik ve davranışsal tepkileri içerir. Tasarımcı odaklı çalışmalarda nörobilim ve mimarlık ya da bilişsel nörobilim şeklinde ifadeler de kullanılmaktadır.



Şekil 1: *Nörobilim ve Mimarlık Çalışmaları*

Bu kapsamda, yöntem kısmında değinilen 39 çalışma incelenmiştir ve 21'i Kullanıcı Odaklı Çalışmalar, 18'i Tasarımcı Odaklı Çalışmalar bağlamında ele alınmıştır.

2.1.Kullanıcı Odaklı Çalışmalar

Kullanıcı odaklı çalışmalar genellikle yapılı çevre deneyimi ve iç mekân deneyimi üzerinden kurgulanmaktadır. Yapılı çevre deneyiminde kamusal alanların (kentsel açık alanlar) farklılaşan özelliklerine göre yaşanılan deneyimler süreci yönlendirmektedir. İç mekân deneyiminde ise mekânların değişen özellikleri (kat yüksekliği, hacim, sıcaklık vb.) üzerinden çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca bu çalışmalar gerçek ortamlarda yapılabildiği gibi, sanal ortamlarda (VR) da gerçekleştirilmektedir. Nöromimari çalışmalarında sanal ortamlar tasarlanarak, elektroensefalogram (EEG) ve göz izleme (eye tracking) gibi cihazlarla eşzamanlı çalışmalar gerçekleştirilir. Bu sayede istenilen şartlara uygun tasarlanmış ortamlarda nörobilimsel veriler elde edilebilir.

Gerçek ortamlarda çalışmanın avantajları olduğu gibi dezavantajları da mevcuttur. Nörobilim çalışmalarında kullanılan cihazlar genellikle gerçek ortama uyarlanması mümkün olmayan ya da ses ve hareketlere duyarlı cihazlardır. Örneğin fMRI ile yapılacak nörogörüntüleme çalışmasında laboratuvar ortamında olmanın dışında bir alternatif yoktur. Elektroensefalogramlar, gelişen teknoloji ile mobil versiyonlarının da üretilmesiyle bu konuda biraz daha esneklik sağlamaktadır. Laboratuvar veya sesten yalıtılmış ortamlarda çalışmalar yapıldığı gibi kentsel mekânda ses ve gürültünün dahil olduğu çalışmalar da mevcuttur.

Kullanıcı odaklı çalışmalar, iyi mekanların tasarlanmasına katkı sağlayacak mimari tasarım verileri elde etmeye yönelik kullanılmaya başlanmıştır. Bu hedefle gerçekleştirilen çalışmalar, mimarların ve araştırmacıların, kullanıcıların bilişsel süreçlerini ve konfor koşullarını iyileştirebilecek tasarım yönergeleri geliştirmelerine yardımcı olabilir.

Kullanıcı odaklı çalışmalar; yapılı çevre deneyimi ile ilgili çalışmalar ve iç mekân deneyimi ile ilgili çalışmalar olarak iki grupta incelenmiştir. Kullanıcı odaklı çalışmalar bağlamında seçilen 21 çalışmanın 11'i Yapılı Çevre Deneyimi ile ilgili çalışmalar, 10'u İç Mekân Deneyimi ile ilgili çalışmalardan oluşmaktadır.

2.1.1.Yapılı Çevre Deneyimi ile İlgili Çalışmalar:

Yapılı çevre deneyimi ile ilgili yapılan çalışmalar, gerçek ya da sanal ortamlar üzerinden çevresel özelliklere göre beyinde meydana gelen değişikliklerin incelenmesi ile ilgilidir. Bu çalışmalar genellikle, birbirinden farklı özelliklere sahip iki ya da üç ortamın seçilmesi ile başlar ve kullanıcıların bir ortama eğiliminin daha fazla olup/olmaması, belirlenen mekanların kullanıcılara etkileri ve onarıcı olup/olmaması gibi konular irdelenir.

Aşağıda yapılı çevre deneyimi ile ilgili belli başlı çalışılan konu ve kullanılan yöntemlerden bahsedilmektedir.

- Doğaya yatkınlığın/eğilimin incelendiği bir çalışma; insan beynindeki aktivasyonun doğa dostu yaşama yönelik bir tercihi desteklediğini fMRI kullanarak ortaya koymuştur (Kim (T.H.), Jeong, Baek, Kim (G.W.), Sundaram, Kang, Lee, Kim (H.J.) ve Song, 2010).
- Çevrenin onarıcı olup/olmamasının incelendiği bir çalışmada; bilgisayar tarafından oluşturulan sanal doğa ortamının onarıcı etkiler üretip üretemeyeceği irdelenmiştir. Sonuçlar, katılımcıların sanal doğa ortamına girdikten sonra streslerinin azaldığını ve olumlu yönde etkilendiğini göstermiştir (Valtchanov, Barton ve Ellard, 2010).
- Ortamların onarıcılığı üzerine yapılan bir başka çalışmada ise, düşük ve yüksek onarıcı potansiyele sahip fotoğraflar görüntülenirken fMRI kullanılarak beyin görüntüleme yapıldığında beynin farklı bölümlerinin aktive olduğu gözlemlenmiştir (Martinez-Soto, Gonzales-Santos, Pasaye ve Barrios, 2013).
- İki farklı özelliğe sahip çevrede meydana gelebilecek değişikliklerin incelendiği bir çalışmada; manzara sahnelerinin daha yüksek düzeyde meditasyon ve daha düşük uyarılma (yani heyecan) ile; şehir sahnelerinin daha yüksek uyarılma ile ilişkili olduğu EEG kullanılarak tespit edilmiştir (Roe, Aspinall, Mavros ve Coyne, 2013).
- Konut (kentsel), doğal (yeşil) ve doğal (mavi) ortamlarda, bireylerin kendi hızlarıyla 30 dakikalık yürüyüşlerde psikolojik ve fizyolojik tepkilerinin karşılaştırıldığı çalışmada, yeşil ve mavi ortamlarda daha büyük iyileşme deneyimleri gözlemlenmiştir (Gidlow, Jones, Hurst, Masterson, Clark-Carter, Tarvainen, Smith ve Nieuwenhuijsen, 2016).
- Yaşlı insanların değişen kentsel çevreye tepkilerinin ve nöral aktivasyonunun EEG ile değerlendirildiği çalışmada; kentsel yoğun çevrede, kentsel yeşil ve kentsel sessiz çevre ile karşılaştırıldığında heyecan düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Neale, Aspinall, Roe, Tilley, Mavros, Cinderby, Coyne, Thin, Bennett ve Thompson, 2017).
- Farklı ortamlardaki beyin bölgesi aktiviteleri arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, en yüksek onarıcı değerin su ve dağ ortamlarında bulunurken, en az onarıcı değerin kentsel ortamlarda bulunduğu fMRI kullanılarak tespit edilmiştir (Tang (I.C.), Tsai, Lin, Chen, Hsieh, Hung, Sullivan, Tang (H.F.) ve Chang, 2017).
- Yapılı çevrede, meditatif ve sıradan özellikteki binaların mimarların zihninde sebep olduğu farklılıkları araştırmak için yapılan bir pilot çalışmada fMRI kullanılmıştır. Meditatif/düşündüren binaların görüntüleri gösterildiğinde dikkatli, anlayışlı ve ilgi çekici deneyimler tetiklenmiş, oksipital lob, presentral girus ve alt parietal lob aktive olmuştur (Bermudez, Krizaj, Lipschitz, Bueler, Rogowska, Yurgelun-Todd ve Nakamura, 2017)
- Bahçe tasarım kompozisyonunun psikofizyolojik ve davranışsal tepkiler üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, Japon stili bahçe, çiçek bahçesi ve kentsel alan olmak üzere üç farklı yerde yapılan EEG ölçümlerine göre, iyi tasarlanmış bahçenin stresi azaltmaya ve duygusal olarak iyileşmeye katkıda bulunabileceği ifade edilmiştir (Espinoza, Wang ve Iramina, 2018).
- Çevresel deneyim ile beyin aktivasyonu arasındaki bağlantının fMRI kullanılarak araştırıldığı çalışmada, mimari bir ortamın dış görünüşünün kullanıcıların duygusal, algısal, bilişsel, güzellik

yargısı ve karar verme sürecini etkileyebileceği görülmüştür (Khaleghimoghaddam, Alkan Bala, Özmen, ve Öztürk, 2022).

• Kent parklarının görsel ve akustik özelliklerinin algısının katılımcıların yaşından etkilenip etkilenmediğinin araştırıldığı çalışmada hem genç hem de yaşlı katılımcıların doğal seslerin olduğu yeşil parkları tercih ettiği görülmüştür. Ayrıca genç katılımcılar görsel özelliklere, yaşlı katılımcılar ise akustik özelliklere daha fazla önem vermişlerdir (Ruotolo, Rapuano, Masullo, Maffei, Ruggiero ve Iachini, 2024).

YAPILI ÇEVRE DENEYİMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	ÇALIŞMAYI YAPAN/LAR	YIL	YÖNTEM	KONU	SONUÇLAR
	Kim (T.H.), Jeong, Baek, Kim (G.W.), Sundaram, Kang, Lee, Kim (H.J.) ve Song	2010	fMRI	Doğaya Eğilim	Doğa dostu yaşama yönelik tercih olmuştur.
	Valtchanov, Barton ve Ellard	2010	GSR, HRV	Onarıcı Ortam	Doğa ortamında stres azalmış ve kişiler olumlu yönde etkilenmiştir.
	Martinez-Soto, Gonzales-Santos, Pasaye ve Barrios	2013	fMRI	Farklı Ortamların Karşılaştırılması	Düşük ve yüksek onarıcı çevrelerin beyindeki etkilerinin farklı olduğu görülmüştür.
	Roe, Aspinall, Mavros ve Coyne	2013	EEG	Farklı Ortamların Karşılaştırılması	Manzara sahneleri, şehir sahnelerine göre daha düşük uyarılma ile ilişkilendirilmiştir.
	Gidlow, Jones, Hurst, Masterson, Clark-Carter, Tarvainen, Smith ve Nieuwenhuijsen	2016	HRV	Farklı Ortamların Karşılaştırılması	Yeşil (park) ve mavi ortamlar, kentsel ortamlara göre daha yüksek iyileşme ile ilişkilendirilmiştir.
	Neale, Aspinall, Roe, Tilley, Mavros, Cinderby, Coyne, Thin, Bennett ve Thompson	2017	EEG	Farklı Ortamların Karşılaştırılması	Yoğun kentsel ortamlarda, yeşil ve sessiz ortamlara göre heyecan düzeyinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
	Tang (I.C.), Tsai, Lin, Chen, Hsieh, Hung, Sullivan, Tang (H.F.) ve Chang	2017	fMRI	Onarıcı Ortam ve Farklı Ortamların Karşılaştırılması	Doğal ortamların (su ve dağ), kentsel ortamlara göre daha onarıcı olduğu tespit edilmiştir.
	Bermudez, Krizaj, Lipschitz, Bueler, Rogowska, Yurgelun-Todd ve Nakamura	2017	fMRI	Farklı Özellikteki Yapıların Karşılaştırılması	Meditatif/düşündüren binaların görüntüleri gösterildiğinde, sıradan binaların görüntülerine göre daha dikkatli, anlayışlı ve ilgi çekici deneyimler tetiklenmiş, oksipital lob, presentral girus ve alt parietal lob aktive olmuştur.
	Espinoza, Wang, Iramina	2018	EEG, HRV	Farklı Ortamların Karşılaştırılması	İyi tasarlanmış bir bahçenin stresi azaltmaya ve duygusal olarak iyileşmeye katkıda bulunabileceği gösterilmiştir.
	Khaleghimoghaddam, Alkan Bala, Özmen ve Öztürk	2022	fMRI	Mekan Kalitesi	Çevresel deneyim ile beyin aktivasyonu arasında önemli bir bağlantı olduğu ve mimari niteliklerin belirli beyin bölgelerindeki kan akışını değiştirebildiği gösterilmiştir.
	Ruotolo, Rapuano, Masullo, Maffei, Ruggiero ve Iachini	2024	Anket, Test, Ölçek	Doğaya Eğilim	Hem genç hem de yaşlı katılımcıların doğal seslerin olduğu yeşil parkları tercih ettiği tespit edilmiştir.

Şekil 2: *Yapılı Çevre Deneyimi ile İlgili Çalışmalar*

2.1.2.İç Mekân Deneyimi ile İlgili Çalışmalar:

Kullanıcılar kapalı bir mekânı deneyimlerken, mekanların farklılaşan özelliklerinden zihinsel olarak etkilenirler. Bazı mekanlar olumlu duygular uyandırırken, bazı mekanlar olumsuz duygular uyandırabilir. Tüm bunlar kişilerin iyi olma halini, stres düzeyini ve performansını da etkilerler. Örneğin; hacimsel olarak büyük mekanlar bireylerde ferahlama hissiyle beraber rahatlık ve özgürlük duygularını uyandırabilir. Diğer yandan dar ve basık mekanlar bireylerde huzursuzluk ve ortamdan

ayrılma hissi uyandırabilir. Özetle farklı mekânsal özellikler farklı mekân kaliteleri oluşturarak bireylerin zihninde değişikliklere sebep olur. Mekân-birey iletişiminin insan yaşamında önemli bir yeri olduğunu vurgulamak üzere yapılan çalışmada; farklı mekân kalitelerinin, beynin frontal bölgesinde aktivasyona sebep olduğu, algılanan mekân kalitesi değiştikçe tepkinin değiştiği ifade edilmiştir (Egel, 2006).

Mekânsal deneyimler üzerinden yapılan çalışmalarda ele alınan farklı parametreler genellikle, aydınlatma düzeyi, tavan yüksekliği, mekân geometrisi, sıcaklık, gürültü, konfor, genişlik/hacim ve renk kullanımı olmuştur.

- Aydınlatma düzeyi ile ilgili yapılan bir çalışmada; doğrudan/dolaylı aydınlatmanın duyguları ve beyin aktivitesini nasıl etkilediği EEG kullanılarak araştırılmıştır. Sonuçlar, teta salınım aktivitesinin farklı aydınlatma ortamlarında duygusal durumu yansıtan biyolojik bir işaretleyici olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Shin, Woo, Kim (D.H), Kim (J.), Kim (J.J.) ve Park, 2015).
- Tavan yüksekliği ile ilgili yapılan bir çalışmada; tavan yüksekliği ve kapalılık algısı fMRI kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar, yüksek tavanlı bir odanın daha güzel olarak değerlendirildiğini ve görsel bilgiyi işleyen alanın daha aktif hale geldiğini göstermiştir (Vartanian, Navarrete, Chatterjee, Fich, Gonzalez-Mora, Leder, Modroño, Nadal, Rostrup ve Skov 2015).
- Mekânın geometrisi ile insan duyguları arasındaki bağlantının daha iyi anlaşılması için EEG kullanılarak sanal ortamda yapılan çalışmada, ölçülebilir beyin aktivitesi ve mekân algısı arasında bir ilişki olduğu görülmüştür (Shemesh, Talmon, Karp, Amir, Bar ve Grobman, 2016).
- Mekân geometrisi ile ilgili yapılan bir çalışmada; beyin bölgelerinde eğrisel geometrilerin güçlü bir etkisi olduğu ve bu bölgelerde teta bandı aktivitesinin belirli özellik türleri ve geometri ile ilişkili olduğu ortaya koyulmuştur (Banaei, Hatami, Yazdanfar ve Gramann, 2017).
- Sıcaklık ve gürültü parametrelerinin her ikisinin ele alındığı bir çalışmada; gürültünün artması ve hava sıcaklığı ile hafıza ve nörofizyolojik tepkilerin bozulduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, hava sıcaklığının kalp hızı, solunum hızı, teta ve alfa bantları üzerindeki etkilerinin gürültünün etkisinden daha önemli olduğunu göstermiştir (Abbasi, Motamedzade, Aliabadi, Golmohammadi ve Tapak, 2020).
- Toplam konforun beyin kortikal aktivitesi ile ilişkisinin araştırıldığı çalışmada, EEG kullanılarak, deneklerin kendilerini rahat hissettiklerinde, frontal bölgede teta frekans bandında önemli ölçüde artış olduğunu, paryetal lobdaki toplam EEG enerjisinin rahatsız edici ortama göre daha küçük olduğunu tespit etmişlerdir (Guan, Hu, Lu, He, Zhang ve Liu, 2020).
- Sıcaklığın mimari beğeniye etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sanal gerçeklik ortamında EEG kaydı alınırken göz izleme cihazı ile göz hareketlerine bakılmıştır. İnsanların mimari tercihlerinin mekânın sıcaklığına bağlı olarak değiştiği, her bir bilişsel sürecin öznel termal duyumlara göre değişen derecelerde farklılık gösterdiği belirtilmiştir (Erkan, 2020a).
- Genişlik/Hacim ile ilgili yapılan bir çalışmada; sınıf genişliğinin üniversite öğrencilerinin dikkat ve bellek performansı üzerindeki etkisi analiz edilerek, daha geniş sınıfların daha düşük performans ve daha düşük duygusal uyarılma ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Llinares Millan, Higuera-Trujillo, Montanana i Avino, Torres ve Sentieri, 2021).
- Renk kullanımı ile ilgili yapılan bir çalışmada; sıcak ve soğuk renkli sınıf duvarlarının üniversite öğrencilerinin bilişsel dikkat ve hafıza işlevleri üzerindeki etkisinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Sonuçlar, soğuk renk tonlarının uyarılmayı artırdığını, dikkat ve hafıza görevlerinde performansı iyileştirdiğini göstermiştir (Llinares, Higuera-Trujillo ve Serra, 2021).
- Sınıf aydınlatma düzeyinin öğrenciler üzerindeki nörolojik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, aydınlanma arttıkça hafıza testlerindeki performansların kötüleştiği ve nörofizyolojik aktivasyonun azaldığı tespit edilmiştir (Castilla, Higuera-Trujillo ve Llinares, 2024).

İÇ MEKAN DENEYİMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	ÇALIŞMAYI YAPAN/LAR	YIL	YÖNTEM	KONU	SONUÇLAR
	Shin, Woo, Kim (D.H.), Kim (J.) ve Park	2015	EEG	Aydınlatma Düzeyi	Teta aktivitesinin, farklı aydınlatma ortamlarındaki duygusal durumu yansıtan biyolojik bir belirteç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.
	Vartanian, Navarrete, Chatterjee, Fich, Gonzalez-Mora, Leder, Modrono, Nadal, Rostrup ve Skov	2015	fMRI	Tavan Yüksekliği	Yüksek tavanlı bir odada görsel bilgiyi işleyen alanın daha aktif hale geldiği görülmüştür.
	Shemesh, Talmon, Karp, Amir, Bar ve Grobman	2016	EEG, Anket	Mekan Geometrisi	Ölçülebilir beyin aktivitesi ile mekan algısı arasında ilişki olduğu görülmüştür.
	Banaei, Hatami, Yazdanfar ve Gramann	2017	EEG	Mekan Geometrisi	Teta bandı aktivitesinin belirli özellik türleri ve geometri ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir.
	Abbasi, Motamedzade, Aliabadi, Golmohammadi ve Tapak	2020	EEG, HRV, GSR	Sıcaklık ve Gürültü	Gürültünün artması ve hava sıcaklığı ile hafıza ve nörofizyolojik tepkilerin bozulduğu tespit edilmiştir
	Guan, Hu, Lu, He, Zhang ve Liu	2020	EEG	Toplam Konfor (Termal, Akustik, Görsel)	Rahat ortamda, parietal lobdaki toplam EEG enerjisi, rahatsız edici ortama göre daha küçüktür ve denekler kendilerini rahat hissettiklerinde, frontal bölgedeki teta frekans bandı artmıştır.
	Erkan	2020 (a)	EEG, Göz İzleme Cihazı	Sıcaklık	İnsanların mimari tercihlerinin mekânın sıcaklığına bağlı olarak değiştiği ve her bir bilişsel sürecin, öznel termal duyumlara göre değişen derecelerde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.
	Llinares Millan, Higuera-Trujillo, Montanana i Avino, Torres ve Sentieri	2021	EEG, HRV	Genişlik/Hacim	Daha geniş sınıfların daha düşük performans ve daha düşük duygusal uyarılma ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir.
	Llinares, Higuera-Trujillo ve Serra	2021	EEG, HRV	Renk Kullanımı	Soğuk renk tonlarının uyarılmayı artırdığı, dikkat ve hafıza görevlerinde performansı iyileştirdiği görülmüştür.
	Castilla, Higuera-Trujillo ve Llinares	2023	EEG, HRV, GSR	Aydınlatma Düzeyi	Sınıf aydınlatmasının öğrencilerin hafızasını psikolojik ve nörofizyolojik düzeyde etkilediği görülmüştür.

Şekil 3: *İç Mekân Deneyimi ile İlgili Çalışmalar*

Yapılan çalışmalar, yaşanabilir ortamlar tasarlamak için mimarlara çeşitli veriler sağlamaktadır. Nörobilim ve mimarlık disiplinlerinin bir araya gelmesi ile, binaların tasarımını iyileştirmek için insan taleplerini karşılayan ortamların yaratılması (Vecchiato, Tieri, Jelic, Matteis, Maglione ve Babiloni, 2015) konusunda nesnel bilgi üretilebilir.

2.2.Tasarımcı Odaklı Çalışmalar

Tasarımcı odaklı çalışmalar, tasarlayan kişinin zihinsel dünyasını anlamaya yöneliktir. Bu bağlamda biliş ve bilişsel süreçlerden bahsetmek gerekecektir. Goel ve Pirolli (1992), tasarımın mükemmel bir bilişsel süreç olduğunu ifade eder.

Cambridge Dictionary'de biliş (cognition); bilinçli zihinsel süreçlerin kullanımı, insanın öğrenmesi ve hafızası; Oxford English Dictionary'de biliş (cognition); düşünce, deneyim ve duyular yoluyla bilgi ve anlayış edinmenin zihinsel eylemi veya süreci şeklinde tanımlanır.

Biliş kavramı, 'zihinsel süreçlerin kullanımı' olarak ele alınacak olursa; tasarım bağlamında bilginin dönüşümü ve yeni bir ürün/tasarım ortaya konulması da zihinsel bir süreçtir. Bu bağlamda; öğrenme, düşünme, deneyim, duyular, yaratıcılık, planlama, tasarlama mimari tasarım süreci için değerlendirilebilecek bilişsel süreçlerdir. Aslında, tasarım sürecinin bilgi edinme evresinden başlayarak, analiz ve sentez evrelerinden geçerek sonuç ürüne gelişi sırasında devreye giren süreçlerdir. Tasarımcı

bir problemle karşılaştığında öncelikle analiz eder, daha sonra planlama ve tasarım ile ilgili öğrendiği bilgileri analizler doğrultusunda kullanarak sentezler ve sonuç ürünün ortaya çıkışında duyular ve yaratıcılık ona öznellik katar.

Tasarımcı odaklı çalışmalarda, mimarların tasarım süreçleri incelenebilir ve genellikle verilen problem karşısında çözüm üretilmesi beklenir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen çalışmalar tasarım sürecini çözümlemeye, yaratıcı fikirlerin ortaya çıkış sürecini irdelemeye, kısacası mimar ya da tasarımcının zihinsel dünyasını anlamaya yönelik çalışmalardır.

Tasarımcı odaklı çalışmalar; tasarım süreci ve bilişsel süreçlerin ele alındığı çalışmalar ile eğitim ve uzmanlığın ele alındığı çalışmalar olarak iki grupta incelenmiştir. Tasarımcı odaklı çalışmalar bağlamında seçilen 18 çalışmanın 11'i Tasarım Süreci ve Bilişsel Süreçlerin ele alındığı çalışmalar, 7'si Eğitim ve Uzmanlığın ele alındığı çalışmalardan oluşmaktadır.

2.2.1.Tasarım Süreci ve Bilişsel Süreçlerin Ele Alındığı Çalışmalar

Tasarım sürecinin incelendiği çalışmalar genellikle, mimar, tasarımcı ya da tasarım eğitimi alan öğrencilerinin verilen bir probleme çözüm ürettiği sırada nörobilimsel yöntemler kullanılarak incelemeler yapıldığı çalışmalardır. Bu çalışmalarda, tasarım sürecinin çözümlenmesi hedeflenir ve bilişsel süreçler analiz edilir. Tasarım problemi karşısında, kullanılan yönteme göre beynin hangi loblarında (örneğin, fMRI ise) ya da beynin hangi bölgelerinde ve hangi dalga türlerinde (örneğin, EEG ise) aktivasyon görüldüğünü tespit etmeye yönelik çalışmalar yapılır.

Tasarım süreci ve bilişsel süreçleri incelemeye yönelik çalışmalar genellikle, problem çözme, planlama, tasarım yapma, yaratıcılık, görsel dikkat, uzamsal yetenek, stres, çaba, heyecan ve bunların birbirleriyle ilişkilerini içermektedir.

- Tasarım düşüncesinin nörolojik temelini anlayabilmek için yürütülen bir çalışmada fMRI kullanarak tasarım ve problem çözmenin farklı beyin ağlarıyla ilişkili farklı bilişsel işlevleri içerdiği ortaya koyulmuştur (Alexiou, Zamenopoulos, Johnson ve Gilbert, 2009).

- Tasarım sürecini incelemeye yönelik bir çalışmada fMRI kullanılarak, kötü yapılandırılmış bir tasarım görevi ile iyi yapılandırılmış problem çözme görevi sırasındaki beyin aktivasyonları karşılaştırılmıştır. Tasarım yapma, problem çözmeye kıyasla sağ dorsolateral prefrontal kortekste daha fazla aktivite ile ilişkilendirilmiştir (Gilbert, Zamenopoulos, Alexiou ve Johnson, 2010).
- Bir tasarım görevi üzerinde çalışan tasarımcının, EEG ile beyin sinyallerinin kaydedildiği bir çalışmada; planlama ve akıl yürütme gibi bilişsel süreçlerde prefrontal lobda daha fazla çaba sarf edildiği tespit edilmiştir (Nguyen ve Zeng, 2010).
- Yaratıcı üretim ve yaratıcı değerlendirme süreçlerini analiz eden bir çalışmada, yaratıcı üretim, mediyal temporal lob bölgeleri ile ilişkilendirilirken; yaratıcı değerlendirme, rostrolateral prefrontal korteks, insula ve temporopolar korteksin aktivasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Ellamil, Dobson, Beeman ve Christoff, 2012).
- Yaratıcı fikir üretimi sırasında beyin aktivasyonunun, yeni bir yaklaşım kullanılarak araştırıldığı bir çalışmada sonuçlar, yaratıcı fikirlerin (yeni) üretilmesiyle ilgili beyin aktivasyonunu, daha yaygın fikirlerden (eski) ayırmanın mümkün olduğunu göstermiştir (Benedek, Jauk, Fink, Koschutnig, Reishofer, Ebner ve Neubauer, 2014).
- Yaratıcılığın ele alındığı bir çalışmada, EEG kullanılarak, yaratıcı görevler sırasında beta dalgalarının daha yüksek olduğu, çaba azaldığında ise beta dalgalarının daha zayıf olduğu tespit edilmiştir (Nguyen ve Zeng, 2014a).
- Zihinsel stres, çaba ve yaratıcılık arasındaki ilişkinin nörobilimsel zemininin araştırıldığı çalışmada, düşük ve orta stres seviyelerindeki zihinsel çabanın, yüksek stres seviyesindeki zihinsel çabadan daha güçlü olduğu, yaratıcı bireylerin daha az yaratıcı olan bireylerden daha yüksek alfa gücü gösterdiği tespit edilmiştir (Nguyen ve Zeng, 2014b).

- Farklı görevlerin farklı algılanan zorluğa sahip olduğu deneyimsel yöntemine dayanarak, tasarım görevleri sırasında katılımcıların beyin dalgaları kaydedilerek EEG tabanlı bir yöntem önerisi yapılmıştır. Öznel yargıya dayanan geleneksel segmentasyona göre, çalışmada önerilen EEG tabanlı yöntem daha objektif bulunmuştur (Nguyen (P.), Nguyen (T.A.) ve Zeng, 2015).
- Tasarım sürecinde bilişsel eylemlerin analiz edildiği çalışmalar dışında stres, heyecan, dinginlik gibi duyguların değerlendirildiği çalışmalar da mevcuttur. Stres ve tasarım performansı arasındaki ilişkinin incelendiği bir EEG çalışmasında, tasarım sürecinde tasarımcılarda ortaya çıkan stresin, tasarım tamamlandıktan sonra da devam ettiği belirtilmiştir (Nguyen ve Zeng, 2016).
- Tasarımın fizyolojisini analiz etmek için kullanılabilecek yöntemleri genişletmeyi hedefleyen çalışmada, yüksek düzeyde eforun çoğunlukla tasarım sürecinin başında ve sonunda meydana geldiği ortaya konulmuştur (Nguyen (P.), Nguyen (T.A.) ve Zeng, 2018).
- Göz izleme teknolojisini kullanarak bireylerin görsel dikkat modelini ve bunun uzamsal yetenek ve yaratıcı performansla olan potansiyel bağlantısını anlamayı hedefleyen çalışmada, katılımcıların mekânsal olarak ilgili bileşenleri görme eğiliminin yaratıcı performansla pozitif bir ilişki içinde iken dekoratif unsurları görme eğiliminin yaratıcı performansla negatif bir ilişki içinde olduğu tespit edilmiştir (Suh ve Cho, 2021).

TASARIM SÜRECİ VE BİLİŞSEL SÜREÇLERİN ELE ALINDIĞI ÇALIŞMALAR	ÇALIŞMAYI YAPAN/LAR	YIL	YÖNTEM	KONU	SONUÇLAR
	Alexiou, Zamenopoulos, Johnson ve Gilbert	2009	fMRI	Tasarım Yapma ve Problem Çözme	Tasarım ve problem çözmenin farklı beyin ağlarıyla ilişkili farklı bilişsel işlevleri içerdiği ortaya konulmuştur.
	Gilbert, Zamenopoulos, Alexiou ve Johnson	2010	fMRI	Tasarım Yapma ve Problem Çözme	Tasarım yapma, problem çözmeye kıyasla sağ dorsolateral prefrontal kortekste daha fazla aktivite ile ilişkilendirilmiştir.
	Nguyen ve Zeng	2010	EEG	Planlama, Yargılama, Akıl Yürütme ve Konsantrasyon	Planlama ve akıl yürütme gibi bilişsel süreçlerde prefrontal lobda, daha fazla çaba sarf edildiği tespit edilmiştir.
	Ellamil, Dobson, Beeman ve Christoff	2012	fMRI	Yaratıcılık	Yaratıcı üretim, medial temporal lob bölgeleri ile ilişkilendirilirken; yaratıcı değerlendirme, rostrolateral prefrontal korteks, insula ve temporopolar korteksin aktivasyonu ile ilişkilendirilmiştir.
	Benedek, Jauk, Fink, Koschutnig, Reishofer, Ebne ve Neubauer	2014	fMRI	Yaratıcılık	Yaratıcı fikirlerin (yeni) üretilmesiyle ilgili beyin aktivasyonunu, daha yaygın fikirlerden (eski) ayırmanın mümkün olduğu görülmüştür.
	Nguyen ve Zeng	2014 (a)	EEG, Test	Yaratıcılık	Yaratıcı görevler sırasında beta dalgalarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
	Nguyen ve Zeng	2014 (b)	EEG	Zihinsel stres, Çaba ve Yaratıcılık	Düşük ve orta stres seviyelerindeki zihinsel çabanın, yüksek stres seviyesindeki zihinsel çabadan daha güçlü olduğu, yaratıcı bireylerin daha az yaratıcı olan bireylerden daha yüksek alfa gücü gösterdiği tespit edilmiştir.
	Nguyen (P), Nguyen (T.A.) ve Zeng	2015	EEG	Tasarım Süreci	Öznel yargıya dayanan geleneksel segmentasyona göre, çalışmada önerilen EEG tabanlı yöntem daha objektif bulunmuştur.
	Nguyen ve Zeng	2016	EEG, GSR, Değerlendirme Formu	Zihinsel Stres ve Tasarım Performansı	Tasarım sürecinde tasarımcılarda ortaya çıkan stresin, tasarım tamamlandıktan sonra da devam ettiği ve çaba ile beta gücü arasında güçlü bir ilişki olduğu bulundu.
	Nguyen (P), Nguyen (T.A.) ve Zeng	2018	EEG	Çaba,Yorgunluk ve Konsantrasyon	Tasarım sürecinin başında ve sonunda çabanın yükseldiği görülmüştür.
	Suh ve Cho	2021	Göz İzleme Cihazı	Görsel Dikkat, Uzamsal Yetenek ve Yaratıcılık Performansı	Katılımcıların mekansal olarak ilgili bileşenleri görme eğilimi yaratıcı performansla pozitif bir ilişki içinde iken dekoratif unsurlarınki yaratıcı performansla negatif bir ilişki içindedir.

Şekil 4: *Tasarım Süreci ve Bilişsel Süreçlerin Ele Alındığı Çalışmalar*

2.2.2.Eğitim ve Uzmanlığın Ele Alındığı Çalışmalar

Mimar ya da tasarımcıların beyin yapılarının tasarım eğitimi almamış kişilere göre farklı olduğu varsayımından yola çıkarak iki ayrı örneklem grubu üzerinden kıyaslamaları içeren çalışmalardır. Beyin yapılarının, uzmanlıkla geliştiği ve farklı ilgi ve beceri alanlarının deneyimle ve yapılan işin sıklığı ile pekişmesinden dolayı deneyimli/deneyimsiz, öğrenci/mezun, mimar/mimar olmayan gibi denek grupları çalışmaların yönünü belirlemede etkili olmaktadır.

Eğitim ve uzmanlığın ele alındığı çalışmalar genellikle, edinilen uzmanlığın bir beceriye etkisini, eğitimin tasarım görevlerine yaklaşımı nasıl etkilediği, tasarımla ilişkili olan bilişsel süreçlerin mimar ve mimar olmayanlar arasında nasıl farklılıklar oluşturduğu ile ilgili çalışmalardır.

- Mimar ve mimar olmayan birer grup katılımcıya, mimari uyaranların ve kontrol uyaranlarının görsel olarak sunulduğu çalışmada, uzmanlığın beyin alanlarını estetik değerlendirmeden bağımsız olarak hem estetik işlemeye hem de bilişsel veya tipolojik işlemeye modüle ettiği görülmüştür. (Kirk, Skov, Christensen ve Nygaard, 2009).

• Tasarım eğitiminde, acemi ve deneyimli tasarımcıların tasarım görevlerine nasıl yaklaştıkları arasındaki farkları anlamak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Acemi tasarımcıların belirli bir deneme yanılma modelini kullanma eğilimindeyken, deneyimli tasarımcıların belirli tasarım stratejilerini kullandıkları tespit edilmiştir (Lohmeyer, Meboldt ve Matthiesen, 2013).

• Uzman tasarımcılarda görsel dikkat ve görsel çağrışımın beyin dalgası modellerini analiz etmek ve çeşitli görsel temsil türlerinden kaynaklanan farklılıklarının keşfedilmesinin amaçlandığı çalışmada, her katılımcının frontoparyetal bölgesi görsel dikkat sırasında aktif hale gelirken; görsel çağrışım sırasında ise frontal, central, paryetal, temporal ve oksipital bölgeleri aktive olmuştur (Liang, Lin, Yao, Chang, Liu ve Chen, 2017).

• Lisansüstü mimarlık öğrencileri ve deneyimli mimarlar ile gerçekleştirilen, tasarım görevleri sırasında duygusal tepki ve değişimlere göre kişilerin anlık yaratıcılıklarının değerlendirildiği çalışmada, katılımcıların hangi zamanlarda yaratıcılık sergilediği karşılaştırılabilmiştir (Mesias, Condia ve Thompson, 2018).

• Erken tasarım evresi, bilgi toplama, analiz, sentez ve değerlendirme adımlarının gerçekleştiği en yaratıcı zihinsel süreçlerden biridir ve genel tasarım sürecinin daha küçük ölçekli bir örneğidir. Mimari tasarımda erken tasarım aşamasının ele alındığı çalışmada, mimar katılımcıların, beynin muhakeme ve üst düzey bilişsel yeteneklerle ilişkili olan frontal lobunun tasarım sırasında diğer katılımcılara göre daha fazla çalıştığı tespit edilmiştir (Erkan, 2020b)

• Sanal gerçeklik ortamının mimarlık eğitimine katkısının incelediği çalışmanın temel amacı, öğrencilerin mimari bileşenleri ve bileşenler arası ilişkileri incelemelerini sağlayacak etkileşimli ve katılımcı bir eğitim ortamında VR teknolojisinin olanaklarını araştırmaktır. Çalışma, sanal gerçeklik ortamındaki tasarımlarda doğal ortamdaki tasarımlara göre işlevsellik, estetik, kullanıcının mekân algısı ve iç fiziksel kalite kategorilerinin önemli farklılıklar gösterdiğini ifade etmektedir (Erkan, 2020c).

• Tasarım araçlarının (manuel, dijital, 2B ve 3B) iç mimarlık eğitimine etkisini ele alan çalışmada, EEG aracılığıyla öğrencilerin farklı tasarım araçları kullanırken duygusal durumları değerlendirilmiştir. Bilgisayar destekli çizim ortamının daha sakin ve olumlu hissettirdiği, 3 boyutlu tasarım davranışının 2 boyutlu tasarım davranışına göre daha yüksek uyarılmaya sebep olduğu görülmüştür (Şekerci, Kahraman, Özturan, Çelik ve Ayan, 2024).

EĞİTİM VE UZMANLIĞIN ELE ALINDIĞI ÇALIŞMALAR	ÇALIŞMAYI YAPAN/LAR	YIL	YÖNTEM	KONU	SONUÇLAR
	Kirk, Skov, Christensen ve Nygaard	2009	fMRI	Mimar ve Mimar Olmayan Kişiler Arasındaki Farklılıklar	Uzmanlığın beyin alanlarını estetik değerlendirmeden bağımsız olarak hem estetik işlemeye hem de bilişsel veya tipolojik işlemeye modüle ettiği görülmüştür.
	Lohmeyer, Meboldt ve Matthiesen	2013	Göz İzleme Cihazı	Acemi ve Deneyimli Tasarımcı Arasındaki Farklılıklar	Acemi tasarımcılar belirli bir deneme yanılma modelini kullanma eğilimindeyken, deneyimli tasarımcıların belirli tasarım stratejilerini kullandıkları tespit edilmiştir.
	Liang, Lin, Yao, Chang, Liu ve Chen	2017	EEG	Uzman Tasarımcılar	Her katılımcının frontoparietal bölgesi görsel dikkat sırasında aktif hale gelirken; görsel çağrışım sırasında ise frontal, central, parietal, temporal ve oksipital bölgeleri aktive olmuştur.
	Mesias, Condia ve Thompson	2018	GSR, EMG, Değerlendirme Formu	Lisansüstü Mimarlık Öğr. ve Deneyimli Mimarlar Arasındaki Farklılıklar	Verilen tasarım görevleri karşısındaki duygusal tepki ve değişimlere göre kişilerin anlık yaratıcılıkları değerlendirilmiştir.
	Erkan	2020 (b)	EEG	Mimar ve Mimar Olmayan Kişiler Arasındaki Farklılıklar	Mimar katılımcıların, beynin muhakeme ve üst düzey bilişsel yeteneklerle ilişkili olan frontal lobunun tasarım sırasında diğer katılımcılara göre daha fazla çalıştığı tespit edilmiştir.
	Erkan	2020 (c)	Göz İzleme Cihazı	Mimarlık Eğitimi	Sanal gerçeklik ortamındaki tasarımlarda doğal ortamdaki tasarımlara göre işlevsellik, estetik, kullanıcının mekân algısı ve iç fiziksel kalite kategorileri önemli farklılıklar göstermiştir.
	Şekerci, Kahraman, Özturan, Çelik ve Ayan	2024	EEG	İç Mimarlık Eğitimi	Bilgisayar destekli çizim ortamının daha sakin ve olumlu hissettirdiği, 3 boyutlu tasarım davranışının 2 boyutlu tasarım davranışına göre daha yüksek uyarılmaya sebep olduğu görülmüştür

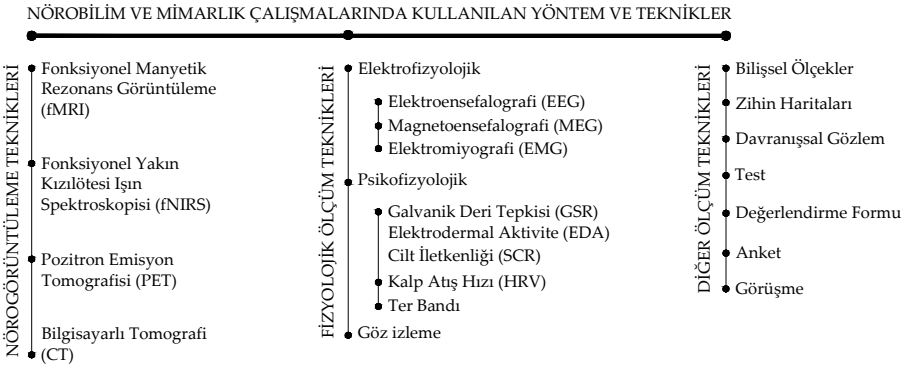
Şekil 5: *Eğitim ve Uzmanlığın Ele Alındığı Çalışmalar*

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki; beynin farklı lobları farklı beceriler ve duygularla ilişkilidir. Örneğin, beynin ön kısmında yer alan frontal, muhakeme, sentez, motor beceriler, üst düzey bilişsel yetenekler ve konuşma dili ile ilişkilidir. Bu alan, beynin çeşitli loblarından bilgi alır ve bu bilgiyi vücudun hareketlerini tamamlamak için kullanır (Erkan, 2020b). Buradan hareketle, ön lob aktivitesinin artışı, bilişsel faaliyetlerle ilişkili olmaktadır. Bu durum beynin diğer loblarında aktivasyon sağlandığında da geçerli olmaktadır ve çeşitli bilişsel işlevler için araştırmalar yapılabilmektedir.

3.NÖROBİLİM ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER

Nörobilim çalışmalarında fenomenoloji, durum ve eylem çalışması gibi nitel yöntemler kullanılarak görüşme, gözlem, anket ve analiz gibi veri toplama yöntemleri ile analizler yapılabildiği gibi; deneysel çalışmalarla nicel veriler elde etmek mümkündür. Hatta her iki yöntem birlikte de kullanılabilmektedir.

Nörobilim ve mimarlık çalışmalarında kullanılan yöntemler; nörogörüntüleme teknikleri, fizyolojik ölçüm teknikleri ve diğer ölçüm teknikleri olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır.



Şekil 6: *Nörobilim ve Mimarlık Çalışmalarında Kullanılan Yöntem ve Teknikler*

3.1.Nörogörüntüleme Teknikleri

Nörogörüntüleme, beynin girişimsel olmayan şekilde görüntülenmesidir. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), fonksiyonel yakın kızılötesi ışın spektroskopisi (fNIRS), pozitron emisyon tomografisi (PET), bilgisayarlı tomografi (computed tomography-CT) nörobilim çalışmalarında kullanılan başlıca araçlardır. Genellikle, nerede sorularına cevap vermek için daha uygun olmaktadır (Lystad ve Pollard, 2009).

Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (FMRI): Oksijen taşıyan kanın bir manyetik alanda, oksijenini hücrelere salmış olan kandan farklı davrandığı fikrine dayanmaktadır (Martinez-soto vd., 2013). Belirli beyin alanıyla ilişkili nöronal aktiviteden kaynaklanan hemodinamik değişikliği değerlendirmek için MRI kullanılır (Hu ve Shepley, 2022).

Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Işın Spektroskopisi (fNIRS): Fonksiyonel yakın-kızılötesi (infrared) spektroskopisi, nöropsikiyatrik araştırmalarda, bilişsel (kognitif) bir aktivite ile ilişkili olarak beyin oksijenizasyonundaki hemodinamik değişiklikleri (oksihemoglobin ve deoksihemoglobin) ölçmeye dayanan ve beyin aktivitesinin gerçek zamanlı değerlendirilmesini sağlayan girişimsel olmayan optiksel bir görüntüleme tekniğidir. Bu cihaz, beyin dokularının kan-oksijenizasyon seviyesine bağlı (BOLD: blood oxygenation level-dependent) yanıtını ölçen bir yöntemdir (Bahadır, 2020).

Pozitron Emisyon Tomografisi (PET): Vücuttaki pozitron yayan radyoizotopların dağılımını ölçebilmeye dayanır. Bir pozitron dokuda birkaç milimetreden daha fazla seyahat edemese de varlığını vücutta bulmak mümkündür. Bunun nedeni, pozitron durduğunda, bir elektron tarafından yakalanması ve iki foton yayılmasıdır. Bu yok olma fotonları, vücudu birbirine yaklaşık 180° açıyla bırakır ve çakışan radyasyon detektörleri kullanılarak, vücut boyunca pozitron yakalamanın meydana geldiği çizgiler tanımlanır. Yeterli olay ve açı çizgileri örneklenirse, pozitronların vücutta yakalandığı yerin üç boyutlu tomografik dağılımını ve radyoaktivite dağılımını yeniden oluşturmak mümkündür (Turner ve Jones, 2003).

Bilgisayarlı Tomografi (CT): Beyni ve vücudu görüntülemek için geleneksel X-Ray teknolojisini geliştiren bir yöntemdir. Kişi, başı bir silindirin ortasına gelecek şekilde yatar, dar bir röntgen ışını kişinin kafasına yönlendirilir ve beynin yapısı hakkında bilgi edinilir. Fakat tek bir röntgen taraması beynin yapısı hakkında çok az bilgi sağlamaktadır (Carter ve Shieh, 2015).

Günümüz koşullarında nörogörüntüleme yöntemlerini kullanmanın kısıtlayıcı ve zorlayıcı özellikleri olmasına rağmen son yıllarda uygulamaları artmaktadır ve mimarlık, ergonomi, kentsel planlama, pazarlama, psikoloji, ekonomi, eğitim, terapi gibi disiplinler arası alanlarda kullanılmaktadır. Bu şekilde elde edilen somut verilerin, problemlere karşı somut çözümler geliştirmeye katkı sağlaması beklenmektedir.

3.2.Fizyolojik Ölçüm Teknikleri

Canlıların vücutlarında meydana gelen değişiklikler üzerinden hangi fonksiyonlarla ilişkili olduğunu ve bu değişikliklerin ölçülebilirliğini içermektedir.

Fizyolojik ölçüm teknikleri, elektro-fizyolojik, psiko-fizyolojik ve göz izleme teknikleri olarak üç gruba ayrılabilir.

3.2.1.Elektrofizyolojik Teknikler

Elektrofizyolojik teknikler, elektroensefalografi (EEG), magnetoensefalografi (MEG), elektromiyografi (EMG)'dir. Genellikle ne zaman sorularına cevap vermek için tercih edilmektedir (Lystad ve Pollard, 2009)

Elektroensefalografi (EEG): Elektroensefalografi, beyin işleyişinin, araştırılan süreçlerden biriyle (potansiyel olarak) eşleşen bir zamanlamayla, yani milisaniyelik aralıkta, invaziv olmayan bir şekilde incelenmesine olanak tanıyan birkaç teknikten biridir. Büyük ölçüde taşınabilir olması, ayrıca çok esnek bir kullanıma izin vererek onu benzersiz kılıyor ve en eski görüntüleme tekniklerinden biri olmasına rağmen gelecek için umut verici olmaya devam ediyor (Burle, Spieser, Roger, Casini, Hasbroucq ve Vidal, 2015). Beyin görüntüleme tekniği değildir, çünkü tek başına bu teknik kullanılarak beynin anlamlı bir görüntüsü üretilemez (Carter ve Shieh, 2015).

EEG, bilişsel süreçleri invaziv olmayan bir şekilde ve yüksek zamansal çözünürlükle araştırmak için önemli bir araçtır. Nörobilim ve mimarlık çalışmalarında elektroensefalogram kullanımı oldukça yaygındır.

Manyetoensefalografi (MEG): MEG, altta yatan nöral elektriksel aktivite modellerindeki değişiklikler tarafından üretilen kafa derisinin yüzeyindeki manyetik alanlardaki değişiklikleri ölçer. MEG ile saptanabilir bir sinyal üretmek için yaklaşık 50000 nöron gerekir; bu sayı büyük görünebilir, ancak milyonlarca nöron gerektirebilecek bir EEG sinyali için gerekenden çok daha küçüktür. Maalesef MEG, dış kaynaklardan gelen manyetik alanları engelleyebilecek bir oda gerektiren çok pahalı bir tekniktir. Oda yeterince yalıtılmamışsa, komşu binadaki kahve makinesi kadar küçük bir şey bile algılanabilir (Carter ve Shieh, 2015).

Elektromiyografi (EMG): Deri yoluyla kas içine yerleştirilen ince iğne elektrotları kullanarak iskelet kasının elektriksel aktivitesini kaydeder (Kim (J.) ve Kim (N.), 2022).

3.2.2.Psiko-Fizyolojik Teknikler

Psiko-fizyolojik teknikler arasında yer alan galvanik deri tepkisi (GSR), kalp atış hızı değişkenleri (HRV), ter bandı gibi araçlarla kişilerde meydana gelen fizyolojik değişiklikler ölçülebilir.

Galvanik Deri Tepkisi (GSR), Elektrodermal Aktivite (EDA), Cilt İletkenliği (SCR): Dış uyarıların neden olduğu hızla değişen cilt iletkenliğini ölçer (Kim (J.) ve Kim (N.), 2022). Bir elin iki parmağına takılan iki yeniden kullanılabilir elektrot arasındaki cilt iletkenliğini izleyen bir sensörden oluşur (Shemesh, Leisman, Bar ve Grobman, 2021). Bu sensörler ile kişinin heyecan, stres gibi duygusal değişimleri, elektrik geçirgenlik değerinde meydana gelen değişiklikler ile ölçülebilmektedir.

Kalp Atış Hızı (HRV-Heart Rate Variability): Kişinin stres ve heyecan gibi duygusal değişimleri sırasında kalp atış hızındaki değişiklikleri ölçer. Kalp atış hızı, genellikle EKG (elektrokardiyogram) aracılığı ile ölçülür (Yurt, 2018). EKG (elektrokardiyogram), ışığa ve diğer çevresel değişikliklere yanıt olarak stresi ve rahatlamayı modüle etmek için otonom sinir sistemi tarafından yönlendirilen kalp atış hızı değişkenliğinin ölçülmesine olanak tanır (Edelstein ve Macagno, 2012).

Ter bandı (Sweat patch): Kullanıcının parmağına takılan bir bant aracılığıyla rutin aktiviteleri kesintiye uğratmadan ter dinamiklerini izlemek için kullanılmaktadır. Bant birden çok katman içermektedir. Bir cilt yapıştırıcısı aracılığıyla cilde ara yüz oluşturur ve hidrofilik dolgunun yardımıyla mikro akışkanlara ter toplanır ve sonunda ince bir PET üzerinde üretilen algılama elektrotları kullanılarak ölçülür (Nyein, Bariya, Tran, Ahn, Brown, Ji, Davis ve Javey, 2021).

3.2.3.Göz İzleme (Eye tracking)

Göz izleme teknolojisi, sabitleme sıklığı ve süresi, bakış yönü ve göz bebeği genişlemesi gibi çeşitli göz hareketlerinin ölçülmesini sağlayarak göz aktivitesini inceler (Hu ve Shepley, 2022). Bir sahnenin gözlemlenmesi sırasında gözün sabitlendiği konumları ve bir öğenin ne kadar süreyle gözlemlendiğini belirler (Fuente Suárez, 2020)

3.3.Diğer Ölçüm Teknikleri

Bu kategoride yer alan yöntemler nörobilim çalışmalarında yardımcı ve destekleyici yöntemler olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında; bilişsel ölçekler, zihin haritaları, davranışsal gözlem, test, değerlendirme formu, anket ve görüşme yer almaktadır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Nörobilim ve mimarlık çalışmaları, 2000'li yılların başından itibaren mimariye yeni bir disiplin katarak bu alana farklı bir bakış açısı sunmaktadır. Süreç içerisinde, mimarinin farklı ölçekleri ile ilişkiler kurulmuş, hem teorik hem deneysel bilgiler üretilmiştir. Arbib (2013) tarafından nörobilim ve mimarlık çalışmaları için yapılan sınıflandırma alana yeni pencereler açmış, araştırma alanını genişletmiştir. Fakat, sınıflandırıldığı dönemde alanda deneysel çalışmaların sayısı oldukça azdı. Geçen on yıllık süreçte hem tasarım sürecinin nörobilimi hem de mimarlık deneyiminin nörobilimi ile ilgili çalışmaların sayısı arttı ve kapsamları genişledi. Bu çalışmada, bahsedilen iki üst başlık kullanıcı ve tasarımcı odaklı çalışmalar olarak ele alınmış ve bu çalışmalar da konularına göre sınıflandırılmıştır. Nöromorfik mimari, akıllı binalar ile ilgili çalışmalarla ilişkilendirildiğinden bu çalışma kapsamında sınıflandırmaya dahil edilmemiştir.

Kullanıcı odaklı çalışmalar, kullanıcı deneyimlerine dayanarak onların tepkilerini anlamaya yöneliktir ve Arbib (2013)'in sınıflandırmasındaki 'mimarlık deneyiminin nörobilimi' başlığının genişletilmiş ve iki gruba ayrılmış halidir.

Tasarımcı odaklı çalışmalar, tasarımcının zihinsel dünyasını keşfetmeye yöneliktir ve Arbib (2013)'in sınıflandırmasındaki 'tasarım sürecinin nörobilimi' başlığının genişletilmiş ve iki gruba ayrılmış halidir. Bu kapsamda tasarımcının ya da mimarın planlama ve tasarım yaparken beyninde meydana gelen değişikliklere bakılır. Yalnızca mimarlar, tasarımcılar ya da mimarlık öğrencileri ile yapılan çalışmalara ek olarak; mimar olan ve mimar olmayan kişilerdeki farklılıkları ya da yeni mezun ve deneyimli mimarlar arasındaki farkları çözümlemeye yönelik çalışmalar da mevcuttur. Burada mimarlık mesleğinin; tasarım gücü, planlama yeteneği ve yaratıcılıkla ilgili kazanımları irdelenir.

Her iki odakta ele alınan çalışmalar, geçen on yılda kullanılan yöntem ve tekniklerin gelişmesi ve konularının spesifikleşmesi sebebiyle sınıflandırılmıştır. Tasarımcı Odaklı Çalışmalar; 'Tasarım Süreci ve Bilişsel Süreçlerin Ele Alındığı' ve 'Eğitim ve Uzmanlığın Ele Alındığı' çalışmaları; Kullanıcı Odaklı Çalışmalar; 'Yapılı Çevre Deneyimi' ve 'İç Mekan Deneyimi' ile ilgili çalışmaları kapsamaktadır.

Nörobilim ve mimarlık çalışmaları, mimarlık disiplinine, tasarım sürecinin, mimari yapıların, yapılı çevrenin nörobilimsel yöntemlerle incelenmesi ile yeni bir bilgi üretim alanı sunmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, insanların mimari yapılara ve çevrelere davranışsal olarak tepkiler verdiklerini göstermektedir. Nörobilim araştırmaları, bu tepkilerin neden ve nasıl ortaya çıktığını ve mimarlığın farklı yönleri ile ilişkisini çözümleyebilmek üzere kanıta dayalı veriler sunabilmektedir. Bu veriler, nörogörüntüleme, fizyolojik ve diğer ölçüm yöntemleri ile sağlanmaktadır.

Nörogörüntüleme ve fizyolojik ölçüm teknikleri doğrudan insan vücudundaki değişiklikleri veya mevcut durumu ölçmek için kullanılırken; diğer ölçüm teknikleri arasında gözlem, görüşme, anket ve test gibi geleneksel yöntemler yer almaktadır. Her tekniğin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Kullanılacak aracın teknik gereklilikleri, sınırlılıkları ve kullanımı, dışlama kriterleri, katılımcı alımı nörobilim çalışmalarındaki zorlukların başında gelir. Nörobilimsel tekniklerin her birinin avantaj ve dezavantajları olduğundan hangi teknolojinin hangi çalışmalar için daha iyi olduğunu belirlemek önceliklidir. Hemodinamik değişiklikleri incelemek için kullanılan nörogörüntüleme teknikleri (fMRI, fNIRS, PET, CT), değişikliklerin nerede olduğunu belirleyebilmek için daha uygun olurken; elektrofizyolojik teknikler (EEG, MEG, EMG) değişikliklerin ne zaman olduğunu belirleyebilmek için daha uygun olmaktadır. Kullanılan araçlar genellikle, cihaza dair teknik bir bilgi, deneyim ve kullanım pratikliği gerektirmektedir. Ayrıca cihazların hassasiyet durumları, yapılan çalışmanın sürecini de etkilemektedir. Örneğin EEG, hareket, ses, wifi gibi dış etmenlerden etkilendiği için deneysel ortamın bu koşullara uygun olacak şekilde hazırlanması ve katılımcının da bu konularda bilgilendirilmesi gerekmektedir. Bu durum katılımcı alımına da zorluk olarak yansımaktadır. Çünkü, çalışma süresince hiç hareket etmeden ve konuşmadan katılım sağlamaları beklenmektedir. Bazı durumlarda cihazın hazırlık ve kalibrasyon süresi de göz önünde bulundurulduğunda bu süreler uzayabilmekte ve katılımcının yorulmasına ve sıkılmasına sebep olabilmektedir. Nöral araştırmalarda geleneksel yöntemlerin kullanıldığı çalışmalara göre daha fazla dışlama kriteri vardır. Örneğin; kafein, alkol ve nöropsikolojik ilaç kullanımı, uykusuzluk, kafaya takılan cihazlar için saç ve saç derisinin yapısı çalışmaları doğrudan etkilemektedir. Bu durum hem gönüllü katılımcı sayısını hem de çalışma sürecinin uzunluğunu etkilemektedir.

Nörobilim inşa edilmiş ortamların insanın zihinsel işlevi ve davranışı üzerindeki etkisini anlamaya çalışan yeni bir araştırma disiplinidir. Nörobilimsel yöntem ve araçlar kullanarak farklı uyaranlar karşısında beyinde meydana gelen değişikliklere odaklanır. Bu çalışmalar, yapılı çevrede, tasarım özellikleri ile ilgili bilgilerin edinilmesi, düzenlenmesi ve kullanılabileceği alanlar konusunda yöntem geliştirilmesini sağlar.

Somut gerçeklik sağlayan nörobilimsel bakış açısı ve olanakları, elde edilen kanıta dayalı veriler ile, kullanıcılarda olumlu duygular uyandıran yapılar ve çevrelerin tasarlanması için veri sunmaktadır. Nörobilim ve mimarlık yaklaşımıyla gerçekleştirilen tasarımcı ve kullanıcı odaklı çalışmalar, geleceğe yönelik mimari üretimler için bilgi sağlamaktadır. Tasarım sürecinin veya kullanıcı deneyiminin zihinsel yapısını anlamaya yönelik çalışmalar, tasarım sürecinin örtük yapısının çözümlenmesine ve nitelikli tasarımların üretilmesine katkı sağlayacaktır.

"COPE-Dergi Editörleri İçin Davranış Kuralları ve En İyi Uygulama İlkeleri" beyanları:	
Etik Kurul Belgesi:	Bu çalışma için etik kurul onayı gerekmemektedir.
Çıkar Çatışması Beyanı:	Bu makalenin araştırması, yazarlığı veya yayınlanmasıyla ilgili olarak yazarın potansiyel bir çıkar çatışması yoktur.
Finansal Destek:	Bu çalışmanın araştırma ve yazım aşamasında herhangi kişi/kurum veya kuruluşlar tarafından finansal destek alınmadığı bildirilmiştir.
Katkı Oranı Beyanı:	1. yazar: %60 – 2. yazar: %20 - 3. yazar: %20
Destek ve Teşekkür Beyanı:	Yok
Sorumlu Yazar:	Arş. Gör. Zeyneb Ayla Kirenci Eruzun
Çifte Kör Hakem Değerlendirmesi:	Dış-bağımsız

Bu makale, Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

The following statements are made in the framework of "COPE-Code of Conduct and Best Practices

Guidelines for Journal Editors":	
Ethics Committee Approval:	Ethics committee approval is not required for this article.
Declaration of Conflicting Interests:	No conflicts of interest were reported for this article.
Financial Support:	It has been reported that this study did not receive financial support from any person/institution or organization during the research and writing phase.
Author Contributions:	1st author: %60 – 2st author: %20 - 3st author: %20
Statement of Support and Acknowledgment:	None
Corresponding Author:	Ress. Asst. Zeyneb Ayla Kirenci Eruzun
Double-Blind Peer Review:	External-independent
This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.	

KAYNAKÇA

Abbasi, A. M., Motamedzade, M., Aliabadi, M., Golmohammadi, R. & Tapak, L. (2020). Combined Effects of Noise and Air Temperature on Human Neurophysiological Responses in A Simulated Indoor Environment. *Applied Ergonomics*, 88, 103189.

Alexiou, K., Zamenopoulos, T., Johnson, J. H. & Gilbert, S. J. (2009). Exploring the Neurological Basis of Design Cognition Using Brain Imaging: Some Preliminary Results. *Design Studies*, 30(6), 623-647.

Bahadır, A. (2020). Nöropskiyatrik Bozukluklarda Fonksiyonel Yakın-Kızılötesi (İnfrared) Spektroskopisine (fNIRS)-Dayalı Nörofeedback (NF) Eğitim Uygulamaları. *Konuralp Medical Journal*, 12(1), 159-174.

Banaei, M., Hatami, J., Yazdanfar, A. & Gramann, K. (2017). Walking Through Architectural Spaces: The Impact of Interior Forms on Human Brain Dynamics. *Frontiers in Human Neuroscience*, 0(11), 477.

Benedek, M., Jauk, E., Fink, A., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F. & Neubauer, A. C. (2014). To Create or to Recall? Neural Mechanisms Underlying the Generation of Creative New Ideas. *NeuroImage*, 0(88), 125-133.

Bermudez, J., Krizaj, D., Lipschitz, D. L., Bueler, C. E., Rogowska, J., Yurgelun-Todd, D. & Nakamura, Y. (2017). Externally-Induced Meditative States: An Exploratory fMRI Study of Architects' Responses to Contemplative Architecture. *Frontiers of Architectural Research*, 6(2), 123-136.

Burle, B., Spieser, L., Roger, C., Casini, L., Hasbroucq, T. & Vidal, F. (2015). Spatial and Temporal Resolutions of EEG: Is It Really Black and White? A Scalp Current Density View. *International Journal of Psychophysiology*, 97(3), 210-220.

Carter, M. & Shieh, J. C. (2015). Guide to Research Techniques in Neuroscience (Second Edition). *Academic Press, Elsevier.*

Castilla, N., Higuera-Trujillo, J. L. & Llinares, C. (2023). The Effects of Illuminance on Students' Memory. A Neuroarchitecture Study. *Building and Environment*, 228, 109833.

Suh, J. & Cho, J. Y. (2021). A Triangular Relationship of Visual Attention, Spatial Ability, and Creative Performance in Spatial Design: An Exploratory Case Study. *Journal of Interior Design*, 46(3), 11-27.

Eberhard, J. P. (2009). Brain Landscape the Coexistence of Neuroscience and Architecture. *Oxford University Press: New York.*

Edelstein, E. A. & Macagno, E. (2012). Form Follows Function: Bridging Neuroscience and Architecture. *Sustainable Environmental Design in Architecture: Impacts on Health*, 0(56), 27-41.

Egel, H. (2006). Konaklama Tesisi Odalarında Misafir Sadakati Olgusu Yaratmaya Yönelik Mekân Niteliklerinin Tartışılması. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ellamil, M., Dobson, C., Beeman, M. & Christoff, K. (2012). Evaluative and Generative Modes of Thought During the Creative Process. *NeuroImage*, 59(2), 1783-1794.

Ellard, C. (2020). Neuroscience, Wellbeing, and Urban Design: Our Universal Attraction to Vitality. *Psychological Research on Urban Society*, 3(1), 6-17.

Erkan, İ. (2021). Cognitive Response and How it is Affected by Changes in Temperature. *Building Research & Information*, 49(4), 399-416.

Erkan, İ. (2020b). Early Design Stage Analysis with Brain Imaging Method. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*, 44(44), 53-70.

Erkan, İ. (2020c). Investigation of the Contribution of Virtual Reality to Architectural Education. *Art, Design & Communication in Higher Education*, 19(2), 221-240.

Espinoza, M., Wang, R. M. & Iramina, K. (2018). Exploring Garden Design Composition and Its Effect on Psychophysiological and Behavioral Responses, *Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA) Conference "Shared Behavioral Outcomes", 20-22 Eylül, ABD.*

De la Fuente Suárez, L. A. (2020). Subjective Experience and Visual Attention to A Historic Building: A Real-World Eye-Tracking Study. *Frontiers of Architectural Research*, 9(4), 774-804.

Gidlow, C. J., Jones, M. V., Hurst, G., Masterson, D., Clark-Carter, D., Tarvainen, M. P., Smith, G. & Nieuwenhuijsen, M. (2016). Where to Put Your Best Foot Forward: Psycho-Physiological Responses to Walking in Natural and Urban Environments. *Journal of Environmental Psychology*, 0(45), 22-29.

Gilbert, S. J., Zamenopoulos, T., Alexiou, K., & Johnson, J. H. (2010). Involvement of Right Dorsolateral Prefrontal Cortex in Ill-Structured Design Cognition: An fMRI Study. *Brain Research*, 1312, 79-88.

Goel, V., & Pirolli, P. (1992). The Structure of Design Problem Spaces. *Cognitive Science*, 16(3), 395-429.

Guan, H., Hu, S., Lu, M., He, M., Zhang, X. & Liu, G. (2020). Analysis of Human Electroencephalogram Features in Different Indoor Environments. *Building and Environment*, 186, 107328.

Hu, L., & Shepley, M. M. (2022). Design Meets Neuroscience: A Preliminary Review of Design Research Using Neuroscience Tools. *Journal of Interior Design*, 47(1), 31-50.

Jung, J. Y., Cho, H. Y. & Kang, C. K. (2020). Brain Activity During a Working Memory Task in Different Postures: An EEG Study. *Ergonomics*, 63(11), 1359-1370.

Karakas, T. & Yildiz, D. (2020). Exploring the Influence of the Built Environment on Human Experience through A Neuroscience Approach: A Systematic Review. *Frontiers of Architectural Research*, 9(1), 236-247.

Khaleghimoghaddam, N., Bala, H. A., Özmen, G. & Öztürk, Ş. (2022). Neuroscience and Architecture: What Does the Brain Tell to An Emotional Experience of Architecture via a Functional MR Study?. *Frontiers of Architectural Research*, 11(5), 877-890.

Kim, J. & Kim, N. (2022). Quantifying Emotions in Architectural Environments Using Biometrics. *Applied Sciences*, 12(19), 9998.

Kim, T.H., Jeong, G.W., Baek, H.S., Kim, G.W., Sundaram, T., Kang, H.K., Lee, S.W., Kim, H.J. & Song, J.K. (2010). Human Brain Activation in Response to Visual Stimulation with Rural and Urban

Scenery Pictures: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Science of the Total Environment*, 408(12), 2600-2607.

Kirk, U., Skov, M., Christensen, M. S. & Nygaard, N. (2009). Brain Correlates of Aesthetic Expertise: A Parametric fMRI Study. *Brain and Cognitio*n, 69(2), 306-315.

Liang, C., Lin, C. T., Yao, S. N., Chang, W. S., Liu, Y. C. & Chen, S. A. (2017). Visual Attention and Association: An Electroencephalography Study in Expert Designers. *Design Studies*, 48, 76-95.

Llinares, C., Higuera-Trujillo, J. L. & Serra, J. (2021). Cold and Warm Coloured Classrooms. Effects on Students' Attention and Memory Measured Through Psychological and Neurophysiological Responses. *Building and Environment*, 196, 107726.

Llinares Millan, C., Higuera-Trujillo, J. L., Montañana i Aviñó, A., Torres, J. & Sentieri, C. (2021). The Influence of Classroom Width on Attention and Memory: Virtual-Reality-Based Task Performance and Neurophysiological Effects. *Building Research & Information*, 49(7), 813-826.

Lohmeyer, Q., Meboldt, M. & Matthiesen, S. (2013). Analysing Visual Strategies of Novice and Experienced Designers by Eye Tracking Application. *In DS 76: Proceedings of E&PDE 2013, the 15th International Conference on Engineering and Product Design Education*, Dublin, Ireland, 05-06.09. 2013 (pp. 202-207).

Lystad, R. P. & Pollard, H. (2009). Functional Neuroimaging: A Brief Overview and Feasibility for Use in Chiropractic Research. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 53(1), 59.

Martínez-Soto, J., Gonzales-Santos, L., Pasaye, E. & Barrios, F. A. (2013). Exploration of Neural Correlates of Restorative Environment Exposure Through Functional Magnetic Resonance. *Intelligent Buildings International*, 5(sup1), 10-28.

Mesias, A., Condia, B. & Thompson, D. (2018). Architecture Students in The Moment Creativity and Emotive Response During Design Tasks, *Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA) Conference "Shared Behavioral Outcomes"*, 20-22 Eylül, ABD.

Neale, C., Aspinall, P., Roe, J., Tilley, S., Mavros, P., Cinderby, S., Coyne, R., Thin, N., Bennett, G. & Thompson, C.W. (2017). The Aging Urban Brain: Analyzing Outdoor Physical Activity Using the Emotiv Affectiv Suite in Older People. *Journal of Urban Health*, 94(6): 869-880.

Nguyen, T. A. & Zeng, Y. (2010). Analysis of Design Activities Using EEG Signals. *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, Vol. 44137, pp. 277-286, New York.

Nguyen, T. A., & Zeng, Y. (2014a). A Preliminary Study of EEG Spectrogram of A Single Subject Performing a Creativity Test. *Proceedings of the 2014 International Conference on Innovative Design and Manufacturing (ICIDM), Montreal/Canada*, 13-15 Ağustos (pp. 16-21).

Nguyen, T. A. & Zeng, Y. (2014). A Physiological Study of Relationship Between Designer's Mental Effort and Mental Stress During Conceptual Design. *Computer-Aided Design*, 54, 3-18.

Nguyen, P., Nguyen, T. A. & Zeng, Y. (2015). Physiologically Based Segmentation of Design Protocol. In DS 80-11 *Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design (ICED 15) Vol 11: Human Behaviour in Design, Design Education; Milan, Italy*, 27-30.07. 15 (pp. 061-070).

Nguyen, T. A. & Zeng, Y. (2016). Effects of Stress and Effort on Self-Rated Reports in Experimental Study of Design Activities. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28, 1609-1622.

Nguyen, P., Nguyen, T. A. & Zeng, Y. (2018). Empirical Approaches to Quantifying Effort, Fatigue and Concentration in the Conceptual Design Process: An EEG Study. *Research in Engineering Design*, 0(29), 393-409.

Nyein, H. Y. Y., Bariya, M., Tran, B., Ahn, C. H., Brown, B. J., Ji, W., Davis, N. & Javey, A. (2021). A Wearable Patch for Continuous Analysis of Thermoregulatory Sweat at Rest. *Nature Communications*, 12(1), 1823.

Pallasmaa, J., Mallgrave, H. & Arbib, M. (2013). Architecture and Neuroscience, *Tapio Wirkkala Rut Bryk Foundation, Finlandiya.*

Roe, J., Aspinall, P., Mavros, P. & Coyne, R. (2013). Engaging the Brain: The Impact of Natural Versus Urban Scenes Using Novel EEG Methods in An Experimental Setting. *Journal of Environmental Sciences*, 1(2), 93-104.

Ruotolo, F., Rapuano, M., Masullo, M., Maffei, L., Ruggiero, G. & Iachini, T. (2024). Well-Being and Multisensory Urban Parks at Different Ages: The Role of Interoception and Audiovisual Perception. *Journal of Environmental Psychology*, 93, 102219.

Shin, Y. B., Woo, S. H., Kim, D. H., Kim, J., Kim, J. J. & Park, J. Y. (2015). The Effect on Emotions and Brain Activity by the Direct/Indirect Lighting in the Residential Environment. *Neuroscience Letters*, 0(584), 28-32.

Shemesh, A., Talmon, R., Karp, O., Amir, I., Bar, M. & Grobman, Y. J. (2017). Affective Response to Architecture–Investigating Human Reaction to Spaces With Different Geometry. *Architectural Science Review*, 60(2), 116-125.

Shemesh, A., Leisman, G., Bar, M. & Grobman, Y. J. (2021). A Neurocognitive Study of the Emotional Impact of Geometrical Criteria of Architectural Space. *Architectural Science Review*, 64(4), 394-407.

Şekerci, Y., Kahraman, M. U., Özturan, Ö., Çelik, E., & Ayan, S. Ş. (2024). Neurocognitive Responses to Spatial Design Behaviors and Tools among Interior Architecture Students: A Pilot Study. *Scientific Reports*, 14(1), 4454.

Tang, I.-C., Tsai, Y.-P., Lin, Y.-J., Chen, J.-H., Hsieh, C.-H., Hung, S.-H., Sullivan, W.C., Tang, H.-F. & Chang, C.-Y. (2017). Using Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) to Analyze Brain Region Activity When Viewing Landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 0(162), 137-144.

Turner, R. & Jones, T. (2003). Techniques for Imaging Neuroscience, *British Medical Bulletin*, 65(1), 3–20.

Valtchanov, D., Barton, K.R. & Ellard, C. (2010). Restorative Effects of Virtual Nature Settings. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 13(5), 503-512.

Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L.B., Gonzalez-Mora, J.L., Leder, H., Modroño, C., Nadal, M., Rostrup, N. & Skov, M. (2015). Architectural Design and the Brain: Effects of Ceiling Height and Perceived Enclosure on Beauty Judgments and Approach-Avoidance Decisions. *Journal of Environmental Psychology*, 0(41), 10-18.

Vecchiato, G., Tieri, G., Jelic, A., De Matteis, F., Maglione, A.G. & Babiloni, F. (2015). Electroencephalographic Correlates Of Sensorimotor Integration and Embodiment During the Appreciation of Virtual Architectural Environments. *Frontiers in Psychology*, 0(6), 1944.

Yurt, Y. D. (2018). Bilişsel Nörobilim Yöntemlerini Kullanan Tasarım Araştırmalarının İncelenmesi. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.