

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI

TARİHİ YAPILARDA ÇAĞDAŞ EK YAKLAŞIMLARININ
İNSAN ALGILARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
NÖROBİLİŞSEL ANALİZİ

Hazırlayan
Gamze Merve ŞENGÖNÜL

Danışman
Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI

Yüksek Lisans Tezi

Haziran 2023
KAYSERİ

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**TARİHİ YAPILARDA ÇAĞDAŞ EK YAKLAŞIMLARININ
İNSAN ALGILARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
NÖROBİLİŞSEL ANALİZİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Gamze Merve ŞENGÖNÜL**

**Danışman
Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FYL-2022-12201 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Haziran 2023
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Gamze Merve ŞENGÖNÜL

İmza

“Tarihi Yapılarda Çağdaş Ek Yaklaşımlarının İnsan Algıları Üzerindeki Etkilerinin Nörobilişsel Analizi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Gamze Merve ŞENGÖNÜL

İmza

Danışman

Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI

İmza

Mimarlık Anabilim Dalı Başkanı

Dr. Öğr. Üyesi Leyla KADERLİ

İmza



TEŞEKKÜR

Tezimin başından sonuna kadar bilgisi, görüşleri ve deneyimlerini bana aktararak verdiği kıymetli destekleri için değerli danışmanım Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI'ya tüm kalbimle teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni hep desteleyen, farklı bakış açıları ve akademik katkılarıyla bu yolda beni yüreklendiren ve aydınlatan babam Prof. Dr. Ahmet ŞENGÖNÜL'e, her konuda yardım ve fedakârlığı sağlayan emeklerini asla ödeyemeyeceğim annem Suna ŞENGÖNÜL'e, varlıklarıyla bana güç veren ve motive eden kardeşlerim Gizem ve Rüya ŞENGÖNÜL'e sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmamın çeşitli aşamalarında bana destek olan, ilgi ve önerilerini eksik etmeyen Prof. Dr. Sevda İSMAİLOĞULLARI'na, Prof. Dr. Alp ERİLLİ'ye, Prof. Dr. Oğuz KAYNAR'a, Doç. Dr. Hale KOZLU'ya, Dr. Öğr. Üyesi Gamze PEHLİVAN'a, Dr. Öğr. Üyesi Eda DAĞDEVİR'e, Dr. Öğr. Üyesi Sefer DARICI'ya ve Dr. Öğr. Üyesi Özlem POLAT'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın deneysel aşamasında ihtiyaç duyduğum laboratuvar, cihaz vb. altyapı ve malzeme kaynaklarına erişimi sağladığı için Sayın Rektörümüz Prof. Dr. Fatih ALTUN'a ayrıca teşekkürler ederim.

Tez savunmamda değerli yorum ve önerileri ile önemli katkılarda bulunan Sayın hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül AKŞEHİRLİOĞLU'na ve Dr. Öğr. Üyesi Ömür SALTİK'a teşekkür ederim.

Bu tez, TÜBİTAK 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı tarafından desteklemiştir.

Gamze Merve ŞENGÖNÜL

Haziran 2023, KAYSERİ

TARİHİ YAPILARDA ÇAĞDAŞ EK YAKLAŞIMLARININ İNSAN ALGILARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN NÖROBİLİŞSEL ANALİZİ

Gamze Merve ŞENGÖNÜL

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2023
Danışman: Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI**

ÖZET

Tarihi yapılar bulundukları bölgenin kültürünü ve izlerini taşıyan değerli oluşumlardır. Bu önemli yapıların süreç içinde geçirdiği değişim ve dönüşümler nedeni ile yeni mekân gereksinimleri oluşmakta ve tarihi dokulara yeni ekler tasarlanmaktadır. Bu ekler uluslararası koruma sözleşmelerinde kabul görmesine karşın, insanların algılarında farklılıklara neden olabilmektedir. Bu tez kapsamında, tarihi yapılara getirilen çağdaş eklerin insanlar üzerindeki algısal etkilerinin nörobilişsel bir yöntem ile ölçülüp ölçülemeyeceği sorusuna yanıt aranmış; bireylerin uyum ve zıt tasarım yaklaşımlarından nasıl etkilendikleri araştırılmıştır. 20 gönüllü katılımcı ile gerçekleştirilen deneysel çalışmada dünyada uygulanan ve çağdaş ek içeren yapı görselleri, beyinsel aktiviteyi ölçen EEG cihazı kullanılarak katılımcılara izletilmiş ve eş zamanlı olarak görsel uyaranlara verdikleri tepkiler 11 adet EEG kanalından kaydedilmiştir. Görsel uyaranlardan oluşan tepki dalgalarının ilk 300 milisaniyede meydana gelen en büyük pozitif potansiyelin göstergesi olan P300 dalga verileri, çalışmanın tüm analizlerinde kullanılmıştır. Kaydedilen tepki dalgalarının sayısal değerleri ilk olarak yapay zekâ ve makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak önem sırasına göre sıralanmıştır. Elde edilen bulgular, katılımcıların tümünün EEG kanallarından alınan sinyallerinde uyum ve zıtlık görsellerine karşı verdikleri tepkilerin istatistiki olarak birbirlerinden farklı olduğunu desteklemektedir. P300 dalgasına ait verilerde potansiyel bir tepkinin oluşması sayısal değerlerde pozitif, potansiyel bir tepkinin oluşmadığı ya da tepkisiz kaldığı durumlar ise negatif sonuçlara yol açmaktadır. EEG analizleri sonucunda, uyum görsellerine verilen tepkilerin pozitif, zıtlık görsellerine verilen tepkilerin ise negatif değerlerde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu analize ek olarak, katılımcılardan izledikleri yapı görsellerinin anket yoluyla

puanlanması da istenmiştir. Böylece anket sonuçları ile EEG analiz sonuçlarının birbiri ile uyumlu olup olmadığı ortaya konmuştur. Her iki yöntem için de katılımcıların uyum ve zıtlık tasarım yaklaşımlarına verdikleri tepkilerin büyük oranda birbirini desteklediği tespit edilmiştir. Bireylerin çoğunlukla hangi çağdaş ek tasarım yaklaşımını tercih ettiği ve benimsediğine dair elde edilen bulguların mimarlara tasarım sürecinde fikir verebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tarihi Yapılar, Çağdaş Ek, Nöromimari, EEG, Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi.



**NEUROCOGNITIVE ANALYSIS OF THE EFFECTS OF CONTEMPORARY
ADDITIONS APPROACHES IN HISTORIC BUILDINGS ON HUMAN
PERCEPTIONS**

Gamze Merve ŞENGÖNÜL

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, June 2023**

Supervisor: Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI

ABSTRACT

Historical buildings are valuable formations that carry the culture and traces of the region in which they are located. Due to the changes and transformations that these important structures have undergone in the process, new space requirements are created and new additions to historical textures are designed. Although these new additions are accepted in international protection conventions, they may cause differences in people's perceptions. Within the scope of this thesis, an answer has been sought to the question of whether the perceptual effects of contemporary additions to historical buildings can be measured by a neurocognitive method; how individuals were affected by harmony and contrasting design approaches was investigated. In the experimental study carried out with 20 volunteer participants, the visuals of buildings applied in the world and containing contemporary additions were shown to the participants using an EEG device that measures cerebral activity, and their responses to visual stimuli were recorded simultaneously from 11 EEG channels. P300 wave data, which is the indicator of the largest positive potential occurring in the first 300 milliseconds of the response waves consisting of visual stimuli, is used in the whole analysis of the study. The numerical values of the recorded response waves were first ranked in order of importance by using the artificial intelligence and machine learning algorithms. The statistical findings support that the responses of all participants to the images of harmony and contrast in the signals received from the EEG channels are statistically different from each other. The occurrence of a potential response in the data of the P300 wave leads to positive results in numerical values, while the cases where a potential response does not occur or remain unresponsive lead to negative results. As a result of the EEG analysis, it was concluded that the responses to the harmony images were positive and the responses to

the contrast images were negative. In addition to this analysis, the participants were also asked to score the building visuals they watched by means of a questionnaire. Thus, it was revealed whether the results of the survey and the results of the EEG analysis were compatible with each other. For both methods, it was determined that the responses of the participants to the harmony and contrast design approaches were largely compatible. It is thought that the findings about which contemporary additional design approach individuals prefer and adopt can give architects an idea during the design process.

Keywords: Historic Buildings, Contemporary Additions, Neuroarchitecture, EEG, Artificial Intelligence and Machine Learning.



İÇİNDEKİLER

TARİHİ YAPILARDA ÇAĞDAŞ EK YAKLAŞIMLARININ İNSAN ALGILARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN NÖROBİLİŞSEL ANALİZİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	x
KISALTMALAR	xiii
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
GRAFİK LİSTESİ	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Tezin Amaç ve Hedefleri.....	3
1.2. Tezin Kapsamı	4
1.3. Tezin Özgün Değeri.....	5
1.4. Hipotez.....	5

2. BÖLÜM

TARİHİ YAPILARDA KORUMA YAKLAŞIMLARI

2.1. Tarihi Yapılarda Koruma	6
2.2. Tarihi Yapılarda Tasarım Yaklaşımları ve Çağdaş Ek Uygulamaları	11
2.2.1. Uyum	19
2.2.1.1. Benzerlik/Taklit ile Uyum	19
2.2.1.2. Bağlamıyla İlişkili Uyum.....	26
2.2.2. Zıtlık	29
2.2.2.1. Bağlamına Uygun Zıtlık	30

2.2.2.2. Tasarımsal Zıtlık.....	37
---------------------------------	----

3. BÖLÜM

NÖROLOJİ VE MİMARLIK

3.1. Algı ve Mekân	43
3.1.1. Algıyı Oluşturan ve Etkileyen Faktörler.....	44
3.1.2. Mekanların Algılanması	46
3.2. Sinir Bilimi	50
3.2.1. Nörogörüntüleme Teknikleri	53
3.2.1.1. Pozitron Emisyon Tomografisi (PET).....	54
3.2.1.2. Manyetoensefalografi (MEG)	55
3.2.1.3. Elektrokortikografi (EKoG)	56
3.2.1.4. Fonksiyonel Yakın kızılötesi spektroskopi (FNIRS).....	56
3.2.1.5. Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (FMRI).....	57
3.2.1.6. Elektroensefalografi (EEG)	58
3.2.1.6.1. EEG Yönteminin Tercih Edilme Nedenleri.....	60
3.2.1.6.2. EEG Sinyallerinin Frekans Dalga Aralıkları	62
3.2.1.6.3. Elektrot Yerleşim Sistemi.....	63
3.2.2. Beyne Ait Bölgeler	65
3.2.3. Nöromimari Kavramı	68
3.2.4. Nöromimari Alanında Yapılan Çalışmalar	72
3.3. Yapay Zekâ ve Mimarlık.....	85
3.3.1. Yapay Zekâ	85
3.3.1.1. Makine Öğrenmesi.....	89
3.3.1.2. K-Ortalamlar (K-Means) Algoritması.....	90
3.3.2. Mimarlıkta Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi.....	93

4. BÖLÜM

MATERYAL VE NÖROBİLİŞSEL ANALİZ

4.1. Yöntem ve Deneysel Tasarım	100
4.1.1. Yapılan Ön Çalışmalar ve Alınan İzinler	107
4.1.2. Deney İçin Oluşturulan Kayıt Düzenneği	108
4.1.3. Tezin Sınırlılıkları	111
4.1.4. Verilerin Toplanması ve Kayıt Süreci.....	112
4.1.5. Verilerin İşlenmesi	114

4.2. Verilerin Analizi	115
4.2.1. Verilerin Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi Metodu İle Analizi	117
4.2.1.1. K-Ortalamalı Kümeleme Algoritması İle Analiz.....	118
4.2.1.2. Algoritmaların Değerlendirilmesi	120
4.2.2. Verilerin İstatistiksel Analizi.....	122
4.2.2.1. Normallik Varsayımı ve Testleri	123
4.2.2.2. Varyansların Eşitliği Varsayımı ve Testleri	124
4.2.2.3. Değişkenler, Hipotezler ve T-test Analizi	124
4.3. Analiz Sonuçları	125
4.3.1. EEG Verilerine Ait Sonuçlar	125
4.3.2. Anket Verilerine Ait Sonuçlar	134
4.3.3. EEG ve Anket Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	136
5. BÖLÜM	
SONUÇ VE ÖNERİLER	
KAYNAKÇA	141
EKLER.....	157
EK 1. Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayı	157
EK 2. Erciyes Üniversitesi Klinik Mühendisliği Araştırma ve Uygulama	
Merkezi (ERKAM) Altyapısının Kullanım Onay İzni.....	158
EK 3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (Bgof) Örneği	159
ÖZGEÇMİŞ.....	160

KISALTMALAR

PET : Pozitron Emisyon Tomografisi

MEG : Manyetoensefalografi

EKoG : Elektrokortikografi

FNIRS : Fonksiyonel Yakın kızılötesi spektroskopi

FMRI : Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme

EEG : Elektroensefalografi

ERKAM : Erciyes Üniversitesi Klinik Mühendisliği Araştırma ve Uygulama Merkezi

γ : gama

β : beta

α : alfa

θ : teta

δ : delta

mn. : milisaniye

Hz : Hertz

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1. Deneylerde katılımcılara gösterilen “Uyum” kategorisine ait görseller	102
Tablo 2. Deneylerde katılımcılara gösterilen “Zıtlık” kategorisine ait görseller	104
Tablo 3. Katılımcılara ait demografik özellikler	106
Tablo 4. Kümelemede etkili olan değişkeni bulmak için kullanılabilecek modeller	121
Tablo 5. Tüm katılımcılar genelinde Normallik Test sonuçları	126
Tablo 6. Tüm katılımcılar genelinde 11 kanal için Levene ve T-Testi sonuçları	130
Tablo 7. Tüm katılımcılar genelinde yapılan ankete ait Normallik Test sonuçları	134
Tablo 8. Tüm katılımcılar genelinde yapılan ankete ait Levene ve T-Testi sonuçları ..	135
Tablo 9. Katılımcıların EEG ve anket yönteminden alınan sonuçların eşleşme durumları	136

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1. Verilerle elde edilen kümelerin oluşmasında etkili özelliklerin önem grafiği	122
Grafik 2. Katılımcıların 11 kanal için uyum ve zıtlık görsellerine verdikleri tepkiler.....	133



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kategorilere ayrılan 5 farklı tasarım ilkesi	14
Şekil 2. Yahudi Müzesi	21
Şekil 3. Yahudi Müzesi pencere detayları.....	22
Şekil 4. Geleneksel Alaçatı evi ve taklit ile tasarlanan yeni konut	23
Şekil 5. Alaçatı’da taklit ile yapılan yeni konutlar.....	24
Şekil 6. Beyaz Saray Yapısı	25
Şekil 7. Gölge Ev	28
Şekil 8. Hunsett Mill Değirmeni	29
Şekil 9. Cotswolds'daki geleneksel konut	32
Şekil 10. Kristal Evler	33
Şekil 11. Voltigeurs De Québec Cephaneliği	34
Şekil 12. Voltigeurs De Québec Cephaneliği yeni ek binası	35
Şekil 13. Şeker Binası	35
Şekil 14. Gertrude Ederle Dinlenme Merkezi.....	36
Şekil 15. Jaizkıbel Öğrenci Yurdu	39
Şekil 16. Jaizkıbel Öğrenci Yurdu yeni ek binası	40
Şekil 17. Ev 3 Yapısı.....	40
Şekil 18. Casa Delphin geleneksel konutu	41
Şekil 19. Doğrudan ve yapısal algının oluşum şeması.....	44
Şekil 20. Çevresel uyaranların algı ve davranışları etkileme akışı	45
Şekil 21. Belirli koşul ve özelliklere bağlı olarak insanlarda algının oluşum süreci	46
Şekil 22. Nöronların yapısı	51
Şekil 23. PET taraması ile görüntülenmiş bir Alzheimer hastasının beyni	54
Şekil 24. MEG yöntemi ile ölçümün yapılması	55
Şekil 25. Elektrokortikografi yöntemi ile elektriksel aktivitenin ölçümü.....	56
Şekil 26. FNIRS yönteminin çalışma prensibi.....	57
Şekil 27. FMRI yöntemine ait beyinsel aktivite görseli.....	58
Şekil 28. İlk dönemlere ait EEG çekimi.....	59
Şekil 29. Hans Berger ve ilk EEG dalgaları.....	60
Şekil 30. Kafaya yerleştirilen kep ve beyinsel aktiviteye ait dalgalar	61

Şekil 31. EEG sinyallerinin frekans dalga aralıkları	63
Şekil 32. 10-20'lik elektrot dizilimi	64
Şekil 33. 10-20'lik elektrot ölçülendirmesi.....	65
Şekil 34. Beyne ait lobların isimleri.....	66
Şekil 35. Sinir bilimi ve mimarlık arasındaki ilişki	69
Şekil 36. Nöromimarinin diğer alanlarla ilişkisi ve hedefleri	71
Şekil 37. Deneye katılan mimarın tefriş yaparken EEG kaydının alınması.....	73
Şekil 38. Taşınabilir EEG cihazı ile katılımcının şehirde dolaşma deneyi	74
Şekil 39. Çalışmada kullanılan aydınlatma türüne ait deney düzeneği.....	75
Şekil 40. VR ve EEG cihazı ile sanal ortamın deneyimlendiği deney düzeneği	75
Şekil 41. Katılımcıların EEG cihazı ile fiziksel çevrede dolaşmasına ait deney	76
Şekil 42. Yatak konumlarına göre düzenlenen deney düzeneği	77
Şekil 43. Cami iç mekânının farklı renklerle oluşturulmuş sanal ortam görselleri.....	77
Şekil 44. Katılımcılara deney sırasında gösterilen sanal ve gerçek yatak görselleri	78
Şekil 45. Katılımcılara gösterilen cami yapısına ait farklı tasarım formları	79
Şekil 46. Dini yapıların maneviyat duygusunun gelişiminin araştırıldığı deney	80
Şekil 47. Eğitim mekânlarındaki soğuk ve sıcak renk tonlarına ait görsel çeşitleri	80
Şekil 48. Katılımcılara sunulan geleneksel ve modern ticaret mekânlarına ait görseller.....	81
Şekil 49. VR ve EEG cihazları ile iç mekânın sanal ortamda algılanması deneyi.....	82
Şekil 50. Yatak ve pencere konumunun araştırıldığı sanal deney görselleri	83
Şekil 51. Elbow yöntemi ile k sayısının bulunması	92
Şekil 52. Silhouette yöntemi ile k sayısının bulunması	92
Şekil 53. Distance Map yöntemi ile k sayısının bulunması	93
Şekil 54. Deney sürecini temsil eden şema	107
Şekil 55. EEG kayıtlarının yapıldığı Faraday odası	107
Şekil 56. Verilerin toplanması için çalışmada kullanılan EEG cihazı	108
Şekil 57. Çalışmada kullanılan EEG kepi ve cihazla yapılan kablo bağlantıları	109
Şekil 58. Elektrotlarda oluşan dirençlik değerlerini ifade eden ara yüz ve katılımcıyla olan bağlantısı	110
Şekil 59. Katılımcılara gösterilen deneysel tasarım modeli.....	112
Şekil 60. Kayıtların hangi elektrot kanallarından alındığının gösterimi	113
Şekil 61. Sağlıklı gönüllüden alınan EEG kayıt anına ait görseli	113
Şekil 62. Farklı katılımcılara ait filtrelenmiş EEG sinyal dalgaları	114

Şekil 63. Elbow, Silhouette ve Distance Map yöntemleri kullanılarak veriler için belirlenen küme sayısı.....	119
Şekil 64. Sisteme girilen verilerden oluşturulan kümelere ait veri sayıları	120
Şekil 65. Verilerle oluşturulan kümelerin 3 boyutlu dağılımı.....	120



GİRİŞ

Mimaride restorasyon kavramı, günümüze kadar ulaşabilmiş tarihi ve kültürel değerlere sahip yapıların çeşitli bilimsel tekniklerin uygulanmasıyla topluma ve kente yeniden kazandırılması ve gelecek nesillere aktarılabilmesi için yapılan koruma çalışmalarının tümüdür. Bu koruma çalışmaları içerisinde sağlamlaştırma (konsolidasyon), bütünleme (reintegrasyon), yeniden kullanım/yeni işleve uyarlama (renovasyon), yeniden yapım (rekonstrüksiyon), yeni yapılar ekleme (çağdaş ek), temizleme (liberasyon) ve taşıma gibi restorasyon teknikleri bulunmaktadır. Bu tekniklerden biri ya da birçoğu tercih edilerek tarihi yapının mevcut eksiklikleri ve gereklilikleri giderilebilmektedir. Restorasyon ve koruma çalışmaları tamamlanan yapının yeniden kullanımını sağlamak, yapının yıpranmasını önlemek, topluma kültürel ve ekonomik bir değer olarak kazandırmak açısından oldukça önemlidir. Tarihi binaların kente ve topluma yeniden kazandırılması ve günümüz gereksinimlerine ayak uydurabilmesi için yapının yeniden değerlendirilmesi, özgün ya da farklı işlevin verilmesi, yeniden işlevlendirilen yapıların yeni mekân ihtiyaçlarını karşılamak için yeni eklerin getirilmesi söz konusu olmaktadır.

Tarihi dokuda çağdaş ek yaklaşımı oldukça ciddi ve üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Bu konu hem akademik ve bilimsel camiada hem de halk arasında tartışılmaktadır. Bazı gruplar yeni eklerin çağın izini ve dilini taşımasına sıcak bakarken, diğer gruplar çağdaş malzeme ile yapılan yeni eklere şiddetle karşı çıkmakta ve orijinal yapıya uyumlu tasarımları benimsemektedir. Bilimsel anlamda bu iki tezat yaklaşımın da kabul gördüğü bilinmektedir. Venedik Tüzüğü, Amsterdam Bildirgesi, Atina Kartası gibi uluslararası sözleşme ve kartalar incelendiğinde, bu iki tezat yönteminde uygulamasının mümkün olduğu belirtilmektedir. Tarihi yapıya zarar verilmemesi, getirilen eklerin dönüştürülebilir olması ve tarihi yapıdan ayrı bir ek olduğunun fark edilebilir olması kaydı ve şartı ile iki tezat yaklaşım da kabul edilmektedir. Bilimsel anlamda kabul görmesine rağmen hem akademik ortamlarda hem

kullanıcı düzeyinde mevcut olan bu tartışmanın algısal olarak etkileri üzerinde araştırma yapılmak istenmiş ve tez kapsamı bu çerçevede oluşturulmuştur.

İnsanların algılarını ve tercihlerini etkileyen bir takım çevresel faktörlerin varlığı bilimsel olarak bilinen bir gerçektir. Bu çevresel etkenler, her türlü görsel, işitsel ve dokunsal uyarandan oluşmaktadır. Fakat algıyı önemli ölçüde etkileyen ve şekillenmesinde rol oynayan en büyük faktör, görsel uyaranlardır. Dış ortamdan gelen bu görsel uyaranlar, beyne iletilerek yorumlanmaktadır. İnsan ve mekân ilişkisi, bu uyaranların zihinde oluşturduğu algılar ile kurulmaktadır. Bu sayede bireyler, çevrelerine ve içinde bulundukları mekânlara olumlu veya olumsuz tepkiler oluşturmaktadır. Bu tepkiler her ne kadar sözlü olarak ifade edilebilse de insan beyninde oluşan tepkinin gerçekte ne olduğu ve şiddeti hakkında bir sonuca ulaşılması mümkün değildir. Bu noktada kanıta dayalı deneysel ölçümlerin kullanılarak görsel uyaranlara verilen tepkilerin şiddetinin ve sayısal karşılığının hesaplamasının önemi ortaya çıkmaktadır. Kanıta dayalı bu deneysel ölçümler için de çeşitli nörogörüntüleme yöntemlerine başvurulması gerekmektedir. Bu yöntemlerin kullanılarak insan beynine ait ilgili bölgelerden elde edilen nörolojik verilerin analizi için ise yapay zekâ ve makine öğrenmesi metotlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yapay zekâ ve nörogörüntüleme yöntemleri ile insanlara ait beyinsel aktivitelerin ölçümü ve analizleri yapılabilmektedir. Bu sayede görsel uyaranların zihinsel olarak algılanması sonrasında, beyinde bu uyaranlara verilen tepkilerin ne olduğu hakkında değerlendirmelerin yapılması mümkün olmaktadır.

Tarihi dokuda çağdaş ek yaklaşımlarına ait yapı kütlelerinin insanlara ait birer görsel uyaran olduğu kabul edildiğinde, bu tasarım yaklaşım farklılıklarının bireyler üzerindeki algısal etkileri deneysel yöntemlerle ölçülmeye çalışılmıştır. Verilen olumlu ya da olumsuz tepkiler hakkında bir sonuca varılabileceği düşünülerek gerçekleştirilen bu çalışmada, çağdaş ek yapı tasarımında uygulanan uyum ve zıtlık yaklaşımlarının insanlar üzerinde oluşturduğu tepkiler deneysel yöntemle ölçülmüştür. İnsanlardan elde edilen algısal tepkilerin analizinin yapılarak, çoğunlukla hangi tasarım yaklaşımının tercih edildiği ve benimsendiği bu tez çalışması kapsamında araştırılmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Tezin Amaç ve Hedefleri

Koruma uygulamaları sonrasında, insanların tarihi yapılara eklenen hangi çağdaş ek tasarım yaklaşımını tercih ettikleri ve algısal olarak daha fazla tepki verdikleri gibi, yapı kullanıcılarını ve ziyaretçilerini merkeze alan bu sorulara, yapılan önceki çalışmalarda genel çerçevede bir cevap aranmamıştır. İnsanların algısal olarak, tarihi yapının mekânsal ihtiyaçlarını gidermek için getirilen çağdaş eklerin kurduğu uyum veya zıtlık ilişkisine nasıl tepki verdikleri, buna bağlı olarak bu tasarım yaklaşımlarının insanların sezgisel karar-tercih stratejileri üzerindeki etkisi üzerinde araştırma yapılmamıştır. Bu bağlamda bu tezde ele alınacak asıl konu, tarihi yapıya getirilen çağdaş ek yaklaşım farklılıklarının insanlar üzerindeki algısal etkilerinin nörobilişsel bir yöntem ile ölçülmesi ve istatistiki olarak analizinin yapılması hakkında olacaktır.

Restorasyon ve koruma alanında yapılan literatür incelemesi sonucunda araştırıldığı kadarıyla, yeniden kullanım ve yeni yapı tasarımında insanların algısal olarak nasıl etkilendiklerine yönelik detaylı çalışmaların yapılmadığı görülmüştür. Bu noktadan hareketle bu tezin amacı, eksik bulunan bu araştırmanın ele alınması, yeni yapı tasarım yaklaşımlarının insanlar üzerindeki etkilerinin nörobilişsel bir yöntem ile ölçülmesi ve analizinin yapılması olarak belirlenmiştir. Tarihi yapıların korunmasına yönelik uygulanan çağdaş eklerin kullanımı konusunda farklı bir bakış açısının sunulması, buna ek olarak restorasyon ve koruma politikası geliştirmek için bir ön çalışma yapılması hedeflenmektedir. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın, tarihi yapılara uygulanacak koruma yaklaşımları adı altında çağdaş ek uygulamaları tasarımcıya rehber olması beklenmektedir.

Diğer yandan literatürdeki önceki çalışmalar incelendiğinde, daha önce koruma alanında yapay zekâ ve makine öğrenmesi metodu ve EEG yönteminin kullanılmadığı izlenmiştir. Tezde kullanılacak bu yöntemlerle birlikte amaçlanan diğer hedefler ise mimarinin yapay zekâ ve makine öğrenmesi alanındaki kullanımını yaygınlaştırmak, nörogörüntüleme yöntemlerinden biri olan EEG cihazının mimarlık alanında kullanımını popülerleştirmek ve koruma alanına farklı bir bakış açısı ortaya koymak şeklinde sıralanabilir. Bununla birlikte bu tezde, öncelikli alanlara ait yapay zekâ ve makine öğrenmesi metodunun uygulanmasıyla, özellikle restorasyon ve koruma alanında bundan sonraki çalışmalarda yapılacak algısal incelemelerin yaygınlaşması ve gelişmesine öncülük etmesi beklenmektedir.

1.2. Tezin Kapsamı

Çalışmada; koruma alanında uygulanan çağdaş ek tasarım yaklaşımları ve nöroloji alanının mimariyle birleştiği nöromimarlık kavramı ele alınmıştır. Bu nedenle çalışmanın kapsamı hem kavramsal hem de deneysel değerlendirmeler temelinde oluşmaktadır.

Çalışma beş bölüm halinde yürütülmüştür. Birinci bölüm olan giriş bölümünde tezin amaç ve hedefleri, kapsamı, özgün değeri ve hipotezi ele alınmaktadır. İkinci bölümde; tarihi yapılarda koruma, tasarım yaklaşımları ve çağdaş ek uygulamaları üzerinde durulmaktadır. Üçüncü bölümde; algı ve mekân kavramları, sinir bilimi ve mimarlık ilişkisi, nöromimari kavramı, yapay zekâ ve makine öğrenmesi ile mimarlık ilişkisi ele alınmaktadır. Dördüncü bölümde; deney ve kayıt süreci, verilerin toplanması ve işlenmesi gibi yöntem ve deneysel tasarıma ait bilgiler verilmektedir. Bununla birlikte bu bölüm, tez kapsamında seçilmiş yapı görsellerinin gönüllü katılımcılara gösterilerek elde edilen verilerin, yapay zekâ ve makine öğrenmesi metodu ile analizini ve istatistiksel testlerin sonuçlarını kapsamaktadır. Beşinci bölümde ise elde edilen test sonuçlarına ait değerlendirmeler ve öneriler yer almaktadır.

1.3. Tezin Özgün Değeri

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda tarihi yapılara uygulanan yeni yapı tasarımların yaklaşımlarının, insanlar üzerindeki nörobilişsel incelemesinin yapılmadığı görülmüştür. Yapılan önceki çalışmalar incelendiğinde gözlem, anket ve görüşme gibi kanıta dayalı olmayan yöntemlere başvurulmuştur. Ayrıca bu tezde kullanılan yöntem, restorasyon ve koruma alanında daha önce hiç kullanılmamış olan yapay zekâ ve makine öğrenmesi metoduna dayanmaktadır. Bununla birlikte araştırılan konu, nörobilişsel yöntemlerden biri olan EEG (Electroencephalography) ölçümü ve bilgisayar program analiz yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen verilerin istatistiki testleri yapılarak her iki yöntem ile tarihi yapılarda çağdaş ek yapı uygulamaları sonrası insanların algılarında istatistiki anlamda fark olup olmadığı kanıta dayalı bir yöntemle irdelenmiştir. Koruma alanında ilk kez kullanılan bu yöntem, tezin özgün değerini oluşturmaktadır.

1.4. Hipotez

Bu çalışmada test edilecek hipotez, “Çağdaş koruma uygulamalarında tarihi yapılara farklı yaklaşımlar ile uygulanan çağdaş ekler, insanların algılarında ve verdikleri olumlu/olumsuz tepkilerinde anlamlı farklılıklar ortaya çıkarabilir” şeklinde olacaktır. Başka bir ifadeyle, tarihi yapılara getirilen yeni ekler, insanların algılarını, farklı tasarım yaklaşımları için farklı şekilde etkileyebilir. Algı kişiden kişiye değişen bir kavram olduğundan dolayı, bir genellemeye ulaşmak belki de mümkün olmayacaktır. Bu da tezin beklenen sonuçlarından biridir. Söz konusu algılar/tercihler yaş, cinsiyet, eğitim gibi demografik özelliklere göre farklılık gösterebilir.

2. BÖLÜM

TARİHİ YAPILARDA KORUMA YAKLAŞIMLARI

2.1. Tarihi Yapılarda Koruma

“İçinde yaşayanlar yok olsa da, onları çevreleyen mekânların ayakta olması bizler ve gelecek kuşaklar için yaşayan tarih olarak çok önemlidir.” Zeynep Ahunbay

Kültürel miras ve gelenekleri geçmişten günümüze aktaran tarihi çevreler ve beraberindeki tarihi yapılar, birçok yönüyle çağımızla güçlü ilişkiler oluşturmakta bununla birlikte, toplumun ve kentin hafızasında önemli mekânlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Yalçınkaya vd., 2019). Diğer yandan tarihi çevreler insanların geçmişle olan bağlarını kuvvetlendirmekte ve gelecekle ilişkisini de pekiştirmektedir. Aynı zamanda tarihi çevrenin yapıldığı döneme ait yapım tekniği, malzeme gibi kimliğine dair detaylardan fikir edinmemizi sağlamaktadır. Oluşan bu tarihi süreklilik sayesinde, yapının özgünlüğü ve kültürel kimliği geleceğe aktarılabilmekte bununla birlikte geçmişin bir parçası olan tarihi doku çağımıza ayak uydurarak günümüz parçasına dönüşmektedir (Kayan, 2020).

John Ruskin ve Viollet-le-Duc'ün bina koruması hakkındaki teorileri genel olarak, hem tarihi bir binanın koruma uygulamalarına yönelik hem de tarihi bir binaya ilave yapılması gerektiğini içermektedir. Ruskin, binaların düzenli bakım yoluyla korunmasını önermekte iken Le Duc ise binaların agresif restorasyonuna inanmakta ve mükemmel bir duruma ulaşana kadar binaların iyileştirmelerini teşvik etmektedir (Torres, 2009).

Nevzat Sayın tarihi çevrelere yapılacak müdahaleleri, “*Gördüğüm her şeyi korumak, yapı bittikten sonra da ilk gördüklerimi hala görmek istiyorum.*” diyerek net bir şekilde dile getirmiştir. Sevim Aslan ise “*Bu camiada koruma farklı, mimari tasarım farklı gibi davranmayı, bunları ayırıyor olan yaygın kanıyı algılayamıyorum.*” sözüyle yeni yapı tasarımı ve eskiyi korumanın bir bütün olduğunu savunmuştur (Ertaş, 2017).

John Ruskin’ in tarihi koruma hakkındaki teorileri, mimari ilkelerin temeli olarak yazılmış olan “*Mimarlığın Yedi Lambası*” adlı kitabında yer almaktadır. Kitapta, restorasyonlara karşı binaların korunmasına ve bir binanın doğal çürüme sürecine destek vermektedir. Ruskin, mükemmel olarak ortaya çıkarılan bir bina fikrinden ziyade, binaların zamanla bakımının yapılmasına şiddetle inanmış ve harabelerin güzelliğini vurgulamıştır. Yapının evrim geçirdikçe tarihi bir kitap olarak okunması gerektiğini ve bu kitapta binanın kullanıcılarının veya inşaatçıların zaman içinde kendi karakterlerinin yapıya nasıl bir katkıda bulunduğunun eklenmesini de öne sürmüştür. Fransız mimar Viollet-le-Duc’ün ise korumaya yönelik tamamen farklı bir yaklaşımı vardır. Viollet-le-Duc’e göre “*Bir binayı restore etmek onu korumak, onarmak veya yeniden inşa etmek değildir; onu, herhangi bir zamanda asla var olamayacak bir bütünlük durumunda eski haline getirmektir.*” Buna göre Viollet-le-Duc eski bir binanın restorasyonu yapılırken orijinal detayları değiştirmeyi ve yenilerini eklemeyi savunmaktadır. Bunun örneği ise 1844’te kendisine restorasyon görevi verildiğinde Paris’teki Notre Dame Katedrali’nde yaptığı restorasyon çalışmasıdır. Buna bir dizi orta çağ binalarının restorasyonlarını da ekleyebiliriz. Le-Duc’ün bu restorasyonlarında asıl amacı, yapıyı güncellemek, onu mükemmel stil idealine dönüştürmektir (Ruskin, 1994; Akt. Torres, 2009).

Bu denli önemli tarihi dokuların tekrardan düzenlenmesi, yeniden kullanımı ve getirilen çağdaş yapı ve eklerle günümüze ayak uydurması ve sürekliliklerinin sağlanması oldukça önemlidir. Bu şekilde tarihi çevreler için aktif bir koruma yöntemi mümkün olmaktadır (Yalçınkaya vd., 2019). Geçmişin günümüze ulaşmasındaki bu önemli rol üstlenilmeli ve bugünü geleceğe saygılı ve sağlıklı biçimde aktarmaya yardımcı olacak koruma kavramı olduğundan fazla dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte sadece tarihi yapılar değil beraberindeki tarihi çevre de korunması gerekli kültürel miraslardır (Kayan, 2020).

Tarihi yapılara yeni ek tanımı, belirli ihtiyaçlar çerçevesinde mevcut dokunun formuna yine başka formda ilave yapının takılması şeklinde ifade edilebilir (Şahin, 2011). Günümüz şartlarına bağlı olarak dönüşüme\değişime uğrama ve duyulan yeni mekân ihtiyacı sebebiyle eski yapılara yeni eklerin getirilmesi söz konusu olmaktadır (Büyükmihçi ve Kılıç, 2015). Geçmişten bugüne değişen hayat tarzı ve bulunulan bağlamın değişim sürecine girmesi ve tarihi yapıların yeniden kullanımı ile birlikte modern yapı ihtiyacı beklenen bir durumdur (İslamoğlu, 2018).

Şahin (2011) “*Ek*” kavramı, müdahale edilen bölgeyi kapsayan, saran ve bütünleyen bir olgu olarak ifade etmiştir. Bu şekilde yeni yapı, eskiyle birleşmeye ve onunla beraber değişmeye başlamaktadır. Yeni ekin eskiyle olan bu birlikteliği Şahin’e (2011) göre geleneksel tasarımın her sürecinde mevcuttur ve bu durumu “*Yanılsama*” olarak tanımlamıştır.

Tarihi yapıların bulunduğu çevreye, topluma ve günümüze uyum sağlaması ve entegre olması aynı zamanda kültürel mirasın yok olmaması, günümüze aktarılabilmesi için başvurulacak yeniden kullanım ve yeni eklerin yaratılması, eski yapıların günümüze uyarlanarak tarihi dokunun canlanmasına ve tarihi çevrede anlaşılır hale gelip algılanabilmesine yardımcı olmaktadır (Kayan, 2020). Yalçınkaya vd.’ ne (2019) göre, tarihi çevrenin korunmasında çağdaş eklerin rolü oldukça büyüktür. Aynı zamanda çağdaş ek ve yeni yapı, tarihi dokuyu görsel ve anlamsal olarak da olumlu yönde etkilemektedir. Geleneksel çevrenin sürekliliğinin devamı, kültürel değerinin korunması ve ekonomik olarak da katkı sağlaması için tercih edilen yeniden kullanım ve beraberinde getirilen çağdaş ek uygulamaları, eski-yeni ilişkisinin sağlıklı kurulması açısından oldukça önemlidir. Ayrıca uygulama öncesi yapılacak mekânsal analizler ve kullanıcı görüşmeleri eski-yeni uyumuna katkıda bulunmaktadır (İslamoğlu, 2018).

Geçmişle anlamdaş olan ‘Saygı’ kavramı eskiyi, gelecekle eşanlamlı olan ‘İncelik’ kavramı ise yeniyi betimlemektedir. Tarihi yapıya gösterilen saygı ve çağdaş olana gösterilen incelik, tarihi dokuda yeni yapı tasarımında göz önünde bulundurulması gereken bir yaklaşımdır (Kurrent, 2001). Eski yapılara getirilen çağdaş eklerin hem yapının kendisinde hem de çevresinde oluşturduğu güçlü bağlamsal etki sebebiyle

tasarımcıların eski-yeni ilişkisi üzerinde özenli bir tutum sergilemesi gerekmektedir (Büyükmihçı ve Kılıç, 2015).

Amerikalı mimar Moore eski-yeni ilişkisinde olması gereken özellikleri şöyle maddelermiştir;

- “*Var olan çevredeki yapılara, şehrin strüktürüne ve insan deneyimine saygı,*
- *Kendi değerine saygı,*
- *İlişki kurmak*” (Akt. Sack, 2001).

Kurrent’e (2001) göre ise yeni yapı tasarımında benimsenen 3 farklı görüş vardır. Bunlardan birincisi, eskiyi iyi ve yeniye ise kötü olarak yorumlayan görüştür. İkincisi, eskisin var olan form ve süslemelerini ele alarak tarihi sürekliliği sağlayan görüştür. Üçüncüsü ise tarihi yapı karşısında sessiz kalmayıp varlığını fark ettiren, yeni-eski ilişkisini dinleyerek, konuşarak hatta tartışarak sağlayan bir görüştür. Eski yapılara getirilen eklerin Zeren’e (2010) göre iki farklı nedeni vardır. Bunlar; eskinin yenilenmesi sırasında ihtiyaçlar doğrultusunda tarihi yapıya eklenen modern takılar ve eski yapıda zamanın zorlu koşullarına dayanamayan ve hasarların meydana geldiği birimleri için yeni eklerin tasarlanması amacı ile yapılanlardır (Zeren, 2010; Akt. Kayan, 2020).

Tarihi yapılara uygulanacak onarım ve gerekli eklemelerin kuracağı ilişki biçimi Venedik Tüzüğü Madde 9’da “*Onarım uzmanlık gerektiren bir iştir. Amacı, anıtın estetik ve tarihi değerini korumak ve ortaya çıkarmaktır. Onarım kendine temel olarak aldığı özgün malzeme ile güvenilir belgelere saygıyla bağlıdır. Faraziyenin başladığı yerde onarım durmalıdır; yapılması gerekli herhangi bir eklemenin mimari kompozisyonundan farkı anlaşılabilmesi ve gününün damgasını taşımalıdır. Herhangi bir onarım işine başlamadan önce ve bittikten sonra, anıtın arkeolojik ve tarihi bir incelemesi yapılmalıdır.*” şeklinde açıklanmıştır (Venedik Tüzüğü- 1964). Tarihi yapılara getirilecek yeni ekler, Venedik Tüzüğü Madde 13’te “*Eklemelere, ancak yapının ilgi çekici bölümlerine, geleneksel konumuna, kompozisyonuna, dengesine ve çevresiyle olan bağıntısına zarar gelmediği durumlarda izin verilebilir.*” şeklinde belirtilmiştir (Venedik Tüzüğü- 1964). Erder (1977) de Venedik Tüzüğü’nün bu 13. Maddesinde belirtilenleri yorumlayarak uyum ve zıtlık açısından getirilen ek yapıların

çelişkili örneklerinin olduğunu savunmuştur. Aynı zamanda, tarihi yapıya getirilen benzer ve ayırt edilebilir tasarım eklerinin yapıya, bağlamına ve konumuna verdiği olumsuz etkinin sonucunda tasarımın ve tasarımcının eleştirilebileceğini de belirtmiştir. Ahunbay (1999), Venedik Tüzüğü'nün 13. Maddesine dayanarak tarihi yapıların ihtiyaçlarına göre eklenen yeni eklerin eski yapıyla uyumlu olması ve bağlamıyla ilişki kurması gerektiğini belirtmiştir. Bununla birlikte getirilen çağdaş ekin form, biçim, görünüm gibi faktörlerin tarihi yapıyı ezmeyecek şekilde kurgulanmasıyla eski-yeni yapı uyumunda başarıya ulaşılabileceğini belirtmiştir. The New Old House kitabının yazarı Marc Kristal de benzer şekilde eserinde, geçmişin kemiklerini modern eklemelerle karşılaştıran ve bunu "zekâ ve nezaket" ile yapan en iyi yapı örneklerini araştırmıştır. Kitabında birçok ülkeden karşılaştığı yeni-eski yapı birlikteliklerine yer vermiş, bu uyumlu ilişkinin ve kültürel alışverişin farklı mimari tarzlarla mümkün olabileceğini dile getirmiştir (Wood, B., <https://thespaces.com>).

Karatosun'a (2010) göre, tarihi doku ve çağdaş yapı arasındaki ilişkinin kurulması ve eski yapının özgün kimliğinin korunması noktasında tasarımcılara önemli rol düşmektedir. Karatosun, tasarımcıların mevcut tarihi bağlamı analiz ederken ve çözümlerken, *“kentsel imaj çözümleme tekniği, kentsel doku analizleri, morfolojik/tipolojik analizler, mekân sentaksı araştırmaları, mekân geometrisi analizleri, görsel algı analizi”* gibi birçok yöntemle başvurması gerekliliğini vurgulamıştır.

Zakar (2018), eski yapı dokusunun, bağlamının ve bütünlüğünün bozulmaması ve korunması için minimum temasla oluşturulan geri dönüşebilir eklerin önemine dikkat çekmiştir. Bununla birlikte tarihi dokunun statüğünü ve yapısal bütünlüğünü bozan fazla yükün oluşmaması sağlanmalıdır. Bu nedenle tarihi yapı ve yeni ek arasındaki sadece dokusal değil aynı zamanda yapısal uyumunda sağlanması ve bu şekilde tarihi yapının sürdürülebilirliğin sağlanması oldukça önemlidir (Zakar, 2018). Tarihi çevrede oluşan boşlukların doldurulma ihtiyacı, kent hafızasında mevcut olan geçmişin kalıcı izlerinin çağın hareketlerine göre değişerek yeni bir hal almasına izin verilerek karşılanmaktadır. Uygulanan bu başkalaşım diyalogu, tarihi dokuya direk dokunularak sağlanmakta ve bağlamla bağlantılı farklı dinamikler oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Erkartal ve Özür, 2016).

Tarihi çevreye getirilen çağdaş ekler için birçok tasarım yaklaşımı mevcuttur. Tarihi dokulara nasıl yaklaşılabileceği de yine tasarımcıların inisiyatifine bağlıdır. Davies'e (2003) göre tarihi dokuda yeni tasarımlarda önemsenmesi gerek tek ölçüt kalitedir. Çünkü sadece inşa değil aynı zamanda mimari yaratılmaktadır. Hem tasarım hem de malzeme kalitesi, eski-yeni uyumunda ve bütünlüğünde özümsemişi gereken bir noktadır (Davies, 2003). Kent bağlamına yeni oluşumları tasarlayan mimar, sahip olunan mimari üslupla etkileşime girecek müdahale türünü ve tasarım karakterini belirlemektedir (Erkartal ve Özür, 2016).

2.2. Tarihi Yapılarda Tasarım Yaklaşımları ve Çağdaş Ek Uygulamaları

“Eski yeterli olmadığı zaman dönüştürülür veya değiştirilir.” Friedrich Kurrent

Kültürel mirasın bir parçası olan tarihi yapılar, eski dönemlere ait yaşam tarzlarını sosyal, kültürel ve ekonomik açıdan ifade eden özel mekânlardır. Mevcut orijinal işlevin çağın ihtiyaçlarına yanıt veremediği durumlarda, tarihi yapıya yeni bir işlev verilmesi tercih edilmektedir. Yeniden işlevlendirilen yapının üstlendiği güncel fonksiyonlara göre de yeni mekânlara ihtiyaç duyabilmektedir (Büyükmihçı vd., 2019). 19. yy.'da gelişen ve farklılaşan teknoloji, altyapı, ulaşım, malzeme gibi yeniliklerle birlikte mimaride de hızlı ve önemli değişimler görülmüştür. Bu süreçte tarihi yapıları koruma adı altında, eskinin kopyalanması ve eskiyi tamamen yok sayma arasında ayrılan birçok tasarım yaklaşımıyla uygulanan örneklerle karşılaşmaktadır. Bu iki uç yaklaşım olan eskinin kopyalanması ve eskiyi tamamen yok sayma yaklaşımları Altınöz ve Güliz'e (2010) göre, tarihi yapının değerinin kaybolmasına, eskinin yeninin yanında ezilmesine ve geçmiş-gelecek arasındaki ilişkinin olumsuz etkilenmesine neden olacağından uzak durulması gereken yaklaşımlardır. Tarihi yapının kopyalanmasına karşı olan tutum yerine tarihi yapıdan ayrılan ve farklılaşan modern yaklaşım kabul edilmeye başlandıkça, *“yeni ve çağdaş ek”* kavramı da zamanla benimsenmiştir (Çelik, 2021).

Altınöz ve Güliz (2010) yeni yapıları, geleneksel çevrenin sürekliliği için gerekli çağdaş oluşumlar olarak tanımlamıştır. Bu nedenle eski doku olduğu gibi korunurken diğer yandan günümüz mimarisini yansıtan yeni dokunun da oluşumuna imkân vermek, kurulacak yeni-eski sürekliliği açısından oldukça önemlidir. Fakat eski-yeni

birlikteliğinde kurulması gereken hassas bir denge vardır. Terazinin bir ucu tarihi yapıyı tamamen taklit edip eskiyi küçümsemek ve haksızlık etmek üzerine iken diğer ucu ise günümüzü yansıtmak ve farklı olmak adına eskiyi bastırmak ve yalnızlaştırmak üzerine kuruludur. Her iki uç müdahale de geleneksel dokuya ve çevreye zarar vermekte, tarihin gelecekte yok olmasına sebep olmaktadır (Altınöz ve Güliz, 2010).

Velioğlu (1992), tarihi alanlara getirilen yeni tasarımların, tarihi dönemin izlerini taşıyacak ve uyumlu olacak şekilde benzer\taklit yaklaşımla mı yoksa günümüz çağına ayak uyduran ve tarihi yapıdan sıyrılarak etkilerini gösteren karşıt\zıt yaklaşımla mı tasarlanması gerekliliğini irdelemiştir. Bu durumun halen tartışılan bir konu olduğunu da ifade etmiştir. Bu soruları 3 farklı yaklaşımla genelleyerek açıklamıştır. Bunları;

1. “*Tarihi çevrede uyum\benzer yaklaşım*
2. *Tarihi çevrede karşıt\zıt yaklaşım*
3. *Tarihi çevrede serbest yaklaşım*” şeklinde gruplamıştır.

Davies (2003), tarihi dokuda iki uç kutup olan “çok tarihi” ve “çok modern” kavramları arasında kategorize ettiği farklı yaklaşımlardaki modelini tartışma ortamı oluşturarak gruplamıştır. Pasin ve Varinlioğlu (2018) çalışmasında restorasyon uzmanı Davies’in (2003) ifade ettiği beş yaklaşımı sıralamıştır. Davies’in (2003) önerdiği model şu şekildedir:

Öykünme Yaklaşımı: Tarihi çevrenin belirli bir düzende yapı bağlamına öykünmesine dayanmaktadır. Bu yaklaşımın uygulanması her zaman kolay olmamakla birlikte günümüz mimarisine tavizler vermektedir.

Gelenekselci Yaklaşım: Eski yapının form, renk, oran ve malzeme gibi özelliklerinin yeni olana aktarılması ve yeniden uyarlanması şeklinde açıklanmaktadır. En çok karşılaşılan ve yaygın olan modeldir ve Davies’in de ifadesiyle “*geçmişten kaldırılan bileşenleri sulandıran*” uygulama tarzıdır.

Üstü Kapalı (İnce) Yaklaşım: Tarihi yapıya hafif ve hassas biçimde dokunarak eskiye saygılı bir tutum sergilemektedir. Bu yaklaşım, tarihi çevreye en saygılı ve korumacı

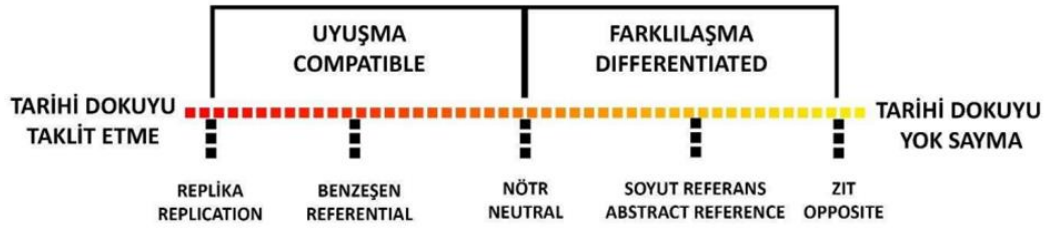
dokunan tutumdur. Bu tutumda tarihi yapı bağlamı içinde öne çıkarken modern yapı ise sessiz ve geri planda kalmaktadır.

Güncel (Modern) Yaklaşım: Tarihi yapının referans alındığı ve günümüz mimarisiyle güncellendiği saygılı bir yaklaşımdır. Bu modelle birlikte yeni yapı eskiden ilham almakta ve yapıların tarihsel sürecinin anlaşılması sağlanmaktadır.

Kibirli Yaklaşım: Bu yaklaşım bulunduğu tarihi dokuyu yok saymakta ve yeni yapı kendini öne çıkarmaktadır. Eski yapının karşısından kendinden emin ve bencil yaklaşımı sebebiyle çoğu tasarımcı tarafından kabul edilmemektedir. (Davies, 2003; Akt. Pasin ve Varinlioğlu, 2018)

Diğer araştırmacılar gibi Karatosun (2010) da tarihi dokulara yeni yapı tasarımı sorunsalına değinmiştir. Üzerinde durduğu temel sorular, “*çağdaş ek eski yapıya nasıl yaklaşmalı, nasıl eklenmeli ve bağlamla nasıl bir ilişki kurmalı*” şeklindedir. Karatosun (2010) da yine diğer araştırmacılara benzer bir şekilde tasarım yaklaşımlarını üç başlıkta gruplamıştır. Bunlar; mevcut dokuyu taklit etmek/kopyalamak, zıtlık/kontrastlık oluşturmak ve yorumlama şeklinde sıralanmaktadır. Karatosun (2010), taklit/kopyalama yaklaşımını tarihi dokuların form, malzeme ve oran gibi kriterlerin benzerliği şeklinde, zıtlık/kontrastlık durumunu tarihi yapıda olmayan özelliklerin yeni olanda kullanılması olarak ve yorumlamayı ise özenle yapılan değerlendirmeler sonucu tarihi yapıdan elde edilen detayların günümüz imkânları ve malzemesi ile yorumlanması olarak açıklamaktadır.

Erkartal ve Özür’ün (2016) tarihi dokuyu taklit etme ve tarihi dokuyu yok sayma arasında ayırttığı beş farklı grup, yeni yapı ve tarihi doku arasındaki etkileşimin oluşturduğu tasarım eşiklerini ifade etmektedir. Oluşturulan bu tasarım çizelgesi, geçmişin izlerinin devamının sağlanması, zamanın ruhuna uyarak sürekliliğin bozulması ve tamamen farklılaşarak tarihin baskılanması ilkelerine dayanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Kategorilere ayrılan 5 farklı tasarım ilkesi (Erkartal ve Özür, 2016)

Pasin ve Varinlioğlu (2018), Davies'in önerdiği modele benzer olan Büyük Philadelphia Koruma Antlaşması'ndaki (2007) dört farklı yaklaşım stratejilerini şu şekilde açıklamıştır:

Aslına Uygun Kopyalama: Bu yaklaşım tarihi bağlama fazlasıyla öykünmekte ve bu şekilde modern yapı ile tarihi yapı arasındaki fark azaltılmaktadır. Bu yönüyle Davies'in (2003) öykünme yaklaşımına benzerlik göstermektedir.

Bir Üslup İçinde Keşif: Tarihi yapının özelliklerinin ve üslubunun yorumlanarak aynı zamanda çağdaş mimariyle de ilişkili kuran tutarlı yeni bir tasarımın uygulandığı yaklaşımdır.

Soyut Referans: Eski-yeni arasındaki bütünlüğü ve ilişkiyi bozmadan yeni üzerinde soyutlamaların yapıldığı bir tasarım dilidir.

Kasıtlı Karşıtlık: Tarihi yapı ile yeninin bağlamsal ilişkisini kasıtlı karşıtlıkla sağlamaya çalışan modeldir (Akt. Pasin ve Varinlioğlu, 2018)

Zakar (2018) doktora çalışmasında, tarihi yapı ve yeni ek ilişkisinin sağlıklı kurgulanmasında cephe kurgusunu temel alarak bu yaklaşımları; benzerlik kurma, zıtlık kurma ve gizleme olmak üzere üç farklı grupta sıralamıştır. Zakar (2018), grupladığı benzerlik kurma ve zıtlık kurma yaklaşımlarının içeriği diğer araştırmacıların ifadeleriyle benzerlik göstermektedir. Üçüncü grupta olan gizleme yaklaşımını ise tarihi yapıya getirilen yeni ekin mevcut dokunun içine saklanarak kamufle edilmesi şeklinde ifade etmiştir.

Çetinkaya (2018) tezinde, tarihi dokuya ait özelliklerin tekrar yorumlanarak yeni formların eldesini “uyum” şeklinde ifade ederken; eski yapının formu, dokusu, görselliği ve bağlamına yapılan karşıt müdahaleleri ise “karşıtlık” olarak ifade etmiştir. Buradan yola çıkarak çalışmasında, tarihi yapılara çağdaş ek yaklaşımlarını “*Karşıtlık (zıttını tasarlama)*” ve “*Uyum (yeniden yorumlama)*” şeklinde iki ana başlıkta değerlendirmiştir. Uyum başlığı altında da “*Biçimlerin tekrarı*” ve “*Yeniden Yorumlama*” alt başlıklarına yer vermiştir.

Sağlam’a (2019) göre çağdaş ekler, mevcut tarihi yapı ve çevresine göre şekillendiği için eski-yeni arasındaki ilişki bu kavramların algılanması ile ilgilidir. Sağlam (2019), tarihi yapılara getirilen çağdaş ek konusunu çeşitli kaynaklara göre değerlendirmiş ve tasarım yaklaşımlarını 5 farklı gruba ayırarak ifade etmiştir. Grupladığı bu tasarım yaklaşımları;

I. Tasarım Yaklaşım Gruplandırması

Sağlam (2019), bu gruptaki yaklaşımda Branca’nın (1976) ifade ettiği yeni yapı eylemlerini açıklamıştır. Bunları; “*Restorasyon, Tarihsel yapılar grubu içinde yapı eylemi, Tarihsel yapılar grubunun etki çevresinde yapı eylemi*” olarak sıralamıştır.

II. Tasarım Yaklaşım Gruplandırması

Bu grubu Zeren’e (2010) göre sıralayan Sağlam (2019), tarihi yapılardaki çağdaş ek yaklaşımlarını dört farklı maddede toplamıştır. Bu maddeler; “*Üslup taklidi, Geleneksele öykünme, Çağdaş biçimlenişe saygılı yaklaşım, Çağdaş biçimlenişe aykırı yaklaşım*” şeklindedir.

III. Tasarım Yaklaşım Gruplandırması

Sağlam (2019) ifade ettiği bu grupta, Erkartal ve Özür’in (2016) oluşturduğu tasarım çizelgesine yer vermiştir. Bu tasarım çizelgesinin iki ayrı ucuna yerleştirilen taklit ve yok sayma arasına beş yeni kademe eklenmiştir. Eklenen “*Kopya, Benzeşen, Nötr, Soyut referans ve Zıt*” kademeleri ile getirilen yeni ekin tarihi yapıyla ilişkisi derecelendirilmeye çalışılmıştır.

IV. Tasarım Yaklaşım Gruplandırması

Bu tasarım gruplamasında Sağlam (2019), “*Birebir kopyalama, Stil ile yaratıcılık, Soyut referans, Kasıtlı karşıtlık*” olan dört farklı yaklaşımı dile getirmiştir (PAGP, 2007).

V. Tasarım Yaklaşım Gruplandırması

Sağlam (2019) bu gruptaki tarihi yapı çağdaş ek yaklaşımlarını Candaş’a (2002) dayanarak sıralamıştır. Bunlar; “*Üsluba bağlı yaklaşımlar, Bağlamcı yaklaşımlar ve Kuralcı yaklaşımlar*” şeklindedir. Üsluba bağlı yaklaşımlar kendi içinde “*Yeni-yöreselcilik ve Tarihselcilik*” olarak, Bağlamcı yaklaşımlar da kendi içinde “*Bağlamcılık, Mekancılık ve Ekolojik yaklaşım*” şeklinde ayrılmıştır.

Yalçinkaya vd. (2019) çalışmasında, tarihi yapılarda çağdaş ek yaklaşımlarını ünlü mimar Daniel Libeskind yapıları üzerinden değerlendirmiş ve bu yaklaşımları; taklit etme, benzerlik kurma, zıtlık kurma ve gizleme yaklaşımı şeklinde dört farklı kategoride irdelenmiştir. Stavreva da (2017) tezinde Notre Dame Üniversitesi Mimarlık Okulu'nda ders veren mimar Steven Semes’ in çalışmasında (2007) ifade ettiği eski-yeni ilişkisinin tasarımı yapılırken geliştirilebilecek 4 farklı stratejiyi açıklamıştır:

- Değişmez çoğaltma
- Aynı veya ilgili tarzda buluş
- Özet referans
- Kasıtlı muhalefet (Semmes, 2007; Akt. Stavreva, 2017).

Birçok tasarımcıya göre tarihi yapılara yeni ek tasarlarken dikkat edilen en temel nokta yeninin oransal olarak eskiyle ilişki kurmasıdır. Eğer yeni yapı eskiye her yönden baskınlık kuruyorsa bu durum tarihi yapının çevresini de beraberinde etkilemektedir. Bazı durumlarda baskın yeni yapı, eski yapının tarihi etkisini yok edebilirken bazı durumlarda ise eskinin özgün karakterini ortaya çıkarabilmektedir (Davies, 2003).

Kayan (2020) çalışmasında tarihi yapılara yaklaşım şeklindeki önemli noktaları Madran’ın (2001) ifadeleri ile açıklamıştır. Madran’a göre bu yaklaşımlar; tarihi dokunun devamlılığı sağlanırken eskinin kopyalanmaması, tarihi çevreye gerekli saygı ve hassasiyetin sergilenmesi ve yeni ek tasarımında eskinin izleri vurgulanacaksa bile çağdaş teknoloji ve malzemenin kullanılmasıdır (Madran, 2001; Akt. Kayan, 2020).

Çetinkaya'ya (2018) göre, değerlendirilen bu tasarım yaklaşımlarından hangisinin uygulanacağı tasarımcının kararına bağlı olmakla birlikte her tarihi yapı için ayrı olarak düşünülmeli ve özgün kararlar verilmelidir.

Kılıç (2015), restorasyon sonrası yenilenen ve tarihi yapılara getirilen yeni eklerin, tarihi yapı ve çevresini büyük oranda etkilediğini ve yapılan yanlış müdahalelerin tarihsel bütünlüğe olumlu/olumsuz etkilerinin olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle mevcut tarihi dokunun analizinin özenle yapılmasının ve tasarımcının bu noktada tarihi yapının özgünlüğünü de koruması gerekliliğine dikkat çekmiştir. Büyükmihçi vd. (2019), geleneksel çevrede yeni yapı uygulamalarında günümüz teknolojisi, tekniği ve malzemesinin kullanımının önemine dikkat çekmiştir. Bununla birlikte sıradanlaşmış tasarım yorumları yerine tarihi dokuya saygılı farklı ve yeni tasarım fikirlerine de imkân tanınması gerekliliğini dile getirmiştir.

Bazı tasarımcılar mevcut bağlamdaki kültürel mirası korumaya çalışırken bir yandan modern fikirlerle onları zenginleştirir. Bazı tasarımcılar tarihi yapıların bağlamıyla kurdukları ilişkiyi tamamen değiştirirler. Bazıları ise yapı- bağlam ilişkisini öne çıkaran tasarımları mevcut topoğrafyayla destekler. Yapılan uygulamalar hangi amaca hizmet ederse etsin hepsinin ortak hedefi, tarihi çevrenin korunması ve günümüzle etkileşime girebilmesidir (Burkett, K., <https://architizer.com>).

Her tarihi yapı ve çevresi kendi özelinde ayrı olarak değerlendirilmeli, tüm eski yapılara yapılacak uygulamalar aynı çerçevede sınırlandırılmamalıdır. Bu değerlendirme tasarımcının kendi fikrine ve yaklaşımına bağlıdır (Çelik, 2021). Aynı zamanda tarihi çevrelerde yapılan yaklaşım tarzları, ülkelerin kültürel bakış açısı, yasal sorumlulukları ve düzenlemeleri, çevrenin kimliği, tasarımcının hassasiyeti gibi birçok etmene bağlı olarak da şekillenmekte ve özelleşmektedir (Büyükmihçi ve Kılıç, 2015). Erkartal ve Özürer de (2016) tarihi dokuda çağdaş ek tasarımında izlenmesi gereken önemli maddeleri “*Mevcut kentsel karakterin doğru irdelenmesi, mevcut karakter ile yeni tasarım arasında ilişkinin kurulması, mevcut süreklilik devam ettirilirken diğer yandan yeni eklenen mimari katmanların kendi karakterlerini ve zamanın ruhunu doğru yansıtılması*” şeklinde açıklamıştır.

Baytın (1994) doktora tezinde, tarihi çevrelerde yeni yapı olgusunun etkilerini çevre kullanıcıları ve mimarlar üzerinden değerlendirmiş ve tasarlanacak yeni ürünler için bir takım tasarım ölçütlerini saptamayı amaçlamıştır. Örneklemine İstanbul çevresinden seçen Baytın, mevcut bağlamda inşa edilen 15 farklı yeni yapıyı 100 katılımcıya yorumlatmıştır. Çalışma sonucunda katılımcı genelinin, mevcut bağlamla benzer ilişkilerin olduğu tasarımları, çevreye karşıt olan tasarımlara tercih ettiği görülmüştür.

Tarihi yapının özgün işlevinde yetersiz kaldığı ve yeni mekân ihtiyacı doğduğunda koruma yöntemi olarak başvurulmuş yeni ek uygulaması, eski yapıya ve bulunduğu çevreye göre yaratılmaktadır (Çelik, 2021). Tarihi dokuya getirilecek yeni çağdaş ek, eski yapının taklidi şeklinde mi, eski yapıyla uyumlu izler ya da benzer özelliklerde mi yoksa tamamen günümüzü yansıtan ve eski yapıdan her yönüyle kopan zıt bir tutumda mı olmalı? Bu tasarım odaklı sorular günümüze halen tasarımcılar tarafından tartışılan kritik bir konudur. Eskinin, bulunduğu tarihsel bağlamında korunarak aynı zamanda günümüz izlerini de yansıtan çağdaş yapılarla kuracağı ilişkisi oldukça titiz düşünülmelidir. Bu noktada tarihi dokuya çağdaş yapının getirilmesinde tasarımcıların üstüne önemli bir yük binmektedir (Kılıç, 2015).

Kılıç (2015) tarihi dokuya getirilecek yeni eklerin yaklaşım tarzlarını çalışmasında, “*Tarihi Çevrede Uyum/Benzer Yaklaşım (Tarihsel Biçimlerin Taklidi/Tekrar- Tarihsel Biçimlerin Yorumu)*” ve “*Tarihi Çevrede Zıt/Karşıt Yaklaşım*” olacak şekilde ikiye ayırmıştır. Bu çalışmada tarihi dokuya getirilen çağdaş ek yaklaşımları ‘Uyum’ ve ‘Zıtlık’ şeklinde iki ana başlıkta toplanmıştır. Uyum başlığı, “Benzerlik/Taklit ile Uyum” ve “Bağlamıyla İlişkili Uyum” şeklinde alt başlıklara ayrılarak; Zıtlık başlığı ise, “Bağlamına Uygun Zıtlık” ve “Tasarımsal Zıtlık” alt başlıklarına göre değerlendirilmiştir.

2.2.1. Uyum

“Yeninin tasarımımda bağlamdan gelen verilerin soyutlanarak tasarım girdisine dönüşmesi doku ile uyum sağlamanın bir yoludur.” Altınöz ve Güliz (2010)

Uyum kelimesinin TDK'deki sözlük anlamları; *“Bir bütünün parçaları arasında bulunan uygunluk, ahenk, toplumsal çevreye veya bir duruma uyma, uyum sağlama, harmoni”* olarak açıklanmıştır (<https://sozluk.gov.tr>).

Velioğlu (1992) uyum ve benzerliği, *“Var olan dokunun verilerinden kaynaklı olarak, geçmişin göstergesi olan mimari elemanların, biçimlerin, ölçülerin/oranların yorumlanıp kullanıldığı, bir yerde de geçmişi çağrıştıran tasarım ilkelerinin uygulandığı yaklaşım türü.”* şeklinde ifade edilmiştir. Başka bir deyişle uyum anlayışı Velioğlu'na (1992) göre, yeni olanın eskiyle benzer yaklaşımlar içinde olması ve yorumlanması yani eski-yeni arasındaki ilişkinin bütünleşmesi olarak tanımlanmıştır.

2.2.1.1. Benzerlik/Taklit ile Uyum

“Benzer malzemelerin kullanımı yeni bir yapının çevresine uyum sağlaması için güvenilir bir çıkış noktası oluşturur mu?” Friedrich Kurrent

19. yy. 'da ki bu hızlı değişimlerle birlikte eskiyi yansıtan mimari ile yeni arasındaki ilişkide anlaşmazlık başlamış ve eskiye benzeyen yeniler ortaya çıkmıştır. Eskiye saygı gösterildiği ve uyumla birlikte sağlıklı bir ilişkinin kurulduğunu zannedilen taklit yaklaşımı, geçmişte olduğu gibi günümüzde de çokça karşılaşılmaktadır. Hâlbuki “yeni eskiler” tasarlamaktansa “gerçek eskiler” korunup geleceğe aktarılırsa koruma ve çağdaş ek bağlamında daha olumlu sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Altınöz ve Güliz, 2010).

Tarihsel biçimlerin taklit edilmesi Velioğlu'nun (1992) söylemiyle *“yapıda egemen olan eleman, biçim ve düzenin ödünç alınarak aynen kullanılması”* şeklinde ifade edilebilir. Aynı zamanda eski yapının bulunduğu çevrede yeni yapının yalnızlaşmaması ya da yeninin eskiye baskınlık kurmaması için eski olanı devam ettiren ve yaşatan bir tasarım anlayışı benimsenmektedir. Yapının yorumlanmasında kullanılacak malzeme ve

teknoloji farklı olabileceği gibi, malzemenin de taklit edilmesini savunan tasarımcıların da olduğunu söylemek mümkündür.

Stavreva (2017) taklit olarak ifade edilen “*değişmez çoğaltma*” tanımını, geçmişin olduğu gibi çoğaltılması ve onu eskiden yapılmış gibi gösterme çabası olarak açıklamıştır. Bu yaklaşım, orijinal bina ile aynı stil ve malzemeleri kullanmak veya binayı orijinal tarzda inşa ederek mevcut binayı ya da yeni eki tek bir yapı (stil) olarak göstermektir. Bu yaklaşım aynı zamanda, binanın daha sonraki yorumunu yani neyin gerçekten tarihi olup neyin olmadığına anlaşılmamasını etkilemektedir (Torres, 2009). Maden (2008) de benzer şekilde, Prix’in (2003) “*Yeni binaları geçmişe saygı duyarak yaratmak lazım. Ama hiçbir şekilde eskinin baskısı altında kalarak, ona boyun eğerek değil.*” sözüne atıf yaparak, ne eski olanı yok sayarak kenara atmayı ne de eskinin baskısı altında kalarak taklide başvurma yanlı sonuçlar doğuracağını savunmuştur. Erkartal ve Özüer’e (2016) göre taklitte oluşturulan çağdaş yapılar, tarihi kimliğin ziyaretçiler ve kullanıcılar tarafından algılanamamasına ve yanılmaya sebebiyet verdiğinden dolayı riskli ve olumsuz bir yaklaşım tarzıdır. Bu nedenle kent belleğinde önemli bir yeri olan ve zarara uğramış kültürel dokunun tekrardan kurgulanması haricinde tercih edilmemesi gereken bir uygulama olarak ifade edilmiştir. Bu yaklaşım tarihi dokudan ayrışmaya karşıdır ve eskinin mevcut üslubunu devam ettirir. Fakat bu durum bir süre sonra eski olanla yeninin ayırt edilmesini zorlaştırmaktadır (Semes, 2007; Çelik, 2021).

Sack’a (2001) göre taklit, yeni olana duyulan korku ve aynı zamanda günümüz tasarımına duyulan güvensizliktir. Eskinin taklit edilmesiyle geçmişe tutunmaya çalışılan bir yaklaşımdır. Benzer şekilde Moore, “*Yeniye son verip, eskiye tutunmak gelecek için hiç de çekici bir strateji değil...*” sözleriyle eskinin taklit edilmesini doğru bir yaklaşım olarak görmediğini vurgulamıştır (Akt. Sack, 2001).

Çetinkaya (2018) tezinde, eski biçimlerin tekrarını Sack’ ın (2001) şu cümlesiyle ifade etmiştir; “*Yeniye duyulan korku ve çağdaş mimarlığa duyulan güvensizlikten kaynaklanan eskiye tutunma ihtiyacıdır*”. Tarihi dokunun taklidiyle ilgili Ruskin (1989), “*Bir taklit, aslına benzemede ne kadar başarılıysa, o kadar kötü sayılmalıdır.*” ifadeleri ile bu konu hakkındaki görüşünü dile getirmiştir.

Eskiye tamamen aykırı olan tasarım yaklaşımının verdiği olumsuz etki benzer şekilde tarihi dokunun birebir kopyalanması ve taklidi ile de mümkündür. Tarihi çevreyle uyumdan kastedilen şey Kayan’a (2020) göre kesinlikle taklit değil, dönemin üslubuna aykırı formların eski dokunun dinamizmini ve sürekliliğini bozmasıdır. Benzerlik ile uyum yaklaşımında öncelikli amaç, eski yapıyı taklit ederek baştan yeni bir yapının tasarlanması değil, eskinin tarihi değeri ve niteliğinin kaybolmasına izin vermeyecek şekilde tarihi dokuyla benzer özelliklerle yapıların oluşturulmasıdır.

Dünyanın en eski Yahudi Müzesi olan ve C.P.H. Gilbert tarafından 1904 yılında tasarlanan yapı, 1993 yılında büyük ölçüde eklemeler yapılarak genişletilmiştir. Ortak alınan kararlar, mevcut tarihi yapının tasarlandığı dönemi yansıtmayı için kopyalama yöntemi seçilmiştir. Uygulanan bu genişletme, orijinal yapının Gotik tarzının taklit edilmesiyle yapılmıştır. Pencere kenarındaki detaylar ve kireçtaşı oymalar birebir kopyalanmış, mevcut tarihsel formun korunarak geleneksel yapı çizgisinin aşılmasına izin verilmemiştir (Horsley, Carter B., <https://thecityreview.com>). Yahudi Müzesi’nin orijinal üslupla genişletilmesi Stavreva’ya (2017) göre, diğer önemli Avrupa anıtlarına yapılan benzer uygulamalarda olduğu gibi, ilk mimarı tarafından değil meslektaşları tarafından aynı üslubu tasarlamaya can atan tasarımcılarca uygulanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Yahudi Müzesi (<https://landmarkbranding.com>)

Orijinal tarihi binaya yapılan müdahale ile binanın yapıldığı dönemin yansıtılmaya çalışılması, müzeyi ziyaret eden insanları yanılgıya düşürmektedir. Hangi bölümün

orijinal, hangi parçanın sonradan inşa edildiğinin ayırt edilememesi tarihi yapının kültürel değerinin ve bütünlüğüne zarar vermektedir. Taklit edilen bu uygulama örneğinin çağdaş koruma yaklaşımları çerçevesinde uygun olmadığı görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Yahudi Müzesi pencere detayları (<https://www.thecityreview.com>)

Karatosun (2010) da çalışmasında taklit yaklaşımı ile inşa edilen yapılara geleneksel Alaçatı evlerini örnek vermiştir. Geleneksel Alaçatı evleri ve çevresi, mevcut kimliğini ve tarihi özünü günümüze kadar başarıyla koruyabilmiş bir bölgedir. Bu bölgede turizmin yaygınlaşması ile birçok değişim de beraberinde gelmiştir. Taş evler yeniden işlevlendirilmiş, butik otel ve kafelere dönüştürülmüştür. Bu değişim ve dönüşümlere ek olarak boş parsellere yeni binalar inşa edilmiştir. Yeni yapıların geleneksel dokunun taklidi ile tasarlanması, geleneksel yapı ve dokuların özgün mimari kimliklerine zarar vermektedir (Şekil 4). Tarihi çevrede mevcut olan boş-dolu kütle oranlarının bozulması, eski yapılarla uyumsuz iri ve kopyalanmış binaların ortaya çıkması, yeni tasarlanan yapıların tarihi dokunun taklit edilerek yapılmasıyla kültürel değerlerin niteliklerini yitirmesi gibi sorunlarla karşılaşmaya başlanmıştır (Karatosun, 2010).



Şekil 4. Geleneksel Alaçatı evi ve taklit ile tasarlanan yeni konut (Karatosun, 2010)

Görsellerde de görüldüğü gibi geleneksel Alaçatı evlerinin çıkmaları, pencere ve kapı detayları, kullanılan taş malzeme gibi nitelikler birebir kopyalanarak yeni yapılar inşa edilmiştir. Fakat bu uygulamalar yapılırken de mevcut evlerin oranlarının dışına çıkmış, gerçeklerini yansıtmayan yanlış cephe düzenleri kurgulanmıştır. İnşa edilen bu taklit yapılar, orijinal evlerin fark edilmesini zorlaştırmakta ve yanılgıya sebep olmaktadır. Aynı zamanda uygulanan eksik ve yanlış cephe oranları ile mevcut tarihi dokunun mimari niteliklerinin bozulma sorunuyla karşılaşmaktadır. Bu ve buna benzer birçok yapı, taklit tasarım yaklaşımının oluşturduğu olumsuz etkiye sahip yapı örnekleridir (Şekil 5). Karatosun'a (2010) göre bu yeni oluşumlar, mevcut tarihi bağlamın özgünlüğünü zedelemekte, sahte bir çevrenin oluşumuna neden olmaktadır. Eski geleneksel konutların taklit edilerek sıfırdan yeni yapıların inşa edildiği bu örnekler, çağdaş koruma yaklaşımlarında tercih edilmeyen ve uygun görülmeyen bir uygulamadır.



Şekil 5. Alaçatı’da taklit ile yapılan yeni konutlar (Karatosun, 2010)

“Alaçatı örneği göstermektedir ki, tarihi doku-yeni yapı ilişkisinde yeniyi oraya ait kılmak, ancak dokunun özünü kavrayarak, çağdaş bir yorumla mümkündür.” Karatosun (2010).

Pasin ve Varinlioğlu (2018), çalışmasında ifade ettiği eskiye öykünme yaklaşımının uygulama aşamasında tasarımcı tarafından oldukça dikkatli, özenli ve hassas ele alınması gerektiğini vurgulamıştır. Bu yaklaşım tarzı, hassas çalışıldığı durumlara rağmen eski dokuya tamamen benzetildiği ve öykündüğü için tarihi bağlamla kuracağı ilişkide uyumsuzluk yaratabilmektedir. Pasin ve Varinlioğlu’na (2018) göre bu durum, geçmişin gelecek kuşaklara aktarımında ve sürdürülebilirlikte kuşku yaratabilmektedir.

İskoçya’da 1700’lerden kalma eski Beyaz Saray yapısının hasarlı kısımları Tunnell Architects tarafından yenilenmiş ve yanına yeni ek yapı tasarlanmıştır. Harabe kalıntıların yıkılması yerine bu mirasın üzerine yeninin inşa edilmesi tercih edilmiştir. (Abe, T., <https://architizer.com>). Ek yapıya bakıldığında mevcut eski yapıyla benzerlik gösteren bir formda ve oranda tasarlandığını söylemek mümkündür. Yapıya sonradan eklenen bölümler, eskiyi anımsatan bir görüntü sunmaktadır. Fakat önceki örneklerde olduğu gibi tamamen benzediği ya da taklit edilmediği anlaşılmaktadır. Bu şekilde orijinal yapının karakterine saygı duyulmuş, eskinin korunmasına ve fark edilmesine

imkân sağlanmıştır (Şekil 6). Bu uygulama, çağdaş koruma uygulamaları açısından, “benzerlik/taklit ile uyum” yaklaşımı altında uygun bir örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 6. Beyaz Saray Yapısı (<https://architizer.com>)

Tarihsel biçimde benzerlik, mevcut bağlamın bütünlüğünün koruması ve devam ettirilmesi açısından olumlu karşılanırken diğer yandan yeni olanın eskiden ayrılamaması ve tarihi yapının özgünlüğünü yitirmesi noktasında olumsuz bir yaklaşım olarak görülmektedir. Tarihi yapı biçiminin uyumlu olması açısından benzer tasarımların kullanılması yerine tamamen eskinin taklit edilmesi, yeni-eski yapı anlaşılmazlığının oluşmasına yol açmaktadır. Benzetme yerine taklidin kullanılması, kesinlikle kabul edilmeyen bir yaklaşımdır (Büyükmihçi ve Kılıç, 2015). Yeni ek yapıların eski yapılar taklit edilerek tasarlanması, kullanıcı ve ziyaretçilerin yanıltılmasına neden olmaktadır. Eski yapının tasarım üslubu ve biçiminin kopyalanarak ve çağdaş teknik ve malzeme ile yeninin tasarlanması sonucu hangi yapının eski hangisinin çağdaş ek olduğunun anlaşılması zorlaşmaktadır. Bununla birlikte tarihi dokunun bulunduğu çevreyi ve kültürü de monotonlaştırmaktadır (Kayan, 2020).

2.2.1.2 Bağlamıyla İlişkili Uyum

“Tarihi mimarlığı onaylayan görüşler onun hem zararına ve hem de yararına değişiyor.”

Friedrich Kurrent

Tarihi dokunun tamamen taklit edilmediği fakat eskinin bazı özelliklerinin referans alındığı ve geçmişin izlerinin çağdaş bir yorumla ifade edildiği bağlamıyla ilişkili bir tasarım modelidir. Mevcut çevrede olabildiğince az fark edilen bu yapılar çağın ruhunu da yansıtarak geçmişin varlığını kabul etmektedir (Erkartal ve Özuer, 2016). Taklit/benzeme ve zıtlık/karşıtlık sınıflamalarının arasında gelişerek ve her iki yaklaşım tarzından da faydalanarak oluşturulan bu kavram, malzeme, form, oran, doku gibi özellikleri içeren aynı zamanda modern ve gelenekseli birleştirerek iki farklı uç arasında denge yaratmayı amaçlayan bir yaklaşımdır (Çetinkaya, 2018).

Bu yaklaşımda, orijinal yapının yeni bir eklemede kullanılabilecek özü ve ilgili bir tarza çevrilebilecek yeni detaylar kullanılır. Bu yaklaşımda yapının orijinal stili yani “özü” tam anlamıyla kullanılmalı, sadece benzer ve küçük farklılıklar yapılmalıdır. Fakat bu yapılırken binanın “özü” denilen orijinal karakterinin büyük ölçüde değiştirilerek fiziksel bütünlüğü bozulmamalıdır (Torres, 2009).

Büyükmihçı ve Kılıç’a (2015) göre bu yaklaşım, tarihi yapıdaki geçmiş izlerin referans alındığı ve bunların yeninin üzerinde çağdaş yollarla yorumlanarak tarihi bağlamla ilişki kurmasına dayanmaktadır. Bu ifade şekli, geçmişin izleri kullanılarak, bağlamsal ve görsel bütünlüğün sağlanması aynı zamanda günümüz imkânlarıyla yansıtılması ve taklitten uzak oluşuyla olumlu kabul edilen bir tasarım tarzıdır. Fakat eskinin izlerinin derinlemesine araştırılmadığı ve yorumlamanın yüzeysel kaldığı uygulamalar bu yaklaşımın olumsuz tarafı olarak ifade edilmiştir.

Velioğlu (1992) tarihi çevrede uyum/benzer yaklaşımını, eski ve yeninin birlikteliğini birbirlerine paralel olacak şekilde kurgulanan tasarımlar şeklinde tanımlamıştır. Getirilen yeni yapı, eski yapıyı anımsatmakta ve geçmişin izlerini devam ettirmektedir. Bağlam elemanlarının yorumlanarak yeni yapıda kullanılması ile tarihi çevrede geçmişin izleri devam ettirilmesi sağlanmaktadır. Velioğlu’nun bahsettiği bu bütünlük

ilişkisi oran, doku, form, renk gibi benzerliğin sağlandığı tasarım ilkeleri ile mümkün olmaktadır.

Karatosun (2010) yorumlamayı, özenle yapılan değerlendirmeler sonucu tarihi yapıdan elde edilen detayların günümüz imkânları ve malzemesi ile yorumlanması olarak açıklamaktadır. Bağlamıyla ilişkili uyum olarak kabul edilen “üslup içinde buluş” yaklaşımıyla farklılık ve uyumun birlikte yakalanması hedeflenir. Stavreva (2017) “üslup içinde buluş” tasarım yaklaşımı için: *“Bu strateji, orijinal tasarımı kopyalamamakla birlikte, mimari dilde bir süreklilik duygusunu sürdürerek, aynı veya yakından ilişkili bir tarzda yeni unsurlar ekler.”* ifadelerini kullanmıştır.

Tarihsel biçimlerin yorumu Velioğlu’na (1992) göre, eski yapıda mevcut olan düzen, oran, form ve biçimin günümüz imkânları ve teknolojisi ile tekrardan eskiyle uyumun ve birliğin sağlanarak analiz edilip yorumlanması şeklindedir. Bu yaklaşım tarzı, eskiyle ilişki kurarak ve eskiyi anımsatarak değişim ve devamlılığın dengede kalmasını benimsemektedir (Semes, 2007; Akt. Çelik, 2021).

Jonathan Tuckey Designs tarafından tasarlanan çağdaş ek, 1867 yılından kalma eski bir kilise için yeniden değerlendirme ve genişletme amacıyla yapılmıştır (Şekil 7). Konut olarak kullanılan kilise yapısının mevcut iç formunun bozulmaması için eski yapının arkasında ek bir kütle önerilmiş, çağdaş ek tarihi yapının arkasına gizlenmiştir. Aynı zamanda yeni yapıda siyah cephenin kullanımı, eski yapının bir gölgesi ve silueti olduğunu hissettirmektedir. Eklenen uzantının, eski yapıyla rekabet halinde olmaması için oranlar kiliseninkine benzer tutulmuştur. Yeni ekte kullanılan malzemelerle çevresel etkinin azaltılması da amaçlanmıştır (Burkett, K., <https://architizer.com>).



Şekil 7. Gölge Ev (<https://architizer.com>)

Görseller incelendiğinde kilise yapısına getirilen çağdaş ekin hem mevcut yapıyla hem de bağlamıyla kurduğu uyumlu ilişki dikkat çekmektedir. Eski yapının çatı gibi mimari elemanları benzetilerek geçmişe yeni bir yorum getirilmiştir. Ne kadar kullanılan malzemeler ve renkleri farklı olsa da form-ölçek olarak tarihi yapıyı takip etmiş ve geçmişin izlerine saygı duymuştur. Konulduğu ismi tam anlamıyla yansıtan bu çağdaş ek, “bağlamıyla ilişkili uyum” yapı örnekleri kapsamında değerlendirilebilir.

ACME Mimarlık tarafından 2009 yılında 18. yy.’ dan kalma tarihi bir değirmenin yanına çağdaş bir uzantı eklenmiştir. Siyah ahşapla kaplı modern yapının cephesine eklenen geniş pencereler, doğal manzarayı direk yansıtmaktadır. Eski binanın tuğla hacmine koyu bir kütlenin eklenmesi ve cephe geometrisinin benzetilmesi ile uzaktan bakıldığında fark edilmeyen ve tarihi yapıyla bütünleşen bir ilişki ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda proje, ekolojik olarak da çözümler üreten bir yapıda kurgulanmış, bu sayede tasarlanan çağdaş ek enerjisini kendi üretebilecek şekilde tasarlanmış, bu sayede kendine yetebilmesi sağlanmıştır (<https://divisare.com>). Tasarlanan ekin eski yapıyı ezmemesi ve önüne geçmemesi için tarihi yapıyla aynı formda ve oranda bir gölge yaratılmıştır (Şekil 8). Bu şekilde mevcut binadan geride duran ve fark edilmeyen bir eklenti oluşmaktadır. Yapının yükseklik ve ölçekleri de kıyaslandığında mevcut yapının sınırlarını aşmamakta ve taklit etmektedir. Yani bulunduğu bağlama kendini uydurarak uyum sağlamaktadır. Bu yapı örneği “benzerlik/taklit ile uyum” başlığı altında değerlendirilebilir.



Şekil 8. Hunsett Mill Değirmeni (<https://divisare.com>)

Tarihi yapının kopyalanması yerine eskinin form, biçim ve tasarım üslubu izlerinin referans alınarak tekrardan yorumlanması, tarihin sürdürülebilirliğine ve eski-yeni uyumuna büyük oranda katkıda bulunmaktadır. Eski yapının izlerini taşıyan çağdaş ek, bir yandan tarihi yapıya ait olmalı diğer yandan bulunduğu dönemin niteliklerini de hissettirmelidir. Bu dengenin sağlıklı kurulması tarihi dokunun çağımızla kurduğu ilişkinin sağlamlığı açısından oldukça önemlidir (Kayan, 2020). Kılıç’a (2015) göre, mevcut tarihi dokuya en faydalı yaklaşım, en küçük birimden kent silüetine her yapı elemanının çağdaş yaklaşımla yeniliğin sağlanması ve diğer yandan eskinin izlerinin kullanılarak tarihin okunması ile geçmiş ve günümüze saygıyla yaklaşmaktır. Kılıç (2015) bu yaklaşımla birlikte hem yeni olanın farkına varılmasının hem de eskinin varlığının kabul edilerek sağlıklı bir birlikteliğin oluşmasının sağlanabileceğini ifade etmiştir.

2.2.2. Zıtlık

“En ilginç sohbetlerden bazıları, karşıt bakış açıları olduğunda ortaya çıkar.” Gil Schafer III

TDK’ye göre, *“Nitelik ve durumları birbirine büsbütün aykırı olan, zıt, kontrast”* şeklinde ifade edilmiştir (<https://sozluk.gov.tr>). Altınöz ve Güliz’e (2010) göre, eski-yeni yapı arasındaki saygılı birliktelik, uyum\benzer yaklaşımla kurulacağı gibi aynı zamanda zıt\karşıt tasarım yaklaşımıyla da sağlanabilmektedir. Çağımız mimari

anlayışının ulaştığı en uç nokta, zıtlık yaklaşımıyla tasarlanan yeni yapılardır (Zeren, 2010, s. 17-18).

Karatosun (2010) zıtlık/kontrastlık durumunu, tarihi yapıda olmayan özelliklerin yeni olanda kullanılması olarak ifade etmiştir. Stavreva' ya (2017) göre ise zıtlık, hangi yapının eski hangi yapının yeni olduğunu anlamının en iyi yoludur. Maden'e (2008) göre de mevcut düzeni bozan asimetrik formların oluşturduğu zıtlık yaklaşımları, geleneksele ve kalıplara sadık olan, sınırlarını aşmayan tarihselci yaklaşımın bir eleştirisidir.

Velioğlu (1992), zıtlık yaklaşımı sayesinde yeni yapının tarihi çevrede fark edilebilmesine ve kendisini göstererek eskiden ayrışmasına, diğer yandan eski yapının ve çevresinin daha belirginleşmesine olanak sağlandığını belirtmiştir. Aynı zamanda malzeme, form, oran, doku ve teknolojiyle yapılan bu karşıtlık yaklaşımı ile yeni ve eskinin bir bakıma bağlamsal uyuma vardığını ifade etmiştir. Velioğlu (1992) bu ifadesini de Heraklit'in "*karşıtlık uyumluluk yaratır; çelişki, en yetkin uyumun temelidir.*" sözüyle desteklemiştir. Bu tasarım yaklaşımıyla oluşturulan binaların, kullanıcı ve ziyaretçiler tarafından anlaşılabilir, algılanabilir ve çağın yapım tekniği ve malzemesini net bir şekilde ortaya koyan tasarımlar olarak yaratılması gerekir (Kayan, 2020).

2.2.2.1. Bağlamına Uygun Zıtlık

"Saygı geçmişle eşanlımlı, incelikse geleceğin metaforu olarak algılanmalı. Gelecek ve geçmişin arasında, sürekli değişen ve aktif olabileceğimiz tek mümkün düzlem olan "şimdi" yatar." Friedrich Kurrent

Zıtlık yaklaşımının uygulandığı tasarımlarda mevcut tarihi bağlamın özelliklerini ve sahip olduğu kültürel değerini önemini öncesinde değerlendirilmesi ve kurgulanması gereklidir. Bu şekilde tarihi bağlamdan ayrışan, farklılaşan ve görünebilen, aynı zamanda eskinin özgünlüğünü de koruyarak tarihi dokuyla bütünleşen yeni yapı tasarımları yaratılabilmektedir (Kılıç, 2015).

Semes'e (2007) göre zıtlık, mevcut tarihi dokunun karakterinin değişimini ifade etmektedir (Semes, 2007; Çelik, 2021). Tarihi bağlamda farklılaşmaya çalışırken eskiye de atıf yapmayı da ihmal etmeyen bu yaklaşım Stavreva' ya (2017) göre, farklı üslupların kullanılarak eskiyle uyum yakalamaya çalışılmasıdır. Velioğlu da (1992) benzer şekilde, tarihi çevrede uyum ve zıtlığın beraber kullanılmasını, tasarımda belirsizlik yaratma düşüncesiyle kurgulanmış tasarım fikrini açıklamıştır. Bu yaklaşım tasarımında, eski-yeni arasında uyum ya da karşıtlık yaklaşımından biri baskın olmamakta ve aralarında dengeli bir ilişki kurulmaktadır.

Günümüzde tasarımcılar tarafından ele alınan ve kabul edilen zıtlık yaklaşımının ürünleriyle sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu yaklaşımla oluşturulan tasarım ürünleri, tarihi çevrenin taklidi yerine mevcut dokudan sıyrılan ve farklılaşan bir kurguya sahip olması ile aslında eski yapının tekrardan ön plana çıkmasına ve sürdürülebilirliğin çağdaş mimari ile sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Yalçınkaya vd., 2019). Bu yaklaşım modeli, eski dokunun kimliğinden isteyerek farklılaşmayı amaçlamakta ve bunu yaparken tarihi bağlama da bağlı kalarak zıtlıkla uyum yakalamaya çalışmaktadır (Semes, 2007; Çelik, 2021).

Altınöz ve Güliz (2010), *“Dokuyu korumanın, tarihi olana saygı göstermenin ve onunla uyum sağlamanın tek yolu olarak taklidi gören yaklaşımın örnekleri bugün de azımsanmayacak kadar çoktur.”* ifadesiyle eski-yeni uyumunun sadece taklitle oluşturulmayacağını vurgulamakta ve zıtlık tasarımıyla da eskiyle uyumlu bir ilişkinin kurulabileceğini savunmuştur.

Tasarımcı Jonathan Tuckey'in Cotswolds'daki geleneksel kulübeye tasarladığı cam eklenti, mevcut geleneksel yapıdan kendini tamamen sıyırmaktadır (Şekil 9). Tasarladığı çağdaş eklentiler hakkında Mimar Tuckey ile küçük bir röportaj yapılmış, *“Yenin üzerine inşa”* kavramının incelikleri sorulmuştur. Tuckey'e göre, günümüz mimarisinde sıfırdan yapı inşa etmek en çok tercih edilen yöntemdir. Fakat geçmişe duyulan bağlılık, yeni yapı tasarlamaktan daha baskın gelir. Bununla birlikte eski-yenin bütünleştirilerek uygulandığı projeler, benzersiz ve özgündür. Mimarın başka bir deyişle bu birliktelik sonucu kusursuz melez bir mimari ortaya çıkmakta ve

tasarım sürecinde, ne zaman uyum sağlamalı ne zaman korumalı, sorusu hep akılda kalmalıdır (Himelfarb, E., <https://thespaces.com>).



Şekil 9. Cotswolds'daki geleneksel konut (<https://thespaces.com>)

Tarihi yapılarda karşıt tasarımlarda sıkça uygulanan geniş cam ve süslü olmayan, sağır cephelerin kullanımı, eskinin yeniyle uyumunun zıtlıkla sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Kullanılan geniş cam, tarihi dokuyu yansıtmakta ve eskinin içinde yeni, yenin içinde eskinin oluşmasını ve bütünleşmesini sağlamaktadır. Yeni yapıda kullanılan sağır cepheler ise eski dokuda mevcut olan süslü ve hareketli dilin fark edilmesini sağlamakta ve kurulacak yeni-eski ilişkisinde dengeyi kurmaktadır. Bu dengenin oluşması için aynı zamanda yükseklik ve genişlik olarak da benzerliğin kurulması gerekmektedir. Zıt yaklaşım tarihi dokunun bağlamına uygun tasarlanması halinde, her yapı kendi dönemini yansıtmakta bununla birlikte mimarlar tasarımlarını özgür bir şekilde kendilerini sınırlamadan yaratmaktadır. Bu tasarım özellikleri tarihi dokulara zıtlık yaklaşımının oluşturduğu olumlu etkiler olarak gösterilmektedir. Bunların aksine yükseklik, genişlik, oran gibi kriterlerin dikkatli ve hassas kurgulanmaması, tasarlanan yeni ek yapısının kentte dikkat çeken ve merak edilen bir ikona dönüşmesi ve bu şekilde tarihi çevrenin görünmez olması ve unutulmaya yüz tutması gibi olumsuz etkileri de görülebilmektedir. (Büyükmihçi ve Kılıç, 2015).

Amsterdam'da MVRDV Mimarlık tarafından lüks bir marka mağazasının cephesi elden geçirilerek Kristal Evler tasarlanmıştır (Şekil 10). Mağazanın cephesi yenilenirken aynı

zamanda geleneksel binalara da atıf yapmak istenmiş ve cephenin tamamı cam tuğla ile kaplanmıştır. Tuğlaların dizilişi ve pencerelerin formuna kadar mevcut yapıdan benzerlikler taşıyan çağdaş ek, mağazanın ihtiyaç duyduğu geniş cam yüzeyi sunmaktadır. Masif cam tuğlaların üretilmesi ve yeni yapım teknikleri ile hassasiyetle işçiliğinin yapılabilmesi için yüksek teknolojiden faydalanılmıştır. Aynı zamanda tasarlanan bu çağdaş ek ile ihtiyaç duyulan enerji, cam yüzeylerden içeri alınan yenilenebilir enerji ile sağlanmaktadır. Geri dönüştürülebilir atık kapsamında üretilen şeffaf tuğlalar ise gerektiği durumda eritilebilir, yeniden kalıplanabilir ve geri dönüştürülebilir malzeme teknoloji ile üretilmiştir. Tasarlanan ek hakkında MVRDV mimarı Winy Maas, “Müşteriye 'Yıkılacak olanı geri getirelim ama daha da geliştirelim' dedik”, “Kristal Evler, dikkat çekici bir amiral gemisi mağazası için yer açıyor, çevrenin yapısına saygı duyuyor ve cam yapımında şiiirsel bir yenilik getiriyor. Küresel markaların ezici şeffaflık arzusu ve modernliği mirasla birleştirmesini sağlar. Bu nedenle tarihi merkezlerimizde her yerde uygulanabilir.” şeklinde açıklamıştır (Burkett, K., <https://architizer.com>).



Şekil 10. Kristal Evler (<https://architizer.com>)

Bu yeni ek de kullanılan malzeme ve teknoloji, form ve yapım tekniği açısından eski yapıdan tamamen kopmaktadır (Şekil 10). Bu noktada tasarlanan yeni ekin zıtlık yaklaşımıyla üretildiği söylenebilir. Fakat bu ayrışma yapılırken eski olanı ezecek ya da geleneksel mimariyi bozacak bir müdahalede bulunulmamaktadır. Tasarlanan yeni cephede kullanılan cam tuğlalar, geleneksel mimarinin mevcut cephe düzeninin izlerini taşımaktadır. Yani mevcut tarihsel dokunun eleştirisi tatlı bir mizahla kurgulanmıştır.

Bu durumda uygulanan bu çağdaş ek, “bağlamına uygun zıtlık” örneği olarak kabul edilebilir.

2008 yılında Kanada’da büyük bir yangın geçirerek kalıcı hasara uğrayan Voltigeurs De Québec Cephaneliğinin birçok bölümünün mevcut mimari oluşumuna saygılı yaklaşılarak yenilemesi yapıldı (Şekil 11). Bu yenileme çalışmalarına ek olarak yapının batı kanadına yeni bir parça eklendi. Eklenen bu parça mevcut tarihi yapıya bakıldığında net bir şekilde ayrışan ve fark edilir özelliktedir. Yapının bazı noktalarında tarihi doku vurgulanmış ve hissettirilmiştir. Hissettirilen tarihi kalıntılar, eskime belirtileri ve sınırlarını net bir biçimde ortaya koymuştur (<https://architizer.com>).



Şekil 11. Voltigeurs De Québec Cephaneliği (<https://architizer.com>)

Görseller incelendiğinde tarihi dokunun hareketli mimari dilinin aksine yeni yapıda sade, tekdüze ve hareketsiz bir tasarım benimsenmiştir (Şekil 12). Yeni yapının cephe düzeni pencere açıklıkları ve katmanlaşan kütle formuna bakıldığında görsel olarak fark edilen bir zıtlığın mevcut olduğu söylenebilir. Yani yeni ek tarihi yapıdan oldukça karmaşık ve ayrışan bir yaklaşımla tasarlanmıştır. Diğer yandan getirilen çağdaş ekin bir bölümü, eski yapının cephe malzemesi ve rengine benzerlik gösterilerek tasarlanmıştır. Bu durum iki farklı yapının bütünlüğü ve uyumu yakalamasını sağlamış, modernin ve mirasın uyumlu ilişkisi olarak bu yapı “bağlamına uygun zıtlık” örneği olarak değerlendirilebilir.



Şekil 12. Voltigeurs De Québec Cephaneliği yeni ek binası (<https://architizer.com>)

KPMB Mimarlık tarafından tasarlanan dört katlı yeni yapı, 6 katlı tarihi Şeker Binası ile 16. yy.' dan kalma 2 katlı bina arasına inşa edilmiştir (Şekil 13). İnşa edilen bu yeni yapı, tarihi Şeker Binası'na ek olarak tasarlanmıştır. Teras katın yeşil çatı olarak kullanılması da sürdürülebilirlik bağlamında projeye değer katmıştır (Denver, C., <https://semplebrown.com>).



Şekil 13. Şeker Binası (<https://semplebrown.com>)

Görsellere bakıldığında Şeker Binası kullanılan malzeme, form, pencere boyutları, yapım teknikleri gibi mimari niteliklerle etrafındaki tarihi yapılardan farklılaşan ve kendini gösteren bir üründür. Sessiz olmayan tavrının yanında, iki eski bina arasındaki duruşu ve ölçeği ile mevcut tarihi bağlamına saygılı ve titizdir. Kullanılan büyük cam yüzeyler yeni yapının modernliğini hissettirirken, diğer yandan eski yapıların kültürel

kokusunu yansıtmaktadır. Bu durumda tarihi yapıların arasına yerleştirilen bu çağdaş ek, zıtlık yaklaşımında “bağlamına uygun zıtlık” olarak kabul edilebilir.

NYC Mimarlık tarafından New York’taki 1906 yılından kalma tarihi hamamın yenilemesi ve ihtiyaçlar doğrultusunda yanına yeni ek yapının inşa edilmesi gerekli görülmüştür (Şekil 14). Eski yapı içinde faaliyet gören tüm birimler restore edilmiş, ek olarak farklı işlevleri oluşturan birimlerin bulunduğu yeni yapıyla arasına geçiş tasarlanmıştır. Bu köprü bağlantısı ile erişilebilirlik artırılmıştır. Tarihi hamamın bitişiğine tasarlanan bu yapı için jüri üyelerden olumlu yorumlar alınmıştır. Yorumlara göre, tarihi hamam ile çağdaş ek arasında dengeli ve hassas bir ilişki kurulmuştur (<https://hdc.org>). Tasarlanan modern ekte kullanılan zıtlık tarzı ile tarihi binadan tamamen farklı ve başka bir çağın yapısı olduğunu hissettirmektedir. Diğer yandan eski hamam binası incelendiğinde kırmızı tuğlaların kullanıldığı, yeni yapıda da bu malzemeye atıf yapan aynı renk malzemenin kullanıldığı görülmektedir. Aynı zamanda eski yapıda mevcut olan hareketli cephe süslemelerini dengelemek için yeni yapının cephe dili sade ve düz tutulmuştur. Modern yapı form ve oran olarak eski yapıyla ölçülü kurgulanmış, eski olanı ezecek bir tavır sergilememiştir. Yani hem saygılı hem eleştirel yaklaşmıştır. Bu yapı örneği de yine “bağlamına uygun zıtlık” kapsamında değerlendirilebilir.



Şekil 14. Gertrude Ederle Dinlenme Merkezi (<https://hdc.org>)

“Zor bir çevreyle karşılaşıldığında bazen tek mümkün mimari tepki kontrast yaratmaktır.” Manfred Sack

Büyükmihçı ve Kılıç (2015) karşıt yaklaşımla tasarlanan yeni yapıların başarılı olma durumunu, çağdaş ekin bulunduğu bağlamla uyumu, kullanıldığı malzeme ve teknolojinin tarihi yapıdan kolayca ayırt edilebilmesi fakat bunu yaparken eskiyi ezmeyecek ve saygılı bir tutumda olması şeklinde belirtmiştir. Altınöz ve Güliz (2010) de çağdaş ekleri sadece tarihi yapıyla kurulan uyumla değerlendirmek yerine bağlamını da içine alan tüm etmenleriyle birlikte kurgulanması gerekliliğini vurgulamıştır.

Bağlamına uyumlu zıtlık yaklaşımıyla, tarihi çevreden elde edilen öğelerin kullanılarak aynı zamanda eski yapıdan tamamen ayrılarak kendini gösteren bir tasarım dili olarak açıklanabilir. Erkartal ve Özür (2016) soyut referans yaklaşımıyla ifade ettiği bu tasarım dilinde, eskiye yapılan çağrışımla birlikte tarihi bağlamda özgür ve cesur bir tavrın sergilenmesidir. Açıkladığı nötr tasarım yaklaşımı da cephede yansıtma ve şeffaflığın kullanılarak tarihi dokuyu zıtlıkla vurgulamakta ve bu şekilde uyumu yakalamaktadır. Bu yaklaşım da yine benzer şekilde bağlamına uygun zıtlık yaklaşımı için kabul edilebilir.

2.2.2.2. Tasarımsal Zıtlık

“Belli bir yerde tarihle ilişki yok sayıldığı veya silindiği, unutma isteği belleği yok ettiği zaman mimarlık dengesiz, yıpranmış ve tepkisiz hale gelir.” Friedrich Kurrent

Kayan (2020), tarihi dokunun yenilenmesi ve yeni yapıların getirilmesi konusunda hassas yaklaşılması gerekliliğini vurgulamıştır. Eski dokunun yok sayıldığı aşırı zıt ve aykırı yaklaşımların tarihi izleri yok ettiğini ve tarihten bağımsız bir tavır takınarak kültürel mirasa ve sürekliliğine zarar verdiğini ifade etmiştir.

Stavreva’ nın (2017) “*kasıtlı muhalefet*” olarak tanımladığı bu yaklaşım, yeni yapının bulunduğu tarihsel bağlamda bilinçli olarak ayrılmak ve eski yapının niteliğini değiştirerek zıtlık oluşturmaktır. Başka bir ifadeyle, geçmiş ve modern olanın birbirinden farklı olduğunu vurgulama imkânının verilmesidir. Torres’e (2009) göre ise aşırı zıtlıkla kastedilen şey, binaya tamamen farklı ve çağdaş bir stilin eklenmesidir.

Uzmanlar tarafından en çok tavsiye edilen zıtlık yaklaşımı ile yapıya orijinal ve yeni eklenen ek bariz bir şekilde ortaya çıkartılır. Bununla birlikte potansiyel olarak hangisinin orijinal ve hangisinin yeni olduğunu açıklığa kavuşturarak olası yanlış temsillerin ortaya çıkmasını da engeller. Böylece tarihi binaya yeni ve oldukça göze çarpan, aynı zamanda günümüzü konuşan yani günümüzü temsil eden bir unsur eklenmiş olur. Bu yaklaşım, günümüz koruma alanında önde gelen kuruluşlar tarafından tarihi bir yapıya ilave yapılması gerektiğinde tavsiye edilen bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir (Torres, 2009).

Karşıtlık tarzı ile tasarlanan yeni ek yapılar; oran, form, biçim, renk, malzeme gibi tasarım öğeleriyle tarihi çevrede belirginleşmeye ve kent belleğinde fark edilir ikonik yapılar haline gelmeyi amaçlamaktadır (Sağlam ve Tavşan, 2019). Bu tasarım anlayışının tasarımcıların üzerinde özgür olma hissiyatını tetiklemesi nedeniyle çoğu mimar tarafından kabul edilen bir tarzdır (Çetinkaya, 2018).

Davies'in (2003) kibirli yaklaşım olarak ifade ettiği yaklaşımda, Daniel Libeskind yapılarına örnek vermiş ve Libeskind tasarımlarındaki eski-yeni arasındaki ilişkiyi "nefes kesici ve cesur" şeklinde ifade etmiştir. Mimarın bu yaklaşımı başarımında büyük yetenek ve vizyona ihtiyacı olduğunu, tasarladığı yapılar ne kadar eleştirilere açık olsa da "geleceğin binası" şeklinde kabul edildiklerini vurgulamıştır. Diğer yandan çılgın ve aykırı tasarımlar günümüzde tarihi bağlamında başarılı olarak kabul edilmiş olsalar da gelecekte başarılı ve cesur olarak görülen bu yaklaşım için aynı ifadeler kullanılacak mı? Bugünün kabulü gelecekte farklı karşılanabilir. Bu nedenle tarihi dokuda yapılan yeni yapının kalitesi ve başarısı, zamanda uygulanan bir testtir (Davies, 2003).

Zıtlık tasarım yaklaşımını en iyi yansıtan Libeskind' in tarihi yapılara zıt yaklaşım örneklerine bakıldığında eski-yeni arasındaki ilişkiyi zıtlıkla çözmeye çalışmaktadır. Bu şekilde yapılar, kendi dönemlerini rahatlıkla sergileyebilecek ve insanlar tarafından kolaylıkla algılanabilecektir. Libeskind' in tasarladığı yeni yapıların çağımızın oran, ölçek, form, malzeme ve tekniğini yansıtmayı ve tarihi yapıdan kolaylıkla ayrışmasıyla birlikte bu yaklaşımı dünyada oldukça eleştirilmiş ve büyük yankı oluşturmıştır. Eski yapıların kültürel ve tarihi değerinin baskılandığı ve ezildiği düşüncesi oluşsa da

bulunduğu çevrenin merak edilen, fark edilen ve ziyaret edilen popüler yapılarına dönüşmektedir (Yalçınkaya vd., 2019).

İspanya’da bulunan Jaizkibel öğrenci yurdunun yeni yerleşim mekânları gereksinimlerinden dolayı genişletilmesi ve mevcut binanın bakımının yapılması gerekmektedir (Şekil 15). Otxotorena Mimarlık tarafından tasarlanan çağdaş ek, günümüzde eğitim işleviyle kullanılan 20. yy.’ ın başlarından kalma saray yapısının yenilenmesine vesile olmuş, aynı zamanda ek yapının öğrenci yurdu olarak kullanılmasıyla da ihtiyaç duyulan yeni mekânların karşılanmasına imkân tanımıştır. Yeni yapı, eski yapının sırtına dayanarak yatayda yeni bir oluşumu temsil etmektedir. Dışarıdan bakıldığında eski ve yeni yapı birbirinden kopuk gibi algılansa da aslında soyut yollarla birbirlerine bağlıdır. Yapının 3 katlı olması ve her öğrenci için konaklama birimlerinin var olması, binanın işlevsel olarak da doğrusal bir sınırda ilerlediği göstermektedir. Yeniden işlevlendirilmesiyle tekrardan kullanılan bu tarihi yapı, getirilen yeni çağdaş formla eski-yeni birlikteliğinin uyumunu biraz cesaret, biraz mizah, biraz da eleştiriyle ifade etmektedir (Burkett, K., <https://architizer.com>).



Şekil 15. Jaizkibel Öğrenci Yurdu (<https://architizer.com>)

Kullanılan malzeme, yapım tekniği cephe kurgusu gibi niteliklerle eski yapıdan tamamen ayrılmaktadır (Şekil 16). Fakat yeni yapının cepheleri incelendiğinde şeffaf hareketli modeller aslında tarihi yapının üst katındaki pencere düzenine de atıf yapmaktadır. Bununla birlikte eski yapının dikdörtgen formuyla ve açık renk dış

cephesiyle kurulan bir benzerlik de göze çarpmaktadır. Bu nedenle eski yapıya uygulanan bu çağdaş ek, zıtlık yaklaşımı ile tasarlanmış bir yapı olsa da “bağlamına uygun zıtlık” olarak kabul edilebilir bir örnektir.



Şekil 16. Jaızkıbel Öğrenci Yurdu yeni ek binası

Coy Yiontis Mimarlık tarafından geleneksel konuta ek olarak tasarlanan Avustralya’daki Ev 3 yapısı, mevcut binanın arka cephesine yerleştirilmiştir (Şekil 17). Eklenen bu çokgen formundaki yapı, orijinal yapıdan farklı olduğunu hissettirmektedir (Burkett, K., <https://architizer.com>). Cepheye dönük olan geleneksel yapı olduğu gibi korunmuştur. Bahçeye bakan farklı geometri formundaki büyük kütle görsel olarak kendini vurgulayan ve ön plana çıkartan bir tarza sahiptir. Kullanılan malzeme, form, ölçek, üslup ve cephe düzeni açısından geleneksel konuttan tamamen ayrılmıştır. Zıtlık yaklaşımıyla tasarlanan bu uzantı “tasarımsal zıtlık” olarak değerlendirilebilecek bir yapı örneğidir.



Şekil 17. Ev 3 Yapısı (<https://architizer.com>)

Fuster Mimarlık tarafından Porto Riko’da bulunan 1940 yılından kalma Casa Delphin geleneksel konutuna da modern ekleme yapılmıştır (Şekil 18). Bu eklemeler, mevcut geleneksel konutun iç mekân tasarım öğelerinin kullanılmasıyla tasarlanmıştır. Yapı içindeki kare karolar, beton cephelere yansıtılmıştır (Wood, B., <https://thespaces.com>). Mevcut yapı incelendiğinde tipik Porto Riko geleneksel konutlarını yansıtmaktadır. Cephelerde kullanılan form ne kadar iç mekândan alınan referans öğelerle tasarlanmış olsa da yapıya eklenen dikey uzantı, orijinal yapıyı ezerek, baskınlık kurmuştur. Görseldeki bu yapı örneği de “tasarımsal zıtlık” kapsamında değerlendirilebilir.



Şekil 18. Casa Delphin geleneksel konutu (<https://thespaces.com>)

Örnek yapılarda da görüldüğü üzere, benimsenen bu görüşle oluşturulan bu yapılar, tarihi çevrede ya da tarihi yapıda her yönüyle farklı, dikkat çekici, göz önünde ve ayrışan bir mimariye dönüşmektedir (Sağlam, 2019). Diğer yandan aykırı bir yaklaşımla oluşturulan tasarımsal zıtlık, eski yapıdan her yönüyle ayrışmakta ve kendini ön plana koymaktadır. Hassasiyetle yaklaşılmayan aykırı yaklaşım uygulamalarında tarihi dokunun özgünlüğü ve değeri görmezden gelinmekte ve geçmişin varlığı bulunduğu çevreden kopmaktadır (Erkartal ve Özür, 2016). Bu nedenle yeni olanın zıtlığı, eski olandan tamamen bağımsız olacak şekilde kurgulanması fikri tehlikeli bir tutumdur (Çetinkaya, 2018).

Kurrent (2001), “*Belli bir yerde tarihle ilişki yok sayıldığı veya silindiği, unutmaya isteği belleği yok ettiği zaman mimarlık dengesiz, yıpranmış ve tepkisiz hale gelir.*” sözüyle yenilerin yaratılırken eskinin göz ardı edilmesinin tasarım kuramında oldukça büyük

olumsuz etkilerinin olduğunu vurgulamıştır. Tasarlanan aşırı karışık ürünlerin hassasiyetle ve özenle yaratılmaması halinde, bulunduğu tarihi bağlamdan uzak ve kopuk kalma riski oluşmaktadır (Sağlam, 2019). Yalçınkaya vd.’ ne (2019) göre tarihi çevreye tasarlanan modern yapılar, çağdaş koruma olgusunun kritik bir bölümünü oluşturmaktadır.

“Bazen zıtlık, zayıf veya başka türlü tatmin edici olmayan bir bağlama uygun tepkidir, ancak bu tür yargılarda bulunurken dikkatli olmalıyız.” Brigita Stavreva

Yeni yapının tarihi dokuda uyumlu ve sağlıklı bir ilişki kurması için; yeninin geri dönüştürülebilmesi, modern mimariyi yansıtması, bunu yaparken eski yapıya uygulanan müdahalenin olabildiğince minimum tutulması, günümüz teknolojisi ve yapım tekniğinin kullanılması ve yenilenebilir malzeme ile öne çıkarak fark yaratması beklenmektedir (Büyükmihçi vd., 2019). Tarihi yapılarda yeniden kullanım adı altında uygulanan çağdaş yapı tasarımı uygulamaları, tarihi yapının varlığı, kimliği, özgünlüğü ve değerinin korunarak kente ve kullanıcılara tekrardan kazandırılması ve günümüz ihtiyaçlarına ayak uydurması için gerekli bir yaklaşımdır (İslamoğlu, 2018).

3. BÖLÜM

NÖROLOJİ VE MİMARLIK

3.1. Algı ve Mekân

"Ortamdaki değişiklikler beyni ve dolayısıyla davranışımızı değiştiriyor." Fred Gage

Algı kavramı, dış uyaranlardan alınan verilerin duyularımız aracılığı ile zihnimize ulaşarak yorumlanmasıdır. Dış ortamdan alınan uyaranlar zihinde yorumlandıktan sonra anlamlı hale gelmektedir (Ozan, 2020). Farklı parametrelere bağlı olarak kişiden kişiye değişebilen algı tanımının tam anlamıyla anlaşılabilmesi ve birey - mekân arasındaki ilişkinin çözümlenebilmesi için bu kavramın detaylıca değerlendirildiği araştırmaların yapılması gerekmektedir.

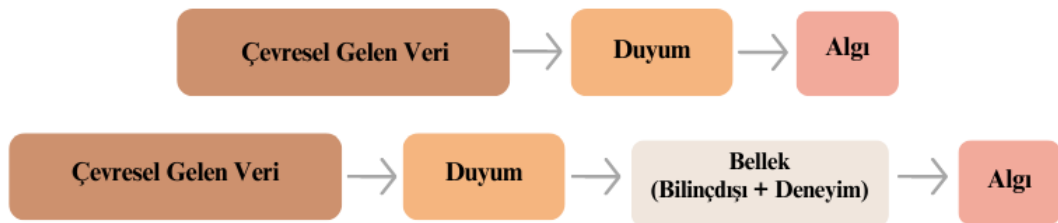
Algı kavramının araştırmacılar tarafından nasıl tanımlandığını incelediğimizde, her araştırmacı için algının farklı şekilde açıklandığı görülmektedir (Ozan, 2020). Bu ifadeler özetle şu şekildedir; örneğin Lang’a (1987) göre algı, akıl ve gerçek arasında bir yerde bulunmakta ve çevreden veri elde etme durumudur. Schulz’a (1966) göre algı, Lang’a benzer olarak bulunulan bağlama kendini uydurma, kabul ettirme ve faydalanma amacıyla işlenmek ve yorumlanmak üzere toplanılan bilgi sürecidir. Cüceloğlu (2006) algıyı, çevreden alınan ham verilerin işlenmesi; algılamayı ise analiz, yorumlama, değerlendirme gibi deneyimler şeklinde tanımlamıştır (Akt. Ozan, 2020). Noe (2004) de benzer şekilde algıyı, *“bize etki eden değil, bizde olan bir şeydir.”* sözüyle kısaca özetlemiştir (Noe, 2004; Akt. Kuruçay ve Gür, 2022).

Daha kaliteli ve sağlıklı mekânlar üretmek için yaşanan çevrenin insanlar üzerinde oluşturduğu davranış, algı ve etkileşimi doğru anlamak ve değerlendirmek gerekmektedir (Khaleghimoghaddam ve Bala, 2018). Bu noktada algıyı oluşturan faktörlerden ve insanların algılarını etkileyen etmenlerden bahsetmek gerekmektedir.

3.1.1. Algıyı Oluşturan ve Etkileyen Faktörler

“Duyuşsal kalite, insanın çevreye verdiği tepkiyi belirlemede kilit bir faktördür.” (Russell, 1992; Akt. Dazkir ve Read, 2012)

Algının oluşmasında rol oynayan birçok çevresel faktör bulunmaktadır. Bu faktörler nedeniyle insanlar çevreden gelen uyaranları farklı şekilde algılamaktadır. Bireyler yaşadıkları mekânları “yapısal” ve “doğrudan” algı olarak değerlendirmektedir (Şekil 19). Yapısal algı denilen kavramda insanlar, bulundukları ortamdan aldıkları duyuları deneyim ve yaşantılarıyla bağdaştırarak algılamaktadır. Yani çevreden gelen dış uyaranlar bellekle bütünleşerek algı süreci devam etmektedir. Doğrudan algı kavramı ise, mekânlardan alınan duyuların direk kullanılmasıdır. Deneyimin ve bilişin gerek duyulmadığı ve algılayıcının en az iş yaptığı durumdur (Solso vd., 2007; Akt. Sözer, 2020). Bu durumda algıyı, çevresel uyaranlar ve geçmişteki deneyimler oluşturmaktadır.



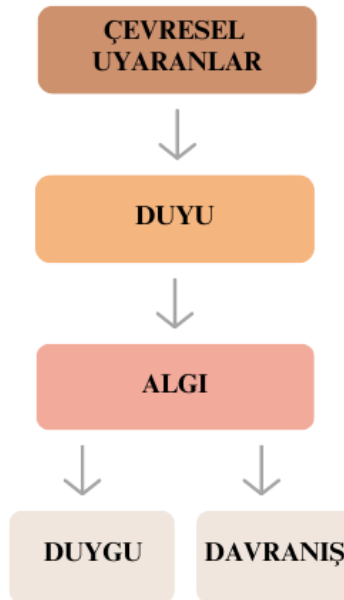
Şekil 19. Doğrudan ve yapısal algının oluşum şeması (Sözer, 2020)

Bireylerin bir olgu için algıladıkları fiziksel veriler aynı olmasına karşın yorumlamaları farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, elmaya bakan bireylerin fiziksel gerçeklik olarak elmanın varlığını kabul etmelerine rağmen biri meyve olarak, biri telefon markası olarak, diğeri ise Âdem ve Havva’nın yasak elma olgusu olarak yorumlayabilmektedir. Bu sebeple fiziksel gerçeklik ile zihinde algılanan ve yorumlanan şey aynı olmayacağı

gibi kişilere göre farklılaşabilmektedir. İnsanların zihinlerinde ve algılarında meydana gelen bu farklılıklar insanların geçmiş deneyimleri, aldıkları eğitim, yaşadıkları kültür, beğendikleri/sevdikleri ürünler gibi birçok parametreye bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Darıcı, 2019).

“İnsan içinde yaşadığı çevreden yararlanabilmek, ona uyabilmek ya da onu kendine uydurabilmek amacıyla o çevreyi tanımak, anlamak zorundadır. Bu, kendiliğinden olan bir olaydır ve çevreden bilgiler alma yoluyla olur. Bu bilgileri bize uygun ve doğru hareket etmemize yardım edecek biçimde yorumlayıp değerlendiren algıdır.” (Schulz 1966; Akt. Temel vd., 2021).

Algı ve davranış bütünleşmiş ikili bir kavramdır. İnsanların dış ortamdan elde ettikleri uyarıcı bilgileri, belleklerindeki yaşanmışlık ve duygu birikimi ile birleştirerek davranışlarını oluşturmaktadır. Yani tüm çevrede insanın davranışlarını tetikleyen her türlü mesaj barınmaktadır (Yücel, 2019). Sözer ve Turcan (2022), duyuların algıyı, algının da davranışı etkilediğini savunmuştur. Yani dış ortamdan alınan uyarılar beyinde yorumlanır ve dışavurumcu davranışı ve duyguları doğurur (Şekil 20).

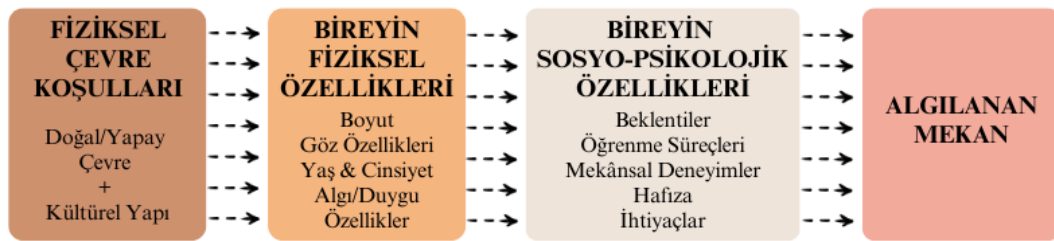


Şekil 20. Çevresel uyarıların algı ve davranışları etkileme akışı (Sözer, 2020)

Velioğlu da (1992) benzer şekilde doktora tezinde, yaşanan çevrenin ve görsel imgelerin insanların algılarını etkileyerek yaşadığı ortamı ve davranışlarını

şekillendirdiğini ifade etmiştir. Bu algılama, yorumlama ve davranış tepkileri birbirlerini besleyen ve tetikleyen unsurlardır. Velioglu'na (1992) göre, tarihi çevreler ve imgeler de benzer şekilde insanların algılarında, yorumlarında ve çevreye uyumlarında büyük ölçüde etkilidir. Bu nedenle tarihi yapı ve çevrelerin değişime uğraması ya da yenilenmesinin karmaşık olmasından öte rahat bir şekilde algılanır, anlaşılır ve yorumlanabilir olması çok önemlidir.

Algılamanın gerçekleşme süreci, mekândan alınan uyarıların görsel, işitsel ve dokunsal duyu organları ile beyne gönderilmesi, zihinde bu verilerin bireyin geçmiş deneyimi, yaşantısı ve sosyal çevresi gibi etmenlerle anlamlandırılması ile gerçekleşmektedir (Şekil 21). Görsel, işitsel, dokunsal algı gibi farklı algılama durumları olmasına rağmen özellikle mekânların algılanmasında ve insanlarda duygu yaratmasında baskın olarak görsel algı etkili olmaktadır. Görsel algı bireyde renk, koku, form, konum gibi tasarım girdilerinin fark edilmesini sağlar (Ozan, 2020).



Şekil 21. Belirli koşul ve özelliklere bağlı olarak insanlarda algının oluşum süreci (Rapoport, 1977; Ozan, 2020)

Burke'den (1767) aktaran Coburn vd.' ne (2017) göre “*Güzellik, büyük ölçüde, duyuların müdahalesiyle insan zihnine mekanik olarak etki eden bedenlerdeki bir niteliktir.*” Güzelliğin insan zihninde harekete geçirdiği duygular, çevresel özellikler ve özellikle estetik kavramlar beynimizde görsel, işitsel, vestibüler (hareket ve denge duygusu) ve koku alma gibi sinir ağlarını harekete geçirmektedir.

3.1.2. Mekanların Algılanması

“*Tasarım tasarımcısını tasarlar.*” Sözer ve Turcan (2022)

Mekânı kullanan insanlar bulundukları çevreyi tanımlayabilmek, yorumlayabilmek ve değerlendirebilmek için önce o ortamı zihinlerinde algılamalıdır. Birey-mekân ilişkisi

algı ile sağlanmakta ve bu nedenle mekânların tasarlanmasında kullanıcı algıları oldukça önemlidir. Çünkü insanların bulundukları bağlamı, yapıyı ve mekânı nasıl değerlendirdikleri, zihinsel yorumlama sonrasında uyarana nasıl tepki verdikleri “*algı*” sayesinde oluşmaktadır (Lang, 1987; Ozan, 2020).

Tasarımın gücü, doğrudan mekân kullanıcı ve ziyaretçilerin hayatını iyi ya da kötü yönde etkilemektedir. İnsanların yapı içindeki davranışlarını, algısını, düşünce biçimini ve hayata bakış açısını dahi kontrol etmektedir (Akman, 2021). Günümüz mimarisinde mekân kavramı birçok anlamın yüklendiği bir araçtır. Hem bulunulan ortamdaki davranışları etkileyen fiziksel bir olgudur hem de sosyal çevrenin etkilediği toplumların yansımasıdır (Yeşildal, 2019). Birey yaşadığı ve deneyimlediği olayları algılar ve algıları doğrultusunda mekânları tasarlar. Bu nedenle mimarlık kavramı yalnızca mekân üretmek değil, insan duygularını da yönetmek demektir (Kuruçay ve Gür, 2022). Yani mekânlar yaşantımızı, yaşantılarımız mekânları oluşturmaktadır.

Dr. Lucas’a göre “*Mimarinin bir kişinin ruh hali üzerindeki etkisi çok büyük. Ona göre binalar sadece görüntüsüyle bizi etkilemiyor. Aynı zamanda hareketlerimizi, davranışlarımızı, düşüncemizi de yansıtmamıza izin veriyor*” (Informavore Effect, 2020).

Bireylerin mekânlarla kurdukları ilişki çağrışımla oluşmaktadır. Mekândan alınan çağrışım girdileri zihinde algılanır ve davranışsal dışavurumu tetiklemektedir (Sözer, 2020). Çevresel imgeler Lynch’e (1960) göre, gözlemleyen kişi ve bulunulan ortam arasında iletilen çift yönlü bir bağlantıdır. Ortamda bulunan farklılıklar gözlemcinin isteği doğrultusunda seçilir ve algılanır. Anlamlandırılan bu imgeler, her gözlemci için farklı süzülür ve vurgulanır. Bu nedenle aynı imge her bireyde farklı anlamlandırılır (Lynch, 1960; Akt. Temel vd., 2021). Yücel’e (2019) göre mekânlar, bu ortamları tecrübe eden insanları farklı davranışlara yönlendirecek uyaranları içermektedir. Bu nedenle her mekân her insanda aynı algısal etkiyi yaratmaz.

“*Bizi korkularımızdan uzaklaştıran, özlem duyduklarımıza yakınlaştıran üslupları yeğleriz.*” (Alain de Botton, 2017: 172)

Mekânların sözü, dilin sözüyle aynı değildir. Mekânlar anlatmak istediklerini, görsel unsurlarla kullanıcılara aktarmaya çalışmaktadır. Bu görsel unsurlar, insanların görsel algılarını tetikleyen renk, doku, form, gibi niteliklerdir (Yücel, 2019). Sözer'e (2020) göre görsel algı, çevreyle kurulan ilişki ve tecrübelerden oluşan fizyolojik, psikolojik ve davranışsal tepkilerden meydana geldiğinden dolayı en önemli algı türüdür. Mekânlarda görsel algıyı tetikleyen renk, insanlarda benzetilen imgeleri çağrıştırılmaktadır. Bulunulan ortama bağlı olarak örneğin, duvarlarda yeşil renginin kullanılması insanlara peyzajı, zeminde ve tavanda mavi rengin tercih edilmesi de deniz ve gökyüzünü çağrıştırmaktadır (Yücel, 2019).

“Her mimari üslup bir mutluluk anlayışını dile getirir.” John Pardey (Akt. Alain de Botton, 2017: 113)

Kuruçay ve Gür (2022), ünlü tasarımcı Le Corbusier ve Bruce Mau'nun sözlerine dayanarak, mimari tasarımın temel amacının bireylerin görsel algılarına hitap etmek olduğunu savunmuş ve görselliğin önemine dikkat çekmiştir. Le Corbusier (1991), *“Hayatta ancak görebiliyorsam varım, her şey görseldir ve anlam kişinin görebilmesi sonucu açığa çıkar”*. Bruce Mau (2018), *“Duyusal alanlarımızdan ikisinin, görüş ve ses, tasarlama yetimize hâkim olmasına izin verdik. Temelde, mimarlık ve tasarlama söz konusu olduğunda, neredeyse sadece tek bir duyu için, yani görsel için üretiyoruz”*.

Alain de Botton (2017) “Mutluluğun Mimarisi” adlı kitabında, mimari yapıda kullanılan taş, cam, tuğla, ahşap, çelik, beton gibi malzemelerin belirli formlara dönüşüp insanlar üzerinde nasıl duygusal bir etki yarattığını sorgulamıştır. İnsanlar mimari yapıları hayatlarındaki bir objeye, kişiye, hisse benzetmesinden ötürü, yapılara karşı duygular beslemektedir. Hatta insan yüz şekillerinden, duruşundan, giyim tarzından belirli yorumlamalar ve duygular geliştirebilen insanın, mimari yapıların pencere aralıkları, kapı kolu modeli, pervaz süslemelerinden de bir duygu ve hissiyat oluşturmaya şaşırmamak gerekir (Alain de Botton, 2017: 97-111)

Çeşitli araştırmalarda mekânların insan üzerinde oluşturduğu duygular incelenmiştir. Örneğin, oran ve ölçek hataları, aşırı zıtlık ve asimetrik tasarımlar insanlarda gerginlik hissini ortaya çıkarmakta; aksine oran ve ölçek eşitliği, simetri ve uyum gibi etmenler

ise insanda rahatlama duygusunu tetiklemektedir. Yani mekânın algılanmasında bir başka etmen de psikolojidir. Fakat bu algılama kavramı her birey için aynı değildir. Bireylerin yaşam şekilleri, geçmiş anıları, kişisel deneyimler gibi birçok etmene bağlı olarak algılama şekli değişmekte ve farklı algılar oluşmaktadır. Yani aynı mekân, yapı veya çevre bireyler tarafından farklı şekilde algılanır, yorumlanır ve değerlendirilir (Ozan, 2020). Görsel algı üzerinde yapılan bu incelemeler, araştırmacıları kesin bir sonuca ulaştıramamakta ve ucu açık yorumlanabilir sonuçlar oluşturmaktadır. Yapılan araştırmaların tek bireyle değil çoğunlukla uygulanması durumunda, belli bir konuda belirlenen toplum adına fikir sahibi olunabilir (Temel vd., 2021).

Çeşitli fonksiyonlara göre tasarım kararları da değişebilmektedir. Örneğin, tüketicilerin tercihlerine göre ticari yapıların tasarlanması elde edilecek kârın artmasını sağlamaktadır. Eğitim yapılarının öğrenci ve öğretmenlere göre düzenlenmesi, eğitimden alınacak fayda verimin artmasına yardımcı olmaktadır. Sanatsal etkinliklerin düzenlendiği mekânların kullanıcılara göre şekillenmesi hissedilecek estetik duygunun artmasına, halka açık kamusal alanların genel ziyaretçi tercihlerine göre üretilmesi de toplumun yaşam kalitesinin artmasına katkı sağlamaktadır. Mimarlar, tasarladıkları mekânlara ait uyarıcılar sayesinde, mekân kullanıcıları ve ziyaretçilerine istediği şeyleri algılayabilir. Yani insanların bulundukları ortamlarda hissettiklerini, düşündüklerini ve davranış şekillerini kendi hedeflediği şekilde yönlendirebilir. Bu durumda mimarların mekânlardaki uyaranlar aracılığıyla insanların algılarının oluşmasında ve çeşitlenmesinde önemli bir görevi vardır (Yücel, 2019).

İnsanlar üzerinde olumlu bir etki oluşturma potansiyeline sahip mimari, her zaman mekân kullanıcılarının ihtiyaçlarını karşılamaya yetmeyebilir. Binaların, insanların ruh hali ve psikolojileri üzerinde olumlu etkileri olsa da bazı durumlarda güzel sanılan yapılar insanlara iyi gelmeyebilir, rahat hissettirmeyebilir ve o ortamdan uzaklaşmak isteyebilirler. Yani güzel bulduğumuz yapılar, insanları iyi ruh haline bürünmesi için teşvik edebilir fakat bunu kabul edip etmemek yine bireyin elindedir. En görkemli yapılar dahi bazı durumlarda kısa bir uyuklama ya da ağrı kesici kadar iyi gelmeyebilir (Alain de Botton, 2017: 19)

Sungur (2020), Le Corbusier'in “*Taş, ahşap ve beton gibi malzemeler kullanarak evler ve saraylar yapıyorsunuz: Bu inşaattır. Burada ustalık konuşur. Ama aniden kalbime dokunuyor, bana iyi geliyorsun, mutluyum ve diyorum ki: Bu güzel, mimarlık budur.*” sözüne atıf yaparak mimarinin sadece binadan ibaret olmadığını ve insanların duygularına ve algılarına dokunan bir etkisinin olduğunu vurgulamıştır. Kısaca insan, içinde bulunduğu mekânla ilişkisini algı yardımıyla sağlamaktadır. Bu noktada tasarımcıların, mekân ziyaretçileri ve kullanıcıların algıları üzerinde önemli bir rolü vardır (Lang, 1987; Ozan, 2020). Mimari unsurların kullanıcılarla bütünleştirilmesi ve “*yaşayan mekânların*” oluşturulması için (Sözer, 2020), bireylerin duyuşsal davranışlarına etki eden çevresel unsurların ve mekânı deneyimleyecek kullanıcıların detaylıca analiz edilmesi ve tasarım oluşumlarına verdikleri tepkilerin araştırılması oldukça önemlidir.

3.2. Sinir Bilimi

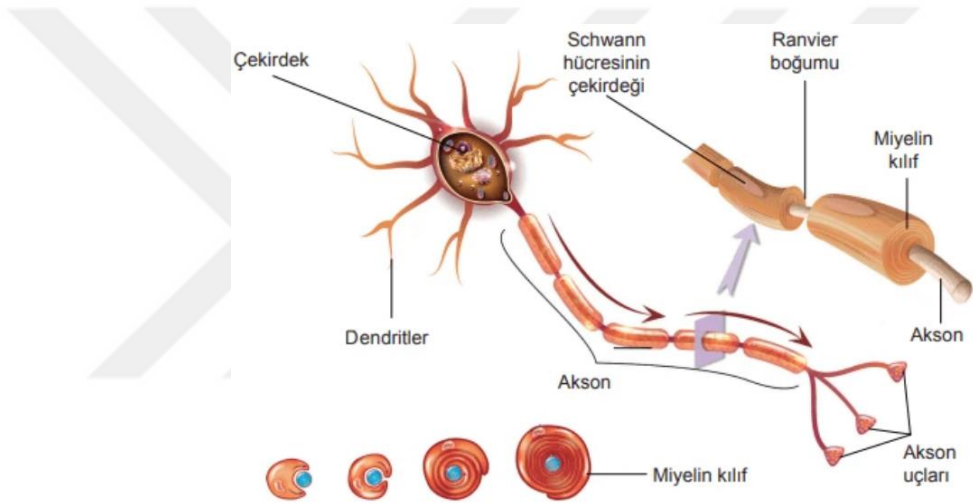
“Biz binaları biçimlendiriyoruz, sonra onlar bizi biçimlendiriyor.” Winston Churchill
(Gül,2018)

Nörobilim ya da sinir bilimi olarak bilinen tıp alanı; insan fizyolojisindeki beyin, omurilik, beyin sapı, sinir sistemi ve bu bölgelerde oluşan hastalıkları araştıran ve inceleyen bir daldır (Gül, 2018). Detayda ise sinir bilimi; insan beyninin fizyolojik olarak nasıl çalıştığını, fiziksel tüm duyu organlarının zihinsel beyinle nasıl bağlantı kurduğunu, dış ortamdan alınan verilerin sinir sisteminde nasıl işlediği ve yorumlandığını, aynı zamanda tüm bu fiziksel işlevlerin insan psikolojiyle oluşturduğu dengeyi araştıran ve inceleyen bir bilimdir. Kısaca bu alan, zihinsel aktivitenin insan davranış ve duyguları üzerindeki etkilerini ilişkilendirmekte, canlının bulunduğu ortamla etkileşime girmesi ve ortama uyum sağlaması için yardımcı olmaktadır (Schlinger, 2015; Sözer, 2020).

Sinir bilim alanındaki ilk çalışmalara 19. yy.'da rastlanmaktadır. Günümüzde nörobilim ile ilgili çalışmaların artmasıyla nörologlar, insan sinir sistemini her yönüyle araştırmış ve sinir sisteminin çalışmasını, yapısını, işlevini, sürecini, oluşan sorunları ve çözümleri gibi birçok konuda bilgi sahibi olmuşlardır. Bu şekilde kişilerin duyu ve

düşüncelerinin beyinde oluşan elektrokimyasal tepkimelerle meydana geldiği anlaşılmıştır (Yücel, 2019).

Nöronlar; duyu (getirici) nöron, ara (bağlantı) nöron ve motor (götürücü) nöronlardan oluşmaktadır (Şekil 22). Duyu nöronlar, insanın dış ortamdan duyu organları ile aldığı duyumları merkezi sinir sistemine ileten yapılardır. Merkezi sinir sistemine ulaşan verilerin işlenip, okunabilir hale getirilmesi ve sonrasında yanıtın üretilmesi görevini üstlenen ise ara nöronlardır. Oluşturulan yanıt motor nöronlara iletilir ve bu nöronlar da tepkinin oluşması için beyin ilgili bölgelerine iletilmesini sağlamaktadır (Bikifi, 2022).



Şekil 22. Nöronların yapısı (Bikifi, 2022)

İletişim görevinde ustalaşan sinir hücreleri yani nöronlar, elektrokimyasal sinyalleri hücreler arasına ulaştırmaktadır. Bu nöronların birbirine bağlanması ile sinir sistemi oluşmaktadır (Wikipedia, 2023). Sinir biliminin kullanılarak yapılan davranış analizleri, tek katılımcı ile yürütülen deneysel tasarımlar vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Canlıların verdikleri gözle görülen ve ya gözle görülmeyen tüm davranışlar analiz edilebilmektedir (Schlinger, 2015).

Psikoloji ve sinir bilimi alanlarının iş birliği, birçok alt dalı türetmiş ve farklı boyutlardaki araştırma alanlarının ortaya çıkmasına öncülük etmiştir. 20. yy.'ın başlarında psikoloji alanı daha çok içsel boyutlarıyla ele alınırken, günümüzde araştırmaların evrimleşmesiyle davranış ve tepkilere de odaklanan bir yapıya dönüşmüş ve başka bilim dallarıyla da ilişki kurmaya başlamıştır (Albright vd., 2000). Sinir bilim

dalının başka alanlarla birlikte ortak olarak ele alınmasıyla farklı disiplinler arası çalışma alanları da oluşmaktadır. Eğitim, pazarlama, sosyoloji, ekonomi, sağlık ve mimarlık gibi birçok alanla iş birliği yapabilmekte ve bu alanların insan beyni ile ilişkisi incelenmektedir (Sözer, 2020).

Günümüzde gelişmekte ve farklı disiplinlerde araştırma konusu olarak tartışılmakta olan sinir bilimi alanını çalışan ve araştırma alanlarının paralel olduğu birçok araştırmacı grubu da mevcuttur. Bu paralel araştırma gruplarının aradığı hedefler genel anlamda ortaktır. Çoğu da genel anlamda insan refahını arttıran, yaşamı kolaylaştıran, işleri hızlandıran ve zamandan tasarruf ettiren, fizyolojik ve psikolojik anlamda olumlu tepkileri almayı amaçlayan konular üzerinde yoğunlaşmaktadır. İçinde bulunulan alanlar, kullanılan terimler, formüller, mantıksal bağlantılar ve yöntemler ne kadar farklı olsa da bu araştırma gruplarının bir araya gelerek farklı disiplinler arası çalışma konularının üretilmesine katkı sağlayacağı açıktır. Birbirleri ile ilişkili bu küçük ve farklı grupların kümelenerek nöropazarlama, nöropsikoloji, nöroestetik, nöro iktisat, nöromimarlık gibi birleşik disiplin alanlarının meydana gelmesi kaçınılmazdır (Salingaros ve Masden, 2017).

Sinir bilimin mimarlıkla yaptığı iş birliği ile gerçekleştirilen çalışmalar gün geçtikçe artmakta ve popüler hale gelmektedir. Mimarinin sinir alanı ile harmanlanması ve ikili çalışma ortamının oluşmasını Sözer (2020), beyin ve mekân kavramlarının farklı yönlerini irdelenmesine katkı sağladığını belirtmiştir. Sözer'e (2020) göre oluşan bu birliktelik ile mekân-duyu-algı-davranış aşamaları daha açık bir şekilde anlaşılmakta ve tasarımcıların bu bilinçle oluşturdukları mekânlar, insanların nörolojik ve algısal faaliyetlerine göre şekillenmektedir. Mimaride insanları hangi durumların harekete geçirdiğini nelerin davranışları etkilediğini çözmek için tasarım sürecine insan psikolojisinin de eklenmesi ve sinir bilimi farkındalıklarına göre mekânların düzenlenmesi öngörülmektedir (<https://mgtuts.com>).

Aslında tasarımcılar ürettikleri mekân ve tasarımların bireylerin duygu ve davranışlarında oluşturduğu etkilerin bilincindedirler. Bu etkilerin oluşmasında kullanılacak yöntemin ve çözüm yolunun tasarım sürecinde nasıl aktif edilmesi gerektiği hakkında bir takım eksiklikler bulunmaktadır. Mimari yapıları nörobilimin

etkisiyle tasarlamak, insanların tercih ettikleri en doğru yaklaşımla mekânların üretilmesine ve mimarının olumlu yönde gelişmesine yardımcı olmaktadır (Sözer, 2020).

Çalışılan bu tezde, nöroloji ve mimarının iş birliği ile kanıta dayalı nörobilişsel yöntemle deneylerin yapılarak mimarlık alanına sinir biliminin entegre olması sağlanmaktadır. Bu şekilde, insan zihni ile mimari mekân arasındaki bağın kuvvetlenmesine katkıda bulunmaktadır.

3.2.1. Nörogörüntüleme Teknikleri

"Sadece insanların algılarını değil, aynı zamanda üst düzey zihinsel durumları da çözmek istiyoruz: insanların niyetleri, planları..." John Dylan Haynes (Akt. Keim, 2008)

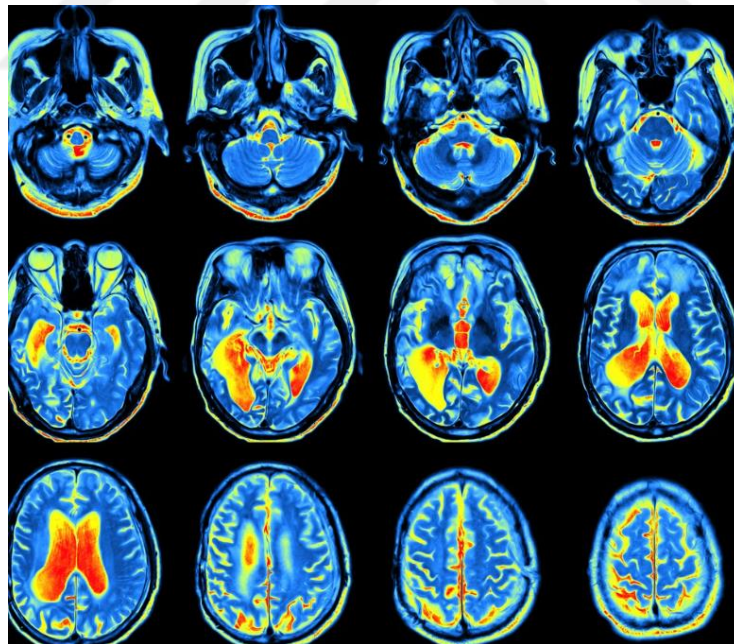
Nörogörüntüleme yöntemleri doktor ve araştırmacıların, beyin cerrahisi yöntemlerini kullanmasına gerek kalmadan beyin hastalıklarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu yöntemler dünya çapında kabul görmüş, kullanımı yaygın ve güvenli teknikler olarak bilinmektedir (Turkish AI Team, 2019). Bu beyin görüntüleme teknikleri, araştırmacılara nörolojik ve psikolojik açıdan beyin aktivitelerinin incelenmesine katkıda bulunmaktadır. Teknolojinin de gelişmesi ile birlikte, günümüzde tespit edilemeyen hastalıkları görüntüleyen daha ileri seviyedeki nöral görselleştirme çalışmalarını yakın gelecekte görmek mümkün hale gelecektir (Turgut, 2021).

Keim (2008), California Üniversite'sindeki sinir bilimciler tarafından nörogörüntüleme teknikleri ile üretilen bir kod sisteminden bahsetmektedir. Açıklamalarına göre bu kod, katılımcıların hangi görsellere baktığını büyük oranda tahmin eden bir sistemdir. Bu üniversitede araştırma yapan bilim insanları tarafından MR cihazı ile yüzlerce görsele bakan insanların beyinsel aktiviteleri kaydedilmiştir. Bu görseller hayvan, doğa, nesne, insan ve binaları içermektedir. Bu resimler insanlara gösterildikten sonra beyinsel tepkileri kaydedilmiştir. Sisteme yüklenen sinyale göre hangi görselin o insan tarafından izlendiğinin hesaplandığı bir tahmin sistemi kurgulanmıştır. Gelecekte yapılması planlanan çalışmalarla, rüyalarda görülen görsellerin tekrardan resmedilmesinin de mümkün olabileceğini de çalışma sonucunda vurgulamıştır.

Çalışma alanımıza uygunluğu nedeniyle, Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), Manyetoensefalografi (MEG), Elektrokortikografi (EKG), Fonksiyonel Yakın kızılötesi spektroskopi (FNIRS), Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) ve Elektroensefalografi (EEG) gibi işlevsel beyin görüntüleme yöntemleri detaylandırılacaktır.

3.2.1.1. Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)

Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) yönteminde, beyinde oluşan fonksiyonel aktiviteyi görselleştirmek amacıyla az ölçüde radyoaktif madde kullanılmaktadır (Şekil 23). Bu madde ilgili alana gönderildiğinde radyoaktivitenin güçlü olduğu bölgeler, beyinsel aktivite ile bağlantılı olmaktadır (Turkish AI Team, 2019). Bu yöntemde, ilgili bölgenin görüntülenebilmesi için kimyasal madde enjeksiyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Yöntemin girişimsel olması sebebiyle araştırmalarda pek tercih edilmemektedir (Turgut, 2021).



Şekil 23. PET taraması ile görüntülenmiş bir Alzheimer hastasının beyni (Blue Grass Regional Imaging, 2019)

PET taramaları ile organ ya da doku üzerinde meydana gelmiş bozulmalar hücre düzeyinde tespit edilebilmektedir. Birçok hastalığında başlangıcı hücre düzeyinde olması sebebiyle bu yöntemle hastalıkların başlangıç sürecinde erken teşhisin konması

sağlık alanında oldukça önemli bir durumdur. Tarama sırasında insana yayılan radyasyonun zararı oldukça azdır (<https://evrimagaci.org>).

3.2.1.2. Manyetoensefalografi (MEG)

Manyetoensefalografi (MEG), beyinde meydana gelen elektriksel aktiviteyi ve manyetik alanı hassas cihazlarla ölçen bir yöntemdir (Şekil 24). Beynin ilgili alanlarındaki nörolojik geri beslemenin incelenmesi, işlevlerin saptanması vb. birçok alanda bilim insanlarına yardımcı olan bir tekniktir. Bu nedenle doktorlar ve araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir (Turkish AI Team, 2019). MEG yönteminde farklı fiziksel aktiviteler esnasında sinir sistemini nöronlarında oluşan manyetik alanların ölçümü yapılmaktadır (Kayıkçıoğlu vd., 2018).

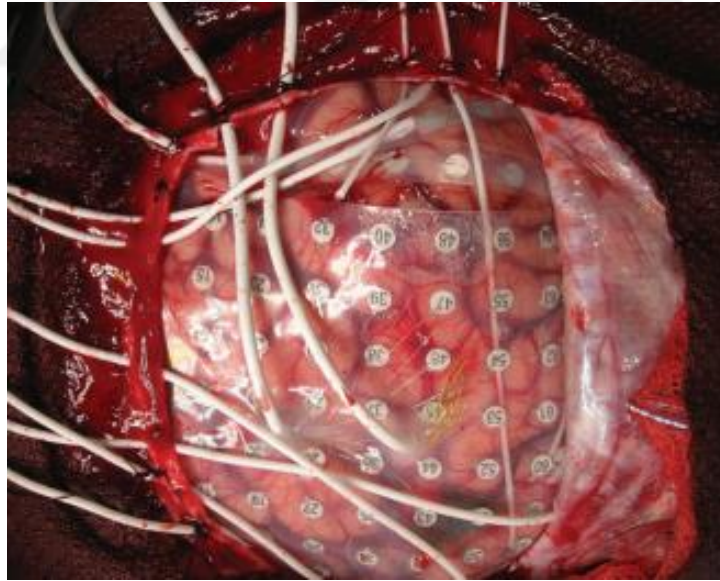


Şekil 24. MEG yöntemi ile ölçümün yapılması (www.wikipedia.org)

Bu yöntemde EEG, PET, fMRI gibi cihazlarla birlikte çalışıldığında birbirini tamamlayacak şekilde beyinsel aktivite ölçümü alınmaktadır. MEG yönteminde, PET yöntemine zıt olarak iyonlaştırıcı radyasyonun olmaması, EEG yönteminin aksine kafa geometrisine bağlı olmaması, fMRI yöntemine kıyasla yüksek zamansal çözünürlüğe sahip olması bakımından avantajları mevcuttur (www.wikipedia.org).

3.2.1.3. Elektrokortikografi (EKG)

Beyin çevresinde kafatası kemikleri, kafa derisi, beyin sıvısı gibi onu çevreleyen ve kaplayan kalın birçok tabaka mevcuttur. Bu tabakalar kafa dışından beyin sinyallerinin doğrudan alınmasını etkileyerek zorlaştırmaktadır. Bu sorunlardan ötürü Elektrokortikografi (EKG) denilen invazif (girişimsel) bir yöntem başvurulmaktadır (Şekil 25). Bu yöntemde kafatası tamamen açılmakta ve beynin ilgili bölgesinin yüzeyine elektrotlar yerleştirilmektedir (Özerdem ve Karadağ, 2014). EKG elektrotları, beyin korteksinin üzerine milimetre ölçüsüne göre konumlandırılmaktadır (Delgado Saa, 2014). Kullanılan bu yöntemin temelinde, beyinden alınan sinyal kalitesinin artacağı ve artefaktlar olmadan verilerin elde edileceği düşüncesi yatmaktadır. Beyin ve elektrotları arasında sinyalleri olumsuz etkileyecek ve zayıflatacak tüm engellerin kaldırıldığı bu yöntem, girişimsel ve tehlikeli bir görüntüleme tekniği olması sebebiyle araştırma çalışmalarında tercih edilmemektedir (Özerdem ve Karadağ, 2014).

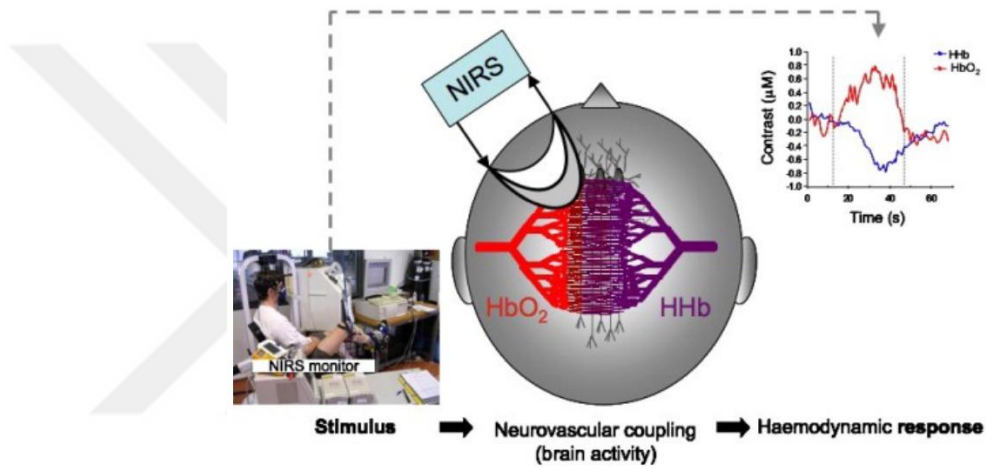


Şekil 25. Elektrokortikografi yöntemi ile elektriksel aktivitenin ölçümü (Kayıkçıoğlu vd., 2018)

3.2.1.4. Fonksiyonel Yakın kızılötesi spektroskopisi (FNIRS)

Fonksiyonel Yakın kızılötesi spektroskopisi (FNIRS) yöntemi, beyinde mevcut olan kan oksijeninin ölçülmesi işlemidir. Kızılötesi ışınları ilgili bölgenin yüzeyine patlatılmaktadır (Şekil 26). Geriye kalan ışığın miktarının belirlenmesi ile çalışılan bir

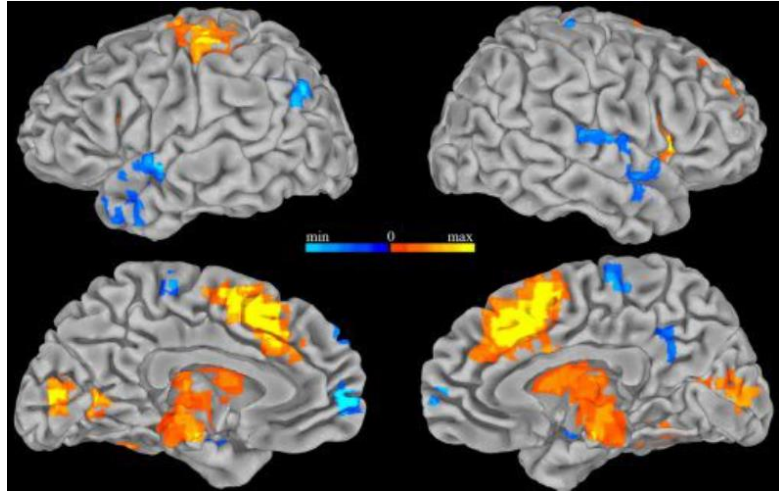
tekniktir. Gönderilen ışığın miktarının ne kadar azaldığı, kandaki oksijenle ilişkilidir. Bu sebeple, beyin aktivitesinin hesaplanmasında kullanılmaktadır (Turkish AI Team, 2019). Bu yöntemde deneğin alına ilgili cihaz yerleştirip veriler kaydedilmektedir. Deney esnasında katılımcıdan yapılması istenilen komutların beyinde oluşturduğu oksijen farklılıkları ölçülmektedir. Bu şekilde belirli komut ve hareketler öncesi, sırası ve sonrasında beyinde oluşan etkiler hesaplanmaktadır. Sinyal kaydının daha kolay alındığı bu cihaz, riskin ve maliyetin daha az olduğu bir yöntemdir (Kayıkçıoğlu vd., 2018).



Şekil 26. FNIRS yönteminin çalışma prensibi (Turkish AI Team, 2019)

3.2.1.5. Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI)

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), beyinde sinirsel ve elektriksel aktiviteler sonucu oluşan kan akışı değişikliklerine bağlı olarak ölçülen bir yöntemdir (Şekil 27). Aktif olan bölge oksijen harcar ve o bölgeye doğru bir kan akışı oluşmaktadır. Verilen uyarana bağlı olarak beynin ilgili bölgelerinde oksijen akışı artmakta ve beynin o alanı parlamaktadır. Bu şekilde hangi bölgenin zihinsel olarak aktif olduğu belirlenmekte ve beynin o bölgeleri görselleştirilmektedir (Turkish AI Team, 2019).



Şekil 27. FMRI yöntemine ait beyinsel aktivite görseli (Turkish AI Team, 2019)

Turgut (2021), araştırmalarda yoğun olarak kullanılan fMRI cihazının yakın geçmişe dayandığını ifade etmiştir. Seji Ogawa ve arkadaşları tarafından üretilen bu cihaz girişimsel olmaması sebebiyle klinik ve psikolojik araştırmalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Birçok fMRI çalışmasında katılımcılara görsel, işitsel, dokunsal vb. farklı uyaranlar verilmektedir. Hatta bazı çalışmalarda tuşa basma, tercihte bulunma, hayal etme gibi zihinsel ve fiziksel aktivitelere de yer verilmektedir. Bu yöntemle, algılama, karar verme, düşünme gibi bilişsel durumların beyinde aktif ettiği bölümler incelenmektedir. Bu yöntem girişimsel olmayan bir teknik olması sebebiyle de detaylı çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (www.wikipedia.org).

3.2.1.6. Elektroensefalografi (EEG)

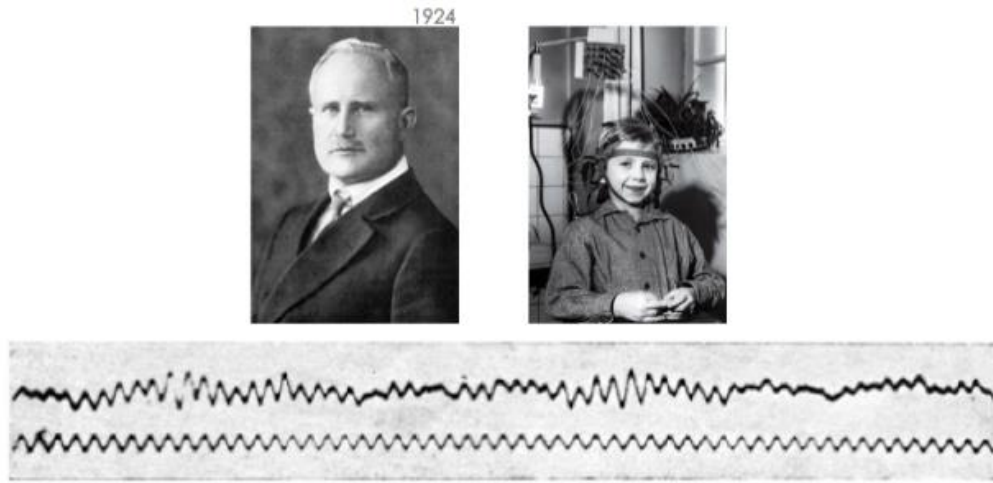
Elektroensefalografi (EEG), beyin nöronlarında oluşan elektriksel aktivitelerin kaydı olarak adlandırılmaktadır. Yunanca da beyin (enkephalo) ve yazmak (graphein) kelimelerinden türetilmiş bir kavramdır. Beyin potansiyel aktivitelerini araştıran ilk bilim insanı Richard Caton'dur. Kedi ve tavşanların açıkta kalan beyin parçaları üzerinden çalışmasını yürütmüştür. 1875 yılında beyin üzerine yerleştirdiği elektrotlardan zayıf akımların geçtiğini tespit etmiştir. Bu gözlem, EEG aktivitesinin keşfi olarak bilinmektedir (Blinowska ve Durka, 2006). EEG yöntemi, bu tez çalışmasında tercih edilen bir yöntem olduğundan dolayı tarihçesi, avantajları, dezavantajları gibi detaylı bilgilere bu bölümde yer verilmiştir.

Hans Berger ise 1924 yılında, savaş sırasında kafa travmaları yaşayan hastaların üzerinden ilk elektroensefalogram kaydını almıştır (Şekil 28). Berger'in yaptığı bu çalışma ile daha öncesinde direk beyin üzerinden alınan EEG kaydının artık kafa derisi üzerine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla alınmasının mümkün olduğunu göstermiştir. İnsanlar üzerinden kaydettiği beyin dalgalarını ölçmüş, alfa dalgasına (Berger ritmi) kendi adını vermiştir (Berger, 1929; Alkaç, 2009).



Şekil 28. İlk dönemlere ait EEG çekimi (The Electroencephalogram – 1924, 2020)

Berger, tespit ettiği alfa ve beta dalgalarını “İnsandaki elektroensefalogram üzerine” isimli iki makale çalışmasında yayımlamıştır (The Electroencephalogram – 1924, 2020). Alfa ve beta dalgalarını tanımlayan ve isimlendiren Berger, daha sonraki yıllarda normal ve anormal EEG sinyallerini keşfederek beyinsel hasar ve hastalıkların tespitine öncülük etmiştir (Haas, 2003). Berger bu araştırmalarını hastane kliniğinin bodrum katındaki küçük laboratuvarında gerçekleştirmiştir. Deneyleri için hastanenin kapalı olduğu pazar günlerini seçmiştir. Çalışmalarının ilk evrelerini oğlunu ve kendini denek olarak kullanarak devam ettirmiştir (Şekil 29) (The Electroencephalogram – 1924, 2020).



Şekil 29. Hans Berger ve ilk EEG dalgaları (The Electroencephalogram – 1924, 2020)

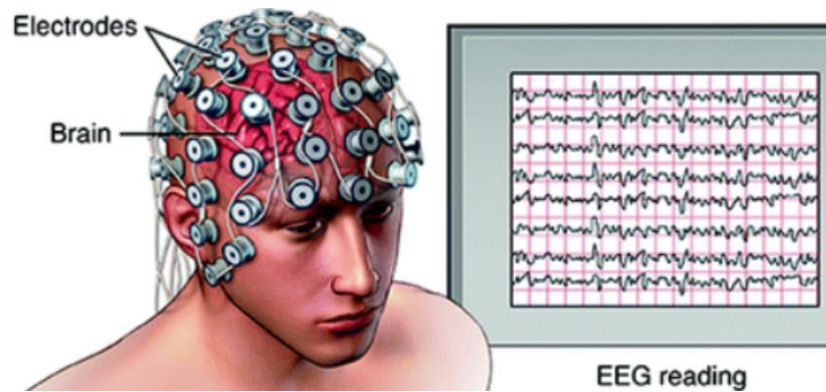
3.2.1.6.1. EEG Yönteminin Tercih Edilme Nedenleri

Beyin nöronları arasında iletilen elektriksel akımlar toplanarak, kafatası dışında elektriksel alan oluştururlar. Bu akım, EEG gibi bazı yöntemler aracılığıyla ölçülebilecek ve görüntülenebilecek bir düzeydedir. Bu yöntemlerle elde edilen elektriksel aktiviteler, o beyne ait bilişsel beceri ve hastalıklar hakkında bilgi vermektedir (<https://www.kenalarikan.com>). Beyinsel aktivitelerin değişiklikleri milisaniye cinsinden kaydedilmektedir. Bu yöntemin en önemli tercih edilme nedeni, ölçüm sırasında hastanın radyasyona maruz kalmamasından ötürüdür. Aynı zamanda diğer nörogörüntüleme yöntemlerinde kullanılan cihazlara kıyasla daha düşük bütçelidir. Bu nedenle EEG cihazları ile yapılan deneyler son yıllarda popülerleşmiştir (Turkish Al Team, 2019). Darıcı (2019) nörogörüntüleme tekniklerinden biri olan EEG yönteminin tercih edilmesinin olumlu yönlerini Cohen (2016)'e atıf yaparak aktarmıştır. Bu özellikleri kısaca maddeleyecek olursak:

- EEG yüksek zamansal çözünürlüğü bulunmaktadır. Bu şekilde deney sırasında meydana gelen fiziksel, bilişsel, zihinsel, algısal vb. her türlü tepkiyi milisaniye cinsinden hızlı bir şekilde yakalamakta ve kaydetmektedir.
- EEG kolay ulaşılabilir, maliyeti düşük, işlevsel, kullanışlı ve taşınabilir bir cihazdır. FMRI, MEG gibi diğer nörogörüntüleme yöntemlerinde kullanılan cihazlara kıyasla araştırmalarda ve çalışmalarda bilim insanlarına ve deneklere büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu nedenle çalışmalarda en sık kullanılan yöntemdir.

- İnsanların davranışsal olarak dışarıya aktarılmayan fakat zihinsel süreçlerinde ortaya çıkan birçok bilişsel ve duygusal tepki bulunmaktadır. Bu yöntemle gözlemlenemeyen fakat var olan bilişsel tepkilerin en ince detayına kadar hesaplanması ve bize bilgi vermesi mümkün olmaktadır.
- Kafa derimiz üzerinde salınan elektriksel sinyalleri ölçebilmektedir. Kayıt sonrasında elde edilen veriler, davranışsal tepkilerin yorumlanmasını, beynin çalışan bölümlerinin tespit edilmesini, beyni anlamamızı ve izlememizi sağlamaktadır (Cohen, 2016; Akt. Darıcı, 2019).

Blinowska ve Durka (2006)'ya göre EEG analizlerinin geleneksel incelemesi, saf çizgisel verilerin yorumlanması şeklindedir (Şekil 30). Fakat bilgisayar teknolojilerinin yardımıyla doğrudan elde edilemeyen ve gözden kaçabilecek her türlü veri analizinin mümkün olduğunu ve görsel analizlerle desteklenen verilerin özelliklerinin tespiti, EEG'nin yeteneklerinin geliştirilmesinde rol oynadığını vurgulamıştır. Kafa derisi üzerine yerleştirilmiş elektrot kanallarından düzenli verilerin görselleştirilmesi genellikle haritalama ile yapılmaktadır. Diğer yandan zaman ve frekans bandından alınan verilerin çok değişkenli istatistiki analizlerle görselleştirmenin yaygın olarak kullanıldığını ifade etmiştir.



Şekil 30. Kafaya yerleştirilen kep ve beyinsel aktiviteye ait dalgalar (Yıldırım, 2020)

Dağdevir (2021), EEG cihazının girişimsel olmayan bir yöntem olması sebebiyle birçok çalışmada ve araştırmada tercih edildiğini fakat beyin sinyallerinin kafa derisinden elektrota kadar birçok tabakadan geçmesi gerektiğinden dolayı artefaktların sıklıkla

görülebileceğini dile getirmiştir. EEG ile yapılan ölçümlerin önemli bir tanı cihazı olduğunu savunan Blinowska ve Durka (2006) ise Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) ve fonksiyonel manyetik rezonans (fMRI) gibi yöntemlerin de günümüzde nörolojik durumların ölçülmesi ve analizinin yapılmasında yaygın olarak kullanıldığını ifade etmiştir.

3.2.1.6.2. EEG Sinyallerinin Frekans Dalga Aralıkları

EEG dalgaları incelenirken dikkat edilen bir başka nokta frekans dalga değerleridir. Frekanslara göre gruplandırılmış 5 farklı dalga türü mevcuttur. Bunlar; delta, teta, alfa, beta ve gama dalgalarıdır.

Delta dalgası (δ): 0,5-4 Hz. arasındaki dalgaları tanımlamaktadır. Genişliği en fazla olan dalgadır. Tüm yaş grupları için uyku süresince görülen bir dalga türüdür. Bu nedenle yetişkinlerde uyanık halde delta dalgasının görülmesi normal kabul edilmemektedir.

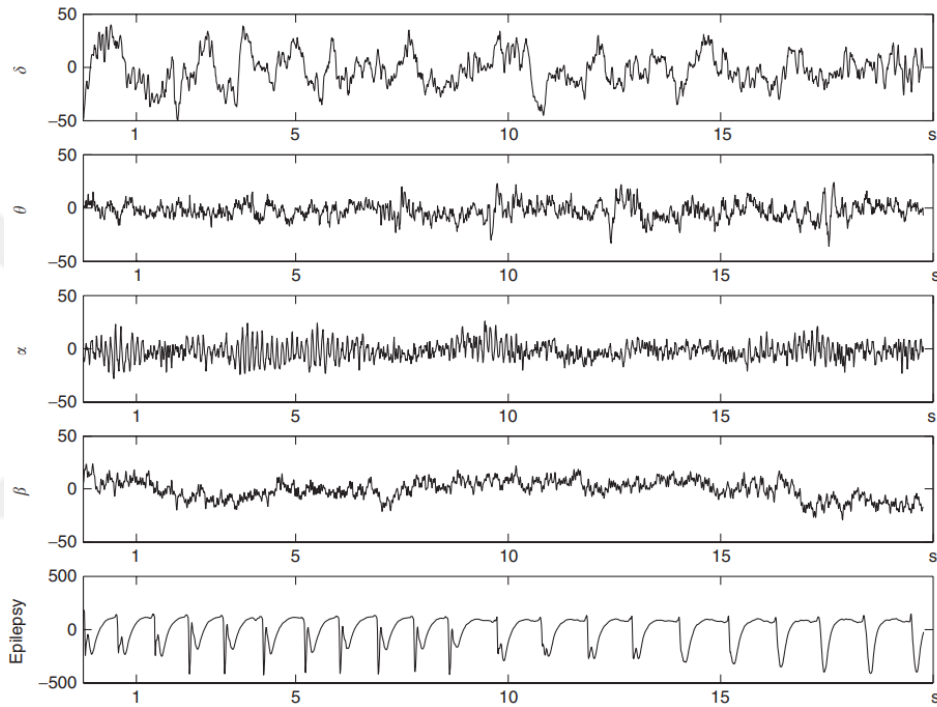
Teta dalgası (θ): 4-8 Hz. Arasındaki frekans dalgaları tanımlamaktadır. Bu dalgalar da aynı delta dalgaları gibi uyku halinde gözlemlenebilmektedir. Bu dalganın da uyanık halde gözlenmesi normal değildir.

Alfa dalgası (α): 8-13 Hz. frekans aralığındaki dalgalarıdır. Bu dalgalar, beynin sağ ve sol bölümlerinde sistemik bir şekilde yayılmaktadır. Gözlerin kapalı olması durumunda beynin arka bölümünden gözlenmesi gerekmektedir. Gözlerin açık olması, stres hali ve dikkat/konsantrasyon durumlarında alfa dalgalarının kaybolduğu gözlemlenmiştir.

Beta dalgası (β): 13-30 Hz. frekansına sahip dalgalar olarak kabul edilmektedir. Bu dalgalar tüm yaşlardaki bireylerde görülmektedir. Kafanın ön bölgelerinde yoğunluk artmaktadır (<https://www.kemalarikan.com>).

Gama dalgası (γ): 30-100 Hz. Frekans aralığındaki dalga türüdür. Bu dalgalar hafızanın kullanıldığı, görsel ve işitsel algılama durumlarında kendini göstermektedir (Baydemir, 2020).

Aydemir ve Kayıkçıoğlu (2009)'a göre; Delta dalgaları 20-400 μV , Teta dalgaları 5-100 μV , Alfa dalgaları 2-10 μV ve Beta dalgaları 1-5 μV arasında değişiklik gösteren frekanslara sahiptir. Aynı zamanda bu EEG frekans dalga değerlerinin 0.5-100 Hz arasında olmasına rağmen 0.5-30 Hz bandında yoğunlaştıklarını belirtmiştir. Darıcı (2019) ise bu bilgiye ek olarak, klinik ve fizyolojik çalışmalarda uzmanların 0.5-30 Hz arasındaki sinyalleri dikkate alarak incelediklerini ifade etmiştir.



Şekil 31. EEG sinyallerinin frekans dalga aralıkları (Blinowska ve Durka, 2006)

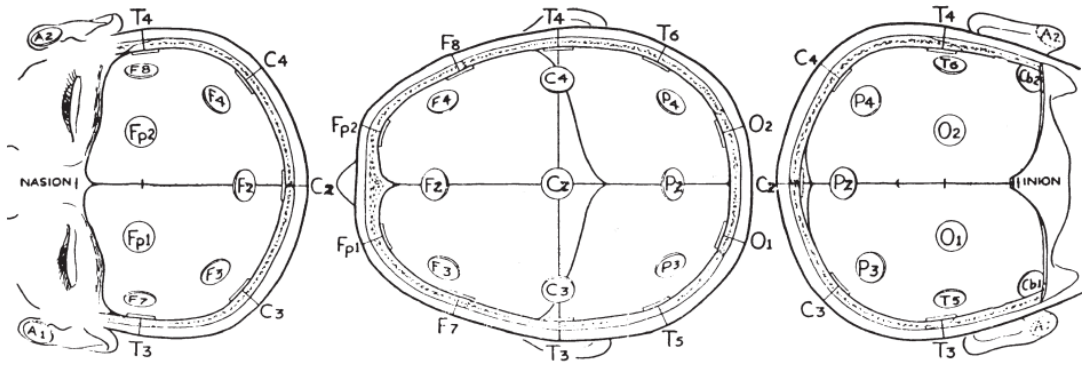
Beyinden çıkan bu frekans dalgaları, sinir sistemine bağlı sismik ve tekrar eden salınımlardır. Beynin belirli bölgelerinden meydana gelen bu salınımlar, uzun ya da kısa dalgalar üretebilmektedir (Kayıkçıoğlu vd., 2018). Bu dalgalar yukarıdaki görselde olduğu gibi frekanslarına göre gruplandırılmaktadır (Şekil 31).

3.2.1.6.3. Elektrot Yerleşim Sistemi

EEG, deriye temas edecek şekilde kafaya yerleştirilen elektrotlar yardımıyla kaydedilmektedir. Bu elektrotlarının görevi, ilgili bölgede üretilen potansiyel enerjisi elektrik akımına dönüştürmektir. Referans alınan bölgelere yerleştirilmek üzere takılan klips elektrotları, mastoid veya kulak memesinden alınan sinyalleri ölçmektedir. Bu

küçük metal elektrotlar, ince gümüş klorür tabakası ile kaplanmaktadır (Kayıkçıoğlu vd., 2018).

EEG kaydı alınırken elektrotların konumlandığı bölgelerin temiz olması gerekmektedir. Kayıta elde edilen sinyallerin empedans değerinin yani direncinin 10 k Ω 'un altında kalması istenmektedir (Kayıkçıoğlu vd., 2018). Bağlantı direncinin azaltılması için önceden kafa derisi seyreltilmiş alkolle temizlenmelidir. Elektrot jel, pasta gibi yapışkan elektrot macunları yardımıyla cildin iletkenliği artırılmakta ve elektrotlar sabitlenmektedir (Blinowska ve Durka, 2006). EEG elektrotları 10-20'lik standart yerleşim sistemine göre dizilmelidir (Şekil 32).

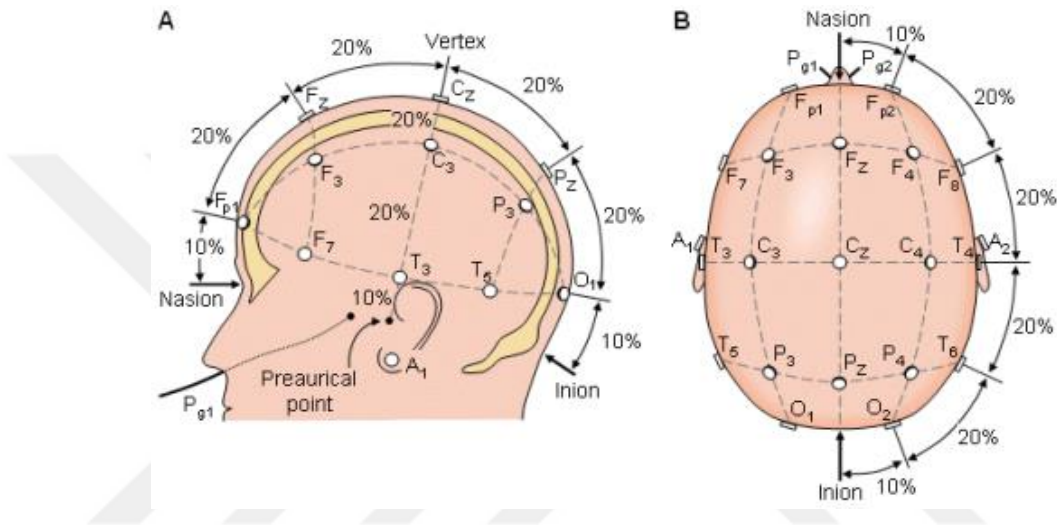


Şekil 32. 10-20'lik elektrot dizilimi (Blinowska ve Durka, 2006)

10-20'lik yerleşim sistemi, kafaya yerleştirilecek elektrotların konum ölçülerine ilişkin kabul edilmiş uluslararası bir ölçüm türüdür. Diğer bir deyişle, beyin alanlarına ilişkin elektriksel aktivitenin ölçülmesi için kafanın haritalandırılmasıdır. Uluslararası Elektroensefalografi ve Klinik Nörofizyoloji Dernekleri Federasyonu (IFSECN), bu alanla ilgili yapılacak tüm çalışmalar için sabit ve standart bir konum sistemi önermektedir. Bu kafa elektrot konum ölçüsü sistemine “10-20'lik Sistem” denir. Beynin ilgili bölümlerine ilişkin sinyallerin alınması için kemik işaretlerinden özel ölçümler kullanılarak belirli bölgelerin uzaklıklarından yüzde 10 ve 20'lik mesafelerle elektrot konumları yerleştirilmektedir (Evoked Potential).

Çift numaralı elektrotlar kafanın sağ kısmını, tek numaralı elektrotlar ise kafanın sol tarafını temsil etmektedir. Kullanılan harfler, ilgili alanın beyin hangi lobuna ve bölgesine ait olduğunu bildirmektedir. “F” harfi beyin *Frontal* yani ön bölgesini, “T”

harfi *Temporal* yani beynin yanlarında bulunan bölgelerini, “P” harfi beynin *Parietal* yani beynin arka üst bölgesini, “O” harfi beynin *Oksipital* yani beynin arka alt bölgesini, “C” harfi beynin merkezi bölümlerini, “Z” harfi orta hattı, “Fp” harfi beynin ön kutbunu ve “A” ile ifade edilen harf ise kulakları tanımlamaktadır. “Nasion” burun bölgesini, “Inion” ise başın arka bölümünü ifade etmektedir (Şekil 33) (Evoked Potential).



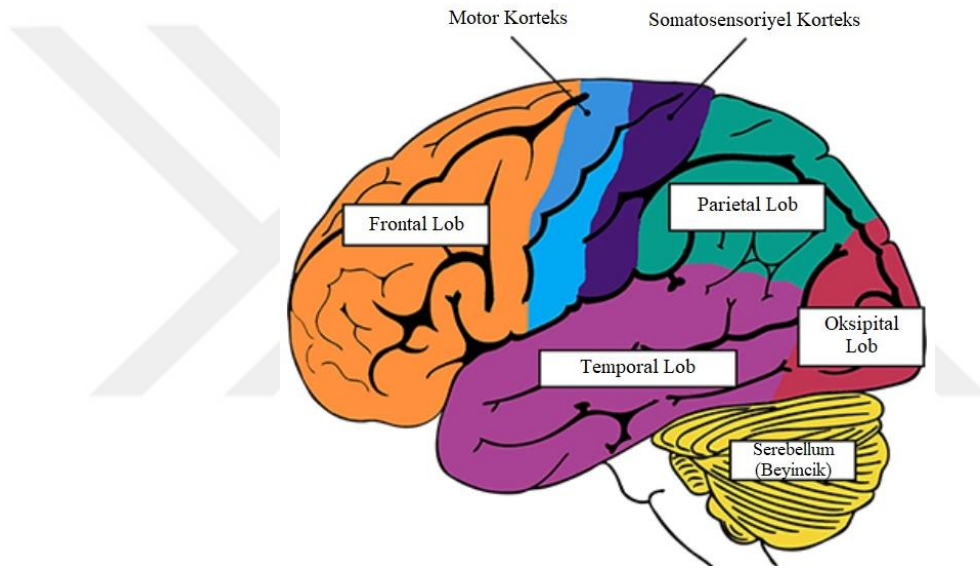
Şekil 33. 10-20'lik elektrot ölçülendirmesi (Malmivuo ve Plonsey, 1995)

Her elektrot için bir referans belirlenir ve tüm elektrot kanalları için bu referans sabit tutulmaktadır. Referans elektrot genellikle kulak memesi, mastoid kemiği, burun, çene, boyun vb. bölgelerdir. EEG elektrotlarının referans noktası için en uygun konumun hangi bölge olduğu hakkında kabul edilmiş bir kesinlik yoktur. Kas, kalp ve beyinsel aktiviteden oluşan elektriksel akım tüm vücuda aynı oranda yayılmakta ve belirtilen tüm referans bölgeleri bu elektriksel akımı toplamaktadır (Blinowska ve Durka, 2006).

3.2.2. Beyne Ait Bölgeler

Beyin, duyu organlarından aldığı sinyalleri yorumlayan, ilgili kas ve organları geri bildirim yapan ve sinir sistemi merkezini işleten bir organdır. Ortalama 1.5 kg ağırlığında olan bu organ, birbiriyle bağlı iki parçadan oluşmaktadır. Frontal, parietal, oksipital ve temporal olmak üzere dört lobdan meydana gelmektedir (Lewis ve Taylor, 2021).

EEG elektrotlarının harflendirilmesinde kullanılan beynin bu bölümlerinin her birinin kendine özel görevleri mevcuttur (Şekil 34). İlgili bölümler için bu görevler kesin bir çizgiyle ayrılmamaktadır. Ancak literatür incelendiğinde; Frontal lob konuşma, planlama, mantık yürütme, hayal etme gibi bilinçsel ve fiziksel davranışlardan, Parietal lob tat, aroma, doku gibi uyarıların algılanmasından, Temporal lob müzikle birlikte çeşitli hatıraların oluşması ve diğer duyarlarla ilişkilerin kurulmasından, Oksipital lob ise kelime ve görüntülerin işlenmesi ve değerlendirilmesinden sorumlu bölgeler olarak tanımlandığı görülmektedir (National Institutes of Health).



Şekil 34. Beyne ait lobların isimleri (Human Brain Function, 2018)

Diğer yandan beyne ait lobların gerçekleştirdiği bazı sorumluluklar farklı kaynaklarda değişiklik gösterecek şekilde tanımlanmaktadır. Kaynaklar arasındaki bu ufak görev farklılıklarının sebebi, beyin loblarının keskin bir şekilde birbirinde ayrılmamış olmasındandır. Bu nedenle bazı fiziksel ve zihinsel aktivitelerin birbirine yakın loblar tarafından ortak gerçekleştirildiği varsayılmaktadır. Beyne ait bu bölgelerin gruplandırılması ve detaylı olarak sorumlu oldukları görevler Hoffman (2021) ve Hines (2018) gibi bazı kaynaklardan derlenerek aşağıda açıklanmaktadır:

Frontal Lob: Alnımızın altında yer alan bu bölgenin birçok fiziksel ve zihinsel görevi mevcuttur. Fiziksel olarak vücut hareketleri, yüz hareketleri ve konuşma gibi motor ve muhakeme fonksiyonları; zihinsel olarak yargılama, planlama, problemi çözümüleme,

organize etme, konsantrasyon, dikkat, duygular, kişilik gibi yüksek düşünme ve duygu fonksiyonlarından sorumludur.

Parietal Lob: Kafamızın üst arka bölümüne denk gelen bu bölgenin algısal olarak gelen verilerin işlenmesinde büyük rolü vardır. Vücudun farklı bölgelerinden gelen sıcaklık, ağrı gibi dokunsal, uzamsal ve mekânsal algının farkındalığı gibi görsel bilgilerin yorumlanması bu alanda yapılmaktadır. Bunlara ek olarak kelimeleri yorumlama, dili anlama gibi dille ilgili faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde rol oynamaktadır.

Temporal Lob: Kafanın her iki yanına konumlanmış kulaklara yakın olan bu bölgenin, yoğunluklu olarak sesin algılanması ve işitmeyle ilgili faaliyetlerin yorumlanması görevini üstlenmektedir. Dış ortamdan gelen işitsel uyaranların bu bölgede işlenmesi ve tanımlanması, bu görevlere ek olarak görsel ve sözel belleğin tetiklendiği hafıza işlemleri de bu bölgeden sorumludur.

Oksipital Lob: Kafanın arka alt bölgesine denk gelen bir alandır. Bu bölge yoğun olarak görme ile ilgili faaliyetlerin yapıldığı lobdur. Görsel uyarının alınması, görsel temasın sağlanması, görsel dikkat, mekânsal analiz, şekil ve renklerin tanımlanması, üç boyutlu değerlendirme, görsel uyaranların işlenmesi ve yorumlanması gibi görevleri üstlenmektedir. Kısacası bu bölge görsel işleme merkezi olarak tanımlanabilmektedir (Hoffman, 2021; Hines, 2018; Brain Structure and Function; The Human Brain: Major Structures and Functions, 2016).

Günümüze kadar yapılmış birçok çalışma sonucunda, insanların ürettikleri duyguların belirli bölgelerden oluştuğu ispatlanmıştır. Olumlu ya da olumsuz duyguların ölçülebildiği bu bölgelerde duygusal hisler belirli kodlarla kümelenmektedir. Beyin görüntüleme çalışmalarına göre, beynin frontal lob ve parietal lob gibi çeşitli bölgeleri iyi, kötü, hoş, beğeni gibi olumlu ve olumsuz duygularla ilişkilidir (Khaleghimoghaddam, 2020). Chatterjee (2004) ve Marchette vd.' ne (2015) göre parlaklık, renk ve hareket gibi temel düşük seviyeli görsel nitelikler ise serebral korteks ve oksipital gibi yüksek seviyeli işleme alanlarında işlenir. Araştırılan bu bilgiler ışığında tez çalışmasında, Frontal, Parietal ve Oksipital bölgeleri ile çalışılması uygun

görülmüştür. Bu beyin bölgelerine ait elektrot kanallarından kayıt alınarak çalışma yürütülmüştür.

3.2.3. Nöromimari Kavramı

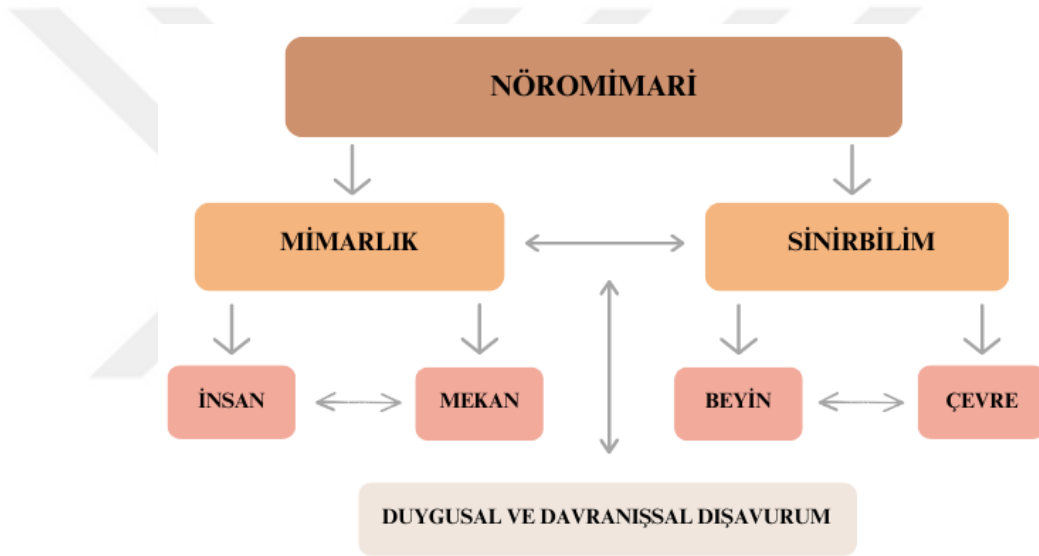
“Mimarlardan öğrendiklerimden daha çok şeyi diğer disiplinlerdeki yaratıcı insanlardan öğrendim. Çünkü onlar dünyaya bakmanın bir yolunu bulmuşlar ve bunu çok önemli buluyorum.” Tom Kunding

Sinir bilimi, insan beyninin haritasını çıkartarak canlının zihnine etki eden tüm çevresel durumları inceler. Nöromimari ise bu çevresel durumların estetik, sembolik ve görsel olanlarıyla ilgilenir (<https://www.tr.sainte-anastasia.org>). Nöroloji ve mimarlığın ortaklığı ile ortaya çıkan “Nöromimari”, sinir bilimci ve mimarın birlikte çalıştığı alandır. Nöromimari, yaşanan mekânların insanların zihinlerinde, algılarında ve davranışlarında oluşturduğu tepkileri incelemektedir. Bireylerin huzurunu ve konforunu merkeze alan bu çalışma alanı, kullanıcı ve ziyaretçilerin yaşadıkları mekânsal deneyimlerin kalitesini arttırmak ve algılarındaki negatifliği azaltmak için uğraşmaktadır (Informavore Effect, 2020).

Nöromimari kavramı, güncel bir yaklaşım gibi görünse de aslında 20. yy.’ın ilk yarısından bu yana bu alanda çalışmalar gerçekleştirilmektedir. O zamandan günümüze bu disiplinin, insanların mutluluğu, konsantrasyon gücü, verimliliği, aidiyet hissi, güven gibi psikolojik ve algısal duygulara hitap ederek, yaşam kalitesini arttıracak amaçlara hizmet etmektedir (<https://www.tr.sainte-anastasia.org>). Zamanla nöroloji ve mimarlık ilişkisine duyulan ilgi artmakta, bireylerin algı ve davranışlarının önemi ön plana çıkmaya başlamıştır. İnsanların fizyolojik ve psikolojik sağlıklarının korunması için yaşayacakları mekânların tasarlanmasında bu nörolojik deneyimlerin katkısı oldukça büyüktür (Kuruçay ve Gür, 2022).

Salinger ve Masden (2017)’e göre nöroloji, fizyoloji ve psikolojinin bütünleşerek üretildiği tasarım ürünleri, daha konforlu ve sağlıklı bir çevre için geliştirilmiş yeni bir disiplini oluşturmaktadır. Deneysel, gözlemsel ve matematiksel yöntemlerle desteklenen ve iyileştirilen tasarımlar, uygulanabilir yeni bir mimari oluşumun kapısını aralamaktadır.

Mimari-mekân ve insan-beyin arasındaki etkileşimin net bir şekilde anlaşılması ve tasarım dilinin etkin olarak kullanılmasıyla, mimarların hedefledikleri sonuçlara ulaşması daha kolay olacaktır. Aynı zamanda bu kavramlar birbirleriyle etkileşime giren, ilişki kuran ve ayrılmaz olgulardır (Şekil 35). Bu kavramlar arasındaki karşılıklı ilişkinin iyi incelenmesi ve yapılan analizler doğrultusunda bu yaklaşımların mekânlara doğru yansıtılması gerekmektedir (Sözer, 2020). Keenleyside’e (2018) göre nöromimari 4 önemli ilkeye dayanmaktadır. Bunlar; “*His ve algı*”, “*Öğrenme ve hafıza*”, “*Karar verme*” ve “*Yeni deneyimler*” dir.



Şekil 35. Sinir bilimi ve mimarlık arasındaki ilişki (Sözer, 2020)

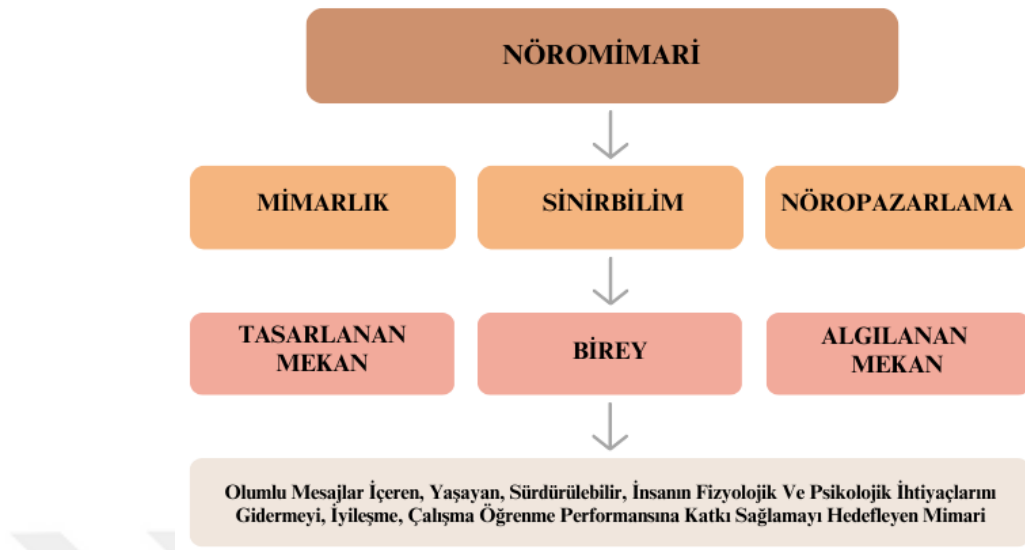
His ve algı: Görme ve koku duyularını merkeze alan bu ilke, insanların psikolojileri ve ruhsal sağlığı açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Bununla ilgili Wolverton vd.’nin 1989 yılında yapılan bir çalışmaya göre, en etkili hava temizleyicileri bitkilerdir ve havayı arındırmaya yardımcı olmaktadır. İnsanların da doğa ile doğal bir bağlantısı olduğu düşünüldüğünde bitkilerin bireylerin stres ve kaygılarını azaltarak, odaklanma ve dikkati arttırmaktadır. McCloughan vd.’nin (1999) “The impact of lighting on mood” çalışması sonucunda ise doğal olmayan aydınlatmanın özellikle mavi ışığın, insanların uyku döngüsünü bozarak vücudunuzun biyolojik saatini etkilediği ve ruhsal açıdan olumsuz bir etki oluşturduğu belirtilmiştir.

Öğrenme ve hafıza: Şekil, form ve hareketleri merkezine alan bu ilke, mekân kullanıcılarının öğrenme ve hafıza fonksiyonlarını tetiklemektedir. Dazkir ve Read'in (2012) çalışmasına göre, eğitim mekânında tasarlanan oval mobilyalar, keskin hatlı mobilya tasarımlarına kıyasla öğrencileri huzurlu ve güvende hissettirmiştir. Ayrıca öğrencilerin beyin aktivitesini arttırarak öğrenme faaliyetine katkı sağladığı vurgulanmıştır.

Karar verme: Objelerin konumları ve bulunabilecek mümkün ortamları ele alan bu ilke, bireylerin gün içinde aldıkları küçük kararları oluşturmaktadır. Bu kararların düzenlenmesi ve yaşam şekline göre uyum sağlaması insan beynini karar yoğunluğundan kurtarmaktadır. Örneğin, bulunulan mekândaki dağınıklığın azaltılması ve yaşam şekline göre tasarım kararlarının alınması insan zihninin rahatlamasına yardımcı olmaktadır.

Yeni deneyimler: Bu ilke de sıradanlık yerine farklılıklara odaklanmaktadır. İnsan beyni sıradanlaşmış olay, durum ve kavramlara karşı tepkisini ve algısını azaltmaktadır. Mekâna ait öğelerin yeniden düzenlenmesi, dikkatin arttırılmasına yardımcı olmaktadır. Yapılan bir çalışmaya göre, dopamin salgısı insanların ruh halini, motivasyonu ve dikkati arttırmaktadır. Bunun sonucunda hareketi, öğrenmeyi ve duygusal tepkileri düzenlemeye yardımcı olmakta, insanların beyin aktivitelerini arttırarak ruh hallerine iyi gelmektedir (<https://www.psychologytoday.com>). Yani dopamin, insanları keşfetmeye motive eden kimyasaldır. Yeni mekânlara maruz kalındığında etkinleşmektedir. Bu nedenle, yaşanan mekânların görünümünde ya da düzeninde yapılan değişiklikler, beynin bu bölümünü uyarmaktadır (Keenleyside, 2018).

Sinirbilimci ve mimarların birlikte çalıştığı bu alan; pencere boyutu ve konumu, duvar dokusu ve renkleri, tavan yüksekliği, konum ve açı gibi birçok detayla ilgilenmektedir (Informavore Effect, 2020). Bu detayların önemine dikkat çeken Sözer'e (2020) göre hastane, bakımevi gibi sağlık yapılarının tasarımında nöromimari yaklaşımının dikkate alınması oldukça önemlidir. Çünkü hastaların bu mekânlarda güvende hissetmeleri, aynı zamanda mutlu ve huzurlu olmaları, hastalıkların iyileşme sürecini hızlandırmaktadır (Şekil 36).



Şekil 36. Nöromimarinin diğer alanlarla ilişkisi ve hedefleri (Sözer, 2020)

Sözer'e (2020) göre yapı ve mekânların nöromimari yaklaşımı ile tasarlanmasında bir takım yollar izlenmelidir. Bunlar;

- İnsan beyni, algılama şekli ve süreci, tepki ve davranış gibi nörobilim hakkında ön araştırmanın yapılması ve mevcut çalışmaların analiz edilmesi,
- Tasarım aşamasında ihtiyaç halinde nörobilim deneylerine başvurmak ve uygulamanın doğruluğuna karar vermek,
- Yapılan deneyler sonucunda oluşturulan tasarım fikirlerini dikkate alarak hem yapıya hem bireye uyumlu ürünler tasarlamak (proje tasarlamak),
- Geliştirilen sanal simülasyon yöntemleri ve beyin sinyallerini ölçen cihazlar yardımıyla bireylerin mekanlar üzerindeki tercihlerinin ölçülmesi ve bu yönde doğru tasarım kararlarının alınması (Sözer, 2020).

Salingaros ve Masden (2017), günümüzde yaygınlaşan sinir bilimi çalışmalarının iyileştirilebilir bir mimari oluşturulmasına katkısının olabirliğini ve fark yaratma potansiyelini sorgulamıştır. Bununla birlikte bilimin desteği ile yönlendirilen tasarımların uzun vadede daha kaliteli çevrelerin ve mekânların inşa edilmesinde büyük rol oynayacağını vurgulamaktadır.

Tasarımcıların göz önünde bulundurması gereken sezgisel tasarım fikirlerini Yeşildal (2019) şu şekilde maddelemiştir:

- Düz yollar, çok açılı yollara göre daha fazla tercih edilmektedir.
- Dönüşlerin olduğu noktaların dik açıdan büyük olması yön algısını azaltmakta bu nedenle dik açının tercih edilmesi daha olumludur.
- Bulunulan yapıdaki kat planının diğer katlardaki kat planlarından çok farklı olmaması kullanıcıların yönlerini bulmasında oldukça önemlidir. Çünkü kullanıcılar tüm katların birbirine benzediğini düşünmektedir.
- Bireyler aynı mekânda bulunan ve benzer görsellere sahip simetrik ortamlarda daha kolay kaybolmaktadır (Yeşildal, 2019).

Bilim destekli tasarım fikirleri, insan sağlığını olumlu yönde etkileyerek ve mevcut mimariyi güncelleyerek yenilikler getirecek bir kapıyı aralayacaktır. Fakat yaşanan mekanların insan sağlığı ve psikolojisine nasıl tepki verdiğine ilişkin verileri sağlamlaştırmak, sinir bilimin mimariye nasıl entegre edileceği hakkında yoğunlaşmak ve yapılacak yeni çalışmalarla bu kavramları her yönden ele almak gerekmektedir (Salingaros ve Masden, 2017).

3.2.4. Nöromimari Alanında Yapılan Çalışmalar

“Yapı, canlı için bir çeşit barınakken, mimari; duyguları harekete geçiren bir sanattır.”

Sungur (2020)

Mimarlık alanında yöntem olarak nörobilimin kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar genellikle; kentsel planlama, peyzaj tasarımı, cephe kurgusu, mimari mekân organizasyonu, iç mekân düzenleme, aydınlatma, renk, ölçek, form gibi alanlarda kullanılmıştır. Nöromimari alanında yapılan çalışmalar zaman içinde çeşitlenmekte ve birbirini desteklemektedir. Nöromimari alanında yapılan bazı çalışmalara bu bölümde yer verilmiştir.

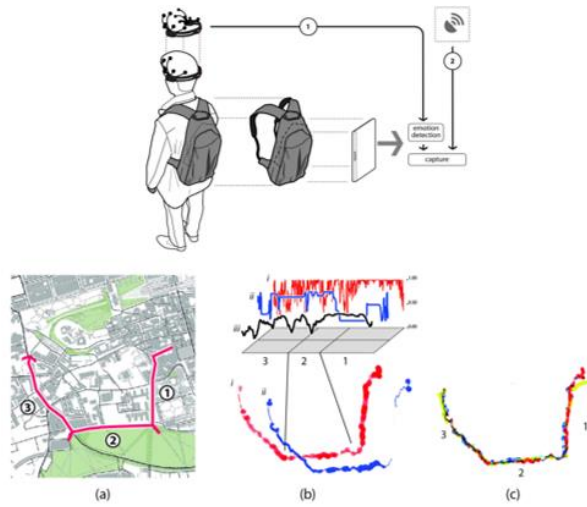
Nguyen ve Zeng (2010) çalışmasında, bir tasarımcının tasarım aşamalarında aktif olan faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde beyinsel aktivitelerin etkinliğini araştırmıştır (Şekil 37). Bunun için tek katılımcı ile deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Tasarım süreci,

problemin analizi, çözüm üretme, çözüm ifadesi ve çözüm değerlendirme şeklinde dört aşamaya ayrılmıştır. Tüm tasarım aşamalarının kaydedildiği bir tablet üzerinden tasarımcının bir mekânı planlaması ve tefriş etmesi istenmiştir. Bu sırada beyin sinyallerinin kaydedilmesi için tasarımcının kafasında EEG cihazı takılmıştır. Altı kanaldan kaydedilen EEG verilerine göre katılımcı, çözüm üretme esnasında en fazla görsel düşünme çabası içerisine girmiştir. Çözüm değerlendirme aşamasında ise prefrontal lobun en aktif kullanıldığını göstermiştir. Fakat analiz ve çözüm üretme süreçlerinin hangi anda tam olarak gerçekleştiği saptanamamıştır. Diğer yandan problem analizi ve çözüm değerlendirme faaliyetlerinin tasarımın her anında aktif olduğu belirlenmiştir (Nguyen ve Zeng, 2010).



Şekil 37. Deneye katılan mimarın tefriş yaparken EEG kaydının alınması

Aspinall vd. (2015) çalışmasında, dış mekânlarda gezinen insanların kentsel deneyimleri sırasında oluşan duygusal tepkileri incelemiştir (Şekil 38). İnsanların duygusal ve fiziksel aktivitelerini analiz etmek amacıyla, katılımcılardan üç farklı kentsel mekânda toplam 25 dakika yürümesi istenmiştir. Katılımcıların bu mekânlarda gezinmesi sırasında çantalarına yerleştirilen taşınabilir EEG cihazı ile anlık olarak beyinsel aktiviteleri kaydedilmiştir. Beyin sinyallerinin analizlerine göre, kentsel alışveriş sokağından yeşil alana geçtikten sonra katılımcıların zihinlerinde daha az hayal kırıklığı, daha fazla konsantrasyon ve meditasyon duyguları oluşmuştur. Yeşil alandan kalabalık ve trafiğin olduğu ticari bölgeye geçiş sonrasında ise karamsarlık, kafa karışıklığı, stres gibi duygulara sahip olmuşlardır. 12 katılımcı ile yürütülen bu çalışma sonucunda, yürüyüş gibi fiziksel aktivite anlarında insanların ruh halini ve psikolojisine iyi gelen kentsel yeşil alanların tercih edilmesi önerilmiştir (Aspinall vd., 2015).



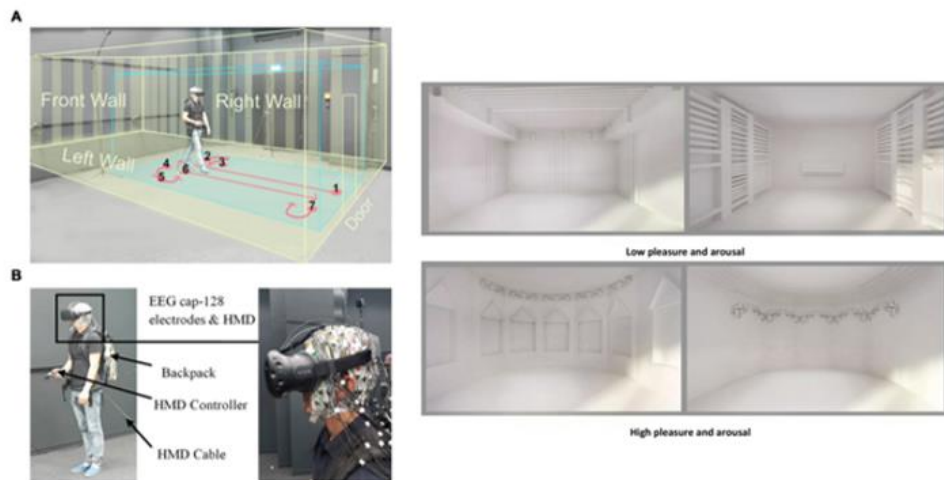
Şekil 38. Taşınabilir EEG cihazı ile katılımcının şehirde dolaşma deneyi

Shin vd. (2015) çalışmasında, mekânların doğrudan ve doğrudan\dolaylı aydınlatma ile aydınlatılma arasındaki farklılığın insanlar üzerinde oluşturduğu fizyolojik tepkilerini incelemiştir. 28 katılımcı ile yapılan deneyde, insanların mekân içerisinde 4 dk. oturması istenilmiş, bu süreçte katılımcılara takılan EEG cihazı ile kaydedilen delta, teta, alfa ve beta gibi beyin dalgaları üzerinden spektral analizler yapılmıştır. Teta dalgaları farklı aydınlatma mekânlarındaki algısal tepkileri ifade eden biyolojik bir sinyal olarak kabul edilmiştir. Katılımcılardan toplanan F4, F8, T4, TP7 elektrot kanallarındaki sinyallere göre, doğrudan ve dolaylı aydınlatmanın birlikte olduğu ortamda salgılanan teta dalgaları, doğrudan aydınlatmanın olduğu ortama kıyasla daha güçlü kaydedilmiştir. Yani doğrudan ve dolaylı aydınlatmanın birlikte hâkim olduğu mekânda kendilerini daha hoş hissetmişlerdir. Mekan içerisinde hakim olan parlaklık ve renk sıcaklığı gibi etmenlerin kontrol edilerek yapıldığı deneyde (Şekil 39), aydınlatma faktörünün insan fizyolojisi ve duygu değişimleri üzerindeki önemli etkisi üzerinde durulmuştur (Shin vd., 2015).



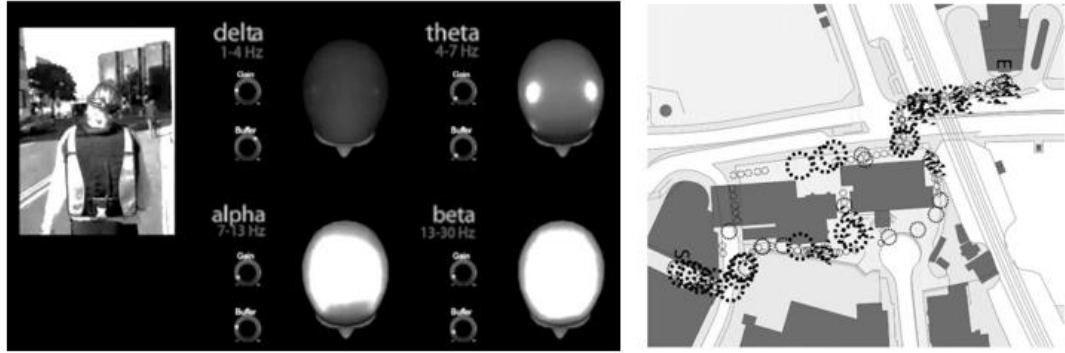
Şekil 39. Çalışmada kullanılan aydınlatma türüne ait deney düzeneği

Banaei vd. (2017) çalışmasında, üç boyutlu farklı mimari formların algılanmasını ve beyinde oluşan nörolojik değişimleri incelemek için yine sinir bilimini kullanmıştır (Şekil 40). Katılımcılara sanal ortamda hazırlanmış 3D iç mekânlarını VR gözlük ile deneyimleme ve gezinme imkânı sunulmuştur. Katılımcı üç boyutlu sanal ortamı deneyimlerken EEG cihazı ile zihinsel aktivitesi ölçülmüştür. Sonuçlara göre eğrilik formlarının yoğun olduğu mekânlarda daha fazla memnuniyet görülürken, dikdörtgen formlarına sahip keskin yüzeylerin bulunduğu mekânlarda daha az memnuniyet hissedilmiştir. Mobil EEG ve VR teknolojisinin birleştirildiği ilk çalışma olması bakımından da önemli olan bu çalışma bilime ışık tutmaktadır (Banaei vd., 2017).



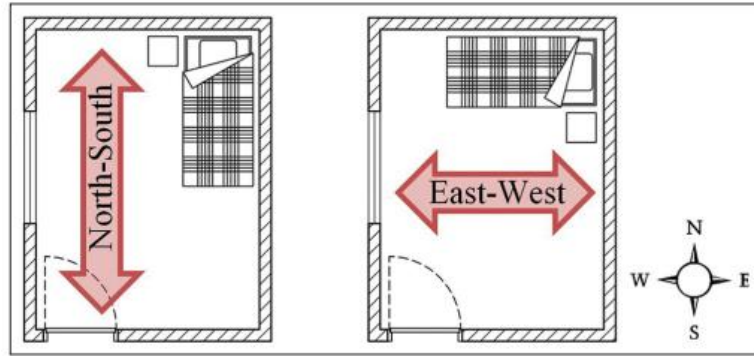
Şekil 40. VR ve EEG cihazı ile sanal ortamın deneyimlendiği deney düzeneği

Karandinou ve Turner (2017) çalışmasında, 10 deneğin kentsel ortamda gezinirken fiziksel ortamlara nasıl tepki verdiklerini incelemiştir (Şekil 41). Katılımcılara taşınabilir EEG cihazı takılarak belirli ortamlarda gezinmeleri istenmiştir. Binalar arasında gezinen katılımcılardan alınan verilere göre, karar verme gibi kilit anlarda insanların çevre ve beyin aktivitesiyle olan ilişkisinde önemli bulgular tespit edilmiştir. Sonuçlara göre yol bulma kararları esnasında beta dalgalarındaki artış gözlemlenmiştir. Aynı yoldan geçen insanların yakınlığının artması durumunda da tespit edilmiştir. Kilit noktalarda artan bu beta dalgaları, insanların bilişsel işleme aktivitelerinin artışı ifade etmektedir (Karandinou ve Turner, 2017).



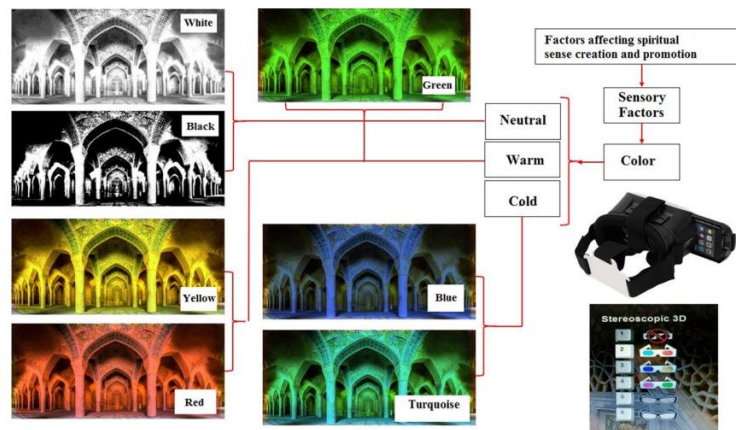
Şekil 41. Katılımcıların EEG cihazı ile fiziksel çevrede dolaşmasına ait deney

Hekmatmanesh vd. (2019) çalışmasında, yatak odası tasarımının uyku kalitesine etkisini araştırmak için EEG yöntemi kullanılarak yatak oryantasyonunu değerlendirmiştir. Katılımcılar K-G ve D-B doğrultusunda konumlandırılmış yataklarda uyuması istenmiştir. Uyku sırasında ölçüm alan EEG cihazı ile uyku kalitesi hesaplanmıştır. İncelenen verilere göre K-G doğrultusunda uyuyan katılımcılarda alfa ve delta dalgaları etkilenecek uyku kalitesinin, yatakta geçirilen süre ve verimliliğin arttığı gözlemlenmiştir. D-B doğrultusunda uyuyan katılımcılarda ise uyku sırasında daha fazla uyanma gözlenmiş ve uyku kalitesinin düştüğü tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda kullanıcıların uyku kalitesi ve sağlığı açısından yatak odası tasarımlarında yatak konumlarına dikkat edilmesi hatta yatağın K-G yönünde yerleştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Şekil 42). Bu çalışma yatak odası tasarımında EEG cihazı kullanılan nöromimarideki ilk çalışma olması bakımından da önem taşımaktadır (Hekmatmanesh vd., 2019).



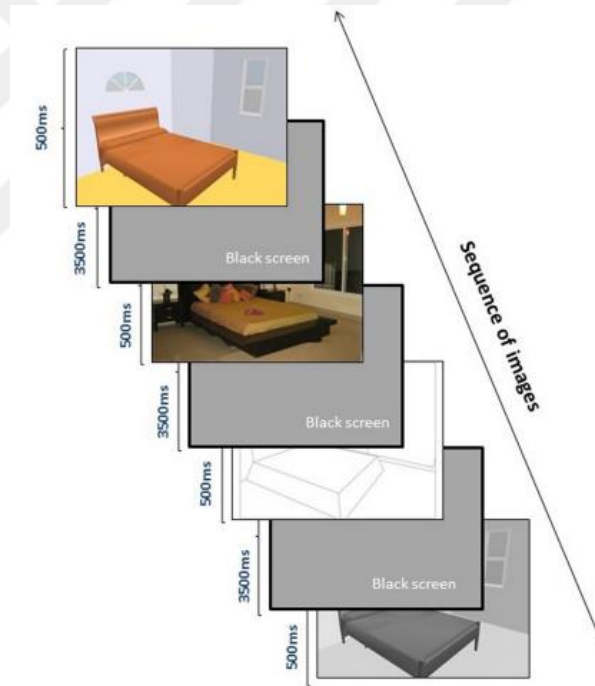
Şekil 42. Yatak konumlarına göre düzenlenen deney düzeneği

Habibabad vd. (2019) çalışmasında, cami mekânlarındaki renk bileşenlerinin insanlar üzerindeki maneviyat ve huzur duygusuna olan etkisini bilimsel açıdan araştırmıştır. Deneysel çalışmasını EEG ve (VR) sanal gerçeklik cihazlarını kullanarak, simüle edilmiş mekân ve görüntülerle desteklemiştir. 14 katılımcı ile yapılan deneyde, hazırlanan görüntüler 10'ar sn. izletilmiştir. Bu sırada katılımcılara takılan EEG cihazı ile verdikleri beyin tepkileri 19 ayrı kanaldan kaydedilmiştir. Yapılan analizlerde, cami iç mekânda kullanılan turkuaz renginin insanda huzur duygusunu tetiklemesinde yüksek performansa sahip olduğu belirtmiştir. İkinci ve üçüncü sırada yeşil ve mavi renk, ardından beyaz, sarı, kırmızı renkleri devam etmektedir. En son sırada siyah renginin yer aldığı ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara dayanarak dini yapıların tasarımlarında göz ardı edilen maneviyat duygusunun ve kutsallığının önemi vurgulanarak cami mekânlarının estetik, sağlamlık, işlevsellik ve ruh sağlığı açısından birlikte değerlendirilmesi gerekliliği ifade edilmiştir (Şekil 43).



Şekil 43. Cami iç mekânının farklı renklerle oluşturulmuş sanal ortam görselleri

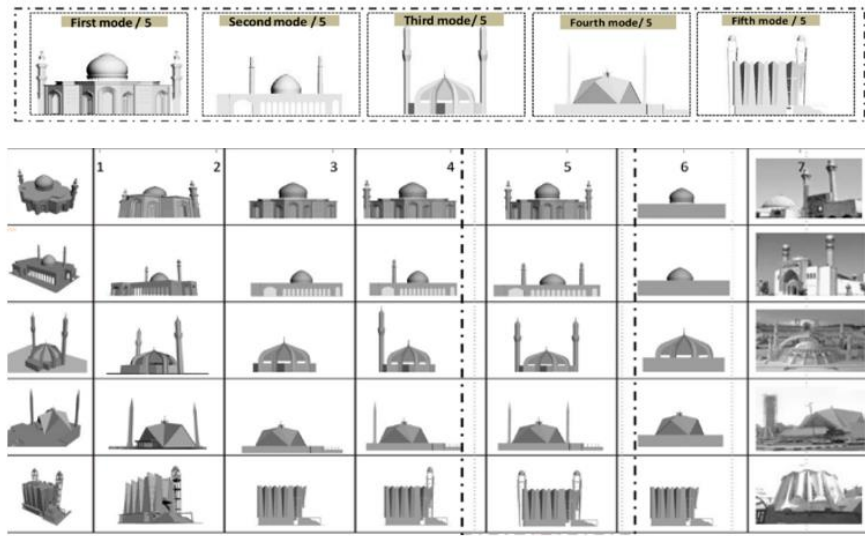
Murcia vd. (2019) çalışmasında, aynı cisimlerin farklı görüntüleri üzerinden insanlarda oluşturduğu algısal farklılığı araştırmak için deneysel bir çalışma yürütmüştür (Şekil 44). Yatak odasının sanal ortamda modellenmiş hali ve gerçek görüntüsü 13 kişiye gösterilmiş ve duygusal tepkileri EEG cihazı ile ölçülmüştür. Toplanan EEG sinyallerine göre sanal ve gerçek görüntülerin beyinde algılanmasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizler, katılımcılar tarafından gerçek görüntülerin daha çok beğenildiğini göstermektedir. Aynı zamanda katılımcıların çoğu detay içeren görüntülerin detaysız görüntülere göre daha keyifli geldiğini öne sürmüştür. Çalışma, modellemelerin olabildiğince gerçeğe yakın tasarlanması konusunda önemli ipuçları sağlamaktadır.



Şekil 44. Katılımcılara deney sırasında gösterilen sanal ve gerçek yatak görselleri

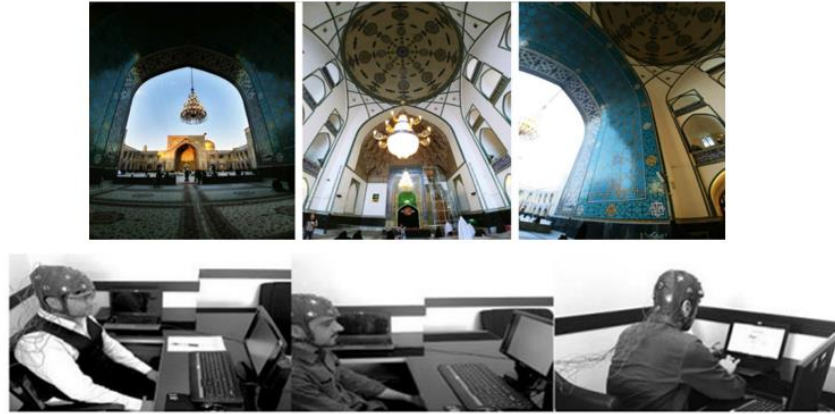
Habibabad ve Azemati (2020) başka bir çalışmasında, dini mekânları kubbe gibi tasarım formların insanlar üzerindeki psikolojik etkilerini analiz eden bir deneysel çalışma yürütmüştür (Şekil 45). Katılımcılara beş farklı cami formu kuş bakışı, gözlemci bakışı, minaresiz, tek minareli, simetrik iki minareli ve tek kubbeli olacak şekilde farklı görsellerde gösterilmiştir. Katılımcıların bu görselleri inceleme anları EEG cihazı ile kaydedilmiştir. Dini yapıların kullanıcılar üzerindeki refah, huzur ve maneviyat

duygusunun geliştirilmesine yönelik en iyi kalıbın bulunması için yürütülen çalışmada, analiz edilen alfa ve beta dalgalarına göre sırasıyla birinci, üçüncü, dördüncü, ikinci ve beşinci form tavsiye edilmektedir. Bu formların içerisinde de simetrik iki minareli kalıbın olduğu görsel en iyi örnek olarak tarif edilmiştir. Çalışma sonucuna göre dini yapıların tasarımında ve inşasında ekonomik kaygının ön planda tutulması, özensiz, düzensiz ve taklit formlarının tercih edilmesi kullanıcılarda olumsuz duyguların oluşmasına neden olmaktadır (Habibabad ve Azemati, 2020).



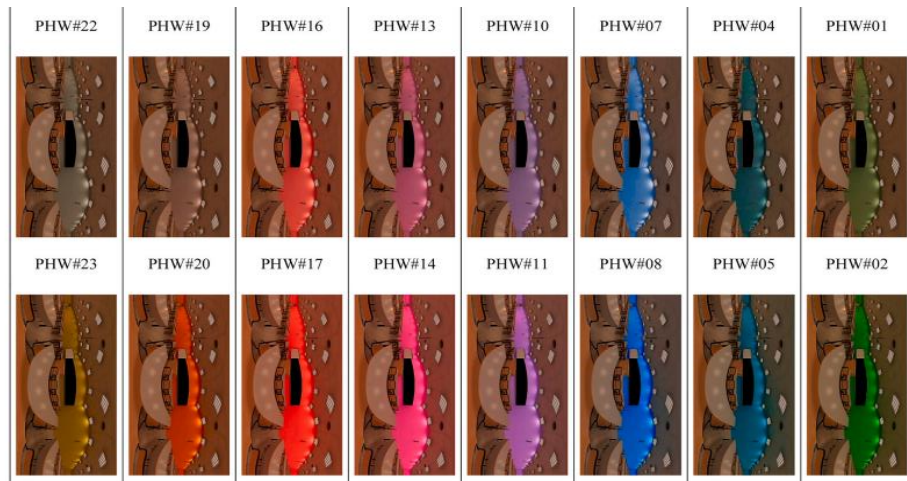
Şekil 45. Katılımcılara gösterilen cami yapısına ait farklı tasarım formları

MahdiNejad vd. (2021) çalışmasında yaş ve cinsiyetin maneviyatın gelişmesindeki etkisi üzerine bir araştırma yapmıştır. Her yaştan 45 katılımcı ile yürütülen deneyde EEG cihazı kullanılarak katılımcılara çeşitli dini yapıların görselleri izletilmiştir. Veriler doğrultusunda yaş ve maneviyat kavramları arasında anlamlı sonuçlar elde etmiştir. Analizlere göre, ileri yaştaki katılımcılar küçük yaştakilere göre maneviyata daha çabuk ulaşmaktadır. EEG ile alınan sinyaller incelendiğinde, 30-35 yaş arasındaki katılımcıların alfa ve teta dalgaları, 20-29 yaş arasındaki katılımcılara göre daha hızlı artmaktadır. Diğer yandan bu tepkiler cinsiyete göre farklılık göstermemiştir (Şekil 46). Çalışma sonucuna göre yaş ve maneviyat duygusunun gelişimi arasında paralel bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (MahdiNejad vd., 2021)



Şekil 46. Dini yapıların maneviyat duygusunun gelişiminin araştırıldığı deney

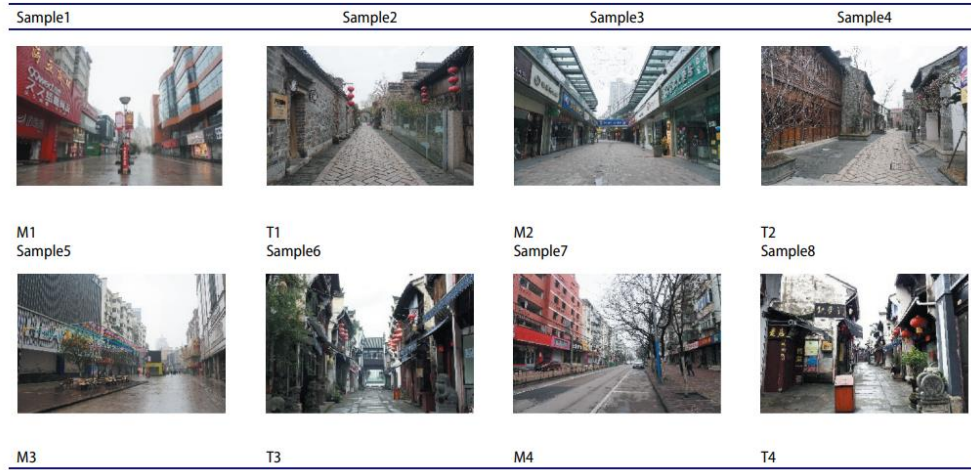
Llinares vd. (2021) çalışmasında, eğitim mekanlardaki sıcak ve soğuk tonlu duvarların üniversite öğrencileri üzerinde dikkat, konsantrasyon ve hafıza etkinlikleri araştırmıştır (Şekil 47). Öğrencilere VR sanal gözlüğü kullanılarak bu mekânları deneyimleme imkânı sunulmuştur. Bu sırada katılımcıların EEG ve kalp atış hız sinyalleri kaydedilmiştir. Analiz edilen verilere göre soğuk tonlu renklerde sıcak tonlara göre dikkat ve hafıza etkinliklerinde olumlu geri dönüşlerin olduğunu ve uyarılmayı arttırdığı belirlenmiştir. Bu çalışma eğitim mekânlarını tasarlayan tasarımcılar için yararlı olabilecek önemli ipuçları taşımaktadır (Llinares vd., 2021).



Şekil 47. Eğitim mekânlarındaki soğuk ve sıcak renk tonlarına ait görsel çeşitleri

Sun ve Li (2021) EEG cihazı ile yaptığı çalışmasında, geleneksel ve modern ticaret bölgelerinin algısal farklılıklarını araştırmıştır (Şekil 48). Çalışmasında elde ettiği katılımcıların beyin sinyallerine göre, geleneksel ticaret bölgelerine bakıldığında oluşan

alfa dalgaları, modern ticaret bölgelerine bakıldığında oluşarlardan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Yani geleneksel bölgeler, modern bölgelere göre çoğunlukla insanların algılarında büyük farklılıklara neden olmaktadır. Çalışma sonucunda bu geleneksel bölgelerin sürdürülebilirliğinin sağlanması, iyileştirilmesi ve korumasının sağlanması önerilmektedir (Sun ve Li, 2021).



Şekil 48. Katılımcılara sunulan geleneksel ve modern ticaret mekânlarına ait görseller

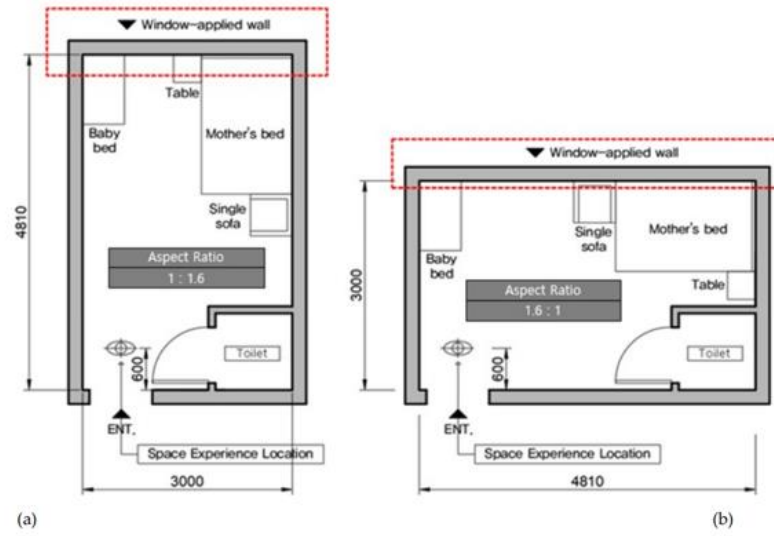
Shemesh vd. (2021) çalışmasında, uzay geometrisinin insanlar üzerindeki duygusal tepkilere etkisini irdelemek amacıyla, mimari mekânlar içerisinde hâkim olan geometrinin duygusal tepkilerle olan bağlantısını değerlendirmiştir (Şekil 49). EEG (Elektroensefalografi), GSR (Galvanik Cilt Tepkisi) ve göz izleme (ET) gibi cihazlar yardımıyla 112 katılımcı üzerinden ölçümler yapılmıştır. Katılımcılara VR sanal görüntüleme cihazı ile mekânlar gösterilmiştir. Katılımcılar iç mekânları deneyimlerken mekânlara ait ölçek, oran, eğrilik, geometrik form gibi özellikler üzerinden duygusal tepkiler vermektedir. Bu tepkiler katılımcı üzerindeki cihazlar yardımıyla toplanmış, mekânsal bağlantılar üzerinden verilen olumlu ve olumsuz ilgi değışiklikleri değerlendirilmiştir. Yapılan bu makale çalışması sonucunda, mekân içerisinde eğrilik, ölçek, yükseklik gibi etmenler olumlu ve olumsuz birtakım tepkiler meydana getirdiğı saptanmıştır. Örneğin, geniş simetrik mekânlar insanları olumlu etkilerken, dar mekânlarda aşırıya kaçan oransal farklılıklar olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda mekânlara tasarlanan çıkıntıların artmasıyla duygusal tepki de güçlenmektedir. Kısaca bu çalışma, mekânsal etmenlerin insan duyguları üzerinde baskın etkisinin olduğunu göstermektedir. Shemesh vd. (2021) nöromimari alanında yaptıkları bu çalışma ile

mimarinin deneysel bir yönteme nasıl dönüşebileceğini vurgulamış, sinir bilimi ve mimarlık arasındaki ilişkinin gelişerek devam etmesi gerekliliğini vurgulamıştır.



Şekil 49. VR ve EEG cihazları ile iç mekânın sanal ortamda algılanması deneyi

Kim vd. (2021) çalışması, kadınların doğum sonrası bulundukları bakım evinin özel bir odasını deneyimlemesine ve iç mekânın mimari unsurlarının kullanıcılar üzerindeki etkilerine dayanmaktadır (Şekil 50). Deneye katılan otuz üç kadın özel tasarlanmış sanal ortamı VR cihazı ile deneyimlemişlerdir. Bu sırada EEG cihazı ile kaydedilen sinyaller, katılımcıların bulundukları mekânın yükseklik, genişlik, uzunluk, pencere oranları gibi etmenlerinden nasıl etkilendiklerini ifade etmektedir. Elde edilen analizlerden gevşeme/uyarılma seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Çalışma sonucunda, doğum sonrası kadınlar için özel oda tasarlanırken dikkate alınması gereken birtakım öneriler sunulmuştur. Tavan yüksekliklerinin artmasıyla kullanıcıların gevşeme hissinin artması, bu ortamların mekân yüksekliklerinin ne kadar önemli olduğu, aynı zamanda doğum yapan kadınların yatak konumlarının pencereyi görecekle şekilde yerleştirilmesinin de gevşeme hissiyatında önemli sonuçlar yarattığı ifade edilmiştir (Kim vd., 2021).



Şekil 50. Yatak ve pencere konumunun araştırıldığı sanal deney görselleri

Darcen (2014), tezinde mimari mekânda duyular arası rezonans oluşumunda rol oynayan mimari etmenleri başlıklar altında toplamıştır. Tezde işlevsel ve mekânsal çözümlemenin, mekânsal öğelerin, doğal etmenlerin ve çevresel adaptasyon gibi etmenlerin duyular arası rezonans oluşumundaki rolünü örnek projeler kapsamında sorgulamıştır.

Salingaros ve Masden (2017), nörobilişsel sonuçlarla desteklenen mimari tasarımların oluşturacağı sonuçları ve sağlıklı bir mimariyi üretebilme potansiyelini araştırmıştır. Benzer şekilde De Paiva (2018), mekânların beyin aktivitesini nasıl etkilediğinin bilinmesi, tasarlanan yeni yapıların kullanıcıların performansı ve refahı üzerinde olumlu etkilerin oluşabileceğini savunmuştur.

Khaleghimoghaddam ve Bala (2018), geleneksel mekânların yeni mekânlara göre insanların algılarında daha fazla zevk ve uyarılma olması beklendiğini savunmuştur. Yaptığı çalışmada kapsamında gösterilen iç ve dış mekân fotoğraflarının öğrencilerin algısal deneyimlerini nasıl etkilediği incelemiş ve geleneksel mekânlardaki mekânsal

deneyimin kullanıcılar tarafından daha tatmin edici olduğunu ortaya koymuştur. Chang ve Jun (2019), yapılan mimari tasarımlar kullanıcılar üzerindeki duygusal tepkilerini anlamak amacıyla EEG tabanlı hibrit öğrenme modeli geliştirmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan model, mimarlar tarafından tasarlanan alternatiflerin oluşturduğu öznel tepkilerin değerlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Tarihi bir binanın insanlarda yarattığı deneyimi, yapıya ilk bakışta dikkat çeken unsurları ve görsel dikkati taşınabilir göz izleme aracını kullanarak analiz eden De la Fuente Suárez (2020), katılımcıların estetik olarak algılanan mimari unsurları daha uzun süre gözlediğini ifade etmiştir. Benzer olarak Bower vd. (2022) ise sanal gerçekliği kullanarak içi yapılı çevrelerin ölçek farklılıklarının insanların duygusal ve nörofizyolojik etkilerini araştırmıştır.

Karakas ve Yıldız (2020), sinirbiliminden gelen yaklaşımları kullanarak yapılı çevrenin insan deneyimi üzerindeki etkisini açıklamak nörobilim ve mimaride gelişecek gelecekteki çalışmalara katkı sağlamak amacıyla kavramsal bir inceleme gerçekleştirmiştir. Ferlano (2019), çalışmasında algısal teknolojileri kullanarak öğrenci yurtları için zihinsel esenliğin sağlanması ve gerekli iyileştirme önerilerinin tasarlanarak bilinçli bir mimari deneyimin oluşması için bir tasarım çerçevesi önermiştir. Rad vd. (2021), çalışmasında nöromimari alanında insan beyni üzerindeki algısal etkileri analiz eden EEG, göz izleme, fMRI gibi ölçüm tekniklerini ve yapılan deneysel çalışmalarını listelemiş, yapılmış çalışmaların gelecekteki çalışmalar için yol gösterici olmasını amaçlamıştır.

Akman (2021), kentsel açık ve yeşil alanların insan psikoloji üzerine etkilerini incelemek amacıyla nöromimariden yararlanarak anket çalışması yürütmüştür. Çalışmada yapılan görüşmeler sonucunda, yeşil ve su öğelerinin kullanıcılara pozitif duygular hissettirdiğini ifade etmiş ve kentsel tasarım kararlarının alınırken pozitif etkileri ağır basan bu kriterlerin önemini vurgulamıştır.

3.3. Yapay Zekâ ve Mimarlık

“Yapay zekâ bir araçtır. Nasıl konuşlanacağına dair seçim bizindir.” Ören Etzioni

3.3.1. Yapay Zekâ

“Yapay zekânın asıl amacı, en azından elimizden geldiğince algılayabilen, akıl yürütebilen, hareket edebilen ve öğrenebilen cihazları anlamak ve inşa etmektir.” Astro Teller

Geçmişten beri insanların cansız varlıkları canlandırma ve canlılara özgü yetenekleri kazandırma istekleri ve çabaları sürmektedir. Bu isteklere rağmen cansız varlıklara hareket ve akıl yürütme yeteneğinin kazandırılması 1950 yılından sonra gerçekleşmeye başlamıştır (Öztürk ve Şahin, 2018). Yapay zekâ kelimesi ilk olarak 1955 yılında bir proje çalışmasında terimin isim babası olarak bilinen McCarthy tarafından kullanılmıştır (Aydın ve Değirmenci, 2018).

Zekâ kavramı Yılmaz (2017)’e göre; bir olayı kavrayabilme, yorumlayabilme, düşünerek karar verme, çözebilme, yaşanan bir durumdan ders çıkarma, analiz edebilme ve uyum sağlayabilme olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte insan zekâsı doğuştan var olan ve geliştirilebilir bir formdur. Bayraktar (2010) zekâ tanımını, kavrama, düşünme, fikir yürütme, yargılama, sonuçlandırma, öneride bulunma vb. şeklinde ifade ederken; yapay zekâyı, canlı bir varlığın zekâsının ve akıl yürütme yeteneğinin taklit edilmesi olarak açıklamıştır (Yılmaz, 2017: 1-2)

Frankenfield (2022)’a göre yapay zekâ kavramı, insana ait bilişsel yeteneklerin yansıması, insan zekâsının simüle edilmiş ya da yakınlaştırılmış halidir. Aydın ve Değirmenci (2018)’ye göre yapay zekâ, “*yapay insan*” demektir. Yani “*yapay insana doğru hızla ilerleyen bir projedir*”. Arslan (2020) yapay zekâyı, “*akıllı programlama*” ve “*insansı tepkiler*” şeklinde iki farklı tanım olarak adlandırırsa da aslında bu iki kavramın birbirine benzer olduğunu da vurgulamıştır. Bilgisayar; problemi belirleme, anlama, sonuçlandırma, sınıflandırma gibi insana ait bilişsel yetenekleri kullanarak insana ait tepkileri verebilen bir sisteme dönüşmekte, aynı zamanda robotik birçok algoritma ile modellenmiş, gelişebilen ve güncellenen zeki bir program haline evrilebilmektedir.

Tektaş vd. (2002) yapay zekâyı, insana ait tüm akıllı özellik, yetenek ve davranışların bilgisayar tarafından uygulanması olarak açıklamıştır. Bununla birlikte makinelerle bir miktar da olsa öğrenebilme yeteneğini aşılamanın ve daha yararlı bir sisteme dönüştürmenin, yapay zekânın en önemli amacı olduğunu vurgulamıştır. John McCarthy (2007) de yapay zekânın amacını, insan gibi davranan makineleri geliştirmek şeklinde nitelendirmiştir. Kömürcüoğlu (2002) ise yapay zekâ çalışmalarının amacını; bilgisayarları daha elverişli ve yararlı yapmak, insan zekâsına yönelik araştırmaların artırılmasıyla zekâ hakkında daha fazla bilgiye sahip olmak şeklinde ikiye ayırmıştır.

Aydın ve Değirmenci (2018) tarihte okuduğumuz ilk çağ, orta çağ, yeniçağ, yakın çağ gibi çağ değişimlerinin kabul edilen büyük ve önemli olaylar sonucu meydana geldiğini ifade etmiş ve bir sonraki çağ değişim nedeninin yapay zekâ ile olabileceğini dile getirmiştir. Arslan (2020), Edward Fredkin'in "*Tarihte üç büyük olay vardır. Bunlardan ilki kâinatın oluşumudur. İkincisi yaşamın başlangıcıdır. Üçüncüsü de yapay zekânın ortaya çıkışıdır.*" sözüne alıntı yaparak yapay zekâ teknolojisinin büyük bir potansiyelinin olduğunu ve gelecekte birçok alanda yer alacağını ifade etmiştir.

Yılmaz (2017), makine ve insan zekâsını örnekleyerek karşılaştırmaktadır. İnsan yürürken önündeki yolun engellerini sayısal olarak belirleyemese bile yaşadığı önceki deneyimlerden edindiği tecrübeyi hatırlayarak ona göre bir davranış sergileyecektir. Makine ise sayısal işlemleri çok hızlı yapabilmesine karşın kavrama, idrak etme, tecrübe edinme gibi geçmiş olaylardan elde edebileceği bilgilerden geri kalmaktadır. Bu farkın temel sebebi insan zekâsının daha önceden yaşadığı olayları tecrübe ederek karşılaştığı sorunu deneyimleri yardımıyla çözebilmesidir. Bu eksikliği yaşayan makineye yapay zekânın modellenmesi durumunda, insan zekâsını taklit eden bir sistem ortaya çıkmaktadır. Bu sayede yukarı bahsedilen insana özgü davranışlar (anlama, sınıflandırma, çözme, deneyimle gibi) bir makineye aktarılabilir (Yılmaz, 2017: 4-5).

Yapay zekânın günümüzde oldukça farklı alanlarda kullanıldığını ve elde edilen faydanın artırılması için sürekli geliştirildiğini söylemek mümkündür (Frankenfield, 2022). Bu kavram birçok algoritma üzerine oturtulmuş bir sistemi temsil etmekte ve

araştırmacılar için ucu açık bir çalışma alanı da sağlamaktadır (Yıldırım ve Demirarslan, 2020).

İnsanlar belirli bir eğitim ve öğrenim sürecinden sonra kendilerinden istenilen görevleri yerine getirmektedir. Tıpkı insanlar gibi yapay zekâ sistemleri de kendilerinden istenilen görevler için öncesinde birtakım verilerle eğitilmesi ve öğrenmesi gereklidir. Çünkü yapay zekânın temelinde öğrenme becerisi bulunmaktadır. İnsanlardan farklı olarak öğrenilen verilerin hızlı ve etkin bir şekilde kullanılması ve uygulanması, edinilen tecrübelerin unutulmaması ve depolanması, bu sistemlerin en can alıcı özelliklerindendir (Öztürk ve Şahin, 2018).

Alan Turing'in 1950 yılında yayımladığı “*Computing Machinery and Intelligence*” adlı makalesinde “Makineler düşünebilir mi?” (*Can Machines Think?*) sorusunu irdelemiştir. Büyük yankı uyandıran ve makine zekâsı tartışmalarının büyümesine yol açan bu makalede, insan ve bilgisayar zekâsının benzerlik gösterebileceği ve makine zekâsının aynı insan zekâsı gibi gelişerek öğrenebilmesinin mümkün olduğu hipotezi test edilmiştir. Bunu belirlemek için “Turing Testi” deneyi tasarlanmıştır (Turing, 1950).

Turing testi, soruları yönlendiren insan ve soruları cevaplayacak olan insan ve bilgisayar şeklinde tasarlanmıştır. Sorgulayıcı insan seçtiği soruları cevaplayanların ekranına yönlendirmektedir. Bilgisayar ve insan, cevapları klavyeyle bilgisayar ekranına yansıtmaktadır. Turing, bu test sonucunda eğer makine sorgulayıcıya insan olarak davranabilmiş ve ikna edebilmişse, o zaman bilgisayarı akıllı olarak düşünmek ve Turing testinde başarılı olduğunu kabul etmek gerektiğini savunmuştur. Tekrar eden birçok test sonrasında çoğunlukla insanlar makine, makine de insan zannedilmiştir (Turing, 1950).

Uzun (2020), Turing'in 1950 yılında yayımladığı “*Computing Machinery and Intelligence*” adlı makalesindeki “*Makineler düşünebilir mi?*” sorusuna yeni bir bakış açısı getirerek “*Makineler tasarlayabilir mi?*” Sorunu gündeme getirmiştir. Çalışmasında “Makineler mimari plan şeması üretebilir mi?” şeklinde belirlenen problem adı altında, yapay zekâ sisteminin yardımıyla mimari plan şeması üretimi ve

tasarımı değerlendirilmiştir. Günümüz teknolojisi ile geliştirilen yeni algoritmalar aracılığıyla otonom sistem olarak mimari plan hazırlanması, yapay zekânın mimarlık alanı içinde etkinliğinin oldukça arttığını göstermektedir. Çalışmaya göre yapay zekânın mimarlık alanına değil, mimarlığın yapay zekâ alanına dâhil olduğunu söylemek daha doğru olmaktadır. Bununla birlikte mimari veri setinin hazırlanması, algoritma mimarisinin tasarlanması, çıktıların yorumlanması gibi çalışma pozisyonları, gelecekte mimarlık mesleği altında yetişebileceğini ifade etmiştir (Uzun, 2020).

Yapay zekâ olgusu, her meslekten insanda merak uyandıran bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte mühendislik, tıp, bilişim gibi alanların yoğunluklu olarak sahiplendiği bir sistemdir. Günümüzde yapay zekânın insan zekâsına benzerliği tartışma konusu olsa da yeteneklerini geliştirdiği apaçık ortadadır. Buna dayanarak bu akıllı sistemlerin çağımıza getireceği avantajları ve sağlayacağı faydaları görmek mümkündür (Pirim, 2006).

Son dönemlerde kullanılan teknoloji ile birlikte karar verme fonksiyonlarındaki hata paylarının azaltılması için de yapay zekâ sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bununla birlikte artık birçok şirket ve işletme de karar verme, çözüm üretme ve tahminde bulunma gibi yöneticilere ait davranışların yapay zekâyı devredilmesi söz konusu olmaktadır. Önemli konularda farklı alternatiflerin karar verilmesinde yapay zeka-insan iş birliği ile ilerlenmesi ne kadar kolaylaştırıcı bir durum gibi görünse de insan ve makine arasında karşılaşılabilecek yapısal uygunsuzluk problemleri de öngörülebilmektedir (Hüseyin vd., 2021).

Gelişen bu teknolojinin dayandığı temel unsur, tecrübe edinilecek verilerin kullanılarak yorum ve çıkarımda bulunmasıdır. Ne kadar çok veri işlenirse, tahminde bulunulacak durumun doğruluk olasılığı artmaktadır. Bu şekilde bir uzman gibi hareket etmekte ya da uzmanlara rehberlik eden bir araca dönüşmektedir (Bingöl vd., 2020).

Yapay zekâ teknolojileri faydalı işlerde kullanıldığı takdirde ufku geniş ve keşfedilmeye açık bir alan halini almaktadır. Fakat savaş silahı gibi kötü amaçlı işlerde kullanıldığı takdirde kontrolden çıkıp önünün alınamadığı felaketlere de sebebiyet vermesi muhtemeldir. Bu teknolojinin kurgusu, yapay zekâyı eğiten ve programlayan kişinin

niyeti, düşüncesi ve talebine göre şekillenmektedir. Yani yapay zekâ iyi amaçlar için programlanırsa iyi, kötü amaçlar için programlanırsa kötü sonuçlara sebep olmaktadır. Bu nedenle birçok bilim insanı ve araştırmacı için korkutucu ve tehlikeli bir teknoloji olarak kabul edilmektedir (Aydın ve Değirmenci, 2018).

Yapay zekâ kavramından bahsedildiğinde “*Makine Öğrenmesi*” ve “*Derin Öğrenme*” gibi terimler de beraberinde dile getirilmektedir. Makine öğrenmesi kavramı yapay zekânın alt dalını kapsayan algoritmadır. Derin öğrenme ise makine öğrenmesine bağlı bir alt kümeyi oluşturur. Makine öğrenmesinden farklı olarak çok katmanlı bir yapıya sahiptir. Çok büyük veri setlerinin ve yapay sinir ağlarının kullanılarak kendi kendini eğitebilen bir algoritmadır. Sınıflandırma özelliğine ek olarak özellik çıkarma yeteneğine de sahiptir (IBM, 2020).

3.3.1.1. Makine Öğrenmesi

“Aslında, ML'nin arkasındaki ana fikir, verilerden öğrenen ve veriler üzerinde tahminler yapan algoritmalar oluşturmanın mümkün olmasıdır” (Gavrilova ve Stryungis, 2020)

1980’li yıllarda literatüre eklenen “Makine Öğrenmesi” kavramı, elde edilen veri setlerine ve istatistiksel çıktılara bağlı olarak hareket eden bir yapay zekâ sistemidir (Bingöl vd., 2020). Makine öğrenmesini yapay zekânın bir alt kümesi olarak ifade eden Frankenfield (2022), insan yardımı olmadan yüklenmiş verilerden yeni çıkarımlar yaparak öğrenebilen ve kendini geliştirebilen bir algoritma sistemi olarak bu tanımlı detaylandırmıştır. Yazı grupları, görseller, ses, sayısal veri gibi büyük ölçekli veri gruplarının kullanılarak otomatik öğrenmenin sağlandığı bir sisteme yapılabilmektedir.

Daha fazla verinin toplanması, işlenmesi, yorumlanması ve bu işlemlerin en kısa sürede yapılması istendiği durumda makine öğrenmesi algoritmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Makine öğrenmesi yardımıyla yapılan analizler, istatistiksel hesaplamalarla da desteklenerek karşılaştırmalı bir ortam hazırlamaktadır. Elde edilen sonuçlar sonrasında belirlenen gereklilikler, çözümler, ihtiyaçlara uygun tasarım ilkeleri ve tekniklerinin kullanılması daha doğru olmaktadır (Şapcı ve Bektaş; 2021).

Huang ve Zheng (2018), büyük veri öbeklerinin yapay ağların eğitilmesinde kullanılarak tahminsel durumlarda önemli öncelikler elde edildiğini belirtmiştir. Verilerin işlenmesi ve analizlerin yapılması durumları göz önüne alındığında, yapay zekâ ile insan beyninin öğrenme süreçleri arasında farkın belirginleştiğini savunan Huang ve Zheng, bir yapay zekâ sisteminin somuttan soyut çıkarmak gibi yorumlama algoritmasının insan zihnine benzerliğinin de şaşırtıcı olduğunu sözlerine eklemiştir. Bunlara dayanarak akıllı makinelerin sadece tekrar eden ve matematiksel formüllere dayanan işler için değil, aynı zamanda yorumlanabilen, çıkarım yapabilen, sanatsal ve yaratıcı faaliyetlerde rol alabilen bir sisteme dönüşmesinin gelecekte mümkün olabileceğini vurgulamıştır.

Şapcı ve Bektaş makine öğrenmesine dayalı veri işleme aşamalarını adım adım anlatmaktadır. Öncelikle, kullanıcılardan veriler toplanmaktadır. Toplanan veriler sisteme tanıtıldıktan sonra nasıl sınıflandırılacağı belirlenmekte ve sınıflandırmaya göre bir kural oluşturulmaktadır. Oluşturulan sistemin çalışır olup olmadığı doğrulama kümesi ile denetlenmektedir. Üretilen çıktıların doğruluğunda yanlışlar var ise veriler belirli bir kural çerçevesinde sisteme tekrardan yüklenerek eğitime devam edilmektedir. Elle girilen verilerin, sistem tarafından oluşturulan kurallar ve sınıflandırmalara göre ayrıştırması yapılmaktadır. Son olarak makine öğrenmesi algoritmasının girdi olarak sunulan verilerden bir çıktı oluşturması beklenmektedir.

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi tekniği birçok alt tekniği kapsamaktadır. Bu teknikler; karar ağaçları, lojistik regresyon, k-ortalamlar (k-means), k-en yakın komşu (k-nn), bayes sınıflandırıcısı vb. şeklinde sıralanabilmektedir. Bu yöntemlerin bazıları tahmin, bazıları ise kümeleme ve gruplandırma görevi üstlenmektedir. (Atalay ve Çelik, 2017). Bu tez çalışmasında, K-Ortalamlar (K-Means) yöntemi kullanıldığından dolayı bu algoritma detaylıca ele alınmıştır.

3.3.1.2. K-Ortalamlar (K-Means) Algoritması

“Yapay zekâ alanı yeni sınırları zorluyor.” Judy Woodruff

K-Ortalamlar (K-Means) başka bir deyişle K-Ortalamlı Kümeleme (K-Means Clustering) algoritması J.A Hartigan ve M.A Wong tarafından üretilmiştir. Akın (2008)

bu kümeleme algoritmasını, benzer özelliklere göre verilerin kümelenmesinde kullanılan değişkenli analiz yöntemi olarak tanımlamıştır. Bu tanıma ek olarak, kümeleme analizini “sınıflandırma analizi” şeklinde isimlendirmiştir. Büyük veri öbeklerinden küçük kümeler oluşturulmasına yardımcı olan bu teknik veri madenciliğinde sıklıkla kullanılmaktadır (Akın, 2008).

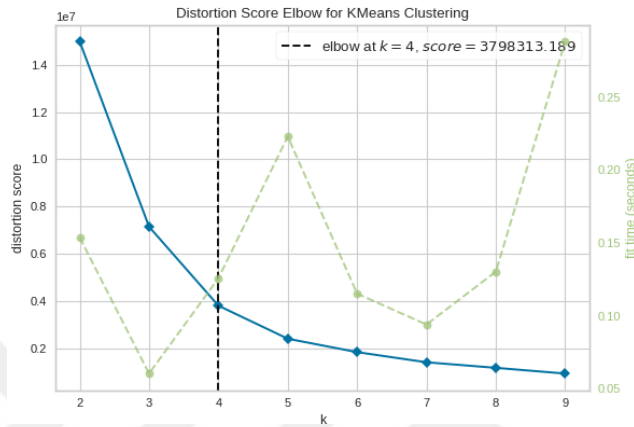
Bu algoritmanın temel amacı, oluşan kümelerin merkez noktalarını birbirlerinden en uzak bölgeye konumlamak ve verilerin kendilerine en yakın kümeye ait merkezle bağlantısını kurmaktır (Orhan vd., 2011). Hartigan ve Wong (1979)’a göre bu algoritmanın işlevi, girdi olarak kullanılan N boyuttaki M noktanın K sayıdaki kümeye ayrıştırarak küme içi kareler toplamını küçültmektir.

Ayodele (2010), k -ortalımalı kümeleme yönteminin çalışma prensibini detaylı bir şekilde açıklamıştır. Bu prensibe göre, her kümeye ait “ k ” adet merkez nokta atanmaktadır. Merkez noktaların atanırken birbirinden olabildiğince uzak konumlara tanımlanması sonuçların doğruluğu açısından önemlidir. Daha sonraki adım, işlenecek verilerin k adet kümeye göre uzaklıklarının hesaplanması ve kendilerine en yakın kümeyle ilişkilendirilmesidir. Bu adım tüm verilerin merkez noktalarla ilişkilendirmesi bitene kadar devam etmektedir. Son aşamada, farklı konumlara ayrıştırılan verilerin yeni merkezlerine göre kümeleme yapıları sistem sabitleştirilir.

Kümeleme analizinde küme sayısının (k) karar verilmesi, analiz sonuçlarının güvenilir ve doğru bulunmasında önemli bir etmendir (Akın, 2008). Küme sayısının (k değeri) tespiti için başvurulabilecek “*elbow*”, “*silhouette*”, “*distance map*” gibi birkaç yöntem mevcuttur. Bu yöntemler kullanılarak yaklaşık olarak birbirine yakın küme değerleri hesaplanmaktadır. Fakat bazı durumlarda veri eğilim durumu ve veri büyüklüğü/hacmi gibi problemlerden ötürü kullanılan yöntemde küme sayısının seçilmesi zorlaşabilir. Bu gibi durumlarda kullanılan yöntemin değiştirilerek başka bir yöntemin tercih edilmesi söz konusu olmaktadır (Goel, 2020).

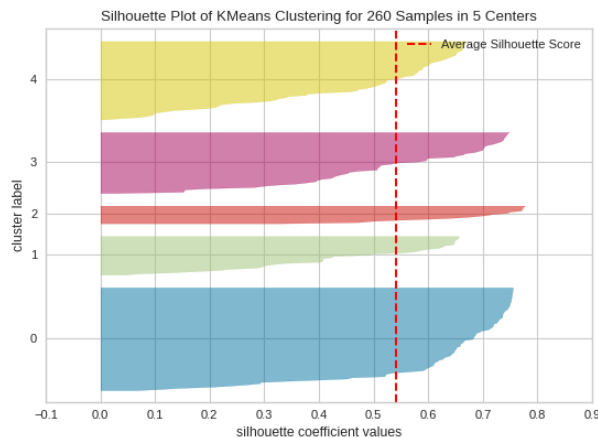
Küme sayısının belirlenmesinde başvuru alan ilk yöntem dirsek eğrisi (Elbow) yöntemidir (Şekil 51). Bu yöntem, k değerinin bulunmasında en iyi yoldur. Yöntemin temel mantığı, her verinin her k değerine göre uzaklıklarının karesi toplamı işlemine

dayanmaktadır. Formül göre elde edilen k değerlerine göre grafik üzerinde noktalar oluşturulur. Bu noktalar zamanla azalan bir grafiği meydana getirmektedir. Toplamlar arasındaki farkın azalmasıyla grafikte dirsek modeli oluşmaktadır. Bu nokta k sayısı için en uygun değer olarak kabul edilmektedir (Güven, 2019).



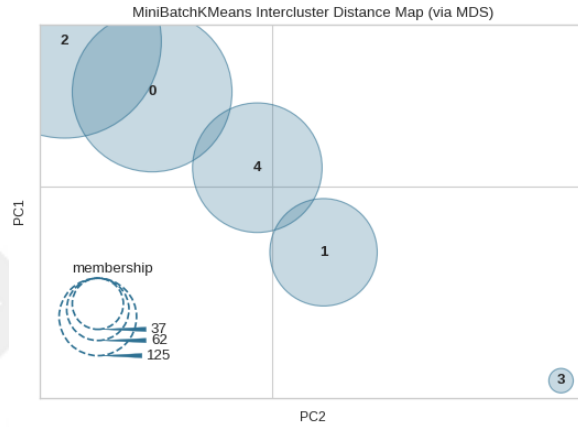
Şekil 51. Elbow yöntemi ile k sayısının bulunması (<https://www.scikit-yb.org>)

Küme sayısı belirlemede kullanılan diğer bir yöntem olan Siluet Eğrisi (Silhouette) yöntemi, sistem tarafından belirlenen kümelerin kalitesinin ölçüldüğü bir grafik analizidir. Algoritma, her bir verinin konum koordinatları için siluet katsayısının ölçülmesiyle histogramda siluet çizimlerinin oluşturulması mantığına dayanmaktadır. Çizilen siluetlerin genişliği, oluşturulan kümelerin kalitesini ifade etmektedir (Şekil 52). Geniş histogram grafiği sağlıklı ve farklı kümelemeyi gösterirken, dar histogram grafiği ise sağlıklı olmayan bir sonuç olmakla birlikte kümelerin birbirine benzeyebileceğini ve üst üste gelebileceğini ifade etmektedir (Banoula, 2013).



Şekil 52. Silhouette yöntemi ile k sayısının bulunması (<https://www.scikit-yb.org>)

Kümeler arası uzaklık haritaları (Distance Map) yönteminde ise kümeler arası mesafenin sabitleştirilmesi ile küme ve merkezleri 2 boyuta taşınmaktadır (Şekil 53). 2 boyut üzerinde renklendirilen kümelerin büyüklükleri, o kümeye ait veri sayısına göre şekillenmektedir. Kümelerin birbirine olan yakınlıkları ise veri özelliklerinin benzerliklerine göre oluşturulmaktadır (<https://www.scikit-yb.org>).



Şekil 53. Distance Map yöntemi ile k sayısının bulunması (<https://www.scikit-yb.org>)

Bu tez çalışmasında da gönüllü katılımcılarla yapılan deneylerden elde edilen EEG sinyal verileri, yapay zekâ ve makine öğrenmesinin alt dallarından olan K- Ortalamalar (K-means) algoritması ile analiz edilerek veriler kümelenmiştir. Kümeleme işlemi öncesinde k küme sayısının belirlenmesi için literatürde belirtilen üç yöntem de ayrı ayrı kullanılmıştır. Kullanılan algoritmaya ait detaylar, tez çalışmasının ileriki bölümlerinde yer verilmiştir.

3.3.2. Mimarlıkta Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi

“Yapay zekâ, sanat ve bilim arasında bir köprüdür.” Pamela McCorduck

Bilgisayar teknolojilerinin mimarlık alanında yeni kullanıldığı dönemlerde *“tasarımda otomasyon”* terimi söz edilmeye başlanmıştır. Bu terim, mimar tarafından oluşturulan istenen ve istenilmeyen tüm koşullara karşılık veren bir sistemdir. Mimarın tasarım sürecinde saptadığı koşullara göre program yazılmakta ve çözüm önerisi üretilmektedir. Fakat bu sistem, o dönemin teknolojisi ve bilgisayarların yetersiz kapasitesi ile fazla ilerleme kaydedememiştir (Akipek, 2004).

Yapay zekâ kavramı günümüzde birçok disiplin alanıyla etkileşimde olduğu gibi mimarlık alanında da kendini büyük ölçüde göstermektedir (Kandemir, 2004). Genel olarak bu algoritmaların görsel ve ses tanıma, eşleştirme, karşılaştırma, dil çevirisi vb. insan zekâsına benzer görevleri yapabildiği bilinen bir durumdur. Mimarlık alanında kullanılan yapay zekâ sistemleri, yeri geldiğinde tasarımcı görevini üstlenmekte ve mimara üretim sürecinde alternatifler sunmaktadır. Buna ek olarak karşılaşılabilecek tasarımsal problemlere çözüm üretebilen bir destek aracı rolünü üstlenmektedir (Bingöl vd., 2020).

“Farkında olmayabilirsiniz ama yapay zekâ her yerdedir.” Judy Woodruff

Mimarlık alanında yapay zekânın kullanımı oldukça yaygındır. Akıllı bina sistemlerinde, çevreye duyarlı mekân tasarımlarında, tasarım karar sistemlerinde, insan bilgisayar etkileşimli programların kullanımında ve uzman sistem uygulamalarında yapay zekâ önemli bir konumdadır. Yapay zekâ ve mimarlık arasında kuvvetli ve ayrılmaz bir ilişki olduğu göz ardı edilmemelidir (Bayraktar, 2010).

Yalkı (2001) ise yapay zekâyı iki farklı grupta değerlendirmiştir. Bunlar, *“mimari olgu içinde yapay zekâ kullanımı”* ve *“mimarların kullanacağı yapay zekâ kullanımı”* şeklindedir. Mimari olgu altında kullanılan yapay zekâ uygulamalarına akıllı binaları örnek vermiştir. Mimarların kullanacağı yapay zekâ uygulamalarına ise tasarım sürecinde yararlandığımız bilgisayar destekli tasarım programları örneğini vermiştir.

Kandemir (2004) yapay zekânın, kendi bilgi tabanlı altyapısı ile sürekli etkileşimde kalarak mimari projelerin tasarım ve gelişim sürecinde kendisini geliştirmesine ve ulaşılması hedeflenen ürünlerde yeni form üretme imkânının artmasına destek olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca bu sistem ile tasarım problemleri ve mimarın tasarım tercihlerinin girdi olarak sisteme yüklenebileceğini, bu veriler doğrultusunda ürünlerin çıktı olarak sunulmasına olanak sağladığını belirtmiştir. Bu yönlendirmeler ışığında mimarın daha az çaba sarf ederek istenilen ürünleri elde edileceğini ve sürecin yapay zekâ tarafından kontrol edilmesiyle hata payının en aza indirileceğini savunmuştur. Günümüz teknolojisi ile karşımıza sıklıkla çıkan yapay zeka artık, mimarlara ürün tasarımı

aşamalarında karşılaşılan sorunlara çözüm üreten bir eleman olmaktan çıkmış, problem verilerinin işlenerek uzmanlık gerektiren karmaşık durumlarda bile önerilerde bulunma ve karar verme fonksiyonlarına sahip bir programa dönüşmektedir (Lu vd., 2012; Bingöl vd., 2020).

Mimarlık alanında kullanılan makine öğrenmesi, karşılaşılan sorunların çözümlerini ve öğrenilmiş deneyimleri kavrayarak aynı mimar gibi davranarak süreci ilerletmektedir. Bu sistem, yapının altyapı sistemi, depreme dayanıklılığı, imar sorunları, yerleştirme planı oluşturma gibi ihtiyaçları karşılamaktadır. Yani yapay zekâ teknolojisi, en uygun, kullanışlı, sağlam ve inşa edilebilir yapının tasarımında mimarlara oldukça katkıda bulunmaktadır. Fakat makine sistemine estetik, görsel uyum, kullanılabilirlik, işlevsellik, malzeme seçimi gibi tasarımın soyut girdilerini öğretmek zaman almaktadır (Davis, 2019).

“*Makine öğrenmesi*” mimari tasarım uygulamalarındaki kullanımı son zamanlarda yaygınlaşmaktadır. Mimari tasarım ürünlerine farklı bir bakış açısı getiren bu bilgisayar algoritması sayesinde öğrenme ve yorumlama yeteneği, tasarım alanına da entegre olarak yeni tasarım çıktıları elde edilmektedir (Şapcı ve Bektaş, 2021). Girilen verilerle tasarım oluşturma, verileri işleyerek alternatif ürünler elde etme, büyük veri kümesi ile yorumlama ve tasarım sorunlarına çözüm önerisinde bulunma gibi özellikler, tasarımcıya sunulan büyük katkılar olarak gösterilmektedir (Huang ve Zheng, 2018).

Mimari tasarım sürecinde “*makine öğrenmesi*” yardımıyla birçok tasarım yöntemi oluşturulmuştur. Tasarım sınırlarının sisteme girilerek, makine tarafından belirtilen bu kurallar çerçevesinde farklı tasarım alternatiflerinin üretildiği “*tasarım otomasyonu*” oluşturulmaktadır. Mimarın tasarımını üretirken imar kanunu gibi karşına çıkabilecek sorunlara karşı önerilerde bulunduğu “*tasarım öngörüsü*” yöntemi, mimarlara belirli sınırlar çevresinde özgür tasarım alanı sağlamak ve tasarım sürecini hızlandırmaktadır. Makine öğrenmesi ve mimarın birlikte yürüterek oluşturdukları ürünlerin daha kaliteli ve verimli olabileceği düşünülen “*tasarım etkileşimi*” yöntemi de yapı tasarımı ve inşaatı üzerinde olumlu katkıları öngörmektedir (Davis, 2019).

Şapcı ve Bektaş (2021) “*makine öğrenmesi*” kavramının mimariye sağladığı faydalardan birini örnekleyerek açıklamıştır. Örneğin mimari çizimler esnasında yaşanan sıkıntıların makine öğrenmesi veri tabanına aktarılması ile ileride benzer konularda karşılaşılan problemlerde tasarımcıya danışmadan sistemin öğretilen verilerden ve eski deneyimlerden ders çıkartarak yeni çözümler üretmesi ve uygulaması şeklindedir. Bu şekilde tasarımcı, benzer problemlerden kaynaklanan vakit kaybını minimuma indirmekte ve harcayacağı süreyi tasarımsal yaratıcılık yönüne vermesine yardımcı olmaktadır. Buna ek olarak da insan-mekân arasındaki ilişkiye kuvvetlendirmede büyük katkı sağlamaktadır.

İnsana ait öğrenme, yorum yapabilme, sonuç çıkarma, sınıflandırma, tahmin yürütme gibi yeteneklere sahip olan bu makine, makine öğrenmesi ve görüntü işleme algoritmaları ile Bingöl vd.’nin (2020) çalışmasında kullanılarak binaların taşıyıcı sistemleri hakkında tahminde bulunan ve çıkarım yapabilen bir sisteme dönüştürülmüştür. Bingöl vd. ’nin çalışmasında, yanlış ve doğru olan taşıyıcı sistem örneklerinin verileri sisteme öğretilmiştir. Öğretilen yanlış ve doğru plan şemaları doğrultusunda yapay zekâ, girilen projeyi yorumlayarak taşıyıcısı hakkında tıpkı bir mimar gibi öneri ve fikir geliştirmektedir. Çalışma sonucunda yapıların taşıyıcı sistemi hakkında tasarımcılara büyük katkıda bulunan bir araç kurgulanmıştır.

Kömürcüoğlu (2002) tezinde, yapay zekâ kavramının mimarlık ile nasıl etkileşime girdiğini, bu etkileşim sonucunda bireylerin düşünme sırasındaki bulguların nasıl anlamlandırıldığını, mimarın bu süreçteki tasarıma etkisini ve tasarımı ele alış şeklini sorgulamıştır. Yapay zekâ uygulamaları ile birlikte kullanılan bilgisayarlar, tasarımcılar için bir çizim elemanı olmanın ötesine geçerek tasarım sürecinin her aşamasında etkisini gösteren bir çalışma ortağı, hatta girilen verilerle kendi tasarım kararlarını dahi alabilen ve mimarların yerine geçebilen bir modele dönüşmektedir. Tabi bu durum için öncelikle yapay zekâ sistemine tasarımcının elde ettiği tecrübe ve deneyimlerin aktarılması, bununla birlikte yaratıcılık özelliğinin de sisteme kazandırılması gerekmektedir (Kömürcüoğlu, 2002).

Atasoy (2008) yapay zekâ uygulamaları ile birlikte sıklıkla karşımıza çıkan akıllı ve zeki tasarım kavramlarını ele almış, bu kavramların tasarım sürecine ve ürününe

sağlayacağı katkıları ve mimarlık yapay zekâ ilişkisini değerlendirmiştir. Bu değerlendirmeyi yaparken, mimarlıkta kullanılan yapay zekânın çizim ve modelleme aracı olarak kullanılmasının yanı sıra akıllı bilgisayarlar ile kurgulanmış yeni sistemlerin mimari tasarımları nasıl etkileyeceğini de irdelemiştir. Yapay zekânın zamanla insan zekâsına bir alternatif olarak tasarlanabileceğini vurgulamıştır. Bununla birlikte mekânların modellenmesi ve kurgulanmasının ilerisinde artık yapay zekâ ile birlikte tasarımcıların zihinsel faaliyetlerinin de ele alınması ve simüle edilmesi söz konusudur. Bu durumda yapay zekânın mimarlık alanında hem tasarımcıya hem tasarım ürününe kazandıracağı yenilikler önemli bir araştırma konusudur.

Bingöl vd. (2020) yapay zekânın karar verme sürecini, mimari tasarım sürecine benzetmektedir. Benzetmeye göre analiz, kavram, işlev, veri, girdi ve bağlam gibi tasarım öncesinde ele alınan olgular, yapay zekânın dallanmış algoritmalarını oluşturmaktadır. Tasarımcı da aynı yapay zekâ algoritması gibi işlenecek veri öbeklerini taramaya başlamaktadır. Yapılan ön taramadan sonra ise en uygun tasarım kararını seçmektedir. Burada Bingöl vd. tarafından vurgulanan tek fark, mimarın öznel kararları ve seçimleri doğrultusunda bir sonuca ulaşması, yapay zekânın ise sisteme girilen nesnel veriler ve deneyimler sınırları içerisinde bir karara ulaşmasıdır.

Şapcı ve Bektaş (2021), Lewis'in (2017) çalışmasını ele alarak yapay zekâ ve makine öğrenmesinin tasarım alanında uygulanmış bir çalışmaya örnek göstermiştir. Lewis'in (2017) çalışmasında ünlü mimar Gaudi'nin eserleri ve şehir kültürüne ait görseller, biyografisi, şarkı sözleri, kısaca Gaudi'ye ait bilgiler, bilgisayar sistemine aktarılmıştır. Aktarılan bu bilgi verileri makine öğrenmesi algoritması ile işlenmiş, analiz edilmiş ve Gaudi'yi anımsatan bir heykel ile yorumlanmıştır. Bilgisayar algoritmasının ürettiği bu çıkarımları Gaudi'nin kullandığı formlar, renkler, şekiller, doğa-hayvan figürleri vb. dikkate alarak yaptığı gözlemlenmiştir.

Yapay zekâ teknolojisinin tasarım modellemeleri açısından karşılaştığı en büyük problem yaratıcılıktır. Çünkü yapay zekâ sistemi, sadece tasarımcılar tarafından sisteme girilen veriler ışığında ve sınırlarında çözümler ve alternatifler üretmektedir. Bu durum mimari yaratıcılığın sınırlandırılmasına neden olmaktadır. Her ne kadar sayısal verilerin kullanıldığı ve tek bir sonucun çözüm sayıldığı diğer alanlarda bu durum sorun olmasa

bile, sonsuz tasarım alternatiflerinin kullanıldığı tasarım alanların bu durum sorunlar yaratabilmektedir (Kömürcüoğlu, 2002). Konu, tasarım ve mekan kurgusu olduğunda ve işin içine yaratıcılık, ilham, empati, hayal gücü ve duygular girdiğinde, yapay zekanın bu durumda yetersiz kalacağı düşüncesi hakim olmaktadır. Bununla birlikte bu beşeri yeteneklere sahip olamayan yapay zekânın iyi bir tasarım kurgulayamayacağı ve bir mimar gibi davranamayacağı kanısına varılmaktadır (Yıldırım ve Demirarslan, 2020).

Akipek (2004) doktora tezinde, Kolarevic'in (2003) yapay zekâ yerine kullandığı “*yapay yaratıcılık*” tanımına değinmiştir. Bu tanıma göre bir tasarım sorununun tamamen çözülmesine ihtiyaç olmamakla birlikte kullanılan sistemin yaratıcılığı desteklemesi yeterlidir. Bu konuyla ilgili dijital teknolojinin yapay yaratıcılığı desteklediği birçok mimari projeyi incelenmiştir. Bu projelerden biri tasarım yönetimi ile ilgilidir. Tasarımın erken evrelerinde projede istenilen tasarım parametreleri, ihtiyaçlar (sirkülasyon alanları, yönler, mekan hacmi vs.) ve istenmeyen durumlar (sınırlar) bilgisayar programına belirtilmiştir. Program, belirtilen istek ve ihtiyaçlara göre farklı alternatifler sunmuştur. Bu alternatifler tasarımcılar tarafından değerlendirilmiş, beğenilen seçenekler tekrardan sisteme girilerek işlem tekrarlanmaya devam etmiştir. Sistem, beğenilen parametreleri dikkate alarak tasarımcılar tarafından tercih edilen ve onaylanan alternatifleri üretmeye ve sunmaya devam etmiştir. Özetle yapay zekâ bu projede, tasarımcılar tarafından iyi ve kötü olarak belirtilen girdilere göre tasarım modelleri üretmiş ve mimarlara sunmuştur (Akipek, 2004).

Ballı (2020) birçok alan içerisine dâhil olan yapay zekânın, artık sanat alanı içerisinde de yeni kuramlar ve olgular yaratmaya çalışan bir sistem olarak tanımlamaktadır. Taklit etme yeteneği ile aynı bir sanatçı gibi düşünen, algılayan, üreten ve yorumlayan bir teknoloji ile karşılaşmaktadır. Sanal bir zihin tasarlanarak oluşturulan yapay zekânın, üretilecek ürünü ve sanatsal anlayışı temelinden değiştirebilecek bir potansiyeli olduğunu savunan Ballı (2020), aynı zamanda yaratıcılığı ve sanatsal keşfi de destekleyen bir sanat olgusu olarak değerlendirmiştir. Yapay zekânın istenilen sanat ürünlerini oluşturabilmesi ya da sınıflandırma yapabilmesi için sanatsal ürünü tanımlayan nesnel ölçütlerin belirlenmesi fikri düşünülmektedir. Eğer bir ürünün sanat eseri olarak kabul görmesi öznel bir görüşe göre belirleniyorsa, o zaman yapay zekânın

oluşturduğu ürünlerin de sanat ürünü olarak kabul edilme durumu hâkimdir. Yani yapay zekânın sanat yaratıp yaratamayacağını sorgulamak yerine, yaratılan ürünlerin sanatçılar tarafından sanat olarak kabul edilip edilmeyeceği tartışılması gerekmektedir.

Davis'e (2019) göre çok uzak olmamakla birlikte gelecekte “*yapay zekâ ve makine öğrenimi sistemi*” mimarların otomatikleşen rutin işlerini azaltarak ya da tamamen üstlerinden alarak tasarımcıların asıl amacı olan yaratıcı, işlevsel ve göz zevkine hitap eden ürünleri üretmeyi yani işin sanatsal boyutuna yoğunlaşmasını sağlayarak iş- yaşam dengesini kurmayı sağlayacaktır. Buna ek olarak mimar, mühendis ve inşaat işçileri için tekdüze işlerin azaltılması ve verimliliği arttıracak işlere daha fazla odaklanılmasını sağlayacak bir düzene geçilebileceğini belirterek bu şekilde tasarımcıların kendilerine daha fazla zaman ayırarak tatil yapabileceklerini ifade etmiştir.

Şapcı ve Bektaş (2021) kullanıcılarla uzun vadede etkileşimi devam ettiren mimarlık alanında yapılan çalışmalarda, mekânların insanlarda oluşturduğu düşünce ve hislerinin dikkate alınmasının mekân-insan bütünlüğü açısından önemli olduğunu vurgulamıştır. İnsanların içinde yaşadıkları çevreye verdikleri tepkilerin ve ilişkilerin kayıt altına alınması ve toplanan verilerin analiz edilerek sonuçların çıkartılması, sağlıklı ve konforlu bir çevre yaratma amacıyla yapılan önemli adımlardır (Şapcı ve Bektaş, 2021).

Büyük verilerin yapay zekâ ve makine öğrenmesi algoritmalarında kullanılması ile yorum yapma, karar verme, tercihte bulunma, çözüm üretme ve sonuçları değerlendirme gibi işlevler, bilgisayar sisteminin görevi haline gelmektedir. Mimarlık alanında kullanılan yapay zekâ ve makine öğrenmesine ait yöntem ve algoritmalar sayesinde ise tasarımın erken evrelerinde tasarım kararlarına yön vermek ve şekillendirmek amacıyla toplanan verilerin işlenmesi, analizlerinin yapılması, eğitilen sistemin tasarım kararlarında yorum yapabilmesi ve öneride bulunması mümkün olmaktadır.

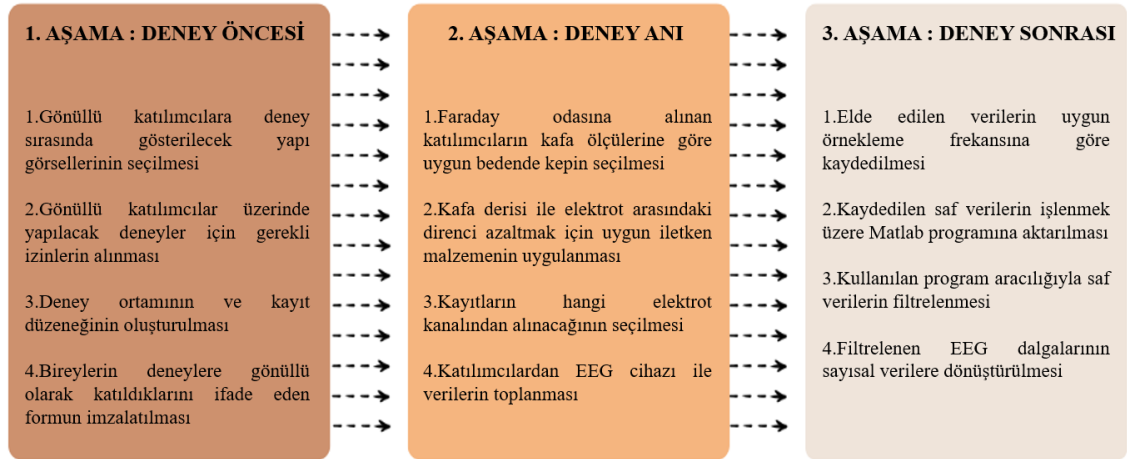
4. BÖLÜM

MATERYAL VE NÖROBİLİŞSEL ANALİZ

4.1. Yöntem ve Deneysel Tasarım

Tezin 3. Bölümünde detaylı olarak, algı ve mekân kavramının insanlar tarafından nasıl yorumlandığı ve değerlendirildiği anlatılmış, verilen tepkilerin bir takım nörolojik yöntemler yardımıyla ölçüldüğünden ve çıkarımlar elde edildiğinden bahsedilmiştir. Araştırmalarda kullanılan nörogörüntüleme tekniklerinin tercihinde; maliyet, taşınabilirlik, işlevsellik, erişim ve kullanım kolaylığı gibi etmenler göz önüne alınmaktadır (Delgado Saa, 2014). Bu nörogörüntüleme tekniklerinden biri olan EEG (Elektroensefalografi) cihazı, Cohen'nin (2016) EEG yöntemi için bahsettiği avantajlar göz önüne alınarak bu çalışmanın yönteminde kullanılmak üzere seçilmiştir. Seçilen bu EEG cihazı, kafatası korteksindeki yüzeysel bölgelerdeki elektriksel aktiviteyi ölçmektedir. Bu nedenle sadece duyguların olumlu ya da olumsuz tepkileri hakkında bilgi vermektedir (Bercea, 2012; Darıcı, 2019).

Tez çalışması kapsamında gönüllü katılımcılara uygulanacak deneyler, 1. Aşama: Deney öncesi, 2. Aşama: Deney anı ve 3. Aşama: Deney sonrası olacak şekilde 3 ayrı süreçte ilerlemiştir. Deney öncesi, anı ve sonrasında yapılan tüm uygulamalar, sürecin işleyişine göre maddelenerek Şekil 54'te detaylıca açıklanmıştır.



Şekil 54. Deney sürecini temsil eden şema

Deney kapsamında gönüllü katılımcılara 60 adet dünya genelinden seçilmiş çağdaş ek yapı görselleri izletilmiştir. Bu yapı görselleri seçilirken, insanlar tarafından en çok tanınan ve yaygın olarak karşılaşılan örnekler olmasına dikkat edilmiştir. Buna ek olarak, iki tasarım yaklaşımının bariz olarak belirgin olduğu örnekler tercih edilmiştir. İki yaklaşım arasında ortada kalmış ya da iki yaklaşıma da ait özelliklerin ortak kullanıldığı yapılardan kaçınılmıştır. Çalışma kapsamında, katılımcılardan alınan EEG sinyallerin daha anlamlı ve güçlü çıkması amacıyla, zıtlık ve uyum tasarım yaklaşımın net olarak fark edildiği yapı örnekleri seçilmiştir. Bu görseller daha genel bir ifade ile “Uyum” ve “Zıtlık” ana başlıklarında toplanarak katılımcılara sunulmuştur (Tablo 1-2). Burada bahsedilen “uyum”; malzeme, renk, doku, form, yükseklik gibi tarihi yapıyla benzerlik gösteren yapılardır. Zıtlık ise malzeme, renk, doku, form, yükseklik gibi özellikler açısından özgün yapı ile farklı karaktere sahip olan ve ayrışan örnekler olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Deneylerde katılımcılara gösterilen “Uyum” kategorisine ait görseller

UYUM					
No	Yapı İsimleri	Yapı Görselleri	No	Yapı İsimleri	Yapı Görselleri
U.1.	Atelier Peter Kis (2007)		U.9.	Norway Train Station (2006)	
U.2.	Extension of the Brigittines Theatre (2008)		U.10.	Kolumba Museum (2007)	
U.3.	Bensberg Gottfried Böhm (2009)		U.11.	Moritzburg Museum Extension (2008)	
U.4.	Camberwell Residential (2013)		U.12.	Elsa Morante Public Library (2008)	
U.5.	Chamoson Private Residence (2013)		U.13.	Can Framis Museum (2008)	
U.6.	Setenil de la Bodegas Homage's Tower (2014)		U.14.	Archaeological Ruins of the Abbey (2010)	
U.7.	Penamacor House (2014)		U.15.	Cultural Civic Center of the Old Prison of Palencia (2011)	
U.8.	Carlisle Cathedral (2014)		U.16.	Louviers Music School Rehabilitation and Extension (2012)	

Tablo 1. Deneylerde katılımcılara gösterilen “Uyum” kategorisine ait görseller

UYUM					
No	Yapı İsimleri	Yapı Görselleri	No	Yapı İsimleri	Yapı Görselleri
U.17.	Czech Republic Industrial Heritage (2014)		U.24.	Museum de Lakenhal (2013)	
U.18.	A Series of Barns (2015)		U.25.	Ex Furnace di Riccione Recovery (2014)	
U.19.	Rennes Private Residence (2015)		U.26.	Castello dei Doria a Dolceacqua (2015)	
U.20.	St. Margaret's Eltham Church (2015)		U.27.	Old Post Office Library (2018)	
U.21.	Medieval Mile Museum (2017)		U.28.	Visitor Center of Cluny Museum (2018)	
U.22.	Kuopio Museum (2020)		U.29.	The Oglesby Centre (2020)	
U.23.	Convent Saint François (2021)		U.30.	MKM Museum Küppersmühle Extension (2021)	

Tablo 2. Deneylerde katılımcılara gösterilen “Zıtlık” kategorisine ait görseller

ZITLIK					
No	Yapı İsimleri	Yapı Görselleri	No	Yapı İsimleri	Yapı Görselleri
Z.1.	Ljubljana City Museum (2004)		Z.9.	Le Grand Louvre (1989)	
Z.2.	Higgins Hall Insertion (2005)		Z.10.	Jewish Museum (1999)	
Z.3.	Moderna Museet Malmö (2009)		Z.11.	British Museum (2000)	
Z.4.	Salt Museum (2009)		Z.12.	Hearst Tower (2006)	
Z.5.	Rapperswil Jona Museum (2010)		Z.13.	Royal Ontario Museum (2007)	
Z.6.	Canadian Museum of Nature (2010)		Z.14.	Caixa Forum (2008)	
Z.7.	Convent de Sant Francesc (2011)		Z.15.	Military History Museum (2011)	
Z.8.	Museum de Fundatie (2013)		Z.16.	192 Shoreham Street (2012)	

Tablo 2. Deneylerde katılımcılara gösterilen “Zıtlık” kategorisine ait görseller

ZITLIK					
No	Yapı İsimleri	Yapı Görselleri	No	Yapı İsimleri	Yapı Görselleri
Z.17.	Deutschlandsberg Courthouse (2015)		Z.24.	Fort Saint Jean (2013)	
Z.18.	The Sammy Ofer Centre (2017)		Z.25.	Bombay Sapphire Distillery (2014)	
Z.19.	Grande Della Misericordia (2017)		Z.26.	Elbphilharmonie Concert Hall (2016)	
Z.20.	Architecture Faculty in Tournai (2017)		Z.27.	Fine Arts Museum (2016)	
Z.21.	Bristol Old Vic (2018)		Z.28.	Antwerp Port House (2016)	
Z.22.	Isenberg School Of Management Business (2019)		Z.29.	Media Library and Cantonal Archives of Valais (2016)	
Z.23.	Larrabetzu Town Hall Annex (2021)		Z.30.	Daniels Building at University of Toronto (2018)	

Bu tez çalışmasında, gönüllü katılımcıların tarihi yapıya getirilen çağdaş ek tasarım görsellerine verdikleri olumlu ve ya olumsuz tepkilerin EEG cihazı ile ölçülmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda, yapılacak deneysel çalışma için 18-55 yaş aralığında 20 adet gönüllü katılımcı seçilmiştir. Katılımcıların 3'ü kadın ve 17'si erkek bireylerden oluşmaktadır. Katılımcılara ait demografik özellikler Tablo 3'de sunulmuştur.

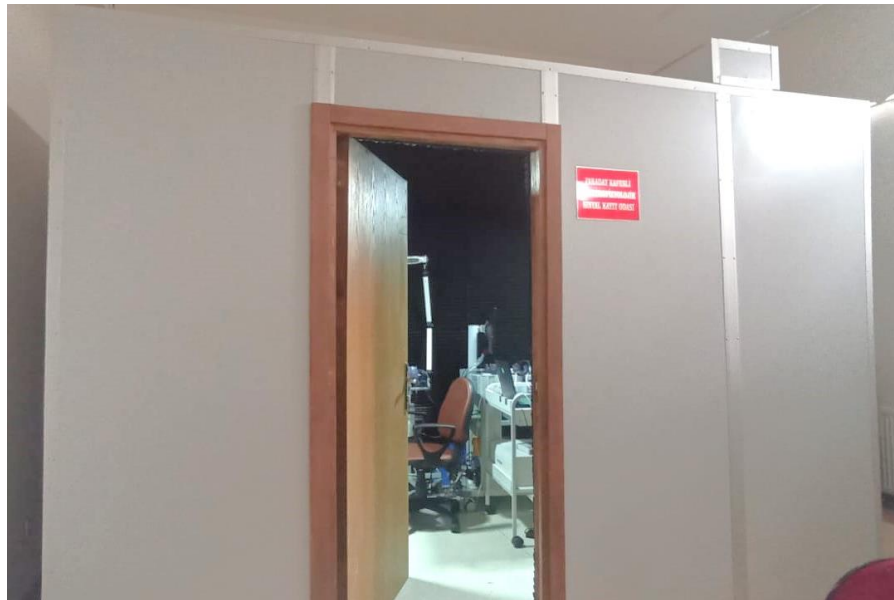
Tablo 3. Katılımcılara ait demografik özellikler

Katılımcı No	Katılımcı Adı Soyadı (Baş Harfleri ile)	Cinsiyeti	Yaşı (2023 yılına göre)
K01	A.Ö.	Erkek	22
K02	A.B.A.	Erkek	25
K03	A.G.	Erkek	24
K04	B.K.	Erkek	25
K05	B.G.	Erkek	26
K06	C.H.Ş.	Erkek	22
K07	E.Ö.	Erkek	22
K08	F.Ç.	Erkek	44
K09	G.Ş.	Kadın	23
K10	H.Ş.	Erkek	20
K11	H.D.	Erkek	33
K12	K.T.	Erkek	25
K13	K.Y.	Erkek	24
K14	M.A.B.	Erkek	32
K15	H.K.	Erkek	55
K16	R.D.	Erkek	31

K17	S.S.	Kadın	25
K18	S.Ç.	Erkek	31
K19	Y.Y.	Erkek	25
K20	S.S.	Kadın	46

4.1.1. Yapılan Ön Çalışmalar ve Alınan İzinler

Veri kayıt sisteminin kurulması için gerekli destek ve altyapı hizmeti Erciyes Üniversitesi Klinik Mühendisliği Araştırma ve Uygulama Merkezi (ERKAM) tarafından sağlanmıştır. EEG kayıtlarının toplanması için gerekli olan tüm sistem ERKAM çatısı altında mevcut olup, Biyomedikal Mühendisliği Laboratuvarında bulunan Faraday Kafesli Elektrofizyolojik İşaret Kayıt Odasının içinde bulunmaktadır. Mimari görsellerin sağlıklı gönüllülere gösterileceği ve beyin dalgalarının EEG cihazı ile gönüllülerden kaydedileceği çalışma odası ERKAM altyapısına aittir (Şekil 55). Deney sırasında katılımcıların dikkatinin dağılmasını engellemek amacıyla Faraday odasının içi, ses yalıtım malzemesi ile kaplanmıştır.



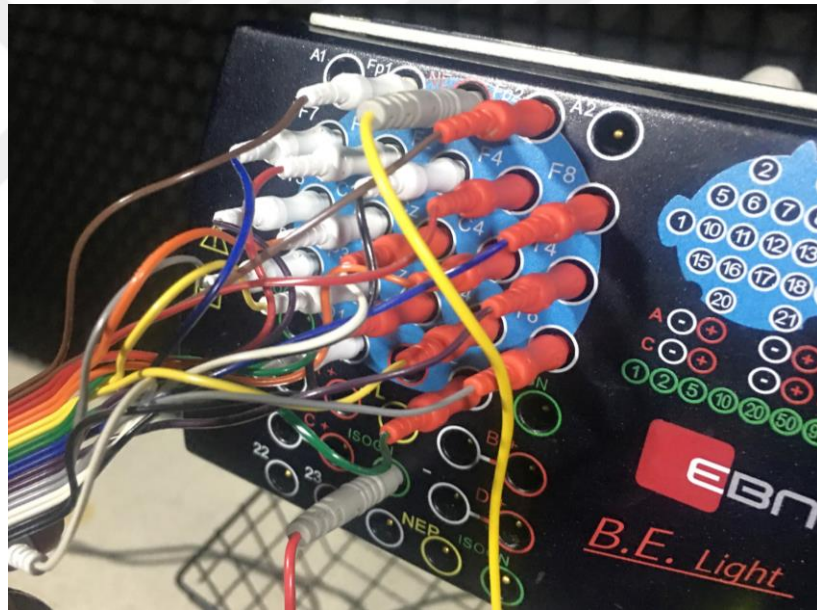
Şekil 55. EEG kayıtlarının yapıldığı Faraday odası

Tez kapsamında, ölçümlerin yapılacağı sağlıklı gönüllüler için Erciyes Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan ve çalışmanın yürütüleceği

laboratuvar ve altyapı hizmetleri için ERKAM kurumundan gerekli izinler alınmıştır. Alınan “Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayı” ve “Erciyes Üniversitesi Klinik Mühendisliği Araştırma ve Uygulama Merkezi (ERKAM) Altyapısının Kullanım Onayı” belgeleri çalışmanın Ekler bölümünde belirtilmiştir. Her deney öncesinde sağlıklı gönüllüler için hazırlanmış “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” katılımcılara imzalatılarak rızaları alınmıştır.

4.1.2. Deney İçin Oluşturulan Kayıt Düzenegi

Tez kapsamında verilerin kaydı için kurulan sistemin ilk parçası EEG cihazıdır (Şekil 56). Faraday odasının içinde kurulmuş olan bu sistem yardımıyla katılımcıların deney sırasında EEG kayıtları alınmıştır.

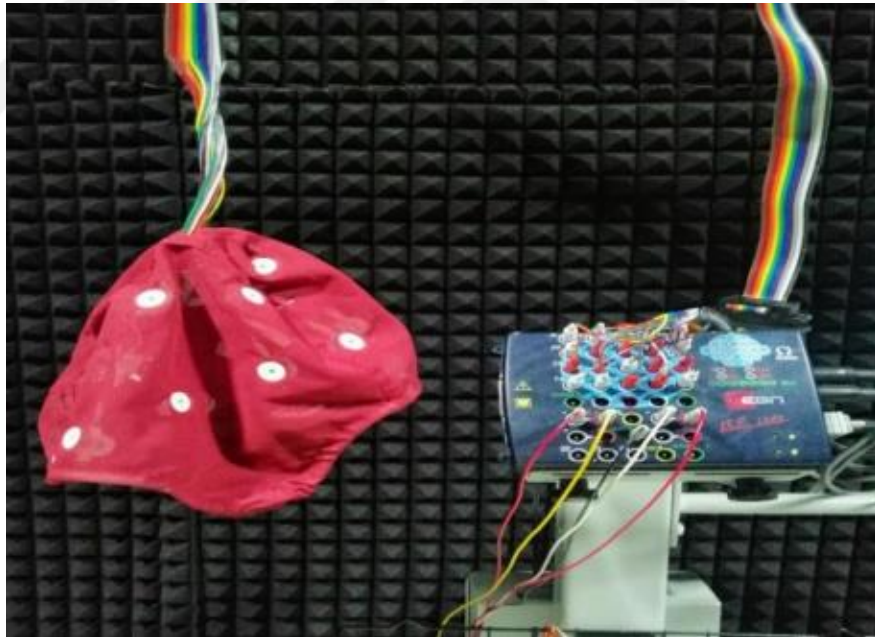


Şekil 56. Verilerin toplanması için çalışmada kullanılan EEG cihazı

Deneylerde kullanılan EEG cihazı, EBNeuro firması tarafından üretilmiş olup “BE-Light 36 EEG cihazı” olarak isimlendirilmiştir. Bu cihazın teknik özellikleri Dağdevir (2021) tarafından detaylıca bahsedilmiştir. Cihaz, 32 analog ve 4 dijital olmak üzere toplam 36 elektrot kanalına sahiptir. Cihazın 2 farklı referans noktası, 2 izole edilmiş toprak ucu olmak üzere toplam 40 farklı girişi mevcuttur. Bu girişlerin 21 tanesi EEG monopolar giriş, 3 tanesi poligrafik monopolar giriş, 8 tanesi 4 adet bipolar giriş, 4 tanesi izolasyonlu hasta toprak girişi, 1 tanesi 21 EEG monopolar girişe ait referans

girişi, 1 tanesi 3 monopolar girişe ait referans girişi ve 1 tanesi kalibrasyon işareti girişi olacak şekilde tasarlanmıştır. Ortak mod bastırma oranı 115 dB olan cihazın örnekleme frekansı her bir kanal için bağımsız olarak 128 Hz'den 8192 Hz' e kadar kullanıcı tarafından belirlenebilmektedir. Cihaz 35x135x105 mm boyutlarında olup 0.350 kg ağırlığındadır (Dağdevir, 2021). Cihaz ve masaüstü bilgisayar arasındaki bağlantılar deney sırasında kaydedilen EEG kayıtları eş zamanlı olarak bilgisayar ekranından takip edilmiştir.

Cihaz ile katılımcı arasında bağlantı kurulan EEG elektrotlarının yer aldığı EEG kepi ve EEG cihazı ile bağlantısı Şekil 57'de yer almaktadır. Kepin üzerinde 10-20'lik elektrot dizilim sistemine göre dizilmiş EEG elektrot kanalları yer almaktadır. EEG kepleri birden çok bedende üretilmektedir. Tez kapsamında katılımcıların kafa ölçülerine göre M ve S beden kep kullanılarak EEG kayıtları alınmıştır.

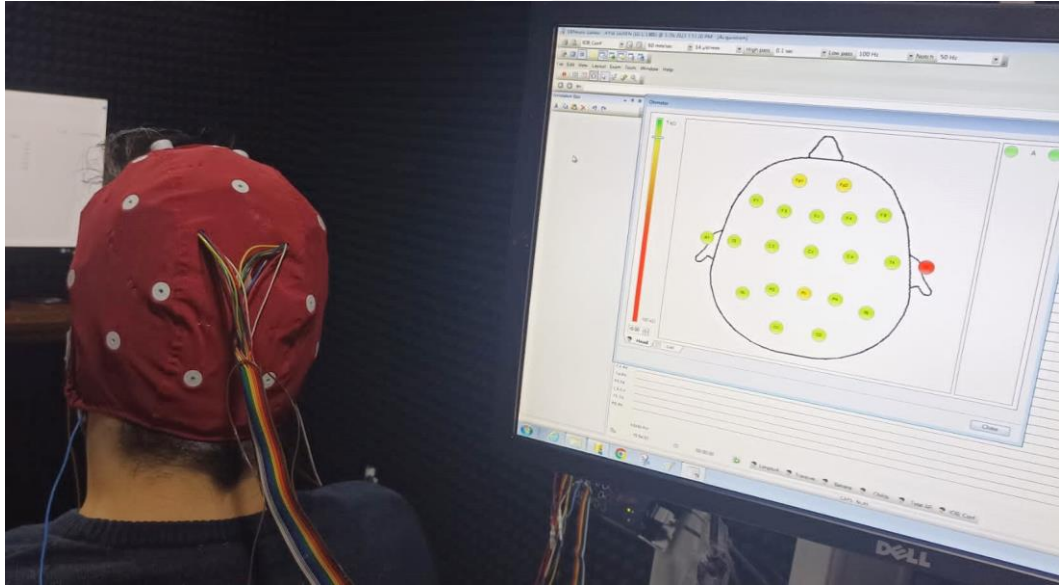


Şekil 57. Çalışmada kullanılan EEG kepi ve cihazla yapılan kablo bağlantıları
(Dağdevir, 2021)

EEG elektrotları ile kafa derisi arasındaki bağlantıyı kurmak, kayıtları olabildiğince doğru, temiz ve kesintisiz bir şekilde ana cihaza taşımak için iletimi arttırıcı malzemeler kullanılmaktadır. Kafa derisi ile elektrot arasındaki direnci azaltarak sinyal iletimini büyük ölçüde arttıran EEG pastası ve jeli, katılımcıların kafasına kep takıldıktan sonra

EEG şıngası ile elektrot deliklerinden içeriye doldurulmuştur. Deri ile elektrotlar arasındaki dirençlik değeri Şekil 58’de gösterilen EEG cihazına ait bir ara yüz ile ölçülmektedir.

Kayıt almaya başlanmadan önce elektrot direnç empedans değerleri (Ω) birçok kaynakta farklı kabul edilmiştir. Örneğin Banaei vd. (2017) EEG kaydı alırken elektrot empedansını 15 k Ω , Shin vd. (2015) elektrot direncini 10 k Ω , Saltık (2020) elektrot empedansını 35 k Ω , Dağdevir (2021) ise elektrot dirençlik değerini 5 k Ω seviyesinde kabul etmişlerdir. EEG kayıt ara yüzünde görüntülenen ekranda 100-1 k Ω arasında değişen elektrot direnç seviyesi ne kadar küçük kabul edilirse, kaydedilen EEG sinyallerin kalitesi de o kadar artmaktadır. Bu nedenle başta kırmızı renkte olan elektrotlar yeşil renge gelene kadar EEG pasta ve jeli yardımıyla direnç azaltılmaya çalışılmıştır.



Şekil 58. Elektrotlarda oluşan dirençlik değerlerini ifade eden ara yüz ve katılımcıyla olan bağlantısı

Bu tez çalışmasında da EEG kaydı alınırken elektrot direnç seviyesi 10 Ω kabul edilmiş ve elektrot kanallarının renginin yeşil olması beklenmiştir. Bu direnç seviyesi her kayıta sabit tutulmuştur. Şekil 57’de gösterilen sisteme ait ara yüzde dirençlik hassasiyeti ayarlanarak katılımcı üzerindeki kepin elektrot bağlantıları kontrol edilmektedir. Ölçülen dirençlik ile belirlenen hassasiyet arasındaki ilişkiye göre elektrot

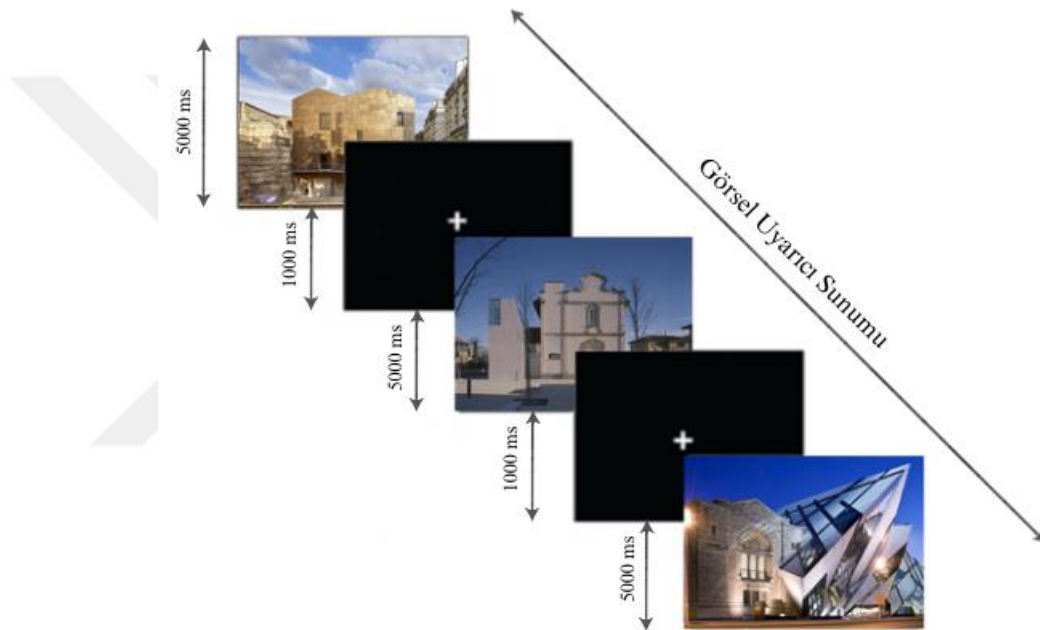
bağlantısı renkleri değişkenlik göstermektedir. Örneğin kırmızı renkteki elektrotlar direncin fazla ve alınacak sinyallerde gürültünün mevcut olduğunu, sarı ve açık yeşil renkteki elektrotlar ise daha az dirence sahip sinyallerin alındığını belirtmektedir.

4.1.3. Tezin Sınırlılıkları

Tez çalışması kapsamında kullanılan EEG çekimi yöntemi, birtakım sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir. Deneylerde kullanılan EEG cihazının markasına ve kalitesine göre maliyetlerinde oluşan büyük farklar sebebiyle, daha düşük bütçeli bir EEG cihazı kullanılması gerekmiştir. Bu nedenle kullanılan uygun bütçeli EEG cihazı ve elektrotların deney sırasında oluşturduğu bazı problemlerle karşılaşmıştır. EEG kepinin üzerinde bulunan elektrotların kafa derisi ile teması mümkün olduğunca jel ve pasta yardımıyla arttırılmaya çalışılmıştır. Deneğe ait saçın uzun ve sık olması gibi durumlarda elektrotların kafa derisine ulaşması zorlaşmakta ve EEG sinyallerinde artefakt denilen gürültüler artmaktadır. Bu artefaktların artması, sinyallerin kalitesini ve dolaylı olarak elde edilen verilerin sonuçlarını da etkilemektedir. Bu problem, tezin en büyük sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Bu nedenden dolayı deneylerde büyük oranda erkek katılımcılar tercih edilmiştir. Elde edilen verilerin güvenilirliği için deneylere gelirken kadın ve erkek katılımcılardan saçlarının temiz olması özellikle rica edilmiştir. Deneylere katılan kadın katılımcıların ise saçlarının kısa ve seyrek olanları tercih edilmiştir. Deneylere katılan 10 kadın katılımcının 7'sinin EEG sinyalleri çalışma kapsamında analizlere dâhil edilememiştir. Çünkü saçların oluşturduğu fazla gürültü, filtrelenmesine rağmen analizlerde kullanılacak kadar temiz olmadığından güvenilir veriler olarak kabul edilmemiştir. Oluşan katılımcı eksiğinin tamamlanması için geri kalan katılımcıları erkek katılımcılar oluşturmuştur. Çalışmanın diğer bir sınırlılığı ise kullanılan yöntemin insanlar tarafından güvenilir bulunmamasıdır. Bu nedenle 35 yaş üzerinde deneylere katılan katılımcının bulunması da zor olmaktadır. Bu sebeple katılımcılar büyük oranda 18-25 yaş aralığındadır. Çalışmanın bir başka sınırlılığı ise katılımcıların görsellerdeki yapıları gerçek ortamda deneyimleme imkânının olmamasıdır. Bu nedenle veriler, gerçek ortamı deneyimleyerek değil, deneyde sunulan görsellere bakılarak elde edilmiştir. Deney anında katılımcılara mümkün olduğunca izledikleri görsel sunuma odaklanmaları gerektiği de bildirilmiştir. Bu şekilde ölçülen sinyallerin sadece görsel uyarandan etkilendiği varsayılmıştır.

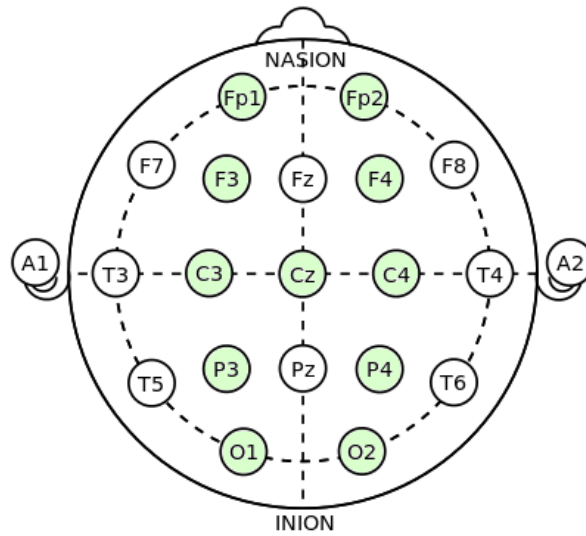
4.1.4. Verilerin Toplanması ve Kayıt Süreci

Katılımcılara sunum ekranından gösterilen deneysel tasarım modeli aşağıda ifade edilmiştir (Şekil 59). Her görsel sonrasında 1 saniye aralık bırakılarak siyah ekran gösterilmiştir. Bu şekilde önceki görselin devam eden etkisi azaltılmaya çalışılmıştır. EEG cihazına ait sistem, verileri milisaniye (ms) bazında kaydetmektedir. Bu nedenle katılımcıların görsel uyarılara verdikleri beyin sinyalleri milisaniye olarak elde edilmiştir.



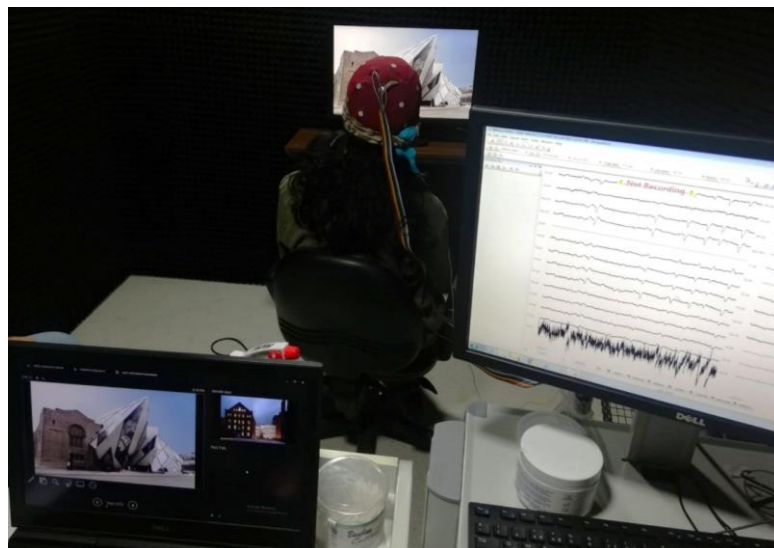
Şekil 59. Katılımcılara gösterilen deneysel tasarım modeli

Kafaya takılan şapka türü elektrotlar, EEG cihazına ait 10-20'lik yerleşim sistemi şeklinde göre tasarlanmıştır. Tezin “3.2.2 Beyne Ait Bölgeler” bölümünde bahsedilen beyin lobları ve görevleri dikkate alınarak, çalışma kapsamında tüm kayıtlar için Fp1, Fp2, F3, F4, C3, Cz, C4, P3, P4, O1 ve O2 olmak üzere toplam 11 kanaldan EEG sinyalleri toplanmıştır (Şekil 60). Tüm elektrot kanalları için mastoid kemiği ve kulak memesi bölgeleri referans bölgeler olarak belirlenmiştir.



Şekil 60. Kayıtların hangi elektrot kanallarından alındığının gösterimi

Katılımcılar ses, ışık, titreşim gibi EEG kaydının kalitesini etkileyebilecek faktörleri minimize eden Faraday Odasında, deneyi gerçekleştiren tez öğrencisinin gösterdiği koltuğa oturtulmuştur. Katılımcılardan deney süresince vücudunu özellikle başını hareket ettirmemesi ve konuşmaması istenmiştir. Katılımcıya ait telefon ve elektronik eşyalar kayıt sırasında sinyalleri bozabileceğinden dolayı deney odasının dışında bırakılmıştır. Kaydı alan tez öğrencisinin komutu ile görsel sunum ve EEG çekimi aynı anda başlatılmıştır. Kayıt sırasında katılımcıların istemsiz hareketleri, kabloların oynaması, EEG şapkasının kayması vb. durumlardan dolayı bozulan sinyallerin oluşturduğu hatalı kayıtlar iptal edilerek tekrardan çekilmiştir (Şekil 61).

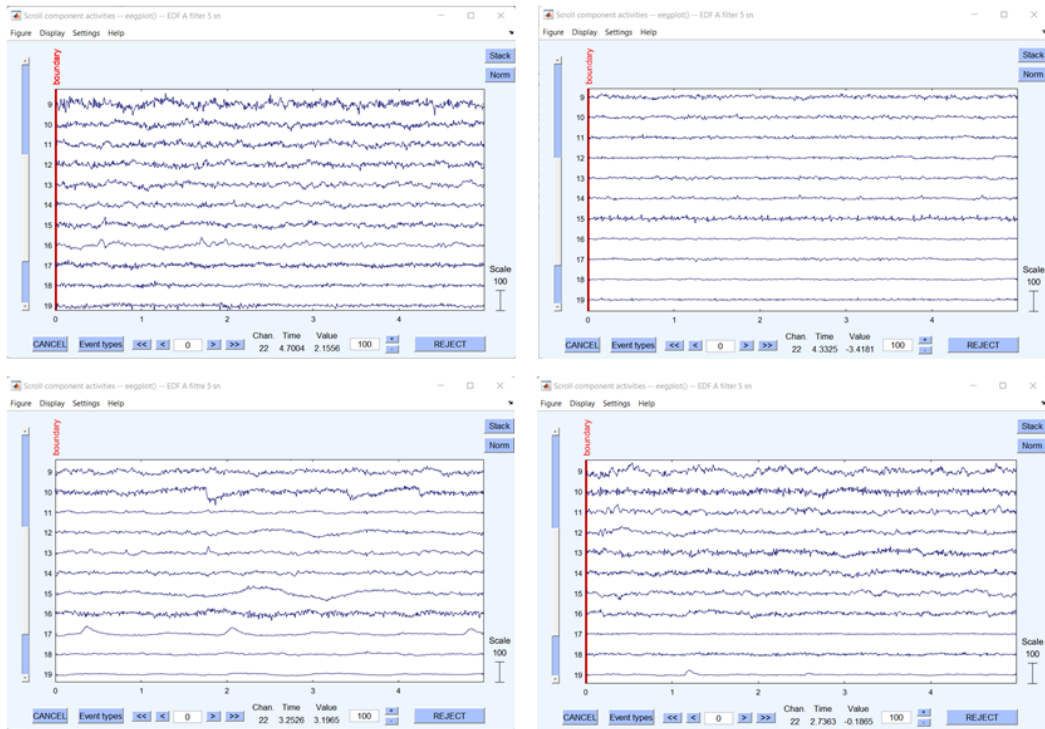


Şekil 61. Sağlıklı gönüllüden alınan EEG kayıt anına ait görseli

4.1.5. Verilerin İşlenmesi

Genel olarak çalışmalarda EEG kayıtlarının örnekleme frekansı için 128 Hz yeterli görülmektedir. Fakat daha yüksek örnekleme çözünürlüğünün tercih edilmesi, veri miktarının ve kalitesinin de artmasına neden olmaktadır (EEG Pocket Guide, 2016). Bu sebeple çalışmada, daha fazla veri elde etmek için örnekleme frekansı 256 Hz olarak belirlenmiştir.

Son zamanların bilimsel araştırmalarında PYTHON ve MATLAB gibi analiz programları yaygın olarak tercih edilmektedir (Erkuş vd., 2017). Bu çalışmada da EEG verilerinin işlenmesi ve analiz edilmesi için MATLAB R2016b programı kullanılmıştır. EEG verilerinin MATLAB programına aktarılabilmesi için “.edf” formatına dönüştürülmesi gerekmektedir. Programa uygun formata dönüştürülen veriler MATLAB programının bünyesinde mevcut olan EEGLAB toolbox araç kutusu aracılığıyla analiz edilmiştir. Kullanılan toolbox sayesinde, saf verilerin filtrelenmesi ve EEG tepki dalgalarının sayısal verilere dönüştürülmesi işlemleri, tüm kayıtlar için uygulanmıştır (Şekil 62).



Şekil 62. Farklı katılımcılara ait filtrelenmiş EEG sinyal dalgaları

Saf EEG sinyallerinde mevcut olan artefaktların temizlenmesi için belirli frekans bantlarında filtreleme işlemi uygulanması gereklidir. Filtreleme işlemi bir bakıma veri içeriğinin değiştirilmeden sinyallerde mevcut olan gürültülerin minimuma indirilmesi olarak tanımlanabilir. Bu işlem sayesinde istenilen frekans aralığında veriler elde edilebilmektedir (Kayıkçıoğlu vd., 2018).

EEG verilerinin kullanıldığı çalışmalarda, araştırılan frekans aralıklarına göre bu filtreleme sınırları farklılık gösterebilmektedir. Örneğin; Nguyen ve Zeng (2010) çalışmasında 1-30 Hz, Banaei vd. (2017) çalışmasında 1-100 Hz, Shin vd. (2015) çalışmasında 0.1-100 Hz, Kim vd. (2021) çalışmasında 0.003-150 Hz, Dağdevir (2021) çalışmasında 0.5-100 Hz ve Bower vd. (2022) çalışmasında 1-80 Hz frekans filtresi kullanmıştır. Aydemir ve Kayıkçıoğlu (2009) kaydedilen saf EEG verilerinin frekans dalga değerlerinin 0.5-100 Hz arasında yer aldığını ifade etmiştir. Bu nedenle bu tez çalışmasında elde edilen tüm saf veriler, gürültü ve artefaktlardan arındırılması amacıyla 0.5 - 100 Hz frekans bandında filtreleme işleminden geçmiştir. Buna ek olarak EEG kaydı sırasında kaydedilen tüm saf veriler, kullanılan yazılım programı aracılığıyla eş zamanlı olarak 50 Hz Notch filtreden geçirilerek kaydedilmiştir.

4.2. Verilerin Analizi

Çalışmanın bu bölümünde, katılımcıların deney süresince görsel uyaranlara verdikleri tepkiler analiz edilerek, uyum/zıtlık tercihi öncesinde beyinlerinde hangi yaklaşım tarzının daha aktif olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Analizlere başlamadan önce katılımcıların izledikleri her görselin P300 denilen ilk 300 ms'lik verileri elde edilmiştir.

P300 dalgası, Olay İlişkili Potansiyel (OİP) (Event Related Potential, ERP) olarak ifade edilen bir tepkidir. Duyusal, bilişsel, motor vb. hedef uyaranların algılanması sonrasında hızlı bir şekilde oluşan potansiyel değişikliktir. Bu dalga, uyaranların meydana getirdiği olayla ilgili potansiyelde pozitif bir sapma olarak bilinmektedir. P300 genellikle, bireyin hedef uyaranlara odaklanması ve meşgul olması durumunda oluşmaktadır. Normal bir insanda bir tepe gecikme süresi 300 milisaniyedir (Picton, 1992; Kügler, 1993). Olay İlişkili Potansiyeller, beynin bazı uyaranlara verdiği küçük sinyallerdir. Aynı zamanda

P300 dalgaları, bireylerin zihinsel süreçlerini de temsil etmektedir. Bireylerin hangi uyaranla daha ilgili olduğu, elde edilen pozitif ve negatif tepki durumlarına göre karar verilmektedir (Saltık, 2020).

P300 dalga formu, ilk 300 ms’de meydana gelen en büyük pozitif potansiyelin göstergesi olduğundan dolayı, analizlerden elde edilen sayısal değerlerin negatif/pozitif olma durumuna göre değerlendirmeler yapılmıştır. P300 dalgalarına ait sayısal veriler incelendiğinde, katılımcıların beyin fonksiyonlarında görsel uyaran sonrasında belirgin sonuçlar elde edilmiştir. Deneyde yer alan görsel uyaranlardan dolayı oluşan tepki dalgalarının ilk 300 ms içerisindeki veriler, çalışmanın bundan sonraki tüm analizlerine dâhil edilerek bulgulara ulaşılmıştır.

Analizlerde kullanılacak veri grubunun belirlenmesinden sonra, analiz uygulamalarının ilk aşamasına geçilmiştir. Veri analizlerinde amaç ilk önce katılımcılardan alınan sinyallerin, gösterilen yapı görsellerine göre hangi elektrotlardan daha güçlü sinyallerin alındığını tespit etmek ve bu elektrotların önem sırasını belirlemektir. Tezin “3.3.1.2 K-ortalamar algoritması” bölümünde kullanılan bu algoritmaya ait detaylar verilmiştir. Bu yöntem büyük veri setinden küçük kümelerin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır (Akın, 2008). Bu nedenle verilerin ilk önce yapay zekâ makine öğrenmesi yöntemlerinden biri olan K-ortalamar algoritması (K-means) ile kümelenebilir. Ardından kaydedilen EEG kanallarından hangisinin daha çok öneme sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu yöntemle elde edilen bulgular, tezin ilerleyen bölümlerinde detaylıca açıklanmıştır.

İkinci aşamada, önem derecesine göre sıralanan her bir EEG kanalına ait verinin, uyum ve zıtlık görsellerine göre anlamlı olarak birbirinden farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Bu araştırma yapılırken ilk önce verilerin normal dağılıp dağılmadığının belirlenmesi amacıyla normallik testleri yapılmıştır. Beraberinde parametrik testler (t-testi) uygulanmıştır. Bu testlerle ilgili detaylara çalışmanın ileriki bölümlerinde yer verilmiştir.

Son aşamada ise EEG sinyal analizlerinin doğruluğunu değerlendirmek amacıyla deneyden hemen sonra aynı yapı görsellerinin puanlamasına dayanan bilgisayar

ortamında testin/anketin yapılmasına karar verilmiştir. EEG sinyallerinin alındığı gönüllü katılımcılar, deney sırasında izledikleri görseller hakkında olumlu/olumsuz beğenilerini -5 ile +5 arasında likert ölçeği¹ ile puanlamışlardır. Bu puanlama sistemi sayesinde katılımcıların yapılarla ait görüşleri elde edilmiştir. Puanlama anketinin verileri zıtlık ve uyum adı altında ayrıştırılmış ve sayısal değerlerin ortalaması alınmıştır. Böylece T-testi sonucunda bulunan bulguların, katılımcıların beğenilerine göre de paralellik gösterdiği tespit edilerek, öncesinde uygulanan EEG analiz testlerinin doğruluğu da ispatlanmaya çalışılmıştır.

4.2.1. Verilerin Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi Metodu İle Analizi

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi yönteminin uygulanabilmesi için üç temel bileşene ihtiyaç vardır. Bu bileşenler, veri setleri (dataset), verilerin özellikleri (features) ve sistem algoritması (algorithms) şeklindedir. Kullanılacak veri öbekleri, makine öğrenmesi algoritmasında girdi (input) olarak kullanılacak her türlü resim, metin ve sayı gibi veri gruplarını kapsamaktadır. Verilerin özellikleri, algoritmanın çözümü için sisteme girilmesi gerekli çözüm anahtarı konumundadır. Girilen verilerin öğrenilmesi ve doğru sonuca ulaşmasında eğitilen veri özellikleri büyük önem taşımaktadır. Çünkü bu özellikler sistemin çalışırken nelere dikkat etmesi gerektiğini ve sonucun hangi etmenlere bağlı olduğunu ifade etmektedir. Sistem algoritmaları ise girilen verilerin, yapılan işlemin sonucunu ve hızını etkileyen performans kistasıdır. Sistemde kullanılacak farklı bir algoritma aynı verilerle farklı sonuçların çıkmasına neden olmaktadır (Gavrilova ve Stryungis, 2020; Şapçı ve Bektaş, 2021).

Bu tez çalışmasında makine öğrenmesi yöntemi kullanılarak işlenecek olan veri seti, gönüllü katılımcılara gösterilen uyum ve zıtlık yapı görsellerinden elde edilen EEG sinyal dalgalarının sayısal verilere dönüştürülmüş halidir. Bu sayısal veri seti (dataset), sistemde işlenmek ve kümelenecek üzere girdi (input) görevi görmektedir. Girilen veri özellikleri (features), 11 adet EEG kanallarına ait (Fp1, P3, O2 gibi) etiket isimleridir. Çalışmaya ait tercih edilen algoritma (algorithms) ise K-ortalımalı kümeleme (K-means clustering) algoritmasıdır. Çalıştırılan bu algoritma sistemi ile sayısal veriler 4 ayrı kümeye ayrılmıştır. Buna ek olarak, EEG kanallarının önem sırası belirlenmiştir. Bu

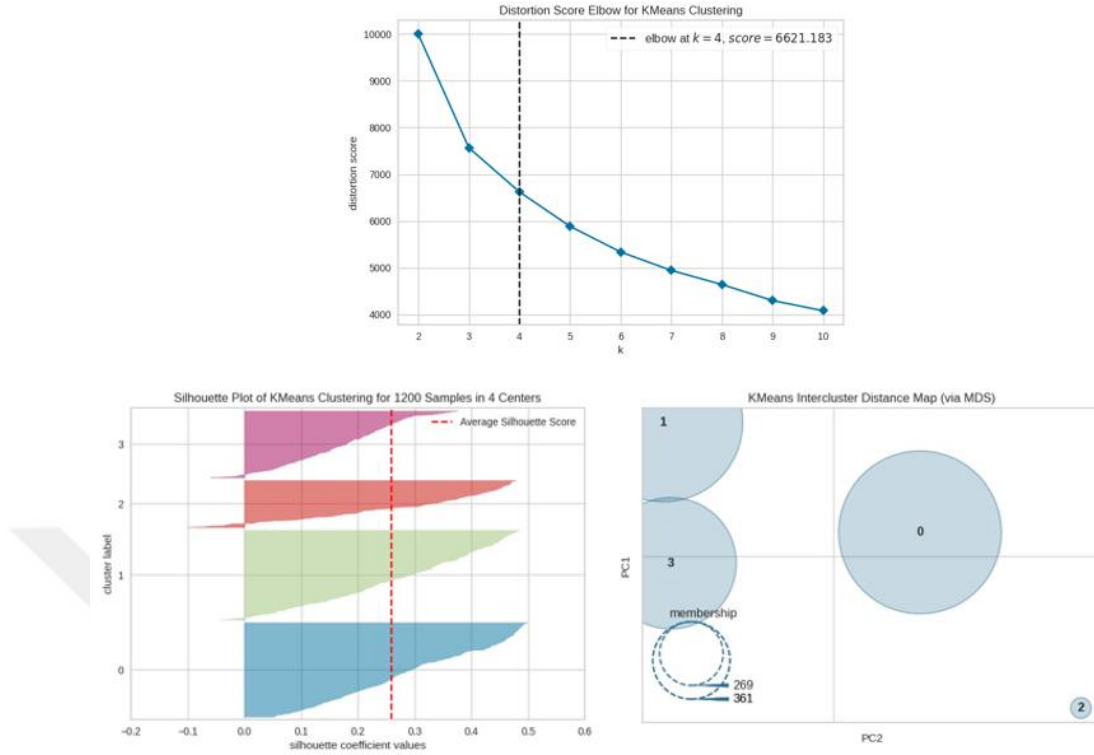
¹ Deneyde katılımcıların görüş ve beğenilerini ifade etmeleri amacıyla oluşturulmuş puanlama anketi.

işlemin amacı, girilen veri seti için hangi EEG kanalının dikkate alınacağına karar verilmesi içindir.

4.2.1.1. K-Ortalama Kümeleme Algoritması İle Analiz

Yapılan çalışmalarda kaydedilen her türlü sinyal verisinin hangi kümeye ait olduğu ilk aşamada bilinmediğinden dolayı yapay zekâ ve makine öğrenmesinin denetimsiz öğrenme yöntemine dâhil olan K-Ortalama Kümeleme (K-means) algoritması sıklıkla kullanılmaktadır. K- Ortalamalar metoduna ait uygulanması gereken aşamalar sonrasında, hangi kümeye ait olduğu belirsiz olan sinyal verileri, kümeleme algoritmasında girdi görevi görmektedir. Bu şekilde başta yeri belirsiz olan veriler, ait olması gereken kümeye atanmaktadır (Gurudath ve Riley, 2014).

Tezin “3.3.1.2 K-ortalama algoritması” bölümünde detaylı olarak anlatılan bu yöntem için Ayodele (2010) referans alınarak hareket edilmiştir. Çalışmada deneylerden elde edilen veriler, Python 3.11.3 (<https://www.python.org/>) programı kullanılarak algoritma çalıştırılmıştır. K-ortalama kümeleme yönteminin çalışma prensibine göre her küme için 4 tane merkez noktası belirlenmiştir. Verilerin, belirlenen 4 merkez noktalarına olan uzaklıkları hesaplanarak, kendilerine en yakın kümeye yerleştirilmiştir. Bu işlem, sistemin sabitleşmesine kadar devam ettirilmiştir. Küme sayısının belirlenmesinde “elbow”, “silhouette”, “distance map” yöntemleri mevcuttur (Goel, 2020). Bu çalışmada, üç farklı yöntem ile k küme sayısı ($k=4$) belirlenmiştir. Çalışma kapsamında deneylerden elde edilen veriler elbow, silhouette ve distance map yöntemleri kullanılarak Küme (0,1,2,3) oluşturulmuştur (Şekil 63).



Şekil 63. Elbow, Silhouette ve Distance Map yöntemleri kullanılarak veriler için belirlenen küme sayısı

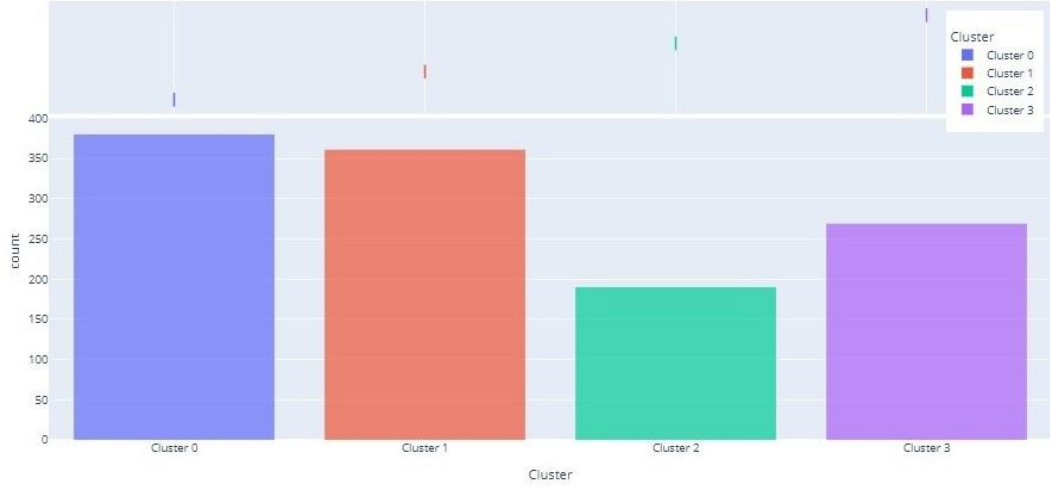
Şekil 63'e göre kümeleme analizi sonrasında elde edilen 4 farklı kümenin özellikleri şu şekildedir: Cluster 0'da 380, Cluster 1'de 361, Cluster 2'de 190 ve Cluster 3'te 269 adet veri bulunmaktadır.

Cluster 0 için, her kanala ait verilerin ortalaması 147 ile 150 arasında değişmektedir. Uyum görsellerine ait 180 ve zıtlık görsellerine ait 200 veri bulunmaktadır. Bu küme grubundaki tüm katılımcılar erkektir.

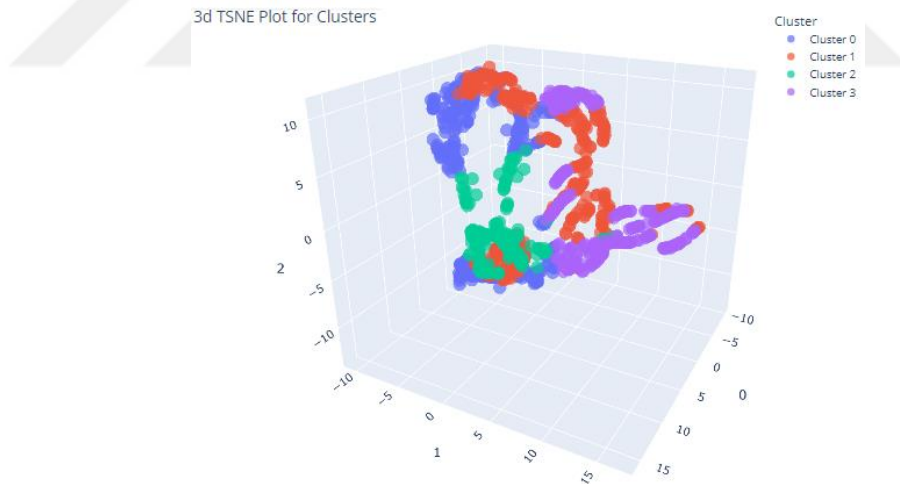
Cluster 1 için, her kanala ait verilerin ortalaması 101 ile 102 arasında değişmektedir. Uyum görsellerine ait 179 ve zıtlık görsellerine ait 182 veri bulunmaktadır. Bu küme grubundaki 345 veri erkek, 16 veri kadın katılımcılara aittir.

Cluster 2 için, her kanala ait verilerin ortalaması 196 ile 211 arasında değişmektedir. Uyum görsellerine ait 111 ve zıtlık görsellerine ait 79 veri bulunmaktadır. Bu küme grubundaki 122 veri erkek, 68 veri kadın katılımcılara aittir.

Cluster 3 için, her kanala ait verilerin ortalaması 134 ile 136 arasında değişmektedir. Uyum görsellerine ait 130 ve zıtlık görsellerine ait 139 veri bulunmaktadır. Bu küme grubundaki 173 veri erkek, 96 veri kadın katılımcılara aittir (Şekil 64).



Şekil 64. Sisteme girilen verilerden oluşturulan kümelerle ait veri sayıları



Şekil 65. Verilerle oluşturulan kümelerin 3 boyutlu dağılımı

4.2.1.2. Algoritmaların Değerlendirilmesi

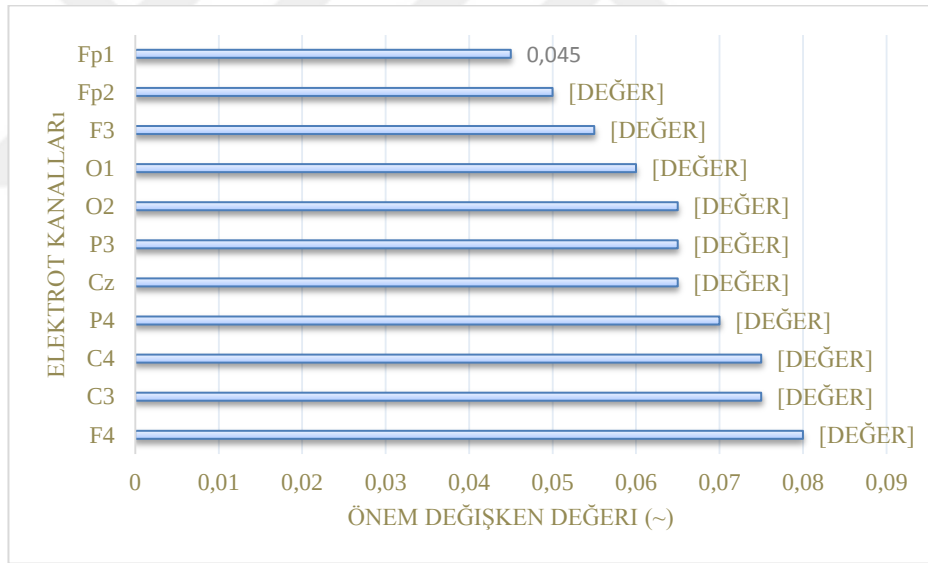
Çalışmanın bu aşamasında, Python programına aktarılan veriler, K-ortalımalı kümeleme yöntemi kullanılarak kümelenecek verilerin etiketleri çıkartılmıştır. Tüm veriler, Cluster (0,1,2,3) olacak şekilde kategorize edilmiş, Excel programında sütunlara yazdırılmıştır. Oluşturulan kümelerde en etkili değişkenin yani elektrot kanalının bulunması için kullanılacak modeller (algoritmalar) değerlendirilmiştir. Bu modellere ait doğruluk oranları ve diğer parametre bilgilerine Tablo 4’te yer verilmiştir.

Tablo 4. Kümelemede etkili olan değişkeni bulmak için kullanılabilecek modeller

Model	Code	Accuracy	AUC	Recall	Prec.	F1	Kappa	MCC	TT
Extra Trees Classifier	et	0.978	0.999	0.978	0.979	0.978	0.970	0.971	0.532
Light Gradient Boosting Machine	lightgbm	0.971	0.998	0.971	0.972	0.971	0.961	0.961	0.821
Random Forest Classifier	rf	0.967	0.998	0.967	0.969	0.967	0.956	0.956	0.893
Gradient Boosting Classifier	gbc	0.964	0.998	0.964	0.965	0.964	0.951	0.951	2.500
Extreme Gradient Boosting	xgboost	0.963	0.998	0.963	0.964	0.963	0.949	0.950	0.732
Decision Tree Classifier	dt	0.953	0.967	0.953	0.954	0.953	0.936	0.937	0.170
Naive Bayes	nb	0.947	0.997	0.947	0.951	0.946	0.928	0.930	0.249
K Neighbors Classifier	knn	0.935	0.993	0.935	0.938	0.935	0.912	0.913	0.356
Linear Discriminant Analysis	lda	0.920	0.990	0.920	0.926	0.920	0.891	0.893	0.176

Kaynak: (Geurts vd., 2006; Ke vd., 2017; Breiman, 2001; Swain ve Hauska, 1977; Frank vd., 2000; Viswanath ve Sarma, 2011; Xanthopoulos vd., 2013)

Tablo 4’te belirtilen modeller içerisinde %97,8 doğrulukla sağlanan “Ekstra Tree Classifier” modeli uygun görülmüştür. Kullanılan model yardımıyla kümelerin oluşmasında etkili değişkenleri ifade eden “Özellik önem grafiği (Feature importance plot)” çizdirilmiştir (Grafik 1). Burada önemli olan nokta, aktivasyonun beklendiği kanallarda aramanın yapılmasıdır. Görsel uyarılar ile ilgili beyne ait hangi alanlar aktive oluyorsa beynin o bölümüne ait elektrot kanallarında kümeleme yapılması gereklidir. Elde edilen özellik önem grafiğine (feature importance plot) göre, verilerin Cluster (0,1,2,3) kümelerinin oluşmasında etkili değişkenin, F4 elektrot kanalına ait veriler olduğu belirlenmiştir.



Grafik 1. Verilerle elde edilen kümelerin oluşmasında etkili özelliklerin önem grafiği

4.2.2. Verilerin İstatistiksel Analizi

Deneylerde katılımcılardan alınan Fp1, Fp2, F3, F4, C3, Cz, C4, P3, P4, O1 ve O2 elektrot kanallarına ait verilerin analizleri yapılmıştır. Kullanılan MATLAB R2016b (Mathworks) analiz programı ve bu program için üretilmiş EEGLAB toolbox ile sayısal verilere dönüştürülen EEG sinyal verileri, daha sonra Microsoft® Excel® 2016 programına aktarılmıştır. Excel programında elektrot kanallarının isim etiklerinin yazılması gibi birtakım değişiklikler yapılarak düzenlenen veri seti, istatistiksel

analizlerinin yapılması amacıyla IBM® SPSS® Statistics Version 23 programında çalıştırılmıştır. Bu programa aktarılan tüm verilerin sırasıyla “Normallik²” ve “Bağımsız Örneklem T-test³” analizleri yapılmıştır. Uygulanan test analizlerine ait detaylı bilgi ve sonuçlar tezin bir sonraki bölümlerinde yer almaktadır.

4.2.2.1. Normallik Varsayımı ve Testleri

Çalışmanın analizinde kullanılacak olan T-testi için ilk gerekçe, analize alınan veri gruplarının normal dağılımıdır. Bu nedenle analizin ilk aşaması, bağımlı değişkenin gruplarda normal dağılım gösterip göstermediğini tespit etmek için yapılan normallik testleridir. Bu aşamada her bir kanaldan alınan sinyaller bireysel olarak normal dağılım testine tabii tutulmuştur. Bu testler sırası ile Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleridir. Fakat Büyüköztürk’un (2011) da belirttiği gibi bu testlerden Shapiro-Wilk testi, örneklem sayısı yalnızca 50’nin altında olduğu durumlarda kullanılması önerilmektedir. Bu analizde de örneklem sayısı oldukça yüksek olduğundan verilerin analizde bu test tercih edilmeyecektir. Bunun yanında örneklem Çarpıklık (Skewness) ve Basıklık (Kurtosis) istatistikleri incelenmiş ve bu iki testten örneklem normal dağılıp dağılmadığı hakkında bir sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

Çarpıklık ve basıklık değerleri normal dağılım ile ilgili olup bu değerlerin sıfır olması verilerin normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Genelde bu değerler sıfırdan farklı çıkmaktadır. Bu durumda çarpıklık ve basıklık değerleri için verinin normal dağılımı için kabul edilebilir aralıklar belirlenmiştir (Demir, 2022). Tabachnick vd. (2013), çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1,5 ile +1,5 aralığında, normal dağılıma uygun olduğunu savunmuşlardır. Hair vd. (2010) ve Byrne (2010), çarpıklık katsayısının ± 2 ve basıklık katsayısının ± 7 aralığının dışında olması durumunda normallik varsayımının sağlanmadığını ifade etmektedirler (Akt. Demir, 2022). Diğer yandan Tabachnick vd. (2013) ise çarpıklık ve basıklığın normalliğinden sapmanın, örneklem sayısı 200’den fazla olduğunda çoğu zaman analizde önemli bir fark yaratmadığını belirtmektedir. Ayrıca Kline (2011), çarpıklığın mutlak değeri 3’ten

² Bağımlı değişkenin veri gruplarında normal dağılım gösterip göstermediğini tespit etmek için uygulanan test.

³ Normal dağılımlı iki bağımsız grup arasında anlamlı farkın olup olmadığını karar vermek için yapılan test.

büyük ve basıklık değeri 10'dan büyük değil ise normallik açısından bir sorun olmayacağını belirtmektedir (Akt. Aminu ve Shariff, 2014). Bu çalışmada kullanılan veri grupları için uygulanan test sonuçlarına ait bulgular, “4.3 Analiz Sonuçları” bölümünde anlatılmıştır.

4.2.2.2. Varyansların Eşitliği Varsayımı ve Testleri

T-testi uygulaması yapılması için verilerin normal dağılması varsayımından başka varyansların homojenliği varsayımı da sağlanmalıdır. Bu varsayım ihlal edilir ise T-testi sonuçlarına güvenilemez. F testi, normal dağılıma sahip örneklemelerin ortalamasının eşitliği için en sık kullanılan bir test olmasına rağmen grupların varyansları homojen değil ise 1. Tip hata ile karşılaşılır. Bu durumda klasik F testinin kullanılması uygun olmayacaktır. Bu varsayımın gerçekleşip gerçekleşmediğinin tespiti yani varyansların homojenliği için objektif sonuçlar elde edilebilmesi için Levene (1960) Testi uygulanır (Gökpınar, 2018).

Testin hipotezi, H_0 : Varyanslar arasında fark yoktur (varyanslar homojendir) ve H_1 : varyanslar arasında fark vardır (varyanslar heterojendir) şeklinde kurgulanmıştır. Eğer T-test istatistiğinin olasılık değeri olan $p < 0.05$ ise yokluk hipotezi, H_0 , reddedilir ve varyanslar arasında anlamlı bir fark vardır denir. Eğer $p > 0.05$ ise varyanslar arasında fark yoktur yani varyanslar homojendir kararı verilir. Çalışmada kullanılan veriler için varyansların homojen dağılıp dağılmadıkları incelenmiş, uygulanan Levene Test sonuçlarına tezin “4.3 Analiz Sonuçları” bölümünde yer verilmiştir.

4.2.2.3. Değişkenler, Hipotezler ve T-test Analizi

Tez çalışmasında katılımcılara gösterilen “uyum” ve “zıtlık” görsellerinden elde edilen EEG sinyal değerlerinde anlamlı bir farkın olup olmadığının belirlenmesi için normal dağılımlı serilere uygulanan bağımsız örneklem T-testi yapılmıştır. Değişkenlerimizin ilki 20 adet katılımcıdan EEG yoluyla alınan elektrot sinyallerinin sayısal değerleri olan bağımlı değişkendir. Bağımlı değişken her bir kanaldan alınan EEG sinyal değerleri olacağından test, 11 kez farklı kanallardan alınan EEG değerleri için tekrarlanmıştır. Diğer bir değişken ise bağımsız değişken olan “görsel” değişkenidir. Görsel değişkeni her bir kanaldan alınan EEG değerleri için değişmemektedir. Bu değişken kategorik bir

değişkendir. Bağımsız değişken olan görsel değişkeni uyum içeren görseller için 1, zıtlık içeren görseller için ise 2 değeri olarak analize dâhil edilmiştir.

Uygulanan test sonucunda, “uyum” içerikli görsel gösterilerek elde edilen EEG sinyal değerleri ile “zıtlık” içerikli görsel gösterilerek elde edilen EEG sinyal değerlerinin birbirlerinden anlamlı olarak fark olup olmadığı araştırılmıştır. Buna göre cevap için yokluk (H_0) hipotezi birbirinden bağımsız uyum ve zıtlık içeren görsel gruplarının ortalamaları arasında bir fark olmadığı, alternatif hipotez (H_1) ise, uyum ve zıtlık içeren görsel gruplarının ortalamaları arasında fark olduğudur. Test sonucunda yokluk hipotezi (H_0) reddedilirse, uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen EEG sinyal değerleri birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiş olacaktır.

4.3. Analiz Sonuçları

Tezin bu bölümünde, “EEG Verilerine Ait Sonuçlar”, “Anket Verilerine Ait Sonuçlar” ve “EEG ve Anket Sonuçlarının Karşılaştırılması” başlıkları altında elde edilen verilere ait analizlerin sonuçları sunulmuştur. Çalışma kapsamında ilk önce, katılımcılardan alınan EEG dalgası verileri için Normallik testi, Levene testi ve T-testi uygulanmıştır. Daha sonra kaydedilen EEG sinyallerine ait sayısal değerleri desteklemek için deney sonrasında katılımcılara bilgisayar ortamında test şeklinde puanlama anketi uygulanmıştır. Bu ankete ait veriler yine sırasıyla Normallik testi, Levene testi ve T-testinden geçmiştir. Son olarak EEG ve anket çalışmalarına ait sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

4.3.1. EEG Verilerine Ait Sonuçlar

İlk olarak Fp1 gibi EEG sinyal kanalları olan bağımlı değişkenin, normallik varsayımına uyup uymadığı araştırılmıştır. Bunun için tüm veriler üzerinde Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Hair vd. (2010) ve Byrne (2010) tarafından kabul edilen normallik testi kriterlerine göre ve Tablo 5’te rapor edildiği üzere, çarpıklık katsayısının ± 2 ve basıklık katsayısının ± 7 kabul edilebilir aralığının içinde olması nedeniyle verinin normal dağılım ile uyumlu oldukları görülmüştür.

Tablo 5. Tüm katılımcılar genelinde Normallik Test sonuçları

Normallik Testleri (Tests of Normality)							
EEG	Kolmogorov-Smirnov ^a			Çarpıklık (Skewness)		Basıklık (Kurtosis)	
	İstatistik	df	Sig.	İstatistik	Standart Hata	İstatistik	Standart Hata
Fp1	,007	92504	,000	-,083	,008	,077	,016
Fp2	,007	92504	,000	-,082	,008	,074	,016
F3	,008	92504	,000	-,095	,008	,085	,016
F4	,008	92504	,000	-,093	,008	,105	,016
C3	,008	92504	,000	-,094	,008	,115	,016
Cz	,008	92504	,000	-,094	,008	,105	,016
C4	,009	92504	,000	-,093	,008	,132	,016
P3	,009	92504	,000	-,095	,008	,157	,016
P4	,009	92504	,000	-,094	,008	,118	,016
O1	,009	92504	,000	-,095	,008	,142	,016
O2	,009	92504	,000	-,093	,008	,111	,016

* This is a lower bound of the true significance. * -1,5 ile +1,5 Normal

a. Lilliefors Significance Correction

Katılımcılara ait EEG verilerinin normal dağıldıkları tespit edildikten sonra Levene ve T-testleri uygulanmıştır. Bu testler için katılımcılardan alınan EEG sinyal değerlerinin “ortalama değerleri” rapor edilmiştir. Katılımcıların hangi görsel kategorisi için elektrot sinyalinin pozitif ve daha yüksek olduğu belirlenerek farklı tip görsellere verdikleri tepkilerin karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan T-testi sonucunda, “görsel” bağımsız değişkenin bağımlı değişken olan EEG sinyallerinden alınan değerleri için farklılaşp farklılaşmadığı tüm kanallar için ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiştir.

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **Fp1** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen Fp1 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05}$; 46246 = 5,052 ve $p = 0,00$). Buna göre Fp1 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 3,694) iken Fp1 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,540) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **Fp2** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen Fp2 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05}$; 46246 = 4,836 ve $p = 0,00$). Buna göre Fp2 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 3,448) iken Fp2 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,609) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **F3** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen F3 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05}$; 46246 = 4,387 ve $p = 0,02$). Buna göre F3 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 2,863) iken F3 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,703) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **F4** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen F4 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05}$; 46246 = 4,369 ve $p = 0,01$). Buna göre F4 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 3,174) iken F4 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,371) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **C3** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen C3 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05}$; 46246 = 4,451 ve $p = 0,01$). Buna göre C3 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 3,205) iken C3 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,452) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **Cz** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen Cz düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05}$; 46246 = 4,387 ve $p = 0,01$). Buna göre Cz kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 3,001) iken Cz kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,545) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **C4** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen C4 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05}$; 46246 = 4,728 ve $p = 0,01$). Buna göre C4 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 3,243) iken C4 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,737) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **P3** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen P3 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05}$; 46246 = 4,402 ve $p = 0,02$). Buna göre P3 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 3,121) iken P3 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,529) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **P4** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen P4 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05}$; 46246 = 4,858 ve $p = 0,00$). Buna göre P4 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 3,345) iken P4 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,732) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **O1** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen O1 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05; 46246} = 4,027$ ve $p = 0,01$). Buna göre O1 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 2,788) iken O1 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,447) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Uyum ve zıtlık içeren görsellerden elde edilen **O2** EEG kanalından alınan sinyal verilerinin karşılaştırılması için uygulanan t testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen O2 düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05; 46246} = 4,582$ ve $p = 0,01$). Buna göre O2 kanalından alınan EEG verilerinin uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 3,173) iken O2 kanalından alınan EEG verilerinin zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = -1,619) olarak ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Tüm katılımcılar genelinde 11 kanal için Levene ve T-Testi sonuçları

EEG	Görsel	Grup İstatistikleri				Varyansların Eşitliği için Levene Testi			Ortalama Eşitliği için t-Testi (Parametrik)			
		N	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	Hipotez	F	Sig	t	df	Sig. (2tailed)	Karar
Fp1	UYUM	46246	3,694	159,037	0,740	Sabit varyans	13,379	,000	5,052	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,540	156,019	0,725	Değişken varyans			5,052	92467,146	,000	
Fp2	UYUM	46246	3,448	160,516	0,746	Sabit varyans	12,982	,000	4,836	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,609	157,545	0,733	Değişken varyans			4,836	92468,841	,000	
F3	UYUM	46246	2,863	159,592	0,742	Sabit varyans	9,496	,002	4,387	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,703	156,923	0,730	Değişken varyans			4,387	92474,887	,000	
F4	UYUM	46246	3,174	159,612	0,742	Sabit varyans	10,361	,001	4,369	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,371	156,785	0,729	Değişken varyans			4,369	92471,629	,000	

Tablo 6. Tüm katılımcılar genelinde 11 kanal için Levene ve T-Testi sonuçları

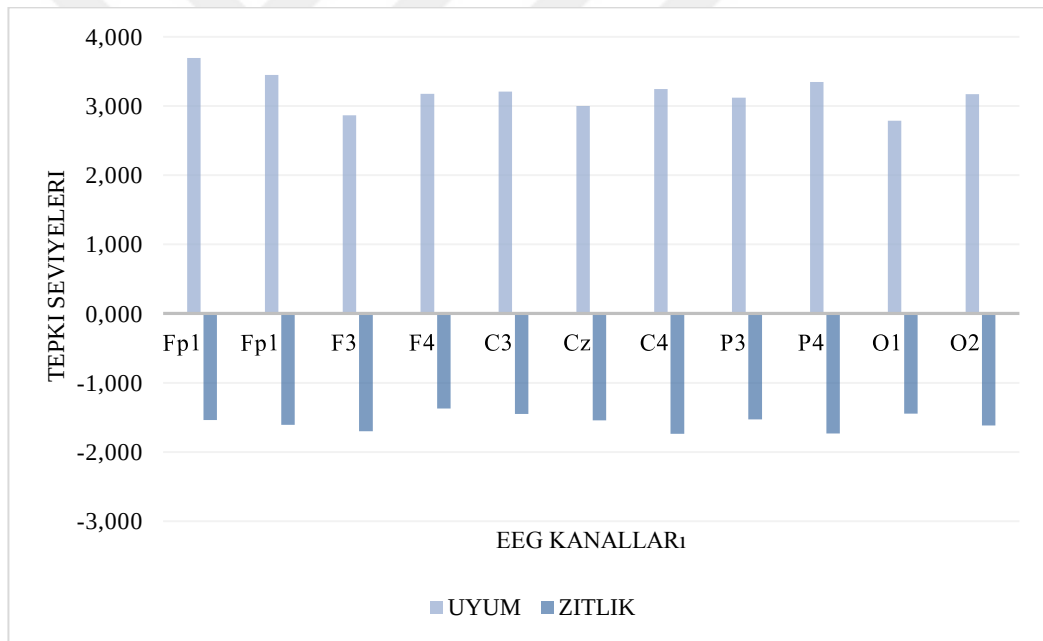
EEG	Görsel	Grup İstatistikleri				Varyansların Eşitliği için Levene Testi			Ortalama Eşitliği için t-Testi (Parametrik)			
		N	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	Hipotez	F	Sig	t	df	Sig. (2tailed)	Karar
C3	UYUM	46246	3,205	160,521	0,746	Sabit varyans	10,534	,001	4,451	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,452	157,673	0,733	Değişken varyans			4,451	92471,501	,000	
Cz	UYUM	46246	3,001	159,090	0,740	Sabit varyans	11,605	,001	4,387	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,545	156,141	0,726	Değişken varyans			4,387	92468,726	,000	
C4	UYUM	46246	3,243	161,719	0,752	Sabit varyans	11,736	,001	4,728	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,737	158,638	0,738	Değişken varyans			4,728	92466,867	,000	
P3	UYUM	46246	3,121	162,034	0,753	Sabit varyans	9,643	,002	4,402	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,529	159,225	0,740	Değişken varyans			4,402	92472,867	,000	

Tablo 6. Tüm katılımcılar genelinde 11 kanal için Levene ve T-Testi sonuçları

EEG	Görsel	Grup İstatistikleri				Varyansların Eşitliği için Levene Testi			Ortalama Eşitliği için t-Testi (Parametrik)			
		N	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	Hipotez	F	Sig	t	df	Sig. (2tailed)	Karar
P4	UYUM	46246	3,345	160,504	0,746	Sabit varyans	12,691	,000	4,858	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,732	157,354	0,732	Değişken varyans			4,858	92464,716	,000	
O1	UYUM	46246	2,788	161,383	0,750	Sabit varyans	10,974	,001	4,027	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,447	158,446	0,737	Değişken varyans			4,027	92469,941	,000	
O2	UYUM	46246	3,173	160,587	0,747	Sabit varyans	12,026	,001	4,582	92502	,000	H ₀ Red
	ZITLIK	46258	-1,619	157,492	0,732	Değişken varyans			4,582	92466,062	,000	

Tablo 6’da görüldüğü gibi, tüm kanallarda uyumun ortalaması en küçük 2,788 ve en büyük 3,694 değerleri arasında, pozitif ve anlamlı şekilde çıkmıştır. Diğer yandan tüm kanallarda zıtlığın ortalaması en küçük -1,737 ve en büyük -1,371 değerleri arasında, negatif ve anlamlı şekilde bulunmuştur. Yani uyuma verilen tepkiler pozitif, zıtlığa verilen tepkiler ise negatif değerlerde elde edilmiştir.

Uyaranların meydana getirdiği potansiyeller pozitif kabul edilmektedir (Picton, 1992). Yani görsel uyaranların oluşturduğu bir potansiyel (tepki) varsa bu, sayısal değerlerde pozitif sonuçlara yol açmaktadır. Elde edilen negatif sonuçlar ise uyaranlara karşı bir tepkinin oluşmadığını ifade etmektedir. Bundan dolayı katılımcılardan alınan P300 dalgasına ait verilerde pozitif ipuçları aranmıştır (Grafik 2).



Grafik 2. Katılımcıların 11 kanal için uyum ve zıtlık görsellerine verdikleri tepkiler

Sonuçlar bu bağlamda değerlendirildiğinde; başta F4 kanalı olmak üzere diğer tüm kanallarda uyum uyaranlarının katılımcıların beyinde bir potansiyele neden olduğu, zıtlık uyaranlarının ise katılımcıların beyinde bir potansiyel oluşturmadığı yani tepkisiz kaldıkları görülmüştür.

4.3.2. Anket Verilerine Ait Sonuçlar

EEG kanallarından alınan sinyal verilerini temsil eden sayısal değerler, sadece insanların görsel uyaranlara verdikleri tepkinin şiddetini ifade etmektedir. Verilen tepkinin olumlu ya da olumsuz, beğeni ya da beğenmeme olduğu elde edilen sayısal verilere bakılarak söylenmesi mümkün değildir. Bu durumda kaydedilen EEG sinyallerini ve sayısal değerleri desteklemek için deney sonrasında katılımcılardan, bilgisayar ortamında test üzerinden izledikleri görsellere -5 ile +5 arasında puan vermeleri istenmiştir. Yapılan test anket sonuçlarının her görsel ve her katılımcı için ortalamaları alınmıştır. Sonuçlar önce normallik testinden geçerek, bulunan değerler arasında anlamlı farkın olup olmadığı yine T-testi ile belirlenmiştir. Yine Hair vd. (2010) ve Byrne (2010) tarafından kabul edilen normallik testi kriterlerine göre Tablo 7 incelendiğinde, çarpıklık katsayısının ± 2 ve basıklık katsayısının ± 7 aralığının içinde olmasından dolayı anket verilerinin normal dağıldıklarını söylemek mümkündür.

Tablo 7. Tüm katılımcılar genelinde yapılan ankete ait Normallik Test sonuçları

Normallik Testleri (Tests of Normality)							
EEG	Kolmogorov-Smirnov ^a			Çarpıklık (Skewness)		Basıklık (Kurtosis)	
	İstatistik	df	Sig.	İstatistik	Standart Hata	İstatistik	Standart Hata
Ortalama	,119	60	,034	-,999	,309	,841	,608

* This is a lower bound of the true significance. * -1,5 ile +1,5 Normal

a. Lilliefors Significance Correction

Uyum ve zıtlık içeren görsellere ait anketten elde edilen puanlama verilerinin ortalaması alınarak karşılaştırılması için T testi uygulanmıştır (Tablo 8). Uygulanan T testi sonucuna göre; uyum ve zıtlık görsellerinden elde edilen puanlamaların ortalama düzeyleri %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak birbirinden farklı olarak bulunmuştur ($t_{0,05; 30} = 2,493$ ve $p = 0,02$). Buna göre görsellere verilen puan ortalamalarının uyum görseline verdiği tepki düzeyi (UYUM ortalama= 2,348) iken ortalama değer zıtlık görseline verdiği tepki düzeyi (ZITLIK ortalama = 1,745) olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 8. Tüm katılımcılar genelinde yapılan ankete ait Levene ve T-Testi sonuçları

	Görsel	Grup İstatistikleri				Varyansların Eşitliği için Levene Testi			Ortalama Eşitliği için t-Testi (Parametrik)			
		N	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	Hipotez	F	Sig	t	df	Sig. (2tailed)	Karar
Ortalama	UYUM	30	2,3483	,61986	,11317	Sabit varyans	10,856	,002	2,493	58	,016	H ₀ Red
	ZITLIK	30	1,7450	1,17145	,21388	Değişken varyans			2,493	44,059	,016	

4.3.3. EEG ve Anket Sonuçlarının Karşılaştırılması

Toplam 20 katılımcı ile yapılan EEG ve anket çalışmalarına ait sonuçlar, birbirleri ile kıyaslanarak EEG verilerinin sağlanması yapılmıştır. Katılımcılarla yapılan EEG kaydı sonucunda elde edilen EEG dalgası verilerine göre, 11 katılımcı uyum görsellerine, 9 katılımcı zıtlık görsellerine tepki vermiştir. Deney sonrasında katılımcıların görseller hakkındaki beğenilerini ifade eden bilgisayar ortamında test şeklinde uygulanan puanlama anketi verilerine göre ise 14 katılımcı uyum görsellerine, 6 katılımcı zıtlık görsellerine daha fazla puan vermiştir. EEG ve anket çalışmalarına ait sonuçlar karşılaştırıldığında, 14 kişinin hem EEG hem anket verileri birbiriyle uyumludur (Tablo 9). Böylece anket sonuçlarının, EEG sinyalleriyle yapılan analiz sonuçlarını desteklemiş olduğu görülmektedir.

Tablo 9. Katılımcıların EEG ve anket yönteminden alınan sonuçların eşleşme durumları

Katılımcılar	EEG Sonuçlarına Göre		Anket Sonuçlarına Göre		Yöntemlerin Eşleşme Durumu
	Uyum	Zıtlık	Uyum	Zıtlık	
Katılımcı 1			X		
Katılımcı 2	X		X		✓
Katılımcı 3	X		X		✓
Katılımcı 4		X		X	✓
Katılımcı 5	X		X		✓
Katılımcı 6		X	X		
Katılımcı 7	X		X		✓
Katılımcı 8	X		X		✓
Katılımcı 9				X	
Katılımcı 10			X		
Katılımcı 11	X		X		✓
Katılımcı 12		X	X		

Katılımcı 13				X	
Katılımcı 14	X		X		✓
Katılımcı 15	X	X	X	X	✓
Katılımcı 16	X	X		X	✓
Katılımcı 17		X		X	✓
Katılımcı 18	X	X	X		✓
Katılımcı 19		X		X	✓
Katılımcı 20	X	X	X		✓

EEG yönteminde elde edilen bulgulara, katılımcıların %55'i uyum kategorisindeki görsellere, %45'i ise zıtlık kategorisindeki görsellere tepki vermiştir. Deney sonrasında bilgisayar ortamında test üzerinden yapılan anketten elde edilen bulgulara da katılımcıların %70'i uyum kategorisindeki görselleri, %30'u ise zıtlık kategorisindeki görselleri daha fazla beğenmiştir. EEG ve anket yöntemlerinin sonuçları değerlendirildiğinde, iki yöntem arasında %70 oranında eşleşme görülmektedir.

5. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarihi dokuya getirilen çağdaş ek yapı görsellerinin insanlara ait birer görsel uyaran olduğu kabul edilerek gerçekleştirilen deneysel çalışmada, tarihi yapıya eklenen yeni yapı uygulamalarında kullanılan uyum ve zıtlık kategorileri altındaki tasarım tercihlerine, bireylerin verdikleri algısal tepkiler ölçülmüştür. Verdikleri tepkinin şiddeti ve sayısal değerleri hakkında önemli bulgular elde edilmiştir. Bu tez kapsamında, çağdaş koruma yöntemleri ile tarihi yapılara getirilen çağdaş eklerin hangi koruma yaklaşımına göre tasarlanması gerektiğine dair algısal ve nörolojik olarak deneylerden elde edilen bulguların, başta istatistiksel analizlerin yapılması, yapay zekâ ve makine öğrenmesi metodunda birer girdi olarak kullanılması için uygun veriler olduğu kanaatine varılmıştır. Uyum ve zıtlık tasarım yaklaşımlarına ait görsellerin, bireylerde algısal olarak anlamlı farklılıklar oluşturduğu tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçların, tarihi dokuda çağdaş ek tasarım tercihlerinin tespitine yönelik önemli bulgular sunduğu düşünülmektedir.

EEG kanallarından alınan sinyal verilerine karşılık gelen değerlerin bireyler için sadece tepki şiddetini tanımlamaktadır. Bu tepkileri daha net sonuçlara ulaştırmak için bilgisayar ortamında test şeklinde oluşturulan puanlama anketi ile sayısal değerlerin sağlanması yapılmıştır. EEG ve anket yöntemleri birbirleri ile karşılaştırılıp değerlendirildiğinde, iki yöntem arasında %70 oranında eşleşme görülmektedir. Böylece anket sonuçları, EEG sinyal analiz sonuçlarını desteklediği görülmüştür.

EEG ve anket verisi sonuçlarına göre, genel olarak katılımcılar tarafından iki yöntemde de uyum görsellerinin tercih edildiği bulgusuna ulaşılmıştır. İnsanların algısal olarak çoğunlukla uyum tasarım yaklaşımıyla inşa edilmiş yapılara daha fazla tepki verdikleri ve tercih ettikleri görülmüştür. Dolayısıyla tarihi yapıların mekânsal ihtiyaçlarını gidermek amacıyla getirilen çağdaş eklerin, uyum yaklaşımıyla tasarlanmasının bireyler tarafından daha çok benimsenen ve tercih edilen bir yaklaşım olduğu ortaya koyulmuştur. Ancak, çalışmada kullanılan deneklerin değişmesi durumunda elde edilen sonuçların da değişebileceği unutulmamalıdır. Elde tüm sonuçlar çalışma kapsamında kullanılan deneklerin tepkilerini ifade etmektedir. Buradan hareketle bu sonuçları tüm insanlık için genellemek doğru değildir. Burada önemli olan insan algılarının nörobilişsel olarak ölçülebileceğinin gösterilmesidir. Bu bağlamda çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, bireylerin çoğunlukla hangi çağdaş ek tasarım yaklaşımını tercih ettiği ve benimsediğine dair elde edilen ipuçlarının, mimarlara tasarım sürecinde ışık tutması ve fikir vermesi beklenmektedir.

Bu tezin, mimarlık alanında yapay zekâ ve makine öğrenmesi yönteminin yaygınlaşmasına katkıda bulunan bir çalışma olduğu düşünülmektedir. EEG yönteminden elde edilen büyük verilerle çalışılmasına imkân tanıyan ve sisteme girilen parametrelere göre istenilen çıktıları sunabilme yeteneğine sahip bu yapay zekâ algoritmasının, mevcut mimari kalıpları güncelleyerek yeni tasarım fikirlerine zemin oluşturacağı beklenen bir durumdur. Mimarlık alanında yapay zekâ ve makine öğrenmesinin kullanılmasıyla elde edilecek faydanın günden güne arttığı da inkâr edilemez bir gerçektir. Mimarinin içinde bulunduğu her alanda yapay zekâ algoritmalarına yer verilmesi, tasarımın her aşamasında mimara tahmin, öneri, sonuç ve yorum üreterek yön vermesine ve tasarımların şekillenmesine fayda sağlayacaktır.

Tezde kullanılan nörogörüntüleme yöntemlerinden biri olan EEG cihazı, elde edilen sonuçların doğruluğunu ve verimi arttırmıştır. Aynı zamanda kullanılan bu yöntemle koruma alanına farklı bir bakış açısı sunulmuştur. Tercih edilen bu yöntemin mimarlık alanında kullanımı popülerleştikçe, nöromimari alanında yapılacak araştırmalar yaygınlaşacaktır. Gelecekteki çalışmaların nöromimari alanını genişletilerek, algısal ve psikolojik tercihleri kapsayan analizlerin yapılması, EEG yöntemine ek olarak diğer

nörogörüntüleme ölçümlerinin çalışmalara ve analizlere dâhil edilerek insanların tercihlerine dair kesin, detaylı ve kanıta dayalı sonuçlara ulaşılması beklenmektedir. Bu çalışma, hem sinir bilimi ve mimarlık ilişkisinden doğan nöromimari alanında hem de koruma alanında bundan sonra yapılacak çalışmalarda deneysel yöntemlere dayalı algısal incelemelerin gelişmesine katkıda bulunabilir. Çalışmanın bu kapsamda, hem yapılacak yeni çalışmalara ışık tutması hem de mimarlara çağdaş ek uygulamaları öncesinde tasarım kararlarına destek olması hedeflenmiştir.

Mimarlık insanlarla iç içe bir alandır ve bizlerde bir tasarımcı olduğumuzdan dolayı insanları iyi analiz etmeli ve iyi tanımalıyız. Soyut olan kavramları (algıyı) somut hale (sayısal verilere) getirerek, çalışmanın başında sorgulanan sorulara ve ortaya konulan hipoteze kanıt gösterilmiştir. Tasarlanan mekânların insanlar üzerindeki algısal ve duygusal etkisi göz ardı edilemeyecek derece önemlidir. Bu etkilerin tasarımcılar tarafından değerlendirilmesi, mekânların kalitesinin arttırılmasına yardımcı olacaktır. Yaşanılan mekânların insan algıları ve tepkileri için de bir değere sahip olması, psikolojik ve fizyolojik olarak olumlu etkileri meydana getirmesi, sinir bilimi - mimarlık - yapay zekâ ortaklığında yapılan çalışmalar ve girişimlerin bir sonucudur. Mimar ve sinir bilimcilerin birlikte çalışmasıyla, zihin ve mekân kavramları arasındaki ilişkinin güçlenmesine, daha konforlu ve sağlıklı tasarımların üretilmesine, yaşamsal ve mekânsal kalitenin arttırılmasına katkıda bulunması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahunbay, Z. 1999. Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, Yem Yayınları, İstanbul, 194s.
- Akın, Y. K. 2008. Veri madenciliğinde kümeleme algoritmaları ve kümeleme analizi. Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı İstatistik Bilim Dalı, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 175s.
- Akipek, F., 2004. Bilgisayar teknolojilerinin mimarlıkta tasarım geliştirme amaçlı kullanımları. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 118s.
- Akman, T. 2021. Kent içi açık ve yeşil alanların insan psikolojisi üzerine etkileri ve nöro mimari açıdan incelenmesi: Kocaeli örneği. Bursa Uludağ Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 82s.
- Albright, T. D., Kandel, E. R., & Posner, M. I. 2000. **Cognitive neuroscience. Current opinion in neurobiology**, 10(5), 612-624.
- Alkaç, Ü. 2009. Beyin araştırmaları tarihinde bir gezinti: Elektronörofizyoloji. **Klinik gelişim**, 3, 14-19.
- Altınöz, B., Güliz, A. 2010. Tarihi Dokuda ‘Yeni’nin İnşası. **Ege Mimarlık**, 75(4), 18-26.
- Aminu, I. M., & Shariff, M. N. M. 2014. Strategic orientation, access to finance, business environment and SMEs performance in Nigeria: Data screening and preliminary analysis. **European Journal of Business and Management**, 6(35), 124-132.
- Arıkan, K., EEG Hakkında Temel Bilgiler, (Web sayfası: <https://www.kemalarikan.com/eeg-hakkinda-temel-bilgiler.html>), (Erişim Tarihi: Eylül, 2022)
- Arslan, K., 2020. Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. **Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi**, 11(1), 71-88.
- Aspinall, P., Mavros, P., Coyne, R., & Roe, J. 2015. The urban brain: analysing outdoor physical activity with mobile EEG. **British journal of sports medicine**, 49(4): 272-276.
- Atasoy, D., 2008. Yapay zeka ve mimarlık. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 102s.

- Aydemir, Ö., & Kayıkçıoğlu, T. 2009. EEG tabanlı beyin bilgisayar arayüzleri. **Akademik Bilişim**, 9, 11-13.
- Aydın, İ. H., & Değirmenci, C. H. 2018. Yapay zekâ. Girdap Kitap, İstanbul.
- Ayodele, T. O. 2010. Types of machine learning algorithms. **New advances in machine learning**, 3, 19-48.
- Ballı, Ö., 2020. Yapay Zekâ ve Sanat Uygulamaları Üzerine Güncel Bir Değerlendirme. **Sanat ve Tasarım Dergisi**, (26), 277-306.
- 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**, 11, 477.
- Baydemir, T. 2020. Bilgisayarlarla İletişim Düşünerek de Mümkün, **Bilim ve Teknik Dergisi**, 48-58.
- Bayraktar, M. E., 2010. Kullanıcı Hareketleriyle Mekan Kurgusu: Etmen Tabanlı Bir Tasarım Aracı, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 107s.
- Baytın, Ç. 1994. Tarihi Çevrelerde Yeni Yapı Olgusuna Bir Yaklaşım, İstanbul Örneğinde Bir Uygulama Modeli, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık/Bina Bilgisi Programı, İstanbul.
- Bercea, M. D. 2012. Anatomy of Methodologies for Measuring Consumer Behavior in Neuromarketing Research, Proceedings of the LCBR European Marketing Conference.
- Berger H. Über das Elektroencephalogramm des Menschen. Arch Psychiatr Nervenkr 1929; 87: 527-570.
- Bikifi, 2022. Sinir Sisteminin Yapısı. (Web sayfası: <https://bikifi.com/biki/sinir-sisteminin-yapisi/>), (Erişim Tarihi: Mart, 2022)
- Bingöl, K., Aslı, E. R., Örmecioğlu, H. T., & Arzu, E. R. 2020. Depreme dayanıklı mimari tasarımda yapay zeka uygulamaları: Derin öğrenme ve görüntü işleme yöntemi ile düzensiz taşıyıcı sistem tespiti. **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 35(4), 2197-2210.
- Blinowska, K., & Durka, P. 2006. Electroencephalography (eeg). Wiley encyclopedia of biomedical engineering.
- Blue Grass Regional Imaging, 2019. FDG PET Scan More Accurately Assesses Severity of Cognitive Decline in Alzheimer's. (Web sayfası:

- <https://bluegrassregionalimaging.com/fdg-pet-scan-more-accurately-assesses-severity-of-cognitive-decline-in-alzheimers/>), (Erişim Tarihi: Eylül, 2022)
- Bower, I. S., Clark, G. M., Tucker, R., Hill, A., Lum, J., Mortimer, M., & Enticott, P. G. 2022. Enlarged interior built environment scale modulates high frequency EEG oscillations. **eNeuro**, 9 (5), 1-16.
- Brain Structure And Function, Northern Brain Injury Association. (Web sayfası: <https://www.nbia.ca/brain-structure-function/>), (Erişim Tarihi: Ekim, 2022)
- Breiman, L. 2001. "Random Forests", **Machine Learning**, 45(1), 5-32.
- Burkett, K., Architizer, Yeni Kentsel Yaşam: Melbourne'de Çağdaş Evler, (Web sayfası: <https://architizer.com/blog/inspiration/collections/modern-melbourne/>), (Erişim Tarihi: Ekim, 2022)
- Burkett, K., Architizer, Eski ve Yeniye Karıştırmak, (Web sayfası: <https://architizer.com/blog/inspiration/collections/old-and-new/>), (Erişim Tarihi: Ekim, 2022)
- Büyükmıhçı, G., & Kılıç, A. 2015. Tarihi Dokuda Yeni Yapı Uygulamaları Yasal ve Eylemsel Sınırlar. Design Practice of New Building in Historical Environments Legal and Operational Boundaries. 9. Uluslararası Sinan Sempozyumu 'SINIRLA-MA', (pp.125-132). Edirne, Turkey.
- Büyükmıhçı, G., Akşehirlioğlu, A. G. A., & Mengüç, K. G. 2019. Tarihi çevrede yeni yapı tasarımında birleşim biçimleri bağlamında modern yaklaşımlar. **Mühendislik ve Multidisipliner Yaklaşımlar**, 323-350.
- Büyüköztürk, ř. 2011. Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı. Ankara: Pegem Akademi, 42s.
- Byrne, B.M. 2010. Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming. Taylor and Francis Group Publication.
- Candaş, N., 2002. Tarihi çevre Korumada Yaklaşımlar ve Teknikler Örnekleme: Doğu Karadeniz Bölgesi Kentsel Sitleri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 251s.
- Chang, S., & Jun, H. 2019. Hybrid deep-learning model to recognise emotional responses of users towards architectural design alternatives. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, 18(5): 381-391.
- Chatterjee, A. 2004. Prospects for a cognitive neuroscience of visual aesthetics. **Bulletin of Psychology and the Arts**, 4, 55-59.

- Chen, C. S., Chiu, Y. H., & Tsai, L. 2018. Evaluating the adaptive reuse of historic buildings through multicriteria decision-making. **Habitat International**, 81: 12-23.
- Cohen, M. X., 2011. It's About Time. **Frontiers in Human Neuroscience**, 5, 2.
- Cüceloğlu, D., 2006. İnsan ve Davranışı Psikolojinin Temel Kavranışı. Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Çelik, A. 2021. Tarihi Yapılarda Yeni Eklerin Yapı ve Doku ile İlişkisinin Tasarım Kavramları Açısından İrdelenmesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 119s.
- Çetinkaya, T. 2018. Tarihi çevrede çağdaş ek bağlamında Germir Surp Stephanos Kilisesi restorasyon çalışması, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 342s.
- Dağdevir, E. 2021. Motor imge tabanlı beyin bilgisayar arayüzü sistemlerinde ön işleme yönteminin sınıflandırma performansına etkisinin araştırılması. Doktora Tezi, Biyomedikal Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 152s.
- Darcan, T., 2014. Mimari Estetiğe Duyular Arası Rezonans Yaklaşımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 133s.
- Darıcı, S. 2019. Tüketici Marka Tercihinin Eşikaltı Görsel Uyarılar ile Manipülasyonu, Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul, 166s.
- Davies, M. 2003. Design in the Historic Environment, The Building Conservation Directory. (Web sayfası: <https://www.buildingconservation.com/articles/design/design.htm>), (Erişim tarihi: Mart, 2022).
- Dazkir, S. S. & Read, M. A. 2012. Furniture Forms and Their Influence on Our Emotional Responses Toward Interior Environments. **Environment and Behavior**, 44(5), 722–732.
- De Botton, A. 2017. Mutluluğun Mimarisi, 7. Baskı, Sel Yayıncılık: İstanbul, 301s.
- 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.

- De Paiva, A. 2018. Neuroscience for architecture: how building design can influence behaviors and performance. **Journal of Civil Engineering and Architecture**, 12(2): 132-38.
- Delgado Saa, J. F. 2014. Probabilistic graphical models for brain computer interfaces, Doktora Tezi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sabancı Üniversitesi, İstanbul, 115s.
- Demir, S. 2022. Comparison of normality tests in terms of sample sizes under different skewness and Kurtosis coefficients. **International Journal of Assessment Tools in Education**, 9(2), 397-409.
- Durukan, A. 2020. Yeniden işlevlendirilmiş anıtsal yapılarda deneyim odaklı tasarım: Antalya Kaleiçi ve Balbey örneği. **Mediterranean Journal of Humanities**, (X): 195-210.
- Eeglab Toolbox, University of California San Diego, Swartz Center for Computational Neuroscience, (Web sayfası: <https://sccn.ucsd.edu/eeglab/downloadtoolbox.php>), (Erişim Tarihi: Ekim, 2022)
- Imotions, EEG Pocket Guide. 2016. (Web sayfası: https://www.academia.edu/36202435/EEG_The_Complete_Pocket_Guide), (Erişim Tarihi: Şubat, 2023)
- Erder, C. 1977. Venedik Tüzüğü Tarihi Bir Anıt Gibi Korunmalıdır, **ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 3(2), 167-190.
- Erkartal, P. Ö., & Özuer, M. O. 2016. Tarihi Dokuyu Taklit Etme/Yok Sayma, FillInTheBlanks. Fener-Balat Workshop, İstanbul.
- Ertaş, H. 2017. Bir Tasarım Meselesi Olarak Koruma. **XXI Mimarlık, Tasarım ve Mekân dergisi**, (Web sayfası: <https://xxi.com.tr/i/bir-tasarim-meselesi-olarak-koruma>), (Erişim tarihi: Mayıs 2022).
- Evoked Potential, (Web sayfası: <https://www.evokedpotential.com/international-10-20-system.html>); (Erişim Tarihi: Mayıs, 2022)
- Evrin Ağacı , 2021. Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) Nedir?. (Web sayfası: <https://evrimagaci.org/pozitron-emisyon-tomografisi-pet-nedir-pet-taramasi-ile-goruntuleme-nasil-yapiliyor-hastalar-nasil-bir-surecten-geciyor-10387>), (Erişim Tarihi: Ağustos, 2022)

- Ferlaino, M. 2019. Neuroarchitecture: Quantifying Perception To Inform A Design For Improved Mental Well-Being. Doctoral dissertation, Laurentian University of Sudbury, 143s.
- Frank, E., Trigg, L., Holmes, G., & Witten, I. H. 2000. Naive Bayes for regression. **Machine Learning**, **41**, 5-25.
- Frankenfield, J., 2022. Artificial Intelligence: What It Is and How It Is Used. (Web sayfası: <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp>), (Erişim tarihi: Kasım, 2022).
- Gavrilova, Y., Stryungis, R. 2020. Machine Learning: Algorithm Classification Overview. Serokell. (Web sayfası: <https://serokell.io/blog/machinelearning-algorithm-classification-overview>), (Erişim tarihi: Mart 2023).
- Geurts, P., Ernst, D. & Wehenkel, L. 2006. Extremely randomized trees. **Mach Learn**, **63**, 3-42.
- Goel, A., 2020. Are you solving ML Clustering problems using K-Means? (Web sayfası: <https://towardsdatascience.com/are-you-solving-ml-clustering-problems-using-k-means-68fb4efa5469>), (Erişim tarihi: Mart 2023).
- Gökpnar, E. 2018. Varyansların Homojenliği için Kullanılan Yeniden Örneklemeye Dayalı Testler ve Simülasyon Çalışması. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, **22**(2), 644-653.
- Gurudath, N., & Riley, H. B. 2014. Drowsy driving detection by EEG analysis using wavelet transform and K-means clustering. **Procedia Computer Science**, **34**, 400-409.
- Gül, Z., 2018. Nöroloji ve mimari, (Web sayfası: <https://www.evrensel.net/yazi/80918/noroloji-ve-mimari>), (Erişim tarihi: Eylül, 2022)
- Haas, L. F. 2003. Hans berger (1873–1941), richard caton (1842–1926), and electroencephalography. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, **74**(1), 9-9.
- Habibabad, A. S., & Azemati, H. 2020. Recording the users' brain waves in manmade religious environments based on psychological assessment of form in creation/enhancement of spiritual sense. **Integrative Psychological and Behavioral Science**, 1-34.

- Habibabad, A. S., Azemati, H., & Matracchi, P. 2019. Using neurology sciences to investigate the color component and its effect on promoting the sense of spirituality in the interior space of the Vakil Mosque of Shiraz (using quantitative electroencephalography wave recording). **Journal Of Religion And Health**, 1-18.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., & Anderson, R.E. 2010. Multivariate data analysis: A global perspective. Prentice Hall.
- Hartigan, J. A., & Wong, M. A. 1979. Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm. **Journal of the royal statistical society. series c (applied statistics)**, 28(1), 100-108.
- Hekmatmanesh, A., Banaei, M., Haghighi, K. S., & Najafi, A. 2019. Bedroom design orientation and sleep electroencephalography signals. **Acta Medica International**, 6(1), 33.
- Hines, T., 2018. Anatomy of the Brain. (Web sayfası: <https://d3djccaurgtij4.cloudfront.net/pe-anatomybrain.pdf>), (Erişim Tarihi: Ekim, 2022)
- Hoffman, M., 2021. Picture of the brain, WebMD, (Web sayfası: <https://www.webmd.com/brain/brain-diseases#:~:text=The%20frontal%20lobes%20are%20responsible,and%20judgment%20and%20motor%20function.&text=The%20parietal%20lobes%20manage%20sensation%2C%20handwriting%2C%20and%20body%20position.&text=The%20temporal%20lobes%20are%20involved%20with%20memory%20and%20hearing.&text=The%20occipital%20lobes%20contain%20the%20brain's%20visual%20processing%20system>), (Erişim Tarihi: Ekim, 2022)
- Hüseyin, İ. N. C. E., İmamoğlu, S. E., & İmamoğlu, S. Z., 2021. Yapay Zeka Uygulamalarının Karar Verme Üzerine Etkileri: Kavramsal Bir Çalışma. **International Review of Economics and Management**, 9(1), 50-63.
- Ibm, 2020. What is artificial intelligence, IBM Cloud Education, IBM Cloud Learn Hub. (Web sayfası: <https://www.ibm.com/tr-tr/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>), (Erişim tarihi: Ağustos 2022).
- Informavore Effect, 2020. Nöro-Mimari: Mimari ve Sinirbilimin Buluştuğu Nokta. (Web sayfası: <https://medium.com/t%C3%BCrkiye/n%C3%B6ro-mimari->

mimari-ve-sinirbilimin-bulu%C5%9Ftu%C4%9Fu-nokta-d3fa528a7289),
(Erişim tarihi: Ekim, 2022)

- İslamoğlu, Ö. 2018. Tarihi yapıların yeniden kullanılmasında yapı-işlev uyumu: Rize müzesi örneği. **Journal of History Culture and Art Research**, 7(5): 510-523.
- Kandemir, Ö., 2004. Mimari tasarım sürecinde bilgisayar teknolojileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Anadolu Üniversitesi, İzmir, 96s.
- 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.
- Karandinou, A., & Turner, L. 2017. Architecture and neuroscience; what can the EEG recording of brain activity reveal about a walk through everyday spaces?. **International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems**, 32(sup1): 54-65.
- Karatosun, M. B. 2010. Geleneksel dokularda yeni yapı tasarımı: Alaçatı örneğinin incelenmesi. **Ege Mimarlık Dergisi**, 32.
- Kayan, L. E., 2020. Tarihi Yapılardaki Çağdaş Eklerin Koruma ve Tasarım Bağlamı Üzerine Bir Araştırma, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 264s.
- Kayıkçıoğlu, T., Malekí, M., & Ketenci, S. 2018. Beyin-Bilgisayar Arayüzü. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, **Biyomedical Mühendisliği ve Uygulamaları**, 241-268.
- Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang, T., Chen, W., Ma, W., ... & Liu, T. Y. 2017. Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree. **Advances in neural information processing systems**, 30.
- Keenleyside, S., 2018. Neuro-architecture: How to design a space that will help you stay sharp and stimulated. (Web sayfası: <https://www.cbc.ca/life/thegoods/neuro-architecture-how-to-design-a-space-that-will-help-you-stay-sharp-and-stimulated-1.4624036>), (Erişim tarihi: Ağustos, 2022)
- Keim B., 2008, Brain Scanner Can Tell What You're Looking At, (Web sayfası: <https://www.wired.com/2008/03/brain-scanner-can-tell-what-youre-looking-at/>), (Erişim Tarihi: Ağustos, 2022)

- Khaleghimoghaddam, N. & Bala, H., 2018. The Impact of Environmental and Architectural Design on Users' Affective Experience. **YBL Journal of Built Environment**, 6(1) 5-19.
- Khaleghimoghaddam, N. 2020. Evaluating The Users' Emotional-Perceptual Experience Of Place and Environmental Preferences: Neuro-Architecture Approach. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 328s.
- Kılıç, A., 2015. Tarihi Çevrede Yeni Yapı-Yeni Ek Bağlamında Norman Foster Yapıları. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 225s.
- Kim, S., Park, H., & Choo, S. 2021. Effects of Changes to Architectural Elements on Human Relaxation-Arousal Responses: Based on VR and EEG. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 18(8), 4305.
- Kline, R. B. 2011. Principles and Practice of Structural Equation Modeling (5th ed., pp. 3–427). New York: The Guilford Press.
- Kolarevic, B., 2003. Architecture in the Digital Age: Design and Manufacture, Spon Press, London.
- Kömürcüoğlu, G., 2002. Yapay zeka ve mimarlık. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 79s.
- Krosschell, K. 5 Ways Neuroarchitecture Shows Us How We React to Buildings. (Web sitesi: <https://imotions.com/blog/5-ways-neuroarchitecture-shows-us-how-we-react-to-buildings/>), (Erişim tarihi: Eylül 2022).
- Kurrent, F. 2001. Eski Bir Çevrede Yeni Yapılaşma. **Mimarlık Dergisi**, s.297, 39-41.
- Kuruçay, A. G. E., & Gür, M. 2022. Mimari Tasarlama Görselin Hegemonyasına Karşı Çok-Duyulu Bir Yaklaşım. **Online Journal of Art and Design**, 10(2).
- Kügler, C. F., Taghavy A, Platt D., 1993. The event-related P300 potential analysis of cognitive human brain aging: a review. **Gerontology**, 39(5):280-303.
- Lang, J., 1987. Designing for human behavior, architecture and the behavioral sciences, Dowden, Hutchinson & Ross Inc. New York.
- Levene, H., 1960. Robust Tests for Equality of Variances. **In Contributions to Probability and Statistics: Essays in honor of Harold Hotelling**, 2:278-292.
- Lewis, K. 2017. The first thinking sculpture: Inspired by Gaudi, created with Watson. Business Operations.

- Lewis, T., Taylor, A. P. 2021. Human brain: Facts, functions & anatomy. (Web sayfası: <https://www.livescience.com/29365-human-brain.html>), (Erişim tarihi: Kasım, 2022)
- 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.
- Lu, P., Chen, S., Zheng, Y. 2012. Artificial Intelligence in Civil Engineering. **Mathematical Problems in Engineering**, 1-22.
- Lynch, K., 1960. The Image of the City, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Maden, F. 2008. Dinamizm, De-Konstrüktivizm ve Aykırı Mimarlık: Coop Himmelb (l) au. **Arredamento Mimarlık**, 2, 35-39.
- Madran, E. 2001. Kent Belleğinin Oluşumunda Mimarlık Yapıtları. **Mimarlık Dergisi**. **298**, 47-49.
- MahdiNejad, J. E. D., Azemati, H., & Matracchi, P. 2021. Investigating the effect of age and gender of users on improving spirituality by using EEG. **Cognitive Neurodynamics**, 15(4): 637-647.
- Malmivuo, J., Plonsey, R. 1995. Bioelectromagnetism. 13. Electroencephalography, Bioelectromagnetism - Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetis Fields, Chapter: 13, Oxford University Press.
- Marchette, S. A., Vass, L. K., Ryan, J., & Epstein, R. A. 2015. Outside Looking In: Landmark. Generalization in the Human Navigational System. **Journal of Neuroscience**, 35(44), 14896-14908.
- McCarthy J. 2007. What is Artificial Intelligence?, Stanford University, (Web sayfası: <http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf>), (Erişim tarihi: Kasım, 2022).
- McCloughan, C. L. B., Aspinall, P. A., & Webb, R. S. 1999. The impact of lighting on mood. **International Journal of Lighting Research and Technology**, 31(3), 81-88.
- Mgtuts, Mimarlık insan davranışını nasıl etkiler?. (Web sayfası: <https://mgtuts.com/tr/housing-planning/how-does-architecture-influence-human-behaviour.html>), (Erişim Tarihi: Haziran, 2022)

- Murcia, G., Ortíz, M. J., López-Gordo, M. A., Ferrández, J. M., Sánchez Ferrer, F., & Fernández, E. 2019. Neural representation of different 3D architectural images: An EEG study. **Integrated Computer-Aided Engineering**, 26(2): 197-205.
- National Institutes of Health, (Web sayfası: <https://www.ninds.nih.gov/health-information/public-education/brain-basics/brain-basics-know-your-brain>), (Erişim Tarihi: Eylül, 2022)
- Nguyen, T. A., & Zeng, Y. 2010. Analysis of design activities using EEG signals. In International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (Vol. 44137, pp. 277-286).
- Orhan, U., Hekim, M., & Ozer, M. 2011. EEG signals classification using the K-means clustering and a multilayer perceptron neural network model. **Expert Systems with Applications**, 38(10), 13475-13481.
- Ozan, İ., 2020. Tarihi yapıların yeniden kullanımı ve işlevlendirilmesinin mekânsal algıya etkisi, Gaziantep örneği. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep, 307s.
- Özerdem, M. S., & Karadağ, K. 2014. Parmak hareketlerine ilişkin ECoG örüntülerin AR tabanlı öznitelikler ile sınıflandırılması. **Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi**, 5(2), 89-97.
- Öztürk, K., & Şahin, M. E., 2018. Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. **Takvim-i Vekayi**, 6(2), 25-36.
- Pasin, B., & Varinlioğlu, G. 2018. Arkeolojik çevre bağlamında yeni yapı tasarımı. **Yedi**, (20), 173-182.
- Picton, T. W., 1992. The P300 wave of the human event-related potential. **J Clin Neurophysiol**, 9(4):456-79.
- Pirim, A. G. H., 2006. Yapay zeka. **Yaşar Üniversitesi E-Dergisi**, 1(1), 81-93.
- Prix, W. 2003. Ayasofya'yı Yeniden Yapmak İsterim. Hürriyet, çev. Sibel Arna, 22 Mart.
- Psychology Today, Dopamine. (Web sayfası: <https://www.psychologytoday.com/us/basics/dopamine>), (Erişim tarihi: Ağustos, 2022)
- Rad, P. N., Behzadi, F., Yazdanfar, A., Ghamari, H., Zabeh, E., & Lashgari, R. 2021. Cognitive And Perceptual Influences Of Architectural And Urban Environments

- With An Emphasis On The Experimental Procedures And Techniques. (Web sayfası: <https://psyarxiv.com/d2h4m/>), (Erişim tarihi: Eylül 2022).
- Rapoport, A., 1977. Human aspects of urban form, Pergamon Pres, Oxford.
- Ruskin, 1989, The Lamp of Truth, 48s.
- Ruskin, J. 1994. Las Siete Lámparas de la Arquitectura. (original 1849). México, D.F.: Coyoacan,
- Russell, J. A. 1992. Affective Appraisals of Environments, JL Nasar, eds, Environmental Aesthetics, Theory, Research and Applications içinde (260–274). Cambiridge University Pres.
- Sack, M. 2001. Eski ve Yeninin Bütünleşmesi. **Mimarlık Dergisi**, (1), 44-45.
- Sağlam, K. 2019. Tarihi çevrede çağdaş eklerin biçimsel ve kavramsal kriterlere bağlı değerlendirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 185s.
- Sağlam, K., & Tavşan, C., 2019. Tarihi çevrede çağdaş eklerin biçimsel ve kavramsal kriterlere bağlı değerlendirilmesi. **Yakın Doğu Üniversitesi Yakın Mimarlık Dergisi**, 3(1): 48-65.
- Sainte Anastasie, Nöro mimari, çevrenin beyin üzerindeki gücünü. (Web sayfası: <https://tr.sainte-anastasie.org/articles/neurociencias/neuroarquitectura-el-poder-del-entorno-sobre-el-cerebro.html>), (Erişim tarihi: Ağustos, 2022)
- Salingaros, N. A., & Masden, K. 2017. How neuroscience can generate a healthier architecture. *Conscious Cities Anthology 2018: Human-Centred Design, Science, and Technology/Conscious Cities Journal*, 7. (Web sayfası: <https://patterns.architecturez.net/doc/az-cf-193130>), (Erişim tarihi: Eylül 2022).
- Saltık, Ö. 2020. Azalan Belirsizlikler Altında Yatırım Kararlarının İncelenmesi: Nöroekonomik Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin, 219s.
- Schlinger, H. D. 2015. Behavior analysis and behavioral neuroscience. **Frontiers in Human Neuroscience**, 9, 210.
- Schulz, C.N., 1966. Intentions in architecture, The M.I.T. Press, Cambridge.
- Semes, S. W., 2007. Differentated and Compatiable: Four Strategies for Additions to Historic Settings. Sense of Place: Design Guidelines For New Construction In

- Historic Districts, A Publication of the Preservation Alliance for Greater Philadelphia, 4-11.
- 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.
- 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**, 584, 28-32.
- Solso, R. L., Maclin, M. K and Maclin, O. H. 2007. Bilişsel Psikoloji. Çeviri: Ayşe Ayçiçeği-Dinn, Bayrak matbaacılık, İstanbul.
- Sözer, E. & Turcan, Y. 2022. Mekânsal Fenomenlerin İnsan Davranışına Etkileri-“Nöromimari”. 7. Uluslararası Mimarlık ve Tasarım Kongresi, (Web sayfası: http://www.mimarlikvetasarimsempozyumu.org/bildiriayrinti/mekansal-fenomenlerin-insan-davranisina-etkileri-noromimari_90), (Erişim tarihi: Eylül 2023).
- Sözer, E. 2020. Nöromimari Yaklaşımı Ve Hastane Yapılarındaki Mekânsal Öğelerin Kullanıcılar Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karabük, 287s.
- Stavreva, B. 2017. New vs Old: New Architecture of Purpose in Old Settings, Master Thesis, Virginia, 62s.
- Sun, X., & Li, Z. 2021. Use of electroencephalography (EEG) for comparing study of the external space perception of traditional and modern commercial districts. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, 20(6), 840-857.
- Sungur, A., 2020. Mekan ve İnsan: Bağımlı Bir İlişkinin Tarafları. (Web sayfası: <https://www.themaggar.com/mezan-ve-insan-psikolojisi/>), (Erişim tarihi: Eylül, 2022)
- Swain, P. H., & Hauska, H. 1977. The decision tree classifier: Design and potential. **IEEE Transactions on Geoscience Electronics**, 15(3), 142-147.
- Şahin, M. 2011. Bir Yanılsama Ek. **TMMOB Mimarlık Dergisi**, 359, 33-39.
- Şapıcı, B., & Pektaş, Ş. T., 2021. Makine Öğrenmesi Aracılığı ile Kullanıcı Deneyimi Bilgilerinin Erken Mimari Tasarım Süreçleriyle Bütünleştirilmesi. **Journal of Computational Design**, 2(1), 67-94.

- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. 2013. Using multivariate statistics (Vol. 6, pp. 497-516). Boston, MA: pearson.
- Tektaş, M., Akbaş, A., & Topuz, V., 2002. Yapay zekâ tekniklerinin trafik kontrolünde kullanılması üzerine bir inceleme. Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Temel, S. C., Rüya, K. U. R. U., & Seçal, S. S., 2021. Tarihi Çevrede Eski Yeni Birlikteliğinin Özne İzlenimler Üzerinden Değerlendirilmesi: Divanyolu Caddesi (Beyazıt-Sirkeci Aksı) Örneği. **Sanat ve Tasarım Dergisi**, (27), 379-405.
- The Electroencephalogram – 1924, 2020. (Web sayfası: <https://charismaticplanet.com/the-electroencephalogram-1924/>), (Erişim Tarihi: Ağustos, 2022)
- The Human Brain: Major Structures and Functions, 2016. (Web sayfası: <https://nida.nih.gov/videos/human-brain-major-structures-functions>), (Erişim Tarihi: Eylül, 2022)
- Torres, Z. G., 2009. Historic buildings and contemporary additions: the elements of a cohesive design relationship. **Unpublished Master Thesis. University of Maryland. Maryland**, 25-30.
- Turgut, V., 2021. Nörogörüntüleme Yöntemlerine Tarihsel Bir Bakış. (Web sayfası: https://www.researchgate.net/publication/349290594_Kisa_Baslik_Norogoru **ntuleme**), (Erişim Tarihi: Eylül, 2022)
- Turing, A. M. 1950. Computing Machinery And Intelligence. **Mind**, **49**(236), 433–460.
- Turkish AI team, 2019. Beyin Görüntüleme Teknikleri. (Web sayfası: <https://medium.com/@turkishaiteam/beyi%CC%87n-g%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BCleme-tekn%C3%BCleri%CC%87-370f83638aca>), (Erişim Tarihi: Eylül, 2022)
- Uzun, C., 2020. Yapay zeka ve mimarlık etkileşimi üzerine bir çalışma: Üretken çekişmeli ağ algoritması ile otonom mimari plan üretimi ve değerlendirmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 94s.
- Velioğlu, A. 1992. Tarihi Çevre İçinde Mimari Tasarım ve Süreci Üzerine Bir Araştırma. Karadeniz Teknik Üniversitesi, FBE, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon, 222s.

- Viswanath, P., & Sarma, T. H. 2011. An improvement to k-nearest neighbor classifier. In 2011 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (pp. 227-231). IEEE.
- Wikipedia, 2023. Nörobilim. (Web sayfası: <https://tr.wikipedia.org/wiki/N%C3%B6robilim>), (Erişim Tarihi: Haziran, 2022)
- Wikipedia, Magnetoencephalography. (Web sayfası: <https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetoencephalography>), (Erişim Tarihi: Haziran, 2022)
- Wikipedia, Nörogörüntüleme. (Web sayfası: <https://tr.wikipedia.org/wiki/N%C3%B6rog%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BCleme>), (Erişim Tarihi: Haziran, 2022)
- Wolverton, B. C., Johnson, A., & Bounds, K. 1989. Interior landscape plants for indoor air pollution abatement (No. NASA-TM-101766).
- Xanthopoulos, P., Pardalos, P. M., Trafalis, T. B., Xanthopoulos, P., Pardalos, P. M., & Trafalis, T. B. 2013. Linear discriminant analysis. **Robust data mining**, 27-33.
- Yalçinkaya, Ş., Kurak Açıcı, F., & Faiz Büyükçam, S. 2019. Tarihi Çevrede Yeni Yapı Tasarımı ve Daniel Libeskind. **International Black Sea Countries Symposium**, 2, 189-199.
- Yalkı, H. 2001. Mimarlıkta yapay zeka kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 64s.
- Yeşildal, Ö. 2019. Nöroloji ve mekansal biliş arasındaki ilişki bağlamında space syntax eleştirisi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 116s.
- Yıldırım, Y. 2020. Beynin filmini çekmek-nörogörüntüleme teknikleri. (Web sayfası: <https://blog.neocortexsinirbilim.com/kalemimizden/bilimsel/beynin-filmini-cekme-k-norogoruntuleme-teknikleri/>), (Erişim Tarihi: Ekim, 2022)
- Yıldırım, B., & Demirarslan, D. 2020. İç Mimarlıkta Yapay Zekâ Uygulamalarının Tasarım Sürecine Faydalarının Değerlendirilmesi. **Humanities Sciences**, 15(2), 62-80.
- Yılmaz, A., 2017. Yapay Zeka, Kodlab Yayın, İstanbul. (Web sayfası: <https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=JsoqEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=yapay+zeka&ots=8KZRWMfMyW&sig=U1mhXgRQjb8XT>

ZD47vCmR84s2M&redir_esc=y#v=onepage&q=yapay%20zeka&f=false),
(Erişim tarihi: Ekim, 2022).

Yücel, S. ř., 2019. Tasarlanan mekanın retoriği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haliç Üniversitesi, İstanbul, 209s.

Zakar, L. 2018. Tarihi binalara ek bina tasarımında yapısal bütünleştirme performansını değerlendirmek için bir model önerisi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 281s.

Zeren, M. T. 2010. Tarihi Çevrede Yeni Ek ve Yeni Yapı Olgusu. İstanbul: Yalın Yayıncılık.

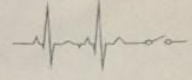


EKLER

EK 1. Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU (2011 - KA EK-80)									
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU									
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Tarihi yapılar da yeniden kullanım farklılıklarının insan algıları üzerindeki etkilerinin nörobilişsel analizi							
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU									
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	BELGE ADI	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili					
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe	☐	İngilizce	☐	Diğer	☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe	☐	İngilizce	☐	Diğer	☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe	☐	İngilizce	☐	Diğer	☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe	☐	İngilizce	☐	Diğer	☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	BELGE ADI	Açıklama							
	SİGORTA	☐							
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐							
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐							
	İLAN	☐							
	YILLIK BİLDİRİM	☐							
	SONUÇ RAPORU	☐							
	GÜVENLİK BİLDİRİMLERİ	☐							
KARAR BİLGİLERİ	Karar No : 2022/67								
	Yukarıda bilgileri verilen prospektif başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/ çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.								
KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU									
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu							
ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI		Prof. Dr. Sema Kader KÖSE							
Unvanı / Adı Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti	Araştırma ile ilişkisi	Katılım (*)				
Prof. Dr. Sema Kader KÖSE	Tıbbi Biyokimya	E.Ü. Tıp Fak.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Prof. Dr. Selma GÖKAHMETOĞLU	Mikrobiyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Prof. Dr. Zuhai HAMURCU	Tıbbi Biyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Prof. Dr. Hüseyin Sinan TOPÇUOĞLU	Endonti	E.Ü. Diş Hek.Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Prof. Dr. Adnan BAYRAM	Anest ve Rean.	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Prof. Dr. Fatih KARDAŞ	Çocuk Sağ. ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Doç. Dr. Mehmet DOLANBAY	Kadın Hast. ve Doğum	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Doç. Dr. Zafer SEZER	Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Doç. Dr. Hakan İMAMOĞLU	Radyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Doç. Dr. Oktay BOZKURT	İç Hastalıkları	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Dr. Öğr. Üyesi Kemal Erdem BAŞARAN	Fizyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Dr. Öğr. Üyesi Gözde E. ZARARSIZ	Biyoistatistik	E.Ü. Tıp Fak.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Uzm. Dr. Uğur AYDEMİR	Genel Cerrahi	Bünyan Dev. Hast.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Av. Haluk Korkusuz	Avukat	Kayseri Barosu	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
Sevtap KOÇER	Sivil Üye	Serbest	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒	H ☐	H ☐	H ☐	H ☐
* Toplantıda Bulunma									
Prof. Dr. Sema Kader KÖSE									
Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır									

EK 2. Erciyes Üniversitesi Klinik Mühendisliği Araştırma ve Uygulama Merkezi (ERKAM) Altyapısının Kullanım Onay İzni

	T.C. ERCIYES ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ Klinik Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi	
Sayı :34554770-934.01.08-315 Konu: Proje Desteği	16.12.2021	
İLGİLİ MAKAMA		
Danışmanlığını Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI'nın yürüttüğü "Tarihi Yapılarda Yeniden Kullanım Farklılıklarının insan Algıları Üzerindeki Etkilerinin Nörobilişsel Analizi" başlıklı proje ile başvuran Yüksek Lisans Öğrencisi Gamze Merve ŞENGÖNÜL, proje süresi boyunca Klinik Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin alt yapı imkanlarından faydalanacaktır.		
Gereğini bilgilerinize arz/rica ederim.		
		
Prof. Dr. Kenan DANIŞMAN Müdür		
Adres: T.C. Erciyes Üniversitesi Rektörlüğü Klinik Müh. Arş. ve Uyg. Merkezi No: 28 38030 Melikgazi / KAYSERİ Telefon/Fax: 0 (352) 437 93 45 E-posta: erkam@erciyes.edu.tr		

Ek 3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (BGOF) Örneği

Bilgilendirme

Sizi, Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI, Prof. Dr. Sevdâ İSMAİLOĞULLARI ve araştırmacı Gamze Merve ŞENGÖNÜL tarafından yürütülen “Tarihi Yapılarda Yeniden Kullanım Farklılıklarının İnsan Algıları Üzerindeki Etkilerinin Nörobilişsel Analizi” adlı araştırmaya katılmaya davet ediyoruz. Bu araştırmada amaç, yapıların yeniden kullanımı ve yeni mekân ihtiyacıyla getirilen yeni eklerin, tasarım yaklaşımı açısından insanların algılarını nasıl etkilediğini araştırmaktır. Böylece yapıların yeniden kullanımı konusunda farklı bir bakış açısının sunulması ve yeni ek yapı üzerinden tercih ettikleri tasarım şekillerinde daha mutlu hissederek manevi ve estetik hazzın artırılması sağlanabilecektir. Araştırmaya ait tanıtıcı bilgiler formunu doldurmak tahmini 3-5 dakikanızı alacaktır. Araştırma amacıyla beyin işaretlerinizin alınması ise tahmini 55-60 dakikanızı alacaktır. Deney sırasında size zarar verebilecek hiçbir girişimsel uygulamada bulunulmayacaktır. Yalnızca kafatasınıza ve şakaklarınıza yapışkan özellikli sıvı içeren, kalıcı kimyasal etkisi olmayan, elektrotlar yapıştırılacak ve sizden deney prosedüründeki hareketleri yapmanız istenecektir.

Araştırmaya katılmak, **gönüllünün tamamen özgür iradesine dayanmaktadır**. Araştırmanın amacına ulaşabilmesi için deney prosedürünü birebir yerine getirmeniz beklenmektedir. Bu formu okuyup onayladığınız takdirde araştırmaya katılmayı kabul etmiş olacaksınız, ancak katılmama veya katıldıktan sonra araştırma sonlanana kadar herhangi bir anda bırakma hakkınız da bulunmaktadır. Araştırma süresince, sormak istediğiniz herhangi bir soru olduğunda, Prof. Dr. Sevdâ İSMAİLOĞULLARI’na “05*****” numaralı telefondan ulaşabilirsiniz. Araştırmadan elde edilecek olan bilgiler ve veriler tamamen bilimsel amaçlarla kullanılacak olup, **kişisel bilgilerinizin kesinlikle gizli tutulacaktır**.

Gönüllü Oluru Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, özgür irademle (kendi rızamla) katılmayı kabul ediyorum.		
Ad-Soyad:	İmza:	Tarih:
Sorumlu Hekimin; Adı- Soyadı: Prof. Dr. Sevdâ İSMAİLOĞULLARI	İmzası:	Tarih:

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Gamze Merve ŞENGÖNÜL
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Yazışma Adresi:

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Cumhuriyet Üniversitesi, Mimarlık Bölümü	2020
Lise	Cumhuriyet Anadolu Lisesi, Sivas	2015

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

1. Sümengen, Ö., & Şengönül, G. M., 2022. Investigation of daylight performance in traditional residential buildings in the context of EN-17037 standard-Sivas Hubiyar Korucu Mansion. **Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning**, 3(3), 376-396.