



T.C.

**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
(FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI)**

**FEN BİLİMLERİ DERSİNDE
EĞİTSEL NÖROBİLİME DAYALI ETKİNLİKLERLE
ÖĞRETİMİN ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yasemin TAŞKINER ŞEREFLİOĞLU

DANIŞMAN

Prof. Dr. Didem KILIÇ

AKSARAY, 2023

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 202308405 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Yasemin TAŞKINER ŞEREFLİOĞLU tarafından hazırlanan “**FEN BİLİMLERİ DERSİNDE EĞİTSEL NÖROBİLİME DAYALI ETKİNLİKLERLE ÖĞRETİMİN ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Didem KILIÇ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Prof. Dr. Cem GERÇEK

Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Prof. Dr. Naim UZUN

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 07/06/2023

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinallliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Yasemin TAŞKINER ŞEREFİOĞLU

TEŞEKKÜR

Tanıştığım ilk günden bu yana tüm samimiyetiyle hayatıma dokunan, eğitim sürem boyunca beni sürekli geliştirmeye odaklanan, en durmak istediğim noktada her türlü desteğiyle beni sürece yeniden tutturana ve yolumu hep aydınlatan sevgili danışmanım, Prof. Dr. Didem KILIÇ hocama sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca beni kendimle tekrar buluşturmaya yönlendiren ve çalışmaktan bir gün bile sıkılmadığım tez konumun da mimarı olduğu için kendisine sevgi, saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

Tezimi geliştirebilmem konusunda değerli desteklerini esirgemeyen ve kıymetli vakitlerini ayıran sevgili jüri üyelerim Prof. Dr. Cem GERÇEK hocam ile Prof. Dr. Naim UZUN hocama da ayrı ayrı teşekkürlerimi sunuyorum.

Lisanüstü eğitim hayatım süresince dostluğuyla her konuda desteğini gördüğüm ve iyi ki bu süreci beraber yürütmüşüz dediğim sevgili arkadaşım Hakan Demircioğlu hocama da teşekkürlerimi ifade etmek ve desteklerinden dolayı şükranlarımı sunmak istiyorum.

Sevgili ailem, babam Ramazan TAŞKINER, hayatımın mimarı. Bu günlere gelmemde her zaman desteklerini gördüğüm eli öpülesi insan, teşekkürlerim buradan ifade edilemeyecek kadar çok. Canım babam her şey için çok teşekkürler.

Her zaman her konuda desteğini gördüğüm ve her takıldığım noktada elimi tutup tekrar kaldıran sevgili eşim Mehmet ŞEREFLİOĞLU, bu sürece başlamamda ve sürdürmemde yanımda olduğun için, yol arkadaşılığınla yoluma değer kattığın için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Canım oğlum, Çağan'ım, seninle başlayan hayatım ve bana sunduğun annelik bu güne kadar bana verilmiş en güzel hediye. Bana sunduğun bu muhteşem hislere, evlat olarak gösterdiğin tüm anlara sonsuz teşekkürlerim var. Sen iyi ki varsın annecim.

Ve sevgili kendim, kendi hayallerin için çıktığın bu yolda çok yoruldun biliyorum. Ama kendinle savaştığın bu yolun sonunda yine sensin galip. Başardın, tebrik ediyorum. Daha nice başarılarla ulaşacağın yarınlara...

Yasemin TAŞKINER ŞEREFLİOĞLU
AKSARAY, 2023

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Önemi	9
1.2 Araştırmanın Amacı	11
1.3 Araştırmanın Sayıltıları	12
1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları.....	12
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	13
2.1 Sinir Sisteminin Yapı ve Fizyolojisi.....	13
2.1.1 Sinirsel iletim.....	15
2.2 Sinir Sisteminin Temel Organizasyonu	17
2.2.1 Merkezi sinir sistemi.....	18
2.2.1.1 Beyin ve nöroanatomik yapısı.....	18
2.3 Nörogenez ve Öğrenme İlişkisi.....	34
2.4 Nöroplastisite ve Öğrenmeye Nörofizyolojik-Biyokimyasal Bir Bakış	40
2.5 Bellek Oluşumu ve Öğrenme	46
2.6 Nörotransmitter Maddeler ve Öğrenme	50
2.6.1 Glutamat	51
2.6.2 Serotonin.....	52
2.6.3 Oksitosin.....	52
2.6.4 Endorfin.....	52
2.6.5 Dopamin	53
2.6.6 GABA.....	53
2.6.7 Asetilkolin	54
2.7 Öğrenmede Duygunun Nörofizyolojik Temelleri	54
2.8 Öğrenme Sürecinde Ödül Kullanımı ve Nörofizyolojik – Biyokimyasal Etkileri	56
2.9 Öğrenmeyi Etkileyen Faktörlerin Nörofizyolojik ve Biyokimyasal Temelleri.....	60
2.9.1 Dikkat	60
2.9.2 Stres.....	63
2.9.3 Kaygı	65
2.10 Beyin Görüntüleme Teknikleri.....	67
2.11 Tez Uygulamasına Konu Olan Eğitsel Nörobilime Dayalı Etkinlikler ve Bilimsel Dayanakları.....	68
2.11.1 Meditasyon ve nefes egzersizleri	68
2.11.2 Müzik ve öğrenme ilişkisi	70
2.11.3 Günlük yaşam problemlerini bilimsel bilgiye dayalı olarak açıklamak – kavramsal değişim	71
2.11.4 Çalışma belleğine yönelik egzersizler.....	72
2.11.5 2D-3D görsel nesne etkileşimi.....	73
2.11.6 Birden fazla duyu organına hitap etmek.....	74

2.11.7 Sınıf dışı öğrenme ortamları	75
2.11.8 Tümevarımsal öğrenme	76
2.11.9 Ders içi etkileşim	77
2.11.10 Dikkat ve güdülenme.....	78
2.11.11 Video izleme	79
2.11.12 Yapayarak ve yaşayarak öğrenme.....	80
2.11.13 İşbirlikli öğrenme	81
2.11.14 Çevrim içi öğrenme	82
2.11.15 Hikaye yazma.....	83
2.11.16 Fiziksel deneyim	84
2.11.17 Beyin fırtınası.....	84
3. YÖNTEM	86
3.1 Araştırmanın Modeli.....	86
3.2 Çalışma Grubu.....	87
3.3 Uygulama Süreci	88
3.3.1 Deney grubuna yönelik uygulama süreci	88
3.3.1.1 Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri	90
3.3.1.2 Dikkat çekme.....	91
3.3.1.3 Ders içi etkileşim	92
3.3.1.4 Duyusal materyal sunma	92
3.3.1.5 Günlük yaşamla ilişkilendirme	93
3.3.1.6 Çevrim içi öğrenme	94
3.3.1.7 Sınıf dışı öğrenme ortamları.....	94
3.3.1.8 Yaparak yaşayarak öğrenme	95
3.3.1.9 Oyun temelli etkinlikler	95
3.3.1.10 İşbirlikli öğrenme	95
3.3.2 Kontrol grubuna yönelik uygulama süreci	96
3.4 Veri Toplama Araçları	96
3.4.1 Canlılar dünyası başarı testi.....	96
3.5 Verilerin Analizi.....	101
4. BULGULAR.....	103
4.1 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular.....	103
4.2 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular.....	104
4.3 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kalıcılık Test Puanlarına İlişkin Bulgular	105
4.4 Deney Grubu Öğrencilerinin Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Bulgular	106
4.5 Kontrol Grubu Öğrencilerinin Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Bulgular	108
5. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	111
5.1 Sonuç ve Tartışma	111
5.1.1 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanlarına ilişkin sonuçlar	111
5.1.2 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test puanlarına ilişkin sonuçlar	111
5.1.3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kalıcılık test puanlarına ilişkin sonuçlar	114

5.1.4 Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar	117
5.1.5 Kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar	118
5.2 Öneriler	119
KAYNAKLAR	124
EKLER	166
EK A. Başarı Testi	167
EK B. Deney Grubuna Yönelik Uygulanan Ders Planları	175
EK C. Kontrol Grubuna Yönelik Ders Planları	229
EK D. Etik Kurul İzin Onayı	255
EK E. Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma İzin Belgesi.....	256
ÖZGEÇMİŞ	257



YÜKSEK LİSANS TEZİ
FEN BİLİMLERİ DERSİNDE
EĞİTSEL NÖROBİLİME DAYALI ETKİNLİKLERLE ÖĞRETİMİN
ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ

Yasemin TAŞKINER ŞEREFLİOĞLU

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
(Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı)

Danışman: Prof. Dr. Didem KILIÇ

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, fen bilimleri dersinde eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler kullanmanın öğrencilerin akademik başarılarına ve bilgilerin kalıcılığına etkisini araştırmaktır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma grubu 36 öğrenci deney grubu ve 33 öğrenci kontrol grubu olmak üzere toplamda 69, 5. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Araştırmanın uygulama aşamasında deney grubu öğrencilerine “Canlılar Dünyası” ünitesi eğitsel nörobilim verilerine dayalı geliştirilen etkinlikler ile aktarılırken, kontrol grubu öğrencilerine geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak öğretilmiştir. Uygulama aşaması 13 ders saati süresinde tamamlanmıştır. Veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen “Canlılar Dünyası Başarı Testi” kullanılmıştır. Veri analizinde deney ve kontrol gruplarının farklı zamanlardaki ölçüm sonuçlarının ortalaması değerlendirilirken tekrarlı ölçümlerde tek yönlü ANOVA, gruplar arasındaki ortalamalar değerlendirirken bağımsız gruplarda t testi kullanılmıştır. Uygulama sonunda eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinliklerin akademik başarıya ve bilgilerin kalıcılığına etkisi analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, deney ve kontrol grubunun son test puan ortalamalarının kıyaslanmasında, deney grubu lehine anlamlı bir fark elde edilmiş ve eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla öğrenmeyi daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının kalıcılık test puan ortalamalarının karşılaştırılmasında ise, yine deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuş ve eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin bilgilerin kalıcılığına olumlu etki yaptığı görülmüştür. Elde edilen verilerden hareketle eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler fen bilimleri dersinde öğrenci başarısına olumlu katkılar sağlamanın yanı sıra bilgilerin kalıcılığını da desteklemektedir, sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Eğitsel nörobilim, Eğitimsel sinirbilim, Zihin-beyin ve eğitim, Nöro-eğitim

Haziran, 2023; 259 sayfa

M.Sc. THESIS

THE EFFECT OF TEACHING WITH ACTIVITIES BASED ON EDUCATIONAL NEUROSCIENCE ON STUDENT SUCCESS IN SCIENCE COURSE

Yasemin TAŞKINER ŞEREFLİOĞLU

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mathematics and Science Education
(Science Education)**

Supervisor: Prof. Dr. Didem KILIÇ

ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate the effect of using educational neuroscience-based activities in science lessons on students' academic achievement and retention. In the study, a quasi-experimental design with pretest-posttest control group, which is one of the quantitative research methods, was used. The study group consists of 69 5th grade students in total, 36 students in the experimental group and 33 students in the control group. In the implementation phase, the "Living World" unit was taught to the experimental group students with the activities developed based on educational neuroscience data, while the control group students were taught using traditional teaching methods. The implementation phase was completed in 13 course hours. The "Living World Achievement Test" developed by the researcher was used as a data collection tool. While the means of the measurement results of the experimental and control groups at different times was analyzed with repeated measures ANOVA, and independent groups t-test was used when evaluating the means between groups. At the end of the application, the effects of activities based on educational neuroscience data on academic achievement and retention of knowledge were analyzed. According to the results of the analysis, a significant difference was obtained in favor of the experimental group in the comparison of the post-test scores of the experimental and control groups, and it was concluded that educational neuroscience-based activities affected learning more positively than traditional teaching methods. In the comparison of the retention test scores of the experimental and control groups, significant results were also obtained in favor of the experimental group, and it was determined that educational neuroscience-based activities had a positive effect on the retention. According to the results of the analysis, activities based on educational neuroscience not only make positive contributions to student success in science lessons, but also support the retention.

Keywords: Educational neuroscience, Neuroscience in education, Mind-brain and education, Neuro-education

June, 2023; 259 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Eğitsel nörobilim ve transdisipliner yapısı	5
Şekil 2.1. Nöronun temel yapısı	13
Şekil 2.2. Hasar görmüş miyelin bulunduran nöron yapısı.....	14
Şekil 2.3. Akson boyunca uyarının ilerlemesi	16
Şekil 2.4. Aksiyon potansiyeli oluşumu	16
Şekil 2.5. Sinir sistemi temel organizasyon şeması.....	18
Şekil 2.6. Beynin frontal kesilmesi ile görünen beyaz ve gri madde görüntüsü.....	19
Şekil 2.7. Beynin temel bölümleri.....	19
Şekil 2.8. Serebral hemisferleri birbirine bağlayan sinir lifleri korpus kallozum	20
Şekil 2.9. Serebral korteks ve temel lobları	22
Şekil 2.10. Prefrontal korteks ve bölümleri	23
Şekil 2.11. Temporal lob ve bölümleri	25
Şekil 2.12. Limbik sistem temel yapısı.....	29
Şekil 2.13. Hippokampus ve temel yapısı.....	30
Şekil 2.14. A. Eğitilmiş taksi şoförlerinde kontrol grubu kişilerine kıyasla arka hippokampus bölümünde artan gri madde görüntüsü B. Taksi sürme süresi uzadıkça gri madde hacminin arttığı sağ arka hipokampal alan	32
Şekil 2.15. Amigdala ve temel görünümü	33
Şekil 2.16. SVZ bölgesinde üretilen nöral kök hücrelerin göçü	36
Şekil 2.17. Yetişkin hipokampal nörogenezini etkileyen faktörler	38
Şekil 2.18. Doğumdan itibaren yaş almaya bağlı şekillenen sinaptik etkileşim	42
Şekil 2.19. Öğrenme ile gri ve beyaz maddedeki yapısal değişiklikler	43
Şekil 2.20. Egzersiz eğitiminden sonra beynin gri madde hacmi değişir. (A) Egzersiz eğitim grubu, dorsolateral prefrontal korteks (DLPFC), posterior singulat korteks (PCC), striatum, el motor alanı, oksipital lob ve beyincikte önemli ölçüde artan gri madde hacmine sahiptir. (B) İki grup arasında ilgilenilen bölgelerde ortalama gri madde yoğunluğu değişimi eğitim grubu lehinedir	44
Şekil 2.21. Bellek sistemleri arasındaki ilişki	46
Şekil 2.22. (a) Dikkat yükünün ana etkisi – Dorsal frontoparietal dikkat ağına ait bölgeler (b) Düşük dikkat yükü sırasında dikkat ağının duygusal modülasyonu	62
Şekil 2.23. Stresin hippokampus, amigdala, parahippokampal girus ve prefrontal kortekse etkisi.....	64
Şekil 2.24. Sosyal bir görev sırasında sosyal anksiyete bozukluğu olan bireyler (SAD) ve sağlıklı bireylerde (HC) aktif beyin bölgelerine ilişkin fMRI görüntüsü	67
Şekil 2.25. Meditasyon yapan ve yapmayan kişilerde beyin aktivasyonu.....	69
Şekil 2.26. Keyif verici müzik dinleme sırasında beynin kortikal bölgelerinin aktivasyonu	70
Şekil 2.27. Araştırmaya konu olan fizik kavramına ilişkin kavramsal değişimi sağlamış (a) ve sağlamamış (b) kişilerin sorulan sorulara verdikleri cevaplara karşılık beyin aktivasyonları	72
Şekil 2.28. Çocuklarda n-geri görevinin nöral bağlantıları.....	73

Şekil 2.29. 2D (kırmızı renk) ve 3D (mavi renk) görevlere yönelik aktif beyin bölgeleri.....	74
Şekil 2.30. Geri çağırma sırasında 3Hz'lik düşük frekansta 2D-3D akım yoğunluğu aktivasyon farkı.....	74
Şekil 2.31. 10 farklı kişiye ait duyuşal işleme ve aktif kortikal bölgeler	75
Şekil 2.32. Yeşil ve doğal görüntüleri izleyen kişilerde aktif beyin bölgeleri.....	76
Şekil 2.33. İç mekan ve dış mekanda işlenen ders içeriğinin uzun süreli bellekte saklanması.....	76
Şekil 2.34. Tümevarımsal öğrenme görevi sırasında bilateral prefrontal korteks aktivasyonları.....	77
Şekil 2.35. Ders süresince öğrenciler ya da öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşim sırasında beynin aktif çalışan bölgeleri ve fMRI görüntüsü.....	78
Şekil 2.36. Öğretim etkinliklerinin öğrenci dikkati üzerindeki etkileri (a) Alfa gücünün ders ve video izleme sırasında daha yüksek olduğunu göstermektedir. (b) Öğrenci dikkati, her öğretim etkinliği için ortalama normalleştirilmiş alfa gücü ölçüm sonuçları. (c) Öğrenci dikkati; aktivitelerdeki kodlanabilir dikkatsizlik aralarındaki oranın derecelendirme sonuçları	79
Şekil 2.37. Video izleme sırasında yapılan EEG ölçümü	80
Şekil 2.38. Farklı senaryolarda video izlemeye ait EEG ölçüm sonuçları.....	80
Şekil 2.39. 6 haftalık bir motor bir eğitim sonrasında ventral premotor kortekste gerçekleşen aktivasyon artışı.....	81
Şekil 2.40. İşbirlikli bir bilgisayar oyunu oynama sırasında ön insula aktivasyonu	81
Şekil 2.41. Dört farklı fMRI ölçümü sırasında işbirliği ve rekabet denemelerinde katılımcıların hedef modele ulaşmadaki ortalama başarı yüzdesi ve standart sapmalarına ilişkin histogramlar.....	82
Şekil 2.42. Farklı çevrim içi videolarını izleme sırasında dikkat modülasyonu	82
Şekil 2.43. Yaratıcı hikaye yazma sırasında kortikal aktivasyon.....	83
Şekil 2.44. Yaratıcı yazma ve yaratıcılık arasındaki pozitif korelasyon	83
Şekil 2.45. Fiziksel deneyim ve aktif beyin bölgelerine ilişkin beyin görüntüleme.....	84
Şekil 2.46. Beyin fırtınası sırasında kortikal aktivasyon	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırmanın deseni.....	86
Çizelge 3.2. Başarı testinin uygulandığı grupların cinsiyete göre frekans dağılımı.....	87
Çizelge 3.3. Deney grubu öğrencilerine yönelik geliştirilmiş olan ders planları içeriğine dair etkinlik başlıkları.....	89
Çizelge 3.4. Deney grubu öğrencilerine uygulanan duygu, dikkat ve farkındalık egzersizleri	91
Çizelge 3.5. Ders başlangıcında öğrencilerin dikkatlerini çekmek için yapılan etkinlikler.....	91
Çizelge 3.6. Duyu organlarını uyarmayı hedefleyen etkinlikler	93
Çizelge 3.7. Ders planları içerisinde günlük yaşamla ilişki kurmayı amaçlayan soru örnekleri.....	94
Çizelge 3.8. Ders planları içerisinde yaparak yaşayarak öğrenmeyi amaçlayan etkinlik örnekleri.....	95
Çizelge 3.9. Canlılar dünyası ünitesi içeriğine ilişkin temel bilgiler.....	97
Çizelge 3.10. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” madde istatistikleri	98
Çizelge 3.11. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” sorularının bloom taksonomisine göre değerlendirilmesi.....	99
Çizelge 4.1. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test sonuçlarına ilişkin normallik testi sonuçları	103
Çizelge 4.2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test puan ortalamaları arasındaki farka ilişkin bağımsız gruplarda t testi sonuçları	104
Çizelge 4.3. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” son test puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları.....	104
Çizelge 4.4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” son test puan ortalamaları arasındaki farka ilişkin bağımsız gruplarda t testi sonuçları	105
Çizelge 4.5. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” kalıcılık testi puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları.....	106
Çizelge 4.6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” kalıcılık testi puan ortalamaları arasındaki farka ilişkin bağımsız gruplarda t testi sonuçları	106
Çizelge 4.7. Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi sonuçlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları	107
Çizelge 4.8. Deney grubu öğrencilerine uygulanan “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları	107
Çizelge 4.9. Tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizi sonuçlarından elde edilen küresellik (sphericity) testi sonuçları.....	108
Çizelge 4.10. Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları	108
Çizelge 4.11. Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları ortalamasının çoklu karşılaştırılmasına ilişkin Bonferroni testi sonuçları.	109
Çizelge 4.12. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi sonuçlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.....	110

Çizelge 4.13. Kontrol grubu öğrencilerine uygulanan “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları.	110
Çizelge 4.14. Kontrol grubu öğrencilerine uygulanan “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin küresellik (sphericity) testi sonuçları.....	111
Çizelge 4.15. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları	111
Çizelge 4.16. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları ortalamasının çoklu karşılaştırılmasına ilişkin Bonferroni testi sonuçları	112



SİMGELER ve KISALTMALAR

ACTH	Adrenokortikotropik hormon
AMPA	α -amino-3-hidroksi-5-metil-4-izoksazolpropiyonik asit
BDNF	beyin türevli nörotrofik faktör
CA1	Cornu Ammonis-1
CA3	Cornu Ammonis-3
Cohen's d	Cohen'in etki büyüklüğü
CRF	Kortikotropin salma faktörü
CT	Bilgisayarlı tomografi
DEHB	Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu
EEG	Elektroensefalografi
fMRI	Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme
GABA	Gama-aminobütirik asit
HPA	Hipotalamo-hipofiz-adrenal eksen
IGF-1	İnsülin benzeri büyüme faktörü-1
KR-20	Kuder- Richardson-20
LTD	Uzun süreli depresyon
LTP	Uzun süreli güçlendirme
MEG	Magnetensefalografi
MRI	Manyetik rezonans görüntüleme
MRS	Manyetik rezonans spektroskopi
NMDA	N-metil-D-aspartat
PET	Pozitron emisyon tomografisi
Sd	Serbestlik derecesi
SGZ	Subgranüler bölge
SPECT	Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi
SS	Standart sapma
SVZ	Subventriküler bölge
TMS	Transkranial magnetik stimülasyon
VTA	Ventral tegmental alan

1. GİRİŞ

Biyolojik bir organizma olan insan, aynı zamanda çevresiyle sürekli etkileşim halinde olan sosyal bir varlıktır (Celkan, 1991). Doğası gereği sosyal çevresiyle kurduğu etkileşimler süresince bilinçli ya da bilinçsiz pek çok uyarıcıya maruz kalır (Büdün, 2018). Alınan uyarılar bilişsel, duyuşsal ya da devinimsel bir takım kalıcı değişimler oluşturarak bireyin sosyal çevresine uyumunu artırır (Yılmaz, 2009). Bu süreç ise, öğrenme süreci olarak ifade edilir (Keleş ve Çepni, 2006).

Bireyin yaşantısı içerisinde çevresine uyumunu arttıracak edinimler geliştirebilmesi için öğrenme eylemi son derece önemli bir gerekliliktir (Almachi, 2019). Bu nedenle öğrenme tanımı, bilim tarihinde önem atfedilen bir kavram olmakla birlikte psikoloji bilimi ile ilgilenen pek çok bilim insanının da odak noktası olmuştur. Bilim insanlarının öğrenme kavramına ilişkin açıklamaları incelendiğinde pek çok farklı tanım olduğu görülmektedir. Woolfolk (1993) öğrenmeyi bilgide ve davranışta kalıcı değişikliklere neden olan yaşantı süreci olarak tanımlarken, Kılıç (2014) ise öğrenme eylemini; yaşantı içerisinde gerçekleşen sürekli bir değişim süreci olarak ifade etmekte ve bireylerin yeni durumlara uygun davranışlar geliştirmesi olarak açıklamaktadır. Senemoğlu'nun (2007) öğrenme eylemine ilişkin tanımı incelediğinde ise, öğrenmenin kalıcı izli değişimleri ifade etmesi gerekliliği göze çarpmaktadır. Tüm bu tanımlardan hareketle öğrenme kavramına ilişkin farklı tanımların; yaşantı süreci sonucunda oluşma, ilaç vb. etkilerle kısa süreli etkiler oluşturmaktan öte uzun süreli kalıcı etkiler oluşturma, zamanla yeni durumlarla ve olaylarla ilişkilendirilebilme ve transfer edilebilme ifadelerinde birleştiği görülmektedir.

Bireyi merkeze alan eğitim anlayışının temelinde bireylerin öğrenme süreçlerini açıklamaya çalışan pek çok kuram, öğrenmeye dair önemli açıklamalarıyla eğitim bilimlerinin gelişimine ciddi katkılar sunmuştur. Öğrenme kavramını psikoloji biliminin bulgularıyla eşleştirerek eğitimcilere sunan bu kuramlar, bireyin öğrenme sürecini dış çevredeki uyarılarla ilişkilendirerek öğrenmenin gerçekleşebilmesinde gerekli temel koşulları incelemekte ve kendi ilkeleriyle psikoloji biliminin bulgularını birleştirerek yeni tanımlar üretmektedirler (Yılmaz, 2009). Öğrenmeye dair kuramların ortak özellikleri incelendiğinde tüm kuramların bireyin çevresiyle kurduğu etkileşim sonucunda çevreye uyumunu arttıracak gelişimleri incelediği

görülmektedir (Çelen, 1999; akt. Avcı, 2005). Bu teorilerin bireyin yaşantısına uyumunu açıklamaya çalışan ortak bir çatı altında olmalarına rağmen öğrenme tanımına dair farklı bakış açılarına sahip oldukları görülmektedir (Avcı, 2005). Bu anlamda davranışçı, bilişsel ya da yapılandırmacı öğrenme kuramları öğrenmeye dair farklı açıklamalar sunarken bilimsel bilginin gelişimi süresince öğrenme kavramına dair farklı tanımlamalar oluşmuştur.

Temellerini Watson, Thurndike ve Pavlov'un attığı davranışçı öğrenme kuramları, gözlemlenebilen davranışları inceleyerek uyarıcı tepki ilişkisinin önemini savunmakta ve öğrenmenin koşullanma ile gerçekleştiğini açıklamaktadır (Doğanay, 2014). Davranışçı kuramlar, öğrenme sürecinde insan ya da hayvan öğrenmesinin farklı olmadığını (Ormrod, 1990), koşullanmaya neden olan uyarıcı ile uyarıcıya verilen tepkinin sıklığının öğrenmede temel faktör olduğunu (Senemoğlu, 2007) ve öğrenme sürecinde ödül ve ceza gibi pekiştireçlerin öğrenilen eylemin tekrar edilme sıklığına etki ettiğini (Morgan, 2011; Senemoğlu, 2007) çeşitli deneylerle ortaya koymaktadır. Davranışçı öğrenme kuramları öğrenme kavramına ilişkin önemli bilimsel çalışmalar sunmuş olmasına rağmen 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra bilişselci psikologlar tarafından ciddi eleştiriler almaya başlamıştır (Doğanay, 2014). Bilişsel öğrenmeyi savunan psikologlar, öğrenmenin doğrudan gözlemlenemeyeceğini savunurken öğrenmenin zihinsel organizasyonuna dikkat çekmektedir (Yılmaz, 2009). Piaget, Gestalt ve Bruner gibi eğitim psikologlarının öncülüğünde ortaya çıkan bilişsel öğrenme kuramları, bilginin zihinde organize edilmesi, hatırlanması gibi zihinsel süreçlerin önemine değinerek yaşantı ve deneyimin önemini savunmakta ve insanın sosyal bir varlık olduğunu öne sürerek bireylerin sosyal etkileşimleri süresince gözlem yoluyla öğrendiklerini öne sürmektedir (Demirbaş ve Yağbasan; 2005; Türkçapar ve Sargın, 2011). Bir diğer kuram olan yapılandırmacı paradigma ise, pozitivist geleneği reddederek (Aydınlı, 2015) bilginin öğrenen bireyden bağımsız olamayacağını öne sürmektedir (Şaşan, 2002). Bireyin deneyimleri ile yaşantı süreci içerisinde eski bilgi ve yeni bilgiyi yapılandırarak (Perkins, 1999; Sherman ve Kurshan, 2005) öğrendiğini ifade etmekte ve öğrenme sürecinde aktif yaşantıya dikkat çekmektedir (Arslan, 2007).

İnsan öğrenmesine dair önemli bakış açıları kazandıran bu kuramlar, öğrenme kavramına dair önemli tanımlar sunmuş olmalarına rağmen, öğrenmenin beyinde gerçekleşen biyolojik ve fizyolojik değişimler olduğu gerçeği (Hebb, 1949), özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra daha da önem kazanmaya başlamıştır. Bu bağlamda; 1970’li yıllardan sonra fMRI (işlevsel manyetik rezonans görüntüleme), PET (pozitron emisyon tomografisi), MRI (manyetik rezonans görüntüleme), MEG (magnetosefalografi) gibi nörogörüntüleme cihazlarının icadı ile öğrenmeye dair beyin yapılarının araştırılması yönünde önemli bilimsel çalışmalara imza atılmıştır (Raichle, 1998). Beyin görüntüleme alanındaki bu ilerlemeler, zamanla öğrenmenin nörofizyolojik ve biyokimyasal bir süreç olduğunu beynin yapı ve işleyişindeki değişimlerle açıklamaya başlamıştır (Morita vd., 2016).

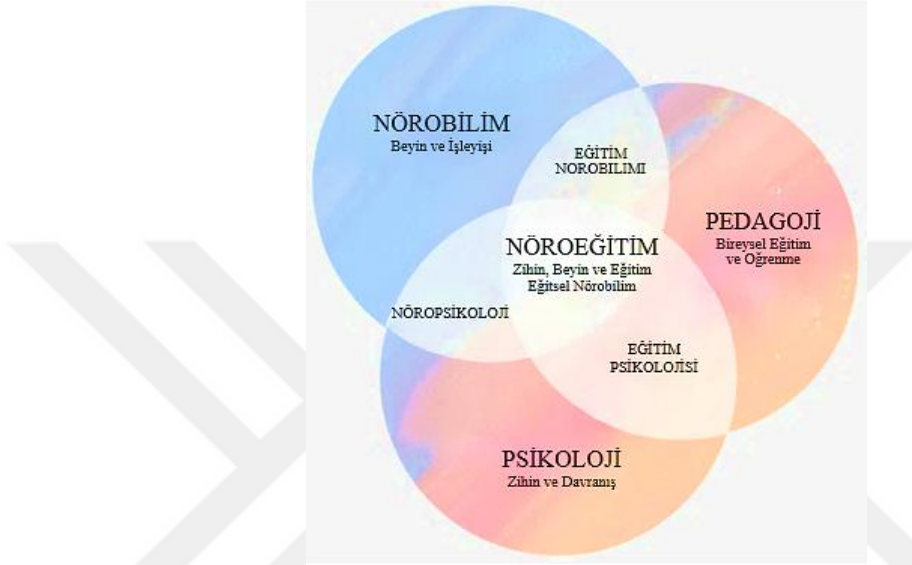
Hebb, Piaget, Gardner, Hart, Thorndike, Chall, Mirsky, Vygotsky, Caine ve Caine gibi eğitim psikologlarının öğrenme kavramına yaklaşımları öğrenmeye dair beyin yapılarının araştırılması yönünde önemli çalışmalara öncü olmuştur (Ferrari ve McBride, 2011). Donald Hebb 1949 yılında yayınladığı “The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory” (Davranış Organizasyonu: Nöropsikolojik Bir Teori) isimli kitabında öğrenmenin beyin hücreleri arasında gerçekleşen bir etkileşim sonucunda oluştuğunu açıklarken öğrenme kavramına ilişkin nörofizyolojik bir kuramın temellerinin de atılmasını sağlamıştır (Quartz ve Sejnowski, 1997). Hebb’in çalışmaları sonucunda literatüre “Hebbian öğrenme modeli” olarak geçen nörofizyolojik öğrenme kuramının temelinde “birlikte ateşlenen nöronlar birbirine bağlanır” görüşü zamanın koşullarında öğrenme kavramına dair somutlaştırılmış bir ifade olarak yeni bir paradigma oluşturmuştur (Munakata ve Pfaffly, 2004). Hebb’in öğrenmeye dair açıklamaları o yıllarda büyük etkiler oluşturmazken (Sejnowski, 1999) ilerleyen süreçlerde beyin görüntüleme alanındaki önemli teknolojik gelişmeler, öğrenme kavramının da şekillenerek nörofizyolojik ve biyokimyasal temeller bulmasını sağlamıştır. Bu anlamda farklı beyin görüntüleme teknikleri kullanarak beynin yapı ve işleyişine dair gizemi çözmeye çalışan nörobilim, multidisipliner çalışmalarıyla elde ettiği verileri eğitimcilere de sunarak eğitim alanında öğrenme kavramına dair nörofizyolojik ve biyokimyasal bir bakış açısının gündeme gelmesinin yollarını açmıştır (Keleş ve Kol, 2015).

Nörobilim; beyin görüntüleme teknikleri kullanarak sinir sisteminin yapı ve işleyişini inceleyen ve verilerini farklı alt disiplinlerle paylaşan bir bilim dalıdır (Bloom, 2013; Goswami, 2004). Duyuşsal nörobilim, davranışsal nörobilim, gelişimsel nörobilim, hücresel nörobilim, bilişsel nörobilim gibi farklı alt dalları bulunmaktadır (bkznz. URL-1). Nörobilim, nörogörüntüleme alanındaki teknolojik gelişmelere paralel olarak özellikle 1970’li yıllardan sonra artan bir ivmeyle bilimsel çalışmalar üretmeye ve veri elde etmeye başlamıştır (Raichle, 1998). EEG (elektroensefalografi), fMRI (işlevsel manyetik rezonans görüntüleme), SPECT (tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi) gibi nörogörüntüleme cihazları canlı insan beyninin anlık gözlemlenebilmesini sağlayarak beynin yapı ve işleyişine dair önemli veriler elde edilmesini sağlamıştır (Casey vd., 2005). Bu cihazlarla elde edilen bilimsel verilerin, nörobilimin alt alanlarına bulgu olarak sunulmasıyla da önemli alt disiplinlerin gelişimi desteklenmiştir. Bu anlamda nörobilimin gelişimine paralel olarak gelişen eğitsel nörobilim, öğrenmenin fizyolojik ve biyolojik boyutlarına odaklanarak bilişsel nörobilimden aldığı verileri öğrenme ve öğrenmeyi etkileyen faktörleri açıklamakta kullanmaya başlamıştır (Geake ve Cooper, 2003; Goswami, 2004).

Nörobilimin önemli alt disiplinlerinden biri olan bilişsel nörobilim; bilinç, dikkat, algı, bellek, düşünme ve öğrenme gibi zihinsel süreçleri açıklamaya çalışmaktadır (Albright vd., 2000; Kounios ve Beeman, 2014). Bilişsel nörobilim transdisipliner bakış açısıyla, elde ettiği verileri farklı disiplinlerle paylaşırken eğitimcilere de önemli bulgular sunmaktadır (Ansari vd., 2011). Bu anlamda bilişsel nörobilimden aldığı verilerle eğitimde beyin yapılarının önemine dair disiplinlerarası bir bakış açısını araştıran eğitsel nörobilim, öğrenme ve öğrenmeyi etkileyen faktörlere ilişkin nörofizyolojik ve biyokimyasal açıklamalar üreterek özellikle 1980’li yıllardan sonra eğitimde yeni bir paradigma olarak gündeme gelmiştir (Posner, 2010).

Eğitsel nörobilim, bilişsel nörobilimden aldığı verileri psikoloji ve pedagoji verileri ile birleştirerek ortaya çıkmış olan yeni bir disiplindir (Ansari vd., 2011; Carew ve Magsamen, 2010; Fischer vd., 2010; Sousa, 2011). Üç farklı disiplin arasında (Şekil 1.1) köprü görevi görerek öğrenme kavramına dair multidisipliner bir bakış açısını eğitimcilere sunmaktadır (Ansari vd., 2011; Ferrari ve McBride, 2011; Özüdoğru, 2014). Eğitimciler için yeni bir paradigma olarak konuşulan bu yeni alanın bilişsel

nörobilim, psikoloji ve eğitim ile birleşimini belirtmek için birden fazla terim mevcuttur. Bu yeni alanın isimlendirilmesinde; Geake (2009) ve Campbell (2011) “eğitsel nörobilim” terimini kullanırken, Howard-Jones (2011), Ansari ve ekibi (2012) ise, “nöroeğitim” isimlendirmesini kullanmayı tercih etmiştir. Schwartz ve Gerlach (2011) gibi bazı bilim insanları ise, “Zihin, Beyin ve Eğitim (Mind Brain and Education - MBE)” terimini kullanmaktadır (Kadum, 2022).



Şekil 1.1. Eğitsel nörobilim ve transdisipliner yapısı (Tokuhamu- Espinosa, 2010’dan uyarlanmıştır).

Eğitsel nörobilim, öğrenme ve öğrenmeyi etkileyen faktörleri nörofizyolojik ve biyokimyasal bir açıdan incelemekte (Fischer vd., 2010) ve multidisipliner çalışmalarıyla eğitimcilere önemli bilimsel veriler sunarak (Ansari vd., 2011; Carew ve Magsamen, 2010; Sousa, 2011), eğitim programlarında büyük değişimler oluşturmayı amaçlamaktadır. (Howard-Jones, 2011; Koyuncu, 2017). Tüm bu çalışmaların sonucunda öğrenmenin kalıcılığına etki ederek 21. yüzyıl yeterliliklerine uygun bireyler yetiştirilmesi amacıyla; öğrenme sürecine yönelik bireye özel tedbirler alınabilmesini ve eğitimde niteliği yükseltebilmeyi hedeflemektedir (Fischer vd., 2010; Campbell, 2011).

1890’lı yıllarda Donaldson ve Halleck’in yaptıkları bilimsel çalışmalar, nörobilim ve eğitim kelimelerinin bir araya getirildiği ilk çalışmalar olarak bilinirken (Dennis, 2018), 1895 yılında Henry Herbert Donaldson tarafından yazılan “The Growth of the Brain: A Study of the Nervous System in Relation to Education” (Beynin Büyümesi:

Eğitimle İlgili Olarak Sinir Sisteminin İncelenmesi) isimli kitap, nörobilim ve eğitim birlikteliğini konu alarak yazılmış ilk kitap olma özelliği taşımaktadır (Sorrel, 2018). Bu çalışmaları takip eden 1920’li yıllarda, Edward L. Thorndike, öğrenme ve bellek oluşumunun fizyolojik temelleri üzerinde durarak beynin yapı ve işlevlerinin eğitime aktarılması gerekliliğinden bahsetmiştir (Flobakk, 2015). 1949 yılında ise Donald Hebb, öğrenmede nörofizyolojik yapıların öneminden bahsederek öğrenmenin zihinsel bir süreç olduğunu somutlaştırılmış tanımlarıyla açıklamıştır (Munakata ve Pfaffly, 2004; Sejnowski, 1999). Tüm bu bilimsel çalışmalar ve sonuçları, nörobilim ve eğitim birlikteliğine önemli kapılar aralasa da özellikle nörogörüntüleme alanındaki teknolojik yetersizlikler, bu birlikteliğin gelişiminde bir engel olarak var olmuştur (Posner, 2010).

1980’li yıllarda Piaget ve Vygotsky’nin bilişsel öğrenme kuramlarında, öğrenmenin zihinsel temelleri üzerinde durularak, nörofizyolojik boyutu tekrar ele alınırken (Karataş ve Boğar, 2022), Caine ve Caine tarafından 1991 yılında yayınlanan “Making Connections: Teaching and Human Brain” (Bağlantı Kurma: Öğretme ve İnsan Beyni) isimli kitap, eğitimcilere öğrenmenin zihinsel temellerinin güçlenmesini sağlayacak önemli bilgiler sunmuştur. 1997 yılında John Bruer’in yayımladığı “Education and the Brain: A Bridge too Far” (Eğitim ve Beyin: Çok Uzakta Bir Köprü) isimli makale ise, birlikteliğin temel taşlarından sayılabilecek bir çalışma olarak yerini almıştır (Horvath ve Donoghue, 2016). Bu gelişmelere ek olarak, Amerika Birleşik Devletleri’nin 1990-2000 yılları arasını “Beynin 10 yılı” olarak ilan etmesi ile (Geake, 2004), beynin yapı ve işleyişini araştırmaya yönelik önemli maddi kaynaklar ayrılmaya başlanmış ve nörobilimsel çalışmaların önü açılmıştır. Böylelikle eğitim dahil pek çok alanda beyin yapılarının önemi gündeme gelmeye başlamıştır (Jones ve Mendell, 1999).

2001 yılında Byrnes; dikkat, bellek oluşumu, duygular ve okuduğunu anlama gibi birçok önemli kavram ve ilişkisinin beynin yapı ve işleyişi ile açıklanabileceğini belirterek nörobilim verilerinin eğitime aktarılması gerekliliğini “Minds, Brains, and Learning: Understanding the Psychological and Educational Relevance of Neuroscientific Research” (Zihinler, Beyinler ve Öğrenme: Nörobilimsel Araştırmaların Psikolojik ve Eğitimsel İlişisini Anlamak) isimli kitabında net bir şekilde açıklamaya çalışmıştır. Bu gelişmeleri takip eden yıllarda, Purdy ve Morrison

(2009) ise, beyin temelli öğrenmenin okul öğreniminde dikkate alınması gerektiğini savunarak nörobilim ve eğitim arasında kurulan bu köprünün desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir. Tüm bu bilimsel çalışmalar, eğitsel nörobilimin son 40 yılda büyük bir hızla geliştiğini net bir şekilde gösterirken, eğitsel nörobilim verilerinin eğitimciler için önemli bir gereklilik olduğu fikrinin giderek güçlenmesine öncül olmuştur.

Eğitimde beyin ve bilişe dair yeni bir paradigmayı gündeme getiren eğitsel nörobilimin kapsamı, temel olarak aşağıdaki maddeler ile ifade edilebilir:

- Öğrenme ve öğrenmeyi doğrudan etkileyen faktörlere nörofizyolojik ve biyokimyasal bir bakış açısıyla yaklaşarak eğitimcilere öğrenen bireyi daha iyi anlamının yollarını göstermektedir (Morett vd., 2021; Willis, 2008).
- Öğrenen bireyin öğrenme problemlerinin nörofizyolojik ve nörobiyolojik nedenlerini açıklayarak öğrenme ortamlarında ve eğitim programlarında birey özelinde uygun değişimler oluşturabilmenin fizyolojik ve biyolojik kanıtlarını sunmaktadır (Geake, 2004; Howard-Jones, 2011).
- Bilgi toplumunun hedeflediği insan özelliklerini merkeze alarak, 21. yüzyıl yeterliliklerini elde etmiş bireyler yetiştirilebilmesi için, eğitimcilere nörofizyolojik ve nörobiyolojik kanıtlar sunarak eğitimde niteliği yükseltmeyi amaçlamaktadır (Campbell, 2011; Fischer vd., 2010).
- Öğrenmeyi doğrudan etkileyen dikkat, stres, kaygı gibi nörobiyolojik etkiler oluşturan dışavurumların nörofizyolojik nedenlerini açıklayarak (Carew ve Magsamen, 2010), öğrenme ortamlarının düzenlenmesi ve öğretim sürecine uygun öğretim yöntem ve teknikleri seçilebilmesi konusunda eğitimcilere önemli veriler sunmaktadır (Watagodakumbura, 2017).
- Nöroplastisite kavramına dair kapsamlı açıklamaları olan eğitsel nörobilim, beynin öğrenme yaşının olmadığını; beynin sürekli bir gelişim içerisinde olabileceğini önemli verilerle açıklamaktadır (Açıkgöz ve Madi, 1997; Wortha vd., 2020).
- Nörogenezin uzun süreli bellek oluşumuna etkilerini açıklayarak, nörogenezi tetikleyen faktörlerin öğrenme ortamlarına dahil edilmesinin öğrenmenin kalıcılığına olan etkisini fizyolojik ve biyolojik kanıtlarla açıklamaktadır (Akıllıoğlu vd., 2009; Kaptan ve Üzümlü, 2016).

- Öğrenmenin temel bileşeni olan bellek oluşum süreçlerinin beyinde oluşturduğu nörofizyolojik ve nörobiyolojik değişimleri açıklayarak uzun süreli bellekte tutma stratejilerine fizyolojik ve biyolojik kanıtlar sunmaktadır (Collins, 2007; Vaninski, 2017).
- Öğrencilerdeki bireysel farklılıkların nedenlerini beynin temel yapıları ve işleyişi ile açıklayarak eğitim sürecinin planlamasının yapılmasında bireye özel yöntemler uygulanmasının nörobiyolojik ve nörofizyolojik kanıtlarını eğitimcilere sunmaktadır (Goswami, 2020; Thomas vd., 2019).
- Nörogörüntüleme teknikleri kullanılarak disleksi, diskalkuli gibi özel öğrenme güçlüğü tanısı olan bireylerin gelişimsel bozukluklarını açıklamakta ve bu bireylere yönelik öğrenme ortamlarında ve eğitim programlarında alınabilecek gerekli düzenlemeleri eğitimcilere sunmaktadır (Dresler vd., 2018; Ferrari, 2011; Tandon ve Singh, 2016).
- Matematik ve dil öğrenme başarısını arttırmanın nörolojik temellerini açıklayarak eğitimde niteliği yükseltmeyi hedeflemektedir (Byrnes ve Vu, 2015; Ferrari, 2011; Fischer vd., 2010; Goswami, 2016).
- Öğrenme sürecine doğrudan etkisi olan ödül ya da cezaların, nörofizyolojik ve nörobiyolojik temellerini açıklayarak; ödül ve cezaya karşı tutumun, bireyin öğrenme sürecine etkisini bilimsel verilerle eğitimcilere sunmaktadır (Luria vd., 2020; Schaafab vd., 2011).
- Nörogörüntüleme sonuçlarından hareketle; hareket, egzersiz ve müziğin beynin yapı ve işleyişindeki etkisini nörofizyolojik ve nörobiyolojik temellerle açıklayarak öğrenme sürecinin planlanmasında eğitimcilere yeni öneriler sunmaktadır (Sousa, 2011; Stein vd., 2010).
- Nöroplastisiteyi ve nörogenezi tetikleyerek öğrenmenin kalıcılığını destekleyebilecek öğretim materyallerinin öğrenme ortamlarına dahil edilmesi konusunda önemli veriler sunmaktadır (Sousa, 2011).
- Öğrenmeye doğrudan etkisi olan uyku ve açlık gibi birincil fizyolojik ihtiyaçların öğrenmeye ket vurma nedenlerini nörofizyolojik ve nörobiyolojik kanıtlarla açıklayarak alınabilecek önlemlere bilimsel dayanaklar sunmaktadır (Rogers ve Thomas, 2022).

Tüm bu bilimsel verilerden hareketle, eğitsel nörobilim eğitimcilerle öğrenen bireyi daha iyi anlamının yollarını gösterirken, eğitim programlarının birey özelinde güncellenmesi, öğretim sürecine uygun yöntem ve tekniklerin belirlenmesi, öğrenme ortamlarının duyuşal materyallerle çeşitlendirilerek düzenlenmesi gibi konularda, eğitimcilerle önemli bilimsel veriler sunarak bireylerin kendi potansiyellerini ortaya çıkartabilmelerinin nörofizyolojik ve nörobiyolojik kanıtlarını eğitimcilerle sunmaktadır. Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında, eğitsel nörobilim verilerinin öğretim planlaması yapılırken dikkate alınmasının eğitimciler için bir öneri olmaktan öte bir gereklilik olduğu öne çıkmaktadır.

Sınıf ortamında eğitsel nörobilim verileri dikkate alınarak öğretim planlanması yapılması, henüz çok yeni olmakla birlikte; özellikle matematik ve dil öğretimi gibi alanlarda çalışılmış araştırmalarla eğitimcilerle önemli veriler sunmaktadır (Byrnes ve Vu, 2015; Ferrari, 2011; Fischer vd., 2010; Goswami, 2016). Bu araştırma örnekleri incelendiğinde; fen eğitiminde de eğitsel nörobilim verilerinin dikkate alınması gerekliliğı göze çarparken, fen eğitimi alanındaki araştırmaların henüz çok yeni olduğu görölmektedir (Allaire-Duquette vd., 2021; Masson vd., 2014). Bu bağlamda; fen eğitimi alanında eğitsel nörobilimi konu alan araştırmaların sonuçları dikkate alındığında; fen kavramlarının ve konularının karmaşık ağlar içermesinden dolayı uzun süreli belleğe kodlanmasında ve yeni bilgilerle eski bilgiler arasında bağ kurularak yeni bilginin yapılandırılmasında sorunlar yaşandığı farklı nörogörüntüleme teknikleri ile somutlaştırılmıştır (Dunbar vd., 2007; Hung vd., 2018). Bu nedenle, fen eğitiminde de eğitim planlaması yapılırken, eğitsel nörobilim verilerinin dikkate alınması oldukça önemli bir hale gelmiştir.

1.1 Araştırmanın Önemi

Bu çalışmada, 5. sınıf fen bilimleri dersinde “Canlılar Dünyası” ünitesi işlenirken eğitsel nörobilim verileri dikkate alınarak hazırlanmış bir ders planı kapsamında uygulanan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisi incelenecektir. Öğrenmenin nörofizyolojik ve biyokimyasal süreçlerine odaklanan eğitsel nörobilim verileri dikkate alındığında, zenginleştirilmiş çevresel uyaranlar ve duyuşal veri çeşitliliğı (Turhan ve Özbay, 2016), fiziksel egzersiz (Brueel-Jungerman vd., 2005; Hill vd., 1993), uzun süreli güçlendirmeyi tetikleyecek aktiviteler (Butz vd., 2009), rutin dışına çıkmak (Stiles ve Jernigan, 2010), tekrarlı uyaranlar (Moritz-Gasser ve

Duffau, 2013), dikkati arttırarak stres ve kaygıyı en aza indirecek ve nöroplastisiteyi tetikleyecek öğrenme süreçleri (Vance vd., 2010) öğrenmeyi desteklemenin yanında bellek performansında da önemli etkiler oluşturarak bilgilerin uzun süreli bellekte tutulma kapasitesini olumlu yönde etkilemektedir. Bu çalışma ile eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisinin yanı sıra kalıcılığa olan etkisi de araştırılacaktır.

Çalışma kapsamında “Canlılar Dünyası” ünitesinin seçilmiş olma nedeni, ünitenin sınıflandırma gibi beyinde karmaşık bir ağ haritasına neden olan kavramsal ilişkiler çerçevesinde yoğunlaşmış olmasıdır (Byeon vd., 2009). Sınıflandırma tümevarımsal bir öğrenmeyi hedefleyerek bilginin beyinde yapılandırılmasını kolaylaştırır (Kwon vd., 2003). Tümevarımsal çıkarım görevi sırasında, beyinde önemli bir aktivasyon olduğu çeşitli beyin görüntüleme cihazları ile kanıtlanmıştır (Goel ve Dolan, 2000). Aynı zamanda fen eğitimi ile ilgili daha önce yapılan birçok çalışma, sınıflandırmanın bilimsel sorgulamada önemli bir rol oynadığını da göstermektedir (Honey ve Paxman, 1986; Jo vd., 2005).

Çalışma kapsamında, 5. sınıf öğrencilerinin seçilmiş olma nedeni ise, bu öğrencilerin yaş aralıklarının beyin gelişiminde önemli olmasıdır. Nöroplastisite olarak tanımlanan beynin öğrenmeye karşı gelişip şekillenebilen yapısında, çocukluk dönemi kritik bir eşik olarak belirtilmektedir (Giedd, 2008; von Bernhadi vd., 2017). Beynin nöroplastisite ile şekillenen esnek yapısının yaşam boyu gelişip değişebileceğine ek olarak, kritik ve hassas dönemler olarak tanımlanmış olan yaş aralıklarında özellikle erken çocukluk döneminden ergenlik dönemine kadar olan süreç önemli kabul edilmektedir (Grimshaw vd., 1998). Ayrıca zenginleştirilmiş uyaranlar ve fiziksel egzersiz ile tetiklenme olasılığı yüksek olan nöroplastisite beynin gri madde hacminde de önemli artışlara neden olmaktadır (Anderson, 2011; Hirsch vd., 2016) Bu artış miktarını inceleyen bilimsel çalışma sonuçlarına göre, özellikle erken çocukluktan ergenliğe kadar olan süreçte (Giedd, 2008; Grimshaw vd., 1998) planlanmış eğitim faaliyetleri beynin gri madde hacmindeki artışla pozitif bir korelasyon göstermektedir (Anderson, 2011; Ji vd., 2017).

Alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde; Türkiye’de eğitsel nörobilim verilerini dayanak alarak çalışmış bilimsel araştırmaların sayıca çok az olduğu, var olan çalışmaların daha çok makale yayın türünde olduğu ve ampirik çalışmalara kıyasla

kuramsal içeriğin yoğunlukta olduğu gözlemlenmiştir (Taşkıner Şereflıoğlu ve Kılıç Mocan, 2021). Ayrıca yapılan taramalarda Türkiye’de eğitsel nörobilim verilerini konu alarak fen bilimleri alanında çalışılmış ampirik araştırmalara rastlanılmamıştır. Bu çalışma; eğitsel nörobilim verilerine dayalı uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarındaki etkisinin sonuçlarını paylaşmanın yanı sıra; eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin geliştirilmesi ile alana önemli bir katkı sağlanmasını ve Türkiye’de bu konuda yapılması muhtemel çalışmalara öncülük ederek araştırmacılara önemli bir bilimsel literatür oluşturulmasını hedeflemektedir.

1.2 Araştırmanın Amacı

Çalışmanın temel amacı; öğrenmeyi etkileyen çeşitli nörofizyolojik ve nörobiyolojik faktörler ile öğrenmenin niteliğini arttırdığı farklı deneylerle kanıtlanmış olan çeşitli nörobilişsel aktivitelerin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemektir. Bu temel amaç doğrultusunda, “Canlılar Dünyası” ünitesinin eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerle öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına olan etkisinin araştırılması amaçlanmaktadır. Araştırma kapsamında aşağıda belirtilen alt problemler araştırılacaktır.

1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası” ünitesine ait başarı testi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası” ünitesine ait başarı testi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası” ünitesine ait başarı testi kalıcılık test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Deney grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası” ünitesine ait başarı testi ön test, son test ve kalıcılık test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
5. Kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası” ünitesine ait başarı testi ön test, son test ve kalıcılık test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.3 Araştırmanın Sayıtları

- Araştırma süresince öğrencilerin farklı kaynaklardan yararlanmadıkları ve öğretim planı dışında bir öğrenme süreci geçirmediikleri varsayılmıştır.
- Öğrencilerin ölçme araçlarına gerçek bilgilerini yansıttıkları varsayılmıştır.

1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışma kapsamında elde edilen veriler,

- uygulamanın yapıldığı bölge,
- 5. sınıf öğrencileri,
- öğrenci sayısı,
- planlanan öğretim yöntem ve teknikleri,
- kullanılan ölçme aracının içeriğı ve madde sayısı,
- konu olarak “Canlılar Dünyası” ünitesinin öğretimi ile sınırlıdır.

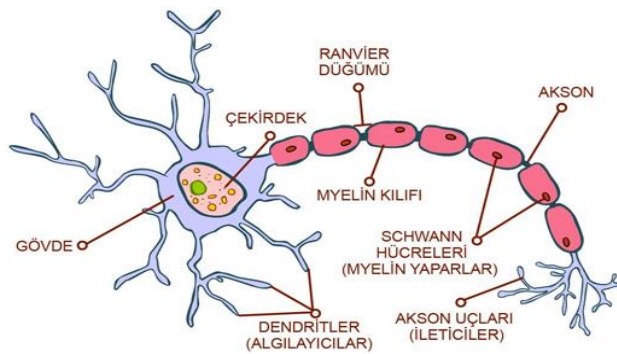
Ayrıca dış geçerliliğı desteklemek adına benzeri çalışmaların sayıca çok az olması da bir sınırlılık olarak kabul edilmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Sinir Sisteminin Yapı ve Fizyolojisi

Gelişmiş organizmalarda canlının içsel ve dışsal çevresinden gelen uyarıları algılamasını sağlayan, alınan uyarılara cevap verilmesini sağlayarak canlının yaşamsal faaliyetlerini yürütebilmesine ve sosyal çevresiyle ilişki kurabilmesine olanak tanıyan sisteme, sinir sistemi denir. Homeostaziyi düzenleyen bu sistem aynı zamanda; öğrenme, algılama, hafızada tutma, anlamlandırma, motivasyon gibi üst düzey bilişsel işlevlerden de sorumludur (Üngören, 2015). Karmaşık ağlarla tüm vücudu saran sinir sisteminin temel yapı birimi nöronlardır.

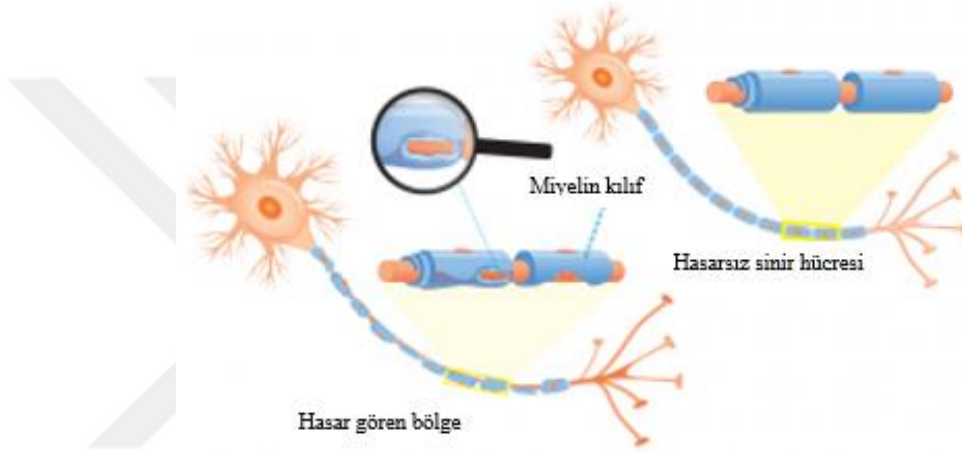
Nöronlar özel bir hücre yapısına sahip olan ve birbirleriyle kurdukları iletişim dili diğer hücre tiplerine göre oldukça farklı olan özelleşmiş sinir hücreleridir. Yapıları incelendiğinde, hücre gövdesi (soma) ve hücre gövdesinin uzantıları olan nöritlerden oluştuğu görülmektedir (Şekil 2.1). Hücre zarı ile çevrili olan nöritler, uyarıtıyı taşıdıkları yöne bağlı olarak dendrit veya akson olarak adlandırılırlar (Tunçel vd., 2006). Dendritler hücre gövdesinden dallanan ve çok sayıda bulunan kısa uzantılardır. Reseptörlerden (duyu almacı) ya da farklı sinirlerden gelen uyarıtıyı algılamakla görevli olan dendritlerin, uzunluğu ve sayısı iletişime geçeceği sinir hücresi sayısını doğrudan etkilemektedir (Üngören, 2015). Aksonlar ise, hücre gövdesinden uzanan ve dendritlerde algılanan uyarının nöron boyunca elektrokimyasal yolla iletilmesini sağlayan uzantılardır.



Şekil 2.1. Nöronun temel yapısı (URL-2).

Aksonlardaki iletim hızı, aksonun yapısındaki miyelin kılıf ve glia hücreleri ile doğrudan ilişkilidir (Drakesmith vd., 2019). Miyelin kılıf iletimin elektrokimyasal olarak çok hızlı ve yüksek kalitede iletilmesini sağlamaktadır (Purger vd., 2016).

Miyelin gelişimi (miyelinleşme-miyelinasyon) anne karnında başlamakla beraber yaşamın ilk iki yılında yoğun oranda hızlanmaktadır (Kinney ve Volpe, 2018). Miyelinleşmenin yeterli düzeyde gerçekleşmemesi ya da miyelin kılıfın hasar görmesi (Şekil 2.2), gelişimsel geriliklere neden olabilirken; duyuşsal algılamada azalma, felç gibi sinir sistemi hastalıklarının ortaya çıkabilmesine ya da farklı öğrenme güçlüklerinin yaşanmasına etken oluşturabilmektedir (Üngören, 2015). Bu anlamda Edgar ve arkadaşları (2004), oligodendrositte önemli ölçüde miyelin proteini bulunmaması durumunda hareket ve zihinsel işlevlerde sorunlar oluşabileceğini, kalıtsal “spastik parapleji” hastalığı ile kanıtlamışlardır.



Şekil 2.2. Hasar görmüş miyelin bulunduran nöron yapısı (URL-3).

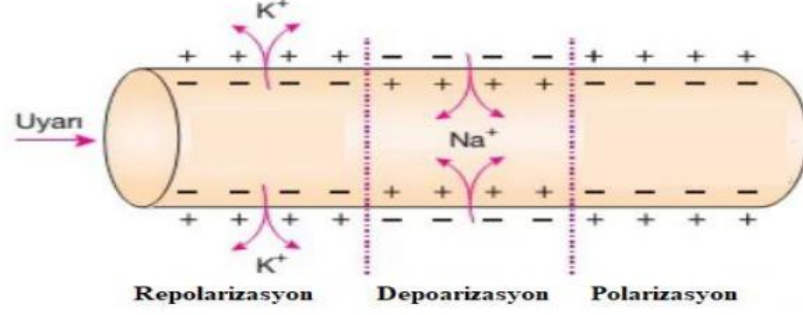
Miyelin kılıf aksiyon potansiyelinin daha hızlı iletimini sağlamak için olgun oligodendrositler tarafından oluşturulan ve aksonları elektriksel iletim esnasında izole eden bir yapıdır (Cantile ve Youssef, 2016; Fields, 2014). Oligodendrositler, nöronların etrafındaki yoğunlaştırılmış katmanları spiral olarak kaplayan ve özelleşmiş plazma zarının lipit açısından zengin uzantıları olan çoklu miyelin kılıfları üreterek sinirsel iletim hızını miyelin bulundurmeyen bir nörona göre on kattan yüz kata kadar arttırabilmektedir (Atalar, 2019; Bechler ve French-Constant, 2014). Bunu yapabilmesinin temel nedeni ise, elektrokimyasal iletinin ranvier düğümleri boyunca atlayarak ilerlemesini sağlamasıdır (Bechler ve French-Constant, 2014). Ayrıca miyelin kalınlığındaki değişiklikler akson boyunca ilerleyen uyarının iletim hızında önemli etkiler oluşturarak nöral devre işlevlerini etkilemektedir (Gutierrez vd., 1995; Purger vd., 2016).

Miyelin bulunduran nöronlar, yapısındaki lipit birikiminden dolayı beyaz bir görüntü vermektedir. Beynin beyaz madde olarak adlandırılan bölümüne bu ismin verilmesinin nedeni ise, miyelinli nöronların oluşturduğu görüntüdür. Beynin beyaz madde oranı yetişkin ve sağlıklı bir insanda beyin hacminin yaklaşık olarak yarısına eşdeğer gelmektedir (Fields, 2010). Oldukça ciddi bir oranda bulunan bu yapı, miyelinli nöronların beyin plastisitesinde önemli bir rolü olduğunu düşündürmektedir (Ai vd., 2014; Pryweller vd., 2014; Sampaio-Baptista, vd., 2013; Zhang vd., 2018). Özellikle bilişsel (Ai vd., 2014), duyuşsal (Pryweller vd., 2014), duygusal (Zhang vd., 2018) ya da motor öğrenmeler (Sampaio-Baptista vd., 2013) miyelinleşmeye etki ederek beyin plastisitesinde önemli değişimler oluşturabilmektedir.

2.1.1 Sinirsel iletim

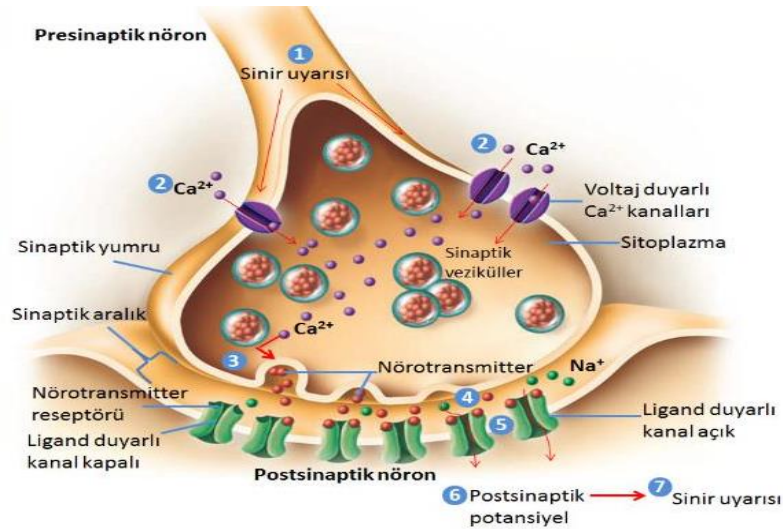
Organizmanın içsel veya dışsal çevresinden gelen uyarılar, reseptörler tarafından algılanarak duyu nöronlar aracılığıyla beyindeki ara nöronlara gelerek değerlendirilir ve değerlendirme sonuçları motor nöronlar tarafından efektör organa taşınarak tepki ya da duyum oluşturulur (Tunçel vd., 2006). Sinirsel iletimde nöronlar arasındaki iletişim sinaps olarak adlandırılırken; nöron içindeki iletim aksiyon potansiyeli kavramı ile açıklanmakta ve nöron boyunca ilerleyen uyarının oluşturduğu değişimlere impuls denilmektedir (Öktem, 2020; Tunçel vd., 2006).

Sinir hücreleri hiçbir uyarı almadığında polarizasyon durumunda bulunur (Sönmez, 2018). Polarizasyon durumunda nöronun akson membranının içinde potasyum iyonları (K^+) fazlayken dışında sodyum iyonları (Na^+) fazladır. Sinir hücrelerinin uyarılmasıyla nöronun içerisinde impuls adı verilen elektrokimyasal değişimler meydana gelir (Tunçel vd., 2006). Bu değişimlerde polarizasyon durumunda bulunan akson membranında Sodyum (Na) kanalları açılarak Na^+ iyonları membran içerisine girer ve membran içerisinde negatif yük miktarı artar. Bu duruma, depolarizasyon denir (Sönmez, 2018). Bu iletim oldukça hızlı elektriksel bir iletimdir (Korkmaz ve Mahiroğlu, 2007). Depolarizasyon durumunda bulunan akson membranı elektriksel sinyalin ilerlemesiyle membrandaki Potasyum (K) kapılarını açarak K^+ iyonlarının membran dışına çıkışını sağlar ve böylelikle akson membranının o kısmı repolarizasyon durumuna geçer (Öktem, 2020). Sinir hücrelerinin aksonlarında uyarının ilerlemesi bu elektrokimyasal yolla gerçekleşmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Akson boyunca uyarının ilerlemesi (URL-4).

Aksonda ilerleyen impuls, akson terminallerine geldiğinde akson terminalinin uç kısmının kalsiyum (Ca) geçirgenliği artar ve içeri kalsiyum iyonları (Ca^{2+}) geçiş yapar. Ca^{2+} iyonlarının içeri girmesiyle presinaptik nöronun membranı ile sinaptik veziküllerin protein kısımları erir ve birleşir. Böylelikle akson terminallerinin uç kısmında bulunan sinaptik veziküllerden nörotransmitter maddeler iki nöron arasındaki sinaptik boşluğa ekzositozla akıtılır (Tunçel vd., 2006). Presinaptik nörondan sinaptik boşluğa aktarılan nörotransmitter maddeler, difüzyonla ilerleyerek postsinaptik nöronun membranındaki reseptörleri uyarır ve postsinaptik nöronun dendritlerindeki Na kapılarının açılmasını sağlar. Böylelikle impuls postsinaptik nörona aktarılır ve bu aktarım postsinaptik nöronda aksiyon potansiyeli oluşmasını sağlar (Şekil 2.4). Nöronlar arasındaki iletim bu şekilde ilerleyerek merkezi sinir sistemindeki ilgili bölüme taşınır.



Şekil 2.4. Aksiyon potansiyeli oluşumu (URL-5).

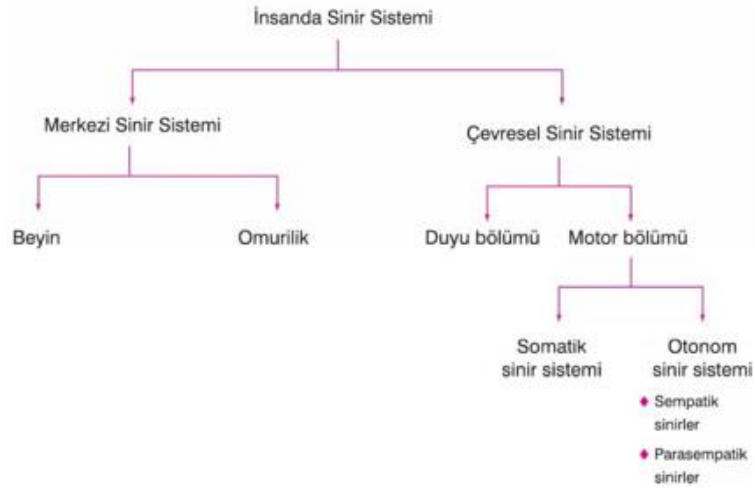
Sinirsel iletimde her impuls uyarı oluşturmaz (Öktem, 2020). İmpulsun uyarı oluşturabilmesi için eşik değerin üstünde olması gerekir (Sönmez, 2018). Eşik değerin üstünde gelen uyarılar impulsun şiddetini, hızını ya da taşınma şeklini değiştirmezken; impulsun sayısını etkileyerek tepkinin şiddetli hissedilmesine neden olur (Kerçek, 2013). Aynı zamanda impuls sayısı uzun süreli güçlendirmeye etki ederek yeni bilgilerin öğrenilmesinde ve uzun süreli bellek oluşumunda önemli etkilere sahiptir (Collins, 2007).

Sinirsel iletimde her impulsun uyarı oluşturmadağı gibi, her sinaps da her nöronu uyaramaz. Postsinaptik nöron tarafından uyarının alınıp ilerlemesine yardımcı olan sinapsa, kolaylaştırıcı sinaps (uyarıcı sinaps); postsinaptik nöronda impuls oluşturmayan sinapsa ise durdurucu sinaps (inhibe edici sinaps) denir (Huang vd., 2018). Kolaylaştırıcı sinapslar, presinaptik nöron tarafından glutamat benzeri nörotransmitterlerin salgılanmasıyla postsinaptik nöronun uyarılmasını sağlar ve postsinaptik nöronda impuls oluşumunu tetikler (Zhou ve Danbolt, 2014). Durdurucu sinapslar ise presinaptik nöronun gama-aminobütirik asit (GABA) gibi durdurucu nörotransmitter maddelerini salgılamasıyla postsinaptik hücrede impuls oluşumuna ket vurur (Yoon ve Lee, 2014).

İnsan beyninin temellerini oluşturan nöronlar ve nöronlar arasındaki bu iletişim, tüm yaşamsal faaliyetlerimizin gerçekleşmesini sağlarken; çevresel uyarınları algılamamızı, duyguları hissetmemizi ve bilinçli eylemlerde bulunmamızı sağlamaktadır. Aynı zamanda öğrenme, dikkat, algı gibi üst düzey bilişsel işlevlerin gerçekleşebilmesi, bellek oluşumu, anıların hatırlanması gibi zihinsel süreçlerin gerçekleşebilmesinin de temellerini oluşturmaktadır.

2.2 Sinir Sisteminin Temel Organizasyonu

Sinir sistemi, çevresel sinir sistemi (periferik sinir sistemi) ve merkezi sinir sistemi (santral sinir sistemi) olmak üzere iki temel kategoride incelenmektedir (Tunçel vd., 2006). Periferik sinir sistemi vücudu saran sinir ağlarından oluşurken (Üngören, 2015) merkezi sinir sistemi; beyin ve omurilik temel bölümlerinden (Şekil 2.5) oluşmaktadır (Arıncı ve Elhan, 1993).



Şekil 2.5. Sinir sistemi temel organizasyon şeması (URL-6).

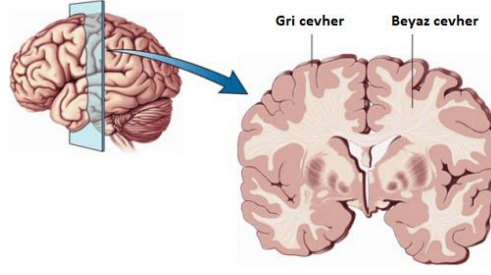
2.2.1 Merkezi sinir sistemi

Periferik sinir sisteminden gelen uyartıları ilgili bölümlerde değerlendirerek cevap oluşturan, yaşamsal faaliyetlerin gerçekleşebilmesini sağlayan, öğrenme, bellek oluşumu, dikkat ve algı gibi zihinsel işlevlerin yürütülmesinde temel oluşturan sinir sistemi bölümü, merkezi sinir sistemidir. Bu bölümde merkezi sinir sistemi elemanlarından beynin yapı ve işleyişi ile ilgili ayrıntılı açıklamalara yer verilecektir.

2.2.1.1 Beyin ve nöroanatomik yapısı

Merkezi sinir sisteminin temel organı olan beyin, yetişkin ve sağlıklı bir insanda yaklaşık olarak 1400 gram ağırlığında, girintili (sulkus) çıkıntılı (girus), yapışkan ve jölemsi bir yapıdadır. %78'i su, %10'u yağ, %8'i ise proteinden oluşan (Jensen, 1998) beynin temel enerji kaynağı glikozdur (Üngören, 2015).

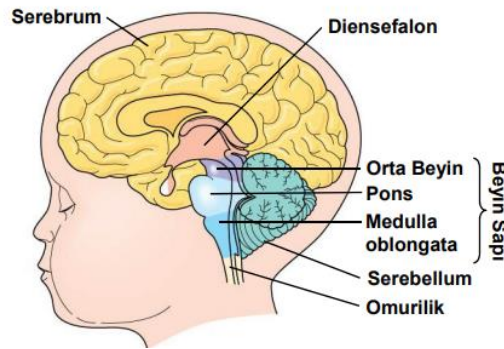
Beyni oluşturan hücresel yapı incelendiğinde, 100 milyara yakın nörona karşılık trilyonlarca glia hücresi olduğu görülmektedir (Üngören, 2015). Beyinde bulunan nöronların hücre gövdesi kısımları daha çok gri bir görüntü verdiği için nöron gövdelerinin yoğunlaştığı bölümler, gri madde (gri cevher) olarak adlandırılırken; nöron aksonlarının yoğunlaştıkları bölgeler ise, miyelin kılıfın lipid birikiminden dolayı beyaz bir görüntüye neden olmakta ve beyaz madde (beyaz cevher) (Şekil 2.6) olarak adlandırılmaktadır (Zhang ve Sejnowski, 2000).



Şekil 2.6. Beynin frontal kesilmesi ile görünen beyaz ve gri madde görüntüsü (URL-7).

Beynin beyaz madde oranı, tipik bilişsel gelişim gösteren çocuklarda zeka (Schmithorst vd., 2005; Miller, 1994), okuma becerisi (Niogi ve McCandliss, 2006), çalışma belleği fonksiyonları (Gold vd., 2007) ve müzik yetkinliklerindeki (Bengtsson vd., 2005) varyasyonların kanıtı olarak sunulmaktadır. Beynin gri madde oranının ise zeka ile ilişkili olduğunu gösteren (Frangou vd., 2004; Shaw vd., 2006), özellikle prefrontal korteks (Shaw vd., 2006), orbitofrontal korteks ve singulat girus (Frangou vd., 2004) gibi bölgelerdeki hacimsel büyüme oranının zeka artışıyla pozitif bir korelasyon gösterdiğini belirten bilimsel çalışmalar mevcuttur.

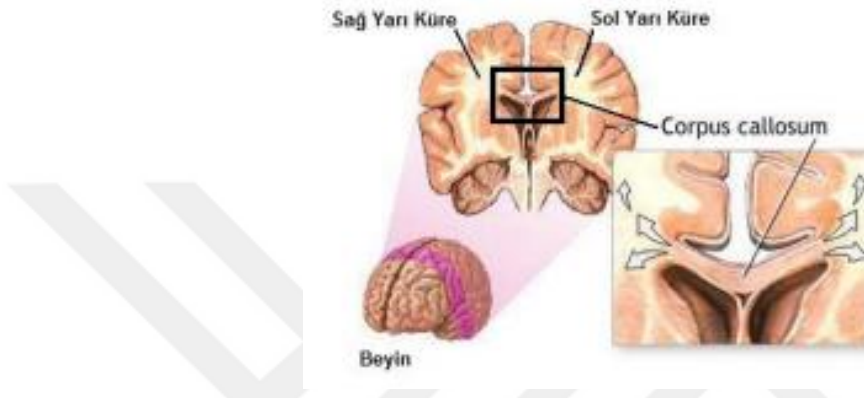
Beynin anatomik yapısı incelendiğinde; serebrum, diensefalon, beyin sapı ve beyincik (serebellum) bölümlerinden oluştuğu (Şekil 2.7) görülmektedir (Aktümsek, 2009). Bu bölümlerin her biri birbiriyle işbirliği içerisinde çalışırken; bölümler arasındaki iletişim nöronlar arasındaki impuls iletimi ile sağlanmaktadır.



Şekil 2.7. Beynin temel bölümleri (URL-8).

Beynin hacimsel olarak en büyük kısmı serebrumdur. Serebrum, asimetrik dizilmiş halde bulunan iki yarım küreden (serebral hemisferler) oluşmaktadır (Carter, 2013). Sağ ve sol hemisferler olarak adlandırılan bu iki yarım küre, birbiriyle işbirliği içerisinde fakat birbirlerinden bağımsız işlevleri yürütmektedir (van der Knaap ve

van der Ham, 2011). Serebral hemisferler birbirlerine korpus kallozum (corpus callosum) adı verilen sinir lifleri ile bağlıdır (Şekil 2.8). Köprü görevi gören korpus kallozum, serebral hemisferler arasında bilgi akışını sağlamaktadır (Unterberger vd., 2016). Aynı zamanda duyuşal ve görsel bilginin entegrasyonu, dil ve el tercihinde uzmanlaşma, duygu, davranış, biliş, bellek süreçleri ve karmaşık bütünleştirici işlevler gibi bilişsel görevlerde hemisferler arasında koordinasyonu sağlamakla görevlidir (van der Knaap ve van der Ham, 2011).



Şekil 2.8. Serebral hemisferleri birbirine bağlayan sinir lifleri korpus kallozum (URL-9).

190 milyonun üzerinde akson lifinden oluşan ve beynin en büyük beyaz madde yapısı olarak tanımlanan korpus kallozumun, bilişsel işlevlerde oldukça önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir (Brown vd., 2005; Tomasch, 1954). Bilimsel çalışma sonuçları dikkate alındığında; yaşlanmaya bağlı olarak korpus kallozum yapısındaki zayıflamış bütünlüğün bilişsel işlevlerde düşüşe yol açtığı (Zahr vd., 2009; Voineskos vd., 2012), tipik gelişim gösteren çocuklarda kallozal kalınlığın zeka (Hutchinson vd., 2009; Luders vd., 201), matematiksel problem çözme ve işlem hızı (Eimeren vd., 2008) ile doğrudan ilişkili olduğu sonuçlarına ulaşılmaktadır. Ayrıca, korpus kallozumdaki hafif yapısal anomalilerin; otizm (Barnea-Goraly vd., 2004; HarDan., 2009), şizofreni (Swayze vd., 1990), dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (Hynd vd., 1991) gibi nörogelişimsel bozukluklardaki bilişsel ve davranışsal eksikliklerle ilişkili olabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Bu tip nörogelişimsel bozukluk gösteren bireylerde yürütücü işlev ve sosyal biliş eksikliklerinin anormal kallozal gelişimi ile ilişkili olabileceği öne sürülmektedir (Paul vd., 2007).

Korpus kallozum serebral hemisferleri birbirine bağlayan yapısı ile yarım küreler arasında önemli bir iletişim sağlamaktadır. Bir tedavi yöntemi olarak korpus kallozumu kesilen hastalarda vücudun sağ ve sol işlevlerinde koordinasyon sorunları yaşandığı gözlemlenmiştir (Hassan ve Josephs, 2016). Özellikle epilepsi hastalarında uygulanan tedavi sonucunda korpus kallozumdaki sinir liflerinin ameliyatla alınarak sağ ve sol hemisferler arasında bağlantının koparılması, “yabancı el sendromu” (alien hand syndrome) olarak bilinen bir hastalığın (Hassan ve Josephs, 2016) ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu hastalarda çeşitli işlevlerde sağ yarım kürenin algıladığı bilgiyi sol yarım kürenin algılamadığı ya da sağ ve sol elin kontrolsüz hareketler yaptığı gözlemlenmiştir (Boydak, 2018; Hassan ve Josephs, 2016; Panikkath vd., 2014).

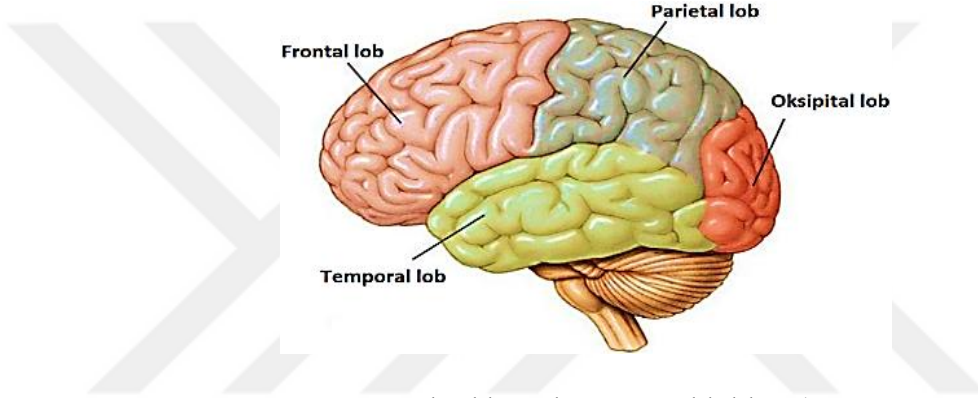
Sağ yarım küresi baskın çalışan kişilerde görsel ve uzamsal zekanın daha çok geliştiği görülürken (Kalbfleisch ve Gillmarten, 2013); bu kişilerin problemlere tümdengelim yoluyla yaklaştığı (Parsons ve Osherson, 2001) ve müzik yatkınlıklarının fazla olduğu (Peretz ve Zatorre, 2005) görülmüştür. Aynı zamanda bu kişilerin hayal kurma becerilerinin fazla olduğu ve yaratıcı çözümler ürettikleri (Duch, 2007) belirlenmiştir. Sol yarım küresi baskın çalışan kişilerde ise; matematiksel yeteneklerin daha çok geliştiği (Lusiana vd., 2019), problemlere analitik ve parçalayarak yaklaştıkları, rasyonel bir düşünce yapısına sahip olup mantıksal çözümler üretebildikleri (Duman, 2015) gözlemlenmiştir.

Beynin temel nöroanatomik yapısında oldukça önemli bir rolü olan beyaz ve gri madde oranı ile serebral hemisferler ve arasında kurulan bağlar, pek çok yaşamsal faaliyete ek olarak öğrenme, algılama, düşünme, karar verme gibi önemli bilişsel süreçlerde aktive olmaktadır. Bu nedenle öğrenme mekanizmalarının açıklanmasında ve öğrenciler arasındaki bireysel farklılıkların nörofizyolojik ve biyokimyasal nedenlerinin ortaya konmasında bu veriler oldukça önemli bulgular olarak karşımıza çıkmaktadır.

Serebral korteks

Beyin hücrelerinin yoğun olarak bulunduğu, serebrumu saran dış kabuğa, serebral korteks (cerebral cortex) denilmektedir (Carter, 2013). Serebral korteks, toplam beyin kütlelerinin %80'inden fazlasını oluşturmakla beraber, yaklaşık olarak 16 milyar

nöronlardan (Azevedo vd., 2009) ve nöronlara oranla beş kat daha fazla sayıda bulunan glia hücreleri ile diğer farklı hücrelerden (Carter, 2013) oluşmaktadır. "Gri cevher" (gri madde) olarak da adlandırılan bu yapının her bir milimetre küpünde 4 km kadar sinaptik bağlantının var olduğu ifade edilmektedir (Seth, 2018). Serebral korteks insanlarda; düşünme, bellek oluşumu ve geri çağırma, algılama, karar verme, bilinçli eylemlerde bulunma gibi birçok üst düzey bilişsel işlevden sorumlu olmakla beraber (Cadwell vd., 2019), serebral korteks kalınlığının zeka ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar da (Shaw vd., 2006) mevcuttur. Serebral korteks birbirleriyle iletişim halinde çalışan her biri özelleşmiş işlevlere sahip frontal lob, temporal lob, parietal lob ve oksipital lob olmak üzere dört temel lobdan oluşmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Serebral korteks ve temel lobları (URL-10).

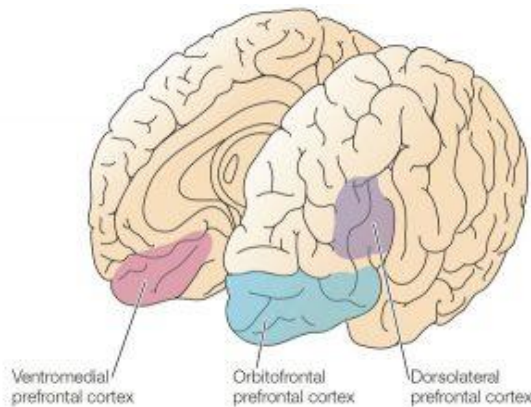
Frontal (ön) lob

Serebral korteksin ön lobu olan ve insan beyninin üçte ikisini oluşturan frontal lob; motor becerilerin kontrolü, dil gelişimi, dikkat, bellek oluşumu, yürütücü işlev fonksiyonları gibi pek çok bilişsel işlevden sorumlu olmakla beraber; ruh hali, kişilik, duygulanım ve öz farkındalık gibi süreçlerde de önemli bir yere sahiptir (Chayer ve Freedman, 2001). Frontal lobun ön kısmı prefrontal korteks, arka kısmı ise motor korteks ve premotor korteks olarak adlandırılmaktadır (Fuster, 1980). Motor becerilerin kontrolünden motor korteks ve premotor korteks sorumlu iken, kişilik özelliklerinin belirlenmesi, bilinçli eylemlerde bulunma, düşünme gibi bilişsel süreçlerden ise, prefrontal korteks sorumludur (Chayer ve Freedman, 2001). İşlevsel beyin görüntüleme teknikleri ile yapılan nöro görüntüleme çalışmaları, yürütücü bilişe dair fonksiyonların prefrontal kortekste kontrol edildiğini ortaya koyarken (Yuan ve Naftali, 2014); pozitron emisyon tomografisi (PET) kullanılarak yapılan çalışmalar, insanlardaki premotor korteksin koşullu motor davranışın öğrenilmesi ve

performansa dönüştürülmesi sırasında aktive olduğunu göstermektedir (Deiber vd., 1997; Grafton vd., 1998).

Frontal lobun gelişimi insanı diğer primatlardan ayıran pek çok özelliğin kazanılmasını sağlamıştır (Petrides, 1994). Özellikle sosyal sorumluluk gerektiren davranışları edinebilme, görev odaklı harekete geçebilme, liderlik vasfı kazanabilme, kural oluşturabilme ve kurallara uyabilme gibi literatürde yürütücü işlevler olarak tanımlanan özelliklerin kazanılması, frontal lobun gelişimi ile ilgilidir (Chayer ve Freedman, 2001). Bellek oluşumunda da önemli görevleri olan frontal lob; bilginin hatırlanması, uygun ve doğru yanıtların seçilerek bilginin geri çağırma yollarının organizasyonu gibi bellekssel süreçleri de kontrol etmektedir (Shimamura, 1995). Frontal lob aynı zamanda, çalışma belleğini kontrol ederek zihinsel bir faaliyetin sürdürülmesinde (Thompson-Schill vd., 2002) ve seçici dikkatin oluşturulmasında önemli bir yere sahiptir (Knight vd., 1981).

Frontal lobun en gelişmiş ve görev sorumluluğu en baskın olan bölümü, prefrontal kortekstir. Prefrontal korteks; dorsolateral prefrontal korteks, orbitofrontal korteks ve ventromedial prefrontal korteks olmak üzere üç anatomik bölümden (Şekil 2.10) oluşmaktadır (Zararsız ve Sarsılmaz, 2005). Dorsolateral prefrontal korteks; planlama, problem çözme, görev odaklı davranış eğiliminde bulunabilme, davranışı sürdürebilme ya da durdurma gibi yürütücü işlevleri kontrol ederken; orbitofrontal korteks; güdülenme süreçlerinde ve duygu düzenlemelerinin kontrol edilmesinde görevlidir. Ventromedial prefrontal korteks (anterior singulat) ise, dikkatin sağlanması ve sürdürülmesi, bellek oluşumu, motivasyon gibi bilişsel süreçleri kontrol etmektedir (Ertuğrul ve Rezaki, 2006).



Şekil 2.10. Prefrontal korteks ve bölümleri (URL-11).

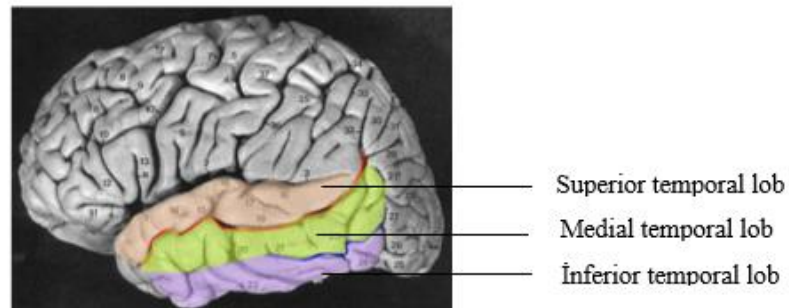
Yürütücü işlev fonksiyonları olarak tanımlanan, amaca yönelik görev odaklı davranış örüntüleri oluşturabilme, sosyal çevredeki değişimlere uyum sağlayabilme, kurallara uygun davranışlar edinebilme, planlama yapabilme, uygun iletişim ve ilişkiler kurabilme gibi yetenekler frontal lob bölümlerinde kontrol edilmektedir (Chayer ve Freedman, 2001). Yürütücü işlev fonksiyonları, farklı araştırmacılar tarafından serin (cool) ve sıcak (hot) olarak iki farklı türde incelenmektedir (Zelazo vd., 2005). Nörogörüntüleme sonuçları dikkate alındığında orbitofrontal korteks ve dorsolateral prefrontal korteksin sıcak ve serin yürütücü işlevler ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Brock vd., 2009). Serin yürütücü işlevlerden sorumlu bölgede beyin hasarı olan yetişkinlerin yeni materyal öğrenme veya problem çözme süreçlerinde sorun yaşadığı görülürken, sıcak yürütücü işlevler ile ilişkili bölgede beyin hasarı olan kişilerin ise, dürtüsellik, perspektif almada yetersizlik ve uygunsuz davranışlar oluşturma gibi sosyo-duyuşsal beceri problemleri yaşadığı gözlemlenmiştir (Ward, 2006). Bu anlamda çocukların duygularını ne ölçüde dizginleyebildikleri ve akademik içeriğe katılabildikleri büyük ölçüde sıcak yürütücü işlev becerilerine bağlı olarak gelişirken; özellikle matematik performansındaki önemli başarılar ve okul öncesi dönemde okula akademik olarak hazır olmak (McClelland vd., 2007) serin yürütücü işlev becerileri ile ilişkilendirilmiştir (Brock vd., 2009). Bu nedenle; sınıf ortamında yürütücü işlevleri kontrol etmeye dair önlem alınması, öğrenme sürecinin kalitesini belirlemede oldukça önemli olacaktır (Brock vd., 2009).

Frontal lob bölümlerinde meydana gelebilecek lezyonlar; motor becerilerin kontrolü (Halsband ve Freund, 1990), kişilik problemleri ve davranış sorunları (Milner ve Petrides, 1984), bilişsel yetersizlik (Atkinson-Milner vd., 1982) ya da dikkat eksikliği (Zhu vd., 2016) gibi problemlere neden olabilmektedir (Niedermeyer, 1998). Özellikle motor kortekste oluşabilecek tipik olmayan yapısal problemler, dokunsal ve işitsel uyarıların hareketlerle koşullu ilişkisinde sorunlar ortaya çıkmasına (Halsband ve Freund, 1990) ya da “dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu” (DEHB) gibi nörogelişimsel sorunlara (Zhu vd., 2016; Gaddis vd., 2015) neden oluşturabilmektedir. DEHB'deki yaygın kontrolsüz motor belirtiler arasında gösterilen kıpırdanma, kişinin oturduğu yerden kalkması, her yere koşması/tırmanması gibi davranışların, fMRI sonuçları dikkate alındığında motor korteksteki gelişimsel sorunlardan kaynaklandığı sonuçlarına ulaşılmaktadır (Gaddis vd., 2015). Frontal lob bölümlerinden prefrontal korteks üzerinde oluşabilecek

lezyonlar ise; bireylerin kişilik özelliklerinde büyük değişimler yaşamasına sebep oluşturabilmektedir (Niedermeyer, 1998). Özellikle beyinlerinin bu bölgesinde sorun olan ya da daha sonradan prefrontal korteksi zarar gören kişilerde toplumca kabul görmeyen saldırganlık, uygunsuz cinsel davranışlar, sorumsuzluk, dürtülerin kontrol edilememesi, sosyal ilişkilerde tepkisizlik ve umursamazlık gibi olumsuz kişilik özelliklerinin olduğu gözlemlenmiştir (Henri-Bhargava vd., 2018). Literatüre “Phineas Gage vakası” olarak geçen frontal lob sendromu, kafatasına saplanan bir demir sonucunda frontal lobu zarar gören bir kişide ortaya çıkan olumsuz kişilik özelliklerini kanıtlamaktadır (Neylan, 1999). Gage geçirdiği kazadan sonra bellek, dil, zeka, dikkat gibi bilişsel performans gerektiren yaşam eylemlerinde belirgin sorunlar yaşamazken; dürtülerini kontrol edememe, saldırganlık gibi toplumca kabul görmeyen kişilik özellikleri kazanmıştır. Frontal loba dair bu veriler; kişilik gelişimi, sosyal ilişkilerin sürdürülebilmesi, bilişsel faaliyetlerin yürütülebilmesi gibi insana özgü temel yaşam eylemlerinde önemi bulgular olarak karşımıza çıkmaktadır.

Temporal lob

Serebral korteksin bir diğer lobu olan temporal lob; başta işitme olmak üzere (Kaas ve Hackett, 1999), görme (Goodale ve Milner, 1992), bellek oluşumu (Scoville ve Milner, 1957), dil (Cloutman, 2013) ve semantik işleme (Lambon Ralph, 2014) gibi bilişsel süreçlerden sorumludur (Kiernan, 2011). Temporal lob; superior temporal lob, medial temporal lob ve inferior temporal lob olarak, üç anatomik bölümden oluşmaktadır (Şekil 2.11). Ayrıca limbik sistem olarak adlandırılan hipokampus, amigdala ve singulat girus gibi yapılar da temporal lobun içinde bulunmaktadır.



Şekil 2.11. Temporal lob ve bölümleri (URL-12).

Temporal lob kulaktan alınan uyarıların algılanıp anlamlandırılması, seslerin tanınması ve hatırlanmasını sağlayan işitme merkezini içermektedir (Kaas ve Hackett, 1999). Bu merkez, posterior superior temporal girus beyin kıvrım notasında yoğunlaşmaktadır (Bajada vd., 2017). Sesleri anlamlandırma sürecinde görevli temporal lob, müzik algısı ve performansında da oldukça aktif çalışmaktadır (Ayata ve Aşkın, 2008). Nörogörüntüleme çalışmaları dikkate alındığında müzik yapma veya dinleme performansı sırasında sağ temporal lobun aktif çalıştığı kanıtlanmıştır (Pantev vd., 2001). Sağ temporal lobu çıkartılan hastaların müzikal perdeleri (frekans) ayırt etmede güçlük yaşadıkları gözlenmiştir (Zatorre, 1984). Bu bilgi aynı zamanda sağ hemisferleri baskın çalışan kişilerin müzik yeteneklerinin nedenini de açıklamaktadır.

Temporal lob, konuşmanın anlaşılması ve gerçekleştirilebilmesini sağlayan Wernicke ve Broca alanlarını da içermektedir (Fridriksson vd., 2015). Konuşmaların anlamlandırılmasını sağlayan semantik alanın, ventral temporal lobla (esas olarak sol hemisferde) ilişkisi görülürken; fonolojik alanın daha çok dorsal ve posterior yapılarda aktive olduğu görülmüştür (Bajada vd., 2017). Ayrıca konuşma sırasında lisanın tanınmasını sağlayan temporal lob bölgesi ise, superior temporal girus beyin kıvrımıdır (Bajada vd., 2017). Tüm bu verilere ek olarak, eski konuşmaların hatırlanması, bilinçli olarak konuşma eylemine geçme de bu bölümlerin aktivasyonu ile sağlanmaktadır. Temporal lobu zarar gören kişilerde konuşma bozuklukları (afazi) yaşandığı gözlemlenmiştir (Hodges vd., 1992).

Temporal lob aynı zamanda uzun süreli bellek oluşumunda da önemli bir yere sahiptir (Remondes ve Schuman, 2004). Bellek oluşumunda özellikle epizodik belleğin temporal lobda bulunan hipokampal oluşum ve parahipokampal girus gibi medial yapılarda kontrol edildiği görülmüştür (Bajada vd., 2017). Görsel belleği kontrol eden temporal lob, kişinin gördüklerini tanımasını ve anlamlandırabilmesini sağlamaktadır (Cowell vd., 2010; Wixted ve Squire, 2011). Bu kısmın aktif çalışması ile tanıma hafızası sağlanarak nesneler ve kişiler görsel bellekte ayırt edilebilmektedir (Cowell vd., 2010).

Parietal lob

Frontal lobun hemen arkasında bulunan ve farklı somatosensoriyal görevleri olan parietal lob, önemli bir duyu merkezidir. Sıcaklık, basınç, dokunma, acı hissi gibi duyu reseptörlerini içermekte ve mekansal yön belirlemede görev almaktadır (Kiriş, 2021). Ayrıca okuma yaparken (Valdois vd., 2019) ya da matematik yeteneği sergilerken de (Ansari vd., 2005) aktivasyonu görüntülenen parietal lobun, matematiksel beceriler konusunda üstün yetenekli olan bireylerde daha fazla gelişmiş olduğu görüntülenmiştir (Desco vd., 2011).

Matematiksel algılamada sayıları veya sayıları ifade eden örüntü, sembol, kavram gibi ifadeleri net olarak anlamlandırabilmek önemli bir gerekliliktir (Emerson ve Cantlon, 2012). Bireylerin matematiksel problem çözebilme yeterliliği, sayıları kavramsallaştırma becerisi ile doğrudan ilişkilidir (Halberda vd., 2008). İşlevsel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) sonuçlarına göre, sembolik veya sembolik olmayan sayısal formları içeren bilişsel görevler sırasında prefrontal korteks ve parietal korteks aktive olmaktadır (Ansari vd., 2005; Cantlon vd., 2009).

Görsel uzamsal işleme ve mantıksal muhakemenin gelişmiş matematiksel becerilerle ilişkili olduğu hipotezini desteklemek isteyen bilim insanları, matematiksel yeteneği olan kişilerin parietal ve frontal loblarında artan bir aktivasyon gözlemlemiştir (Desco vd., 2011). Muhakeme yeteneği, çalışma belleği aktivasyonu ve zihinsel imgeleme kapasitesinin matematiksel problem çözmede temel olduğu düşünülmektedir (Lee vd., 2006). Bu anlamda; çalışan bellek, bir problemi çözerken ara adımlardan gelen bilgileri tutmayı ve manipüle etmeyi mümkün kılar (Newman vd., 2003); zihinsel imgeleme yeteneği ise, öncüllerde açıkça verilmeyen yeni bilgileri bulmak için akıl yürütebilmeyi ve zihinsel imgeleri görselleştirebilmeyi sağlamaktadır (Knauff vd., 2002). Matematiksel problem çözme sürecinde akıcı muhakeme ile ilişkili beyin aktivasyonu, problemlerin zorluk düzeyine bağlıdır. Başka bir deyişle, görevle ilgili çalışma belleği yükünün artması, dorsolateral prefrontal lob ve üst parietal loblarda artan bir aktivasyona neden olmaktadır (Klingberg vd., 1997; Perfetti vd., 2009).

Görsel uzamsal dikkat ve motor becerilerde de aktivasyonu görüntülenen parietal lob, görsel yolları kullanarak çevremizdeki nesneleri ve nerede olduklarını anlamamızı sağlayarak görsel uzamsal bilgi işleme yeteneği ile hareketlerin koordinasyonunda görev alır ve dikkatin oluşmasını sağlar (Mesulam, 1983). Parietal korteks; el uzatma, kavrama, göz koordinasyonu ile dikkati yönlendirme, zihinsel döndürme ve uzamsal çalışma belleği de dahil olmak üzere çeşitli görsel uzamsal görevler sırasında aktiftir (Culham ve Kanwisher, 2001). Bu anlamda motor eylemler sırasında (kavrama gibi), inferior parietal lobun niyetin anlaşılması süreçleri de dahil olmak üzere aktive olduğu belirtilmektedir (Culham ve Kanwisher, 2001).

Dil, matematik, uzamsal dikkat, görsel motor, işitsel işlev gibi bilişsel süreçlerde önemli görevleri olan parietal lob hasarında, konuşma ve dil bozuklukları yaşanabilirken (Fridriksson vd., 2010) kişinin matematiksel problem çözme süreçlerinde sorunlar yaşanabildiği (Kadosh vd., 2007) çeşitli beyin görüntüleme sonuçları ile kanıtlanmıştır. Bu bağlamda, disleksi (Cao vd., 2006) ve diskalkuli (Kadosh vd., 2007) gibi tanıların nörobiyolojik ve nörofizyolojik temellerine inildiğinde parietal lob hasarı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda yönlendirilmiş dikkat, dikkati belirgin bir uyarana odaklama ve yönlendirme yeteneği bozuklukları olarak tanımlanan DEHB (Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu), dikkatin kaydırılmasında ve belirli hedeflerin saptanmasında önemli bir rol oynadığı bilinen parietal lobdaki lezyonlarla ilişkilendirilmiştir (Tamm vd., 2006).

Oksipital lob

Görsel uyaranları yorumlama becerisinden sorumlu olan ve serebral korteksin arka kısmında bulunan oksipital lob, görsel korteksin çoğunluğunu içermektedir. Oksipital lob, retinadan gelen uyarıları anlamlandırarak görmenin gerçekleşmesini sağlar (Berlucchi, 2014). Aynı zamanda oksipital lob ile komşu olan parietal ve temporal loblar arasındaki bağlantılar; okuma, yazma ve tanıma gibi görsel işlevlerin gerçekleşmesinde de temel oluşturur (Nehmad, 1998).

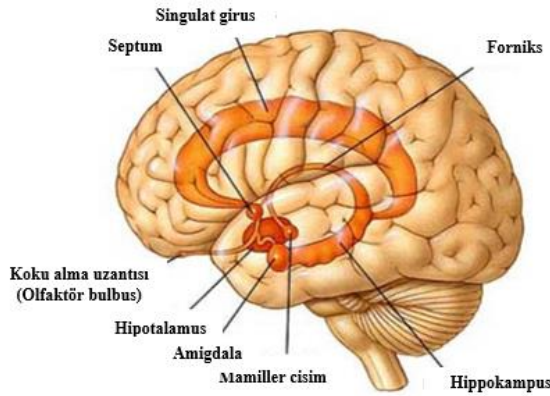
Görme problemleri yaşanmasına neden olabilecek oksipital lob lezyonları, özellikle okuma becerisinde sorunlar (disleksi) yaşanmasına neden olabilmektedir (Warrington ve Zangwill, 1957). Okuma becerisi, büyük/küçük harf, yazı tipi, boyut veya konumdaki değişikliklerden bağımsız olarak harf dizilerini hızlı ve paralel bir

şekilde anlamlandırma yeteneğidir (McCandliss vd., 2003). Bu yetenek, özellikle yetişkin okuyucularda görsel harf dizilerinin soyut kimliğini kodlayan sol temporo-parieto-okspital bölgenin aktivasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Shaywitz vd., 2002).

Serebral korteks ve loblarına ilişkin bu veriler; dikkat, bellek oluşumu ve geri çağırma, algı, öğrenme gibi temel bilişsel süreçler ve toplumca kabul gören olumlu kişilik özelliklerinin ediniminde beyin mekanizmalarının önemini ortaya koymaktadır. Bu verilerin pek çok disiplinde dikkate alınması insan davranışlarını anlamlandırma sürecinde büyük önem taşımaktadır. Eğitimcilerinde öğrenen bireyi daha iyi anlayabilmesi, öğrenme sürecini ve ortamını birey özelinde planlayabilmesi için, bu verileri dikkate alması eğitimin niteliğinin yükseltilebilmesi noktasında oldukça önemlidir.

Limbik sistem

Serebral hemisferlerin inferomedial tarafında yer alan limbik lob (Şekil 2.12), korpus kallozumu çevreleyen iki eşmerkezli giristan oluşmaktadır (Rajmohan ve Mohandas, 2007). Limbik sistemi oluşturan temel yapılar ile ilgili net bir görüş olmamakla beraber limbik korteks, hipokampal oluşum, amigdala, septal alan ve hipotalamus bölümlerinden oluştuğu belirtilmektedir (Pierri ve Lewis, 2000). Duygu ve bellek oluşumlarını kontrol eden limbik yapılar birkaç lobun kesişiminde olmakla beraber daha çok temporal lob ile ilişkilidir (Rolls, 2015).

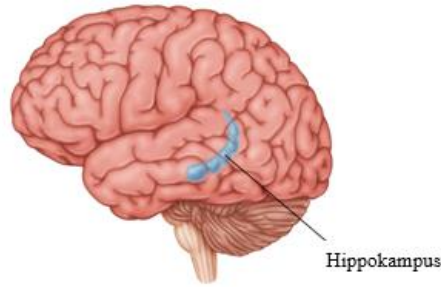


Şekil 2.12. Limbik sistem temel yapısı (URL-13).

Limbik yapılar duyguların kontrolü, sosyal etkileşim ve davranışları kontrol etme, bellek oluşumu, dikkat, odaklanma, motivasyon, savaş ya da kaç tepkisi oluşturma, haz duygusu gibi süreçleri kontrol etmektedir (Rajmohan ve Mohandas, 2007). Özellikle bellek oluşumunda ciddi aktivasyonu gözlemlenen limbik yapılar içerisindeki hipokampus, olayları ve anıları depolayan belleği kontrol ederken; amigdala olaylarla ilgili duyguları hatırlamamızı sağlayan bellek oluşumunda görev almaktadır (Richter-Levin, 2004). Bu bölümde limbik sistem bölümlerinden hipokampus ve amigdala ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

Hippokampus

Medial temporal lobun derinliklerinde bulunan ve görüntüsü bir denizatını andıran hipokampus (Şekil 2.13), temel anlamda bellek oluşumundan sorumlu limbik sistem bölümüdür (Knierim, 2015). Özellikle konum ve yön bulmada (navigasyon) aktif görevler üstlenen hipokampus (Woollett ve Maguire, 2012), diğer limbik yapılarla beraber çalışarak bellek oluşumunu sağlamaktadır.



Şekil 2.13. Hippokampus ve temel yapısı (URL-14).

Uzamsal belleği kontrol eden hipokampus, hareket sırasında çevreyi üç boyutlu olarak değerlendirebilmeyi ve uzayda yön bulabilmeyi sağlamaktadır (Woollett ve Maguire, 2012). Nörogörüntüleme çalışmaları dikkate alındığında kişinin yön bulma eylemi süresince hipokampuslerinin aktif çalıştığı görüntülenmiştir (Moser ve Moser, 2014). Özellikle hipokampusün CA1 (Cornu Ammonis-1) bölgesinin uzamsal bellek oluşumunda aktive olduğu belirtilmektedir (İzci ve Erbaş, 2015).

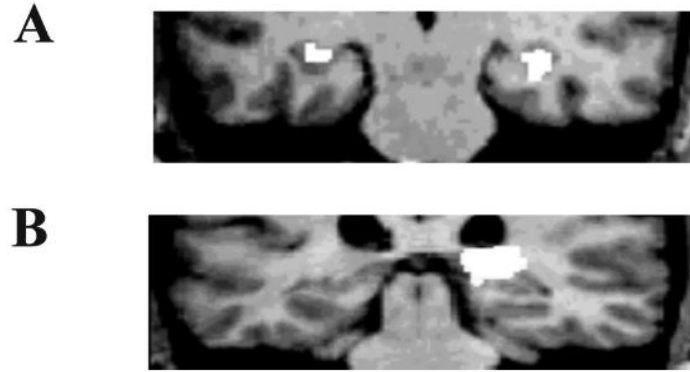
Beyin ve bilişe dair çalışmalar yürüten bilim insanlarının en büyük odak noktalarından birisi de insanların herhangi bir eylemi nasıl ve neden yaptıklarını anlamlandırmak olmuştur (Moser ve Moser, 2014). Farklı hayvanlar üzerinde yapılan

deneylerle uzayda nasıl hareket ettiğimizi ve uzayla nasıl ilişki kurduğumuzu açıklamaya çalışmışlardır. 1948 yılında Edward C. Tolman, davranışı anlamlandırma sürecinde insanların ve diğer hayvanların beyinlerinde kendi uzamsal ortamlarına dair bir tür harita olduğunu açıklamıştır (Tolman, 1948). Bu fikir, “bilişsel harita” teriminin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Whittington vd., 2022). Tolman’ın çalışmalarını takip eden 1978 yılında, O’Keefe ve Lynn Nadel tarafından hippocampus içerisinde uzayda yön bulabilmeyi sağlayan “konum hücrelerinin” (place cell) varlığı keşfedilmiştir (O’Keefe ve Nadel, 1978). Konum (yer) hücreleri uzamsal belleği uyararak tanıdık bir yer ile karşılaşıldığında nöronal aktivasyonu tetikleyen (aksiyon potansiyelleri oluşturan) piramidal tipte sinir hücreleridir (Moser ve Moser, 2014).

Bilişsel haritalar, konum bilgisini oluşturmak ve biriktirmek için kullandığımız zihinsel bir yöntemdir (O’Keefe ve Nadel, 1978). Bilişsel haritalamanın hippocampuste yer alan konum hücrelerinin nöronal aktivasyonu (O’Keefe ve Nadel, 1978) ve entorhinal korteksteki ızgara hücrelerinin aktivasyonu ile sağlandığı tahmin edilmektedir (Hafting vd., 2005). Bilişsel haritalar daha çok görsel uyaranlarla ilişkili olup koku alma, işitme gibi duyuyla da ilişkilidir (Whittington vd., 2022). Kişi çevresinde hareket halindeyken konumunu algılamak için duyu ipuçlarından yararlanarak uzamsal belleğinin oluşturduğu bilişsel haritalardan yararlanır. Böylelikle uzayda yön bulma eylemi gerçekleştirilir.

Hippokampuse dair oldukça çeşitli araştırmalar yürüten bilim insanlarının merak konularından biri de yaşa ve deneyime bağlı olarak hippocampuste gerçekleşen büyüme izlenimi olmuştur. Hippokampus, nöroplastisiteyi sağlayarak beyinde yaşam boyu nöroenezin gerçekleşebileceğine yönelik önemli veriler sunmaktadır (Eriksson vd., 1998; Maguire vd., 1997). Maguire ve arkadaşları (1997) pozitron emisyon tomografisi kullanarak karmaşık bir yol haritasına sahip olan Londra sokaklarında taksi şoförlüğü yapan lisanslı taksi şoförlerini incelemiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, uzamsal belleklerini kullanarak karmaşık yol haritalarının bilişsel haritalarını kuran şoförlerin kontrol grubu deneklerine kıyasla, hippocampuslerinde belirgin bir büyüme (Şekil 2.14) gözlemlenmiştir (Maguire vd., 1997; Maguire vd., 2003; Woollett ve Maguire, 2012). Bu veriler sinir hücrelerinin yenilenemeyeceği ve

tekrar oluşamayacağı görüşlerine dair önemli antitezler sunarak bilimsel literatürde yerini almıştır.



Şekil 2.14. A. Eğitilmiş taksi şoförlerinde kontrol grubu kişilerine kıyasla arka hipokampus bölümünde artan gri madde görüntüsü B. Taksi sürme süresi uzadıkça gri madde hacminin arttığı sağ arka hipokampal alan (Maguire vd., 2003).

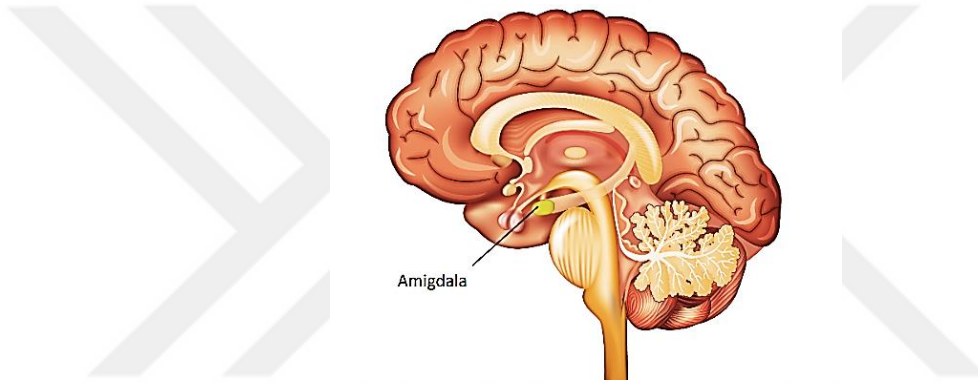
Öğrenmenin gerçekleşebilmesinde temel süreç olan bellek oluşumu, uzun süreli sinaptik bir ilişki olarak tanımlanan “uzun süreli güçlendirme” (long term potentiation– LTP) kavramı ile açıklanmaktadır (Teyler ve DiScenna, 1987). LTP duyuşal olarak alınan girdinin sık tekrarlarla kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe geçişini ve bilginin kalıcılığının sağlanmasını nörobiyolojik temellere dayandırarak açıklamaktadır (Lynch, 2004). Bu anlamda bilgilerin kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe geçişinde önemli görevleri olan hipokampus, LTP’nin sağlandığı önemli bir merkezdir (Bliss ve Collingridge, 1993).

Hipokampus aynı zamanda adrenal korteksten üretilen ve kan yoluyla vücuda yayılan kortizol hormonunun da etkisi altında kalmaktadır (McEwen vd., 2016). Kortizol bir tür stres hormonudur (Dedovic vd., 2009) ve bellek performansı da dahil olmak üzere pek çok bilişsel işlevi etkilemektedir (Schwabe ve Wolf, 2010). Hipokampusteki glukokortikoid reseptör duyarlılığı ve hipokampal bütünlük kortizol dengesinin sağlanmasında son derece önemlidir (Wingenfeld ve Wolf, 2014). Kortizol hormonu hipokampusteki ilgili reseptörlere yeterli miktarda bağlandığında, hipotalamusa uyarı göndererek kortikotropin salgılatıcı hormonun salınımının etkisiz hale gelmesini sağlamakta ve kortizol salınımını belli seviyede tutarak amigdaladan kaynaklı stresi regüle etmektedir. Bu işlemler sırasında hipokampus işlevini yerine getirebilirse stresin durdurulması sağlanabilirken; bu

olay tersinir bir işlev göstererek uzamış stres sonucunda hippocampusün çalışmasını da etkileyebilir (İzci ve Erbaş, 2015).

Amigdala

Amigdala, temporal lobun dorsomedial kısmında ve limbik sistem içerisinde bulunan (Şekil 2.15) çok sayıda nöron gövdesinden (çekirdek-nukleus) oluşan bir yapıdır. Öfke, şiddet, korku ve kaygı anlarındaki davranışları belirlemekte ve bellek oluşumuna etki etmektedir. Ayrıca yoğun duygusal anlarda dikkati arttırmakla görevli olan amigdala; ödül, motivasyon, öğrenme gibi bilişsel süreçlerde de aktif rol almaktadır (Murray, 2007).



Şekil 2.15. Amigdala ve temel görünümü (URL-15).

Amigdalanın duygusal ve sosyal davranışların şekillenmesinde çok önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda özellikle gelişimsel sürecin başlarında amigdalanın olumsuz duyguları (korku v.b.) kontrol ettiği nörogörüntüleme çalışmaları mevcutken (Morris vd., 1996), yeni bilimsel bilgiler ışığında amigdalanın olumlu duygulanımda da önemli rolleri olduğu belirtilmektedir (Murray, 2007). Nörogörüntüleme çalışmaları dikkate alındığında, Pavlov koşullandırmasının temelinde yer alan pekiştireç mantığının ödüle ulaşma ya da cezadan kaçma durumlarında amigdalanın aktivasyonu dikkat çekmektedir (Gallagher vd., 1990). Bu sonuçlar, amigdalanın pozitif duygulanımdaki işlevini net bir şekilde belirtirken; Somerville ve ekibi (2006) tarafından yapılan bir bilimsel çalışmada amigdalada artan aktivasyon net bir şekilde görüntülenmiştir. Bu çalışmada, deneklere tanıdık olmayan yüz ifadeleri belirli hikayelerle sunulmuştur. Hikayelerde yüz ifadeleri sunulan kişilere dair olumlu, olumsuz ya da nötr bilgiler bulunurken; deneklere dair incelenen fonksiyonel görüntüleme çalışmaları sonucunda amigdalanın nötr bilgilerle

ilişkilendirilen kişilere kıyasla, olumlu ya da olumsuz duygularla ilişkilendirilen yüzlere karşı seçici olarak duyarlı olduğu sonuçları elde edilmiştir (Somerville vd., 2006).

Olumlu ve olumsuz duygulanımda aktif rolleri olan amigdala, aynı zamanda kişinin karar verme süreçlerinde de önemli bir yere sahiptir. Duyguya bağlı bir süreç olan karar verme eylemi, beyinde amigdala ve orbitofrontal korteks aktivasyonu ile ilişkilidir. Bilimsel çalışmalar, orbitofrontal korteks veya amigdala hasarı olan hastaların sosyal alanda muhakeme ve karar vermede sorun yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Bechara vd., 2000).

Duyuların algılanmasında da önemli görevleri olan amigdala, tüm duyulardan duysal girdiler alır (Patin ve Pause, 2015). Bu nedenle amigdalanın duysal bilgileri işleyen beyin bölgeleri ile duysal ve motivasyonel tepkileri ortaya çıkarmaktan sorumlu beyin bölgeleri arasında önemli bir bağlantı oluşturduğu düşünülmektedir (McDonald, 1998). Bu nedenle Aggleton ve Mishkin (1986) amigdalayı "duygulara açılan duysal kapı" olarak adlandırmıştır.

Beynin yaşamsal faaliyetleri sürdürebilmesinin yanında bilişsel performans, duysal ve duysal uyarımları da kontrol eden modüler yapısı ve nörofizyolojik ilişkileri, kişinin yaşam eylemlerini gerçekleştirebilmesinde temel etkindir. Beynin nöroanatomisine dair verilen bu bilgiler açıkça göstermektedir ki, beyin yapısı ve işleyişi; bireyin bilişsel performansının ve davranışlarının anlamlandırılabilmesi, öğrenme süreçlerinin kontrol edilmesi, öğretimin temel dayanaklarının oluşturulması ve öğrenme ortamlarının düzenlenmesinde dikkate alınması gereken önemli bulgulardır.

2.3 Nörogenез ve Öğrenme İlişkisi

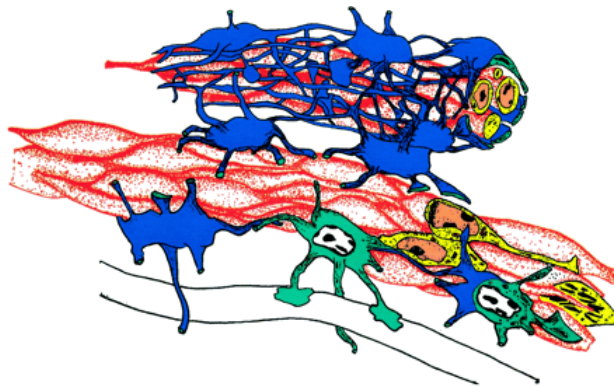
Nörogenез anne karnında embriyonik gelişimle beraber başlayan ve doğum sonrasında da beynin belli bölümlerinde devam eden nöral kök hücrelerden (nöral progenitör hücre) yeni nöronların ya da glia hücrelerinin oluşumunu açıklayan nöronal bir süreçtir. Özellikle prenatal (doğum öncesi) dönemde nöral kök hücreler proliferasyon (hücre bölünmesi) ile çoğalarak nöron ya da glia hücrelerini oluşturduktan sonra oluşan hücrelerin uygun dokuya göç etmesi ile sinir sistemi

dokularının oluşumu gerçekleşir (Götz ve Huttner, 2005). Prenatal dönemde gerçekleşme hızı oldukça yüksek olan nörogenez, doğum sonrasında ve yetişkinlikte de gerçekleşerek beyinde oluşabilecek lezyonların onarımı, öğrenme ve bellek oluşumları, ruh hali düzenleme gibi pek çok bilişsel sürecin gelişimini sağlar (Zhao vd., 2008).

Tarihsel süreçte nöronların keşfi ile ilgili bilimsel çalışmalar incelendiğinde özellikle 19. yüzyılın sonlarında Santiago Ramon y Cajal'ın araştırmaları öne çıkmaktadır. Cajal, beynin temel yapı birimleri olarak nöronların varlığını ispatlamış; fakat doğum sonrasında yeniden oluşamayacağı ve kendini yenileyemeyeceği görüşünü ortaya atmıştır (Ramon y Cajal, 1928). Uzun yıllar kabul gören bu dogma, beynin sabit ve değişmez bir yapıda olduğunun kabul edilmesine neden olmuştur (Owji ve Shoja, 2020). Zamanla bu görüşleri çürütmek isteyen bilim insanları ise; beynin doğum sonrasında da hacimsel olarak değişebileceği görüşünü kanıtlamak için önemli bilimsel çalışmalar yapmıştır. Özellikle 1960'lı yıllarda Josef Altman'ın sıçan ve kedi beyinleri üzerinden yaptığı bilimsel çalışmalar dikkat çekmektedir. Altman'ın çalışmaları Cajal'ın iddialarının aksine, yetişkin sıçan ve kedilerin beyinlerinde glial hücre bölünmesini ve nörogenezi kanıtlamıştır (Altman, 1962). Özellikle hippokampusun dentat girus bölgesinde ve kortekste işaretlenmiş nöronları ortaya çıkaran bu bilimsel çalışmalar, yetişkin beyinde olası nörogenez iddialarını önemli ölçüde desteklemektedir (Altman, 1963). Bu çalışmaları takip eden yıllarda Michael Kaplan ve ekibi, hippokampusun dentat girusu dışında olfaktör bulbus bölgesinde de nörogenez bulgularına rastlamıştır (Kaplan ve Hinds, 1977). Bu bulgular, yetişkin beyinde doğum sonrasında da nörogenez oluşumlarını destekleyecek önemli çalışmalar olarak literatürde yerini almıştır. 1980'li yıllarda ise, Fernando Nottebohm ve öğrencisi Steven Goldman ötücü kuşlar üzerinde yaptıkları bilimsel çalışmalarla yetişkin beyinde önemli nörogenez bulgularına rastlamıştır (Goldman ve Nottebohm, 1983). Ayrıca 1990'lı yıllardan sonra Elizabeth Gould'un çalışmaları yetişkin beyinde nörogeneze dair farklı beyin yapılarının da ortaya çıkmasını sağlamıştır. Gould ve arkadaşlarının çalışmaları ile hippokampusun dentat girus bölgesi dışında neokorteksin farklı alanlarında da nörogenez bulgularına rastlanmıştır. Sunulan bulgulara göre; subventriküler bölgede nörogenez ile oluşan yeni nöronlar, beynin beyaz cevherinden prefrontal korteks, inferior temporal lob ve posterior parietal kortekse göç ederek bu bölgelerde özellikle yeni aksonların

oluşmasına öncü olmuştur (Gould vd., 1999). Gould'un çalışmaları beynin daha önce nöronal hücre bölünmesi ile ilişkilendirilmemiş bölgelerinde de nörogenez bulgularını ortaya koymuştur (Owji ve Shoja, 2020). Nörogeneze dair 2000'li yılların başına kadar artarak ilerleyen bu bilimsel kanıtlar, nörobilim araştırmalarının önemli bir dönüm noktasına ulaşmasını sağlamıştır.

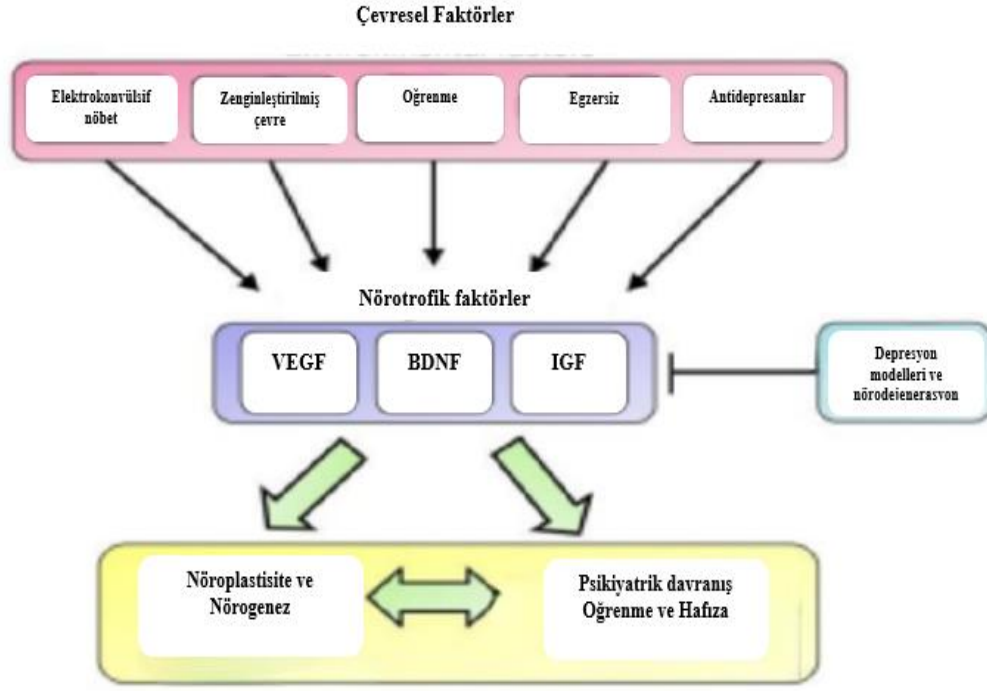
Nörogenez ile modüle olabilen yetişkin beyni esnek bir yapıya sahiptir. Özellikle öğrenme ve bellek oluşumları sırasında gerçekleşmesi olası gösterilen nörogenez, nöral kök hücrelerin çoğalması, farklılaşması ve yeni doğan nöronların hayatta kalması, olgunlaşması ve entegrasyonu dahil olmak üzere pek çok fizyolojik ve patolojik aktiviteyle ilişkili olarak açıklanmaktadır (Zhao vd., 2008). Yetişkin beyninde gerçekleşebilecek nörogenez, yeni nöronların oluşumunu sağlayabileceği gibi, yeni dendritik dikenler, aksonlar ya da glial hücrelerin oluşumunu da sağlayabilir. Beynin lateral ventrikülü kaplayan subventriküler bölgesi (SVZ) ve hippocampusteki dentat girusun subgranüler bölgesi'nde (SGZ) gerçekleşme olasılığı oldukça yüksek olan nörogenez (Lledo vd., 2006), nöroplastisitenin temelini oluşturmaktadır. SGZ'de oluşan nöral kök hücreler çoğalarak hippocampusun granüler tabakasına göç ederken (Altman ve Das, 1965; Caviness, 1973) SVZ'de üretilen nöral kök hücreler ise rostral göç yolunu takip ederek olfaktör bulbusa (Şekil 2.16) gelir (Alvarez-Buylla ve García-Verdugo, 2002; Bonfanti ve Theodosis, 1994). Bu göçün ardından nöral kök hücreler, yeni nöronlar oluşturmak ya da var olan nöronal devrelere katılmak için farklılaşırlar (Eriksson vd., 1998; Lee ve Son, 2009; Lledo vd., 2006).



Şekil 2.16. SVZ bölgesinde üretilen nöral kök hücrelerin göçü (Alvarez-Buylla ve García-Verdugo, 2002).

Nörogenezin yetişkin memeli beyninin SVZ ve SGZ dışındaki bölgelerinde meydana gelip gelmediği konusu oldukça tartışmalıdır (Rakic, 2002). Bu tartışmalar sonucunda ulaşılan bulgulara göre; SGZ ve SVZ bölgelerinde gerçekleşen nörogeneze ek olarak, homeostaziyi kontrol etmekle görevli olan hipotalamusta da nöral kök hücre nişine rastlanmıştır. Nörojenik niş, embriyonik gelişimden sonra nöral kök hücrelerin yetişkin beyninde yerleştiği bölgeler olarak tanımlanmaktadır. Bu nörojenik nişler, nöral kök hücrelerin çoğalmasını ve farklılaşmasını sağlayabilir (Sousa-Ferreira vd., 2014). Nöral kök hücreler, nörojenik nişler dışında beynin farklı alanlarında bulunmadığından nörogenezin gerçekleştiği mikro çevre yetişkin beyninde oldukça önemli bir yere sahiptir (Kaptan ve Üzüm, 2016).

Nörogeneze ilişkin bilimsel çalışmalar doğum sonrasında ve yetişkinlikte yeni nöronların ya da glia hücrelerinin oluşabileceğine yönelik önemli bulgular sunarken, nörogenezi tetikleyen faktörler (Şekil 2.17) zamanla önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu anlamda fiziksel egzersiz (Meray ve Yenice, 2018; Ünal, 2021) ve zenginleştirilmiş çevresel koşulların (Kempermann, 2002; Nilsson vd., 1999) nörogeneze önemli etkileri olabileceğine yönelik çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır. Bu dışsal uyaranlar dışında nöronların hayatta kalması, olgunlaşması ya da farklılaşmasını sağlayan çeşitli beyin kimyasallarının da nörogenezi tetiklediğine yönelik önemli bulgular sunulmaktadır. Bu bağlamda; “beyin türevli nörotrofik faktör” (BDNF), “vasküler endotelial büyüme faktörü” (VEGF) ve “insülin benzeri büyüme faktörü-1” (IGF-1) gibi nörotrofik faktörlerin de özellikle yetişkin hipokampal nörogenezini önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. (Lee ve Son, 2009).



Şekil 2.17. Yetişkin hipokampal nörogenezini etkileyen faktörler (Lee ve Son, 2009).

Nörogeneze dair yapılan bilimsel çalışma bulguları dikkate alındığında özellikle yetişkin hipokampal nörogenezi ile hipokampal fonksiyon (öğrenme görevi) arasında önemli korelasyonel sonuçlar dikkat çekmektedir (Zhao vd., 2008). Bu bağlamda; zenginleştirilmiş bir ortama maruz bırakılan farelerin özellikle dentat girus bölgelerinde hipokampal nörogenezi destekleyen önemli sonuçlar görülürken (Kempermann, 2002; Nilsson vd., 1999); uzamsal bir öğrenme görevi sırasında ise, subgranüler bölgede hücre bölünmesinde güçlü bir artış ve ardından gelişmiş nörogeneze dair (van Praag vd., 1999) önemli sonuçlar dikkat çekmektedir.

Zenginleştirilmiş çevresel koşullarda fiziksel egzersize maruz bırakılan fareler üzerinde yapılan bilimsel çalışmalardan biri olan Morris su havuzu testinin (Morris, 1984) sonuçları dikkate alındığında; uzamsal bir öğrenme görevi sırasında, özellikle hippocampusun dentat girus bölgesinde artan hücre bölünmesi, nöronların farklılaşması ve hayatta kalmasını takip eden önemli nörogenez bulguları görülmektedir (Kempermann ve Gage, 2002; Morris, 1984). Ayrıca gönüllü koşu SGZ'deki hücre bölünmesini arttırırken, zenginleştirilmiş çevresel koşullar, olgunlaşmamış nöronların hayatta kalmasını desteklemektedir (Kee vd., 2007). Hem gönüllü egzersiz hem de çevresel zenginleştirmenin, genç ve yaşlı farelerin Morris su labirentindeki bilişsel performansına olan pozitif korelasyonu, çevresel

zenginleştirme ve fiziksel egzersizin daha iyi tanıma belleğine yol açtığını ve kognitif fonksiyonları arttırdığını kanıtlamaktadır (Bruehl-Jungman vd., 2005).

Nörogenezi tetikleyen beyin kimyasalları ile ilgili bilimsel çalışma sonuçları incelendiğinde ise; önemli nörotrofik faktörler ve etkileri dikkat çekmektedir. Bu anlamda önemli nörotrofik faktörlerden biri olan BDNF, nöral kök hücrelerin bölünmesi, farklılaşması, olgunlaşması ve sağ kalımı dahil olmak üzere pek çok temel nöroenez faaliyetlerinin yanı sıra (Kaptan ve Üzüm, 2016), bellek oluşumundan da sorumlu (Tharmaratnam vd., 2018) önemli bir sinyal yolağıdır. Ergenler üzerinde arttırılmış fiziksel egzersiz üzerine yapılan 12 haftalık bir bilimsel çalışma sonuçlarına göre; deney süresi sonunda beyin oksijenasyonunda önemli artışlar görülürken; BDNF'deki önemli artışlar sonucunda bellek performansında gelişmeler görülmüştür (Tharmaratnam vd., 2018). Ayrıca deney fareleri ile yapılan çalışmalar, BDNF ve VEGF gibi nörotrofinlerin özellikle dentat girusta uzun süreli güçlendirmeyi (LTP) tetiklediği sonuçlarını ortaya koymaktadır (Olson vd., 2006). Bu verilere ek olarak, fiziksel olarak daha aktif olan farelerin (koşan fareler) uzamsal bir görevi daha hızlı öğrendiği sonuçlarına ulaşılrken; nörotrofinlerin LTP'ye etki ederek öğrenme performansını arttırdığı sonuçları da dikkat çekmektedir (Cotman ve Berchtold, 2002). Ayrıca öğrenmeyi özellikle hipokampus bölgesindeki sinaps şiddetindeki artış ile açıklayan uzun süreli güçlendirme kavramına ek olarak, nöroenezin de öğrenmeyi etkilediğine yönelik sunulan bulgular incelendiğinde LTP'nin genç nöronlarda daha hızlı gerçekleşebildiği ve sinaptik plastisiteyi de arttırdığı belirtilmektedir (Schmidt-Hieber vd., 2004).

Fiziksel egzersiz ve zenginleştirilmiş ortamın aksine yaşlanma ve stresin ise, özellikle hipokampal bölgede nöronların bölünerek çoğalması ve sağ kalımını etkileyerek nöroenez azalttığı önemli bilimsel çalışmalar da bulunmaktadır (Zhao vd., 2008). Yetişkin hipokampal nöroenez ile stres arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim insanları, sürekli strese maruz kalmak ve anksiyetenin yeni nöronların üretimini ve sağ kalımını olumsuz etkilediği sonuçlarını paylaşmaktadır (Mirescu ve Gould, 2016).

Prenatal dönemde gerçekleşme hızı oldukça yüksek olan nöroenezin yetişkinlikte de gerçekleşebiliyor olması üzerine yapılan bilimsel çalışmalara ilişkin tüm bu veriler dikkate alındığında; öğrenmenin gerçekleşebilmesi ve bellek oluşum süreçlerinde

nörogenezin önemli etkileri olduğu görülmektedir. Nörogenezin nöral aktiviteler ile düzenlenebildiğine ilişkin kanıtlara ek olarak, öğrenmenin yeni oluşan nöronların aktivasyonunu indüklediği, sağ kalmalarını ve nöral devrelere dahil olmalarını arttırdığı özellikle eğitimciler için oldukça önemli bilimsel bulgulardır. Bu nedenle, nörogenezi tetikleyen fiziksel egzersiz ve zenginleştirilmiş çevresel koşulların öğretim planlaması yapılırken ve öğrenme ortamları düzenlenirken dikkate alınması öğrenmenin desteklenmesi ve kalıcılığının sağlanmasında önemli katkılar sağlayacaktır.

2.4 Nöroplastisite ve Öğrenmeye Nörofizyolojik - Biyokimyasal Bir Bakış

Sosyal çevreden alınan duyuşal girdiler nöronlar aracılığıyla merkezi sinir sistemine taşınarak merkezi sinir sisteminin sürekli uyarılmasına ve özellikle beyinde bir takım yapısal ya da işlevsel değişimler oluşmasına neden olur. Beyinde oluşan bu değişimler kişinin öğrenme potansiyelini arttırarak yeni deneyimlere uygun davranışlar kazanmasını sağlar (Galvan, 2010). Bu anlamda beyin çevresel uyarana, bilişsel talebe veya davranışsal deneyime yanıt olarak yapısını işlevsel ve fiziksel olarak değiştirme veya yeniden yapılandırma konusunda olağanüstü bir yeteneğe sahiptir (Li vd., 2014). Nöroplastisite olarak bilinen bu özellik, birçok alanda kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

Farklı spesifik alan tanımlamalarına rastlanan “plastisite” kavramı, en genel tanımıyla uyum sağlama ve yeni durumlara uygun değişimler kazanabilme yeteneğidir (Berlucchi ve Buchtel, 2009). Bu uyum sağlama durumunun beyin hücrelerinin temel yapı ve işleyişinde oluşturduğu değişimler ise “nöroplastisite” kavramı ile açıklanmaktadır (Berlucchi ve Buchtel, 2009; von Bernhardt vd., 2017). Bir başka ifadeyle; sinir sisteminin organizasyonunu değiştirme kapasitesi olan nöroplastisite, zamana ve tekrara bağlı olaylar dizisini içeren, moleküler, sinaptik, elektrofizyolojik ve yapısal organizasyon seviyelerinde meydana gelen çok adımlı bir süreçtir (Sagi vd., 2012).

Nöroplastisite; dendritlerin daha çok dallanma yapması, yeni sinaps oluşumlarının sağlanması, var olan sinaptik bağlantıların çeşitlenmesi, bazı beyin bölgelerinde yeni nöronların oluşması, stres durumunda nöron ölümlerini durdurabilecek direncin kazanılması gibi olayları açıklamaktadır (Uzbay, 2004). Nöroplastisite ile beyin

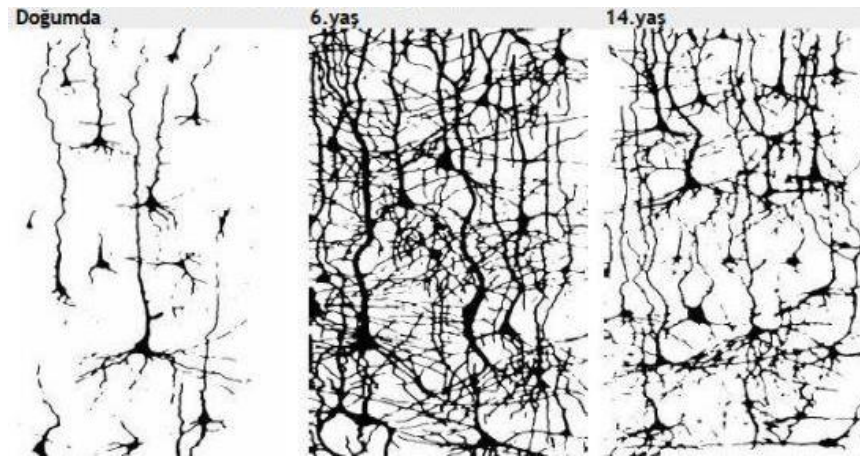
yeni beceriler öğrenmesi, anıların pekiştirilmesi ve hatırlanması, çevresel uyaranlara yanıt olarak yeni sinaptik bağlantılarla deneyimler elde edilmesi, uyum yeteneğinin artırılması, beyinde oluşabilecek bölgesel lezyonların eski yapıya tekrar dönüşebilmesi sağlanır (Buonomano ve Merzenich, 1998).

Öğrenme eyleminin gerçekleşebilmesinde önemli bir ölçüt kabul edilen nöroplastisite (Berlucchi ve Buchtel, 2009; Stepanyants vd., 2002), pek çok faktöre bağlı olmakla birlikte; yaş (Kirov vd., 2004), aktivite (Butz vd., 2009), tekrar sayısı (Moritz-Gasser ve Duffau, 2013), cinsiyet (Kuo vd., 2006), bilişsel işlevin türü ve uyardığı beyin bölgesi (Fenoglio vd., 2006) gibi değişkenlerden etkilenmektedir. Özellikle uzun süreli güçlendirmeyi tetikleyecek aktiviteler (Butz vd., 2009), rutin dışına çıkmak (Stiles ve Jernigan, 2010), çeşitlendirilmiş çevresel uyaranlar, sosyal etkileşim ve duyuşsal veri çeşitliliği (Turhan ve Özbay, 2016) nöroplastisiteyi olumlu yönde etkileyen değişimler oluşturmaktadır. Bununla birlikte dendritik dikenlerin azalmasına ya da apoptoza (programlanmış hücre ölümü) neden olabilecek ve sonucunda beyin bölümlerinde ciddi olumsuz morfolojik değişikliklere yol açabilecek stres, kaygı, beslenme ve uyku problemleri, bağımlılık yapıcı madde kullanımları nöroplastisiteyi olumsuz yönde etkileyerek beyinde istenmeyen yapısal ya da işlevsel değişimler oluşmasına neden olabilmektedir (Vance vd., 2010).

Nöroplastisite yapısal ve işlevsel plastisite olmak üzere iki ayrı kavramla açıklanmaktadır. Yapısal plastisite, daha çok beynin temel yapısındaki nöron sayılarında oluşacak değişimler (artma ya da azalma) sonucunda beyinde oluşacak hacimsel farklılıkları açıklarken; işlevsel plastisite artan sinaps etkileşimlerini açıklamaktadır (Knoblauch vd., 2010). Sinaptik düzeydeki işlevsel değişikliklerin (işlevsel plastisite), yeni hücreşel oluşumlardan (yapısal plastisite) daha sık ve hızlı olduğu düşünülmektedir (Brueel-Jungerman vd., 2007). Bu anlamda, yapısal plastisitenin zaman ölçeği net olarak bilinmemekle birlikte, nörogenezin günler içinde gerçekleştiğine yönelik bilimsel bulgulara karşın, yerel morfolojik değişikliklerin (mevcut nöronlar üzerinde yeni sinapsların ve dendritlerin oluşumu) daha kısa zaman ölçeklerinde meydana geldiği düşünülmektedir (Brueel-Jungerman vd., 2007, Butz vd., 2009).

Yapısal plastisite aksonal lif yoğunluğu, aksonal ve dendritik dallanmalar, yeni sinaptik bağlantılar ve nöron sayılarındaki değişimlerle açıklanmaktadır (Butz vd., 2009). Özellikle beyinde nöronlar arasındaki bağlantıların yeniden şekillenmesini açıklayan “yeniden kablolama” (rewiring) kavramı yapısal plastisiteyi net bir şekilde açıklamaktadır. Sinaptik yeniden kablolama; bir presinaptik veya postsinaptik nöronun hedefinden geri çekilmesi ve ardından yeni bir sinaptik bağlantı kurulmasını (Trachtenberg vd., 2002) ve aksonal dalların kortikal loblar içinde yeniden yönlendirilmesini (de Paola vd., 2006) sağlayabilir. Yeniden kablolama ile yeni sinapslar oluşurken var olan sinapslar yok olur. Yapısal plastisitenin temeli olarak tanımlanan bu kavram, yeni bir sinaps oluşturan nöronun daha önce farklı bir nöron ile kurduğu sinaptik bağlantının yok olmasına neden olduğundan sinaptik bağlantı sayılarında önemli değişimler oluşmasına neden olur (Butz vd., 2009).

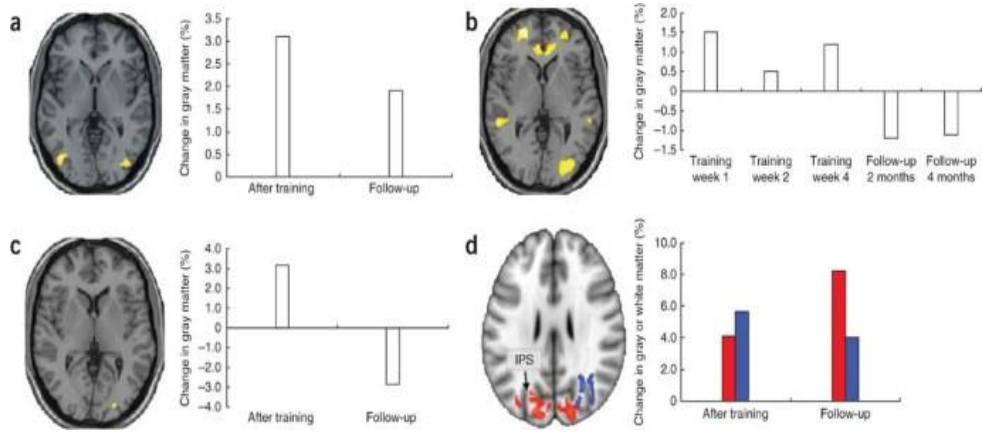
Embriyonik gelişim sürecinde oluşmaya başlayan nöronlar, bebeklerin doğum sonrası çok sayıda nörona sahip olmasını sağlar (Stiles ve Jernigan, 2010). Nöronlar arasındaki bağlantılar ise, bebeklik dönemindeki sosyal çevre etkileşimleri ile yoğunlaşır (Turhan ve Özbay, 2016). Bu süreçlerde çeşitli uyaranlara maruz kalan beyin yapısı çok fazla sinaptik bağlantı kurar. Bu sinaptik bağlantılardan zamanla tekrar edilme sıklığı artan sinapslar güçlenirken diğer bağlantılar zamanla yok olur. Bu olaya, sinaptik budama (Şekil 2.18) denir (Chechik vd., 1999). Yapısal plastisitenin temellerini oluşturan sinaptik budama ile kişi yaşamına uygun becerileri sürdürmeye devam eder (Knoblauch vd., 2010).



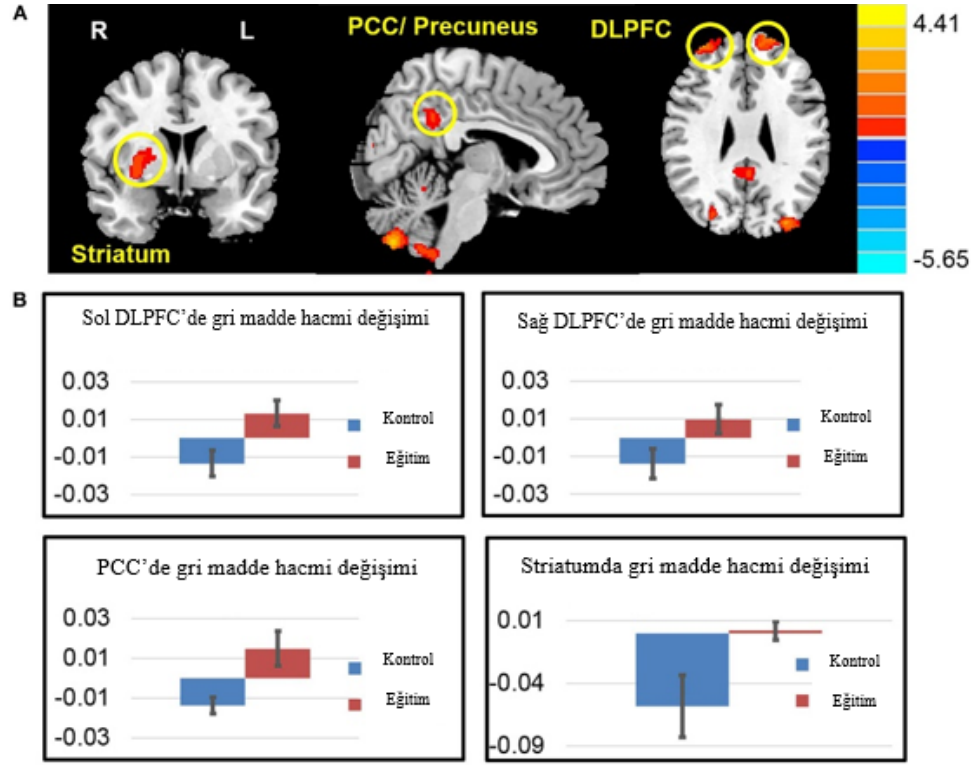
Şekil 2.18. Doğumdan itibaren yaş almaya bağlı şekillenen sinaptik etkileşim (URL-16).

Yetişkin beyninde, özellikle hipokampal nöroenezin tetiklediği yeni sinaps oluşumları ve nöral devre değişiklikleri yapısal plastisiteye etki ederek uzun süreli bellek oluşumunun temellerini oluşturmaktadır (Holtmaat ve Svoboda, 2009). Bu anlamda yapısal plastisiteyi tetikleyecek aktiviteye bağlı deneyim yaşantıları (Butz vd., 2009; Galvan, 2010; Holtmaat ve Svoboda, 2009) ve zenginleştirilmiş uyaranlarla dolu sosyal ortamlar (Kozorovitskiy vd., 2005) beynin yapı ve işleyişinde önemli değişimler oluşturarak öğrenme ve bellek oluşumlarının desteklenmesinde önemli bir işleve sahiptir.

Yapısal plastisite ile beynin gri ve beyaz madde oranında görülen önemli artışlar beynin öğrenme durumunda gelişip değişebileceğine yönelik önemli bilimsel kanıtlar sunmaktadır (Şekil 2.19). İncelenen kanıtlar, gri ve beyaz maddenin mikro yapısının yetişkinlikte sabit olmadığını, bunun yerine yaşam boyunca deneyime bağlı yapısal plastisiteye duyarlı olduğunu göstermektedir (Taubert vd., 2012). 60 yaşını aşkın 24 katılımcının 6 haftalık fiziksel egzersiz yapmaları sonucunda, yapısal plastisite ile tetiklenen beyinlerinin gri madde oranındaki artışı araştıran bir bilimsel araştırma sonuçlarına göre, fiziksel egzersiz yapan katılımcıların beyinlerinin gri madde hacminde önemli artışlar (Şekil 2.20) görülmüştür (Ji vd., 2017).



Şekil 2.19. Öğrenme ile gri ve beyaz maddedeki yapısal değişiklikler (Zatorre vd., 2012).



Şekil 2.20. Egzersiz eğitiminden sonra beynin gri madde hacmi değişir. (A) Egzersiz eğitim grubu, dorsolateral prefrontal korteks (DLPFC), posterior singulat korteks (PCC), striatum, el motor alanı, oksipital lob ve beyincikte önemli ölçüde artan gri madde hacmine sahiptir. (B) İki grup arasında ilgilenilen bölgelerde ortalama gri madde yoğunluğu değişimi eğitim grubu lehinedir (Ji vd., 2017).

Nöroplastisitenin bir diğer türü olan ve nöral devrelerdeki öğrenme, bellek oluşumu ve gelişim modellerinin temelini oluşturan (Abbott ve Nelson, 2000) işlevsel plastisite (sinaptik plastisite- Hebbian plastisite) ise; stimülasyonu (uyarılma) takip eden saniyeler ya da dakikalar içerisinde nöronal işleyişte artan ya da azalan sinaptik değişiklikleri açıklamaktadır (von Bernhardt vd., 2017). Öğrenmenin en büyük nörofizyolojik kanıtı olan işlevsel plastisite, uzun süreli güçlendirme (LTP) ve uzun süreli depresyon (LTD) kavramları ile açıklanmaktadır (Bliss ve Collingridge 1993; Doyere ve Laroche, 1992). LTP tekrarlı uyarılarla artan sinaps şiddetini açıklarken (Guo-qiang ve Mu-ming, 1998); LTD, bir unutma mekanizması (Martinez ve Derrick, 1996) olarak kabul edilmektedir. Bu anlamda; özellikle bellek oluşumu sırasında mevcut sinapsların güçlendirilmesini açıklayarak işlevsel plastisiteyi en iyi anlatan kavram, uzun süreli güçlendirmedir (Muller vd., 1992; von Bernhardt vd., 2017). Uzun süreli güçlendirme (LTP), tekrar eden uyarılarla presinaptik ve postsinaptik nöron arasındaki sinaptik etkileşimin artmasını açıklamaktadır (Bliss ve

Lomo, 1973). Tekrar eden uyarılarla artan impuls sayısı, postsinaptik nöronda daha fazla aksiyon potansiyeli oluşmasını sağlayarak sinaps şiddetinin artmasını sağlar (McNaughton, 1982). Artan sinaps şiddeti, postsinaptik nöron içerisine daha fazla iyon girişini sağlayarak öğrenmenin gerçekleşme hızını arttırır.

Nöroplastisiteye dair yapılan araştırmaların merak konularından biri de, nöroplastisitenin belirgin bir yaş aralığının olup olmadığı olmuştur. Bu konudaki araştırmalardan elde edilen önemli sonuçlar, nöroplastisitenin yaşa bağlı olmaksızın yaşamın her anında uygun öğrenme koşulları sağlanırsa gerçekleşebileceğini açıklamaktadır (Birch ve Kelly, 2019; Maino, 2009). Özellikle dil edinimi (Grimshaw, 1998) ve görme duyusu konusundaki (Hooks ve Chen, 2007) araştırma sonuçları nöroplastisitenin gerçekleşmesinde “kritik dönem” kavramının önemini ortaya koysa da kritik dönem, nöroplastisitenin belirli bir yaş aralığında sona erdiği anlamına gelmemektedir. Kritik dönem, duyuşsal bir deneyime yanıt olarak; güçlü bir plastisite başlangıcına, plastisitenin başlamasının mümkün olduğu iyi tanımlanmış bir zaman periyoduna ve aynı uyarana karşı plastisitenin artık gerçekleşmediği (aynı yoğunlukta) veya duyarlılığın azaldığı bir zamana işaret etmektedir (Maino, 2009). Fakat bu veriler nöroplastisitenin yetişkinlik ve hatta yaşlılık döneminde gerçekleşmeyeceği anlamına gelmemektedir. Özellikle erken çocukluktan ergenlik dönemine kadar olan süreç beyin plastisitesinde önemli kabul edilse de (Giedd, 2008; Grimshaw vd., 1998) yaş almaya bağlı olarak etkisi zayıflamış da olsa, uygun öğrenme koşulları sağlanmış, zenginleştirilmiş çevresel uyarılar ve fiziksel egzersizle desteklenmiş süreçler yaşamın her anında beynin esnek yapısının gelişmesine etki etmektedir (Birch ve Kelly, 2019; Maino, 2009).

Beynin yaşa ve deneyime bağlı olarak gelişebileceğine yönelik önemli bulgular sunan nöroplastisite kavramı, beynin öğrenme ile nöral bağlantılarını değiştirebileceğini, yeni sinapslar oluşturabileceğini veya kullanılmayan sinapsların ortadan kaldırılabilceğini açıklamaktadır (Kania vd., 2017). Ayrıca nörojeniz ile nöroplastisite arasındaki dinamik etkileşim, nöroplastisitenin kişinin bilgi ve yeteneklerini geliştirme yeteneği ile doğrudan ilişkili olduğu sonuçlarını ifade etmektedir (Maguire vd., 1997; Maguire vd., 2003; Sarrasin vd., 2008; Woollett ve Maguire, 2012). Bu veriler, beynimizin statik bir hücre kütlesi olmak yerine, aslında uygun koşullar altında önemli ölçüde büyüme yeteneğine sahip dinamik sinir ağıdır.

sistemi olduğunu, şüpheyi yer bırakmayacak şekilde ortaya koymuştur (Maino, 2009). Bu nedenle zenginleştirilmiş çevresel koşullar, tekrar sayısı, fiziksel egzersiz, rutin dışına çıkmak, stresi ortadan kaldıracak önlemler almak gibi öğrenmeyi arttırabilecek faktörlerin eğitim planlaması yapılırken dikkate alınması öğrenmenin niteliğinin yükseltebilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

2.5 Bellek Oluşumu ve Öğrenme

Bellek çevreden alınan duyuşsal uyarıların ilgili beyin bölümlerinde aktivasyon oluşturarak özellikle beyin hippokampus bölgesinde kısa ya da uzun süreli olarak depolanması şeklinde tanımlanmaktadır (Camina ve Güell, 2017). Bir başka ifadeyle; geçmiş deneyimleri ve öğrenilmiş bilgileri eski ve yeni bilgilerle harmanlayarak zihinde tutma ve hatırlama sürecidir (Squire, 2004). Bilgiyi kodlama, depolama ve geri çağırma aşamalarının temelinde gerçekleşen bellek oluşumu, depolama süresine ya da depolanan bilginin türüne göre farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır.

Bellek oluşumu ile ilgili farklı bilimsel sınıflandırmalar olmasına karşın bellek oluşumu temel anlamda; duyuşsal bellek, kısa süreli bellek ve uzun süreli bellek olmak üzere üç sınıfa (Şekil 2.21) ayrılabilir (Atkinson ve Shiffrin, 1968). Dış dünyadan duyu organlarımız ile algıladığımız her türlü uyarı duyuşsal belleği uyarırken, kısa süreli bellek duyuşsal bellekteki anlamlı uyarıları kısa süreliğine depolamakta ya da uzun süreli bellekten geri çağırılan bilgileri anlık olarak kontrol etmektedir. Uzun süreli bellek ise; bilgileri uzun yıllar sonra bile geri çağırmaımızı sağlayan beyin kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Camina ve Güell, 2017).



Şekil 2.21. Bellek sistemleri arasındaki ilişki (Atkinson ve Shiffrin, 1968).

İnsanların anlık olarak karşılaştıkları görsel, işitsel ya da dokunsal uyaranları kısa süreliğine tutma kapasitesine sahip olan duyuşal bellek, bellek oluşumunun temel aşaması olarak kabul edilmektedir (Atkinson ve Shiffrin, 1968; Siegler ve Alibali, 2005). Dış çevreden alınan duyuşal uyaranlar, önce çok kısa bir süre kaldığı duyuşal kayda girer, sonra bozularak kaybolur. Bu nedenle duyuşal bellek bilgi depolama özelliğine sahip değildir (Wan vd., 2020). Kısa süreli bellek ise; duyuşal kayıttan gelen veya uzun süreli bellekten geri çağırılan bilgileri, kısa bir süre için kullanılabilir durumda tutan ve birincil bellek, işleyen bellek ya da çalışan bellek olarak farklı isimlerle adlandırılan bellek sistemidir (Nilsson, 2003). Parietal lob (Olson ve Berryhill, 2009) ve prefrontal korteks (Warden ve Miller, 2010) aktivasyonları ile ilişkili olan ve tamamen bilinçli süreçlerde çalışan kısa süreli bellek, muhakeme yaparak yeni çıkarımlar üretebilir. Bu nedenle; öğrenme, akıl yürütme ve anlama gibi çeşitli temel bilişsel süreçlerde görev almaktadır (Camina ve Güell, 2017). Oluşumu sinapslardaki kimyasal değişikliklerle ilişkili olan kısa süreli belleğin kapasitesi oldukça sınırlıdır. Ayrıca bilginin kısa süreli bellekte saklanma süresi de saniyelerle kısıtlı olmakla birlikte bilgi unutulana ya da depolanana kadardır (Berktaş vd., 2017). Bu nedenle bilgilerin kalıcılığının sağlanması ve uzun süreli olarak depo edilebilmesi için, bilginin kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe aktarımı oldukça önemlidir. Bu aktarım ise, bilginin tekrar sayısı ile doğru orantılıdır (Chang vd., 2011). Uzun süreli bellek ise, bilgilerin uzun bir süre saklanması, depolanması ve gerektiğinde geri çağırılabilmesini sağlayan kapasitesi sınırsız bellek türüdür (Bailey vd., 1996). Uzun süreli belleğin beyinde ilişki olduğu yapılar ise, prefrontal korteks ve medial temporal lob yapılarıdır. Özellikle medial temporal lobun yapısında bulunan hippocampus (dentat girus, CA1 ve CA3) ve amigdala ile bunları çevreleyen perirhinal korteks, entorhinal korteks ve parahipokampal korteks uzun süreli bellek oluşumunda önemli aktivasyonlar göstermektedir (Camina ve Güell, 2017).

Uzun süreli bellek, bilinçli anıların depolandığı açık bellek (deklaratif bellek) ve motor öğrenmeler sonucu edinilen hafızanın depolandığı ve bilinçsiz eylemleri kapsayan örtük bellek (prosedürel bellek) olarak iki temel sınıfa ayrılmaktadır (Squire, 1992). Açık bellek temporal lob ve hippocampus gibi beyin bölümleri ile ilişkilirken; örtük bellek, bazal ganglionlar, beyincik ve limbik sistem aktivasyonları ile ilişkilendirilmektedir (Bailey vd., 1996).

Öğrenme süreçlerinde önemli bir yeri olan ve bilinçli olarak çağrılabilen bilgileri kapsayan açık bellek; epizodik bellek (anısal bellek) ve semantik bellek (anlamsal bellek) olarak sınıflandırılmaktadır (Tulving ve Markowitsch, 1998). Epizodik bellek, günlük yaşamda meydana gelen benzersiz kişisel deneyimler hakkında bilgi edinme, depolama ve geri çağırma becerilerinin yanı sıra, bir olayın zamanı ve yeri hakkındaki ayrıntılı bilgilerin toplanması (Dickerson ve Eichenbaum, 2010) ve insanların geçmiş deneyimlerini hatırlamasını sağlarken (Tulving, 2002); semantik bellek, kavramlar, gerçekler ve inançlar dahil olmak üzere insanların dünya hakkındaki genel bilgilere dair belleklerini ifade etmektedir (Saumier ve Chertkow, 2002). Örtük bellek ise; bir görevi gerçekleştirmek için gerekli olan motor ve yürütücü becerilerin geri çağırılması süreçlerini içeren uzun süreli bellek birimidir. Aktiviteyi yönlendiren ve genellikle bilinçsiz seviyede çalışan bu bellek türü; deneyim ve uygulama sıklığı ile orantılı olarak kazanılmaktadır (Camina ve Güell, 2017).

Öğrenme süreçlerinde önemli bir yeri olan bellek oluşumu aynı zamanda konum ve yön bulma konusunda da yaşamsal olarak önemli bir yere sahiptir. Özellikle deney hayvanları ile yapılan bilimsel çalışmalar konum ve yön bulma hafızasının hippocampusun dentat girus bölgesi ile CA1 bölgesinde aktive olduğunu göstermektedir (Berktaş vd., 2017). Epizodik bellekle ilişkilendirilen konum hafızası kişinin deneyimlediği uzaya dair anılarını bütünleştirerek geçmiş anıları hatırlamasını ve bulunduğu konumda yön bulabilmesini sağlamaktadır (Bauer vd., 2012).

Belleğin hücresel ve moleküler boyutu incelendiğinde ise, özellikle nörogenez ve nöroplastisitenin belirgin etkileri ile karşılaşılmaktadır. Bellek oluşumunda önemli bir merkez olan hippocampus aynı zamanda yetişkin beyinde nörogenez gerçekleşme olasılığı yüksek olan bir beyin bölgesidir. Hippocampusun önemli bir bölgesi olan dentat girus bölgesinde nörogenez ile yeni nöronların üretilmesi bellek ile ilişkili nöral devrelerin dinamik bir yapıda olmasına neden olmaktadır (Lledo vd., 2006). Dentat girus bölgesinde nörogenezi tetikleyebilecek fiziksel egzersiz ve zenginleştirilmiş çevresel koşulların, bellek oluşumunda da önemli etkilerinden bahsedilmektedir. Buna karşılık dentat girus bölgesinde nörogenezi olumsuz

etkileyebilecek faktörlerde (stres, kaygı, yaşlanma) bellek gelişimine ket vurabilmektedir (Aimone vd., 2010).

Yetişkin hipokampal nörojenezi ile öğrenme ve bellek kapasitesi arasındaki yakın ilişkiyi araştıran (Gould vd., 1999; Kempermann vd., 1998) bilimsel araştırma sonuçlarına göre, N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörü, serotonin, fiziksel egzersiz ve zenginleştirilmiş ortamlar gibi çeşitli faktörlerin, dentat girustaki nöral kök hücrelerin çoğalmasını ve nörojenezi arttırdığını göstermiştir (Cameron vd., 1998; Gould vd., 1999). Özellikle yetişkin hipokampal nörojenezi yüksek düzeyde tetikleyen fiziksel egzersizin biliş, bellek kapasitesi ve öğrenme yeteneğini geliştirdiğine yönelik önemli çalışmalar bulunmaktadır (Bruehl-Jungerman vd., 2005; Hill vd., 1993). Hipokampusun dentat girus bölgesi dışında beynin lateral ventrikülü kaplayan subventriküler bölgesinde (SVZ) gerçekleşen nörojeninin de özellikle koku hafızasında önemli etkileri olduğu yönünde yapılan bilimsel çalışma sonuçlarına göre; koku duyusu yoksunluğu, olfaktör bulbustaki yeni doğan nöronların olgunlaşmasını ve hayatta kalmasını engellemektedir. Zenginleştirilmiş kokuya maruz kalma, yeni doğan nöronların hayatta kalmasını artırırken koku hafızasını dinamik tutar. Bu olaylar bellek sürecinde SVZ nörojeninin bir rolü olduğunu düşündürmektedir (Lazarini ve Lledo, 2011; Sultan vd., 2010).

Uzun süreli bellek oluşumunda önemli etkileri konuşulan uzun süreli güçlendirme (LTP) ise, sinaptik plastisiteyi artırarak bellek oluşumuna önemli katkılar sağlamaktadır. Tekrarlı uyaranlarla postsinaptik nöronda daha fazla aksiyon potansiyeli oluşmasını sağlayan LTP bilginin kalıcı olarak saklanması önemli bir yere sahiptir (Malenka ve Nicoll, 1999; Watkins ve Jane, 2006). Ayrıca hippocampusta LTP indüksiyonunu yukarı regüle ederek (Figurov vd., 1996) sinaptik iletimi ve merkezi sinir sisteminin nöronal plastisitesini arttıran beyin türevli nörotrofik faktörün de (BDNF), özellikle fiziksel egzersiz süresince bellek gelişimine önemli katkıları olduğuna dair bilimsel çalışmalar bulunmaktadır (Tharmaratnam vd., 2018).

Tüm bu verilere ek olarak, miyelin oluşumunun, deneyimi kodlayan nöronal topluluklar arasındaki fonksiyonel bağlantıyı artırarak, belleğin sağlamlaştırılmasına ve geri çağırılmasına katkıda bulunduğunu gösteren önemli bilimsel çalışmalar da bulunmaktadır (Fields ve Bukalo, 2020). Bu bağlamda, bellek birleştirme ve geri

çağırma sürecinde, beyin birimleri arasındaki uygun iletim hızının sağlanmasının yeni miyelin oluşumuyla ilişkilendirildiği (Pan vd., 2020), hafızayı kodlayan devrelerdeki miyelinlerin özellikle deneyime bağlı oluşumunun, belleğin geri çağırılma sürecinde önemli etkileri olduğunun açıklandığı (Zatorre vd., 2012) bilimsel çalışmalar bulunmaktadır. Geçmiş deneyimleri yer, sıra, görüntü, ses, koku ve duygu gibi bütünsel anılarla ilişkilendirerek uygun bağlamlarda geri çağırma, farklı beyin bölgeleri arasındaki nöronal bir çalışmayı gerekli kılmaktadır. Bu süreçlerde, sinaptik plastisite ve nöronal salınımların uygun frekanslarda senkronize birleştirilmesi oldukça önemlidir (Pajevic vd., 2014). İmpuls iletiminin hızını belirlemede en etkili mekanizma olan miyelin, karmaşık nöral devrelerdeki sinaptik aktarma noktalarında optimal senkronizasyonu elde etmeye yardımcı olarak bellek oluşumuna ve geri çağırmaya katkıda bulunmaktadır (Fields ve Bukalo, 2020).

2.6 Nörotransmitter Maddeler ve Öğrenmeye Etkileri

Sayısız sinapsın aracılık ettiği nöronal iletişimde, elektriksel sinapslar da olmasına rağmen, sinaptik iletimin temel taşıyıcısı olarak kabul edilen nörotransmitter maddeler, nöronlar arasında veya bir nöron ile farklı özellikteki efektör hücre arasında iletişimi sağlayan temel sinyal iletici maddelerdir (Pereda, 2014). Bir başka ifadeyle; bir sinaps boyunca spesifik reseptörler üzerinde hareket eden ve başka bir hücreyi etkilemek için nöronlar tarafından salgılanan sinyal molekülleridir (Herlenius ve Lagercrantz, 2004).

Beynin bilgiyi hızlı bir şekilde işleme yeteneğini açıklayan ve presinaptik nörondan postsinaptik nörona bir sinyalin hızlı ve lokalize transferi ile karakterize edilen sinaptik iletimde, presinaptik nöron ile postsinaptik nöron arasındaki temassız iletişim aksiyon potansiyelinin elektriksel iletimine izin vermemektedir (Sabatini ve Regehr, 1999). Bu nedenle nöronlar arasındaki boşlukta bulunan nörotransmitter maddelerin, sinaptik iletimde etkisi son derece önemlidir. Presinaptik nöronun sinaptik veziküllerinden salınan nörotransmitter maddeler, postsinaptik nöron üzerindeki reseptörleri uyararak postsinaptik nöron üzerinde aksiyon potansiyeli oluşmasını sağlar ve sinirsel iletimin aktarılmasına öncü olur (Korkmaz ve Mahiroğlu, 2007). Nörotransmitterlerin hedef hücre üzerindeki etkisi, bağlandığı reseptör tarafından belirlenir.

Nörotransmitterler, hedef hücre üzerinde uyarıcı, inhibe edici veya modülatör bir etkiye sahip olabilir (Herlenius ve Lagercrantz, 2004). Etki, nörotransmitterin postsinaptik zarda etkileşime girdiği reseptörler tarafından belirlenir. Nörotransmitter, temas ettiği hücrenin bir aksiyon potansiyeli üretme olasılığını artırmak (uyarıcı-stimülantör) veya azaltmak (inhibitör) için zardan geçen iyon akışını etkiler. Uyarıcı nörotransmitterler depolarizasyona neden olurken, inhibe edici nörotransmitterler hiperpolarizasyona neden olmaktadır (Peters ve Palay, 1996). Asetilkolin, nöradrenalin, serotonin, glutamat uyarıcı nörotransmitterler olarak görev yaparken; dopamin, GABA ve glisin gibi nörotransmitterler ise inhibe edici olarak görev yapmaktadır.

2.6.1 Glutamat

Beynin temel yapısında oldukça fazla bulunan ve serbest bir amino asit olan glutamat (Hayashi, 1954), iyon kanallarını açarak pozitif iyonların akışını arttıran reseptörlere bağlanmasıyla uyarıcı etkiler oluşturan beyindeki en yaygın nörotransmitter maddedir (Pinheiro ve Mulle, 2008). Birçok metabolik yolun kavşağında bulunan bu nörotransmitter madde, beyindeki pek çok kognitif faaliyet, öğrenme ve bellek oluşumu gibi temel nörofizyolojik süreçlerde önemli görevler üstlenmektedir (Coyle vd., 2002; Kotan vd., 2009; Tamminga vd., 2012). Ayrıca, nörojenik nişlerdeki aktivasyonu ile nörogenezin gerçekleşmesinde rol oynarken (Schlett, 2006), sinaptik plastisitenin de temellerini (Bekkers ve Stevens, 1989; Diering ve Huganir, 2018; Rebola vd., 2010) oluşturarak öğrenme ve bellek oluşumu gibi temel bilişsel fonksiyonların gerçekleşmesinde etken oluşturmaktadır (Coyle vd., 2002; Tamminga vd., 2012).

Öğrenme ve bellek oluşumunun nörofizyolojik tanımı olarak kabul edilen LTP, glutamaterjik reseptörlerin aktivasyonuna bağlı olarak açıklanmaktadır (Watkins ve Jane, 2006). Bu bağlamda; NMDA reseptörlerinin LTP'nin uyarılmasında yer aldığı, AMPA reseptörlerinin ise LTP'nin ekspresyonu için gerekli olduğu varsayılmaktadır (Bekkers ve Stevens, 1989). Bu varsayım, NMDA antagonistlerinin yeni bellek oluşumunu bozduğu, ancak önceden edinilen bilgilerin geri çağrılmasını bozmadığı (Morris, 1989), oysa AMPA reseptörü antagonistlerinin edinilen bilgilerin geri çağrılmasını engellediği (Izquierdo vd., 1993) şeklindeki bulgularla desteklenmektedir.

2.6.2 Serotonin

Serotonin, hem merkezi sinir sisteminde hem de kemik ve bağırsak gibi periferik dokularda bulunarak, çok sayıda davranışsal ve biyolojik işlevin düzenlenmesinden sorumlu önemli bir nörotransmitterdir (Berger vd., 2009; Wu vd., 2019). Ruh hali, algı, ödül, öfke, saldırganlık, iştah, bellek oluşumu, cinsellik ve dikkat gibi pek çok davranışsal ve bilişsel görevin nörofizyolojisinde önemli rolleri bulunmaktadır (Berger vd., 2009). Periferik dokulardaki görevlerinin yanı sıra; kaygı, depresyon, dürtüsellik gibi insan davranışının duygusal ve motivasyonel yönleriyle ilişkilendirilen serotonin, aynı zamanda nöroplastisiteyi de tetikleyerek öğrenme ve bellek süreçlerinde önemli etkiler oluşturmaktadır (Cassel, 2010; Harvey, 2003; McEntee ve Crook, 1991; Meneses ve Liy-Salmeron, 2012).

2.6.3 Oksitosin

Oksitosin molekülü, yakın zamana kadar özellikle memeli dişilerde gebelik ve emzirme dönemindeki etkilerle sınırlı olarak tanımlanmaktaydı (Gimpl ve Fahrenholz, 2001). Bugünkü bilimsel veriler ise, oksitosin molekülünün sosyal biliş ve bellek süreçlerinde de önemli etkileri olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda sosyal biliş dair yapılan çalışmalar, oksitosinin sosyal tanıma (Ferguson vd., 2001), duygu tespiti (Marsh vd., 2010), empati (Hurlemann vd., 2010) ve sosyal bellek (Guastella vd., 2008) gibi pek çok bilişsel sürecin aktivasyonunda etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

2.6.4 Endorfin

Memnuniyet verici öğrenme koşullarında salınımı artarak öğrenme ve bellek oluşum süreçlerinde nörofizyolojik etkiler oluşturduğu yönünde önemli bilimsel çalışmalar bulunan endorfin; doza, göreve (negatif ve pozitif sonuç) ve maddenin uygulandığı öğrenme aşamasına bağlı olarak öğrenmeyi destekler veya buna müdahale eder (Rose ve Orlowski, 1983). Endorfinler, bir görevin ana olaylarına odaklanmayı sağlayarak, konu dışı ayrıntılarda amneziye neden olurken; öğrenilen bir görevin yok olmasını engelleyici yönde de aktivasyon oluşturmaktadır (Buchsbaum vd, 1982). Bu bağlamda, öğrenme süreci ve endorfin arasında kurulan bağ; seçici dikkat ile konu dışı uyaranların manipüle edilmesi, ödül ve cezanın öğrenme sürecine olan etkisi,

belleğin sağlamlaştırılması, bellek çağırma süreçlerinin olumlu aktivasyonu, pozitif motivasyon ile performansın artırılması ve öğrenmenin kalıcılığının sağlanması gibi olumlu etkileri açıklamaktadır (Rose ve Orlowski, 1983).

2.6.5 Dopamin

Beynin ödül (Berridge ve Kringelbach, 2008) ve motivasyon (Depue ve Collins, 1999) süreçlerinde önemli aktivasyonları olan dopamin molekülü; duygulanım (Berridge ve Kringelbach, 2008), dikkat (Aston-Jones, 2005), motor ve bilişsel fonksiyonların kontrolü (Paus, 2001), uyarılma (Andretic vd., 2005), uyku düzenleme (Grossman vd., 2000), uzamsal bellek (Luciana vd., 1998) gibi pek çok nörofizyolojik faaliyette görev almaktadır. Beynin özellikle ventral tegmental alanında (VTA) üretilen dopamin, nucleus akkumbens ve prefrontal kortekse etki ederek ödül ve haz duygusunun oluşumunu sağlamakla beraber (Björklund ve Dunnett, 2007), öğrenme durumlarında bilinç ve motivasyonu arttırmaktadır (Depue ve Collins, 1999). Özellikle akıl yürütme, planlama, problem çözme ve koordinasyon performansında önemli rolleri olan prefrontal korteksin aktivasyonunda, dopamin önemli bir nörotransmitterdir (Diamond vd., 2004). Ayrıca işleyen bellek performansında da önemli etkileri olan dopaminergic reseptörlerin (Williams ve Goldman-Rakic, 1995) çalışma sistemindeki eksiklikler, DEHB'in nedenlerinden biri olarak sunulmaktadır (Herlenius ve Lagercrantz, 2004).

2.6.6 GABA

Olgun memeli beynindeki ana inhibitör nörotransmitter olan GABA, GABA_A ve GABA_B reseptörlerine bağlanarak sinaptik iletimde görev almaktadır. Olgun nöronlar üzerindeki etkilerinin aksine, GABA aslında olgunlaşmamış nöronları uyarak nöronal büyüme, nöronal göç ve sinaps oluşumu gibi önemli nörofizyolojik etkiler de üstlenmektedir (Ben-Ari, 2008). GABA'nın sinaptik düzeydeki bu etkileri özellikle sinaptik plastisiteye etki ederek LTP'nin sağlanmasına öncülük edecek faaliyetler oluştururken öğrenme ve bellek süreçlerine etki etmektedir (Mott ve Lewis, 1991).

2.6.7 Asetilkolin

Asetilkolin, beyindeki kortikal aktivasyon, uyku-uyanıklık ritimlerinin ayarlanması, dikkat, bellek oluşumu, öğrenme, uzamsal bellek, ödül ve acı hissi süreçlerinde önemli etkileri olan başlıca nörotransmitterlerden biridir (Ballinger vd., 2016; Herlenius ve Lagercrantz, 2004). Özellikle kısa süreli bellek oluşumu ve çalışma belleği ediniminde önemli aktivasyonları bulunmaktadır (Klinkenberg ve Blokland, 2010). Ayrıca asetilkolinin öğrenme ve bellek oluşumundaki genel bir rolünün aksine, dikkat süreçlerinde de (dikkat çabası ve yönlendirme) önemli etkileri olduğu kanıtlanmıştır (Broussard vd., 2009; Klinkenberg vd., 2011).

2.7 Öğrenmede Duygunun Nörofizyolojik Temelleri

Öfke, korku, kaygı, stres gibi duygu durumları beynin nörofizyolojik işleyişiyle paralel olarak ortaya çıkan ve beynin yapı ve işleyişini doğrudan etkileyen faktörlerdir. Özellikle öğrenme, bellek oluşumu ve geri çağırma süreçlerinde oldukça önemli etkileri olan bu duygu durumları, doğumdan yetişkinliğe kadar tüm yaşam deneyimlerimizi ciddi anlamda etkiler (Leventon vd., 2014; Oggiano, 2022). Ayrıca öğrenme sürecinin temel bir parçası olarak kabul edilmesi gereken bu duygu durumları; dikkat, motivasyon, ilgi, öğrenme stratejisi seçimi, öz-düzenleme gibi temel eğitim süreçlerini de doğrudan etkilemektedir. Tüm bunların yanında duygular, öğrenen bireyin kimliğinin bir parçasıdır ve bireyin kişilik gelişimini, psikolojik ve fiziksel sağlığını önemli ölçüde etkilemektedir (Pekrun, 2014).

Düşünceleri ve davranışları birleştiren karmaşık bir durum olarak ifade edilen duygu kavramı, insanların iç veya dış uyaranlara karşı gösterdiği psikofizyolojik tepkilerdir (Zhang vd., 2020). İnsanların karar vermesinde, algılamasında ve iletişimde hayati bir rol oynayan ve öznel deneyimlerle şekillenen duygu durumları, bireylerin geçmiş deneyimlerinden etkilenerek yeni eylemlerin gerçekleşmesi sürecinde karar verici mekanizma olarak görev yapar (Leventon vd., 2014). Geçmiş deneyimlerde pozitif ya da negatif bir uyaranla ilişkilendirilmiş bir durum karşısında kişinin sergileyeceği öfke, korku, kaygı, stres ya da motive olma gibi duygu durumları spesifik herhangi bir anda gerçekleşebilecek her türlü yeni deneyimi doğrudan etkilemektedir (Hamann vd., 1999). Bu anlamda, duygusal olarak beyni uyaran olayların, uyarmayan olaylara göre hatırlanma olasılığını araştıran pek çok bilimsel çalışma; duygusal uyarılmanın

bellek gücünü etkilediğini ve bellek oluşumunda karşılaştırılabilir boyutta farklılıklar oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Steinmetz vd., 2010).

Beynin yapı ve işleyişindeki modüler bağlantıların doğası gereği duygu ve biliş kavramlarının birbirinden ayrılamayacağını savunan pek çok bilim insanı, bilişsel-duygusal davranışların beyin ağları arasındaki zengin ve dinamik etkileşimlerden ortaya çıktığını savunmaktadır (Damasio, 1994; Davis ve Whalen, 2001; Dolan, 2002; Phelps, 2006). Öğrenme, bellek, dikkat ve algı, motivasyon, uyarandan kaçma ya da uyarana olan ilgi gibi süreçlerin duygu ve biliş arasındaki nörofizyolojik yapıdan etkilendiği yönünde önemli çalışmalar bulunmaktadır (Cleveland-Innes ve Campbell, 2012; Leventon vd., 2014; McGaugh vd., 2002)

Duygunun beyindeki nörofizyolojisi incelendiğinde farklı nöral devrelerin duygu durumlarını belirlemede aktif çalıştığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda; duygusal ipuçlarının saptanması ve kullanılmasında yer alan nöral sistemin, amigdala, orbitofrontal korteks ve superior temporal sulkus yapılarıyla ilişkili olduğu yönünde önemli bilimsel kanıtlar bulunmaktadır (Adolphs, 2001; Gostolupce vd., 2021; Sotres-Bayon ve Quirk, 2010). Özellikle duygusal beyin olarak da bilinen amigdala, duygu kontrollerinin yapıldığı beyin bölümüdür. Öfke, korku, kaygı, şiddet gibi durumlarda duygusal durumları ve davranışları belirleme, motivasyon, dikkat, karar verme, odaklanma, ödüle ve cezaya karşı haz ya da itki duygusu geliştirme gibi işlevleri üstlenen amigdala, farklı beyin bölgeleriyle etkileşim kurarak öğrenme ve bellek oluşumuna doğrudan etki etmektedir (Gallagher vd., 1990; Murray, 2007; Pessoa, 2008). Ayrıca amigdala, duygusal öğrenmeye doğrudan aracılık eden hippokampus ile prefrontal korteks dahil olmak üzere diğer bölgelerdeki bellek işlemlerini kolaylaştıran bir beyin yapısıdır. Bu bağlamda; duygu-bellek etkileşimleri, bellek verilerinin kodlanması, birleştirilmesi ve uzun vadeli geri çağırılara kadar bilgi işlemenin çeşitli aşamalarında önemli görevler üstlenmektedir (Gostolupce vd., 2021; LaBar ve Cabeza, 2006; Pessoa, 2008).

Önemli bir bellek ürü olarak kabul edilen ve deneyime bağlı olarak şekillenen epizodik belleğin (Dickerson ve Eichenbaum, 2010) gelişimi de amigdala ile ilişkilendirilmiştir (Yonelinas ve Ritchey, 2015). Pozitron emisyon tomografisi kullanılan bir çalışmada, bellek kodlaması sırasında bilateral amigdala aktivitesinin nötr uyaranlara göre, hem hoş hem de itici görsel uyaranlar için gelişmiş epizodik

tanıma belleği ile ilişkili olduğu ve bu ilişkinin duygusal uyaranlar lehine olduğu gösterilmektedir (Hamann vd., 1999). Bu bağlamda; insan amigdalas, duygunun hoş ya da itici olmasına bakılmaksızın, olaylar için bilinçli hafızanın gücünü duygusal öneme göre modüle ediyor gibi görünmektedir (Hamann vd., 1999; Yonelinas ve Ritchey, 2015).

Bu bilimsel veriler ışığında, öğrenme ve bellek oluşum süreçlerinin duygu faktöründen bağımsız düşünölemeyeceğini savunan pek çok bilim insanı, öğrenme ortamı ve sürecinde duygu faktörünü göz ardı ederek eğitim planlaması yapmanın ve duygulara atıfta bulunmadan eğitim inovasyonuna girişmenin, eğitimde bütöncöl hedeflere ulaşmak konusunda oldukça eksik kalacağını savunmaktadır (Brookfield, 2006; Lehman, 2006). Bu bilim insanlarına göre; öğrenen bireyi mekanik birer veri algılayıcı olarak varsaymak ve duyguları göz ardı etmek eğitim üzerindeki temel bir etkiyi gözden kaçırmaya neden olacaktır (Cleveland-Innes ve Campbell, 2012). Bu bağlamda; duygu ve biliş arasındaki ilişkiyi araştıran pek çok bilimsel çalışma; duygu ve öğrenme arasındaki ilişkinin daha fazla incelenmesi gerektiğine dair ikna edici kanıtlar sunmaktadır (Damasio, 1994, Damasio, 1995; Damasio, 1999; Damasio, 2003; Dirkx, 2008; Eich vd., 2000). Unutulmamalıdır ki; sınıf duygusal uyarılmaya oldukça açık bir atmosfere sahiptir. Öğrenciler ders çalışırken heyecanlanabilir, başarılı olmayı umabilir, başarılarından gurur duyabilir, yeni bir çözüm keşfettiklerinde şaşırabilir, sınavlarda başarısız olmaktan endişe duyabilir, düşük notlardan dolayı utanabilir veya ders sırasında sıkılabilirler. Ayrıca, akranlar ve öğretmenlerle ilgili hayranlık, empati, öfke, küçümseme veya kıskançlık gibi sosyal duygular da yaşayabilirler (Pekrun, 2014).

2.8 Öğrenme Sürecinde Ödöl Kullanımı ve Nörofizyolojik - Biyokimyasal Etkileri

Öğrenme sürecinde birey belli bir amaç doğrultusunda herhangi bir eylemi gerçekleştirebilmek için harekete geçtiğinde, göstermiş olduğu çabanın başarı ya da başarısızlığı birtakım kriterlere göre belirlenir ve kişiye geri bildirim olarak sunulur. Kişinin çabasının karşılığı olan geri bildirim, eylemin doğruluk veya yanlışlık derecesine göre ödöl ya da ceza ile karşılık bulabilir (Galea vd., 2015). Geri bildirim temel amacı ise; kişinin performansının geliştirilmesidir (Wolpert vd., 2011). Tüm bu süreçlerde bireyin içsel ya da dışsal güdülenmesi ile motivasyonunun

arttırılması ve dikkatini öğrenme ortamına verebilmesi ile öğrenme performansının arttırılması amaçlanır (Galea vd., 2015; Jovanovic ve Matejevic, 2014).

İnsan hedefleri, davranışları ve eylemleri için ana katalizör görevi gören motivasyon, kişinin belirli bir hedefe ulaşmak amacıyla uygun davranışlar oluşturabilmesi için istekli olma ve potansiyelini ortaya çıkarabilme enerjisi olarak tanımlanabilir (Ryan ve Deci, 2000). İçsel ya da dışsal motivasyon olarak farklı uyaranlarla ilişkilendirilebilen motivasyon kavramı, temel anlamda kişinin ödüle ulaşma, cezadan kaçma ya da yapılan bir işten zevk alma amacıyla sürece güdülenmesini açıklamaktadır (Jovanovic ve Matejevic, 2014). Dışsal motivasyon, daha çok dış çevreden beklenti ile ortaya çıkan ve davranıştan ziyade davranışın sonuçlarına ulaşmak için sergilenen eylemlerdir. İçsel motivasyon ise, severek bir işi yapmak, yapılan eylemden haz almak amacını gütmektedir. İçsel motivasyonda kişinin eyleme başlaması ya da sürdürebilmesi, kendi aldığı haz ile ilgiliyken; dışsal motivasyon maddi veya sözel ödül beklentisinden kaynaklanıyor olabilir (Eisenberger ve Shanock, 2003; Ryan ve Deci, 2000).

Öğrenme sürecinin kilit ögesi olarak tanımlanan motivasyonu dinamik tutarak, kişiyi öğrenme sürecine bağlayan içsel ya da dışsal motive ediciler ile ilgili literatürde farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Uzun bir süre dışsal motive edicilerin temellerini ortaya koyan davranışçı yaklaşım ve sosyal bilişsel öğrenme kuramları, ödül ve pekiştireç kavramlarının öğrenmeye olan etkisini ortaya koymuşlardır. Bu kuramlara göre; istendik bir eylemi gerçekleştirme sürecinde ulaşılan hedefler uygun pekiştireçlerle (ödül) desteklenirse, eylemin gerçekleşme ve tekrar edilme sıklığı artarken, öğrenme yüksek düzeyde sağlanabilir (Morgan, 2011; Ormrod, 1990; Senemoğlu, 2007). Bu kuramların sunduğu mantığa karşı çıkan bilim insanları ise, öğrenme sürecinde asıl tetiklenmesi gereken öğrenin, içsel motivasyon olduğunu savunmaktadır. Bu bilim insanlarına göre; ödül gibi doğrudan davranış çıktılarına ulaşmayı hedefleyen dışsal motive ediciler, içsel motivasyonu azaltmakta ya da desteklememektedir (Jovanovic ve Matejevic, 2014).

Ödül ile öğrenmeye yönelik motivasyon arasındaki ilişkiyi araştıran çalışma sonuçlarına göre; belirli koşullar altında verilen dışsal ödüller içsel motivasyonu azaltabilmektedir (Deci ve Ryan, 1985). Deci ve Ryan tarafından tanımlanan “kendi kaderini tayin teorisi”ne göre; dışsal motivasyonu destekleyen ödüller algılanan

özerkliği azaltarak kişinin eylemi gerçekleştirme ve yürütmeye olan ilgisini ya da zevkini yok etmektedir. Ayrıca davranışa yönelik ödül ve pekiştireçler kişinin içsel motivasyonuna olumsuz etkilerin yanı sıra yaygın olumsuz etkilere de neden olabilmektedir (Kohn, 1993). Kendi kaderini tayin teorisinin açıkladığı alt teori başlıklarında tanımlanan “aşırı gerçekleştirme” etkisine göre ise; içsel motivasyon dışsal teşviklerden olumsuz etkilenmekte ve dışsal bir ödül yoksa içsel motivasyon daha düşük olmaktadır. Aynı zamanda aşırı gerçekleştirme etkisi, ödüllendirilmiş olmanın bir sonucu olarak hedeflenen eyleme olan ilginin azaldığını ortaya koymaktadır (Deci ve Ryan, 1985).

Öğrenme sürecinde ödül kullanımına yönelik uzun süre kabul gören bu yaklaşımlara karşı çıkan bilim insanları, özellikle 21. yüzyılın başlarında önemli bilimsel çalışmalara imza atmışlardır. Ödülün içsel motivasyon üzerindeki etkisini ölçen 96 deneydedicil çalışmanın meta-analizinin yapıldığı bilimsel bir çalışmada, ödülün içsel motivasyonu azalttığına dair tutarlı kanıtlar bulunamamış ve aksine sözlü övgünün içsel motivasyonu arttırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Cameron ve Pierce, 1994). Benzer sonuçlar Eisenberger ve Cameron tarafından 1971-1991 yılları arasında etki ve örneklem büyüklüğü açısından kontrol edilen yaklaşık 100 çalışmanın meta-analizinde de bulunmuştur (Eisenberger ve Cameron, 1996). Bu yazarlara göre, bir göreve katılım (performanstan bağımsız ödül) veya bir görevin tamamlanması (tamamlanmaya bağlı ödül) için verilen ödüller, kendi kaderini tayin etmeyi azaltarak içsel motivasyonu olumsuz etkileyecektir. Fakat önceden belirlenmiş bir kalite standardını karşılamak için verilecek ödüller (kaliteye bağlı ödül), içsel motivasyona doğrudan olumsuz etki yapmayacaktır (Jovanovic ve Matejevic, 2014). Bu tür ödüllerde özerklik azalabilse de aynı zamanda yeterlilik algısı artabilir ve kişinin sürece teşviki içsel olarak güdülenebilir. Daha açık bir ifadeyle, belirli koşullar altında verilen dışsal ödüller içsel motivasyonu artırabilmektedir (Cameron ve Pierce, 1994; Eisenberger ve Cameron, 1996; Eisenberger vd., 1999; Eisenberger vd., 1999).

Ödülün motivasyona olan etkilerinin kişinin yaratıcılığı üzerinde oluşturduğu olumlu sonuçları inceleyen bilimsel çalışma sonuçlarına göre ise; motivasyon, öğrenme ve düşünme becerilerini harekete geçirerek daha üst bilişsel becerilere geri bildirim sağlar ve kişinin uzmanlık düzeyinin artmasına destek olur (Eisenberger ve Shanock,

2003). Aynı zamanda, motive olma sonucunda düşünme ve öğrenme becerilerinin genişletilmesiyle kazanılan bilgi ve beceriler, sonraki benzer eylemlerde tekrar edilme sıklığına olumlu katkı sağlayacaktır (Sternberg, 1985). Bu bağlamda; başarı motivasyonu ve yeterlilik motivasyonu olarak farklı kategorilerde tanımlanan motivasyon, içsel ya da dışsal uyarılarla kişinin dikkatinin yoğunlaşmasını sağlayarak kişiyi yaratıcılığa ve üst bilişsel becerileri kullanmaya yöneltmektedir (Sternberg, 1985). Bu nedenle, öğrenme sürecinde kişinin motivasyonunu arttıracak ilgi ve dikkatini öğrenme ortamına vermesini sağlayacak dışsal motive ediciler kontrollü ve doğru kullanılarak kişinin içsel güdülenmesi desteklenmelidir.

Motivasyonu tetiklediği düşünülen ödül kavramının beyindeki nörofizyolojisine dair ise önemli bilimsel çalışmalar ve kanıtlar bulunmaktadır (Berridge ve Robinson, 1998; Bissonette ve Roesch, 2015; Camara vd., 2009). Bu çalışmalara göre; beyindeki ödül merkezlerinin uyarılması ile oluşacak nörofizyolojik ve biyokimyasal değişimler kişide haz ya da itki duygusu oluşumunu sağlayarak öğrenmenin gerçekleşme ve tekrar edilme sıklığına etki etmektedir (Bissonette ve Roesch, 2015). Bir başka ifadeyle, duygulara doğru hitap edecek ödül ya da cezalar önemli birer uyarıcıdır ve öğrenme sürecine önemli ölçüde yön vermektedir. Bu bağlamda ödüller; açlık, susuzluk gibi birincil fizyolojik ihtiyaçlara karşılık verilen pekiştireçler olabilirken, davranış geliştirmeye yönelik ya da bağımlılık sağlama amacı güden pekiştireçler de olabilir.

Beyinde ödül yolunun temel merkezi ventral tegmental alandır (VTA). VTA'da üretilen dopamin; mezokortikal yolu takip ederek prefrontal kortekse gelirken; mezolimbik yolu takip ederek nukleus akumbense gelmektedir (Horvitz, 2000). Bu yollar, ödül ve motivasyonda rol oynayan mezokortikolimbik sistemi oluşturur (Kelley ve Berridge, 2002). VTA bölgesi aynı zamanda amigdala, hipokampus, singulat girus ve olfaktör bulbusa yönelik dopaminerjik projeksiyonların da kaynağıdır (Hasue ve Shammah-Lagnado, 2002). Bu mezokortikolimbik sistem, ödül süreçlerinde merkezi bir rol oynamaktadır (Björklund ve Dunnett, 2007). Ayrıca dopamin dışında, serotonin, noradrenalin, GABA gibi nörotransmitter maddelerin de ödül sistemlerinde önemli etkileri bulunmaktadır. (Comings ve Blum, 2000).

Ödüllerin haz uyandıran davranışı tekrar edilme isteği uyandırması nucleus akkumbens, amigdala ve prefrontal kortekste değerlendirilmeler sonucunda ödül ve pekiştirecine ilişkin anılar oluşturulmasından kaynaklanır (Berridge ve Robinson, 1998; Camara vd., 2009). Özellikle nucleus akkumbensteki dopamin salgısı bir olaya karşı alınan haz duygusunu motivasyon ile ilişkilendirerek yeni davranışlar oluşturulmasında etkilidir (Bissonette ve Roesch, 2015).

2.9 Öğrenmeyi Etkileyen Faktörlerin Nörofizyolojik ve Biyokimyasal Temelleri

Nörofizyolojik ve biyokimyasal temelleri olan öğrenme kavramını etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bu başlık altında, öğrenme sürecini doğrudan etkilediği yönünde önemli kanıtlar bulunan dikkat, stres ve kaygı faktörlerinin beyinde oluşturduğu nörofizyolojik ve biyokimyasal etkiler aktarılacaktır.

2.9.1 Dikkat

Zihinsel aktiviteyi belirli bir içeriğe yönlendirip, duyularımız tarafından kaydedilen diğer tüm içerikleri görmezden gelmemizi sağlayan ve beynin nörofizyolojik işleyişi ile ortaya çıkan dikkat, en basit tanımıyla dış çevreden gelen uyarılar arasından seçim yapabilmek ve uyarana odaklanabilmektir (Eyesenck ve Keane 2000; LaBerge, 2001; LaBerge, 2002). Bu bağlamda; nesneleri, olayları ya da durumları algılamayı, bir eyleme başlamayı veya sürdürülebilmeyi sağlayan dikkat; bilinç, algı, düşünme, karar verme, öğrenme, bellek oluşumu gibi üst düzey bilişsel süreçleri gerçekleştirebilmeyi sağlayan temel bilişsel mekanizmadır (Nesic vd., 2011; Soysal vd., 2008).

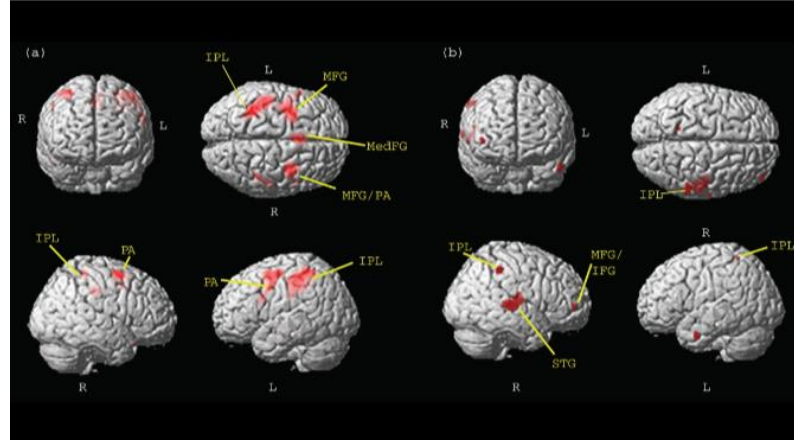
Yaşamımızın en basit bir anında bile sosyal çevremizden pek çok duyuşsal uyarana maruz kalırız. Bu uyarıların pek çoğu bilincimizi uyaramazken, dikkati odaklaştırabildiğimiz uyarılar bilinçli olarak algılanabilir. Bu noktada, dikkatin sağlanmasındaki temel bileşenler; odaklanma, sürdürme ve yönelim olarak ifade edilmektedir (Baddeley 1990; Nesic vd., 2011). Odaklanma, pek çok uyarandan hangisini seçtiğimizdir ve seçici dikkat ile ilişkilidir. Seçici dikkat (selective attention), kişinin fizyolojik ihtiyaçları ya da ilgileri doğrultusunda önem atfedilen uyarana yönelimi ve algılamayı ifade etmektedir. Odaklanılan bir eyleme, nesneye ya

da duruma karşı dikkatin devam etmesi ise, sürdürülen dikkat (sustained attention) kavramı ile açıklanmaktadır (Baddeley, 1990).

Sınırlı bir kapasitesi olan dikkat, bilincin açık tutulmasının temel faktörü olarak kabul edilir. Bir başka ifadeyle; bilgi işleme açısından bilinç bir mekanizmadır ve kontrol işlevini yerine getirmek için dikkati kullanır (Nesic vd., 2011). Bu nedenle, dikkat ile bilinç arasındaki ilişki oldukça önemlidir. Bilincin ve uyanıklığın merkezi olarak kabul edilen ve uyarının bilinçli algılanmasını sağlayan dikkatin sağlanması durumunda; algı, bellek oluşumu ve düşünme kalitesi optimal olarak yükselir (Desimirovic, 1994; Umilta, 1988a; Umilta, 1988b). Böylelikle, öğrenme ve bellek oluşum süreçleri yüksek motivasyonla aktive olur. Algılanan uyarının duyuşal kayıttan kısa süreli belleğe geçiş süreci ya da uyarının duyuşal kayıta tutulduğu süre de uyarana olan seçici dikkat ve sürdürülen dikkat ile doğru orantılıdır (Nesic vd., 2011). Bu nedenle; bilincin açık tutulması ve bellek oluşum süreçlerinde, dikkat oldukça önemli bir belirleyici olarak kabul edilir (Umilta, 1988a; Umilta, 1988b).

Uyarana karşı dikkat, istemli ya da istemsiz bir şekilde sağlanabilmektedir. İstemsiz dikkat, kişinin herhangi bir çabası olmadan bilinçsiz olarak algılanan uyarıları ifade etmektedir. Örneğin, kişinin psikolojik iyi oluş durumu, dürtüler, ortam sıcaklığı, ışık miktarı istemsiz dikkatin uyarıcıları olarak kabul edilebilir. İstemli dikkat ise, kişinin ilgileri ya da motivasyonu ile doğrudan ilişkilidir (Näätänen vd., 1980; Soysal vd., 2008). Kişinin istemli dikkatini seçici olarak bir olaya, duruma ya da nesneye verebilmesi sonucunda algılama ve motivasyon yüksek düzeyde sağlanabilirken (Soysal vd., 2008); öğrenme ve bellek oluşumu tetiklenebilir. Bu nedenle, istemli ve seçici dikkat son derece önemlidir. Tüm bunlara ek olarak, kişinin aynı anda birden fazla uyarana dikkat etmesi de mümkündür. Literatürde bölünmüş dikkat olarak tanımlanan bu kavram, en az iki uyarana aynı anda dikkat edebilmek olarak tanımlanmaktadır (Anderson, 1995).

Dikkatin beyindeki nörofizyolojisi incelendiğinde özellikle serebral korteksin duyuşal algılamada ve dikkat kontrolünün sağlanmasında önemli olduğu görülmektedir (Şekil 2.22). Mesulam'ın (1990) dikkate ilişkin nöroanatomik temelini üç kortikal alanı kapsadığı görülmektedir. Bunlar odaklanmayı sağlayan frontal göz alanları, duyuşal algıyı kontrol eden posterior parietal korteks ve dikkatin motivasyonel yönüyle ilişkili olan singulat kortekstir (Kılıç, 2002).



Şekil 2.22. (a) Dikkat yükünün ana etkisi – Dorsal frontoparietal dikkat ağına ait bölgeler (b) Düşük dikkat yükü sırasında dikkat ağının duygusal modülasyonu (Mäki-Marttunen vd., 2014).

Posner ve Petersen'in dikkat modeline göre ise (1990); dikkat farklı beyin bölgelerinin aynı anda aktivasyonu ile sağlanmaktadır. Bu modele göre; duyusal olaylara yönelim, bilincin kontrolü ve uyanıklık durumunun sürdürülmesi olarak üç farklı dikkat işlevi bulunmaktadır (Posner ve Petersen 1990). Bu bağlamda; posterior dikkat ağı, anterior dikkat ağı ve vijilans dikkat ağı olarak üç farklı dikkat sistemi tanımlanmaktadır (Güneş, 2004). Posterior dikkat ağı, görsel uzamsal dikkat ve seçici dikkatin oluşmasını sağlarken; parietal korteks, pulvinar ve superior kollikulusu içermektedir. Anterior dikkat ağı ise; daha çok yürütücü işlevlerin bir bileşeni olarak tanımlanan yürütücü dikkati kontrol etmekte ve seçiciliğin amaca ve ihtiyaca uygunluğunu denetlemektedir. Frontal lobun aktivasyonunda olan bu ağ; anterior singulat girus, motor alanlar ve bazal ganglionların bir kısmını içermektedir. Posner ve Petersen'in dikkat sisteminin bir diğer bileşeni olan vijilans ağı ise, uyarılara karşı tetikte olmak, uyanık kalmak ve dikkat durumunu sürdürebilmek ile ilişkilidir (Güneş, 2004).

Yapılan çalışmalar dikkat ile ilgili nöroanatominin, daha çok sağ hemisferde aktive olduğunu göstermekte ve sağ frontal lob lezyonlarının DEHB tanısına neden olabileceğini ortaya koymaktadır (Rueckert ve Grafman, 1996). Özellikle bu bireyler üzerinde yapılan manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve bilgisayarlı tomografi (CT) sonuçları dikkate alındığında frontal lobun DEHB'li bireylerde tipik gelişim gösteren bireylere göre daha küçük olduğu görüntülenmiş ve bu bireylerin hemisferleri arasındaki asimetrisinin incelenmesi sonuçlarına göre, sağ frontal loblarının sol loba göre daha küçük olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır (Hynd vd., 1990).

Ayrıca, DEHB tanılı bireylere yönelik yapılan nörogörüntüleme çalışmaları, bu bireylerin dikkati odaklama problemi yaşamalarındaki nedenlerden biri olarak, frontal lobdaki düşük glukoz konsantrasyonunu ifade etmektedir (Lou vd., 1990).

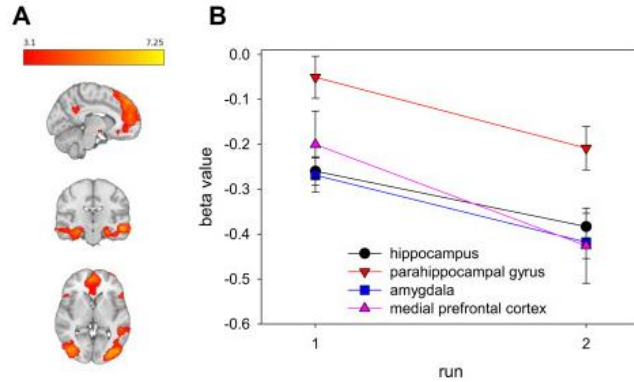
2.9.2 Stres

İçsel ya da dışsal uyaranlara karşı vücudun spesifik olmayan tepkileri olarak tanımlanan stres (Selye, 1956), organizmanın hayatta kalma durumuna karşı geliştirdiği savaş ya da kaç tepkileridir (McCarty, 2016). Bir başka ifadeyle; tehdit edici uyaranlara karşı vücudun homeostatik dengeyi korumak amacıyla geliştirdiği adaptasyonlardır (Kaptan ve Üzüm, 2016). Bu anlamda stresin oluşabilmesi için vücudun uyarana yönelik bir takım nörofizyolojik ya da biyokimyasal değişimler oluşturarak harekete geçmesi gerekmektedir (Pehlivan, 1995).

Strese neden olabilecek uyaranlar beyinde birtakım nörofizyolojilere neden olarak periferik devreler dahil vücudun pek çok bölümünü etkiler. Dikkat, motivasyon, öğrenme, bellek oluşumu gibi bilişsel süreçler de dahil olmak üzere, vücudun farklı bölümleri stres durumundan olumlu ya da olumsuz olarak etkilenebilir. Bu durumda stresin kaynağına, yoğunluğuna ya da süresine bağlı olarak; uyku düzensizliği, beslenme problemleri, kalp, mide ve bağırsak sorunları, yorgunluk, kaygı, endişe, özgüven kaybı, saldırganlık, konsantrasyon problemleri, unutkanlık gibi farklı psikolojik, fizyolojik, sosyolojik ya da bilişsel problemler ortaya çıkabilir (Pehlivan, 1995).

Stresin beyinde neden olduğu etkiler oldukça karmaşıktır. Serebral korteks (Şekil 2.23), limbik yapılar, talamus ve hipotalamus başta olmak üzere retiküler aktive edici sistem stresin oluşmasında ve stresle başa çıkmada aktive olan beyin bölümleridir (Dedovic vd., 2009). Ayrıca stres durumunda beynin yapı ve fizyolojisinde önemli etkiler oluşturan nöroendokrin yapılar da devreye girmektedir. Strese yanıt veren en önemli nöroendokrin sistemlerden biri hipotalamo-hipofiz-adrenal (HPA) eksenidir (Francis ve Meaney, 1999). HPA eksen, genellikle organizmanın homeostazı zorlandığında ortaya çıkan ve stres olarak adlandırılan durumlarda aktive olur. Bu durumlarda fiziksel veya psikolojik bir tehdite karşı bir dizi hormon salgınır. İlk olarak, kortikotropin salma faktörü (CRF), hipotalamustan salgınır ve hipofizden kan dolaşımına adrenokortikotropin hormonunun (ACTH) salgınmasını

tetikler. Son olarak ACTH, adrenal korteksten glukokortikoid (kortizol) salınımını uyarır (Lupien vd., 2005).



Şekil 2.23. Stresin hippocampus, amigdala, parahippokampal girus ve prefrontal kortekse etkisi (Henze vd., 2020).

Hem hayvan hem de insan çalışmalarından elde edilen bulgular, katekolaminler ve glukokortikoidler dahil adrenal stres hormonlarının biliş üzerinde derin etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Bangasser ve Shors, 2010; Dedovic vd., 2009; Joëls vd., 2006). Bu stres hormonları, HPA ekseninin aktivasyonu ile adrenal bezlerden salınır ve ardından ilgili reseptörler üzerinde hareket etmek için beyne girer. Bu tür hormonal modülasyonların açık bir örneği Cushing sendromudur. Bu hastalığa sahip kişiler aşırı miktarda kortizol salgılamaya bağlı olarak, öğrenme ve performans göstermede güçlük çekerler (Starkman vd., 1992). Sağlıklı insanlarda ise; stres hormonlarının salınması, tipik olarak bildirimsel bellekteki eksiklikler olarak ifade edilen öğrenme süreçlerini etkileyebilmektedir. Örneğin, yüksek glukokortikoid konsantrasyonlarının yanı sıra stresli manipülasyonlar, sağlıklı katılımcılarda bildirimsel bilgilerin zayıf şekilde alınmasına neden olduğunu ortaya koymaktadır (Kirschbaum vd., 1996).

Önemli sonuçları olan stresin, nörogenez ve nöroplastisite üzerinde de oldukça olumsuz etkilerinden bahsedilebilir. Örneğin; stres anında HPA ekseninde artan glukokortikoid salınımı nörogenezi baskılamakta ve yeni nöronların oluşumuna ket vurmaktadır (Kaptan ve Üzüm, 2016). Aynı şekilde, özellikle hippocampuste akut stres durumunda LTP'nin baskılanmasıyla yeni sinaps oluşumlarının engellendiği yönünde de çalışmalar bulunmaktadır (McEwen, 2006; Rocher vd., 2004). Stresin kronikleşmesi durumunda ise, kognitif fonksiyonlarda bozulma ve hippocampus gibi beyin yapılarında değişme gözlenebilmektedir (Lupien ve McEwen, 1997). Uzamış

stres durumlarında, artan glukokortikoid salınımı ile özellikle hipokampusün CA3 bölgesinde piramidal nöronların dendritlerinde büzölmeler başlayarak; bölgesel hücre ölümleri yaşanabilir (McEwen, 2006). Tüm bu veriler, stresin öğrenme ve bellek oluşumuna olumsuz sonuçlarını kanıtlanmaktadır.

Stresin öğrenme ve bellek oluşumuna olumsuz etkilerinin aksine olumlu etkilerini de açıklayan farklı çalışmalar bulunmaktadır. Bu bağlamda, stresin kaynağı, strese neden olan uyarının yoğunluğu ve uyarana maruz kalma süresi öğrenme ve bellek oluşum süreçlerine farklı derecede etki etmektedir (Cordero vd., 1998, Diamond, 2005). Genel olarak, daha uzun süreli stres etkenleri (kronik stres) bellek bozukluklarına yol açma eğilimindedir (Bangasser ve Shors, 2010). Fakat; eğitim eylemi, korku koşullanması sırasında olduğu gibi özünde stresli olduğunda, öğrenme süreci stres tarafından kolaylaştırılabilir (Sandi ve Pinelo-Nava, 2007). Bu çalışmalara göre, stresli deneyimler, edinimle ilgili süreçleri geliştirme eğilimindedir (Roozendaal, 2003). Aynı zamanda kapsamlı kanıtlar, glukokortikoidlerin uzamsal bağlamsal bilgi için belleğin sağlamlaştırılmasına etki ettiğini de göstermektedir (Roozendaal ve McGaugh, 1997). Bu sonuçlara göre akut ve tolere edilebilir stres, bellek performansını artırıcı etkiler gösterebilmektedir (Lindau vd., 2016).

2.9.3 Kaygı

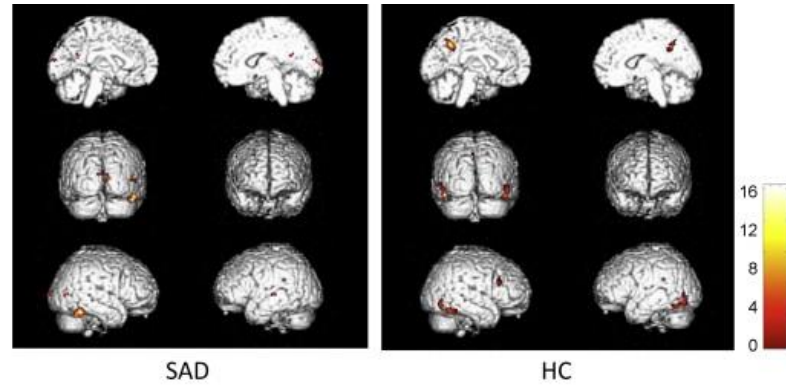
Herhangi bir tehdit, kayıp veya algılanan olumsuz bir sonuca karşılık ortaya çıkan tedirginlik ya da korku durumu olarak ifade edilen kaygı/anksiyete, beynin nörofizyolojisindeki değişimlere karşılık oluşan biyolojik, psikolojik ya da fizyolojik tepkiler olarak tanımlanmaktadır (Beck ve Clark, 1997). Genel anlamıyla, kişinin yaşamında istenmeyen endişe (sözel-özel), kaçınma (açık motor eylemler) ve kas gerginliği (somato-visseral aktivite) gibi pek çok rahatsızlığa neden olan kaygı (Craske vd., 2011), herhangi bir tehlikeye karşı oluşan korku duygusunun paraleli olarak ifade edilmektedir (Manav, 2011).

Korku kavramı ile bağdaştırılan kaygının, korkudan spesifik olarak ayrılan temel özellikleri bulunmaktadır. Bu anlamda net bir kaynağı bulunmayan kaygı, durumla ilişkili nesnesiz bir kavram olarak ifade edilmekte ve korkuya nazaran şiddetinin daha az olduğu; fakat daha uzun süreli etkiler oluşturduğu belirtilmektedir (Budak, 2000; Manav, 2011). Ayrıca, kişinin karşılaştığı herhangi bir tehdide karşı gerçekçi

bir fiziksel tehdit olarak bakması, korku duygusunun doğmasına neden olurken; yaşanan bu duruma karşı kişinin gerçekçi olmayan anlamlar yüklemesi ve düşünceler üretmesi kaygının nedenleri olarak sunulmaktadır (Özer, 2008).

Pek çok faktörden kaynaklı olarak doğabilecek kaygı problemleri; stres, çaresizlik hissi, tehdit altında hissetme veya tehdide karşı savunmasızlık duygusu gibi nedenlerden kaynaklı olarak oluşabilecek içsel bir huzursuzluk halidir (Şahin ve Seven, 2020). Bu tür durumlarda, dikkat dağınıklığı ve odaklanma problemleri yaşanabilecek en temel sorunlardan biri olarak kabul edilebilir. Bu bağlamda kaygı ve biliş arasındaki yaklaşımları açıklayan “Dikkat Kontrol Teorisi” (Attentional Control Theory), anksiyetenin amaca yönelik dikkat sisteminin verimli işleyişini bozduğunu ifade etmektedir. Ayrıca bu teori, dikkat kontrolünün azalmasına ek olarak, kaygının tehditle ilgili uyaranlara dikkati arttırdığını ve böylelikle kişinin odaklanması gereken problemlere dikkatini yöneltemediğini de ifade etmektedir (Eysenck vd., 2007). Nörofizyolojik nedenlere bağlı olan ve literatürde “sosyal anksiyete bozukluğu” olarak ifade edilen kaygı bozukluğu sonucunda da dikkat kontrolünün bozulduğu ifade edilmektedir. Sonuç olarak dikkat kontrolü teorisine göre, dikkatin istemli kontrolünde bozulma, anksiyete bozukluklarında belirgin bir özellik olarak kabul edilmektedir (Wieser vd., 2009).

Kaygının beyindeki nörofizyolojisi ve nörobiyolojisi incelendiğinde (Şekil 2.24) özellikle limbik sistem ve prefrontal korteks arasında etkileşim olduğu görülmektedir. Pek çok duyguyu kontrol ederek öğrenme ve bellek süreçlerine etki eden amigdala, korku ve kaygı anlarında da önemli davranışlar oluşmasına neden olmaktadır (Murray, 2007). Amigdalanın çalışma performansına etki eden korku duygusu, kaygının ortaya çıkmasındaki temel nedenlerden biri olarak gösterilirken (Bishop vd., 2004; Stein vd., 2007), korkuya bağlı olarak gelişen kaygının kontrol edilmesinde medial prefrontal korteks ile amigdala arasında önemli bir iş birliği görülmektedir (Kim vd., 2011). Ayrıca yapılan çalışmalar yüksek kaygı anında ventra-medial prefrontal korteksin aktivasyonunda azalma olduğunu ve uyarana karşı dikkat ve motivasyonun etkilendiğini de göstermektedir (Kim vd., 2011).



Şekil 2.24. Sosyal bir görev sırasında sosyal anksiyete bozukluğu olan bireyler (SAD) ve sağlıklı bireylerde (HC) aktif beyin bölgelerine ilişkin fMRI görüntüsü (Nakao vd., 2011).

Kaygı düzeyinin normal seyirlerde kalmasının ise performansı arttırıcı bir uyaran olduğu yönünde çalışmalar da mevcuttur. Bu bağlamda; anksiyetenin işlem verimliliği üzerindeki olumsuz etkilerinin aksine, telafi edici stratejilerin kullanımına yol açtığında (örneğin, artan çaba; işlem kaynaklarının artan kullanımı) performansın etkililiğini (performans kalitesini) bozmadığı ya da arttırdığı sonuçlarını paylaşan bilimsel çalışmalar da bulunmaktadır (Eysenck vd., 2007).

2.10 Beyin Görüntüleme Teknikleri

Nörobilim verilerinin temel kaynağı olan beyin görüntüleme cihazları, canlı insan beynine dair önemli bulgular sunarak beyin ve bilişi açıklamaya çalışmaktadır. 1924'te ilk elektroensefalografinin (EEG) Hans Berger tarafından icat edilmesi ve beraberinde 1970-1980 yıllarından sonra PET (pozitron emisyon tomografisi), SPECT (tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi), MRI (manyetik rezonans görüntüleme) gibi nörogörüntüleme cihazlarının keşfiyle nörobilime olan ilgi giderek hızlanmaya başlamıştır. Bu cihazların keşfiyle, çeşitli nörolojik hastalıklara dair tanılamaların yapılması ve tedavilerin belirlenmesinin yanı sıra öğrenme ve bellek oluşum süreçlerine dair de önemli bulgular ortaya konulmaya başlanmıştır. Canlı insan beynine dair farklı teknolojiler kullanarak nörogörüntüleme yapabilecek beyin görüntüleme teknikleri aşağıda listelenmiştir (Keleş ve Kol, 2015).

Yapısal Beyin Görüntüleme Teknikleri

- Bilgisayarlı Tomografi (CT)
- Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI)

İşlevsel Beyin Görüntüleme Teknikleri

- Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)
- Tek Foton Emisyon Bilgisayarlı Tomografi (SPECT)
- İşlevsel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI)
- Magnetensefalografi (MEG)
- Transkranial Magnetik Stimulasyon (TMS)
- Elektroensefalografi (EEG)

Metabolik Beyin Görüntüleme Teknikleri

- Manyetik Rezonans Spektroskopi (MRS)

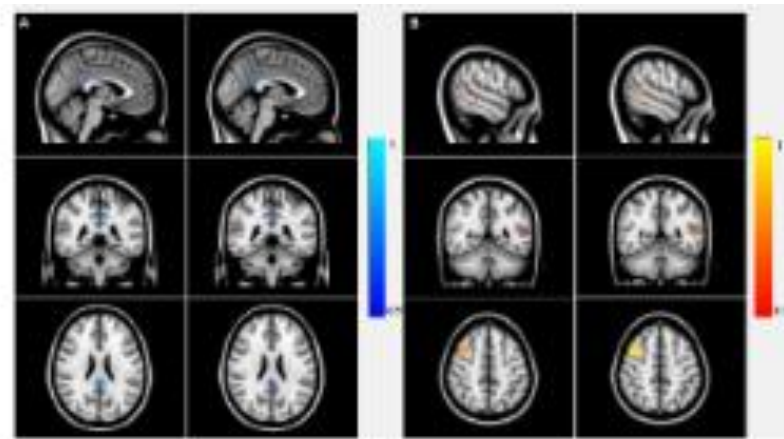
2.11 Tez Uygulamasına Konu Olan Eğitsel Nörobilime Dayalı Etkinlikler ve Bilimsel Dayanakları

2.11.1 Meditasyon ve nefes egzersizleri

Zihinsel süreçlerin gönüllü kontrolünü geliştirmek için, dikkat ve farkındalığın düzenlenmesini amaçlayan (Cahn ve Polich, 2006) ve ortak bir odaklanmayı hedefleyerek çok çeşitli zihinsel faaliyetlere atıfta bulunan (Walsh ve Shapiro, 2006) meditasyon kavramı, beynin nörofizyolojisi ve nörokimyasında bir takım değişiklikleri hedefleyerek, uygulayıcıda olumlu nörobiliş ve davranış çıktıları oluşturmayı (Afonso vd., 2020) amaçlamaktadır. Ayrıca stres yönetimine yardımcı olarak, zihinsel ve fiziksel gelişimi artıran ve iyi bilinen zihin-beden eğitimi yöntemlerinden biri olarak tanımlanan meditasyon, bir dizi zihinsel uygulama ile kişide duyuşsal algı, biliş, hormonal ve otonomik değişiklikler ile psikolojik olarak daha sağlıklı olmayı ve bilişsel süreçlere daha iyi odaklanabilmeyi hedeflemektedir (Kasala vd., 2014).

Meditasyonun en yaygın biçimleri, odaklanmış dikkati sağlama yönünde yapılan uygulamalarıdır (Lutz vd., 2008). Bu meditasyon uygulamalarında, sürekli dikkat (örneğin, nefes gibi bir hedefe yönelik), yürütücü dikkat (örneğin, kişinin odaklanmasını engelleme), dikkat değiştirme (örneğin, dikkati dağıtan şeylerden kurtulma), seçici dikkat ve dikkati yeniden yönlendirme (örneğin, odağı tekrar nefese yönlendirme) gibi farklı dikkat egzersizleri kullanılmaktadır (Lomas vd., 2015). Farkındalık meditasyonu, dikkatin kendi kendini düzenlemesini içerir ve kişinin deneyimlerine yönelik belirli bir yönelimi benimsemesini hedefler. Bu tez uygulaması kapsamında, toplamda on üç ders olmak üzere her ders başında ortalama üç dakika süresince on üç farklı dikkat ve farkındalık egzersizi (Canan ve Şahin, 2020) uygulanmıştır.

Meditasyonun beyindeki etkileri incelendiğinde, özellikle uzun süreli meditasyon yapan kişilerin kaygı ve korkuyla ilişkilendirilen beyin bölgeleri olan amigdalalarında aktivasyonun azaldığı (Desbordes vd., 2012), zeka ve üst düzey bilişsel işlevlerle ilişkilendirilen prefrontal kortekslerinde ise aktivasyonun arttığı (Rathore vd., 2022) sonuçlarına ulaşılmaktadır. Aynı zamanda Şekil 2.25'deki bulgular dikkate alındığında meditasyon yapanlarda kontrol grubu kişilere kıyasla, sağ orta frontal girus ve sol orta temporal girus bölgelerinde yüksek bir bağlantı oluşmakta ve bu bağlantı meditasyon sırasında daha fazla artış göstermektedir (Panda vd., 2016).

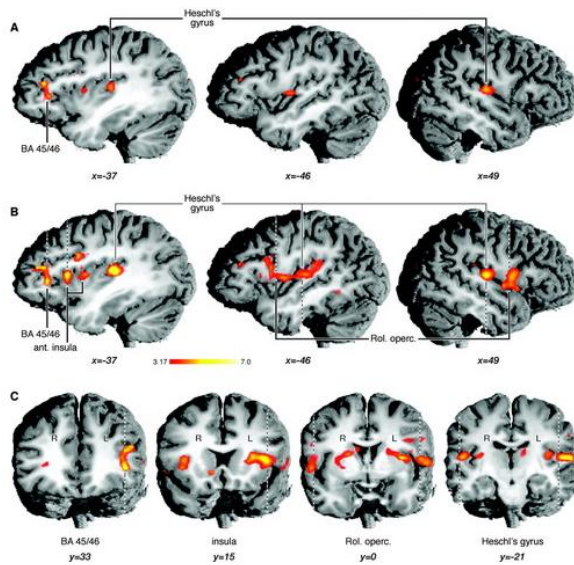


Şekil 2.25. Meditasyon yapan ve yapmayan kişilerde beyin aktivasyonu (Panda vd., 2016).

2.11.2 Müzik ve öğrenme ilişkisi

Müzikal uyaranlar beyin fizyolojisinde önemli etkiler oluşturarak kişinin yaşamında olumlu ya da olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Müzik dinleme sırasında; nöral bağlantılar ve uyandırdığı nörokimyasal modifikasyonlar, beyinde çeşitli nörobiyolojik faktörlerin etkileşimine neden olmaktadır (Boso vd., 2006). Bu tez kapsamında, meditasyon egzersizleri sırasında öğrencilere Mozart'ın 40. senfonisi dinletilmiş olmakla beraber, ders planı kapsamında birkaç ders başında güdüleme amacıyla eğitici şarkılara yer verilmiştir.

Müzik dinlemenin beyindeki nörofizyolojisi incelendiğinde neokorteks, talamus, amigdala ve medial prefrontal korteks gibi bölgelerde aktivasyon oluştuğunu kanıtlayan çalışmalar bulunmaktadır (Birbaumer vd., 1996; Koelsch vd., 2006). Bu anlamda, keyif verici müzik ve rahatsız edici müzik beyinde farklı aktivasyonlara neden olmaktadır. Keyif verici bir müzik dinleme sırasında yapılan bir nörogörüntüleme çalışmalarının sonuçlarına göre (Şekil 2.26), sol anterior superior insula ve frontal operküler alanlarda önemli aktivasyonlar gözlemlenmiştir (Koelsch vd., 2006). Bu tür çalışmalara ait sonuçlar açık bir şekilde göstermektedir ki, keyif verici müzikler kişinin yaşamına olumlu etkiler sağlayarak, dikkati odaklaştırmayı arttırmakta ve kişinin duygusal uyarılabilirliğine olumlu katkı sağlamaktadır.



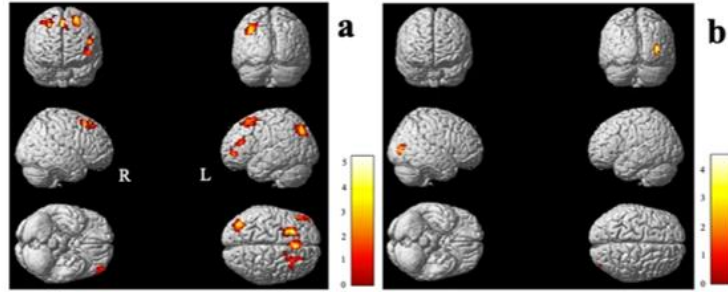
Şekil 2.26. Keyif verici müzik dinleme sırasında beynin kortikal bölgelerinin aktivasyonu (Koelsch vd., 2006).

2.10.3 Günlük yaşam problemlerini bilimsel bilgiye dayalı olarak açıklamak – kavramsal değişim

Fen eğitimi, kavram öğretimini esas alan temel bir disiplindir. Bu bağlamda bilimsel bilginin temelleri doğrultusunda öğrencilere aktarılmaya çalışılan kavramlar, günlük yaşamda karşılaşılan problemlere yönelik yanlış tanımlamaları değiştirdiğinde hedeflenen eğitim büyük oranda gerçekleşir (Masson vd., 2012). Bu eğitim süreçlerinde, bazı kavramlar değişime karşı oldukça dirençlidir. Bu tür durumlarda kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesi için uygulanması gereken eğitim yöntemleri son derece önemlidir.

Yaz mevsiminin yaşandığı tarih aralığında, Dünya'nın Güneş'e en yakın konumda olduğu düşünülen yanlış bir inanışın temelinde, sıcak nesnelere yakın olduğunda daha sıcak olunacağı görüşü yatmaktadır. Günlük yaşamla ilişki kurulan bu bilimsel bilgi, oldukça ciddi bir kavram yanlışına neden olmaktadır (Sharp, 1996). Bu tür kavram yanlışlarına karşılık, öğretim öncesi fikirlerden bilimsel fikirlere doğru bir öğrenme yolu olan kavramsal değişim sürecini teşvik etmek ve doğru eğitim planlaması yapmak fen eğitiminin temel amaçlarından biridir (Duit ve Treagust, 2003). Bu tez uygulaması kapsamında, bazı derslerin başında öğrencilere günlük yaşam problemlerine dair sorular sorulmuş ve cevaplar dinlenmiştir. Sorulara karşılık verilen cevaplarda kavram yanlışları tespit edilerek, öğretimi tamamlanan ders sonunda aynı soru tekrar yöneltilerek bilimsel dayanakları ile açıklanmıştır.

Kavram öğretimine ilişkin nörogörüntüleme yapılan bir bilimsel çalışmada bir konu hakkında uzman kişilerin ve henüz uzmanlaşmamış kişilerin kavramlara karşı verdikleri cevaplara karşılık beyin aktivasyonları incelenmiştir (Masson vd., 2014). Masson ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada, kavramsal değişimi sağlayarak kavramda uzmanlaşmış kişilerin beyinlerinde önemli aktivasyonlar görüntülenmiştir (Şekil 2.27). Kavramsal değişimi sağlamış kişilerin verdiği cevaplarda alt frontal girus, orta frontal girus gibi prefrontal korteks bölgelerinde ve anterior singulat kortekslerinde artan bir aktivasyon görüntülenmiştir. Bu tür sonuçlarından hareketle kişinin kavramda uzmanlaşması ve beyin aktivasyonları arasında pozitif bir korelasyon olduğu ifade edilebilir (Allaire-Duquette vd., 2021).

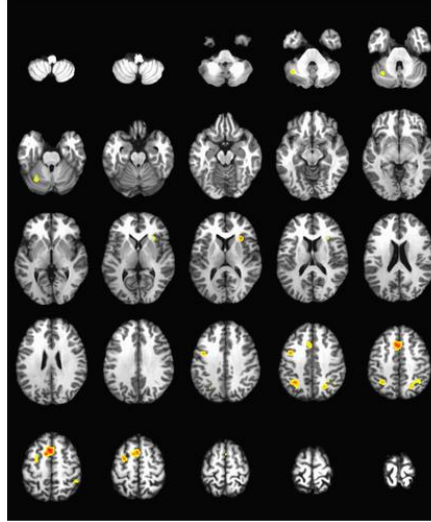


Şekil 2.27. Araştırmaya konu olan fizik kavramına ilişkin kavramsal değişimi sağlamış (a) ve sağlamamış (b) kişilerin sorulan sorulara verdikleri cevaplara karşılık beyin aktivasyonları (Allaire-Duquette vd., 2021).

2.11.4 Çalışma belleğine yönelik egzersizler

Bilgilerin geçici olarak saklanması ve gerektiğinde uygun metotlarla geri çağrılarak kullanılmasını sağlayan çalışma belleği, kişinin bilgiyi zihinsel olarak tutmasını ve manipüle etmesini sağlayan bilişsel bir yetenektir (Yaple ve Arsalidou, 2018). Bu nedenle; öğrenme ve akıl yürütme gibi karmaşık kognitif faaliyetlerde önemli bir yere sahiptir (Pesonen vd., 2007). Bu çalışma kapsamında, öğrencilerin çalışma belleğini geliştirebilecek çeşitli zihinsel egzersizlere yer verilmiştir.

Kişinin çalışma belleğine yönelik yapılan nörogörüntüleme çalışmaları incelendiğinde, özellikle “n-geri” (n-back) testinin pek çok bilimsel araştırmada kullanıldığı görülmektedir (Güney vd., 2018). Çalışan bellek süreçlerini araştırmak için yaygın olarak kullanılan n – geri görevi sırasında, katılımcılara bir dizi uyaran sunulur ve bir uyaran başka bir uyaranla eşleştğinde rapor vermeleri istenir. N-geri görevi sırasında özellikle çocuklarda orta frontal girus ve inferior parietal girusta önemli aktivasyonlara (Şekil 2.28) rastlanmıştır (Yaple ve Arsalidou, 2018). Bu sonuçlar, çalışma belleğini harekete geçirecek zihinsel egzersizlerin beyin aktivasyonuna olumlu sonuçlarını açıklamaktadır.



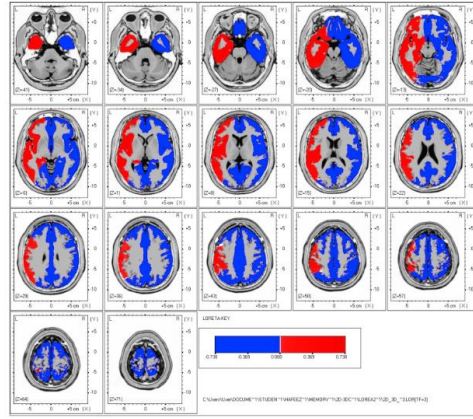
Şekil 2.28. Çocuklarda n-geri görevinin nöral bağlantıları (Yaple ve Arsalidou, 2018).

2.11.5 2D – 3D görsel nesne etkileşimi

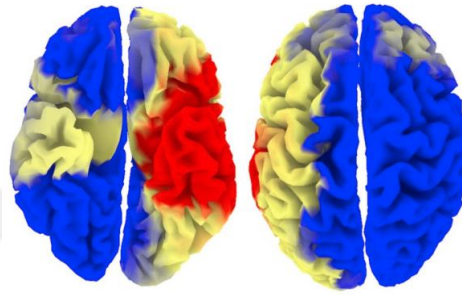
Öğrenme ve hatırlamaya yönelik kullanılabilecek pek çok eğitim materyalinin içerisinde görsel işlemeye hitap eden uyaranların kullanılabileceği nesnelerden de bahsedilebilir. Bu çalışma kapsamında resim çizme metodu ile 2 boyutlu (2D) uyaranlara, mikroskop etkinliği ile 3 boyutlu (3D) uyaranlara atıfta bulunulmuştur.

Nesne işlemenin nöral substratlarını inceleyen farklı nörogörüntüleme çalışmaları, nesnelerin 2D resimlerini ya da 3D hallerini kullanarak kişilerin beyinlerindeki aktivasyonları incelemiştir (Amin vd., 2021; Dan ve Reiner, 2017; Snow vd., 2011). Bu çalışma sonuçlarına göre, nesne şeklinin algılanmasında hem dorsal hem de ventral görsel yolları kapsayan çok sayıda kortikal alan bulunmaktadır. Özellikle nesne seçici nöral bağlantılar yanal oksipital kompleks olarak bilinen alt temporal korteksin bir şeridi boyunca ventral akış içinde tanımlanmıştır (Snow vd., 2011).

2D ve 3D eğitim içeriklerinin karşılaştırılmasında, 2D gösterimlerin derinlik algısı sağlamadığı ve katılımcıların daha az duyuşsal görsel bilgi aldığı görülmüştür (Amin vd., 2021; Snow vd., 2011). Ancak 3D eğitim içerikleri 2D içerikler gibi normal görsel ve işitsel bilgilerin yanı sıra derinlik algısı hakkında daha fazla aktivasyona neden olmaktadır (Şekil 2.29 ve Şekil 2.30). Böylece, 3D içeriklerde öğrenme daha etkili gerçekleştirilir ve hatırlama daha uzun süreli sağlanır. Ayrıca 3D gösterimlerde 2D gösterimlere göre daha fazla dikkat kaynağı ayrıldığı da bildirilmektedir (Snow vd., 2011).



Şekil 2.29. 2D (kırmızı renk) ve 3D (mavi renk) görevlere yönelik aktif beyin bölgeleri (Amin vd., 2021).



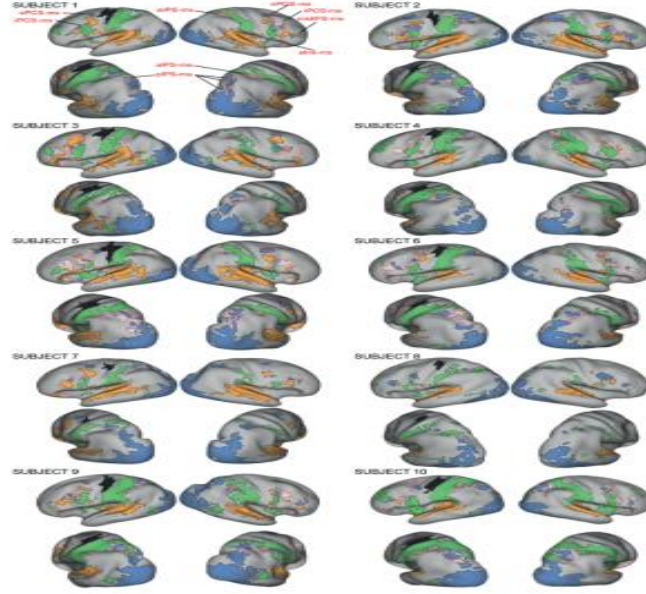
Şekil 2.30. Geri çağırma sırasında 3 Hz'lik düşük bir frekansta 2D (kırmızı renk) ve 3D (mavi renk) akım yoğunluğu aktivasyon farkı (Amin vd., 2021).

2.11.6 Birden fazla duyu organına hitap etmek

Yaşadığımız her an pek çok duyuşsal uyarana maruz kalırız. Bu nedenle duyuşsal işleme, insan nörolojik fonksiyonlarının en temel süreçlerinden biridir. Karşılaşılan her duyuşsal uyarın için, afferent sinyaller, o bölgedeki sinir hücresi reseptörleri tarafından uygun şekilde alınarak, işlenmek üzere özel beyin bölgelerine gönderilir. Bu süreçte farklı beyin bölgeleri uygun cevapları vererek duyuşsal algılamayı gerçekleştirir (Williamson, 2011).

Eğitim süreçlerinde birden fazla duyuş organına hitap edecek eğitim planlaması yapılması, zenginleştirilmiş uyarılarla eğitimin çeşitlendirilmesi ve farklı beyin bölgelerinin uyarılması (Şekil 2.31), öğrenmenin niteliğinin yükseltilmesi konusunda son derece önemlidir (Kempermann, 2002; Nilsson vd., 1999). Bu tez uygulaması kapsamında farklı duylara hitap edecek çeşitli etkinlikler kullanılmıştır. Bu etkinliklerin temel amacı, özellikle kortikal bölgelerdeki aktivasyonu arttırmaktır.

Çünkü; duyuşal bilgileri dikkatli bir şekilde filtreleme ve işleyen bellekte manipüle etme öğrenme süreçleri açısından son derece önemlidir (Tobyne, 2019).

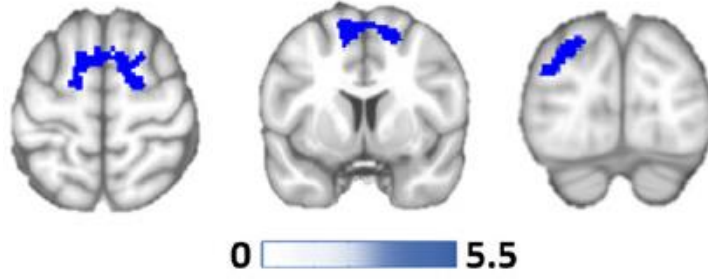


Şekil 2.31. 10 farklı kişiye ait duyuşal işleme ve aktif kortikal bölgeler (Tobyne, 2019).

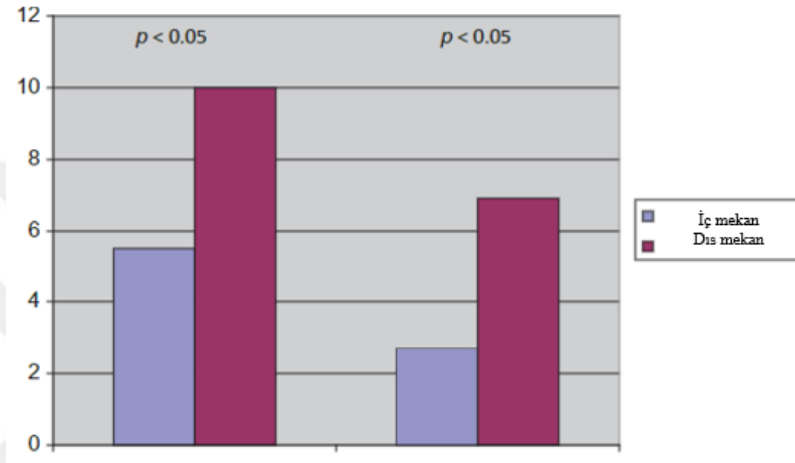
2.11.7 Sınıf dışı öğrenme ortamları

Sınıf dışı öğrenme etkinlikleri (açık hava etkinlikleri), öğrencilerin daha özgür ve daha aktif olabildikleri süreçleri içerir. Bu nedenle, öğrenmeyi doğrudan etkilediği düşünülen stres ve kaygı gibi faktörlerin en aza indirildiği bu etkinlikler ile, öğrenmenin niteliği daha fazla artırılabilir. Bu bağlamda; sınıf dışı öğrenme ortamlarında beyinde kortizol salınımının düzenlediği yönündeki bulgular, bu bilgileri net bir şekilde doğrulamaktadır (Schertz vd., 2021). Bu çalışma kapsamında; farklı derslerde açık hava etkinliklerine yer verilmiştir.

Açık hava etkinlikleri, beyinde kortizol düzenlemesini sağlayarak, özellikle hipokampus ve amigdala gibi öğrenme ve bellek süreçlerinde önemli aktivasyonları olan beyin bölümlerinin çalışmasını etkilemektedir (Dettweiler vd., 2022). Şekil 2.32’de açık hava ortamında yeşil bir görüntüye maruz kalınması durumunda çalışan beyin bölgelerine ilişkin verilen görüntülere ek olarak, şekil 2.33’de sınıf dışı ortamlarda edinilen bilgilerin uzun süreli bellekte kalma sürelerinin daha fazla olduğuna dair sonuçlar paylaşılmıştır.



Şekil 2.32. Yeşil ve doğal görüntüleri izleyen kişilerde aktif beyin bölgeler (Baena Extremera vd., 2021).



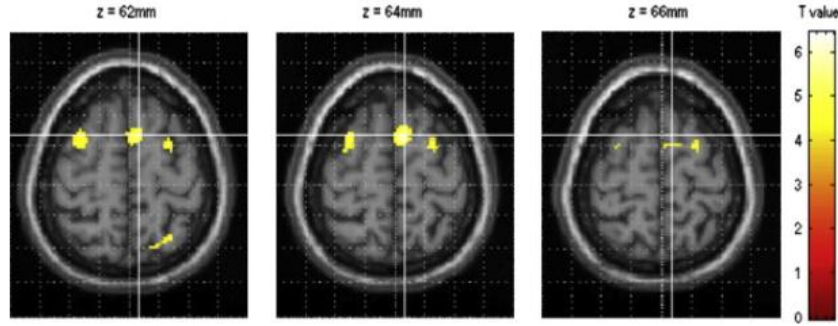
Şekil 2.33. İç mekan ve dış mekanda işlenen ders içeriğinin uzun süreli bellekte saklanması (Fägerstama ve Blom, 2013).

2.11.8 Tümevarımsal öğrenme

Tümevarımsal düşünme, belirli örneklerin gözlemlenmesi ve analizi yoluyla genel bir kural (sonuç) çıkarma süreci olarak tanımlanır (Hayes vd., 2010). Tümevarımsal akıl yürütme, hipotez üretirken, teorileri formüle ederken ya da ilişkileri keşfederken kullanılır ve bilimsel keşif için gereklidir (Lu vd., 2010). Bu tez çalışması kapsamında tümevarımsal akıl yürütmeyi hedefleyen farklı etkinliklere yer verilmiştir.

Tümevarımsal akıl yürütme, beyinde önemli nörofizyolojilere neden olmaktadır (Şekil 2.34). Bu bağlamda, insan tümevarımsal akıl yürütme görevi üzerine yapılan farklı çalışma sonuçları incelendiğinde, tümevarımsal akıl yürütmenin sol hemisferde baskın olarak gerçekleştiği yönünde önemli bulgular bulunmaktadır (Gazzaniga ve Smylie, 1984). Ayrıca, prefrontal korteksin dorsolateral ve medial kısımlarında önemli aktivasyonların görüntülediği çalışmalara ek olarak (Goel ve Dolan, 2004), sol

dorsolateral prefrontal girusun indüksiyon sırasında t mdengelimden daha büyük bir aktivite gösterdiği (Goel vd., 1997) sonuçlarını paylaşan bilimsel çalışmalar da bulunmaktadır

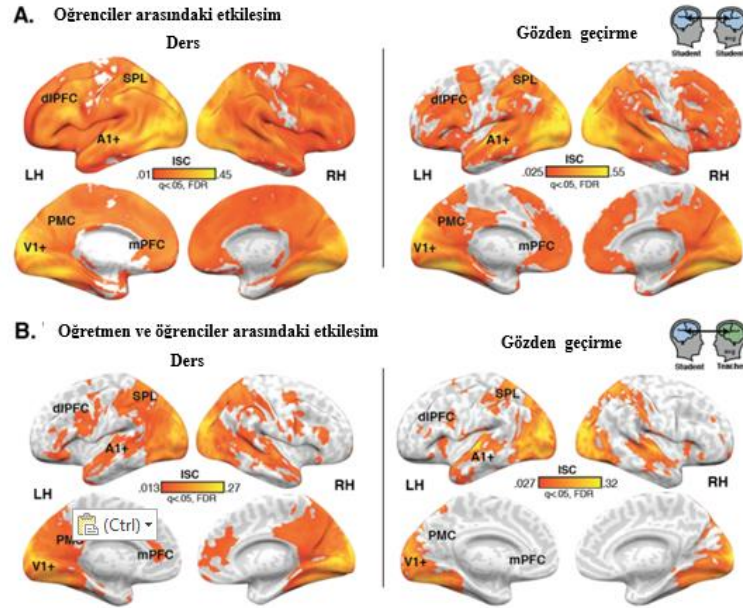


şekil 2.34. Tümevarımsal  ğrenme görevi sırasında bilateral prefrontal korteks aktivasyonları (Lu vd., 2010).

2.11.9 Ders içi etkileşim

Sınıf ortamı, davranışsal ve bilişsel  ıktıları ölçmenin yanı sıra, öğrenciler ve öğretmenleri arasındaki grup etkileşimlerini sistematik olarak araştırmak için de ideal bir ortamdır (Bevilacqua vd., 2019). Öğretmen ve bir grup  ğrenci arasındaki dinamik etkileşim, sınıf öğrenimi için temeldir ve hem  ğrenci katılımını hem de akademik başarıyı olumlu  l de desteklemektedir (Bevilacqua vd., 2019; Watanabe, 2013; Hughes vd., 2012). Bu tez çalışması kapsamında,  ğretmen ve  ğrenci etkileşimlerini  ng ren farklı etkinliklere yer verilmiştir.

Öğretme ve öğrenme,  ğretmen ve öğrenciler arasındaki ortak bir eylemdir ve etkileşime konu olan kişi ya da olayların özellikleri karşılıklı bir değiş tokuşta uyarıcı olarak ele alınır (Sensevy vd., 2015). Bu nedenle, sınıftaki  ğrenci- ğretmen ilişkisi etkileşimlerine ilişkin araştırmalar, bu etkileşimin altında yatan sinirsel aktiviteyi keşfretmek gerekliliğini de öne çıkarmaktadır (Holper vd., 2013). Bu konuda yapılan bilimsel çalışmalar bu tür etkileşimlerde önemli nöral aktivasyonları görüntülemiştir (şekil 2.35).

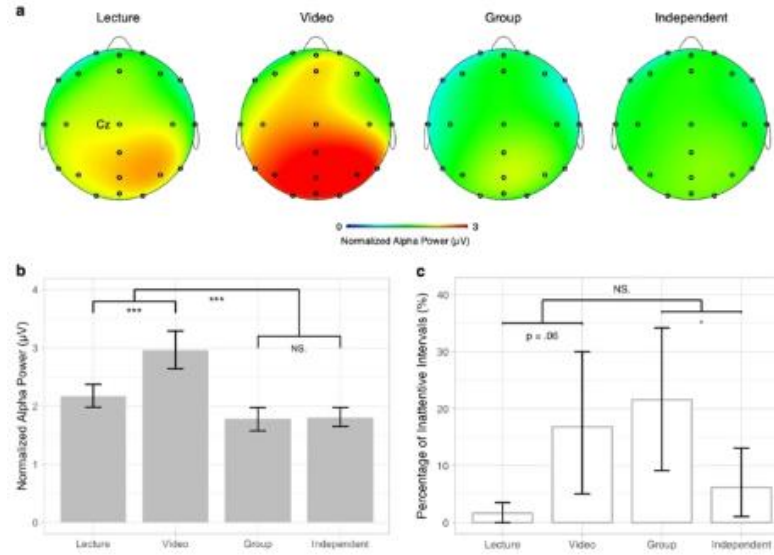


Şekil 2.35. Ders süresince öğrenciler ya da öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşim sırasında beynin aktif çalışan bölgeleri ve fMRI görüntüsü (Nguyen vd., 2022).

2.11.10 Dikkat ve güdülenme

Dikkati desteklemede etkili olan etkinlikler, öğrencinin öğrenmesi için fırsatları arttırma potansiyeline sahiptir (Grammer vd., 2021). Sınıf ortamında bireysel farklılıkları dikkate alarak, aktif katılımı destekleyebilecek aktiviteleri uygulamak, dikkati arttırarak akademik başarıyı desteklemek konusunda büyük etkiler oluşturacaktır (Rapport vd., 2009; Schwanz vd., 2007). Bu tez çalışması kapsamında, her ders başında öğrencilerin dikkatini çekecek farklı etkinliklere yer verilmiştir.

Dikkatin beyindeki nörofizyolojisi daha önce ayrıntılarıyla açıklanmış ve etkili olan beyin bölgelerinden bahsedilmiştir. Bunlara ek olarak, öğretim etkinliklerinin öğrenci dikkati üzerindeki etkilerini gösteren farklı bir bilimsel çalışmaya ait sonuçlar şekil 2.36’da gösterilmiştir.



Şekil 2.36. Öğretim etkinliklerinin öğrenci dikkati üzerindeki etkileri (a) Alfa gücünün ders ve video izleme sırasında daha yüksek olduğunu göstermektedir. (b) Öğrenci dikkati, her öğretim etkinliği için ortalama normalleştirilmiş alfa gücü ölçüm sonuçları. (c) Öğrenci dikkati; aktivitelerdeki kodlanabilir dikkatsizlik aralarındaki oranın derecelendirme sonuçları (Grammer vd., 2021).

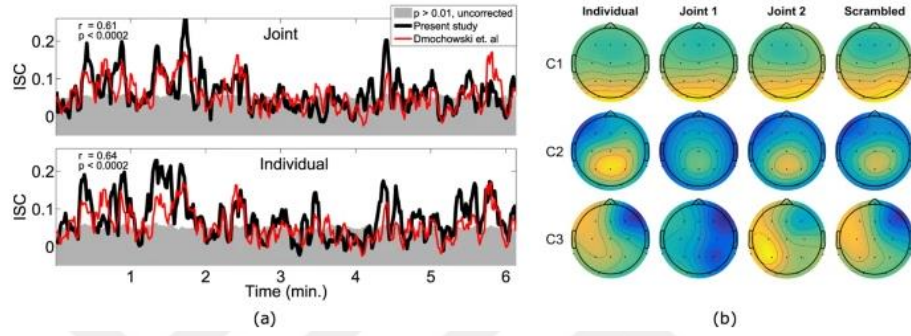
2.11.11 Video izleme

Gelişen teknolojinin sınıf ortamına en önemli yansıması olan akıllı tahtalar, ders sırasında farklı görsel ve işitsel materyallerin sunulabilmesine olanak tanımaktadır. Bu olanaklardan biri de ders sürecinde video izlemektir. Bu tez çalışması kapsamında, farklı derslerde sınıf ortamında videolar izletilmiştir.

Sınıf ortamında video izleme sırasında yapılan bilimsel çalışmalar, öğrencilerin öğrenmesinin olumlu ölçüde desteklendiğini göstermektedir (Long vd., 2016). Ayrıca, bu konuda nöral etkileşimi farklı nörogörüntüleme teknikleri ile araştıran bilimsel araştırma sonuçlarına göre (Şekil 2.37 ve Şekil 2.38), bu tür video etkinlikleri beyinde önemli aktivasyonlara neden olup öğrenmeyi desteklemektedir (Poulsen vd., 2017).



Şekil 2.37. Video izleme sırasında yapılan EEG ölçümü (Poulsen vd., 2017).

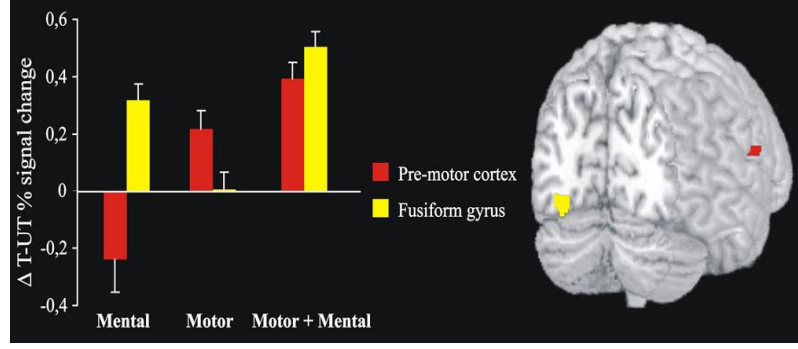


Şekil 2.38. Farklı senaryolarda video izlemeye ait EEG ölçüm sonuçları (Poulsen vd., 2017).

2.11.12 Yaparak ve yaşayarak öğrenme

Öğrenmeye dair yapılan araştırmalar, yaparak ve yaşayarak öğrenmenin, edinilen bilgilerin kalıcılığında önemli etkileri olduğunu ortaya koymaktadır (Reese, 2011). Bu tez çalışması kapsamında, öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenmesini amaçlayan farklı öğrenme etkinliklerine yer verilmiştir.

Yaparak ve yaşayarak öğrenme özellikle fiziksel aktivasyonla gerçekleşmektedir. Bu nedenle bu tür etkinlikler, motor öğrenmeleri önemli ölçüde desteklemekle beraber, zihinsel aktiviteleri de önemli ölçüde etkilemektedir (Brouziyne ve Molinaro, 2016). Motor ve zihinsel eğitimi birleştirmenin motor performans ve nöral aktivite üzerindeki etkilerini araştıran bilimsel çalışmalar, beyinde olumlu ve istenen aktivasyonları görüntülemişler (Şekil 2.39) ve öğrenmeyi arttırdığı sonuçlarına ulaşmışlardır (Olsson vd., 2008).

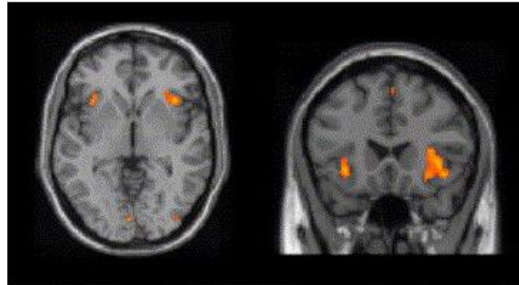


Şekil 2.39. 6 haftalık bir motor eğitim sonrasında ventral premotor kortekste gerçekleşen aktivasyon artışı (Olsson vd., 2008).

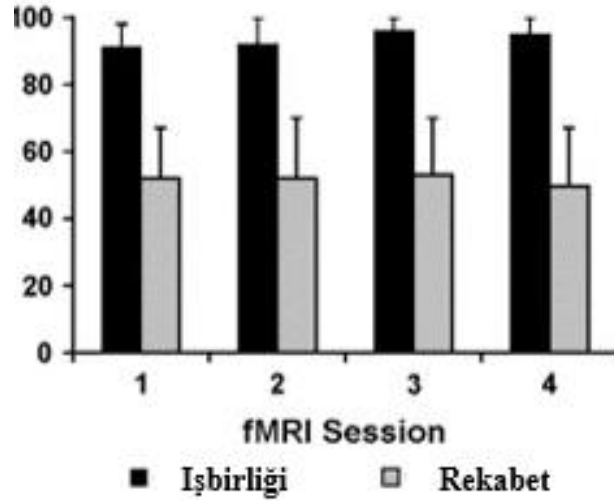
2.11.13 İşbirlikli öğrenme

İşbirlikli öğrenme, sınıf ortamının doğası gereği sınıfta uygulanabilecek oldukça mümkün bir öğretim şeklidir. Sosyal bir öğrenme ortamı olan sınıf atmosferi, öğrencilerin birbirleri arasındaki etkileşimlerinin yanı sıra, işbirlikli öğrenmeleri için de oldukça açıktır. Bu tez çalışması kapsamında, farklı derslerde öğrencilerin işbirlikli öğrenmelerine yönelik farklı öğretim etkinliklerine yer verilmiştir.

İşbirlikli öğrenmeye yönelik nöral aktivasyonları inceleyen bilimsel çalışmalar, önemli kortikal bölgelerde etkileşim olduğunu ve öğrenmeyi önemli ölçüde etkilediğini kanıtlamaktadır (Şekil 2.40 ve Şekil 2.41). Bu konuda bir bilgisayar oyunu üzerinden yapılan bir çalışmada, oyunu bağımsız olarak oynamaya kıyasla ortak bir amaç için işbirliği yapmanın, üst ve alt parietal kortekslerin yanı sıra, iki taraflı olarak superior frontal girus dahil bir dizi bölgede aktivasyon oluşturduğu sonuçlarına ulaşmıştır (Decety vd., 2004).



Şekil 2.40. İşbirlikli bir bilgisayar oyunu oynama sırasında ön insula aktivasyonu (Decety vd., 2004).

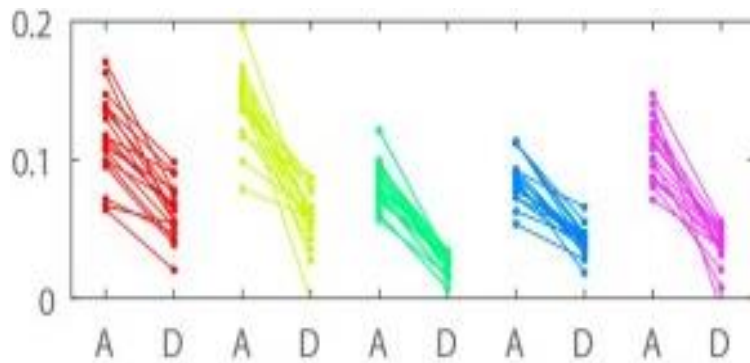


Şekil 2.41. Dört farklı fMRI ölçümü sırasında işbirliği ve rekabet denemelerinde katılımcıların hedef modele ulaşmadaki ortalama başarı yüzdesi ve standart sapmalarına ilişkin histogramlar (Decety vd., 2004).

2.11.14 Çevrim içi öğrenme

Özellikle pandemi dönemiyle beraber eğitim materyali olarak kullanımı hızlanan çevrim içi eğitim platformları, öğrencileri sınıf ortamından ziyade zaman ve mekan sınırlaması yapmadan öğrenmeye teşvik etmektedir. Bu tez çalışması kapsamında da farklı çevrim içi platformlar aracılığıyla öğrenme etkinliklerine yer verilmiştir.

Çevrim içi öğrenme görevleri sırasında nöral aktivasyonları inceleyen bilimsel çalışma sonuçları, bu tür eğitim materyallerinin özellikle dikkat sistemleri üzerindeki etkilerine odaklanmıştır (Şekil 2.42). Ayrıca bu tür eğitim platformlarındaki etkinliklerin birden fazla uygulama şansı olmasından kaynaklı öğrenmeyi olumlu ölçüde etkilediği belirtilmektedir (Cohen vd., 2018).

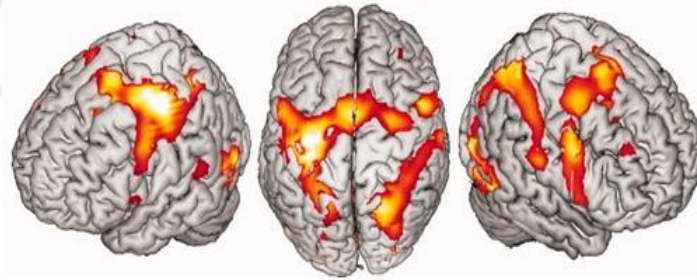


Şekil 2.42. Farklı çevrim içi videolarını izleme sırasında dikkat modülasyonu (Cohen vd., 2018).

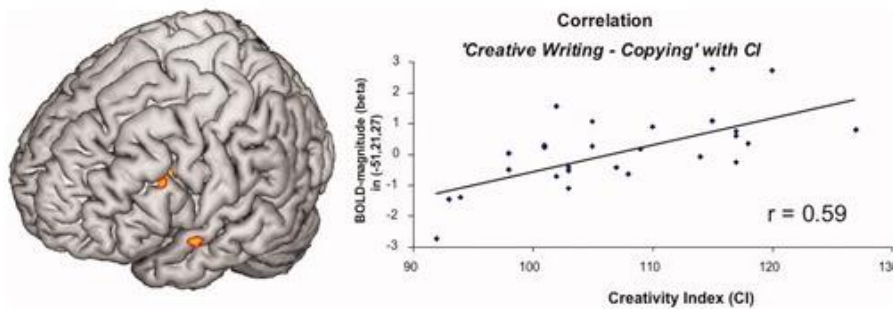
2.11.15 Hikaye yazma

Yeni öğrenilmiş kavramların akılda kalıcılığının artırılması, hikaye yazma gibi farklı öğretim yöntemleriyle önemli ölçüde desteklenmektedir. Dikkat odaklarını genişletmeye ve daha uzak çağrışımlar aramaya teşvik eden bu tür yöntemler (Campbell, 1960), aynı zamanda yaratıcılığı da önemli ölçüde tetiklemektedir (Howard-Jones ve Murray, 2003). Bu tez çalışması kapsamında öğrencilerden öğrendikleri kavramları kullanarak yaratıcı bir hikaye yazmaları istenmiştir.

Hikaye yazmaya dair nöral aktiviteyi inceleyen bilimsel araştırma sonuçları, yaratıcı yazmanın somatosensoriyel alanlarla birincil motor korteks dahil olmak üzere, motorla ilişkili alanları aktive ettiği ve frontal bölgelerde önemli aktivasyonlara neden olduğu sonuçlarını (Şekil 2.43) paylaşmaktadır (Shah vd., 2013). Aynı zamanda bu tür hikaye yazmanın yaratıcılığı da önemli ölçüde tetiklediğine dair önemli sonuçlar (Şekil 2.44) bulunmaktadır (Howard-Jones vd., 2005; Shah vd., 2013).



Şekil 2.43. Yaratıcı hikaye yazma sırasında kortikal aktivasyon (Shah vd., 2013).

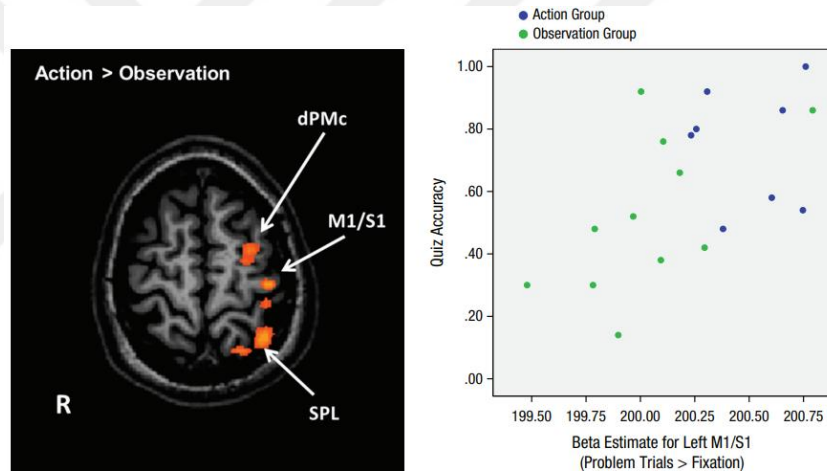


Şekil 2.44. Yaratıcı yazma ve yaratıcılık arasındaki pozitif korelasyon (Shah vd., 2013).

2.11.16 Fiziksel deneyim

Fen eğitimi, konuları gereği farklı öğretim yöntem ve tekniklerini kullanabilmenin oldukça uygun olduğu bir derstir. Bu bağlamda, ders içerisinde öğrencilerin fiziksel deneyim sergileyebilecekleri ortamların sağlanması son derece önemlidir. Bu tez çalışması kapsamında, farklı derslerde öğrencilere fiziksel deneyim sağlayabilecekleri öğrenme ortamları oluşturulmuştur.

Fen eğitiminde fiziksel deneyimin önemini araştıran bir bilimsel araştırma sonuçlarına göre; fiziksel deneyim ile sensorimotor beyin sistemleri arasında önemli bir etkileşim görüntülenmiştir. Ayrıca fiziksel deneyime maruz bırakılan öğrencilerin sınav puanlarında önemli ölçüde artış belirlenmiştir. Bu artış duyu-motor bölgelerindeki aktivasyonla (Şekil 2.45) ilişkilendirilmiştir (Kontra vd., 2015).

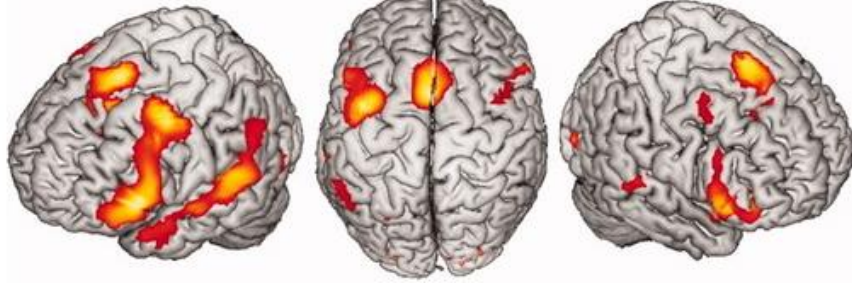


Şekil 2.45. Fiziksel deneyim ve aktif beyin bölgelerine ilişkin beyin görüntüleme (Kontra vd., 2015).

2.11.17 Beyin fırtınası

Beyin fırtınası, sınıf ortamında kullanımı oldukça sık gerçekleşen bir öğretim tekniğidir. Öğretmenin sorduğu bir soruya karşılık öğrencilerin akıl yürüterek farklı cevaplar verebilmelerine olanak tanır. Bu tez çalışması kapsamında da beyin fırtınası tekniği kullanılmıştır.

Beyin fırtınasının nöral bağlantıları incelendiğinde daha çok sol hemisferde önemli bir aktivasyon gözlemlenmiştir. Özellikle sol hemisferin anterior insula ile lateral orbitofrontal korteks kısımlarında önemli aktivasyonlar olduğu (Şekil 2.46) ve akıl yürütücü düşünmeyi etkilediği sonuçları paylaşılmaktadır (Shah vd., 2013).



Şekil 2.46. Beyin fırtınası sırasında artan kortikal aktivasyon (Shah vd., 2013).

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, uygulama süreci, veri toplama araçları ve verilerin analizi alt başlıkları halinde araştırmanın yöntemine dair bilgilere yer verilmiştir.

3.1 Araştırmanın Modeli

Fen bilimleri dersinde eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler ile öğretimin öğrenci başarısına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma kapsamında eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığa etkisini belirlemek amacıyla bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında bir neden sonuç ilişkisi kurularak elde edilen veriler sayısal değerlerle ifade edileceğinden çalışmanın deseni için deneysel desen tercih edilmiştir (Büyüköztürk vd., 2009; Creswell, 2014).

Bu çalışma kapsamında Çizelge 3.1’de gösterildiği üzere, nicel araştırma yöntemleri altında deneysel desenlerden ön test – son test kontrol gruplu yarı deneysel desen uygulanmıştır. Çalışmanın uygulama aşamasında deney ve kontrol gruplarına seçkisiz atama yöntemi ile katılımcı seçilmiş olması ve gruplarda yer alan öğrenciler için herhangi bir seçme işlemi yapılmamış olmasından kaynaklı olarak bu deneysel desen tercih edilmiştir (Büyüköztürk vd., 2009).

Çizelge 3.1. Araştırmanın deseni.

	Ön test	Uygulama	Son test	Kalıcılık testi
Deney grubu	X	X	X	X
Kontrol grubu	X		X	X

Uygulama öncesinde gruplara ön test uygulanmıştır. Ön test verileri incelenerek grupların konuya ilişkin ön bilgilerinin denk olup olmadığı tespit edildikten sonra, deney ve kontrol grupları seçkisiz yöntemle yansız olarak belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerine “Canlılar Dünyası” ünitesi eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin yer aldığı bir ders planı ile anlatılırken; kontrol grubu öğrencilerine geleneksel öğretim yöntemleri kullanılarak hazırlanmış bir ders planı ile anlatılmıştır.

3.2 Çalışma Grubu

Çalışma; Ankara İli Sincan ilçesinde bulunan ve uygun örnekleme yoluyla seçilmiş bir ortaokulda 5. sınıf düzeyinde eğitim gören toplamda 69 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında, araştırma koşullarını en ideal şekilde yürütebilmek için araştırmacıların deneklere ulaşabileceği ve üzerinde çalışma yapabileceği en uygun durum seçilmiştir (Büyüköztürk vd., 2009).

Uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarına ön test uygulanmıştır. Testin sonuçlarına ilişkin yapılan Shapiro-Wilk normallik testi sonucunda deney ve kontrol gruplarına ait verilerin normal dağılım gösterdiği ($p>0,05$) belirlenmiştir. Ön test verilerinin normal dağılım gösterdiğinin belirlenmesi üzerine grupların ön test puanlarının ortalamaları arasındaki farka ilişkin bağımsız gruplarda t testi yapılmış ve grupların ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) görülmüştür. Grupların ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark çıkmaması grupların uygulama öncesinde birbirine denk olduğunu göstermiştir. Grupların denkliği ve homojenliği belirlendikten sonra deney ve kontrol grupları yansız bir şekilde seçkisiz atama yöntemi ile belirlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci sayılarına ilişkin sayısal veriler ise Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Başarı testinin uygulandığı grupların cinsiyete göre frekans dağılımı.

Gruplar	Cinsiyet	Frekans (f)	Geçerli yüzde (%)
Deney grubu	Kız	15	%41,7
	Erkek	21	%58,3
Kontrol grubu	Kız	16	%48,5
	Erkek	17	%51,5
Toplam		69	%100

Çizelge 3.2’deki veriler incelendiğinde deney grubunun 15 kız ve 21 erkek olmak üzere toplamda 36 öğrenciden oluştuğu ($n=36$) görülürken, kontrol grubunun ise 16 kız ve 17 erkek ile toplamda 33 öğrenciden oluştuğu ($n=33$) görülmektedir.

3.3 Uygulama Süreci

“Canlılar Dünyası” ünitesi deney grubu öğrencilerine eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerle hazırlanmış bir ders planı ile öğretimi gerçekleştirilirken, kontrol grubu öğrencilerine geleneksel öğretim yöntemlerine dayalı bir ders planı ile toplamda 13 ders saati süresince (3 hafta + 1 ders) aktarılmıştır. Uygulama, 07.03.2022 – 30.03.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Gruplara yönelik geliştirilen ders planları EK B ve EK C’de sunulmuştur. Uygulama öncesinde gruplara “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test olarak uygulanmış, uygulama sonrasında ise aynı test son test olarak uygulanmıştır. 8 hafta sonrasında ise, öğrenilen bilgilerin kalıcılığını belirlemek amacıyla aynı test kalıcılık testi olarak tekrar uygulanmıştır.

3.3.1 Deney grubuna yönelik uygulama süreci

Deney grubu öğrencilerine yönelik geliştirilmiş olan ders planları eğitsel nörobilim verileri baz alınarak 13 ders için ayrı ayrı geliştirilmiştir. Ders planlarının temeli incelendiğinde her dersin başında öğrencilerin dikkat ve farkındalıklarını arttırmayı hedefleyen duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri uygulanmıştır. Dersler süresince dikkat çekme, görsel ve işitsel materyal sunma, ders içi etkileşimde bulunma, aktif katılım, günlük yaşamla ilişki kurma, işbirlikli öğrenme, çevrim içi öğrenme, yaparak yaşayarak öğrenme, birden fazla duyu organını öğrenmeye dahil etme, sınıf dışı öğrenme ortamları sunma, video izleme, soru cevap içeren eğitsel oyunlar oynama, hikaye yazma gibi pek çok başlık altında eğitsel nörobilim verilerine ve öğretim programındaki kazanımlara uygun etkinlikler hazırlanarak deney grubu öğrencilerine 13 ders saati süresince uygulanmıştır. Deney grubu öğrencilerine yönelik geliştirilmiş olan ders planlarının içeriğine ilişkin etkinlik başlıkları Çizelge 3.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Deney grubu öğrencilerine yönelik geliştirilmiş olan ders planları içeriğine dair etkinlik başlıkları.

Ders	Eğitsel nörobilime dayalı etkinlik başlıkları
1	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Müzik dinleme (işitsel materyal sunma) • Hafıza oyunu • Günlük yaşamla ilişkilendirme • Fotoğraf gösterimi (görsel materyal sunma)
2	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Müzik dinleme (işitsel materyal sunma) • Hafıza oyunu • Öğrenmede birden fazla duyu organını devreye sokma
3	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Sınıf dışı öğrenme ortamları
4	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • 2D ve 3D arasında bağlantı kurma • Günlük yaşam ile ilişkilendirme • Fotoğraf gösterimi (Görsel materyal sunma)
5	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Yaparak yaşayarak öğrenme • Günlük yaşamla ilişkilendirme • Çevrim içi öğrenme
6	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Günlük yaşamla ilişkilendirme • Çevrim içi öğrenme • Fotoğraf gösterimi (görsel materyal sunma)
7	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Günlük yaşamla ilişkilendirme • Video izleme • Yaparak yaşayarak öğrenme

Çizelge 3.3 (devam). Deney grubu öğrencilerine yönelik geliştirilmiş olan ders planları içeriğine dair etkinlik başlıkları.

Ders	Eğitsel nörobilime dayalı etkinlik başlıkları
8	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Yap-boz etkinliği • Çevrim içi öğrenme
9	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • İşbirlikli öğrenme
10	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Video izleme • Sınıf dışı öğrenme ortamları
11	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Eğitsel oyun oynama
12	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Hikaye yazma • Yaratıcılık
13	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizi • Ders içi etkileşim • Dikkat çekme • Sınıf dışı öğrenme ortamları • Eğitsel oyun oynama • Çevrim içi öğrenme

3.3.1.1. Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri

Beynin nörofizyolojisinde önemli etkiler oluşturarak kişide dikkati arttırmayı ve stres yönetimini olumlu düzeyde sağlayabilmeyi amaçlayan meditasyon, bir dizi nefes egzersizi paralelinde gerçekleşen zihin-beden eğitimidir (Afonso vd., 2020; Cahn ve Polich, 2006; Kasala vd., 2014). Deney grubu öğrencilerine yönelik geliştirilmiş ders planları çerçevesinde 13 ders süresince her ders başlangıcında ortalama 3-4 dakika süresince duygu, dikkat ve farkındalık egzersizleri uygulanmıştır. Bu egzersizler süresince araştırmacı tarafından Mozart'ın 40. senfonisinin piyano versiyonu

egzersiz süresince öğrencilere dinletilmiş ve öğrencilerin rahatlamaları sağlanmıştır. Uygulanan etkinliklerin başlıkları Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Deney grubu öğrencilerine uygulanan duygu, dikkat ve farkındalık egzersizleri (Canan ve Şahin, 2020).

Ders	Duygu, dikkat ve farkındalık egzersizleri
1	10 parmak 10 nefes etkinliği
2	Düşünce avcısı
3	Çiçeği kokla mumu üfle
4	Harikalar diyarı
5	Mavi gökyüzü
6	Köpekbalığı nefesi
7	Tavşan nefesi
8	Duygularım bedenimde
9	Sallan, zıpla ve izle
10	Örümcek hisleri
11	Meraklı yabancı
12	Ejderha nefesi
13	Huzur çiçeği

3.3.1.2 Dikkat çekme

Öğrenme eyleminin gerçekleşebilmesinde önemli etkileri olan dikkat, beynin nörofizyolojik etkileri sonucunda gelişen bir dışavurumdur. Dikkatin sağlanması ve uyarana karşı seçici dikkatin oluşturulabilmesi beynin işleyişiyle açıklanmaktadır (Grammer vd., 2021). 13 ders süresince her ders başlangıcında öğrencilerin dikkatlerini çekmek ve konuya odaklanmalarını sağlamak için çeşitli etkinlikler uygulanmıştır. Yapılan etkinliklere ilişkin bilgiler Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Ders başlangıcında öğrencilerin dikkatlerini çekmek için yapılan etkinlikler.

Ders	Dikkat çekme amacıyla yapılan etkinlikler
1	Müzik dinleme
2	Koku duyusunu uyarma
3	Derse dikkat çeken materyal getirme

Çizelge 3.5 (devam). Ders başlangıcında öğrencilerin dikkatlerini çekmek için yapılan etkinlikler.

Ders	Dikkat çekme amacıyla yapılan etkinlikler
4	Kirli su ve mikroskop gözlemi
5	Derse dikkat çeken materyal getirme (turşu şisesi, antibiyotik şisesi)
6	Hamurun mayalanması için gerekli malzemeleri sınıfa getirme
7	Küflü ekmek gözlemi
8	Yap-boz içerisine gizlenmiş konu görseli
9	Sınıfa oyun pankartı getirme
10	Video izleme
11	Görsel materyal sunma
12	Hikaye yazma
13	Kazanıma uygun sorulardan oluşan etkinlik

3.3.1.3. Ders içi etkileşim

Ders süresince öğretmen-öğrenci ya da öğrenci-öğrenci arasındaki etkileşim beynin yapı ve işleyişinde olumlu nörofizyolojik etkiler oluşturarak öğrenme eyleminin gerçekleşebilmesine destek olmaktadır (Bevilacqua vd., 2019; Watanabe, 2013; Hughes vd., 2012). Bu bulguyu dikkate aldığımız çalışmada, öğrencilerin 40 dakikalık ders süresince sürekli öğretmenle ya da birbirleriyle etkileşim halinde bulunmalarına izin verilmiştir. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için; yaparak yaşayarak öğrenme, buluş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği, oyun oynama, gözlem yapma gibi pek çok farklı yöntem ya da teknik kullanılarak öğrencilerin ders içerisinde aktif olarak etkileşimde bulunmalarına olanak sağlanmıştır.

3.3.1.4. Duyusal materyal sunma

Öğrenme eylemi, dış çevreden alınan duyu uyaranların beyinde nörofizyolojik etkiler oluşturması ile gerçekleşmektedir. Eğitsel nörobilime dair kanıtlar, çeşitlendirilmiş çevresel uyaranların farklı duyuları uyarması sonucunda beyinde önemli nörofizyolojik etkiler oluşturarak öğrenmeyi desteklediği sonuçlarını paylaşmaktadır (Kempermann, 2002; Nilsson vd., 1999). Ünite kapsamında eğitsel nörobilim verilerine uygun olarak farklı duyu organlarını uyarmayı hedefleyen etkinlikler geliştirilmiştir. Bu etkinliklerde; görsel materyal sunma, işitsel materyal

sunma, koku duyusunu uyaran materyal sunma gibi farklı duyu organlarını uyarmak hedeflenmiştir. Geliştirilen planlar çerçevesinde duyu organlarını uyarmayı hedefleyen etkinlikler Çizelge 3.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Duyu organlarını uyarmayı hedefleyen etkinlikler.

Uyarılan duyu organı	Etkinlik örnekleri
Görsel materyal sunma	• Kazanıma uygun fotoğraf gösterme • Video izleme • Mikroskop gözlemi yapma
İşitsel materyal sunma	• Kazanıma uygun şarkı dinleme
Koku duyusunu uyaran materyal sunma	• Farklı canlı örneklerini içeren materyalleri koku duyusu ile ayırt etme

3.3.1.5 Günlük yaşamla ilişkilendirme

Fen bilimleri dersi günlük yaşamda karşılaştığımız pek çok olayı bilimsel olarak açıklamayı amaçlayan bir disiplindir. Bu amaç doğrultusunda öğretimin bir çıktısı olarak, kişide kavramsal değişimi gerçekleştirebilmeyi hedeflemektedir. Kavramsal değişim sonucunda beyinde önemli nörofizyolojiler olduğu farklı araştırmalarla kanıtlanmıştır (Allaire-Duquette vd., 2021). Geliştirilmiş olan ders planları içeriğinde, kavramsal değişimi sağlamak için derse hazırlık aşamasında, derse geçiş aşamasında ya da ölçme ve değerlendirme aşamalarında öğrencilere öğrendikleri bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmelerini sağlayacak sorular yöneltilmiş ve soru-cevap etkinlikleri yapılmıştır. Planlar içerisinde günlük yaşamla ilişkilendirmeyi amaçlayan soru örnekleri Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Ders planları içerisinde günlük yaşamla ilişki kurmayı amaçlayan soru örnekleri.

Günlük yaşamla ilişki kurmayı amaçlayan soru örnekleri	• Evlerimizde yapılan sınıflandırma örnekleri nelerdir? • Neden sınıflandırma yapmaya ihtiyaç duyarız? • Meyve ve sebzeleri neden yıkamadan yememeliyiz? • Buzlukta saklanan yiyecekler çok uzun süre bozulmadan kalabilirken, dışarıda bekletilen yiyecekler neden çok kısa sürede bozulur? • Annelerimiz evde hamur yaparken, neden maya attıklarında hamur bir süre sonra kabarır? • Tarak, tırnak makası, havlu, terlik, ayakkabı gibi eşyalara neden kişisel eşyalar deriz ve neden bu tür kişisel eşyaları farklı kişilerle paylaşmamalıyız?
--	--

3.3.1.6 Çevrim içi öğrenme

Çevrim içi öğrenme kişinin zamana ya da mekana bağlı kalmadan kendisi için uygun zaman aralıklarında öğrenme olanağı sağlamaktadır. Bu da kişinin öğrenmeye istekli olduğu zamanı kendi belirlemesi açısından son derece önemlidir. Ayrıca çevrim içi öğrenme, istenildiği kadar izleme ya da uygulama olanağı da sunduğundan beyin plastisitesine olumlu etki etmektedir. Çevrim içi öğrenmenin bu avantajlarının beyinde önemli nörofizyolojiler oluşturarak öğrenmeyi desteklediği farklı araştırmalarla kanıtlanmıştır (Cohen vd., 2018). Eğitsel nörobilim verilerine uygun olarak geliştirilmiş ders planları çerçevesinde öğrencilere ev ödevi olarak verilen ödevler için, “google classroom” sanal sınıf uygulaması kullanılmıştır. Uygulama öncesinde oluşturulmuş olan sanal sınıfa tüm öğrencilerin katılımı sağlanmış ve konu süresince verilen tüm ödevler bu platforma çevrim içi olarak gönderilmiştir.

3.3.1.7 Sınıf dışı öğrenme ortamları

Rutin dışına çıkmak beyin plastisitesinde önemli nörofizyolojik etkiler oluşturarak öğrenmeyi önemli ölçüde desteklemektedir. Ayrıca doğal ortamlar ve görüntüler dikkatin sağlanmasında ve beynin öğrenmeye odaklanmasında önemli etkiler oluşturmaktadır (Dettweiler vd., 2022.; Schertz vd., 2021). Deney grubu öğrencilerine yönelik olarak geliştirilmiş ders planları çerçevesinde farklı derslerde sınıf dışı öğrenme ortamlarından faydalanılmıştır. Bu amaçla; farklı canlı örnekleri toplamak ya da oyun temelli etkinlikler için, öğrenciler okul bahçesine çıkartılmıştır.

Ayrıca öğrenciler video izlemek için gerekli derslerde okulun konferans salonuna götürülmüştür.

3.3.1.8 Yaparak ve yaşayarak öğrenme

Aktif katılım, fiziksel deneyim, birden fazla duyu organıyla öğrenme sürecine dahil olmak beyin nörofizyolojisinde önemli etkiler oluşturarak öğrenme sürecini desteklemektedir (Olsson vd., 2008; Reese, 2011). “Canlılar Dünyası” ünitesi kapsamında eğitsel nörobilim verilerine uygun olarak geliştirilmiş ders planları içerisinde öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine olanak tanıyan farklı etkinlikler geliştirilmiştir. Bu etkinlikler ile ilgili örnekler Çizelge 3.8.’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Ders planları içerisinde yaparak yaşayarak öğrenmeyi amaçlayan etkinlik örnekleri.

Yaparak yaşayarak öğrenmeyi amaçlayan etkinlik örnekleri
• Ekmeğin küflenmesini farklı koşullarda gözlemlene • Yoğurdun mayalanması • Mikroskop gözlemi yapma • Büyüteç ile küflü ekmeği gözlemlene • Hamurun mayalanması için deney yapma

3.3.1.9 Oyun temelli etkinlikler

Aktif katılım beyin nörofizyolojisinde önemli etkiler oluşturarak dikkatin sağlanmasında ve öğrenmenin desteklenmesinde önemli etkiler oluşturmaktadır (Rapport vd., 2009; Schwanz vd., 2007). Geliştirilmiş olan ders planları içerisinde öğrencilerin derse aktif katılmalarını sağlamak için farklı oyunlarla etkinlikler yapılmıştır. Bu etkinlikler içerisinde hafıza oyunları, soru cevap içeren eğitsel oyunlar, yap-boz etkinliği gibi sınıftaki tüm öğrencilerin aktif katılımlarını sağlayan ve kazanıma uygun sorular içeren oyunlar oynatılmıştır.

3.3.1.10 İşbirlikli öğrenme

İşbirlikli öğrenmenin beyin nörofizyolojisinde önemli sonuçlar oluşturduğu ve öğrenmeye katkıda bulunduğu farklı araştırma sonuçları ile kanıtlanmıştır (Decety vd., 2004). Geliştirilmiş olan ders planları içerisinde bir derste, öğrenciler iki gruba

ayrılmış ve grupların kümelenmesi sağlanmıştır. Verilen süre içerisinde öğrenciler ait oldukları grubun özelliklerini birbirlerine anlatmış, uygun örnekler bulmuş ve verilen süre sonunda grupça tartıştıkları bilgileri karşı gruba aktarmışlardır.

3.3.2 Kontrol grubuna yönelik uygulama süreci

“Canlılar Dünyası” ünitesi kapsamında kontrol grubu öğrencilerine yönelik geliştirilmiş olan ders planları öğretim programına uygun kazanımlar dikkate alınarak geleneksel öğretim yöntemleri temelinde 13 ders için ayrı ayrı geliştirilmiştir. Ders planlarının temelinde öğretmenin merkezde olduğu sunuş yoluyla öğretim tercih edilmiştir. Öğrencilere öğretim programındaki tüm kazanımlar öğretmen merkezli olarak verilmiştir. Konu anlatımı sonrasında öğrencilere dağıtılan testlerle konu tekrarı yapılmıştır.

3.4 Veri Toplama Araçları

Araştırma kapsamında veri toplama aracı olarak geliştirilen “Canlılar Dünyası Başarı Testi” çalışma grubunun tamamına uygulama öncesinde ön test, uygulamalar tamamlandıktan sonra son test 8 hafta sonrasında ise kalıcılık testi olarak uygulanmıştır.

3.4.1 Canlılar dünyası başarı testi

5. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan “Canlılar Dünyası” ünitesi için öğretim programındaki kazanımlar ve ders kitabındaki içerikler dikkate alınarak araştırmacılar tarafından “Canlılar Dünyası Başarı Testi” adında bir başarı testi geliştirilmiştir. Testin öğretim programına uygun kazanım bilgisi Çizelge 3.9’da gösterilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

Çizelge 3.9. Canlılar dünyası ünitesi içeriğine ilişkin temel bilgiler.

Konu/ Kavramlar	Kazanım No/ Kazanım	Uyarılar
Canlıların benzerlik ve farklılıkları	F.5.2.1.1. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler.	1. Mikroskobun parçalarına değinilmez. 2. Mikroskobik canlıları gözlemlerken güvenlik ve hijyenle ilgili gerekli tedbirler alınır.
Mikroskopik canlılar		3. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.
Mikroskop	F.5.2.1.2. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır.	4. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır.
Mantarlar		5. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez.
Bitkiler		6. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Hayvanlar		

Testin geliştirilmesi sürecinde “Canlılar Dünyası” ünitesine ait öğretim programındaki kazanım ve hedefler doğrultusunda 4 seçenekli 26 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test hazırlanmıştır. Test öncelikle fen bilimleri eğitimi alanında görev yapan ve biyoloji eğitimi alanında bir uzman tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme neticesinde içeriğin bilimsel uygunluğuna ve doğruluğuna ilişkin gerekli düzeltmeler sağlanmıştır. Testin kapsam geçerliği ve kazanımlara uygunluğunu belirlemek için ise, lisansüstü düzeyde eğitimlerine devam eden ve Milli Eğitim Bakanlığı’nda görev yapmakta olan ve lisansüstü eğitimlerini tamamlamış 2 fen bilimleri öğretmeninin görüşleri alınmıştır. Öğretmen görüşleri doğrultusunda gerekli öneriler dikkate alınarak; öğrenci seviyesine uygun olmayan maddeler yeniden düzenlenmiş, ifade hataları ve anlatım bozuklukları giderilerek uygun şekilsel düzenlemeler yapılmış ve madde çeldiricileri yeniden kontrol edilmiştir. Testin madde ve test istatistikleri ile güvenirlik çalışması için, pilot uygulama Ankara ili Sincan ilçesinde bulunan bir ortaokulda “Canlılar Dünyası” ünitesinin öğrenimini tamamlamış 197 5. sınıf öğrencisi ile yapılmıştır. Öğrenci cevaplarına ilişkin madde analizleri yapılarak, madde ve test istatistikleri kontrol edilmiştir. Kontrollerde madde güçlük düzeyleri ve madde ayırt edicilik değerleri incelenmiştir. Madde ayırt ediciliği 0,30’un altında olan 3 madde (10.,15. ve 18. madde) testten çıkarılmıştır. Testin nihai halinde madde ayırt edicilik değerleri; 0,30

ve 0,56 arasındadır. Bu değerler, maddelerin bilen ve bilmeyen öğrenciyi ayırmada yeterli düzeyde olduğunu göstermektedir (Hasançebi vd., 2019). Test maddelerine ilişkin madde güçlük değerleri 0,29 ve 0,87 arasındadır. Testin ortalama güçlüğü ise 0,61 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler ise, testin tamamında kolay ve zor denilebilecek farklı sorular olduğunu göstermektedir (Hasançebi vd., 2019). Testten ayırt edicilik değerlerini karşılamayan 3 maddenin çıkarılması ile “Canlılar Dünyası Ünitesi Başarı Testi” 4 seçenekli 23 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test haline getirilmiştir. Testte doğru cevap 1 puan, yanlış, boş veya hatalı işaretlenmiş cevap ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Testten alınabilecek maksimum puan 23’tür. Testin son haline ilişkin madde istatistikleri Çizelge 3.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.10. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” madde istatistikleri.

Madde	Madde güçlük indeksi (p_j)	Madde ayırt edicilik indeksi (r_{jx})
1	0,71	0,46
2	0,87	0,45
3	0,87	0,49
4	0,75	0,51
5	0,49	0,34
6	0,82	0,39
7	0,59	0,33
8	0,50	0,49
9	0,29	0,30
10	0,69	0,60
11	0,59	0,50
12	0,70	0,38
13	0,47	0,44
14	0,78	0,56
15	0,68	0,51
16	0,63	0,40
17	0,32	0,36
18	0,61	0,45
19	0,49	0,54
20	0,54	0,40

Çizelge 3.10 (devam). “Canlılar Dünyası Başarı Testi” madde istatistikleri.

Madde	Madde güçlük indeksi (p_i)	Madde ayırt edicilik indeksi (r_{jx})
21	0,50	0,50
22	0,58	0,48
23	0,48	0,46

Testin Kuder Richardson–20 (KR-20) güvenirlik katsayısı 0,82 olarak hesaplanmıştır. KR-20 testin iç tutarlılığı ve güvenirliği hakkında bilgi verirken bu değer 0,70 ve üzerinde bir değer almasının yeterli olduğu ifade edilmektedir (Büyüköztürk, 2007). Buna göre, pilot uygulamadan elde edilen 0,82 değeri, testin güvenilir bir veri toplama aracı olduğunu göstermektedir.

Test geliştirme sürecinde madde ve test istatistiklerinin yanı sıra maddelerin bilişsel alandaki öğrenme hedeflerine uygun ölçüm yapabilmelerinin de kontrol edilmiş olması önemlidir. Maddelerin ölçtükleri düzeyler Bloom taksonomisi ile kategorilendirilebilir. Bloom taksonomisi öğrencilerin bilişsel alandaki başarılarının ölçülmesinde kullanılan ve Bloom tarafından geliştirilmiş 6 temel basamaktan oluşan bir sınıflandırma yapma imkanı sunmaktadır (Tosun ve Taşkesenligil, 2011). “Canlılar Dünyası Başarı Testi”ne ilişkin her bir maddenin Bloom taksonomisine göre sınıflandırılması Çizelge 3.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” sorularının Bloom taksonomisine göre değerlendirilmesi.

Soru No	İlgili Hedef Davranış						Değerlendirme
		Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Sentez	
1	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskobik canlılar olarak sınıflandırılır.	X					
2	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskobik canlılar olarak sınıflandırılır.		X				
3	Mikroskop yardımı ile mikroskobik canlıların varlığını gözlemler.	X					
4	Mikroskop yardımı ile mikroskobik canlıların varlığını gözlemler.		X				

Çizelge 3.11 (devam). “Canlılar Dünyası Başarı Testi” sorularının Bloom taksonomisine göre değerlendirilmesi.

Soru No	İlgili Hedef Davranış	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Sentez	Değerlendirme
5	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve mantarlara örnekler verilir.				X		
6	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve şapkallı mantarlara örnekler verilir.		X				
7	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve mantarlara örnekler verilir.				X		
8	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve mantarlara örnekler verilir.		X				
9	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve mantarlara örnekler verilir.			X			
10	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve mantarlara örnekler verilir.	X					
11	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve mantarlara örnekler verilir.				X		
12	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve mantarlara örnekler verilir.	X					
13	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve mantarlara örnekler verilir.			X			
14	Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve mantarlara örnekler verilir.	X					
15	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.		X				
16	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.				X		
17	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.				X		
18	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.			X			

Çizelge 3.11 (devam). “Canlılar Dünyası Başarı Testi” sorularının Bloom taksonomisine göre değerlendirilmesi.

Soru No	İlgili Hedef Davranış	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Sentez	Değerlendirme
19	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.	X					
20	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.		X				
21	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.		X				
22	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.		X				
23	Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır.		X				

Çizelge 3.11’ deki değerlere göre, “Canlılar Dünyası Başarı Testi”nde 6 madde bilgi düzeyinde, 9 madde kavrama düzeyinde, 3 madde uygulama düzeyinde, 5 madde ise analiz düzeyinde yer alan davranışları ölçmeye yöneliktir.

3.5 Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında geliştirilen “Canlılar Dünyası Başarı Testi”ne ait madde ve test istatistikleri Itean programı ile analiz edilmiş, madde güçlüğü, madde ayırt ediciliği ve testin KR-20 güvenirlik katsayısı belirlenmiştir.

Test geliştirme sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulamaya geçilmeden “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test olarak, uygulamadan sonra son test olarak, 8 hafta sonra ise kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel çözümlmeleri ise, SPSS 22 paket programı ile analiz edilmiştir.

Analizler öncesinde verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi kullanılarak incelenmiştir. Örneklem sayısının her bir grup için 35’ten küçük olması durumunda Shapiro-Wilk normallik testleri kullanılmaktadır (Shapiro ve Wilk, 1965). Ön test, son test ve kalıcılık testi verilerine ilişkin normallik testi sonuçları her bir grubun her bir test için normal dağılım koşulunu karşıladığını göstermiştir ($p>0,05$).

Deney ve kontrol gruplarının ön test puan ortalamaları, son test puan ortalamaları ve kalıcılık testi puan ortalamaları arasındaki farkları araştırmak için ayrı ayrı bağımsız gruplarda t testi sonuçları analiz edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının farklı zamanlardaki ön test, son test ve kalıcılık testi puan ortalamaları arasındaki farkı araştırmak için ise ayrı ayrı tekrarlı ölçümlerde tek yönlü ANOVA sonuçları analiz edilmiştir. Testlerden elde edilen sonuçları yorumlamak için anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edilmiş ve anlamlı bir fark elde edilmesi durumunda farkın, yokluk hipotezinden sapma miktarının istatistiksel karşılığı olan etki büyüklüğünü (Cohen, 1992) belirleme işlemi de yapılmıştır.



4. BULGULAR

Fen bilimleri dersinde eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinlikler kullanmanın öğrenci başarısına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, 5 alt probleme ilişkin istatistiksel analiz yapılmış ve elde edilen bulgular bu başlık altında sunulmuştur.

4.1 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Alt Problem 1: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Yokluk hipotezi (H_0) : Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarına “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test olarak uygulanmıştır. Ön testten elde edilen verilere göre, deney ve kontrol gruplarına ait ön test puanlarının normal dağılım gösterdiği ($p>0,05$) Çizelge 4.1’de ifade edilmiştir.

Çizelge 4.1. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test sonuçlarına ilişkin normallik testi sonuçları.

	Gruplar	Shapiro-Wilk		
		İstatistik değeri	Serbestlik derecesi	p
Ön test toplam puan	Deney grubu	0,980	36	0,734
	Kontrol grubu	0,972	33	0,534

Çizelge 4.1’deki verilerden hareketle ön test verilerine ilişkin normallik koşulunu sağlayan deney ve kontrol gruplarının ön test puan ortalamaları arasındaki farkı araştırmak için bağımsız gruplarda t testi yapılmıştır. Yapılan testin sonuçları Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test puan ortalamaları arasındaki farka ilişkin bağımsız gruplarda t testi sonuçları.

	Ölçüm	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
Ön test	Deney grubu	36	9,89	3,46	67	0,125	0,901
	Kontrol grubu	33	9,79	3,22			

Çizelge 4.2’deki veriler incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin ön test puanlarının ortalaması ile ($\bar{X}=9,89$), kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları ortalaması ($\bar{X}=9,79$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p=0,901$, $p>0,05$) görülmüş ve bu alt probleme ilişkin sunulan yokluk hipotezinin doğruluğu kabul edilmiştir. Grupların ön test puanlarına ilişkin ortalamalar arasında anlamlı bir fark çıkmaması deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesinde ilgili konu içeriğine ilişkin olarak birbirine denk olduğunu göstermektedir.

4.2 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Alt Problem 2: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

H₀: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” son test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Uygulamaların gerçekleştirildiği 13 ders süresi sonunda deney ve kontrol gruplarına “Canlılar Dünyası Başarı Testi” son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre, deney ve kontrol gruplarına ait son test puanlarının normal dağılım gösterdiği ($p>0,05$) Çizelge 4.3’te ifade edilmiştir.

Çizelge 4.3. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” son test puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları.

	Gruplar	Shapiro-Wilk		p
		İstatistik değeri	Serbestlik derecesi	
Son test toplam puan	Deney grubu	0,953	36	0,274
	Kontrol grubu	0,950	33	0,132

Çizelge 4.3'teki verilerden hareketle son test verilerine ilişkin normallik koşulunu sağlayan deney ve kontrol gruplarının son test puan ortalamaları arasındaki farkı araştırmak için bağımsız gruplarda t testi yapılmıştır. Yapılan testin sonuçları Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” son test puan ortalamaları arasındaki farka ilişkin bağımsız gruplarda t testi sonuçları.

	Ölçüm	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
Son test	Deney grubu	36	15,89	4,41	67	2,017	0,048
	Kontrol grubu	33	13,79	4,21			

Çizelge 4.4'teki değerler yorumlandığında yokluk hipotezinin reddedildiği ($p < 0,05$) ve deney grubu öğrencilerinin son test puanları ortalaması ile ($\bar{X}=15,89$), kontrol grubu öğrencilerinin son test puanları ortalaması ($\bar{X}=13,79$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($t_{67}=2,017$, $p=0,048$). Farkın etki büyüklüğü *Cohen's d* formülü ile hesaplandığında 0,48 olarak belirlenmiştir. Bu değer, görülen farkın orta büyüklükte bir etkisinin olduğunu göstermektedir (Cohen, 1992). Bu sonuçlardan hareketle; çalışma süresince yapılan uygulamanın deney grubu öğrencileri lehine olduğu söylenebilir.

4.3 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kalıcılık Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Alt Problem 3: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

H₀: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

13 ders süresince uygulanan çalışmanın kalıcılığını incelemek için son test uygulamasının yapıldığı tarihten 8 hafta sonra, “Canlılar Dünyası Başarı Testi” kalıcılık testi olarak tekrar uygulanmıştır. Testin sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarına ait kalıcılık testi puanlarının normal dağılım gösterdiği ($p > 0,05$) Çizelge 4.5'te ifade edilmiştir.

Çizelge 4.5. “Canlılar Dünyası Başarı Testi” kalıcılık testi puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları.

	Gruplar	Shapiro-Wilk		
		İstatistik değeri	Serbestlik derecesi	p
Kalıcılık testi toplam puan	Deney grubu	0,951	36	0,110
	Kontrol grubu	0,978	33	0,722

Çizelge 4.5’teki verilerden hareketle kalıcılık testi verilerine ilişkin normallik koşulunu sağlayan deney ve kontrol gruplarının kalıcılık testi puan ortalamaları arasındaki farkı araştırmak için bağımsız gruplarda t testi yapılmıştır. Yapılan testin sonuçları Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” kalıcılık testi puan ortalamaları arasındaki farka ilişkin bağımsız gruplarda t testi sonuçları.

	Ölçüm	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
Kalıcılık testi	Deney grubu	36	17,06	3,54	67	3,020	0,004
	Kontrol grubu	33	14,12	4,50			

Çizelge 4.6’daki değerler yorumlandığında deney grubu öğrencilerinin kalıcılık test puanları ortalaması ile ($\bar{X}=17,06$), kontrol grubu öğrencilerinin kalıcılık test puanları ortalaması ($\bar{X}=14,12$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüş ($t_{67}=2,017$, $p=0,004$) ve yokluk hipotezi reddedilmiştir ($p<0,05$). Farkın etki büyüklüğü 0,83 olarak hesaplanmış ve geniş bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Cohen, 1992). Bu sonuçlara göre; çalışma süresince yapılan uygulamanın 8 hafta sonrasındaki kalıcılığı, deney grubu öğrencileri lehine gerçekleşmiştir.

4.4 Deney Grubu Öğrencilerinin Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Alt Problem 4: Deney grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

H₀: Deney grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Fen bilimleri dersi öğretiminde eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler kullanmanın akademik başarıya etkisini ve kalıcılığını belirlemek amaçlı “Canlılar Dünyası Başarı Testi” deney grubu öğrencilerine uygulama öncesinde ön test olarak, uygulama bitimde son test olarak, uygulamanın bitim tarihinden 8 hafta sonra ise kalıcılık testi olarak farklı zaman aralıklarında uygulanmıştır. Test sonuçlarından elde edilen puanlara ilişkin betimsel istatistik değerleri Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi sonuçlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

	Betimleyici İstatistik		
	$\bar{X}$	SS	N
Ön Test	9,89	3,46	36
Son Test	15,89	4,41	36
Kalıcılık Testi	17,06	3,54	36

Çizelge 4.7’deki verilere göre; deney grubu öğrencilerinin ön test puanları ortalaması 9,89 ($\bar{X}_{\text{öntest}}=9,89$), son test puanları ortalaması 15,89 ($\bar{X}_{\text{son test}}=15,89$), kalıcılık testi puanları ortalaması ise 17,06 ($\bar{X}_{\text{kalıcılık testi}}=17,06$) olarak hesaplanmıştır. Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları için normallik testi yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Deney grubu öğrencilerine uygulanan “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları.

	Shapiro-Wilk		
	İstatistik değeri	Serberstlik derecesi	p
Ön test	0,980	36	0,73
Son test	0,963	36	0,27
Kalıcılık testi	0,951	36	0,11

Çizelge 4.8’deki veriler incelendiğinde, test puanlarının normallik değerlerini ($p>0,05$) karşıladığı görülmüştür. Analiz öncesinde verilerin küresellik değerlerine ilişkin bilgiler Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Deney grubu öğrencilerine uygulanan “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin küresellik (sphericity) testi sonuçları.

Mauchly's Test of Sphericity							
Denekler içi etki	Mauchly's W	Approx Chi- Square	sd	P	Epsilon		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Lower- bound
Testler	,93	2,45	2	,29	,93	,98	,50

Çizelge 4.9'daki verilerden hareketle, deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları ortalamasının küresellik değerlerini karşıladığı ($p=0,29$) görülmüştür. Bu sonuçlardan hareketle test puanları arasında fark olup olmadığını belirlemek için tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi yapılarak denekler içi etki testleri sonuçları incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları.

Kaynak	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p
Ölçüm	1064,67	2	532,33	99,45	0,00
Hata	374,66	70	5,35		

Çizelge 4.10'deki veriler incelendiğinde öğrencilerin uygulama öncesinde, uygulama bitiminde ve uygulamadan 8 hafta sonrasında ölçülen başarı testleri ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($F=99,44$, $p=0,00$, $p<0,05$). Bu sonuçlardan hareketle elde edilen anlamlı farkın hangi testler lehine olduğunu belirlemek için ise çoklu karşılaştırma testi (Bonferroni) sonuçları incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları ortalamasının çoklu karşılaştırılmasına ilişkin Bonferroni testi sonuçları.

Testler	Testler	Ortalamalar farkı	Standart Hata	p
Ön test	Son test	-6,00	,60	,00
	Kalıcılık testi	-7,16	,54	,00
Son test	Ön test	6,00	,60	,00
	Kalıcılık testi	-1,16	,48	,06
Kalıcılık testi	Ön test	7,16	,54	,00
	Son test	1,16	,48	,06

Test puanlarının ortalamasına ilişkin yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına ilişkin Çizelge 4.11'deki veriler incelendiğinde, ön test puanları ortalaması ile son test puanları ortalaması arasında anlamlı bir fark olduğu ($p<0,05$) ve farkın son test puanları lehine olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre, deney grubuna yönelik yapılan uygulamanın etkili sonuçlar verdiği ve fen bilimleri dersi öğretiminde eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler kullanmanın akademik başarıyı arttırdığı ifade edilebilir. Çizelge 4.11'deki ön test puanları ortalaması ile kalıcılık testi puanları ortalaması arasındaki fark incelendiğinde ise, ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ve farkın kalıcılık testi lehine olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Sonuçlar yorumlandığında, deney grubuna yönelik yapılan uygulamanın bilgilerin kalıcılığına olumlu katkı sağladığı ifade edilebilir. Son olarak Çizelge 4.11'deki verilere göre, son test puanları ortalaması ve kalıcılık testi puanları ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmediği ($p>0,05$) bununla beraber kalıcılık testi puanları ortalamasının son test puanları ortalamasından yüksek olduğu analiz sonuçlarında görülmüştür. Bu sonuçlar, deney grubuna yönelik yapılan uygulamanın bilgilerin kalıcılığını desteklediği şeklinde ifade edilebilir.

4.5 Kontrol Grubu Öğrencilerinin Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Bulgular

Alt Problem 5: Kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

H₀: Kontrol grubu öğrencilerinin “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Kontrol grubu öğrencilerine yönelik geleneksel öğretim yöntemleri ile işlenen fen bilimleri dersi öğretiminin akademik başarıya etkisini ve kalıcılığını belirlemek amaçlı “Canlılar Dünyası Başarı Testi” kontrol grubu öğrencilerine uygulama öncesinde ön test olarak, uygulama bitimde son test olarak, uygulamanın bitim tarihinden 8 hafta sonra ise kalıcılık testi olarak farklı zaman aralıklarında uygulanmıştır. Test sonuçlarından elde edilen puanlara ilişkin betimsel istatistik değerleri Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi sonuçlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

	Betimleyici İstatistik		
	$\bar{X}$	SS	N
Ön Test	9,79	3,22	33
Son Test	13,79	4,21	33
Kalıcılık Testi	14,12	4,50	33

Çizelge 4.12’deki veriler incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları ortalaması 9,79 ($\bar{X}_{\text{öntest}}=9,79$), son test puanları ortalaması 13,79 ($\bar{X}_{\text{son test}}=13,79$), kalıcılık testi puanları ortalaması ise 14,12 ($\bar{X}_{\text{kalıcılık testi}}=14,12$) olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları için normallik testi yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 4.13’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Kontrol grubu öğrencilerine uygulanan “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin normallik testi sonuçları.

	Shapiro-Wilk		
	İstatistik değeri	Serbestlik derecesi	p
Ön test	0,972	36	0,53
Son test	0,950	36	0,13
Kalıcılık testi	0,978	36	0,72

Çizelge 4.13’teki veriler incelendiğinde, test puanlarının normallik değerlerini karşıladığı ($p>0,05$) görülmüştür. Bu sonuçlar ile kontrol grubu öğrencilerinin test puanları ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için sonuçlar, tekrarlı ölçümlerde tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. Analiz öncesinde verilerin küresellik değerlerine ilişkin bilgiler Çizelge 4.14’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Kontrol grubu öğrencilerine uygulanan “Canlılar Dünyası Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin küresellik (sphericity) testi sonuçları.

Mauchly's Test of Sphericity							
Denekler içi etki	Mauchly's W	Approx Chi- Square	sd	P	Epsilon		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Lower- bound
Testler	,97	,91	2	,63	,97	1,00	,50

Çizelge 4.14'teki verilerden hareketle, kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının küresellik değerlerini karşıladığı ($p=0,97$) görülmüştür. Bu sonuçlardan hareketle test puanları arasında fark olup olmadığını belirlemek için tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi yapılarak denekler içi etki testleri sonuçları incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları.

Kaynak	Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	p
Ölçüm	383,77	2	191,88	25,57	0,00
Hata	480,22	64	7,50		

Çizelge 4.15'teki veriler incelendiğinde öğrencilerin uygulama öncesinde, uygulama bitiminde ve uygulamadan 8 hafta sonrasında ölçülen başarı testleri ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($F=22,57$, $p=0,00$, $p<0,05$). Bu sonuçlardan hareketle elde edilen anlamlı farkın hangi testler lehine olduğunu belirlemek için ise çoklu karşılaştırma testi (Bonferroni) sonuçları incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları ortalamasının çoklu karşılaştırılmasına ilişkin Bonferroni testi sonuçları.

Testler	Testler	Ortalamalar farkı	Standart Hata	p
Ön test	Son test	-4,00	,66	,00
	Kalıcılık testi	-4,33	,72	,00
Son test	Ön test	4,00	,66	,00
	Kalıcılık testi	-0,33	,62	1,00
Kalıcılık testi	Ön test	4,33	,72	,00
	Son test	0,33	,62	1,00

Test puanlarının ortalamasına ilişkin yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına ilişkin Çizelge 4.16'daki veriler incelendiğinde, ön test puanları ortalaması ile son test puanları ortalaması arasında anlamlı bir fark olduğu ($p<0,05$) ve farkın son test puanları lehine olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre, kontrol grubuna yönelik yapılan uygulamanın etkili sonuçlar verdiği ve fen bilimleri dersi öğretiminde geleneksel öğretim yöntemleri kullanmanın akademik başarıyı arttırdığı ifade edilebilir. Çizelge 4.16'daki ön test puanları ortalaması ile kalıcılık testi puanları ortalaması arasındaki fark incelendiğinde ise, ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ve farkın kalıcılık testi lehine olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Sonuçlar yorumlandığında, kontrol grubuna yönelik yapılan uygulamanın bilgilerin kalıcılığına olumlu katkı sağladığı ifade edilebilir. Son olarak Çizelge 4.16'daki verilere göre, son test puanları ortalaması ve kalıcılık testi puanları ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) analiz sonuçlarında görülmüştür.

5. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu başlık altında çalışmada ulaşılan sonuçlar ayrıntılı olarak değerlendirilerek tartışılacak ve gelecekte yapılması muhtemel araştırmalara, sınıf ortamında eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinlik uygulamayı planlayan öğretmenlere ve öğretim programını geliştirmeyi hedefleyecek eğitimcilere dair farklı öneriler sunulacaktır.

5.1 Sonuç ve Tartışma

Fen bilimleri dersi öğretiminde eğitsel nörobilim verileri dikkate alınarak hazırlanmış etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, deney ve kontrol grubu öğrencilerine yönelik 13 ders saati süresince farklı uygulamalar yapılmış ve uygulamaların etkisi ön test, son test ve kalıcılık testi ile ayrı ayrı ölçülmüştür. Uygulanan bu testlerden elde edilen veriler, araştırmanın alt problemlerinin çözümlenmesine yönelik olarak analiz edilmiştir. Her bir alt probleme ilişkin sonuçlar ve değerlendirmeler bu başlık altında aktarılacaktır.

5.1.1 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanlarına ilişkin sonuçlar

“Canlılar Dünyası” ünitesinin öğretimini esas alan uygulamada, eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerle öğretim planlaması yapılan deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim yöntemleri esas alınarak öğretim planlaması yapılan kontrol grubu öğrencilerinin uygulamalar öncesinde konu içeriğine ilişkin ön bilgileri, ön test ile ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarından elde edilen test puanlarının ortalamaları arasındaki farkın analizi sonuçlarına göre, grupların konu içeriğine ilişkin uygulama öncesinde birbirine denk olduğu belirlenmiştir. Deneysel bir çalışmada grupların uygulama öncesinde birbirlerine denk olması deneysel çalışma sonuçlarının etkisini belirlemede önemli bir parametre olarak görülmektedir (Büyüköztürk vd., 2009). Bu nedenle, araştırmanın uygulama basamağından önce grupların ilgili konuda birbirine denk olması istenen bir durum olarak karşımıza çıkmıştır.

5.1.2 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test puanlarına ilişkin sonuçlar

13 ders saati süresince deney ve kontrol gruplarına yapılan farklı uygulamalar sonucunda uygulamaların öğrencilerin akademik başarıları arasında fark oluşturup oluşturmadığını belirlemek için gruplara uygulama bitiminde son test yapılarak test

puanları arasındaki fark analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, deney grubu öğrencilerinin son test puanları ortalaması ile kontrol grubu öğrencilerinin son test puanları ortalaması arasında orta düzeyde etki büyüklüğüne sahip istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ve farkın deney grubu lehine olduğu sonuçları elde edilmiştir. Daha açık bir ifadeyle, eğitsel nörobilim verilerine dayalı oluşturulmuş etkinlikler, öğrencilerin akademik başarılarına geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla daha fazla katkı sağlamıştır. Bu sonuçlar araştırmaya konu olan eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinliklerin akademik başarıya olumlu yönde etki ettiği sonuçlarını desteklemektedir.

Uygulamanın son testinden elde edilen sonuçlara paralel olarak farklı araştırmalarda da benzer sonuçlarla karşılaşıldığı görülmektedir. 2012 yılında Baumwoll tarafından yapılan bir araştırmada fen eğitiminde “Hücre Bölünmesi” konusu eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinlikler ile öğrencilere aktarılmıştır. Uygulama bitiminde eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinlikler ile uygulama yapılan grubun akademik başarısında kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde fark olduğu sonuçları rapor edilmiş ve eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği sonuçları paylaşılmıştır. Matematik eğitiminde eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini inceleyen Srikoon (2021), uygulama öncesinde birbirine denk olan grupları incelemiştir. Srikoon uygulama bitiminde analiz ettiği son test sonuçlarında deney grubu lehine anlamlı bir fark elde etmiş ve eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına katkıda bulunduğunu rapor etmiştir. İlkokul düzeyinde temel matematik kavramlarının öğretiminde eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinliklerin akademik başarıya etkisini araştıran farklı bir araştırmada ise (Amiripour ve Khodabandelou, 2019), yine deney grubu lehine anlamlı bir fark elde edilmiş ve eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Eğitsel nörobilime dayalı etkinlikleri konu alan farklı çalışmalardan elde edilen son test verilerinin deney grubu lehine olması, eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına olumlu katkılar sağladığı sonuçlarını önemli ölçüde desteklemektedir. Bu çalışma süresince;

- öğrencilerin dikkatlerini çekmeyi ve sürdürmeyi hedefleyen etkinliklerin (aktif katılım, yaparak yaşayarak öğrenme, beyin fırtınası, eğitsel oyunlar, sınıf dışı öğrenme ortamları, video izleme...) seçilmiş olması,
- meditasyon ve nefes egzersizleri ile öğrencilerin dikkat sürelerinin arttırılmasının (Cahn ve Polich, 2006; Kasala vd., 2014) hedeflenmesi,
- yaparak ve yaşayarak öğrenme stratejileri ile öğrencilerin bireysel ve benzersiz deneyimler yaşamalarına olanak sağlanması ve beraberinde beyinde önemli aktivasyonlar oluşmasının (Olsson vd., 2008) desteklenmesi,
- farklı duyu organlarının uyarılmasının sağlanmasıyla beynin farklı bölgelerinde aktivasyon oluşturulmasının (Kempermann, 2002; Nilsson vd., 1999) hedeflenmesi,
- rutin dışına çıkarak (sınıf dışı öğrenme ortamları, eğitsel oyunlar, yaparak ve yaşayarak öğrenme ortamları) öğrencilerin dikkat sürelerinin arttırılması ve güdülenmelerinin desteklenmesi ile nöroplastisiteye olumlu etki yapılmasının (Stiles ve Jernigan, 2010) hedeflenmesi,
- öğretmen ve öğrenci arasındaki etkileşim ile öğrencinin öğretim sürecine aktif katılımının ön plana alınması ve beyinde uyarılmanın arttırılmasının (Nguyen, 2022) hedeflenmesi,
- beyinde önemli aktivasyonlar oluşturduğu kanıtlanmış işbirlikli öğrenme ile (Decety vd., 2004) öğrenci-öğrenci arasındaki etkileşime olanak sağlanması,
- tekrar stratejileri ile öğrenmenin kalıcılığının (Moritz-Gasser ve Duffau, 2013) desteklenmesi,
- çevrim içi öğrenme ile öğrencilerin tekrar süreçlerinin (McGuckin ve Ladhani, 2010) desteklenmesi,
- çevrim içi öğrenme süreçleri ile öğrencinin öğrenmeye istekli olduğu zamanda öğrenme materyaline ulaşması hedeflenerek öğrenmede yüksek düzeyde güdülenmenin hedeflenmesi (McGuckin ve Ladhani, 2010) ve stres-kaygı faktörlerinin öğrenmeyi olumsuz etkilemesinin önüne geçilmesi,
- farklı bilişsel etkinlikler (beyin fırtınası, hikaye yazma, çalışma belleğine yönelik egzersizler) ile beynin farklı bölgelerinde önemli aktivasyonların oluşturulmasının (Howard-Jones vd., 2005; Shah vd., 2013; Yaple ve Arsalidou, 2018) hedeflenmesi,

- beyinde önemli aktivasyonlar oluşturarak öğrenmeyi desteklediği farklı araştırmalarla kanıtlanmış müzikal uyaranların (Koelsch vd., 2006) öğrenme sürecine dahil edilmesi,
- üç boyutlu uyaranlarla beyinde farklı aktivasyonlar oluşturarak dikkat ve güdülenmenin artırılması (Amin vd., 2021) ve öğrenmenin desteklenmesi,
- günlük yaşam problemlerini öğrenme süreciyle birleştirerek beyinde kavramsal değişimi destekleyecek (Allaire-Duquette vd., 2021) öğrenme süreçlerinin hedeflenmesi,
- beyinde önemli aktivasyonlar oluşturduğu ve öğrenmeyi desteklediği kanıtlanmış video izleme süreçlerinin (Grammer vd., 2021; Poulsen vd., 2017) öğrenme sürecine dahil edilmiş olması,

amaçları ile planlanmış olan etkinlikler, öğrenmeyi önemli ölçüde desteklemiş ve kontrol grubuna uygulanan geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla öğrenmeyi istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemiştir. Özetle; duyular, bilişsel beceriler ve olumlu duyguların etkileşimini dikkate alan eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrenmeye anlamlı düzeyde katkı sağladığı (Srikoon, 2021), öğrencilerin zihinlerinde önemli aktivasyonlar sağlayarak öğrenmeyi olumlu ölçüde desteklediği (Amiripour ve Khodabandelou, 2019), sınıf ortamındaki etkileşimin öğrenen bireyi güdülediği ve öğrenme sürecine odaklanmasını teşvik ettiği (Srikoon, 2021) sonuçları farklı araştırmacılar, eğitimciler ve öğretim programını geliştirmeyi hedefleyenler için önemli bulgulardır.

5.1.3 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar

Eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrenmenin kalıcılığına olan etkisinin de incelendiği bu araştırmada, 13 derslik uygulama sonrasında edinilen bilgilerin kalıcılığını belirlemek için uygulamanın bitim tarihinden 8 hafta sonra gruplara kalıcılık testi uygulanmıştır. Grupların kalıcılık test puanları ortalamaları arasındaki farkın analizi sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarının kalıcılık test puanları ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunan farkın deney grubu öğrencileri lehine olduğu ve bu farkın geniş düzeyde bir etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrenilen

bilgilerin kalıcılığına önemli ölçüde etki ettiğini göstermektedir. Daha açık bir ifadeyle, çalışmada ulaşılan sonuçlara göre eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler bilgilerin uzun süreli bellekte tutulma süresini anlamlı derecede etkilemekte ve akademik başarıyı arttırmaktadır.

Elde edilen sonuçlara paralel olarak, müzikal etkinliklerin beyinde oluşturduğu nörofizyolojik etkileri temel alarak bu tür etkinliklerin öğrenme performansına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisini araştıran bir çalışmada (Thaut vd., 2005), müzikal etkinliklerle eğitim yapılan deney grubu öğrencilerinin, akademik başarılarında kontrol grubu öğrencilerine kıyasla daha büyük başarılar elde edilmiş ve eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinliklerle öğretimi yapılan deney grubu öğrencileri lehine öğrenilen bilgilerin kalıcılığında olumlu sonuçlar raporlanmıştır. Butavand ve arkadaşları tarafından (2020) yapılan farklı bir araştırmada ise, eğitsel nörobilimden elde edilen verilerden hareketle, nöroplastisite üzerinde olumlu etkileri olan “yeniliğin” (rutin dışına çıkmak), akademik performansa ve kalıcılığa etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre nöroplastisiteyi tetikleme olasılığı yüksek olan “rutin dışına çıkmak” üzerine kurulu etkinlikler, öğrencilerin akademik performansına olumlu katkılar sağlamanın yanı sıra bilgilerin uzun süreli bellekte tutulma performansını da önemli derecede arttırmıştır.

Ayrıca eğitsel nörobilime dayandırılmasa dahi, beyinde önemli aktivasyonlar oluşturduğu farklı araştırmalarla kanıtlanmış etkinliklerin (Birbaumer vd., 1996; Boso vd., 2006; Koelsch vd., 2006; Moritz-Gasser ve Duffau, 2013) akademik başarıya ve kalıcılığa etkisini araştıran farklı araştırmalar, bu tür etkinliklerin kullanılmasının öğrenmenin kalıcılığında anlamlı sonuçlar oluşturduğunu rapor etmiştir. Örneğin fen eğitiminde astronomi ve ekoloji konularını sanatsal etkinlikler ile (müzik, görsel sanatlar ve performans sanatları) öğretmeyi esas alan bir çalışmada (Hardiman vd., 2014), son test sonuçlarında anlamlı farklar elde edilmezken kalıcılık testi sonucunda sanatsal etkinliklerle öğretim planlaması lehine anlamlı farklı elde edilmiş ve sanatsal etkinliklerin bilgilerin uzun süreli bellekte tutulma kapasitesine olumlu etki yaptığı sonuçları paylaşılmıştır. Altalhab’ın (2018), kelime öğretiminde tekrarlama stratejilerini kullanarak bilgilerin uzun süreli bellekte tutulma sürelerini araştırdığı bir çalışmada ise, kalıcılık testi sonuçlarından elde edilen bulgulara göre,

tekrar yapmak bilgilerin uzun süreli bellekte kalıcılığına anlamlı düzeyde etki etmektedir, sonuçları rapor edilmiştir.

Öğrenilen bilgilerin kalıcılığına yönelik araştırma yapan farklı çalışmalar, bilgilerin uzun süreli bellekte tutulmasını hedefleyecek etkinliklerin öğretim sürecine dahil edilmesinin önemli sonuçlarını paylaşmaktadır. Bu çalışma süresince;

- her ders bir önceki konunun tekrar edilmesi ile nöroplastisitenin tetiklenmesi (Moritz-Gasser ve Duffau, 2013) ve bilgilerin kalıcılığının desteklenmesi,
- çevrim içi öğrenme ile öğrencinin kendi için en uygun olduğu zaman aralığında öğrenme materyaline ulaşmasının hedeflenmesi ve sınırsız tekrar etme olanağının sağlanması ve uzun süreli güçlendirmenin (McGuckin ve Ladhani, 2010) hedeflenmesi,
- rutin dışına çıkmayı hedefleyen öğrenme süreçleri ile nöroplastisitenin (Stiles ve Jernigan, 2010) desteklenmesi,
- müzikal etkinlikler ile öğrenilen bilgilerin farklı beyin bölgelerini uyarmasının hedeflenmesi (Koelsch vd., 2006; Thaut vd., 2005) ve konu içeriğinden oluşan müzik sözlerinin öğrencilerin tekrar süreçlerini desteklemesi,
- zenginleştirilmiş öğrenme materyalleri ile nöroenez ve beraberinde nöroplastisitenin tetiklenmesinin (Anderson, 2011; Hirsch vd., 2016; Kozorovitskiy vd., 2005) hedeflenmesi,
- fiziksel deneyime uygun öğrenme süreçleri tasarlanarak uzun süreli güçlendirmenin (Butz vd., 2009; Galvan, 2010; Holtmaat ve Svoboda, 2009) hedeflenmesi,
- yaparak ve yaşayarak öğrenme ile öğrenilen bilgilerin beyinde benzersiz sinaptik etkileşimler oluşturmalarının (Olsson vd., 2008) ve uzun süreli güçlendirmenin hedeflenmesi,

amaçlarını hedefleyen öğretim etkinlikleri seçilmiştir. Bu öğretim etkinlikleri ile bilgilerin uzun süreli bellekte kalıcılığı hedeflenmiş ve elde edilen verilere göre, kalıcılık testi lehine anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Ulaşılan sonuçlar eğitsel nörobilim verilerine dayandırılmış etkinliklerin bilgilerin kalıcılığında olumlu etkiler oluşturduğunu desteklemektedir.

5.1.4 Deney grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar

Deney grubu öğrencilerine yönelik 13 ders saati süresince eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler ile gerçekleştirilen öğretimin, akademik başarıya ve kalıcılığa etkisini belirlemek için deney grubu öğrencilerine uygulama öncesinde yapılan ön test puanları ortalaması ile uygulama sonrasında yapılan son test puanları ortalaması ve uygulamanın bitim tarihinden 8 hafta sonra yapılan kalıcılık test puanları ortalaması arasındaki fark analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; ön test ve son test puanları ortalaması arasında son test puanları lehine, ön test ve kalıcılık testi puanları ortalaması arasında kalıcılık testi puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Ayrıca son test puanları ortalaması ve kalıcılık testi puanları ortalaması arasında da anlamlı bir fark elde edilmediği analiz sonuçlarında görülmüştür. Bu analiz sonuçlarından hareketle, deney grubu öğrencilerine yönelik eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinlikler kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarına olumlu katkı sağladığı ve bilgilerin kalıcılığını desteklediği ifade edilebilir. Daha açık bir ifadeyle, eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler akademik başarıyı olumlu ölçüde desteklemenin yanında bilgilerin uzun süreli belleğe aktarılmasına katkı sağlayarak kalıcılığı desteklemiştir, denilebilir.

Eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinlikler kullanmanın akademik başarıya olumlu katkı sağladığını ifade eden bu sonuca benzer olarak, Sadeghi ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan bir çalışmanın sonuçları örnek gösterilebilir. Sadeghi ve arkadaşları, üniversitede lisans eğitimine devam eden öğrencilere yönelik, eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinliklerle bir öğretim planlaması yapmış ve deney grubu öğrencilerine yönelik yapılan uygulama sonucunda eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrencilerin son test puanları lehine anlamlı bir artış sağladığı ve akademik başarılarını arttırdığı sonuçlarına ulaşmıştır. Fathiazar ve ekibi (2020) ise, ilkokul öğrencilerine yönelik yapılan bir uygulamada, matematik eğitiminde eğitsel nörobilim verilerine dayalı etkinliklerle planlanmış bir öğretim sonucunda deney grubu lehine anlamlı sonuçlar elde etmiş ve deney grubu öğrencilerinin son test puanlarında anlamlı bir artış gözlemlemiştir. Çalışma sonucunda, eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin akademik başarıyı arttırdığı sonuçları rapor edilmiştir.

Fen bilimleri dersi öğretiminde eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler kullanmanın kalıcılığa olumlu etki sağladığı yönünde elde ettiğimiz sonuçlara paralel olarak, uzun süreli güçlendirmeyi (LTP) hedefleyerek bilgilerin uzun süreli bellekte kalıcılığını arttırmayı amaçlayan ve aralıklı öğrenme stratejilerini temel alan bir çalışmada da (Kelley ve Watson, 2013) benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bu çalışmaya göre, uzun süreli güçlendirmeyi tetikleme amacı güderek eğitsel nörobilim verilerine dayandırılan bir öğretim etkinliği sonucunda öğrenme performansının arttığı ve bilgilerin uzun süreli bellekte tutulma kapasitesinin olumlu yönde etkilendiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Ortaokul öğrencilerine İngilizce kelime öğretiminde kalıcılığı test etmek için aralıklı öğrenme stratejilerini kullanan bir araştırmada ise (Sobel vd., 2011), eğitsel nörobilim verilerine dayandırılmış etkinliklerin etkisi incelenmiştir. Uygulama sonucunda bir haftalık aralıklar ile öğrenme, toplu öğrenmeye kıyasla kalıcılığa anlamlı düzeyde etki etmiştir. Çalışma sonucunda eğitsel nörobilim verilerine dayandırılmış aralıklı öğrenme stratejilerinin kalıcılığa olumlu etki yaptığı sonuçları paylaşılmıştır. Fen öğretiminde 8. sınıf öğrencilerine eğitsel nörobilim verilerine dayandırılmış etkinliklerden olan aralıklı öğrenme stratejilerini uygulayan farklı bir çalışmada (Piche, 2021) ise, eğitsel nörobilim verilerine dayandırılmış etkinliklerin öğrenilen bilgilerin kalıcılığa olumlu katkı sağladığı sonuçları raporlanmıştır.

Mevcut çalışmalar, eğitsel nörobilim verilerini temele alan etkinliklerin akademik başarıya ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına anlamlı düzeyde etki ettiğini gösterirken bu çalışma süresince uygulanan etkinliklerin de (rutin dışına çıkmak, müzikal uyarılar, tekrar stratejileri, yaparak ve yaşayarak öğrenme, çevrim içi öğrenme, sınıf dışı öğrenme ortamları, çalışma belleğine yönelik egzersizler...) akademik başarıyı olumlu etkilediği ve uzun süreli bellek oluşumuna katkı sağladığı farklı çalışma sonuçları ile benzer bulgular olarak karşımıza çıkmıştır.

5.1.5 Kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar

Kontrol grubu öğrencilerine yönelik geleneksel öğretim yöntemleri ile öğretim yapılan uygulamanın etkisini belirlemek için uygulama öncesinde kontrol grubu öğrencilerine ön test yapılmış, uygulama sonrasında aynı test son test olarak, uygulama bitiminden 8 hafta sonrasında ise kalıcılık testi olarak uygulanmıştır.

Yapılan uygulamanın akademik başarıya ve kalıcılığa etkisini belirlemek için test puanları ortalamaları arasındaki fark ayrı ayrı analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları ortalaması ile son test puanları ortalaması arasında son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunurken, ön test puanları ortalaması ile kalıcılık testi puanları ortalaması arasında kalıcılık testi puanları lehine anlamlı bir farka ulaşılmıştır. Son test puanları ortalaması ile kalıcılık testi puanları ortalaması arasında anlamlı bir fark olmadığı analiz sonuçlarında görülmüştür. Bu analiz sonuçlarından hareketle kontrol grubuna yönelik geleneksel öğretim yöntemlerine dayalı öğretim planlamasının öğrencilerin akademik başarılarına olumlu yönde katkı sağladığı ifade edilebilir. Bu sonuç, 13 ders saati süresince öğretim yapılan bir uygulamanın beklenen bir sonucu olarak karşımıza çıkmıştır. Bu sonuçların desteklenmesi için daha uzun vadeli aralıklarla test edilmiş uygulamalara gereksinim vardır.

5.2 Öneriler

Araştırmada ulaşılan sonuçlar göstermektedir ki, eğitsel nörobilime dayalı etkinlikler öğrencilerin akademik başarılarında olumlu etkiler oluşturmakta ve öğrenilen bilgilerin uzun süreli bellekte tutulma süresine (kalıcılığına) olumlu katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, bu başlık altında sunulan öneriler, başta fen bilimleri alanındaki eğitimciler olmak üzere, eğitim alanında çalışan farklı disiplinlerdeki eğitimcilerin de öğretim planlaması yaparken dikkate alması gereken hususlardır.

Eğitsel nörobilimin ülkemizdeki gelişimini destekleyebilecek öncü çalışmaların sayısının artırılması için genel öneriler:

1. Araştırma sırasında eğitsel nörobilimi konu alan ulusal araştırmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu (Taşkın Şereflioğlu ve Kılıç Mocan, 2021) görülmüştür. Bu konudaki kuramsal ve ampirik araştırmaların sayısının artırılması eğitsel nörobilimin ülkemizdeki gelişimine önemli katkılar sağlayacaktır.
2. Araştırma sonuçlarından elde edilen bulgular, eğitsel nörobilime dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarında olumlu etkiler sağladığı ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına olumlu etki yaptığı yönündedir. Bu verilerin desteklenmesi için eğitsel nörobilimi konu alan ampirik araştırmalar sayıca

arttırılmalı ve farklı disiplinlerde de uygulanabilecek araştırma örnekleri planlanmalıdır.

3. Araştırmanın uygulama basamağı planlanırken ulusal düzeyde yapılan çalışmalarda eğitsel nörobilim verilerinden dayanak alarak geliştirilmiş etkinlik örneklerine neredeyse hiç rastlanmamıştır. Araştırma sonuçları bu tür etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına ve bilgilerin kalıcılığına anlamlı etkiler oluşturduğu yönündedir. Bu nedenle, öğretmenlerin ders esnasında kullanabilecekleri etkinliklere yönelik eğitsel nörobilim verilerini konu alan ve etkinlik örnekleri sunan kaynakların sayısı arttırılmalıdır.

Eğitsel nörobilim verilerini sınıf ortamında kullanmayı hedefleyen öğretmenlere yönelik öneriler:

1. Fonksiyonel değişimle sonuçlanan plastisite tekrar gerektirir ve tekrar yapmak uzun süreli güçlendirmeyi tetikleyerek bilgilerin uzun süreli bellekte tutulma performansını olumlu yönde etkiler (Moritz-Gasser ve Duffau, 2013). Çalışma süresince her ders başında önceki derslerde öğrenilen bilgiler tekrar edilerek bilgilerin kalıcılığının desteklenmesi amaçlanmıştır. Öğretmenlerin yapacakları eğitim planlamasında bunu dikkate almaları önerilir.
2. Öğrenci-öğrenci ya da öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşim ve sosyal ilişkiler beyinde önemli nörofizyolojik etkiler oluşturarak olumlu öğrenme çıktıları oluşturmaktadır (Nguyen vd., 2022). Bu çalışma kapsamında da öğrencilerin etkileşime açık ve ders esnasında aktif olmalarına yönelik ortamlar oluşturulmuştur. Ders esnasında bu verilerin dikkate alınmasının akademik performansı ve derse olan ilgiyi önemli ölçüde etkilemesi beklenmektedir.
3. Rutin dışına çıkmak nöroplastisiteyi önemli ölçüde desteklemektedir (Stiles ve Jernigan, 2010). Çalışma kapsamında, meditasyon ve nefes egzersizleri, sınıf dışı öğrenme ortamları, eğitsel oyunlar, müzikal uyaranlar, görsel materyaller, farklı duyu organlarını uyarmayı hedefleyen etkinlikler, yaparak ve yaşayarak öğrenme olanağı sunan aktiviteler uygulanarak öğrencilerin geleneksel öğretim yönteminden uzaklaşması sağlanmıştır. Bu nedenle, ders esnasında öğrencileri yeniliklerle buluşturmak ve şaşırtmak olumlu öğrenme çıktıları oluşumunu destekleyecektir.

4. Yapararak ve yaşayarak öğrenme beyin gelişiminde önemli nörofizyolojik etkiler oluşturarak bilgilerin kalıcılığına olumlu düzeyde etki etmektedir (Olsson vd., 2008). Çalışma kapsamında öğrencilerin farklı etkinliklerle ders süresince aktif olmaları sağlanmış ve bilginin beyinde yapılandırılması desteklenmiştir. Bu nörofizyolojik etkileri oluşturmak için eğitim planlamasında öğrencilerin birebir etkileşime girebileceği ve uygulama yapabileceği ortamlar ya da süreçlerin tasarlanması önerilebilir.
5. 3 boyutlu uyaranlar 2 boyutlu uyaranlara göre daha fazla nörofizyolojik etkiler oluşturmakta ve öğrenme performansını arttırmaktadır (Amin vd., 2021). Çalışma kapsamında mikroskobun görseli yerine kendisi sınıfa getirilmiş ve görseli sunulan canlıların mikroskop ile gözlemlenmesi sağlanmıştır. Eğitim planlaması yapılırken ve öğrenme ortamları düzenlenirken konu özelinde uygun 3 boyutlu uyaranların kullanılması önerilir.
6. Çevrim içi öğrenme, zaman ve mekan ayrımı yapmadan öğrencilerin kendileri için uygun zaman aralıklarında öğrenme ögesine ulaşmalarını sağlar ve tekrar izlenme ya da uygulama şansı içerdiğinden nöroplastisiteyi olumlu ölçüde destekler (McGuckin ve Ladhani, 2010). Bu çalışma kapsamında da öğrencilerin çevrim içi sanal sınıf ortamına gönderilen etkinliklerle tekrar yapmalarına olanak sağlanmıştır. Öğretmenlerin bu verileri dikkate alarak derslerinde uygun çevrim içi eğitim platformlarını kullanmaları önerilir.
7. Video izlemek, önemli nörofizyolojik etkiler oluşturarak (Poulsen vd., 2017) özellikle fen derslerinde akılda somutlaştırılamayan ve görselle desteklenemeyen öğrenme materyallerinin ya da konularının öğrenimini destekler (Morgil vd., 2004). Bu çalışma kapsamında farklı derslerde videolar izletilmiş ve videolar öğrencilerin tekrar izleyebilmeleri için çevrim içi sanal sınıfa yüklenmiştir. Akademik başarıya olumlu katkıları olan video izleme süreçlerinin özellikle fen derslerinde olmak üzere farklı disiplinlerde de kullanılması önerilir.
8. Fiziksel deneyim nöroplastisiteyi tetikleyerek öğrenme performansını olumlu ölçüde etkilemektedir (Kontra vd., 2015). Bu çalışmada, öğrencilerin eğitsel oyunlarla ve sınıf dışı öğrenme ortamlarıyla fiziksel olarak aktif olmalarına olanak sağlanmış ve duyu-motor etkileşimlerinin artması hedeflenmiştir. Öğrenmenin desteklenmesi için öğretim planlaması yapılırken fiziksel

egzersizi ve fiziksel deneyimi ön plana alan uygulamalara yer verilmesi önerilir.

9. Öğrenme sürecinde birden fazla duyu organına hitap edecek bir eğitim planlaması yapmak, beyinde önemli nörofizyolojik etkiler oluşturarak öğrenmeyi desteklemektedir (Tobyne, 2019). Uygulama aşamasında öğrencilerin görsel, işitsel ya da koku duyusunu uyaracak farklı öğrenme materyalleri kullanılmış ve bu materyallerin kullanılmasının akademik başarıyı destekleyebileceği yönünde sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu verilerden hareketle, öğretmenlerin konu özelinde uygun duyuşal materyalleri kullanmasının dikkat ve güdülenme süreçlerini olumlu düzeyde etkileyeceği düşünülmektedir.
10. Öğrenme ortamlarının düzenlenmesinde nörojenezi ve nöroplastisiteyi tetikleyecek çeşitlendirilmiş çevresel uyaranlar öğrenme performansını önemli ölçüde desteklemektedir (Kempermann, 2002; Nilsson vd., 1999). Çalışma kapsamında; konunun görsel materyallerle desteklenmesi, mikroskop, büyüteç, deney malzemeleri ve eğitsel oyun kartları gibi farklı uyaranların sınıf ortamında bulundurulması ile çevresel uyaranların zenginleştirilmesi amaçlanmış ve uzun süreli güçlendirmeyi tetikleyerek nörojenez ve nöroplastisiteye olumlu katkı sağlaması hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda, bu tür zenginleştirilmiş uyaranların öğrenme performansına olumlu etkiler yapabileceği görülmüştür. Bu nedenle, konu özelinde doğru materyallerle zenginleştirilmiş çevresel uyaranların kullanılması önerilir.
11. Esneklik genç bir beyinde daha kolaydır, ancak yetişkin bir beyinde de mümkündür (Zhao vd., 2008). Bu bulgudan hareketle, beyin gelişiminde kritik dönemlerin önemine dikkat etmenin yanı sıra uygun uyaranların verilmesi durumunda da beynin gelişip değişmeye açık olduğu gerçeği unutulmamalıdır. Çalışma kapsamında nöroplastisite için kritik dönem olarak tanımlanan aralıkta bulunan 5. sınıf öğrencileri ile uygulama yapılmıştır (Grimshaw vd., 1998). Kritik dönemlerde nöroplastisiteyi tetikleyecek uyaranların sayısı anlamlı düzeyde arttırılırken, öğrenmenin sağlanması için yaşam boyu uygun zenginleştirilmiş çevresel uyaranlarla ve fiziksel egzersizle destekleme yapılması önemli görülmektedir.

- 12.** Konu özelinde müzik dinlemek ve müzikal uyaranlar beyinde önemli nörofizyolojik etkiler oluşturarak öğrenme performansına anlamlı düzeyde etki etmektedir (Koelsch vd., 2006). Çalışma kapsamında da uygun müzikal uyaranlarla destekleme yapılmış ve akademik performansı olumlu etkileyebileceği yönünde sonuçlara ulaşılmıştır. Öğretim planlaması yapılırken bu sonuçların dikkate alınması önerilir.
- 13.** Dikkat ve farkındalığı arttıracak meditasyon egzersizleri beyinde önemli aktivasyonlar oluşturmakta ve dikkatin uzun süreli kontrolüne katkı sağlamaktadır (Cahn ve Polich, 2006; Kasala vd., 2014). Çalışma kapsamında her ders başında öğrencilere dikkat ve farkındalık egzersizleri uygulanmıştır. Öğretmenlerin bu verileri dikkate almaları ve öğretim öncesinde uygun meditasyon egzersizleri kullanmaları önerilir.

KAYNAKÇA

- Abbott, L. F. ve Nelson, S., 2000. Synaptic plasticity: Taming the beast, *Nature Neuroscience*, 3, 1178-1183.
- Açıkgöz, N. ve Madi, B., 1997. Öğrenme ile beyinde oluşan değişiklikler (plastisite), *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9, 29-36.
- Adolphs, R., 2001. The neurobiology of social cognition, *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 2, 231-239.
- Afonso, R. F., Kraft, I., Aratanha, M. ve Kozasa, E., 2020. Neural correlates of meditation: A review of structural and functional MRI studies, *Frontiers in Bioscience*, 12, 1, 92-115.
- Ai, Q., Pu, Y. H., Sy, C., Liu, L. P. ve Gao, P. Y., 2014. Impact of regional white matter lesions on cognitive function in subcortical vascular cognitive impairment, *Neurological Research*, 36, 5, 434-443.
- Aimone, J. B., Deng, W. ve Gage, F., 2010. Adult neurogenesis: Integrating theories and separating functions, *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 7, 325-337.
- Akıllıoğlu, K., Kocahan, S., Babar Melik, E. ve Melik, E., 2009. Zengin çevrenin beyin fonksiyonlarındaki rolü, *Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Nörofizyoloji Bilim Dalı*, 18, 13, 13-36.
- Aktümsek, A., 2009. *Anatomi ve fizyoloji insan biyolojisi*, 4. baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Albright, T. D., Kandel, E. R. ve Posner, M., 2000. Cognitive neuroscience, *Current Opinion in Neurobiology*, 10, 5, 612-624.
- Allaire-Duquette, G., Foisy, L. M., Potvin, P., Riopel, M., Larose, M. ve Masson, S., 2021. An fMRI study of scientists with a Ph.D. in physics confronted with naive ideas in science, *Npj Science of Learning*, 6, 1-12.
- Almachi, S., 2019. Örgütsel öğrenmenin çalışan performansına etkisi: Gaziantep ve kahramanmaraş bölgesi tekstil sektörü üzerine bir araştırma, *Doktora Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Altalhab, S., 2018. Short- and long-term effects of repetition strategies on vocabulary retention, *Advances in Language and Literary Studies*, 9, 2, 146-149.
- Altman, J., 1962. Are new neurons formed in the brains of adult mammals?, *Science*, 135, 3509, 1127-1128.
- Altman, J., 1963. Autoradiographic investigation of cell proliferation in the brains of rats and cats, *The Anatomical Record*, 145, 4, 573-591.

- Altman, J. ve Das, G., 1965. Autoradiographic and histological evidence of postnatal hippocampal neurogenesis in rats, *The Journal of Comparative Neurology*, 124, 3, 319-335.
- Alvarez-Buylla, A. ve García-Verdugo, J., 2002. Neurogenesis in adult subventricular zone, *Journal of Neuroscience*, 22, 3, 629-634.
- Amin, H. U., Ousta, F., Yusoff, M. ve Malik, A., 2021. Modulation of cortical activity in response to learning and long-term memory retrieval of 2D verses stereoscopic 3D educational contents: Evidence from an EEG study, *Computers in Human Behavior*, 114, 1-14.
- Amiripour, P. ve Khodabandelou, R., 2019. The effectiveness of teaching based on educational neuroscience strategies on mathematical performance of working children, *Journal for Educators Teachers and Trainers*, 10, 1, 101-109.
- Anderson, B. J., 2011. Plasticity of gray matter volume: The cellular and synaptic plasticity that underlies volumetric change, *Developmental Psychobiology*, 53, 5, 456-465.
- Anderson, J. R., 1995. *Cognitive psychology and its implications*, 4. baskı, W. H. Freeman and Company, New York, USA.
- Andretic, R., van Swinderen, B. ve Greenspan, R., 2005. Dopaminergic modulation of arousal in drosophila, *Current Biology*, 15, 1165-1175.
- Ansari, D., Coch, D. ve Smedt, B. D., 2011. Connecting education and cognitive neuroscience: Where will the journey take us?, *Educational Philosophy and Theory*, 43, 1, 37-42.
- Ansari, D., Garcia, N., Lucas, E., Hamon, K. ve Dhital, B., 2005. Neural correlates of symbolic number processing in children and adults, *Neuroreport*, 16, 6, 1769-1773.
- Ansari, D., Smedt, B. D. ve Grabner, R. H., 2012. Neuroeducation -a critical overview of an emerging field, *Neuroethics*, 5, 2, 105-117.
- Arıncı, K. ve Elhan, A., 1993. *Merkezi sinir sistemi*, Murat Kitabevi, Ankara.
- Arslan, M., 2007. Eğitimde yapılandırmacı yaklaşımlar, *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40, 1, 41-61.
- Aston-Jones, G., 2005. Brain structures and receptors involved in alertness, *Sleep Medicine*, 6, 1, 3-7.
- Atalar, M. H., 2019. Beyin gelişimi ve miyelinasyon, *Türk Radyoloji Derneği*, 7, 294-305.
- Atkinson, R. C. ve Shiffrin, R., 1968. Human memory: A proposed system and its control processes, *Psychology of Learning and Motivation*, 2, 89-195.

- Atkinson-Milner, B., Broadbent, D. E. ve Weiskrantz, L., 1982. Some cognitive effects of frontal-lobe lesions in man, Royal Society, 298, 1089.
- Avcı, U., 2005. İşletmelerde örgütsel öğrenme – örgütsel performans ilişkisi: Konaklama işletmelerinde örgütsel öğrenme – örgütsel performans ilişkisine yönelik inceleme, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Ayata, E. ve Aşkın, C., 2008. Müziğin beynin bilişsel fonksiyonlarına olan etkisi, İTÜ Dergisi, 5, 2, 13-22.
- Aydınlı, S., 2015. Tasarım eğitiminde yapılandırıcı paradigma: Öğrenmeyi öğrenme, Tasarım Kuram Dergisi, 20, 1-18.
- Azevedo, F. A., Carvalho, L. R., Grinberg, L. T., Farfel, J. M., Ferretti, R. E., Leite, R. E., Filho, W. J., Lent, R. ve Herculano-Houzel, S., 2009. Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain, The Journal of Comparative Neurology, 513, 5, 532-541.
- Baddeley, A., 1990. Human memory: Theory and practice, Allyn and Bacon, Boston, USA.
- Baena-Extremera, A., García, J., Martínez, A. ve Martín-Perez, C., 2021. Sports in natural environment, sports in urban environment: An fmri study about stress and attention/awareness, Journal of Sport Science and Medicine, 20, 4, 789-798.
- Bailey, C. H., Bartsch, D. ve Kandel, E. R., 1996. Toward a molecular definition of long-term memory storage, Proceedings of the National Academy of Sciences, 93, 13445–13452.
- Bajada, C. J., Haroon, H. A., Azadbakht, H., Parker, G. J., Lambon Ralph, M. A. ve Cloutman, L. L., 2017. The tract terminations in the temporal lobe: Their location and associated functions, Cortex, 97, 277-290.
- Ballinger, E. C., Ananth, M., Talmage, D. ve Role, L., 2016. Basal forebrain cholinergic circuits and signaling in cognition and cognitive decline, Neuron, 91, 6, 1199-1218.
- Bangasser, D. A. ve Shors, T., 2010. Critical brain circuits at the intersection between stress and learning, Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 34, 8, 1223-1233.
- Barnea-Goraly, N., Kwon, H., Menon, V., Eliez, S., Lotspeich, L. ve Reiss, A. L., 2004. White matter structure in autism: Preliminary evidence from diffusion tensor imaging, Biological Psychiatry, 55, 3, 323-326.

- Bauer, P. J., Doydum, A., Pathman, T., Larkina, M., Güler, O. ve Burch, M., 2012. It's all about location, location, location: Children's memory for the "where" of personally experienced events, *Journal of Experimental Children Psychology*, 113, 4, 510-522.
- Baumwoll, A. A., 2012. Chromosomes on the move: The educational and neurological advantages of using body movement to teach cellular division, Yüksek Lisans Tezi, Northeastern University, Boston, USA.
- Bechara, A., Tranel, D. ve Damasio, H., 2000. Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions, *Brain*, 123, 11, 2189-2002.
- Bechler, M. E. ve French-Constant, H., 2014. A new wrap for neuronal activity?, *Science*, 344, 6183, 480-481.
- Beck, A. T. ve Clark, D. A., 1997. An information processing model of anxiety: Automatic and strategic processes, *Behaviour Research and Therapy*, 35, 1, 49-58.
- Bekkers, J. M. ve Stevens, C., 1989. NMDA and non-NMDA receptors are co-localized at individual excitatory synapses in cultured rat hippocampus, *Nature*, 341, 230-233.
- Ben-Ari, Y., 2008. Neuro-archaeology: Pre-symptomatic architecture and signature of neurological disorders, *Trends in Neurosciences*, 31, 12, 626-636.
- Bengtsson, S. L., Nagy, Z., Skare, S., Forsman, L., Forssberg, H. ve Ullen, F., 2005. Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development, *Nature Neuroscience*, 8, 1148-1150.
- Berger, M., Gray, J. ve Roth, B., 2009. The expanded biology of serotonin, *Annual Review of Medicine*, 60, 355-366.
- Berktaş, F., Kiroğlu, O. ve Aksu, F., 2017. Antidepresan ilaçların öğrenme ve bellek mekanizmasına etkileri, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 26, 2, 178-206.
- Berlucchi, G., 2014. Visual interhemispheric communication and callosal connections of the occipital lobes, *Cortex*, 56, 1-13.
- Berlucchi, G. ve Buchtel, H., 2009. Neuronal plasticity: Historical roots and evolution of meaning, *Experimental Brain Research*, 197, 307-319.
- Berridge, K. C. ve Kringelbach, M., 2008. Affective neuroscience of pleasure: Reward in humans and animals, *Psychopharmacology*, 199, 457-480.
- Berridge, K. C. ve Robinson, T., 1998. What is the role of dopamine in reward: Hedonic impact, reward learning, or incentive salience?, *Brain Research Reviews*, 28, 3, 309-369.

- Bevilacqua, D., Davidesco, I., Wan, L., Chaloner, K., Rowland, J., Ding, M., Poeppel, D. ve Dikker, S., 2019. Brain-to-brain synchrony and learning outcomes vary by student–teacher dynamics: Evidence from a real-world classroom electroencephalography study, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 31, 3, 401-411.
- Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Rau, H., Braun, C. ve Mayer-Kress, G., 1996. Perception of music and dimensional complexity of brain activity. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 6, 2, 267-278.
- Birch, A. M. ve Kelly, Á., 2019. Lifelong environmental enrichment in the absence of exercise protects the brain from age-related cognitive decline, *Neuropharmacology*, 145, A, 59-74.
- Bishop, S., Duncan, J., Brett, M. ve Lawrence, A. D., 2004. Prefrontal cortical function and anxiety: Controlling attention to threat-related stimuli, *Nature Neuroscience*, 7, 184-188.
- Bissonette, G. B. ve Roesch, M., 2015. Neurophysiology of reward-guided behavior: Correlates related to predictions, value, motivation, errors, attention, and action, *Behavioral Neuroscience of Motivation*, 27, 1, 199-230.
- Björklund, A. ve Dunnett, S., 2007. Dopamine neuron systems in the brain: An update. *Trends in Neuroscience*, 30, 5, 194-202.
- Bliss, T. V. ve Collingridge, G., 1993. A synaptic model of memory: Long-term potentiation in the hippocampus, *Nature*, 361, 31-39.
- Bliss, T. V. ve Lomo, T., 1973. Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path, *The Journal of Physiology*, 232, 2, 331-356.
- Bloom F. E., 2013. Fundamentals of neuroscience, pp.3-13, in: Squire L., Berg D., Bloom F. E., Lac S. D., Ghosh A ve Spitzer N. C. (Editor), *Fundamental Neuroscience*, Elsevier Inc., USA.
- Bonfanti, L. ve Theodosis, D., 1994. Expression of polysialylated neural cell adhesion molecule by proliferating cells in the subependymal layer of the adult rat, in its rostral extension and in the olfactory bulb, *Neuroscience*, 62, 1, 291-305.
- Boso, M., Politi, P., Barale, F. ve Emanuele, E., 2006. Neurophysiology and neurobiology of the musical, *Functional Neurology*, 21, 4, 187-191.
- Boydak, H. A., 2018. Beyin yarım kürelerinin gizemi: Yaşamaya ve öğrenmeye sundukları, e kitap 1. sürüm, Beyaz Yayınları, İstanbul.

- Brock, L. L., Rimm-Kaufman, S. E., Nathanson, L. ve Grimm, K. J., 2009. The contributions of 'hot' and 'cool' executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten, *Early Childhood Research Quarterly*, 24, 3, 337-349.
- Brookfield, S. D., 2006. *The skillful teacher: On technique, trust and responsiveness in the classroom*, Jossey-Bass, San Francisco, USA.
- Broussard, J. I., Karelina, K., Sarter, M. ve Givens, B., 2009. Cholinergic optimization of cue-evoked parietal activity during challenged attentional performance, *European Journal of Neuroscience*, 29, 1711-1722.
- Brouziyne, M. ve Molinaro, C., 2016. Mental imagery combined with physical practice of approach shots for golf beginners, *Perceptual and Motor Skills*, 101, 1, 203-211.
- Brown, W. S., Symington, M., VanLancker-Sidtis, D., Dietrich, R. ve Paula, L. K., 2005. Paralinguistic processing in children with callosal agenesis: Emergence of neurolinguistic deficits, *Brain and Language*, 93, 2, 135-139.
- Bruel-Jungerman, E., Davis, S. ve Laroche, S., 2007. Brain plasticity mechanisms and memory: A party of four, *The Neuroscientist*, 13, 5, 492-505.
- Bruel-Jungerman, E., Laroche, S. ve Rampon, C., 2005. New neurons in the dentate gyrus are involved in the expression of enhanced long-term memory following environmental enrichment, *European Journal of Neuroscience*, 21, 2, 513-521.
- Buchsbaum, M. S., Reus, V., Davis, G., Holcomb, H., Cappelletti, J. ve Silberman, E., 1982. Role of opioid peptides in disorders of attention psychopathology, *The New York Academy of Sciences*, 352-365.
- Budak, S., 2000. *Psikoloji sözlüğü*, 1. baskı, Bilim ve Sanat Yayınları, Ankara.
- Buonomano, D. V. ve Merzenich, M., 1998. Cortical plasticity: From synapses to maps, *Annual Review of Neuroscience*, 21, 149-186.
- Butavand, D. R., Hirsch, I., Tomaiuolo, M., Moncada, D., Viola, H. ve Ballarini, F., 2020. Novelty improves the formation and persistence of memory in a naturalistic school scenario, *Frontiers in Psychology*, 11, 48, 1-7.
- Butz, M., Wörgötter, F. ve Ooyen, A., 2009. Activity-dependent structural plasticity, *Brain Research Reviews*, 60, 2, 287-305.
- Büdün, E., 2018. Milyoner (slumdog millionaire) filminin sosyal bilişsel kuram çerçevesinde çözümlenmesi, *Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 29, 151-164.
- Büyüköztürk, Ş., 2007. *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*, Pegem A Yayıncılık, Ankara.

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F., 2009. Bilimsel Araştırma Yöntemleri, 3. baskı, Pegem Akademi, Ankara.
- Byeon, J. H., Lee, J. K. ve Kwon, Y. J., 2009. Brain activation pattern and functional connectivity network during classification on the living organisms, *Journal of The Korean Association For Science Education*, 29, 7, 751-758.
- Byrnes, J. P., 2001. Minds, brains, and learning: Understanding the psychological and educational relevance of neuroscientific research. Guilford, New York, USA.
- Byrnes, J. P. ve Vu, L. T., 2015. Educational neuroscience: Definitional, methodological, and interpretive issues, *Overview*, 6, 221-234.
- Cadwell, C. R., Bhaduri, A., Mostajo-Radji, M. A., Keefe, M. G. ve Nowakowski, T. J., 2019. Development and arealization of the cerebral cortex, *Neuron*, 103, 6, 980-1004.
- Cahn, B. R. ve Polich, J., 2006. Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies, *Psychological Bulletin*, 132, 2, 180-211.
- Camara, E., Rodriguez-Fornells, A. ve Münte, T., 2009. Functional connectivity of reward processing in the brain, *Frontiers in Human Neuroscience*, 2, 19, 1-14.
- Cameron, H. A., Tanapat, P. ve Gould, E., 1998. Adrenal steroids and N-methyl-d-aspartate receptor activation regulate neurogenesis in the dentate gyrus of adult rats through a common pathway, *Neuroscience*, 82, 349-354.
- Cameron, J. ve Pierce, W., 1994. Reinforcement, reward, and intrinsic motivation: A meta-analysis, *Review of Educational Research*, 64, 3, 363-423.
- Camina, E. ve Güell, F., 2017. The neuroanatomical, neurophysiological and psychological basis of memory: Current models and their origins, *Frontiers in Pharmacology*, 8, 438, 1-16.
- Campbell, D. T., 1960. Blind variation and selective retentions in creative thought as in other knowledge processes, *Psychological Review*, 67, 6, 380-400.
- Campbell, S. R., 2011. Educational neuroscience: Motivations, methodology, and implications, *Educational Philosophy and Theory*, 43, 1, 7-16.
- Canan, S. ve Şahin, A., 2020. Kendimi keşfediyorum, 5. baskı, Nefes Yayıncılık, İstanbul
- Cantile, C. ve Youssef, S., 2016. Nervous system, Jubb, Kennedy and Palmer's *Pathology of Domestic Animals*, 1, 250-406.
- Cantlon, J. F., Libertus, M. E., Philippe, P., Stanislas, D., Elizabeth, M. B. ve Kevin, A. P., 2009. The neural development of an abstract concept of number, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 11, 2217-2229.

- Cao, F., Bitan, T., Chou, T. L., Burman, D. D. ve Booth, J. R., 2006. Deficient orthographic and phonological representations in children with dyslexia revealed by brain activation patterns, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, 10, 1041-1050.
- Carew, T. J. ve Magsamen, S. H., 2010. Neuroscience and education: An ideal partnership for producing, *Neuron*, 67, 5, 685-688.
- Carter, R., 2013. *Beyin Kitabı*, 1. baskı, Kayacı, G. (Çeviren), Alfa Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C. ve Durston, S., 2005. Imaging the developing brain: What have we learned about cognitive development?, *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 3, 104-110.
- Cassel, J. C., 2010. Experimental studies on the role(s) of serotonin in learning and memory functions, *Handbook of Behavioral Neuroscience*, 21, 429-447.
- Caviness, V. S., 1973. Time of neuron origin in the hippocampus and dentate gyrus of normal and reeler mutant mice: An autoradiographic analysis, *The Journal of Comparative Neurology*, 151, 2, 113-119.
- Celkan, H. Y., 1991. Beşeri kültürün temel ögesi aile, *Aile ve Toplum*, 1, 1.
- Chang, T., Jo, S. H. ve Lu, W., 2011. short-term memory to long-term memory transition in a nanoscale memristor, *American Chemical Society*, 5, 9, 7669–7676.
- Chayer, C. ve Freedman, M., 2001. Frontal lobe functions, *Behavior*, 1, 547-552.
- Chechik, G., Meilijson, I. ve Ruppın, E., 1999. Neuronal regulation: A mechanism for synaptic pruning during brain maturation, *Neural Computation*, 11, 8, 2061-2080.
- Cleveland-Innes, M. ve Campbell, P., 2012. Emotional presence, learning, and the online learning environment, *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 13, 4, 268-292.
- Cloutman, L. L., 2013. Interaction between dorsal and ventral processing streams: where, when and how?, *Brain and Language*, 127, 2, 251-263.
- Cohen, J., 1992. Statistical power analysis, *Current Directions in Psychological Science*, 1, 3, 98-101.
- Cohen, S. S., Madsen, J., Touchan, G., Robles, D., Lima, S., Henin, S. ve Parra, L., 2018. Neural engagement with online educational videos predicts learning performance for individual students, *Neurobiology of Learning and Memory*, 155, 60-64.

- Collins, J. W., 2007. The neuroscience of learning, *Journal of Neuroscience Nursing*, 39, 5, 305-310.
- Comings, D. E. ve Blum, K., 2000. Reward deficiency syndrome: Genetic aspects of behavioral disorders, *Progress in Brain Research*, 325-341.
- Cordero, M. I., Merino, J. ve Sandi, C., 1998. Correlational relationship between shock intensity and corticosterone secretion on the establishment and subsequent expression of contextual fear conditioning. *Behavioral Neuroscience*, 112, 4, 885-891.
- Cotman, C. W. ve Berchtold, N., 2002. Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity, *Trends in Neurosciences*, 25, 6, 295-301.
- Cowell, R. A., Bussey, T. J. ve Saksida, L. M., 2010. Components of recognition memory: Dissociable cognitive processes or just differences in representational complexity?, *Hippocampus*, 20, 11, 1245-1262.
- Coyle J. T., Leski M. L. ve Morrison J. M., 2002. Diverse role of L-Glutamic acid in brain signal transduction, 5. baskı, pp.71-90, in: Davis K. L., Charney D., Coyle J. T. ve Nemeroff C. (Editör), *In Neuropsychopharmacology: The Fifth Generation of Progress*, Lippincott Williams-Wilkins, Philadelphia, USA.
- Craske, M. G., Rauch, S., Ursano, R., Prenoveau, J., Pine, D. ve Zinbarg, R., 2011. What is an anxiety disorder?, *The Journal of Lifelong Learning in Psychiatry*, 9, 3, 369-388.
- Creswell, J. W., 2014. *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches*, 4. baskı, Sage Publications, California, USA.
- Culham, J. C. ve Kanwisher, N. G., 2001. Neuroimaging of cognitive functions in human parietal cortex, *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 2, 157-163.
- Damasio, A. R., 1994. Descartes' error and the future of human life, *Scientific American*, 271, 4.
- Damasio, A. R., 1995. *Descartes' error: Emotion, reason and the human brain*, Quill, New York, USA.
- Damasio, A. R., 1999. *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*, Harcourt, Orlando.
- Damasio, A. R., 2003. *Looking for Spinoza: Joy, sorrow and the feeling brain*. Harcourt, Orlando, USA.
- Dan, A. ve Reiner, M., 2017. EEG-based cognitive load of processing events in 3D virtual worlds is lower than processing events in 2D displays, *International Journal of Psychophysiology*, 122, 75-84.

- Davis, M. ve Whalen, P., 2001. The amygdala: Vigilance and emotion. *Molecular Psychiatry*, 6, 13-34.
- de Paola, V., Holtmaat, A., Knott, G., Song, S., Wilbrecht, L., Caroni, P. ve Svoboda, K., 2006. Cell type-specific structural plasticity of axonal branches and boutons in the adult neocortex, *Neuron*, 49, 861-875.
- Decety, J., Chaminade, T. ve Meltzoff, A., 2004. The neural bases of cooperation and competition: An fMRI investigation, *Neuroimage*, 23, 2, 744-751.
- Decety, J., Jackson, P., Sommerville, J., Chaminade, T. ve Meltzoff, A., 2004. The neural bases of cooperation and competition: An fMRI investigation, *Neuroimage*, 23, 2, 744-751.
- Deci, E. L. ve Ryan, R., 1985. The general causality orientations scale: Self-determination in personality, *Journal of Research in Personality*, 19, 2, 109-134.
- Dedovic, K., Duchesne, A., Andrews, J., Engert, V. ve Pruessner, J. C., 2009. The brain and the stress axis: The neural correlates of cortisol regulation in response to stress, *Neuroimage*, 47, 3, 864-871.
- Deiber, M. P., Wise, S. P., Honda, M., Catalan, M. J., Grafman, J. ve Hallett, M., 1997. Frontal and parietal networks for conditional motor learning: A positron emission tomography study, *Journal of Neurophysiology*, 78, 2, 977-991.
- Demirbaş, M. ve Yağbasan, R., 2005. Sosyal öğrenme teorisine dayalı öğretim etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel tutumlarının kalıcılığına olan etkisinin incelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 18, 363-382.
- Dennis, S. R., 2018. Applied educational neuroscience in elementary classrooms: A grounded theory study, *Doktora Tezi*, Indiana University, USA.
- Depue, R. A. ve Collins, P., 1999. Neurobiology of the structure of personality: Dopamine, facilitation of incentive motivation, and extraversion, *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 491-517.
- Desbordes, G., Negi, L., Pace, T., Wallace, B., Raison, C. ve Schwartz, E., 2012. Effects of mindful-attention and compassion meditation training on amygdala response to emotional stimuli in an ordinary, non-meditative state, *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 1-15.
- Desco, M., Navas-Sanchez, F. J., Sanchez-González, J., Reig, S., Robles, O., Franco, C., Guzman-de-Villoria, J. A., Juan, A., Garcia-Barreno, P. ve Arango, C., 2011. Mathematically gifted adolescents use more extensive and more bilateral areas of the fronto-parietal network than controls during executive functioning and fluid reasoning tasks, *Neuroimage*, 57, 1, 281-292.
- Desimirovic, V., 1994. *Savremena medicinska psihologija*, Nauka, Belgrad, Serbia.

- Dettweiler, U., Gerchen, M., Mall, C., Simon, P. ve Kirsch, P., 2022. Choice matters: Pupils' stress regulation, brain development and brain function in an outdoor education project, *British Journal of Educational Psychology*, 1-22.
- Diamond, A., Briand, L., Fossella, J. ve Gehlbach, L., 2004. Genetic and neurochemical modulation of prefrontal cognitive functions in children, *American Journal of Psychiatry*, 161, 1, 125-132.
- Diamond, D. M., 2005. Cognitive, endocrine and mechanistic perspectives, *Nonlinearity in Biology, Toxicology, and Medicine*, 3, 1-7.
- Dickerson, B. C. ve Eichenbaum, H., 2010. The episodic memory system: Neurocircuitry and disorders, *Neuropsychopharmacology*, 35, 86-104.
- Diering, G. H. ve Huganir, R., 2018. The AMPA receptor code of synaptic plasticity, *Neuron*, 100, 2, 314-329.
- Dirkx, J. M., 2008. The meaning and role of emotions in adult learning, *New Directions for Adult and Continuing Education*, 120, 7-18.
- Doğanay A., 2014. Davranışçı ve bilişsel öğrenme kuramları, s. 39-50, içinde: Safran M. (Editör), *Tarih Nasıl Öğretilir?*, Yeni İnsan Yayınevi, İstanbul.
- Dolan, R. J., 2002. Emotion, cognition, and behavior, *Science*, 298, 5596, 1191-1194.
- Doyere, V. ve Laroche, S., 1992. Linear relationship between the maintenance of hippocampal long-term potentiation and retention of an associative memory, *Hippocampus*, 2, 1, 39-48.
- Drakesmith, M., Harms, R., Rudrapatna, S. U., Parker, G. D., Evans, C. J. ve Jones, D. K., 2019. Estimating axon conduction velocity in vivo from microstructural MRI, *Neuroimage*, 203, 1-21.
- Dresler, T., Bugden, S., Gouet, C., Lallier, M., Oliveira, D. G., Pinheiro-Chagas, P., Pires, A. C., Wang, Y., Zugarramurdi, C. ve Weissheimer, J., 2018. A translational framework of educational neuroscience in learning disorders, *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 12, 25, 1-12.
- Duch, W., 2007. Intuition, insight, imagination and creativity, *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 2, 3, 40-52.
- Duit, R. ve Treagust, D., 2003. Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education*, 25, 6, 671-688.
- Duman, B., 2015. Neden beyin temelli öğrenme, 4. baskı, Pegem Akademi, Ankara.

- Dunbar, K. N., Fugelsang, J. A. ve Stein, C., 2007. Do naive theories ever go away? Using brain and behavior to understand changes in concepts, pp.205-217, in: Dunbar K. N. ve Fugelsang J. A., *Thinking With Data*, Psychology Press, London, United Kingdom.
- Edgar, J. M., McLaughlin, M., Yool, D., Zhang, S. C., Fowler, J. H., Montague, P., Barrie, J. A., McCulloch, M. C., Duncan, I. D., Garbern, J., Nave, K. A. ve Griffiths, I. R., 2004. Oligodendroglial modulation of fast axonal transport in a mouse model of hereditary spastic paraplegia, *The Journal of Cell Biology*, 166, 1, 121-131.
- Eich, E., Kihlstrom, J., Bower, G., Forgas, J. ve Niedenthal, P., 2000. *Cognition and emotion*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Eimeren, L. v., Niogi, S. N., McCandliss, B. D., Holloway, I. D. ve Ansari, D., 2008. White matter microstructures underlying mathematical abilities in children, *Neuroreport*, 19, 11, 1117-1121.
- Eisenberger, R. ve Cameron, J., 1996. Detrimental effects of reward: Reality or myth?, *Journal of the American Psychological Association*, 51, 1153-1166.
- Eisenberger, R. ve Shanock, L., 2003. Rewards, intrinsic motivation, and creativity: A case study of conceptual and methodological isolation, *Creativity Research Journal*, 15, 2-3, 121-130.
- Eisenberger, R., Pierce, W. ve Cameron, J., 1999. Effects of reward on intrinsic motivation—negative, neutral, and positive: Comment on deci, koestner, and ryan, *Psychological Bulletin*, 125, 6, 677-691.
- Eisenberger, R., Rhoades, L. ve Cameron, J., 1999. Does pay for performance increase or decrease perceived self-determination and intrinsic motivation?, *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 1026-1040.
- Emerson, R. W. ve Cantlon, J. F., 2012. Early math achievement and functional connectivity in the fronto-parietal network, *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, 1, 139-151.
- Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Björk-Eriksson, T., Alborn, A. M., Nordborg, C., Peterson, D. A. ve Gage, F. H., 1998. Neurogenesis in the adult human hippocampus, *Nature Medicine*, 4, 1313-1317.
- Ertuğrul, A. ve Rezaki, M., 2006. Prefrontal korteks ve şizofreni, *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni*, 16, 2, 118-127.
- Eysenck, M. W. ve Keane, M., 2000. *Cognitive psychology. A student's handbook*, 4. baskı, Psychology Press, London, United Kingdom.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R. ve Calvo, M., 2007. Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory, *Emotion*, 7, 2, 336-353.

- Fägerstama, E. ve Blom, J., 2013. Learning biology and mathematics outdoors: Effects and attitudes in a swedish high school context, *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 13, 1, 56-75.
- Fathiazar, E., Mani, A., Adib, Y. ve Sharifi, Z., 2020. Effectiveness of an educational neuroscience-based curriculum to improve academic achievement of elementary students with mathematics learning disabilities, *Research and Development in Medical Education*, 9, 18, 1-7.
- Fenoglio, K. A., Brunson, K. ve Baram, T., 2006. Hippocampal neuroplasticity induced by early-life stress: Functional and molecular aspects, *Frontiers in Neuroendocrinology*, 27, 2, 180-192.
- Ferguson, J. N., Aldag, J., Insel, T. ve Young, L., 2001. Oxytocin in the medial amygdala is essential for social recognition in the mouse, *Journal of Neuroscience*, 21, 20, 8278-8285.
- Ferrari, M., 2011. What can neuroscience bring to education, *Educational Philosophy and Theory*, 43, 1, 31-36.
- Ferrari, M. ve McBride, H., 2011. Mind, brain, and education: The birth of a new science, *Learning Landscapes*, 5, 1, 85-100.
- Fields, R. D., 2010. Change in the brain's WM, *Science*, 330, 768-769.
- Fields, R. D., 2014. Myelin - more than insulation, *Science*, 344, 6181, 264-266.
- Fields, R. D. ve Bukalo, O., 2020. Myelin makes memories, *Nature Neuroscience*, 23, 469-470.
- Figurov, A., Pozzo-Miller, L., Olafsson, P., Wang, T. ve Lu, B., 1996. Regulation of synaptic responses to high-frequency stimulation and LTP by neurotrophins in the hippocampus, *Nature*, 381, 706-709.
- Fischer, K. W., Goswami, U. ve Geake, J., 2010. The future of educational neuroscience, *Mind, Brain and Education*, 4, 2, 68-80.
- Flobakk, R. F., 2015. The development end impact of educational neuroscience, *Doktora Tezi, Norwegian University of Science and Technology, Tondheim, Norway*.
- Francis, D. D. ve Meaney, M., 1999. Maternal care and the development of stress responses, *Current Opinion in Neurobiology*, 9, 1, 128-134.
- Frangou, S., Chitins, X. ve Williams, S. C., 2004. Mapping IQ and gray matter density in healthy young people, *Neuroimage*, 23, 3, 800-805.
- Fridriksson, J., Fillmore, P., Guo, D. ve Rorden, C., 2015. Chronic broca's aphasia is caused by damage to broca's and wernicke's areas, *Cerebral Cortex*, 25, 12, 4689-4696.

- Fridriksson, J., Kjartansson, O., Morgan, P. S., Hjaltason, H., Magnusdottir, S., Bonilha, L. ve Rorden, C., 2010. Impaired speech repetition and left parietal lobe damage, *Journal of Neuroscience*, 30, 33, 11057-11061.
- Fuster, J. M., 1980. Prefrontal cortex, Raven Press, New York, USA.
- Gaddis, A., Rosch, K. S., Dirlikov, B., Crocetti, D., MacNeil, L., Barbera, A. D., Muschelli, J., Caffo, B., Pekar, J. J. ve Mostofsky, S. H., 2015. Motor overflow in children with attention-deficit/hyperactivity disorder is associated with decreased extent of neural activation in the motor cortex, *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 233, 3, 488-495.
- Galea, J. M., Mallia, E., Rothwell, J. ve Diedrichsen, J., 2015. The dissociable effects of punishment and reward on motor learning, *Nature Neuroscience*, 18, 597-602.
- Gallagher, M., Graham, P. W. ve Holland, P. C., 1990. The amygdala central nucleus and appetitive pavlovian conditioning: Lesions impair one class of conditioned behavior, *Journal of Neuroscience*, 10, 6, 1906-1911.
- Galvan, A., 2010. Neural plasticity of development and learning, *Human Brain Mapping*, 31, 6, 879-890.
- Geake, J., 2004. Cognitive neuroscience and education: Two-way traffic or one-way street?, *Westminster Studies in Education*, 27, 1, 87-98.
- Geake, J., 2009. The brain at school: Educational neuroscience in the classroom, McGraw-Hill Education, United Kingdom.
- Geake, J. ve Cooper, P., 2003. Cognitive neuroscience: Implications for education?, *Westminster Studies in Education*, 26, 1, 7-20.
- Giedd, J. N., 2008. The teen brain: Insights from neuroimaging, *Journal of Adolescent Health*, 42, 4, 335-343.
- Gimpl, G. ve Fahrenholz, F., 2001. The oxytocin receptor system: structure, function, and regulation, *Physiological Reviews*, 81, 2, 629-683.
- Goel, V. ve Dolan, R., 2004. Differential involvement of left prefrontal cortex in inductive and deductive reasoning, *Cognition*, 93, 3, 109-121.
- Goel, V. ve Dolan, R. J., 2000. Anatomical segregation of component processes in an inductive inference task, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 1, 110-119.
- Goel, V., Gold, B., Kapur, S. ve Houle, S., 1997. The seats of reason? An imaging study of deductive and inductive reasoning, *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology*, 8, 5, 1305-1310.

- Gold, B. T., Powell, D. K., Xuan, L., Jiang, Y. ve Hardy, P. A., 2007. Speed of lexical decision correlates with diffusion anisotropy in left parietal and frontal white matter: Evidence from diffusion tensor imaging, *Neuropsychologia*, 45, 11, 2439-2446.
- Goldman, S. A. ve Nottebohm, F., 1983. Neuronal production, migration, and differentiation in a vocal control nucleus of the adult female canary brain, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 80, 8, 2390-2394.
- Goodale, M. A. ve Milner, A. D., 1992. Separate visual pathways for perception and action, *Trends in Neurosciences*, 15, 1, 20-25.
- Gostolupce, D., Iordanova, M. ve Lay, B., 2021. Mechanisms of higher-order learning in the amygdala, *Behavioural Brain Research*, 414, 1-11.
- Goswami, U., 2004. Neuroscience and education, *British Journal of Educational Psychology*, 74, 1-14.
- Goswami, U., 2016. Educational neuroscience: Neural structure-mapping and the promise of oscillations, *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 89-96.
- Goswami, U., 2020. Toward realizing the promise of educational neuroscience: Improving experimental design in developmental cognitive neuroscience, *Annual Review of Developmental Psychology*, 2, 133-155.
- Gotz, M. ve Huttner, W., 2005. The cell biology of neurogenesis, *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 6, 777-788.
- Gould, E., Beylin, A., Tanapat, P., Reeves, A. ve Shors, T., 1999. Learning enhances adult neurogenesis in the hippocampal formation. *Nature Neuroscience*, 2, 260-265.
- Gould, E., Reeves, A. J., Graziano, M. S. ve Gross, C. G., 1999. Neurogenesis in the neocortex of adult primates, *Science*, 286, 5439, 548-552.
- Grafton, S. T., Fagg, A. H. ve Arbib, M. A., 1998. Dorsal premotor cortex and conditional movement selection: A PET functional mapping study, *Journal of Neurophysiology*, 79, 2, 1092-1097.
- Grammer, J. K., Xu, K. ve Lenartowicz, A., 2021. Effects of context on the neural correlates of attention in a college classroom, *Npj Science of Learning*, 6, 1-4.
- Grimshaw, G. M., Adelstein, A., Bryden, M. ve MacKinnon, G., 1998. First-language acquisition in adolescence: Evidence for a critical period for verbal language development, *Brain and Language*, 63, 2, 237-255.
- Grossman, G. H., Mistlberger, R., Antle, M., Ehlen, J. ve Glass, J., 2000. Sleep deprivation stimulates serotonin release in the suprachiasmatic nucleus, *Neuroreport*, 11, 1929-1932.

- Guastella, A. J., Mitchell, P. ve Mathews, F., 2008. Oxytocin enhances the encoding of positive social memories in humans. *Biological Psychiatry*, 64, 3, 256-258.
- Guo-qiang, B. ve Mu-ming, P., 1998. Synaptic modifications in cultured hippocampal neurons: Dependence on spike timing, synaptic strength, and postsynaptic cell type, *Journal of Neuroscience*, 18, 24, 10464-10472.
- Gutierrez, R., Boison, D., Heinemann, U. ve Stoffel, W., 1995. Decompaction of CNS myelin leads to a reduction of the conduction velocity of action potentials in optic nerve, *Neuroscience Letters*, 195, 2, 93-96.
- Güneş, E., 2004. Dikkat mekanizmaları, *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 57, 2, 81-88.
- Güney, S., Şenyer Özgör, S., Özgör, C. ve Duru, A., 2018. Çalışma belleğine ait OİP temelli elektrofizyolojik bulguların incelenmesi, *Avrasya Spor Bilimleri Araştırmaları*, 3, 2, 106-115.
- Hafting, T., Fyhn, M., Molden, S., Moser, M. B. ve Moser, E. I., 2005. Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex, *Nature*, 436, 801-806.
- Halberda, J., Mazocco, M. M. ve Feigenson, L., 2008. Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement, *Nature*, 455, 465-468.
- Halsband, U. ve Freund, H. J., 1990. Premotor cortex and conditional motor learning in man. *Brain*, 113, 1, 207-222.
- Hamann, S. B., Ely, T., Grafton, S. ve Kilts, C., 1999. Amygdala activity related to enhanced memory for pleasant and aversive stimuli, *Nature Neuroscience*, 2, 289-293.
- Hardan, A. Y., Pabalan, M., Gupta, N., Bansal, R., Melhem, N. M., Fedorov, S., Keshavan, M. S. ve Minshew, N. J., 2009. Corpus callosum volume in children with autism, *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 174, 1, 57-61.
- Hardiman, M., Rinne, L. ve Yarmolinskaya, J., 2014. The effects of arts integration on long-term retention of academic content, *Mind Brain and Education*, 8, 3, 144-148.
- Harvey, J. A., 2003. Role of the serotonin 5-HT_{2A} receptor in learning, *Learning and Memory*, 10, 355-362.
- Hasançebi, B., Terzi, Y. ve Küçük, Z., 2010. Madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksine dayalı çeldirici analizi, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10, 1, 224-240.
- Hassan, A. ve Josephs, K. A., 2016. Alien hand syndrome, *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 16, 73, 1-10.

- Hasue, R. H. ve Shammah-Lagnado, S., 2002. Origin of the dopaminergic innervation of the central extended amygdala and accumbens shell: a combined retrograde tracing and immunohistochemical study in the rat, *Journal of Comparative Neurology*, 454, 15-33.
- Hayashi, T., 1954. Effects of sodium glutamate on the nervous system, *The Keio Journal of Medicine*, 3, 183-192.
- Hayes, B. K., Heit, E. ve Swendsen, H., 2010. Inductive reasoning, *Wires Cognitive Science*, 1, 2, 278-292.
- Hebb, D. O., 1949. *The organization of behavior; a neuropsychological theory*, Wiley, New York, USA.
- Henri-Bhargava, A., Stuss, D. T. ve Freedman, M., 2018. Clinical assessment of prefrontal lobe functions, *Continuum Audio Interview*, 24, 3, 704-726.
- Henze, G. I., Konzok, J., Kreuzpointner, L., Bär, C., Peter, H., Giglberger, M., Streit, F., Kudielka, B. M. Kirsch, P. ve Wüst, S., 2020. Increasing deactivation of limbic structures over psychosocial stress exposure time, *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 5, 7, 697-704.
- Herlenius, E. ve Lagercrantz, H., 2004. Development of neurotransmitter systems during critical periods, *Experimental Neurology*, 190, 1, 8-21.
- Hill, R. D., Storandt, M. ve Malley, M., 1993. The impact of long-term exercise training on psychological function in older adults, *Journal of Gerontology*, 48, 1, 12-17.
- Hirsch, M. A., Iyer, S. ve Sanjak, M., 2016. Exercise-induced neuroplasticity in human parkinson's disease: What is the evidence telling us?, *Parkinsonism and Related Disorders*, 22, 1, 78-81.
- Hodges, J. R., Patterson, K., Oxbury, S. ve Funnell, E., 1992. Semantic dementia: Progressive fluent aphasia with temporal lobe atrophy, *Brain*, 115, 6, 1783–1806.
- Holper, L., Goldin, A., Shalóm, D., Battro, A., Wolf, M. ve Sigman, M., 2013. The teaching and the learning brain: A cortical hemodynamic marker of teacher–student interactions in the socratic dialog, *International Journal of Educational Research*, 59, 1-10.
- Holtmaat, A. ve Svoboda, K., 2009. Experience-dependent structural synaptic plasticity in the mammalian brain, *Nature Reviews Neuroscience*, 10, 647-658.
- Honey, J. N. ve Paxman, H. M., 1986. The importance of taxonomy in biological education at advanced level, *Journal of Biological Education*, 20, 103-111.

- Hooks, B. M. ve Chen, C., 2007. Critical periods in the visual system: Changing views for a model of experience-dependent plasticity, *Neuron*, 56, 2, 312-326.
- Horvath, J. C. ve Donoghue, G. M., 2016. A bridge too far – revisited: Reframing bruer’s neuroeducation argument for modern science of learning practitioners, *Frontiers in Psychology*, 7, 377, 1-12.
- Horvitz, J. C., 2000. Mesolimbocortical and nigrostriatal dopamine responses to salient non-reward events, *Neuroscience*, 96, 651-656.
- Howard-Jones, P. A., 2011. A multiperspective approach to neuroeducational research, *Educational Philosophy and Theory*, 43, 1, 24-30.
- Howard-Jones, P. A. ve Murray, S., 2003. Ideational productivity, focus of attention, and context, *Creativity Research Journal*, 15, 153-166.
- Howard-Jones, P. A., Blakemore, S. J., Samuel, E., Summers, I. ve Claxton, G., 2005. Semantic divergence and creative story generation: An fMRI investigation, *Cognitive Brain Research*, 25, 1, 240-250.
- Huang, Z., Khaled, H. G., Kirschmann, M., Gobes, S. M. ve Hahnloser, R. H., 2018. Excitatory and inhibitory synapse reorganization immediately after critical sensory experience in a vocal learner, *eLife*, 7, 1-23.
- Hughes, J. N., Wu, J., Kwok, O., Villarreal, V. ve Johnson, A., 2012. Indirect effects of child reports of teacher–student relationship on achievement, *Journal of Educational Psychology*, 104, 2, 350-365.
- Hung, Y., Gaillard, S. L., Yarmak, P. ve Arsalidou, M., 2018. Dissociations of cognitive inhibition, response inhibition, and emotional interference: Voxelwise ALE meta-analyses of fMRI studies, *Human Brain Mapping*, 39, 10, 4065-4082.
- Hurlemann, R., Patin, A., Onur, O., Cohen, M., Baumgartner, T., Metzler, S., Dziobek, I., Gallinat, J., Wagner, M., Maier, W. ve Kendrick, K., 2010. Oxytocin enhances amygdala-dependent, socially reinforced learning and emotional empathy in humans, *Journal of Neuroscience*, 30, 14, 4999-5007.
- Hutchinson, A. D., Mathias, J. L., Jacobson, B. L., Ruzic, L., Bond, A. N. ve Banich, M. T., 2009. Relationship between intelligence and the size and composition of the corpus callosum, *Experimental Brain Research*, 192, 455-464.
- Hynd, G. W., Semrud-Clikeman, M., Lorys, A. R., Novey, E. S. ve Eliopoulos, D., 1990. Brain morphology in developmental dyslexia and attention deficit disorder/hyperactivity, *Archives of Neurology*, 47, 8, 919-926.

- Hynd, G. W., Semrud-Clikeman, M., Lorys, A. R., Novey, E. S., Eliopoulos, D. ve Lyytinen, H., 1991. Corpus callosum morphology in attention deficit-hyperactivity disorder: Morphometric analysis of MRI, *Journal of Learning Disabilities*, 24, 3, 141-146.
- İzci, Y. ve Erbaş, C. Y., 2015. Hipokampus: Yapısı ve fonksiyonları, *Türk Nöroşürürji Dergisi*, 25, 3, 287-295.
- Izquierdo, I., da-Silva, R., Bueno-e-Silva, M., Quillfeldt, J. ve Medina, J., 1993. Memory expression of habituation and of inhibitory avoidance is blocked by CNQX infused into the entorhinal cortex, *Behavioral and Neural Biology*, 60, 5-8.
- Jensen, E., 1998. *Teaching with the brain in mind*, ASCD Publication, Virginia, USA.
- Ji, L., Zhang, H., Potter, G., Zang, Y., Steffens, D., Guo, H. ve Wang, L., 2017. Multiple neuroimaging measures for examining exercise-induced neuroplasticity in older adults: A quasi-experimental study, *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 102, 1-12.
- Jo, E. M., Kim, S. I., Jeong, J. S. ve Kwon, Y. J., 2005. Development of thinking process model for the generation of biological phylogenetic—tree, *The Korean Journal of Biological Education*, 33, 1, 13-22.
- Joëls, M., Pu, Z., Wiegert, O., Oitzl, M. ve Krugers, H., 2006. Learning under stress: How does it work?, *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 4, 152-158.
- Jones, E. G. ve Mendell, L. M., 1999. Assessing the decade of the brain, *Science*, 284, 739.
- Jovanovic, D. ve Matejevic, M., 2014. Relationship between rewards and intrinsic motivation for learning, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 149, 256-260.
- Kaas, J. H. ve Hackett, T. A., 1999. 'What' and 'where' processing in auditory cortex, *Nature Neuroscience*, 2, 12, 1045-1047.
- Kadosh, R. C., Kadosh, K. C., Schuhmann, T., Kaas, A., Goebel, R., Henik, A. ve Sack, A. T., 2007. Virtual dyscalculia induced by parietal-lobe tms impairs automatic magnitude processing, *Current Biology*, 17, 8, 689-693.
- Kadum, B. M., 2022. Science education in the context of neuroscience: A new philosophical paradigm?, *Borneo International Journal*, 5, 1, 16-23.
- Kalbfleisch, M. L. ve Gillmarten, C., 2013. Left brain vs. right brain: Findings on visual spatial capacities and the functional neurology of giftedness, *Roeper Review*, 35, 4, 265-275.

- Kania, B. F., Wrońska, D. ve Zięba, D., 2017. Introduction to neural plasticity mechanism, *Journal of Behavioral and Brain Science*, 7, 41-49.
- Kaplan, M. S. ve Hinds, J. W., 1977. Neurogenesis in the adult rat: Electron microscopic analysis of light radioautographs, *Science*, 197, 4308, 1092-1094.
- Kaptan, Z. ve Üzüm, G., 2016. Erişkin hipokampal nörogenezin öğrenme ve hafıza fonksiyonlarındaki rolü, *Türk Nöroloji Dergisi*, 22, 149-155.
- Karataş F. Ö. ve Boğar Y., 2022. Sinirbilim ve eğitsel sinirbilimin tarihçesi, s.27-45, içinde: Keleş E. (Editör), *Eğitimsel Sinirbilim*, Nobel Yayınevi, Ankara.
- Kasala, E. R., Bodduluru, N., Maneti, Y. ve Thipparaboina, R., 2014. Effect of meditation on neurophysiological changes in stress mediated depression, *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 20, 1, 74-80.
- Kee, N., Teixeira, C., Wang, A. ve Frankland, P., 2007. Preferential incorporation of adult-generated granule cells into spatial memory networks in the dentate gyrus, *Nature Neuroscience*, 10, 355-362.
- Keleş, E. ve Çepni, S., 2006. Beyin ve öğrenme, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3, 2, 66-82.
- Keleş, E. ve Kol, E., 2015. Eğitim penceresinden beyin görüntüleme tekniklerine genel bir bakış, *İlköğretim Online*, 14, 1, 349-363.
- Kelley, A. E. ve Berridge, K., 2002. The neuroscience of natural rewards: Relevance to addictive drugs, *Journal of Neuroscience*, 22, 3306-3311.
- Kelley, P. ve Watson, T., 2013. Making long-term memories in minutes: A spaced learning pattern from memory research in education, *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 589, 1-9.
- Kempermann, G., 2002. Why new neurons? Possible functions for adult hippocampal neurogenesis, *Journal of Neuroscience*, 22, 3, 635-638.
- Kempermann, G., Kuhn, H. ve Gage, F., 1998. Experience-induced neurogenesis in the senescent dentate gyrus, *Journal of Neurosciences*, 18, 9, 3206-3212.
- Kerçek, F., 2013. Elektromagnetik alanların sinir hücreleri ile etkileşiminin sayısal yöntemlerle incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kiernan, J. A., 2011. Anatomy of the temporal lobe, *Epilepsy Research and Treatment*, 2012, 1-12.
- Kılıç, B. G., 2002. Yönetici işlevler ve dikkat süreçlerine ilişkin kuramsal modeller ve nöroanatomi, *Klinik Psikiyatri*, 5, 105-110.

- Kılıç D. ve Taşkır Şereflioğlu Y., 2022. Nörobilim ve eğitim: Eğitsel nörobilim, s. 83-113, içinde: Baysan S. (Editör), Eğitim Bilimleri Çalışmaları Güncel Araştırmalar ve Uygulama, Livre de Lyon, Lyon, France.
- Kılıç M., 2004. Öğrenmenin doğası, s. 143-168, içinde: Yeşilyaprak B. (Editör), Eğitim Psikolojisi Gelişim-Öğrenme-Öğretim, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Kim, M. J., Gee, D., Loucks, R., Davis, F. ve Whalen, P., 2011. Anxiety dissociates dorsal and ventral medial prefrontal cortex functional connectivity with the amygdala at rest, *Cerebral Cortex*, 21, 7, 1667-1673.
- Kinney H. C. ve Volpe J. J., 2018. Myelination events, 6. baskı, pp.176-188, in: Volpe J. J., Inder T. E., Darras P. T., Vries L. S., Plessis A. J., Neil J. ve Perlman J., *Volpe's Neurology of the Newborn*, Elsevier, Amsterdam, Holland.
- Kiriş N., 2021. Görsel olmayan duyu sistemleri, s. 223-271, içinde: Yazıhan N. T., *Fizyolojik Psikoloji*, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kirov, S. A., Goddard, C. ve Harris, K., 2004. Age-dependence in the homeostatic upregulation of hippocampal dendritic spine number during blocked synaptic transmission, *Neuropharmacology*, 47, 5, 640-648.
- Kirschbaum, C., Wolf, O., May, M., Wippich, W. ve Hellhammer, D., 1996. Stress- and treatment-induced elevations of cortisol levels associated with impaired declarative memory in healthy adults, *Life Sciences*, 58, 17, 1475-1483.
- Klingberg, T., O'Sullivan, B. T. ve Roland, P. E., 1997. Bilateral activation of fronto-parietal networks by incrementing demand in a working memory task, *Cerebral Cortex*, 7, 5, 465-471.
- Klinkenberg, I. ve Blokland, A., 2010. The validity of scopolamine as a pharmacological model for cognitive impairment: A review of animal behavioral studies, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34, 8, 1307-1350.
- Klinkenberg, I., Sambeth, A. ve Blokland, A., 2011. Acetylcholine and attention, *Behavioural Brain Research*, 221, 2, 430-442.
- Knauff, M., Mulack, T., Kassubek, J., Salih, H. R. ve Greenlee, M. W., 2002. Spatial imagery in deductive reasoning: A functional MRI study, *Cognitive Brain Research*, 13, 2, 203-212.
- Knierim, J. J., 2015. The hippocampus, *Current Biology*, 25, 23, 1116-1121.
- Knight, R. T., Hillyard, S. A., Woods, D. L. ve Neville, H. J., 1981. The effects of frontal cortex lesions on event-related potentials during auditory selective attention, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 52, 6, 571-582.

- Knoblauch, A., Palm, G. ve Sommer, F., 2010. Memory capacities for synaptic and structural plasticity, *Neural Computation*, 22, 2, 289-341.
- Koelsch, S., Fritz, T., Cramon, D., Müller, K. ve Friederici, A., 2006. Investigating emotion with music: An fMRI study, *Human, Brain, Mapping*, 27, 3, 239-250.
- Kohn, A., 1993. Punished by rewards: The trouble with gold stars, incentive plans, A's, praise, and other bribes, Mifflin and Company, Houghton, USA.
- Kontra, C., Lyons, D., Fischer, S. ve Beilock, S., 2015. Physical experience enhances science learning, *Psychological Science*, 26, 6, 1-13.
- Korkmaz, Ö. ve Mahiroğlu, A., 2007. Beyin, bellek ve öğrenme, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15, 1, 93-104.
- Kotan, Z., Sarandöl, A., Eker, S. S. ve Akkaya, C., 2009. Depresyon, nöroplastisite ve nörotrofik faktörler, *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 1, 22-35.
- Kounios, J. ve Beeman, M., 2014. The cognitive neuroscience of insight, *Annual Review of Psychology*, 65, 71-93.
- Koyuncu, B., 2017. Eğitimsel sinirbilim (neuroeducation): Eğitimciler neden sinirbilim verilerinden yararlanmalıdır?, *Türk Akademik Yayınları Dergisi*, 1, 1, 22-34.
- Kozorovitskiy, Y., Gross, C., Kopil, C., Battaglia, L., McBreen, M., Stranahan, A. ve Gould, E., 2005. Experience induces structural and biochemical changes in the adult primate brain, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 48, 17478-17482.
- Kuo, M. F., Paulus, W. ve Nitsche, M., 2006. Sex differences in cortical neuroplasticity in humans, *Neuroreport*, 17, 16, 1703-1707.
- Kwon, Y. J., Choi, S. J., Park, Y. B. ve Jeong, J. S., 2003. Scientific thinking types and processes generated in inductive inquiry by college students, *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, 23, 3, 86-98.
- LaBar, K. S. ve Cabeza, R., 2006. Cognitive neuroscience of emotional memory, *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 54-64.
- LaBerge, D., 2001. Attention, consciousness, and electrical wave activity within the cortical column, *International Journal of Psychophysiology*, 43, 1, 5-24.
- LaBerge, D., 2002. Attentional control: brief and prolonged, *Psychological Research*, 66, 4, 220-233.
- Lambon Ralph, M. A., 2014. Neurocognitive insights on conceptual knowledge and its breakdown, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 1-11.

- Lazarini, F. ve Lledo, P. M., 2011. Is adult neurogenesis essential for olfaction?, *Trends in Neurosciences*, 34, 1, 20-30.
- Lee, E. G. ve Son, H., 2009. Adult hippocampal neurogenesis and related neurotrophic factors, *Biochemistry and Molecular Biology Reports*, 42, 5, 239-244.
- Lee, K. H., Choi, Y. Y., Gray, J. R., Cho, S. H., Chae, J. H., Lee, S. ve Kim, K., 2006. Neural correlates of superior intelligence: Stronger recruitment of posterior parietal cortex, *Neuroimage*, 29, 2, 578-586.
- Lehman, R., 2006. The role of emotion in creating instructor and learner presence in the distance education experience, *Journal of Cognitive Affective Learning*, 2, 2, 12-26.
- Leventon, J. S., Stevens, J. ve Bauer, P., 2014. Development in the neurophysiology of emotion processing and memory in school-age children, *Developmental Cognitive Neuroscience*, 10, 21-33.
- Li, P., Legault, J. ve Litcofsky, K., 2014. Neuroplasticity as a function of second language learning: Anatomical changes in the human brain, *Cortex*, 58, 301-324.
- Lindau M., Almkvist O. ve Mohammed A., 2016. Effects of stress on learning and memory, pp.153-160, in: Fink G. (Editor), *Stress: Concepts, Cognition, Emotion, and Behavior*, Academic Press, Cambridge, USA.
- Lledo, P. M., Alonso, M. ve Grubb, M., 2006. Adult neurogenesis and functional plasticity in neuronal circuits, *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 179-193.
- Lomas, T., Ivtzan, I. ve Fu, C., 2015. A systematic review of the neurophysiology of mindfulness on EEG oscillations, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 57, 401-410.
- Long, T., Logan, J. ve Waugh, M., 2016. Students' perceptions of the value of using videos as a pre-class learning experience in the flipped classroom, *TechTrends*, 60, 245-252.
- Lou, C. H., Henriksen, L. ve Bruhn, P., 1990. Focal cerebral dysfunction in developmental learning disabilities, *The Lancet*, 335, 8680, 8-11.
- Lu, S., Liang, P., Yang, Y. ve Li, K., 2010. Recruitment of the pre-motor area in human inductive reasoning: An fMRI study, *Cognitive Systems Research*, 11, 1, 74-80.
- Luders, E., Thompson, P. M., Narr, K. L., Zamanyan, A., Chou, Y. Y., Gutman, B., Dinov, I. D. ve Toga, A. W., 2011. The link between callosal thickness and intelligence in healthy children and adolescents, *Neuroimage*, 54, 3, 1823-1830.

- Lupien, S. J. ve McEwen, B., 1997. The acute effects of corticosteroids on cognition: Integration of animal and human model studies, *Brain Research Reviews*, 24, 1, 1-27.
- Lupien, S. J., Fiocco, A., Wan, N., Maheu, F., Lord, C., Schramek, T. ve Tu, M., 2005. Stress hormones and human memory function across the lifespan, *Psychoneuroendocrinology*, 30, 3, 225-242.
- Luria, E., Shalom, M. ve Levy, D. A., 2020. Cognitive neuroscience perspectives on motivation and learning: Revisiting self-determination theory, *Mind, Brain, and Education*, 15, 1, 5-17.
- Lusiana, R., Suprpto, E., Andari, T. ve Susanti, V. D., 2019. The influence of right and left brain intelligence on mathematics learning achievement, *Journal of Physics: Conference Series*, 1321, 3, 1-5.
- Lutz, A., Slagter, H., Dunne, J. ve Davidson, R., 2008. Attention regulation and monitoring in meditation, *Trends in Cognitive Sciences*, 163-169.
- Lynch, M. A., 2004. Long-term potentiation and memory, *Physiological Reviews*, 84, 1, 87-136.
- Maguire, E. A., Frackowiak, R. ve Frith, C., 1997. Recalling routes around london: Activation of the right hippocampus in taxi drivers, *The Journal of Neuroscience*, 17, 18, 7103-7110.
- Maguire, E. A., Spiers, H., Good, C., Hartley, T., Frackowiak, R. ve Burgess, N., 2003. Navigation expertise and the human hippocampus: A structural brain imaging analysis, *Hippocampus*, 13, 2, 250-259.
- Maino, D. M., 2009. Neuroplasticity: Teaching an old brain new tricks, *Review of Optometry*.
- Mäki-Marttunen, V., Pickard, N., Solbakk, A. K., Ogawa, K., Knight, R. ve Hartikainen, K., 2014. Low attentional engagement makes attention network activity susceptible to emotional interference, *Neuroreport*, 25, 13, 1038-1043.
- Malenka, R. C. ve Nicoll, R., 1999. Long-term potentiation- A decade of progress?, *Science*, 285, 5435, 1870-1874.
- Manav, F., 2011. Kaygı kavramı, *Toplum Bilimleri Dergisi*, 5, 9, 201-211.
- Marsh, A. A., Yu, H., Pine, D. ve Blair, R., 2010. Oxytocin improves specific recognition of positive facial expressions, *Psychopharmacology*, 209, 225-232.
- Martinez, J. L. ve Derrick, B., 1996. Long-term potentiation and learning, *Annual Review of Psychology*, 47, 173-203.

- Masson, S., Potvin, P., Riopel, M. ve Foisy, L. M., 2014. Differences in brain activation between novices and experts in science during a task involving a common misconception in electricity, *Mind, Brain and Education*, 8, 1, 44-55.
- Masson, S., Potvin, P., Riopel, M., Foisy, L. M. ve Lafortune, S., 2012. Using fMRI to study conceptual change: Why and how?, *International Journal of Environmental and Science Education*, 7, 1, 19-35.
- McCandliss, B. D., Cohen, L. ve Dehaene, S., 2003. The visual word form area: Expertise for reading in the fusiform gyrus, *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 7, 293-299.
- McCarty R., 2016. The fight-or-flight response: A cornerstone of stress research. pp.33-37, in: Fink G. (Editor), *Stress: Concepts, Cognition, Emotion, and Behavior*, Academic Press, Cambridge, USA.
- McClelland, M. M., Cameron, C., Connor, C., Farris, C., Jewkes, A. ve Morrison, F., 2007. Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills, *Developmental Psychology*, 43, 4, 947-959.
- McDonald, A. J., 1998. Cortical pathways to the mammalian amygdala, *Progress in Neurobiology*, 55, 3, 257-332.
- McEntee, W. J. ve Crook, T., 1991. Serotonin, memory, and the aging brain. *Psychopharmacology*, 103, 143-149.
- McEwen, B. S., 2006. Protective and damaging effects of stress mediators: Central role of the brain, *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 8, 4, 367-381.
- McEwen, B. S., Nasca, C. ve Gray, J. D., 2016. Stress effects on neuronal structure: Hippocampus, amygdala, and prefrontal cortex, *Neuropsychopharmacology*, 41, 3-23.
- McGaugh, J. L., McIntyre, C. ve Power, A., 2002. Amygdala modulation of memory consolidation: Interaction with other brain systems, *Neurobiology of Learning and Memory*, 78, 3, 539-552.
- McGuckin, D. ve Ladhani, M., 2010. The brains behind brain-based research: The tale of two postsecondary online learners, *The College Quarterly*, 13, 3, 1-7.
- McNaughton, B. L., 1982. Long-term synaptic enhancement and short-term potentiation in rat fascia dentata act through different mechanisms, *The Journal of Physiology*, 324, 1, 249-262.
- Milli Eğitim Bakanlığı, 2018. Fen bilimleri dersi öğretim programı, URL Adres: <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERE T%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>, Erişim tarihi:25.04.2023

- Meneses, A. ve Liy-Salmeron, G., 2012. Serotonin and emotion, learning and memory, *Reviews in the Neurosciences*, 23, 5-6.
- Meray, J. ve Yenice, I., 2018. Beyin ve egzersiz, *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*, 21, 2, 78-85.
- Mesulam, M. M., 1983. The functional anatomy and hemispheric specialization for directed attention: The role of the parietal lobe and its connectivity, *Trends in Neurosciences*, 6, 384-387.
- Mesulam, M. M., 1990. Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory, *Annals of Neurology*, 28, 5, 597-613.
- Miller, E. M., 1994. Intelligence and brain myelination: A hypothesis, *Personality and Individual Differences*, 17, 6, 803-832.
- Milner, B. ve Petrides, M., 1984. Behavioural effects of frontal-lobe lesions in man, *Trends in Neurosciences*, 7, 11, 403-407.
- Mirescu, C. ve Gould, E., 2016. Stress and adult neurogenesis. *Hippocampus*, 16, 3, 233-238.
- Morett, L. M., Morett, L. M., Hawes, Z. ve Dommett, E. J., 2021. Why educational neuroscience needs educational and school psychology to effectively translate neuroscience to educational practice, *Frontiers in Psychology*, 11, 618449, 1-7.
- Morgan, C. T., 2011. Psikolojiye giriş ders kitabı, 19. baskı, Karakaş, S. ve Eski, R. (Çeviren), Eğitim Akademi Yayınları, Konya.
- Morgil, İ., Arda, S., Seçken, N., Yavuz, S. ve Oskay, Ö., 2004. The influence of computer-assisted education on environmental knowledge and environmental awareness, *Chemistry Education: Research and Practice*, 5, 2, 99-110.
- Morita, T., Asada, M. ve Naito, E., 2016. Contribution of neuroimaging studies to understanding development of human cognitive brain functions, *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 464.
- Moritz-Gasser, S. ve Duffau, H., 2013. The anatomo-functional connectivity of word repetition: Insights provided by awake brain tumor surgery, *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 405, 1-4.
- Morris, J. S., Frith, C. D., Perrett, D. I., Rowland, D., Young, A. W., Calder, A. J. ve Dolan, R. J., 1996. A differential neural response in the human amygdala to fearful and happy facial expressions, *Nature*, 383, 812-815.
- Morris, R., 1984. Developments of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat, *Journal of Neuroscience Methods*, 11, 1, 47-60.

- Morris, R. G., 1989. Synaptic plasticity and learning: selective impairment of learning in rats and blockade of long-term potentiation in vivo by the N-methyl-d-aspartate receptor antagonist AP5, *Journal of Neuroscience*, 9, 3040-3057.
- Moser, E. ve Moser, M. B., 2014. Mapping your every move, *Cerebrum*, 2014, 4, 1-10.
- Mott, D. D. ve Lewis, D., 1991. Facilitation of the induction of long-term potentiation by GABAB receptors, *Science*, 252, 1718-1720.
- Muller, D., Arai, A. ve Lynch, G., 1992. Factors governing the potentiation of NMDA receptor-mediated responses in hippocampus, *Hippocampus*, 2, 1, 29-38.
- Munakata, Y. ve Pfaffly, J., 2004. Hebbian learning and development, *Developmental Science*, 7, 2, 141-148.
- Murray, E. A., 2007. The amygdala, reward and emotion, *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 11, 489-497.
- Näätänen, R., Gaillard, W. K. ve Mäntysalo, S., 1980. Brain potential correlates of voluntary and involuntary attention, *Progress in Brain Research*, 54, 343-348.
- Nakao, T., Sanematsu, H., Yoshiura, T. ve Togao, O., 2011. fMRI of patients with social anxiety disorder during a social situation task, *Neuroscience Research*, 69, 1, 67-72.
- Nehmad, L., 1998. The end in sight: A look at the occipital lobe, *Clinical Eye and Vision Care*, 10, 3, 125-133.
- Nesic, M., Kostic, J., Cicevic, S. ve Nesic, V., 2011. Neurofiziološke osnove pažnje - Neurophysiology of attention, *Godisnjak za Psihologiju*, 8, 10, 7-25.
- Newman, S. D., Carpenter, P. A., Varma, S. ve Marcel, A. J., 2003. Frontal and parietal participation in problem solving in the tower of london: fMRI and computational modeling of planning and high-level perception, *Neuropsychologia*, 41, 12, 1668-1682.
- Neylan, T. C., 1999. Frontal lobe function, *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 11, 2, 280-281.
- Nguyen, M., Chang, A., Micciche, E., Meshulam, M., Nastase, S. ve Hasson, U., 2022. Teacher-student neural coupling during teaching and learning, *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 17, 4, 367-376.
- Niedermeyer, E., 1998. Frontal lobe functions and dysfunctions, *Clinical Electroencephalography*, 29, 2, 79-90.

- Nilsson, L. G., 2003. Memory function in normal aging, *Acta Neurologica Scandinavica*, 107, 7-13.
- Nilsson, M., Perfilieva, E., Johansson, U., Orwar, O. ve Eriksson, P., 1999. Enriched environment increases neurogenesis in the adult rat dentate gyrus and improves spatial memory, *Journal of Neurobiology*, 39, 4, 569-578.
- Niogi, S. N. ve McCandliss, B. D., 2006. Left lateralized white matter microstructure accounts for individual differences in reading ability and disability, *Neuropsychologia*, 44, 11, 2178-2188.
- O'Keefe, J. ve Nadel, L., 1978. The hippocampus as a cognitive map, Clarendon Press, Oxford, United Kingdom.
- Oggiano M., 2022. Neurophysiology of emotions, in: Heinbockel T. (Editor), *Neurophysiology - Networks, Plasticity, Pathophysiology and Behavior*. Intechopen, London, United Kingdom.
- Olson, A. K., Eadie, B., Ernst, C. ve Christie, B., 2006. Environmental enrichment and voluntary exercise massively increase neurogenesis in the adult hippocampus via dissociable pathways, *Hippocampus*, 16, 3, 250-560.
- Olson, I. R. ve Berryhill, M., 2009. Some surprising findings on the involvement of the parietal lobe in human memory, *Neurobiology of Learning and Memory*, 91, 2, 155-165.
- Olsson, C. J., Jonsson, B. ve Nyberg, L., 2008. Learning by doing and learning by thinking: An fMRI study of combining motor and mental training, *Frontiers in Human Neuroscience*, 2, 5, 1-7.
- Ormrod, J. E., 1990. Human learning: Principles, theories, and educational applications, Merrill Publishing Co., Chicago, USA.
- Owji, S. ve Shoja, M., 2020. The history of discovery of adult neurogenesis, *Clinical Anatomy*, 33, 1, 41-55.
- Öktem, Ö., 2020. Davranışsal nörofizyolojiye giriş, 1. baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara.
- Özer, K., 2008. Kaygı: Sınanma duygusuyla baş edebilme, 4. baskı, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Özüdoğru, A. A., 2014. Zihin, beyin ve eğitim: Öğrenme ve gelişimin beliren transdisipliner bir alanı, *The Journal of Neurobehavioral Sciences*, 1, 3, 95-96.
- Pajevic, S., Basser, P. ve Fields, R., 2014. Role of myelin plasticity in oscillations and synchrony of neuronal activity, *Neuroscience*, 276, 135-147.

- Pan, S., Mayoral, S., Choi, H., Chan, J. ve Kheirbek, M., 2020. Preservation of a remote fear memory requires new myelin formation, *Nature Neuroscience*, 23, 487-499.
- Panda, R., Bharath, R., Upadhyay, N., Mangalore, S., Chennu, S. ve Rao, S., 2016. Temporal dynamics of the default mode network characterize meditation-induced alterations in consciousness, *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 1-12.
- Panikkath, R., Panikkath, D., Mojumder, D. ve Nugent, K., 2014. The alien hand syndrome, *Baylor University Medical Center Proceedings*, 27, 3, 219-220.
- Pantev, C., Roberts, L. E., Schulz, M., Engelien, A. ve Ross, B., 2001. Timbre-specific enhancement of auditory cortical representations in musicians, *Neuroreport*, 12, 1, 169-174.
- Parsons, L. M. ve Osherson, D., 2001. New evidence for distinct right and left brain systems for deductive versus probabilistic reasoning, *Cerebral Cortex*, 11, 10, 954-965.
- Patin, A. ve Pause, B. M., 2015. Human amygdala activations during nasal chemoreception, *Neuropsychologia*, 78, 171-194.
- Paul, L. K., Brown, W. S., Adolphs, R., Tyszka, J. M., Richards, L. J., Mukherjee, P. ve Sherr, E. H., 2007. Agenesis of the corpus callosum: Genetic, developmental and functional aspects of connectivity, *Nature Reviews Neuroscience*, 8, 287-299.
- Paus, T., 2001. Primate anterior cingulate cortex: Where motor control, drive and cognition interface, *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 417-424.
- Pehlivan, İ., 1995. Yönetimde stres kaynakları, Pegem Yayınları, Ankara.
- Pekrun, R., 2014. Emotions and learning, *Educational Practices Series-24*, 1-31.
- Pereda, A. E., 2014. Electrical synapses and their functional interactions with chemical synapses, *Nature Reviews Neuroscience*, 15, 250-263.
- Peretz, I. ve Zatorre, R. J., 2005. Brain organization for music processing, *Annual Reviews*, 56, 89-114.
- Perfetti, B., Saggino, A., Ferretti, A., Caulo, M., Romani, G. L. ve Onofri, M., 2009. Differential patterns of cortical activation as a function of fluid reasoning complexity, *Human Brain Mapping*, 30, 2, 497-510.
- Perkins, D. N., 1999. The many faces of constructivism, *Educational Leadership*, 57, 2, 354-371.

- Pesonen, M., Hämäläinen, H. ve Krause, C., 2007. Brain oscillatory 4–30 Hz responses during a visual n-back memory task with varying memory load, *Brain research*, 1138, 171-177.
- Pessoa, L., 2008. On the relationship between emotion and cognition, *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 148-158.
- Peters, A. ve Palay, S., 1996. The morphology of synapses, *Journal of Neurocytology*, 25, 12, 687-700.
- Petrides, M., 1994. Frontal lobes and behaviour, *Current Opinion in Neurobiology*, 4, 2, 207-211.
- Phelps, E. A., 2006. Emotion and cognition: Insights from studies of the human amygdala, *Annual Review of Psychology*, 57, 27-53.
- Piche, M. Z., 2021. The effectiveness of spaced learning in teaching chemistry 8, URL Adres: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3817490 Erişim tarihi: 20.03.2023.
- Pierri J. N. ve Lewis D. A., 2000. Functional neuroanatomy. pp.3-33, in: Sadock B. J. ve Sadock V. A. (Editor), *Kaplan and Sadock's Comprehensive Textbook of Psychiatry*, Lippincott William and Wilkins, Philadelphia, USA.
- Pinheiro, P. S. ve Mulle, C., 2008. Presynaptic glutamate receptors: Physiological functions and mechanisms of action, *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 423-436.
- Posner, M. I., 2010. Neuroimaging tools and the evolution of educational neuroscience, pp.27-44, in: Sousa, D. A. (Editor), *Mind, Brain, and Education: Neuroscience Implications for the Classroom*, Solution Tree Press, USA.
- Posner, M. I. ve Petersen, S., 1990. The attention system of the human brain, *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Poulsen, A. T., Kamronn, S., Dmochowski, J. ve Parra, L., 2017. EEG in the classroom: Synchronised neural recordings during video presentation, *Scientific Reports*, 7, 1-9.
- Pryweller, J. R., Schauder, K. B., Anderson, A. W., Heacock, J. L., Foss-Feig, J. H., Newsom, C. R. ve Loring, W. A., 2014. White matter correlates of sensory processing in autism spectrum disorders, *Neuroimage Clinical*, 6, 379-387.
- Purdy, N. ve Morrison, H., 2009. Cognitive neuroscience and education: Unravelling the confusion. *Oxford Review of Education*, 35, 1, 99-109.
- Purger, D., Gibson, E. M. ve Monje, M., 2016. Myelin plasticity in the central nervous system. *Neuropharmacology*, 110, B, 563-573.

- Quartz, S. ve Sejnowski, T. J., 1997. The neural basis of cognitive development: A constructivist manifesto, *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 4, 537-596.
- Raichle, M. E., 1998. Behind the scenes of functional brain imaging: A historical and physiological perspective, *The National Academy of Sciences*, 95, 3, 765-772.
- Rajmohan, V. ve Mohandas, E., 2007. The limbic system, *Indian Journal of Psychiatry*, 49, 2, 132-139.
- Rakic, P., 2002. Neurogenesis in adult primate neocortex: An evaluation of the evidence, *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 65-71.
- Ramon y Cajal, S., 1928. Degeneration and regeneration of the nervous system. Clarendon Press, Oxford, United Kingdom.
- Rapport, M. D., Kofler, M., Alderson, R., Timko, T. ve DuPaul, G., 2009. Variability of attention processes in ADHD: Observations from the classroom, *Journal of Attention Disorders*, 12, 6, 563-573.
- Rathore, M., Verma, M., Nirwan, M., Trivedi, S. ve Pai, V., 2022. Functional connectivity of prefrontal cortex in various meditation techniques, *International Journal of Yoga*, 15, 3, 187-194.
- Rebola, N., Srikumar, B. ve Mülle, C., 2010. Activity-dependent synaptic plasticity of NMDA receptors, *The Journal of Physiology* 588, 93-99.
- Reese, H. W., 2011. The learning-by-doing principle, *Behavioral Development Bulletin*, 17, 1, 1-19.
- Remondes, M. ve Schuman, E. M., 2004. Role for a cortical input to hippocampal area CA1 in the consolidation of a long-term memory, *Nature*, 431, 699-703.
- Richter-Levin, G., 2004. The amygdala, the hippocampus, and emotional modulation of memory, *The Neuroscientist*, 10, 1, 31-39.
- Rocher, C., Spedding, M., Munoz, C. ve Jay, T., 2004. Acute stress-induced changes in hippocampal/prefrontal circuits in rats: Effects of antidepressants, *Cerebral Cortex*, 14, 2, 224-229.
- Rogers, C. ve Thomas, M. S., 2022. Why do we need educational neuroscience?, Routledge, London, United Kingdom.
- Rolls, E. T., 2015. Limbic systems for emotion and for memory, but no single limbic system, *Cortex*, 62, 119-157.
- Roozendaal, B., 2003. Systems mediating acute glucocorticoid effects on memory consolidation and retrieval, *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 27, 8, 1213-1223.

- Roozendaal, B. ve McGaugh, J., 1997. Basolateral amygdala lesions block the memory-enhancing effect of glucocorticoid administration in the dorsal hippocampus of rats, *European Journal of Neuroscience*, 9, 1, 76-83.
- Rose, S. R. ve Orłowski, J., 1983. Review of research on endorphins and learning, *Special Future Article*, 4, 2, 131-135.
- Rueckert, L. ve Grafman, J., 1996. Sustained attention deficits in patients with right frontal lesions, *Neuropsychologia*, 34, 10, 953-963.
- Ryan, R. M. ve Deci, E., 2000. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being, *American Psychologist*, 55, 1, 68-78.
- Sabatini, B. L. ve Regehr, W., 1999. Timing of synaptic transmission. *Annual Review of Physiology*, 61, 1, 521-542.
- Sadeghi, Z., Behrangi, M., Abdollahi, B. ve Zeinabadi, H., 2016. The effect of education management based on strategies of educational neuroscience on student' learning improvement, *Education Strategies in Medical Sciences*, 9, 2, 97-105.
- Sagi, Y., Tavor, I., Hofstetter, S., Tzur-Moryosef, S., Blumenfeld-Katzir, T. ve Assaf, Y., 2012. Learning in the fast lane: New insights into neuroplasticity, *Neuron*, 73, 6, 1195-1203.
- Sampaio-Baptista, C., Khrapitchev, A. A., Foxley, S., Schlagheck, T., Scholz, J., Jbabdi, S., DeLuca, G. C., Miller, K. L., Taylor, A., Thomas, N., Kleim, J., Sibson, N. S., Bannerman, D. ve Johansen-Berg, H., 2013. Motor skill learning induces changes in white matter microstructure and myelination, *The Journal of Neuroscience*, 33, 50, 19499-19503.
- Sandi, C. ve Pinelo-Nava, M., 2007. Stress and memory: Behavioral effects and neurobiological mechanisms, *Neural Plasticity*, 1-20.
- Sarrasin, J. B., Nenciovici, L., Brault Foisy, L. M., Allaire-Duquette, G., Riopel, M. ve Masson, S., 2008. Effects of teaching the concept of neuroplasticity to induce a growth mindset on motivation, achievement, and brain activity: A meta-analysis, *Trends in Neuroscience and Education*, 12, 22-31.
- Saumier, D. ve Chertkow, H., 2002. Semantic memory, *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 2, 516–522.
- Schaafab, M. E., Warmerdam, E., Crone, E. A. ve Cools, R., 2011. Distinct linear and non-linear trajectories of reward and punishment reversal learning during development: Relevance for dopamine's role in adolescent decision making, *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1, 4, 578-590.
- Schertz K. E., Meidenbauer K. ve Berman M., 2021. Understanding the affective benefits of interacting with nature, pp.7-22, in: Brymer E., Rogerson M. ve

- Barton J. (Editor), Nature and Health. Physical Activity in Nature, Routledge, United Kingdom.
- Schlett, K., 2006. Glutamate as a modulator of embryonic and adult neurogenesis, *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 6, 10, 949-960.
- Schmidt-Hieber, C., Jonas, P. ve Bischofberger, J., 2004. Enhanced synaptic plasticity in newly generated granule cells of the adult hippocampus, *Nature*, 429, 6988, 184-187.
- Schmithorst, V. J., Wilke, M., Dardzinski, B. J. ve Holland, S. K., 2005. Cognitive functions correlate with white matter architecture in normal pediatric population: A diffusion tensor MRI study, *Human Brain Mapping*, 26, 2, 139-147.
- Schwabe, L. ve Wolf, O. T., 2010. Learning under stress impairs memory formation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 93, 2, 183-188.
- Schwanz, K. A., Palm, L. ve Brallier, S., 2007. Attention problems and hyperactivity as predictors of college grade point average, *Journal of Attention Disorders*, 11, 3, 368-373.
- Schwartz, M. ve Gerlach, J., 2011. The birth of a field and the rebirth of the laboratory school, *Educational Philosophy and Theory*, 43, 1, 67-74.
- Scoville, W. B. ve Milner, B., 1957. Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions, *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*, 20, 1, 11-21.
- Sejnowski, T. J., 1999. The book of hebb, *Neuron*, 24, 773-776.
- Selye, H., 1956. The stress of life, McGraw-Hill, New York, USA.
- Senemoğlu, N., 2007. Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya, Gönül Yayıncılık, Ankara.
- Sensevy, G., Gruson, B. ve Forest, D., 2015. On the nature of the semiotic structure of the didactic action: The joint action theory in didactics within a comparative approach, *Interchange*, 46, 387-412.
- Seth, A., 2018. 30 saniyede beyin, 1. baskı, Öztemel, F. (Çeviren), Caretta Yayınevi, Çin.
- Shah, C., Erhard, K., Ortheil, H. J., Kaza, E., Kessler, C. ve Lotze, M., 2013. Neural correlates of creative writing: An fMRI study, *Human Brain Mapping*, 34, 5, 1088-1101.
- Shapiro, S. S. ve Wilk, M., 1965. An analysis of variance test for normality (Complete samples), *Biometrika*, 52, 3-4, 591-611.

- Sharp, J. G., 1996. Children's astronomical beliefs: A preliminary study of year 6 children in south-west england, *International Journal of Science Education*, 18, 6, 685-712.
- Shaw, P., Greenstein, D., Lerch, J., Clasen, L., Lenroot, R., Gogtay, N., Evans, A. ve Giedd, J., 2006. Intellectual ability and cortical development in children and adolescents, *Nature*, 440, 676-679.
- Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Mencl, W. E., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., Constable, R. T., Marchion, K. E., Fletcher, J. M., Lyon, G. R. ve Gore, J. C., 2002. Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia, *Biological Psychiatry*, 52, 2, 101-110.
- Sherman, T. M. ve Kurshan, B. L., 2005. Constructing learning: Using technology to support teaching for understanding, *Learning and Leading with Technology*, 32, 5, 10-13.
- Shimamura A. P., 1995. Memory and frontal lobe function, pp.803-813, in: Gazzaniga M. S. (Editor), *The Cognitive Neurosciences*, The MIT Press, Cambridge, United Kingdom.
- Siegler, R. S. ve Alibali, M., 2005. *Children's thinking*, Prentice-Hall Inc, New Jersey, USA.
- Snow, J. C., Pettypiece, C., McAdam, T., McLean, A., Stroman, P., Goodale, M. ve Culham, J., 2011. Bringing the real world into the fMRI scanner: Repetition effects for pictures versus real objects, *Scientific Reports*, 1, 130, 1-10.
- Sobel, H. S., Cepeda, N. ve Kapler, I., 2011. Spacing effects in real-world classroom vocabulary learning, *Applied Cognitive Psychology*, 25, 5, 763-767.
- Somerville, L. H., Wig, G. S., Whalen, P. J. ve Kelley, W. M., 2006. Dissociable medial temporal lobe contributions to social memory, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 8, 1253-1265.
- Sorrel, J. M., 2008. The educational neuroscience awareness of secondary public school teachers in north texas, *Doktora Tezi*, Lamar University, Beaumont, USA.
- Sotres-Bayon, F. ve Quirk, G., 2010. Prefrontal control of fear: More than just extinction, *Current Opinion in Neurobiology*, 20, 2, 231-234.
- Sousa, D. A., 2011. Mind, brain, and education: The impact of educational neuroscience on the science of teaching, *Learning Landscapes*, 5, 1, 37-43.
- Sousa-Ferreira, L., Pereira de Almeida, L. ve Cavadas, C., 2014. Role of hypothalamic neurogenesis in feeding regulation, *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 25, 2, 80-88.

- Soysal, A. Ş., Yalçın, K. ve Can, H., 2008. Bilişsel psikoloji kapsamında yer alan dikkat teorileri, *New Symposium Journal*, 46, 1, 35-41.
- Sönmez, S., 2018. Genel biyoloji, 1. baskı, Hiperyayın, İstanbul.
- Squire, L. R., 1992. Memory and the hippocampus: A synthesis of findings with rats, monkeys and humans, *Psychological Review*, 99, 195-231.
- Squire, L. R., 2004. Memory systems of the brain: A brief history and current perspective, *Neurobiology of Learn and Memory*, 82, 3, 171-177.
- Srikoon, S., 2021. The development of teaching model based-on educational neuroscience to enhance mathematics achievement, *Journal of Physics: Conference Series*, 1835, 1-8.
- Starkman, M. N., Gebarski, S., Berent, S. ve Schteingart, D., 1992. Hippocampal formation volume, memory dysfunction, and cortisol levels in patients with Cushing's syndrome, *Biological Psychiatry*, 32, 9, 756-765.
- Stein, M. B., Simmons, A. N., Feinstein, J. S. ve Paulus, M. P., 2007. Increased amygdala and insula activation during emotion processing in anxiety-prone subjects, *American Journal of Psychiatry*, 164, 318-27.
- Stein Z., Chiesa B. D., Hinton C. ve Fischer K. W., 2010. Ethical issues in educational neuroscience: Raising children in a brave new world, pp.2-32, in: Illes J. ve Sahakian B. J. (Editor), *Oxford Handbook of Neuroethics*, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Steinmetz, K. R., Addis, D. ve Kensinger, E., 2010. The effect of arousal on the emotional memory network depends on valence, *Neuroimage*, 53, 1, 318-324.
- Stepanyants, A., Hof, P. ve Chklovskii, D., 2002. Geometry and structural plasticity of synaptic connectivity, *Neuron*, 34, 2, 275-288.
- Sternberg, R. J., 1985. *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*, Cambridge University Press, United Kingdom.
- Stiles, J. ve Jernigan, T., 2010. The basics of brain development, *Neuropsychology Review*, 20, 4, 327-348.
- Sultan, S., Mandairon, N., Kermen, F., Garcia, S., Sacquet, J. ve Didier, A., 2010. Learning-dependent neurogenesis in the olfactory bulb determines long-term olfactory memory, *The FASEB Journal*, 24, 7, 2355-2363.
- Swayze, V. W., Andreasen, N. C., Ehrhardt, J. C., Yuh, W., Yuh, W. T., Alliger, R. J. ve Cohen, G. A. 1990. Developmental abnormalities of the corpus callosum in schizophrenia, *Archives of Neurology*, 47, 7, 805-808.

- Şahin H. ve Seven S., 2020. Erken çocuklukta kaygı, s.11-22, içinde: Uzun H. (Editör), Recent Advances in Education and Sport Researches, Gece Kitaplığı, Ankara.
- Şaşan, H. H., 2002. Yapılandırmacı öğrenme, Yaşadıkça Eğitim, 74-75, 49-52.
- Tamm, L., Menon, V. ve Reiss, A. L., 2006. Parietal attentional system aberrations during target detection in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder: event-related fMRI evidence, The American Journal of Psychiatry, 163, 6, 1033-1043.
- Tamminga, C. A., Southcott, S., Sacco, C., Wagner, A. D. ve Ghose, S., 2012. Glutamate dysfunction in hippocampus: Relevance of dentate gyrus and CA3 signaling, Schizophrenia Bulletin, 38, 5, 927-935.
- Tandon, P. N. ve Singh, N. C., 2016. Educational neuroscience: Challenges and opportunities, Annals of Neuroscience, 23, 2, 63-65.
- Taşkmer Şereflioğlu, Y. ve Kılıç Mocan, D., 2021. Türkiye'de eğitsel nörobilim (eğitimsel sinirbilim) konusunda yapılmış araştırmaların analizi, Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi, 6, 2, 468-480.
- Taubert, M., Villringer, A. ve Ragert, P., 2012. Learning-related gray and white matter changes in humans: An update, The Neuroscientist, 18, 4, 320-325.
- Teyler, T. J. ve DiScenna, P., 1987. Long-term potentiation, Annual Review of Neuroscience, 10, 131-161.
- Tharmaratnam, T., Tabobondung, T., Tabobondung, T. ve Doherty, S., 2018. Synergistic effects of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and exercise intensity on memory in the adolescent brain: a commentary, Environmental Health and Preventive Medicine, 23, 12, 1-4.
- Thaut, M. H., Peterson, D. ve McIntosh, G., 2005. Temporal entrainment of cognitive functions, The Neurosciences and Music II: From Perception to Performance, 1060, 1, 243-254.
- Thomas, M. S., Ansari, D. ve Knowland, V. C., 2019. Annual research review: Educational neuroscience: Progress and prospects, Journal of Child Psychology and Psychiatry, 60, 4, 477-492.
- Thompson-Schill, S. L., Jonides, J., Marshuetz, C., Smith, E. E., D'Esposito, M., Kan, I. P., Knight, R. T. ve Swick, D., 2002. Effects of frontal lobe damage on interference effects in working memory, Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience, 2, 109-120.
- Tobyne, S. M., 2019. Network organization of sensory-biased and multi-sensory working memory and attention in human cortex with fMRI, Boston University, Boston, USA.

- Tokuhamma-Espinosa, T., 2010. Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching, Norton, New York, USA.
- Tolman, E. C., 1948. Cognitive maps in rats and men, *Psychological Review*, 55, 4, 189-208.
- Tomasch, J., 1954. Size, distribution, and number of fibres in the human corpus callosum, *Teh Anatomical Record*, 119, 119-135.
- Tosun, C. ve Taşkesengil, Y., 2011. Revize edilmiş bloom'un taksonomisine göre çözümler ve fiziksel özellikleri konusunda başarı testinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19, 2, 499-522.
- Trachtenberg, J. T., Chen, B., Knott, G., Feng, G., Sanes, J., Welker, E. ve Svoboda, K., 2002. Long-term in vivo imaging of experience-dependent synaptic plasticity in adult cortex, *Nature*, 420, 788-794.
- Tulving, E., 2002. Episodic memory: From mind to brain, *Annual Review of Psychology*, 53, 1-25.
- Tulving, E. ve Markowitsch, H. J., 1998. Episodic and declarative memory: Role of the hippocampus, *Hippocampus*, 8, 3, 198-204.
- Tunçel N., Aydın S. ve Zeytinoğlu M., 2006. İnsan anatomisi ve fizyolojisi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Turhan, B. ve Özbay, Y., 2016. Erken çocukluk eğitimi ve nöroplastisite, *Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi*, 1, 2, 54-63.
- Türkçapar, M. H. ve Sargın, A. E., 2011. Bilişsel davranışçı psikoterapiler: Tarihçe ve gelişim, *Bilişsel Davranışçı Psikoterapi ve Araştırmalar Dergisi*, 7-14.
- Umiltà C., 1988a. Orienting of Attention, pp.175-193, in: Boller F. ve Grafman J. (Editor), *Handbook of Neuropsychology*, Elsevier, Amsterdam, Holland.
- Umiltà, C., 1988b. The control operations of consciousness, pp.334-356, in: Marcel A. ve Bisiach E. (Editor), *Consciousness in Contemporary Science*, Clarendon Press/Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Unterberger, I., Bauer, R., Walser, G. ve Bauer, G., 2016. Corpus callosum and epilepsies, *Seizure*, 37, 55-60.
- Uzbay, T., 2004. Anksiyete ve depresyonun nörobiyolojisi, *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 4, 3-11.
- Ünal, M., 2021. Egzersiz ve nörogenez, *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*, 84, 2, 264-268.

- Üngören, E., 2015. Beynin nöroanatomik ve nörokimsiyal yapısının kişilik ve davranış üzerindeki etkisi, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 7, 1, 193-219.
- Valdois, S., Lassus-Sangosse, D., Lallier, M., Moreaud, O. ve Pisella, L., 2019. What bilateral damage of the superior parietal lobes tells us about visual attention disorders in developmental dyslexia, Neuropsychologia, 130, 78-91.
- van der Knaap, L. J. ve van der Ham, I., 2011. How does the corpus callosum mediate interhemispheric transfer? A review, Behavioural Brain Research, 223, 1, 211-221.
- van Praag, H., Kempermann, G. ve Gage, F. H., 1999. Running increases cell proliferation and neurogenesis in the adult mouse dentate gyrus, Nature Neuroscience, 2, 266-270.
- Vance, D. E., Roberson, A., McGuinness, T. ve Fazeli, P., 2010. How neuroplasticity and cognitive, Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services, 48, 4, 23-30.
- Vaninski, A., 2017. Educational neuroscience, educational psychology, and classroom pedagogy as a system, American Journal of Educational Research, 5, 4, 384-391.
- Voineskos, A. N., Rajji, T. K., Lobaugh, N. J., Miranda, D., Shenton, M. E., Kennedy, J. L., Pollock, B. G. ve Mulsant, B. H. (2012). Age-related decline in white matter tract integrity and cognitive performance: A DTI tractography and structural equation modeling study, Neurobiology of Aging, 33, 1, 21-34.
- von Bernhardt R., Eugenin-von Bernhardt L. ve Eugenin J., 2017. What Is neural plasticity?, pp.1-15, in: von Bernhardt R., Eugenin J. ve Muller K. J. (Editor), The Plastic Brain, Springer, New York, USA.
- Walsh, R. ve Shapiro, S., 2006. The meeting of meditative disciplines and western psychology: A mutually enriching dialogue, American Psychologist, 61, 3, 227-239.
- Wan, C., Cai, P., Wang, M., Qian, Y., Huang, W. ve Chen, X., 2020. Artificial sensory memory, Advanced Materials, 32, 15, 1-22.
- Ward, J., 2006. The student's guide to cognitive neuroscience, Psychology Press, New York, USA.
- Warden, M. R. ve Miller, E., 2010. Task-dependent changes in short-term memory in the prefrontal cortex, Journal of Neuroscience, 30, 47, 15801-15810.
- Warrington, E. ve Zangwill, O. L., 1957. A study of dyslexia, Journal of Neurol Neurosurg Psychiatry, 20, 3, 208-215.

- Watagodakumbura, C., 2017. Principles of curriculum design and construction based on the concepts of educational neuroscience, *Journal of Education and Learning*, 6, 3, 54-69.
- Watanabe, K., 2013. Teaching as a dynamic phenomenon with interpersonal interactions, *Mind Brain and Education*, 7, 2, 91-100.
- Watkins, J. C. ve Jane, D., 2006. The glutamate story, *British Journal of Pharmacology*, 147, S1, S100-S108.
- Whittington, J. C., McCaffary, D., Bakermans, J. J. ve Behrens, T. E., 2022. How to build a cognitive map, *Nature Neuroscience*, 25, 1257-1272.
- Wieser, M. J., Pauli, P. ve Mühlberger, A., 2009. Probing the attentional control theory in social anxiety: An emotional saccade task, *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 9, 314-322.
- Williams, G. V. ve Goldman-Rakic, P., 1995. Modulation of memory fields by dopamine D1 receptors in prefrontal cortex, *Nature*, 376, 572-575.
- Williamson, K. F., 2011. Multi-sensory processing in adults: An EEG study of latency and amplitude in the N1 and P2 peaks, Yüksek Lisans Tezi, University of Colorado, Colorado, USA.
- Willis, J., 2008. Building a bridge from neuroscience to the classroom, *Phi Delta Kappan*, 89, 6, 424-427.
- Wingenfeld, K. ve Wolf, O. T., 2014. Stress, memory, and the hippocampus, *Frontiers of Neurology and Neuroscience*, 34, 109-120.
- Wixted, J. T. ve Squire, L. R., 2011. The medial temporal lobe and the attributes of memory, *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 5, 210-217.
- Wolpert, D. M., Diedrichsen, J. ve Flanagan, J., 2011. Principles of sensorimotor learning, *Nature Reviews Neuroscience*, 12, 739-751.
- Woolfolk, A. E., 1993. Educational psychology, 5. baskı, Allyn and Bacon, Boston, USA.
- Woollett, K. ve Maguire, E. A., 2012. Exploring anterograde associative memory in london taxi drivers, *Neuroreport*, 23, 15, 885-888.
- Wortha, S. M., Bloechle, J., Ninaus, M., Kiili, K., Lindstedt, A., Bahnmueller, J., Moeller, K. ve Klein, E., 2020. Neurofunctional plasticity in fraction learning: An fMRI training study, *Trends in Neuroscience and Education*, 21, 1-15.
- Wu, H., Denna, T., Storkersen, J. ve Gerriets, V., 2019. Beyond a neurotransmitter: The role of serotonin in inflammation and immunity, *Pharmacological Research*, 140, 100-114.

- Yaple, Z. ve Arsalidou, M., 2018. N-back working memory task: Meta-analysis of normative fMRI studies with children, *Child Development*, 89, 6, 2010-2022.
- Yılmaz, M., 2009. Öğrenme ve bilgi ilişkisi, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 1, 173-191.
- Yonelinas, A. P. ve Ritchey, M., 2015. The slow forgetting of emotional episodic memories: An emotional binding account, *Trends in Cognitive Sciences*, 19, 5, 259-267.
- Yoon, B. E. ve Lee, C. J., 2014. GABA as a rising gliotransmitter, *Frontiers in Neural Circuits*, 8, 141, 1-8.
- Yuan, P. ve Naftali, R., 2014. Prefrontal cortex and executive functions in healthy adults: A meta-analysis of structural neuroimaging studies, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 42, 180-192.
- Zahr, N. M., Rohlfing, T., Pfefferbaum, A. ve Sullivan, E. V., 2009. Problem solving, working memory, and motor correlates of association and commissural fiber bundles in normal aging: A quantitative fiber tracking study, *Neuroimage*, 44, 3, 1050-1062.
- Zararsız, İ. ve Sarsılmaz, M., 2005. Prefrontal korteks, *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 25, 2, 232-237.
- Zatorre, R. J., 1984. Musical perception and cerebral function: A critical review, *Music Perception*, 2, 2, 196-221.
- Zatorre, R. J., Fields, R. ve Johansen-Berg, H., 2012. Plasticity in gray and white: Neuroimaging changes in brain structure during learning, *Nature Neuroscience*, 15, 528-536.
- Zelazo, P. D., Qu, L. ve Müller, U., 2005. Hot and cool aspects of executive function: Relations in early development, pp.71-93, in: Schneider W., Schumann-Hengsteler R. ve Sodian B. (Editor), *Young Children's Cognitive Development: Interrelationships Among Executive Functioning, Working Memory, Verbal Ability and Theory of Mind*, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, New Jersey, USA.
- Zhang, J., Yin, Z., Chen, P. ve Nichele, S., 2020. Emotion recognition using multi-modal data and machine learning techniques: A tutorial and review, *Information Fusion*, 59, 103-126.
- Zhang, K. ve Sejnowski, T. J., 2000. A universal scaling law between gray matter and white matter of cerebral cortex, *The Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97, 10, 5621-5626.

Zhang, S., Wang, Y., Deng, F., Zhong, S., Chen, L., Luo, X., Qui, S., Chen, P. ve Chen, G., 2018. Disruption of superficial white matter in the emotion regulation network in bipolar disorder, *Neuroimage Clinical*, 20, 875-882.

Zhao, C., Deng, W. ve Gage, F., 2008. Mechanisms and functional implications of adult neurogenesis, *Cell*, 132, 4, 645-660.

Zhou, Y. ve Danbolt, N. C., 2014. Glutamate as a neurotransmitter in the healthy brain, *Journal of Neural Transmission*, 121, 799-817.

Zhu, Y., Yang, D., Ji, W., Huang, T., Xue, L., Jiang, X., Chen, L. ve Wang, F., 2016. The relationship between neurocircuitry dysfunctions and attention deficit hyperactivity disorder: A review, *Biomed Research International*, 1-7.

URL-1 <<https://tr.wikipedia.org/wiki/N%C3%B6robilim>>, Erişim tarihi: 25.10.2022.

URL-2 <<https://dilsadturkdogan.com/sinir-sisteminin-gelisimi/>>, Erişim tarihi: 21.11.2022.

URL-3 <<https://www.fikir.gen.tr/sinir-sistemi-rahatsızlıkları-hangileridir/>>, Erişim tarihi: 21.11.2022.

URL 4
<https://milliiradekizaihl.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/63/14/762764/dosyalar/2020_11/12211636_Sinir_Sistemi_Konu.pdf>, Erişim tarihi: 20.03.2023.

URL-5 <<https://azkurs.org/sinir-sisteminin-fonksiyonlar.html>>, Erişim tarihi: 24.11.2022.

URL-6 <<https://www.eokultv.com/sinir-sisteminin-yapisi-gorevi-ve-isleyisi-11-sinif/23076/11-sinif-sinir-sistemi-16>>, Erişim tarihi: 20.03.2023.

URL-7 <<https://www.doktorfizik.com/sinir-sistemi/norobilim/beyin-anatomisi/>>, Erişim tarihi: 10.12.2022.

URL-8
<https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/79456/mod_resource/content/0/Hafta%208.pdf>, Erişim tarihi: 10.12.2022.

URL-9 <<https://www.sifalibitkilerim.com/hastaliklar/corpus-callasotomy-agenezisi.html>>, Erişim Tarihi: 12.12.2022.

URL-10 <<https://www.doktorfizik.com/sinir-sistemi/norobilim/beyin-anatomisi/>>, Erişim tarihi: 15.12.2022.

URL-11 <<http://psikolezyum.com/vmpfk/>>, Erişim tarihi: 18.12.2022.

URL-12
<http://docs.neu.edu.tr/staff/ruveyda.bayramoglu/BEY%C4%B0N%20ANATOM%C4%B0S%C4%B02_7.pdf>, Erişim tarihi: 25.12.2022.

URL-13 <<https://www.doktorfizik.com/sinir-sistemi/norobilim/limbik-sistem-nedir-gorevleri/>>, Erişim tarihi: 22.03.2022.

URL-14 <<https://perexpteamworks.com/2022/02/23/hipokampus/>>, Erişim tarihi: 26.12.2022 .

URL-15 <<https://www.doktorfizik.com/sinir-sistemi/norobilim/amigdala-nedir-yapisi-ve-gorevleri/>>, Erişim tarihi: 27.12.2022.

URL-16 <<https://docplayer.biz.tr/201477208-Ernest-haeckel-in-one-surdugu-birey-olus-soyolusun-hizli-bir-tekraridir-ya-da-degisik-bir-ifade.html>>, Erişim tarihi: 04.01.2023.



EKLER

EK A. Başarı Testi

EK B. Deney Grubuna Yönelik Uygulanan Ders Planları

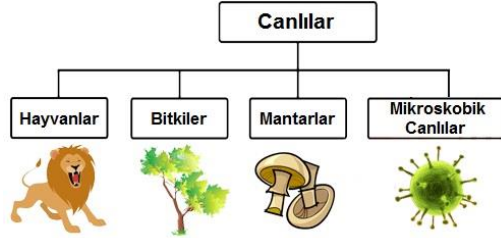
EK C. Kontrol Grubuna Yönelik Uygulanan Ders Planları

EK D. Etik Kurul İzin Onayı

EK E. Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma İzin Belgesi



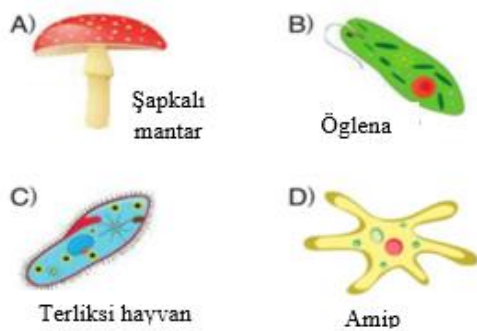
CANLILAR DÜNYASI ÜNİTESİ BAŞARI TESTİ



1. Yukarıda canlıların sınıflandırma basamakları verilmiştir. Bilim insanlarının bu sınıflandırmayı yapmalarındaki **temel amaç** nedir?

- A) Canlıları daha kolay inceleyebilmek
- B) Nesli tükenme tehlikesi olan canlıları korumak
- C) Doğadaki bütün canlıların isimlerini öğrenmek
- D) Canlıların yaşam koşullarını öğrenmek

2. Bilim insanları canlıları sahip oldukları benzer özelliklere göre sınıflandırarak birbirleriyle benzer özellikleri olan canlıları aynı grup altında incelemektedir. Aşağıda görselleri verilen canlılar benzer özelliklerine göre gruplandırılırsa hangi canlı **diğerlerinden farklı bir grupta yer alır**?



3. Gözle görülemeyen canlıları gözlemlemek için kullanılan alete mikroskop denir. Şekilde bir mikroskop görseli verilmiştir.



Aşağıda verilen canlılardan hangisini gözlemlemek için **mikroskoba ihtiyaç yoktur**?

- A) Bakteri
- B) Amip
- C) Kültür mantarı
- D) Terliksi hayvan

4. Mikroskop yapısındaki mercekler sayesinde canlıları incelemek için kullanılmaktadır.



Şekilde görseli verilen mikroskop ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Mikroskop ile görülebilen tüm canlılar zararlıdır.
- B) Uzun süre dışarıda kalan yiyeceklerimizi bozan canlıları bu aletle görebiliriz.
- C) Mikroskopla görülebilen canlılar genellikle ılık ve nemli yüzeylerde yaşamayı sever.
- D) Bağırsaklarımızda yaşayan bakteriler bu aletle görülebilir.

EK A (devam).

5. Aşağıda görselleri verilen canlılar mikroskopik canlılardır.



Verilen canlılarla ilgili;

I. Havada, suda ya da toprakta bulunabilirler.

II. Mikroskop kullanılarak görülebilirler.

III. Düşük sıcaklıklarda ve kuru ortamlarda yaşayabilirler.

yukarıdaki bilgilerden hangisi ya da hangileri görseldeki tüm canlılar için ortaktır?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) I ve II

D) I, II ve III

6. Şekilde görselleri verilen canlı bakteridir. Bakteriler, doğada zararlı ya da yararlı olabilirler.



Aşağıda bakterilere ait bazı özellikler verilmiştir. Verilen bu özelliklerden hangisi zararlı bakterilere aittir?

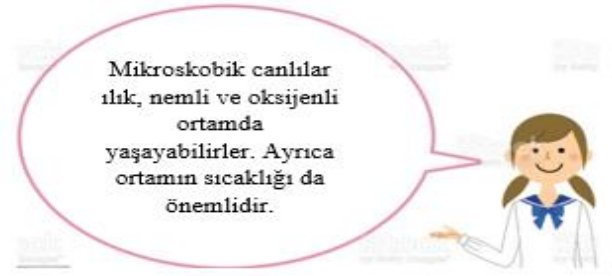
A) İnsan bağırsaklarında B ve K vitaminlerinin sentezlenmesine yardım eder.

B) Sütten yoğurt oluşumunu sağlar.

C) Dişlerin çürümmesine neden olur.

D) Üzümünden sirke elde edilmesini sağlar.

7.



Arzu öğretmen “Mikroskopik canlılar hangi ortamlarda yaşayabilirler?” sorusunu sınıfa yöneltmiş ve Ayşe, öğretmenin sorusuna yukarıdaki gibi cevap vererek soruyu doğru cevaplamıştır. Ayşe’nin verdiği cevaba göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Kurutulmuş gıdalar normal besinlere göre daha uzun süre boyunca saklanabilir.

B) Derin dondurucuda bekletilen gıdaların çabuk bozulmamasının nedeni mikroskopik canlıların soğuk ortamlarda etkisiz olmasıdır.

C) Ağzı açık bir salça kavanozunun içinde kısa sürede küf oluşumu gözlemlenir.

D) Çürümüş besinler buzdolabına koyulursa soğukta mikroskopik canlılar yaşayamayacağı için besin eski haline geri döner.

EK A (devam).

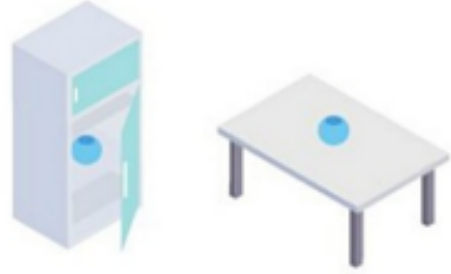
8.



Öğretmen öğrencileri ile yaptığı bir doğa gezisi sırasında mikroskopik canlıları anlatırken yukarıdaki konuşmayı yapmıştır. Öğretmenin konuşmasında boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi **gelemez?**

- A) Toprak altındaki ölü bitki ve hayvan kalıntılarını çürüterek toprağa kazandırır.
- B) El ve ayaklarda kaşıntıya neden olan hastalıklar yapabilirler.
- C) Aşı ve antibiyotik yapımında kullanılırlar.
- D) Sütten peynir yapımında görev alırlar.

9. Çağan besinlerin bozulmasının nedenlerini araştırmak için 2 dilim ekmek keserek ekmekleri bir hafta boyunca gözlemlemiştir. Ekmeklerden 1 tanesini mutfak masasının üzerinde poşetli bir şekilde bekletirken diğer ekmeği poşetli bir şekilde buzdolabında bekletmiştir. Bir hafta sonunda her iki ekmekte de kuruma olmadığını; fakat mutfak masasının üzerindeki ekmekte küf oluşumunu gözlemlerken buzdolabındaki ekmekte herhangi bir küf oluşmadığını gözlemlemiştir.



Çağan'ın yaptığı deneyin sonuçlarına göre aşağıdakilerden hangisine **ulaşamaz?**

- A) Mikroskopik canlıların yaşayabilmesi için besine ihtiyaç vardır.
- B) Deneyde kullanılan poşet besin içerisindeki nemi korumuş ve ekmeği kurutmamıştır.
- C) Mikroskopik canlıların yaşayabilmesi için ortam sıcaklığının uygun değerlerde olması önemlidir.
- D) Mikroskopik canlılar uygun besin bulunan ortamlarda her zaman yaşayabilirler.

EK A (devam).

10. Mantarlar; küf mantarları, parazit mantarlar, maya mantarları ve şapkalı mantarlar olmak üzere 4 alt grupta incelenebilir.



Yukarıdaki görselde verilen mantar çeşitleri ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Küf mantarları; açıkta bırakılan yiyeceklerin üzerinde yaşar.
- B) Maya mantarları; hamurun mayalanmasını sağlar.
- C) Parazit mantarlar; saçkıran, pamukçuk gibi hastalıklar yapar.
- D) Şapkalı mantarlar; güneş ışığı yardımıyla kendi besinlerini üretirler.

11.



Yukarıdaki şekilde görseli verilen mantar çeşidi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Bu mantarlar kendi besinlerini üretemediklerinden besinler üzerinde yaşarlar.
- B) Bu mantarların yaşaması için kuru ortam gereklidir.
- C) Görseli verilen mantar çeşidi küf mantarıdır.
- D) Bu besinler buzdolabına koyulsaydı üzerlerinde mantar oluşma ihtimali azalırdı.

12. Mantarlar özelliklerine göre 4 farklı grupta sınıflandırılmaktadır. Aşağıdaki görselde bu sınıflandırılma basamakları verilmiştir.



Sınıfa mantarlar konusunu anlatan öğretmen, mantar türlerinden biri ile ilgili şu bilgileri vermiştir.

Doğada yararlı ya da zararlı türleri vardır. Toprak altındaki ölü canlılarla beslenir. Vitamin ve protein bakımından zengindir.

Öğretmenin verdiği bilgiler hangi mantar türüne aittir?

- A) Şapkalı mantar
- B) Küf mantarı
- C) Maya mantarı
- D) Parazit mantar

EK A (devam).

13. Maya mantarının yaşama koşullarını öğrencilerine göstermek isteyen Halit öğretmen, öğrencilerine şekildeki deneyi yapmıştır.



Halit öğretmen bu deneyi yapabilmek için pet şişe içerisine uygun sıcaklıkta su, besin ve maya koymuştur. **Halit öğretmenin yaptığı bu deneyle ilgili,**

- I. Maya mantarı uygun koşullarda yaşamaya başlamıştır.
- II. Balonun şişmesi maya mantarının canlı olduğunu göstermektedir.
- III. Maya mantarının yaşayabilmesi için besine ihtiyaç yoktur, kendisi zaten besindir.

verilen bilgilerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A) I ve II
- B) I ve III
- C) II ve III
- D) I, II ve III

14. Şapkalı mantarlar doğada bulunan mantar çeşididir.

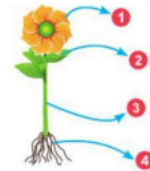


Yukarıda şekli verilen şapkalı mantarlar protein bakımından oldukça zengin olmasından ötürü besin olarak tüketilirler. Ancak doğada bulunan tüm şapkalı mantarlar yenmez. Oldukça zehirli olan şapkalı mantarların yenmesi durumunda ani ölümler oluşabilir. Bazı şapkalı mantarlar besin olarak tüketilmek için üretim tesislerinde üretilir.

Aşağıdaki mantar çeşitlerinden hangisi besin olarak tüketilebilen şapkalı mantar çeşididir?

- A) Parazit mantar
- B) Küf mantarı
- C) Kültür mantarı
- D) Maya mantarı

15.



Yukarıda bir bitkinin temel kısımları gösterilmiştir. Şekilde numaralarla gösterilen bölümlere ilişkin aşağıda verilen ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) 1 numara ile gösterilen kısım tüm bitkilerde bulunmayabilir
- B) 2 numara ile gösterilen kısım bitkinin üreme organıdır
- C) 3 numara ile gösterilen kısım gövde denir
- D) 4 numara ile gösterilen kısım bitkiyi toprağa bağlar

EK A (devam).

16. Bitkinin temel kısımları kök gövde ve yapraklardır. Ayrıca bitkiler çiçek bulundurup bulundurmama özelliklerine göre çiçekli ya da çiçeksiz bitkiler olarak iki grupta sınıflandırılabilirler.



Öğretmen akıllı tahtaya yansıttığı bitki fotoğraflarını öğrencilerine göstererek bu bitkileri çiçekli ya da çiçeksiz bitkiler olarak sınıflandırmalarını istemiştir. Ayşe görseli verilen bitkilerle ilgili tablodaki gibi bir sınıflandırma yapmıştır.

Çiçekli bitkiler	Çiçeksiz bitkiler
Meşe palamudu Böğürtlen	Eğrelti otu Kara yosunu

Ayşe'nin hazırladığı tablo ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Tablo doğru hazırlanmıştır.
- B) Meşe palamudu ve eğrelti otu yer değiştirmelidir.
- C) Tablo başlıkları yer değiştirmelidir.
- D) Meşe palamudu çiçeksiz bitkilere yazılmalıdır.

17. Çiçekli bitkiler kök, gövde, yaprak ve çiçek temel kısımlarından oluşur. Aşağıda bu temel kısımlardan birine ait bir görsel verilmiştir.



Görseli verilen bitki kısmı ile ilgili;

- I. Bitkinin üreme organıdır.
- II. Güneş ışığını kullanarak besin üretir.
- III. Bitkinin dik durmasını sağlar.
- IV. Topraktan alınan besinleri yaprağa iletir.

verilen bilgilerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I, II ve III
- D) I, II ve IV

EK A (devam).

18. Çagan aynı büyüklükte iki su bardağının içerisine eşit miktarda su doldurmuştur. Bardaklardan birinin içerisine kırmızı gıda boyası ekleyerek iki bardağa da özdeş birer çiçek koymuştur.



Çagan 3-4 saat sonra bitkileri gözlemlediğinde kırmızı gıda boyası konulan bardağın içerisindeki bitkinin gövdesi, yaprakları ve çiçeklerinin kırmızıya döndüğünü, diğer bitkinin ise temel kısımlarında renk değişimi olmadığını gözlemlemiştir.

Çagan'ın yaptığı bu deneyin sonuçlarına göre aşağıdakilerden hangisine ulaşılabilir?

- A) Çiçek bitkinin üreme organıdır.
- B) Gövde kökler aracılığıyla topraktan alınan suyu bitkinin diğer kısımlarına taşır.
- C) Bu deney ile yaprakların besin ürettiği gözlemlenebilir.
- D) Gövde bitkinin dik durmasını sağlar.

19. Omurgalı hayvanlar; beslenme, üreme, hareket gibi özelliklerine göre kuşlar, balıklar, memeliler, sürüngenler ve kurbağalar olarak sınıflandırılırlar.



Yukarıdaki bilgi kartında omurgalı bir hayvan olan yarasaya ait özellikler verilmiştir. **Verilen özelliklerden hangisi çıkartılırsa bilgi kartı tamamıyla doğru olur?**

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

20. Hayvanlar vücutlarında omurga bulundurup bulundurmamalarına göre omurgalı ya da omurgasız hayvanlar olarak sınıflandırılırlar.



Yukarıda omurgalı hayvanlara ait görseller verilmiştir. **Görseldeki canlılarla ilgili;**

- I. Yumurtlayarak çoğalırlar.
- II. Yavru bakımı yapmazlar.
- III. Vücutları tüylerle kaplıdır.
- IV. Karada yaşarlar.

verilen bilgilerden hangisi ya da hangileri görseldeki tüm canlılar için ortaktır?

- A)Yalnız I B) I ve II
C) II ve III ve IV D) I, II, III ve IV

EK A (devam).

21. Hayvanlar vücutlarında omurga bulundurup bulundurmama durumlarına göre omurgalı ya da omurgasız hayvanlar olarak sınıflandırılırlar.



Mehmet öğretmen öğrencilerine yukarıdaki fotoğrafları göstererek bu canlıları omurgalı ya da omurgasız olarak sınıflandırmalarını istemiştir. Sınıflandırmada bir canlı diğerlerinden farklı bir grupta yer almaktadır. Diğerlerinden farklı grupta yer alan canlı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Örümcek B) Balık
C) Kurbağa D) Yılan

22.

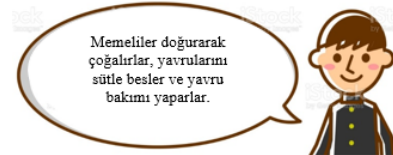


Yusuf öğretmen omurgalı ve omurgasız hayvanların özelliklerini anlatırken öğrencilerinden omurgalı hayvanlara örnek vermesini istemiş ve öğrenciler yukarıdaki gibi cevap vermiştir.

Yukarıda cevapları verilen öğrencilerden hangisinin cevapları tamamen doğrudur?

- A) Utku B) Seda C) Ceren D) Hasan

23. Ziya öğretmen öğrencilerine omurgalı hayvanlar konusunu anlatırken memeli canlılarla ilgili aşağıdaki bilgileri vermiştir.



Ziya öğretmen yukarıdaki bilgileri verdikten sonra öğrencilerden bu özellikleri taşıyan memeli canlılara örnek vermelerini istemiştir. Öğrenciler öğretmenin sorusuna;

- Ahmet :Yılan
Ayşe :Kurbağa
Selin :Balina
Yusuf :Tavuk

Cevaplarını vermiştir. Öğrencilerin verdiği cevaplardan kaç tanesi doğrudur?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

EK B. Deney Grubuna Yönelik Uygulanan Ders Planları

EK B1. 1. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım

BÖLÜM 2

Önerilen Süre	1 Ders Saati
Öğrenci Kazanımları /Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Buluş yoluyla öğretim, teknoloji destekli öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, Youtube, hafıza oyunu kartları
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanağı	Her bir etkinliğe ilişkin bilimsel çalışma dayanakları eklenmiştir. 14. Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Sarkı etkinliği 1) https://ysjournal.com/the-effects-of-studying-music-on-brain-waves-demonstrated-through-eeg-technology/ 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030439401400367X?casa_token=OxBrb9KxjFEAAAAA:Z8Z7qTlWHMuFZKuCeO3lji51K570E43xMaAZoBOvDDYTSCoYhZdLJC-OKcF03Db6PTyLrlrazg 3) http://dspace.kocaeli.edu.tr:8080/xmlui/handle/11493/1445 4) https://link.springer.com/article/10.1007/s10548-020-00758-5 • Hafıza oyunu 1) https://srcd.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cdev.13080?casa_token=cN6tChydW_QAAAAA%3AFxqjdmcqZE34xaJvro5tgT97XgCpKdXhX4arzXR0Y3FVgWw31cuqK1RNOH32J6OqePCeqy5uaYDfBl4 2) https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/9417/94171L/Interaction-of-multiple-networks-modulated-by-the-working-memory-training/10.1117/12.2076334.short?SSO=1&tab=ArticleLinkFigureTable • Günlük yaşamla ilişkilendirme 1) https://link.springer.com/article/10.1007/s11125-017-9388-7

	• <u>Ders içi etkileşim</u> 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstract 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • <u>Dikkat çekme</u> 1) https://dl.acm.org/doi/10.1145/2030092.2030099 2) https://www.nature.com/articles/s41539-021-00094-8 • <u>Fotoğraf gösterme</u> 1) https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6788521
Etkinlikler	Derse Giriş • <i>Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri</i> “10 Parmak 10 Nefes” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • <i>Dikkat Çekme (Şarkı etkinliği)</i> Youtube üzerinden açılan bir şarkı ile derse giriş yapılır. Öğrencilerden şarkıyı dinlerken duydukları ve ilgilerini çeken kelimeleri not etmeleri istenir. Şarkı erişim linki: https://www.youtube.com/watch?v=nYqKLx-Il84 • <i>Güdüleme (Hafıza oyunu)</i> Sınıfa çeşitli canlı kartlarının (canlı görselleri ve görsellerin altında canlı adının yazıldığı 20 adet oyun kartı) yer aldığı 3 kutu getirilir ve öğrencilerin hafıza oyunu oynaması istenir. Her bir kutuda aynı canlıların olduğu 20 adet kart olacaktır. Rastgele seçilen 3 öğrenci hafıza kutularına sırasıyla gelir ve kutulara 20 saniye boyunca bakmaları istenir. Her bir öğrenci görevini tamamladıktan sonra akıllarında kalan canlıları söylemeleri istenir. Daha çok canlı hatırlayan oyunu kazanır. (Kartlarda 6 bitki, 6 hayvan, 4 mikroskobik canlı, 4 mantar görseli bulunmaktadır.) Derse Geçiş • <i>Günlük yaşantı ile ilişki kurma</i> Sınıflandırmanın ne olduğu ve önemi günlük hayattaki örneklerle ilişkilendirilerek soru-cevap etkinliği ile kavratılır (dolaplarda yapılan sınıflandırma, mutfakta yapılan sınıflandırma v.b.).
Dersin İşlenişi	Ayrıntılı Yeni bir üniteye geçileceği ve ünitenin adının “Canlılar Dünyası” olduğu ifade edilir. Ünite kapsamında evrende canlı olarak sınıflandırılan varlıkların tanıtılacağı, bu varlıkların benzer ve ortak özelliklerinin anlatılacağı hakkında bilgilendirme yapılır. Ünite süresince her ders başında öğrencilerle ortalama 3 ya da 5 dakikalık süreçlerde egzersizler yapılacağı hakkında bir bilgi verilir. Her bir etkinliğin nasıl yapılacağını öğretmen tarafından anlatılacağı ve sakince öğretmeni dinleyerek egzersizlerin uygulanması gerektiği üzerine kısa bir konuşma yapılır. Derse girişte, "10 parmak 10 nefes" egzersizi öğrencilerin rahatlamaları, kaygılarının azalması ve düşüncelerinin farkına varılması için yönergedeki maddeler doğrultusunda öğrencilere yaptırılır. <u>10 Parmak 10 Nefes etkinliği</u> ✓ Sırtını uzun tutarak rahat bir sandalyeye otur. ✓ Bacaklarının üzerine iki elini koy ve parmaklarını aç. ✓ Şimdi dikkatini burnundan girip çıkan nefese ver. ✓ Her nefes verişten sonra parmaklarından birini kapat. ✓ 10 nefes alış-veriş bitip de iki elin yumruk şekline geldiğinde yine her nefes verişten sonra parmaklarından birini açmaya başla. ✓ İki elinin parmakları tam açılana kadar devam et.

(Ortalama 3 dakika etkinlik tekrar ettirilir.)

Etkinlik sonrası derse giriş yapılır. Çocuklara dinlemeleri için youtube üzerinden bir şarkı açılır ve öğrencilerin şarkıyı dinlerken ilgilerini çeken farklı kelimeleri not etmeleri istenir. Şarkı dinlendikten sonra not ettikleri kelimeleri paylaşmak isteyen öğrencilere söz hakkı verilir. Bu esnada mikroskobik canlı kelimesini duyan pek çok çocuğun mikroskop gözlemi yapıp yapmayacakları sorusu muhtemel bir soru olarak düşünülmektedir. Burada çocuklara ilerleyen derslerde mikroskop kullanılacağı bilgisi verilir. Ayrıca öğrencilerin duydukları kelimelerden farklı olduğunu düşündükleri canlı isimleri olursa bunların hepsiyle ilgili ilerleyen derslerde net bilgiler verileceği açıklaması yapılır.

Sıradaki etkinlik hafıza oyunu olacaktır. Öğrencilere oyunun kuralları anlatılır.

Hafıza oyunu kuralları:

- Öğretmen masasında duran 3 kutu içerisinde 20 adet canlı kartı bulunmaktadır. Her bir kutudaki kartlar birbirinin aynısıdır.
- Kartlarda canlılara ait görseller ve isimleri yer almaktadır.
- Öğrenciler 3 kişi şeklinde tahtaya çıkacaktır.
- 3 kişi aynı anda 20 saniye süreyle kendi kutusundaki kartlara bakacaktır.
- 20 saniye süre sonunda her bir öğrenci kimseye söylemeden aklında kalan canlıları not edecektir.
- Bu şekilde tüm öğrenciler oyunu oynayacaktır.
- En çok canlı hatırlayıp not eden öğrenci yarışmanın galibi olacaktır.

Etkinlik sonunda öğrendiklerimizi hafızamızda daha iyi tutabilmek için çeşitli kodlamalar ya da sınıflandırmalar yapabileceğimiz üzerine konuşulur. Bu konuda bu kartlardaki canlıları nasıl sınıflandırabiliriz, sorusu öğrencilere yöneltilir. Canlı kartları hamur yapıştırıcı yardımıyla tahtaya yapıştırılır ve her öğrencinin bu kartları görmesi sağlanır. Hangi kartlardaki canlılar birbiriyle aynı sınıfa alınabilir, sorusu yöneltilir. Öğrencilerden gelen cevaplara göre canlılar gruplandırılır.

Oyun kartlarını sınıflandırmaya çalışan öğrencilerin bu canlıların hangi özelliklerini dikkate alarak sınıflandırma yaptıkları üzerine konuşulur. Burada öğrencilerin “beslenme, hareket etme, gözle görülebilme/görülebilme gibi temel özellikler söylemesi beklenir. Bu soru cevap etkinlikleri sonunda sınıflandırmanın ne olduğu ve önemi öğrencilere anlatılır.

“Sınıflandırma hayatımızın pek çok alanında kullanabileceğimiz canlı ya da cansız varlıkları belli özelliklerine göre gruplara alarak hayatımızı kolaylaştırmaya yarayan bir işlemdir. Annelerimiz mutfakta tüm baharatları (nane, pul biber, ...) ayrı ayrı kavanozlara koyar. Aynı şekilde pirinç mercimek gibi bakliyatların her birini de ayrı ayrı kavanozlara koyar. Bakliyat kavanozları ve baharat kavanozlarını da farklı yerlerde tutarak bunların birbirine karışmamasını sağlar. Bu bir sınıflandırmadır. Burada benzer özellik gösteren baharatlar ve bakliyatlar kendi içlerinde aynı grupta birleştirilmiştir. Ya da gardıroplarımızda çoraplarımız ve kazaklarımız aynı yerde bulunmaz. Bunlar da gösterdikleri benzer özelliklere göre birbirinden ayrılır ve farklı yerlere konur. Gördüğünüz gibi hayatımızın pek çok alanında sınıflandırma yapmaktayız. Bu tür sınıflandırmalarda temel mantık hayatı kolaylaştırmaktır. Sınıflandırmanın temel amacı işlerimizi kolaylaştırmak olunca bunu bilimde de kullanmak bilim insanları için çok önemli olmuştur.” şeklinde bir açıklama yapılarak sınıflandırma konusuna giriş yapılır.

Sınıflandırmanın ne olduğu belirtildikten sonra canlıların sınıflandırılmasının önemine değinilerek; “Doğada isimlerini saymakla bitiremeyeceğimiz milyonlarca canlı türü vardır. Aynı zamanda keşif süreci de devam etmektedir. Bu canlıların hepsini tek tek incelemek yerine bunları benzer özelliklerine göre sınıflara koyarak ortak özelliklerini belirlemek milyonlarca canlıya daha kolay hakim olmamızı sağlayacaktır. Bu nedenle; canlıları beslenme, üreme, gözle görülebilme ya da görülebilme gibi ortak

özelliklerine göre sınıflandırma yaparak incelemek bilimde de çok önemlidir. Örneğin; çam ağacı bir bitkidir. Elma ağacı da bir bitkidir. Dikkat ederseniz ikisi için de bitkidir dedik; çünkü bu iki canlıyı benzer özelliklerine göre diğer canlılardan ayırarak aynı sınıflandırmaya dahil ettik.” açıklamaları öğretmen tarafından yapılır.

Canlıların sınıflandırılmasında 4 temel basamak olduğu bilgisi verilir ve “Doğadaki milyonlarca canlı için bilim insanları incelemeler yaparak 4 temel sınıflandırma basamağı belirlemiştir. Bunlar; mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler ve hayvanlardır. İşte milyonlarca canlının her biri bu 4 gruptan birine girmektedir.” açıklamaları öğretmen tarafından yapılır. (Burada sınıflandırma basamaklarına ilişkin, tür, cins, alem, takım, sınıf ayırımına girilmez.).

Tahtaya sınıflandırma basamakları (mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar) yazılır ve öğrencilerden bu basamaklara örnek vermeleri istenir. Neden bu şekilde sınıflandırdıkları sorusu da konuşularak sınıflandırmada benzer özelliklerin önemine değinilir ve öğretmen tarafından sınıflandırmanın geçmişi ile ilgili; “Milattan önce canlıları ilk defa sınıflandıran bilim insanı Aristoteles’tir. Aristoteles, canlıları dış görünüşlerine göre “Bitkiler” ve “Hayvanlar” olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Mikroskopik canlıların keşfedilmesinden sonra Aristoteles’in gruplandırması geçerliğini kaybetmiştir. Günümüzde kabul görmüş olan sınıflandırmayı Carlous Linnaeus gerçekleştirmiştir ve canlıları; mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler ve hayvanlar olmak üzere 4 temel gruba ayırmıştır.” açıklamaları yapılır.

Dersin sonunda sınıfa getirilen kutudaki kartlar hamur yapıştırıcı yardımıyla tahtaya tekrar yapıştırılır ve bu canlıları 4 sınıfa uygun şekilde yerleştirme üzerine soru-cevap etkinliği yapılır. Yapılan sınıflandırmada neden o sınıfa girmesi gerektiği üzerine konuşulur. Bu konuşmada gösterdikleri benzer özelliklerin üstünde durulur ve sınıflandırmanın temel mantığı öğrencilere tekrar hatırlatılır.



Şekil B.1. Oyun kartlarındaki 4 mikroskopik canlı örneği isim ve görselleri.



Şekil B.2. Oyun kartlarındaki 4 çeşit mantara ait canlı örnekleri isim ve görselleri.

	 Şekil B.3. Oyun kartlarındaki 6 çeşit bitkiye ait canlı örnekleri isim ve görselleri.  Şekil B.4. Oyun kartlarındaki 6 çeşit hayvana ait canlı örnekleri isim ve görselleri.
Konu Özeti	Doğada milyonlarca canlı vardır. Bu canlıların incelenmesi ve tanınmasını kolaylaştırmak için bilim insanları canlıları, benzer özelliklerini dikkate alarak gruplandırmıştır. Bilim insanları canlıları gruplandırmaları sırasında; canlıların beslenme, hareket etme, üreme gibi özelliklerini dikkate almıştır. Milattan önce canlıları ilk defa sınıflandıran bilim insanı Aristoteles'tir. Aristoteles, canlıları dış görünüşlerine göre 'Bitkiler' ve 'Hayvanlar' olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Mikroskobik canlıların keşfedilmesinden sonra Aristoteles'in gruplandırması geçerliğini kaybetmiştir. Günümüzde kabul görmüş olan sınıflandırmayı Carlous Linnaeus gerçekleştirmiştir ve canlıları; mikroskobik canlılar, mantarlar, bitkiler ve hayvanlar olmak üzere 4 temel gruba ayırmıştır.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Canlı kartlarının yer aldığı kutudaki tüm kartlar tahtaya yapıştırılır ve öğrencilerden parmak kaldırarak istekli olanların bu canlıları uygun olan sınıfa yerleştirmeleri istenir. Sınıflandırmada; kartlarda bulunan resimlere göre canlılar 4 temel sınıftan uygun olana yerleştirilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

EK B2. 2. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	Canlı örnekleri öğrencilere koklatılırken eldiven kullanılacaktır.
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Buluş yoluyla öğretim, inceleme, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, Youtube, koku duyusunu uyarıcı materyaller, hafıza kartları, tahta afişi
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-11cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Şarkı etkinliği 1) https://ysjournal.com/the-effects-of-studying-music-on-brain-waves-demonstrated-through-eeg-technology/ 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030439401400367X?casa_token=OxBrb9KxjFEAAAAA:Z8Z7qTIWHMuFZKuCeO3lji51K570E43xMaAZoBOvDDYTscOYhZdLJC-OKcF03Db6PTyLrlrazg 3) http://dspace.kocaeli.edu.tr:8080/xmlui/handle/11493/1445 4) https://link.springer.com/article/10.1007/s10548-020-00758-5 • Hafıza oyunu 1) https://srcd.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cdev.13080?casa_token=cN6tChydW_QAAAAA%3AFxqjmcqZE34xaJvro5tgT97XgCpkDxHx4arzXR0Y3FVgWw31cuqK1RNOH32J6OqePCeqy5uaYDfBl4 2) https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/9417/94171L/Interaction-of-multiple-networks-modulated-by-the-working-memory-training/10.1117/12.2076334.short?SSO=1&tab=ArticleLinkFigureTable • Öğrenmede birden fazla duyu organını devreye sokma 1) https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21622965.2020.1772794?casa_token=zmUFYdEaNBMAAAAA%3AZ1IgiOBPaLprhBTEaHvwc_gav1890-rbmIX1Vt-fto6JYudrDeInHXoNjl5P6XmmOIYLBnFnGkN0Nw 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878929321001006

	3) https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21622965.2021.1908897?casa_token=wPlcUG2IRHEAAAAA%3AawksdpGzL37zl-ocTFc7K9Ixx5kfI3mR6uToZJCXfN-9SV-1TpBV7qjYUHLAaGeSr31yBgDAZKthV6A • <u>Ders içi etkileşim</u> 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstract 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • <u>Dikkat çekme</u> 1) https://dl.acm.org/doi/10.1145/2030092.2030099 2) https://www.nature.com/articles/s41539-021-00094-8 • <u>Çevrim içi öğrenme (claasroom ödevi)</u> 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518300794?casa_token=HGK4HmtoMSMAAAAA:fPiEvrqJQtyfkR-xCqavpsqmkp_R2MMISgkIBSyWhcqW0QRiv3T0McY-k3pYWMjDOOZOBnlG
Etkinlikler	Derse Giriş • <i>Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri</i> “Düşünce Avcısı” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • <i>Dikkat Çekme (Merak uyandırma)</i> Sınıfa bez parçalarına sarılmış halde bazı maddeler getirilir (kahve, portakal kabuğu, küflü ekmek, nane). Maddeler öğrencilere koklatılarak ne olduklarını tahmin etmeleri istenir. • <i>Güdüleme (Hafta oyunu)</i> Bir önceki ders sınıfa getirilen kartlar tekrar masaya dökülür. Öğrenciler sırayla tahtaya çıkartılır. Kartlar ön yüzleri açık bir şekilde öğretmen masasına dizilir. Masa sınıfın ortasına konumlandırılır. Öğrencinin kartlara iyice bakması ve kapatıldıklarında yerlerini unutmaması istenir. Kartlar ters çevrilerek kart eşleştirme oyunu oynanır. Oyun süresince süre tutulur. Daha kısa sürede bitiren öğrenci oyunun galibi olur. Derse Geçiş • <i>Öğrenmede daha çok duyu organını devreye sokmak (görme-işitme-koklama-dokunma)</i> Sınıflandırmanın ne demek olduğu ve ne için kullanıldığı hatırlatılarak canlıların sınıflandırma basamakları tahtaya yazılır. Görsel materyal sunmak için daha önce öğretmen tarafından hazırlanmış olan afişler tahtaya asılır. Afişler üzerinde canlıların sınıflandırma basamakları vardır. 1. ders sınıfa getirilen kutudaki kartlar masaya dökülür. Rastgele çağrılan öğrencilerin canlı fotoğraflarını doğru yerlere yapıştırmaları istenir. Etkinlik, 1. ders dinlenen şarkı ile devam eder. Şarkı tekrar açılarak öğrencilerin bir daha dinlemeleri istenir. Şarkıyı dinlerken duydukları canlı isimlerini bir kağıda yazmaları istenir. Daha sonra o canlı isimleri de tahtada uygun yerlere yapıştırılır. Son olarak sınıfa öğretmen tarafından getirilen ve derse giriş anında öğrencilerin koklaması istenilen maddelerin hangi sınıflandırma basamağında olduğu afişte uygun yere yapıştırılır.
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Öğrencilerle düşüncelerinin farkına varılması amacıyla 'Düşünce Avcısı' adlı nefes egzersizi yapılır. <u>Düşünce Avcısı</u> ✓ Sessiz bir yerde rahatça oturup gözlerini kapat. Düşüncelerini avlamaya hazır mısın? ✓ Şimdi her nefes verişinden sonra 1'den 10'a doğru saymaya başlayacaksın. ✓ Nefes al – nefes ver, 1, 2, 3, ... 10. Nefes al – nefes ver 2, 3, 4, ... 10. Nefes al – nefes ver, 3, 4, 5, ... 10 şeklinde devam edebilirsin.

- ✓ Nefes verirken aklına herhangi bir düşünce geldiğinde tekrar 1'den başlayarak saymaya devam etmelisin.
- ✓ Çok küçük bir düşünce de olsa onu hemen fark edip 1'den başlamalısın.
- ✓ Bu etkinlikte 10'a kadar saymak önemli değil. Önemli olan ne düşündüğünü fark etmektir.

(Etkinlik ortalama 3 dakika boyunca devam ettirilir.)

Etkinlik sonrası derse giriş yapılır. Öğretmen elinde bez parçasına sarılı 4 adet canlı örneği getirir. Bez parçalarında kahve, portakal kabuğu, küflü ekmek ve nane olacaktır. Çocuklara derse girişte bu bez parçalarına sarılı olan örnekler koklatılarak ne olduklarını tahmin etmeleri istenir. Tüm istekli öğrenciler koklayarak tahminde bulunduktan sonra bez parçaları açılarak örnekler hakkında konuşulur.

Sıradaki etkinlik kart eşleştirme oyunu olacaktır. Çocuklara oyunun kuralları anlatılır.

Kart eşleştirme oyunu kuralları:

- Bir önceki derste kullanılan canlı kartları her bir karttan 2 tane olacak şekilde (toplam 10 canlı örneği – 20 kart) öğretmen masasına dizilir.
- Tahtaya gelen öğrencilerin 15 saniye süreyle bu kartlara bakma hakkı olacaktır.
- 15 saniye sonunda kartlar ters çevrilecek ve öğrencilerin doğru kartları birbirleriyle eşleştirmesi istenecektir.
- Her bir öğrencinin oyunu süresince kronometre tutulacaktır.
- Tüm öğrenciler oynadıktan sonra en kısa sürede oyunu tamamlayan galip olacaktır.

Etkinlik sonrası sınıflandırma basamakları tekrar anlatılır. Tahtaya öğretmen tarafından hazırlanmış olan afişler hamur yapıştırıcı yardımıyla yapıştırılır ve canlı kartlarındaki 20 canlının doğru sınıflandırılması öğrencilerin cevapları ile belirlenir. Doğru tahmin edilen canlı kartları afişlerdeki uygun yerlere hamur yapıştırıcı ile yapıştırılır.

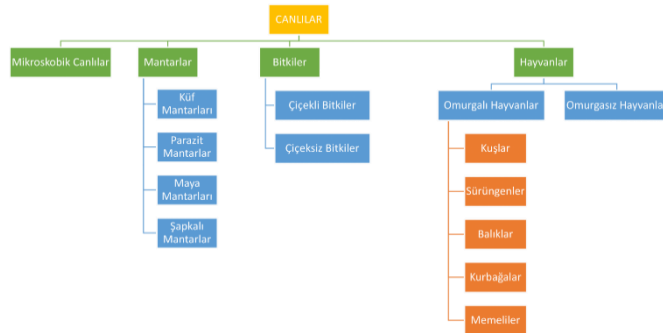
Bir önceki ders dinletilen şarkı tekrar açılır ve öğrencilerin daha dikkatli dinleyerek duydukları tüm canlı isimlerini not etmeleri istenir. Şarkı sonunda öğrencilerin not ettiği canlılar, afişte uygun yerlere yapıştırılır. Son olarak da dersin başında koklatılan canlıların basamakları belirlenir ve afişte uygun yerlere isimleri yapıştırılır.

Ders sonunda tahtaya tüm sınıflandırma basamakları yazılır ve canlıların kaç gruba ayrıldığı üzerine konuşulur.

Dersin sonunda öğrencilere ev ödevi verilir. Ev ödevinin ayrıntılarından bahsedilir.

Ev ödevi: 4 dilim ekmek kesiniz. Dilimlerden birini açık bir şekilde mutfak camının önünde, birini poşetin içerisine koyarak mutfak camının önünde, bir diğerini açık bir şekilde buzdolabında, sonuncu ekmek dilimini ise poşetli bir şekilde buzdolabının içerisinde bir hafta süreyle bekletiniz. 1 hafta sonraki dersimize getiriniz.

Ev Ödevi: Classroom sınıfı üzerinden bir etkinlik gönderileceği bilgisi verilir.



Şekil B.5. Tahtaya yazılacak sınıflandırma basamakları görseli.

Konu Özeti	Sınıflandırma canlıların benzer özelliklerine göre gruplandırılmasına sınıflandırma denir. Bu benzer özellikler; beslenme özellikleri, üreme özellikleri gibi özelliklerdir. Canlılar bu özellikler dikkate alınarak 4 sınıfa ayrılır. Bunlar; mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler ve hayvanlardır.
-------------------	---

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Canlı kartlarındaki canlıların uygun sınıflandırma basamaklarına dahil edilmesi üzerine tartışma yapılır. Aynı zamanda dinlenen şarkıda ismi geçen canlıların da uygun basamaklara yerleştirilmeleri sağlanır. Classroom üzerinden, https://wordwall.net/tr/resource/7498961/canl%C4%B1lar%C4%B1n-s%C4%B1n%C4%B1fland%C4%B1r%C4%B1lmas%C4%B1 etkinliği gönderilir ve öğrencilerin evde yapmaları sağlanır. Bu etkinlikle sınıflandırma basamaklarına hakim olmaları amaçlanmaktadır.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.

EK B3. 3. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Buluş yoluyla öğretim, yaparak yaşayarak öğrenme, gezi, gözlem, tartışma, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, büyüteç, toplama kabı, küflenmiş ekmek
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanağı	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 4) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-11cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 5) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 6) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 5) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstract 6) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 7) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 8) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Dikkat çekme 1) https://dl.acm.org/doi/10.1145/2030092.2030099 2) https://www.nature.com/articles/s41539-021-00094-8 • Sınıf dışı öğrenme ortamları 1) https://www2.cortland.edu/dotAsset/204e3e58-ec1a-47b0-9fca-437809d1eb9e.pdf#page=36 2) https://link.springer.com/article/10.1007/BF03401021
Etkinlikler	Derse Giriş • Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri “Çiçeği Kokla Mumu Üfle” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması

	kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • Dikkat Çekme (Merak uyandırma-yenilik) Her bir öğrenci için büyüteç ve toplama kabı öğretmen tarafından sınıfa getirilir. Bu materyaller derse girişte öğrencilerin masasına konur. Bunlarla ne yapılacağı üzerine ufak bir konuşma yapılır. • Güdüleme (Doğayı keşif) Öğrencilere verilen materyallerin ne olduğu anlatılır. Öğretmen tarafından sınıfa getirilen bir küflü ekmek parçasını büyüteçle gözlemleri istenir. Daha sonra öğrenciler okul bahçesine çıkartılarak karşılaştıkları tüm canlıları toplamaları istenir. Öğrenciler 15 dakika boyunca gözlem yaparak örnek toplar. Derse Geçiş Doğa gezisi süresince öğrencilerin topladıkları canlı örnekleri sınıfa getirilerek toplanılan canlı örneklerinin sınıflandırma basamaklarından hangilerine ait olduğu üzerine tartışılır.
Dersin İşlenişi	Ayrıntılı Yönergeler doğrultusunda “Çiçeği Kokla Mumu Üfle” egzersizi öğrencilere yaptırılır. <u>Çiçeği Kokla Mumu Üfle</u> ✓ Bir çiçeği koklar gibi burnundan nefes al. ✓ Mumu üfler gibi ağızından nefes ver. ✓ Nefesini verirken yavaş ve dikkatli ol ki mum sönmessin. ✓ Bu egzersizi yaparken ellerini de kullanabilirsin. ✓ Çiçeği koklarken ellerini birleştirip parmaklarını yayarak çiçek şekli yap. ✓ Mumu üflerken işaret parmaklarını mum gibi uzat. (Ortalama 3 dakika boyunca etkinlik devam ettirilir.) Derse giriş yapılır. Öğrencilere büyüteç ve küçük bir kaptan oluşan etkinlik materyalleri dağıtılır. Sizce bunlarla ne yapacağız, sorusu öğrencilere yöneltilir. Öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda öğrencilere materyallerin amacı anlatılarak şu açıklamalar yapılır. “Kendinizi birer bilim insanı gibi düşünmenizi istiyorum çocuklar. Bu materyallerde sizlerin araştırmanızda kullanacağınız birer araç olacak. Birazdan sizlerle okul bahçesine çıkacağız. Okul bahçesinde bu materyalleri kullanarak 15 dakika boyunca gözlem yapmanızı ve bulduğunuz canlı örneklerini toplamınızı istiyorum.” açıklamaları öğretmen tarafından yapılır. Öğrenciler bahçeye çıkartılmadan önce bir önceki ders öğrencilere koklatılan küflü ekmek öğretmen masasına konularak, her bir öğrencinin elindeki büyüteçle gözlem yapmaları istenir. Küflü ekmeğin gözlemlenmesinden sonra öğrenciler, 15 dakika süreyle okul bahçesine çıkartılır ve keşif yapmaları sağlanır. Okul bahçesi çok geniş bir canlı çeşitliliğine sahip olmadığı için birkaç bitki ya da karınca gibi küçük hayvanlar bulmaları hedeflenmektedir. 15 dakikalık süre sonunda öğrencilerin sınıfa girmeleri sağlanır. Sınıfta her bir öğrencinin topladığı örnekler üzerine konuşulur ve hangi sınıflandırma basamağına (mikroskopik canlı, mantar, bitki, hayvan) girmesi gerektiği üzerine tartışılır ve sınıflandırmanın neden yapıldığı tartışılarak sınıflandırma basamakları (mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar) tekrar hatırlatılır.
Konu Özeti	Sınıflandırma canlıların benzer özelliklerine göre gruplandırılmasına sınıflandırma denir. Bu benzer özellikler; anatomik yapıları, beslenme özellikleri, üreme özellikleri gibi özelliklerdir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Açık hava etkinliği sonrası sınıfa gelen öğrencilerle toplanan örneklerin hangi basamaklara girdikleri tartışılır.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



EK B4. 4. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, deney, gözlem, soru-cevap etkinliği, beyin fırtınası
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, mikroskop
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstract 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Dikkat çekme 1) https://dl.acm.org/doi/10.1145/2030092.2030099 2) https://www.nature.com/articles/s41539-021-00094-8 • 2D - 3D görüntüler arasında bağlantı kurma 1) https://www.nature.com/articles/srep00130?origin=ppub 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167876016306882?casa_token=TU43BK3ZNUAAAAA:EHoWINL_fltIGQoUzhlMwXH5o_fz7hKQLO37Y7-ceDILWn3ud4YCj7jy1u563CiBDBllC9KQ • Günlük yaşamla ilişkilendirme 1) https://link.springer.com/article/10.1007/s11125-017-9388-7 • Fotoğraf gösterme 1) https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6788521

Etkinlikler	Derse Giriş • Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri “Harikalar Diyarı” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • Dikkat Çekme (yenilik-merak uyandırma) Sınıfa bir kap içerisinde kirli bir su ve mikroskop getirilir. Kirli su ile mikroskop arasında ilişki kurulması istenir. • Güdüleme (3D ve 2D arasında bağlantı kurmak) Mikroskop ile canlı gözlemi yapılır. Her bir öğrencinin mikroskoba bakması sağlanır. Mikroskoba bakan öğrencilerin gördüklerinin resmini çizmesi istenir. Derse Geçiş • Meyve ve sebzeleri neden yıkamadan yememeliyiz? sorusu derse giriş öncesi öğrencilere sorulur ve mikroskopik canlıların gözle görülemediği ama var olduğu ile ilgili çıkarımda bulunmaları istenir.
Dersi Ayrıntılı İşlenişi	Derse giriş egzersizinin “Harikalar Diyarı” olduğu belirtilerek, yönergedeki basamaklar öğrencilere yaptırılır. <u>Harikalar Diyarı</u> ✓ Oturup arkana yaslan. ✓ Gözlerini kapatıp, dikkatini nefes alışverişine yönlendir. ✓ Şimdi çok sevdiğin ve hep gitmek istediğin bir yer düşün. ✓ Burası bir orman ya da bir deniz kenarı olabilir. Bir ev olabilir. Hatta resmini gördüğün ve hiç gitmediğin bir yerde olabilir. ✓ Her neresiyse şu an orada olduğunu düşün. ✓ Burası çok güzel ve güvenli bir yer. Kendini rahat ve mutlu hissediyorsun. ✓ Etraftaki sesleri duy. ✓ Kokular var mı? ✓ Başka insanlar ya da çocuklar var mı? ✓ Buraya istediğin kişileri davet edebilir ve onlarla olabilirsin. ✓ Şu an her neredeyse, kimlerleysen tadını çıkar ve hoşça vakit geçir. (Ortalama 4 dakika boyunca etkinlik devam ettirilir.) Derse giriş yapılır. Öğretmen tarafından sınıfa getirilen şeffaf bir pet şişe içerisindeki kirli bir su öğrencilere gösterilir ve suyun içerisinde neler olabileceği üzerine kısa bir tartışma yapılır. Çocuklardan gelen cevaplar doğrultusunda, çocukların doğru cevaplara ulaşabilmeleri için ufak yönlendirmeler yapılır ve kapta canlılar olabileceği çıkarımı düşündürülür. Eğer canlılar varsa onları neden göremediğimiz sorusu sorulur ve mikroskopla bağlantı kurulmaya çalışılır. Kirli su içerisinden bir örnek alınarak öğrencilerin önünde bir preparat hazırlanır. Daha öncesinde çocuklara lam ve lamel tanıtılır. Hazırlanan preparat mikroskoba yerleştirilir ve doğru gözlem ayarlanır. Çocuklar sırasıyla gözlem yapmaya çağırılır. Çocukların dikkatli gözlem yapmaları, gözlem sonunda gördükleri canlının resmini defterlerine çizerekleri söylenir. Her bir öğrencinin gözlem yapması sağlandıktan sonra öğrencilerin defterlerine çizim yapmaları için 5 dakika süre verilir. Çizmekte zorlanan öğrenciler için tekrar gözlem yapabilmeleri için olanak tanınır. Süre sonunda çizdikleri resimler kontrol edilir ve üzerine ufak konuşmalar yapılır. Çocuklara gözle göremediğimiz bu canlılarla başka nerelerde karşılaştığımız sorusu sorulur ve bu canlıların nerelerde yaşayabileceği üzerine ufak bir tartışma yapılır. Tartışma sonunda gözle görülemeyen bu canlılara mikroskopik canlı denildiği bilgisi verilerek mikroskopik

	canlılara örnek olarak amip, öglena, terliksi hayvan ve bakteri örneği verilir. Bu canlıların besinlerin üzerinde, canlı vücutlarında, toprakta, suda ya da havada yaşayabildiği anlatılarak, bu canlıların resimleri hamur yapıştırıcı ile tahtaya yapıştırılır ve öğrencilerin bu canlıların resimlerini defterlerine çizmeleri istenir. Ders sonunda derse geçiş esnasında; “Meyve ve sebzeleri neden yıkamadan yememeliyiz?” sorusu tekrar sorularak öğrendikleri bilgilerle yeniden cevaplamaları istenir. Amip Terliksi Hayvan Bakteri Öglena Şekil B.6. Tahtaya görselleri asılacak olan mikroskopik canlı örnekleri.
Konu Özeti	Mikroskopik Canlılar Mikroskop yardımı ile görülebilen canlılar mikroskopik canlılardır. Bakteri, amip, terliksi hayvan, öglena mikroskopik canlılara örnek verilebilir. Mikroskopik canlılar, besinlerin üzerinde, canlı vücutlarında, toprak, su ve havada yaşayabilirler.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Meyve ve sebzeleri neden yıkamadan yememeliyiz? sorusu öğrencilere yöneltilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.

EK B5. 5.Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskobik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskobik canlılar (bakteriler, amip, öklena ve paramesyum) ve şapkallı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskobik canlıların varlığını gözlemler.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskobik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	Yoğurt mayalama işlemi sınıfta öğrencilerle beraber yapılacaktır. Süt ılık bir şekilde öğretmen tarafından sınıfa getirilecektir. Her bir öğrencinin kendi şişesini getirmesi daha önceden istenecektir. Mayalama işlemi yapılırken öğretmen kontrolü sağlanacaktır.
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Buluş yoluyla öğretim, yaparak yaşayarak öğrenme, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, şişe içerisinde antibiyotik ilaç, turşu şişesi, yoğurt mayalama malzemeleri (kaynamış süt, yoğurt mayası ve şişe)
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstr 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Dikkat çekme 1) https://dl.acm.org/doi/10.1145/2030092.2030099 2) https://www.nature.com/articles/s41539-021-00094-8 • Günlük yaşamla ilişkilendirme 1) https://link.springer.com/article/10.1007/s11125-017-9388-7 • Çevrim içi öğrenme (claasroom video izleme) 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518300794?casa_token=HGK4HmtoMSMAAAAA:fPiEvrGJQtyfR-xCqavpsqmkp_R2MMISgkIBSyWhcqW0QRIV3T0McY-

	k3pYWMjDOOZOBnl
Etkinlikler	Derse Giriş • Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri “Mavi Gökyüzü” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • Dikkat Çekme (merak uyandırma) Sınıfa bir antibiyotik kutusu ve turşu şişesi getirilir. Bunların ne olduğu ve niçin sınıfa getirildiği öğrencilere sorulur. • Güdüleme (günlük yaşamla ilişkilendirme - yaparak yaşayarak öğrenme) Öğrencilerle yoğurt mayalama etkinliği yapılır. Öğretmen tarafından sınıfa getirilen malzemelerle sınıfta öğrencilerle beraber yoğurt mayalanır ve yoğurdun bağırsaklarımızdaki bakteriler için önemi tartışılır. Derse Geçiş • Buzlukta saklanan yiyecekler çok uzun süre bozulmadan kalabilirken, dışarıda bekletilen yiyecekler neden çok kısa sürede bozulur? sorusu öğrencilere yöneltilerek mikroskobik canlıların yaşam koşulları ile ilgili çıkarımda bulunmaları istenir.
Dersin Ayrıntılı İşleniş	Derse giriş egzersizi “Mavi Gökyüzü” adlı etkinlik öğrencilere yaptırılır. <u>Mavi Gökyüzü</u> ✓ Gözlerini kapatıp dikkatini bedeninin içindeki sessiz, sakin ve mutlu alana yönlendirir. ✓ Burası kocaman ve mavi bir gökyüzü... ✓ Gökyüzünde bazen güneş açar. Bazense gökyüzü bulutlarla kaplanır ve belki yağmur yağar. Ancak sonra bulutlar dağılır ve gökyüzü yeniden ortaya çıkar. ✓ Bazen bizimde zihnimizde bir sürü düşünce olur; duygularımız yoğunlaşır ve azalır. ✓ Bazen hemen değişir, bazen daha uzun kalırlar. ✓ Aynı gökyüzünde bulutların geçip gitmesi, hava durumunun sürekli değişmesi gibi... ✓ Fakat gökyüzü hep oradadır. ✓ Daha derine bakabilirsen, bulutların arasında görebilirsin gökyüzünü. ✓ O zaman içine doğru baktığında bulutlara değil, gökyüzünün kendisine bakabilirsin artık. ✓ İhtiyacın olduğunda dikkatini, düşünce ve duygu bulutlarının arasından masmavi gökyüzüne yönlendirebilirsin. (Ortalama 4 dakika boyunca devam ettirilir.) Etkinlik sonrası derse giriş yapılır. Derse girişte öğretmen tarafından sınıfa getirilen iki şişe öğrencilere gösterilir. Şişelerden birinin bir ilaç şişesi, diğərinin ise turşu şişesi olduğu bilgisi verilir. Sizce bunları neden getirmiş olabilirim, sorusu öğrencilere yöneltilir ve çocuklardan gelecek cevaplar doğrultusunda doğru yönlendirmeler yapılarak bu şişelerin mikroskobik canlılarla ilgili olduğu çıkarımları yapmaları sağlanır. Yapılan ufak tartışmanın ardından mikroskobik canlılar ile ilgili bir önceki derste öğrenilen bilgiler tekrar edilir ve yoğurt mayalama etkinliği yapılır. Öğretmen; “Gördüğünüz gibi hayatımızın pek çok yerinde mikroskobik canlılar var çocuklar. Şimdi bu canlıların varlığını gözlemleyebileceğimiz bir deney daha yapacağız sizlerle. Sizlere daha öncesinde kaynatıp ılık hale gelmiş bir süt getirdim. Bu sütle yoğurt mayalayacağız sizlerle. Daha önce nasıl yoğurt mayalandığını gözlemleyen var mı? Sizce bu sütü yoğurda nasıl dönüştürebiliriz?”

	şeklinde konuya giriş yapar. Sorulan sorulara öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda bir kaşık yoğurtla sütü karıştırıp bir süre beklettiğimizde sütün içerisindeki bakterilerin onu yoğurda dönüştürecekleri anlatılır. Gerekli bilgiler verildikten sonra öğrencilerle beraber mayalama işlemi yapılır. Yoğurt okul içerisinde uygun bir yerde bekletilir ve haftanın bir sonraki dersinde kontrol edileceği söylenir. Yoğurt yapma etkinliği çocuklara ev ödevi olarak da verilir. Deney sonunda sütün neden ılık olduğu tartışılır? Mikroskopik canlıların yaşayabilmesi için uygun ortam koşullarına ihtiyaç olduğu belirtilir. Bu koşulların besin, uygun sıcaklık ve su (nem) olması gerektiği belirtilir. Buradan hareketle buzluktaki yiyeceklerin neden aylarca bozulmadığı sorusu öğrencilere tekrar yöneltilir ve kısa bir tartışmanın ardından canlıların yaşaması için uygun sıcaklığın önemli olduğu belirtilir. Yoğurt mayalama etkinliği yapıldıktan sonra öğrencilere hayatımızın pek çok yerinde mikroskopik canlılarla karşılaşabileceğimiz aktarılarak, mikroskopik canlıların havada, suda ya da toprakta yaşayabileceği bilgisi verilir. Ağız açık bir şekilde dışarıda bekletilen bir yemeğin bir süre sonra bozulacağı anlatıldıktan sonra yemeğin neden bozulacağı üzerine kısa bir tartışma yapılır ve mikroskopik canlıların havada da yaşayabileceği yönünde çıkarımlar yapmaları sağlanır. Yararlı ve zararlı mikroskopik canlılar ile ilgili bilgiler verilerek öğretmen tarafından; “Mikroskopik canlıların bazıları yararlı bazıları ise zararlıdır çocuklar. Zararlı mikroskopik canlılar, bizleri hasta edebilir, yiyeceklerimizin bozulmasına ya da dışlarımızın çürütmesine neden olabilir. Yararlı mikroskopik canlılar ise; süttten yoğurt ya da üzümde sirke elde edilmesini, topraktaki ölü organizmalarının çürütülerek tekrar doğaya geri kazandırılmasını, bağırsaklarımızda yaşayarak bizler için yararlı olan B ve K vitaminlerinin sentezlenmesini sağlayabilir.” açıklamaları yapılır. Açıklamalardan sonra gerekli bilgiler deftere not aldırılır. Not aldırma işlemi bittikten sonra antibiyotik ilacı üzerine konuşulur. Antibiyotiklerin bakteri öldüren ilaçlar olduğu söylenir. Ayrıca her hastalığın bakteriden kaynaklanmayacağı bilgisi de verilir. Bu bilgilerden hareketle her hastalıkta antibiyotik içersek vücudumuzdaki yararlı bakterileri de öldürecekler çıkarımı yapmaları sağlanır. Bu konuda öğrencilerin evde izleyebilecekleri bir video classroom uygulaması üzerinden öğrencilere ders sonunda gönderilir ve evde izlemeleri için bir ödev verilir. Video erişim linki: https://www.youtube.com/watch?v=ylvT2GeGA8k Ev ödevi: Ders sonunda mikroskopik canlılar ile ilgili classroom sınıfına bir ödev gönderileceği belirtilir. Ayrıca Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından “Mikroskopik Canlılar” ile ilgili etkinlikler ödev verilir.
Konu Özeti	Mikroskopik canlıların hem yararlı hem zararlı türleri vardır. Örneğin; zararlı bakteriler verem zatürre gibi bulaşıcı hastalıklara sebep olurken, yararlı bakteriler sütün mayalanmasını, üzümde sirke oluşumunu sağlar. Bazı bakteriler ise bağırsaklarımızda yaşayarak B ve K vitaminlerini üretir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	• Buzlukta saklanan yiyecekler çok uzun süre bozulmadan kalabilirken, dışarıda bekletilen yiyecekler neden çok kısa sürede bozulur? • Neden her hasta olduğumuzda antibiyotik içmemeliyiz? soruları öğrencilere yöneltilir. • Classroom uygulaması üzerinden, https://wordwall.net/tr/resource/6296899/mikroskobik-canl%C4%B1lar etkinliği gönderilir ve öğrencilerin mikroskobik canlılar ile ilgili tekrar yapmaları sağlanır. • Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından “Mikroskobik Canlılar” ile ilgili etkinlikler ödev verilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.

EK B6. 6. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öklena ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	Maya deneyi yapılırken deney için gerekli olan sıcak su öğretmen tarafından getirilecektir. Deney öğretmen kontrolünde yapılacaktır.
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Buluş yoluyla öğretim, yaparak yaşayarak öğrenme, deney, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, maya deneyi malzemeleri (kuru maya, sıcak su, şeker ve kap)
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-11cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstract 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Dikkat çekme 1) https://dl.acm.org/doi/10.1145/2030092.2030099 2) https://www.nature.com/articles/s41539-021-00094-8 • Günlük yaşamla ilişkilendirme 1) https://link.springer.com/article/10.1007/s11125-017-9388-7 • Fotoğraf gösterme 1) https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6788521 • Çevrim içi öğrenme (claasroom ödevi) 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518300794?casa_token=HGK4HmtoMSMAAAAA:fPiEvrqJQtyfR-xCqavpsqmkp_R2MMIStgIBSyWhcqW0QRv3T0McY-k3pYWMjDOOZOBNlg

Etkinlikler	Derse Giriş • Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri “Köpekbalığı Nefesi” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • Dikkat Çekme (Merak uyandırma-yenilik) Öğretmen tarafından sınıfa 1 paket kuru maya, sıcak su ve şeker ve bir kap getirilir. Bu malzemelerle ne yapılacağı üzerine tartışılır. • Güdüleme (Deney etkinliği) Sıcak su bulunan kabın içerisine maya ve şeker atılarak kabın ağzı kapatılır ve bir süre olacaklar gözlemlenir. Derse Geçiş • Annelerimiz evde hamur yaparken, neden maya attıklarında hamur bir süre sonra kabarır? sorusu öğrencilere yöneltilerek mayanın da bir canlı olduğu ile ilgili çıkarımda bulunmaları istenir.
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Derse giriş egzersizi “Köpekbalığı Nefesi” öğrencilere yönergedeki basamaklar dikkate alınarak yaptırılır. <u>Köpek Balığı Nefesi</u> ✓ Sırtını dik tutacak şekilde rahat bir yere otur. ✓ Bir elini, köpekbalığı yüzgeci gibi dik olacak bir şekilde alının ve burnunun üzerine getir. ✓ Şimdi burnundan bir nefes al ve nefesini verirken”-şşşş” diye bir ses çıkar. ✓ Köpek balığı yüzgecini denizin üzerine çıkarmış, yavaşça ilerliyor. ✓ Her nefes verişte köpek balığı yüzgecinin sesini çıkarmaya devam et. ✓ “-şşşş” (Ortalama 3 dakika boyunca etkinlik devam ettirilir.) Egzersiz etkinliği sonunda derse giriş yapılır ve bir önceki dersin konusu olan “Mikroskopik Canlılar” tekrar edilir. Öğretmen; Bir önceki dersimizde mikroskopik canlıları tanıdık çocuklar. Gözle görülebileceklerini; ancak mikroskop ile görülebileceğini, havada suda ya da karada yaşayabileceklerini, yaşamaları için uygun ortam sıcaklığı, nem ve besin ihtiyaçları olduğunu konuştuk sizlerle. Ayrıca bu canlıların sadece zararlı olmadığını, pek çok yararlı mikroskopik canlı olduğunu da konuştuk. Tekrar hatırlayalım çocuklar. Yararlı ve zararlı mikroskopik canlılara örnek verebilir misiniz?” açıklamalarını yaparak belirtilen soruları öğrencilere sorar ve çocuklardan gelen cevaplarla beraber bir önceki dersin konusu kısa bir tekrar ettirilir. Kısa bir tekrardan sonra “Mantarlar” konusuna giriş yapılır. Öğretmen; “Sınıflandırmada canlıları 4 temel gruba ayırmıştık, hatırlarsanız çocuklar. Bunlar; mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler ve hayvanlardı. Mikroskopik canlıları tanıdık. Sıra mantarlarda. Mantar deyince aklınıza sadece doğada gördüğünüz şapkalı mantarlar geliyor eminim ki. Ama gözle göremediğimiz mantarlarda vardır çocuklar. Hatta bazıları bizi hasta bile yapabilir. Şimdi mantarlar grubundaki canlıları tanıyacağız sizlerle. Öncelikle mantarları 4 çeşide ayıracağız. Bunlar; maya mantarları, küf mantarları, parazit mantarlar ve şapkalı mantarlardır (Bu sınıflandırma basamakları tahtaya yazılır.). Öncelikle bu canlıların da yaşama koşullarından bahsederek; bunlarda canlı olduğu için su (nem), besin ve uygun sıcaklık değerlerine muhakkak ihtiyaçları var. Hatırlayalım ki çok aşırı sıcak ve çok aşırı soğukta, havasız ortamlarda, çok kuru yüzeylerde ya da besin bulunmayan

ortamlarda mikroskobik canlılar da yaşayamıyordu. Bunlar canlılığın temel yaşama faktörleridir. Dolayısıyla mantarlarında yaşayabilmesi için ortam şartlarının uygun olması gereklidir.” açıklamalarını yaparak mantarlar konusuna giriş yapar ve sınıflandırma basamağındaki her bir mantar çeşidi ayrı ayrı anlatılır.

Öncelikle “Maya mantarları” anlatılmaya başlanır. Maya kelimesinin öğrencilere tanıdık gelip gelmediği sorulur ve hamur mayasını anımsamaları istenir. Buradan hareketle annelerimizin hamur mayalarken kullandığının mayanın bir mantar olduğu bilgisi verilir. Kısa bir konuşmadan sonra, çocuklara deney malzemeleri gösterilir ve bu malzemelerle ne yapılacağı üzerine tartışılır. Tartışmanın ardından paket içerisindeki mayanın yaşayıp yaşamadığı sorulur? Buradan hareketle çocukların içeri de besin ve nem değerleri sağlanmadığı için yaşamsal faaliyette olmadığı çıkarımı yapmaları istenir. Çocuklara yaşamsal faaliyette olmayan bu mayayı yaşama döndürmek için ne yapabiliriz, sorusu yöneltilir. Sorudan hareketle, ılık su (uygun sıcaklık ve nem faktörü) ve şeker (besin) koşullarıyla bu canlıyı yaşama döndürebileceğimiz bir deney yapacağımız söylenir. Malzemeler bir kaptaki birleştirilerek mayalanmanın gösterilmesi sağlanır. Öğrencilerin maya mantarının yaşadığı, solunum yaptığı ve bir canlı olduğu çıkarımlarına ulaşması beklenir.

“Maya mantarları” anlatıldıktan sonra “Küf mantarları” hakkında bilgiler verilerek hayatımızın pek çok yerinde olduğu anlatılarak, daha önce sınıfta koklatıldıktan sonra büyüteçle gözlemlenmiş küflü ekmek örneği hatırlatılır. İlk derslerde ev ödevi olarak verilen “ekmek ödevi” öğrencilerle konuşulur ve sonuçları üzerine kısa bir tartışma yapılır. “Ekmeklerinde küflenmeyi gözlemleyen oldu mu? Net gözlemleyemeseniz de küf kokusunu da duymuş olabilirsiniz, bizimle gözlem sonuçlarını kim paylaşmak ister?” soruları öğrencilere yöneltilir. Çocukların 4 farklı koşulda beklettikleri ekmeklerde farklı gözlemler yapmış olmaları beklenir. Dışarıda açıkta bekletilen ekmeğin kuruduğu ve küf oluşmadığı, dışarıda poşetli bir şekilde bekletilen ekmeğin kurumadığı ve küf oluştuğu, dolapta açık bekletilen ekmeğin kuruduğu ve küf oluşmadığı, dolapta poşetli bekletilen ekmeğin ise kurumadığı fakat küf de oluşmadığı gözlemlerinin yapılmış olması beklenmektedir. Çocuklarla gözlem sonuçları konuşulduktan sonra küfün de bir canlı olduğu ve uygun yaşam koşullarına ihtiyacı olduğu tekrar hatırlatılır. “Dolapta küf oluşmadı çünkü ortam çok soğuktu. Dışarda ise açık ekmekte küf oluşmadı çünkü açık ekmek kurduğundan içerisinde su (nem) kalmadı ve burada yaşayamadı küf. Dışarıda poşetli bekletilen ekmek, ortam sıcaklığının uygun olması, ekmek kurumadığı için suya (neme) sahip olması ve ekmeğin zaten bir besin olması olmasından ötürü yaşayabildi ve o ekmekte küf oluşabildi. Demek ki mantarlarında yaşayabilmesi için uygun yaşam koşullarının sağlanmış olması önemli çocuklar.” açıklamaları öğretmen tarafından yapılır. Bu açıklamalardan sonra besinlerin uzun süre saklanabilmesi için uygulanan dondurma, kurutma ve tuzlama olaylarından bahsedilerek besinlerin neden bu olaylara maruz bırakıldığı üzerine konuşulur. “Aslında annelerimiz bu bilimsel gerçekleri mutfakta çok fazla uyguluyor. Örneğin yazın biber, patlıcan gibi bazı yiyecekleri kurutuyorlar, bu neden yapıyorlar sizce? Ya da bazı yiyecekler neden buzdolabının buzluk kısmında bekletilirken, bazı besinler tuza bulanarak saklanıyor, bunların nedeni ne olabilir?” soruları öğrencilere yöneltilerek öğrencilerin uygun yaşam koşullarının önemini günlük hayatla ilişkilendirerek kavramaları istenir. Ayrıca küf mantarları ile ilgili; Alexander Fleming isimli bilim insanının yaptığı çalışmalar sırasında oluşan küften güçlü bir antibiyotik olan ‘Penisilin’ i keşfettiği ve küf mantarlarının mikroskobik olduğu, gözle görülemeyeceği; fakat mikroskobik canlılar sınıfına girmediği bilgileri de verilir.

Maya ve küf mantarları anlatıldıktan sonra kısa bir şekilde “Şapkalı

mantarlar” ve özellikleri anlatılır. Şapkalı mantarların doğada yaşayan bir mantar türü olduğu ve bir bitki olmadığı bu nedenle bitkilerle karıştırılmaması gerektiği anlatılır. (Mantarların neden bir bitki olmadığı bitkilerin özellikleri işlenince ayrıntılı olarak anlatılacaktır.) Doğada yaşayan bazı mantar çeşitlerine ilişkin görseller hamur yapıştırıcı yardımıyla tahtaya asılır ve bu mantarların hepsini yiyemeyeceğimiz bazılarının özellikle çok zehirli olduğu, yenilmesi durumunda ani ölümlere neden olabileceği bilgisi verilir. Evlerimizde tükettiğimiz mantarlara kültür mantarı denildiği bilgisi verilir ve kültür mantarlarının fotoğrafı gösterilir. Şapkalı mantarlarında özellikle nemli ve ılık ortamlarda yaşayabileceği belirtilerek, toprak altındaki ölü canlı kalıntılarıyla beslendikleri, çürükçül canlılar olduğu belirtilir. Beslenmeleri sırasında toprak altındaki ölü canlılarla beslenmelerinin önemli bir döngü olduğundan kısaca bahsedilir.

Son olarak “Parazit mantarlar” ile ilgili kısa bilgiler verilir. Hastalık yapan mantarlar olduğu, el ve ayaklarda bulaşıcı hastalıklara neden olabileceği bilgisi verilir. Bebeklerde pamukçuk hastalığı ya da saçlı deride saç kıran hastalığının parazit mantarlardan kaynaklandığı da aktarıldıktan sonra parazit mantarlarla ilgili görseller tahtaya yapıştırılır. Bu canlıların oluşumun engellenmesi için yapılabilecekler bir sonraki derse bırakılır.

Ev ödevi: Classroom üzerinden ev ödevi gönderilir.



Şekil B.7. Şapkalı mantar görselleri.



Şekil B.8. Kültür mantarı görselleri.



Şekil B.9. Parazit mantar görselleri.

Konu Özeti	Mantarlar Mantarlar, besinlerin üzerinde, canlıların üzerinde, suda, havada ve toprakta yaşayabilir. Özelliklerine göre dört gruba ayrılırlar. a- Şapkalı mantarlar: Toprağa bağlı yaşarlar. Bazı çeşitlerini besin olarak tüketiriz ancak zehirli türleri de vardır. Tükettiğimiz türlerine kültür mantarı da denilmektedir. b- Küf mantarları: Mikroskopla görülebilir. Ekmek, peynir, meyve, sebze gibi besinlerin üzerinde yaşayarak onların çürüyüp bozulmasına sebep olurlar. NOT: Alexander Fleming isimli bilim insanı yaptığı çalışmalar sırasında oluşan küften güçlü bir antibiyotik olan ‘Penisilin’ i keşfetmiştir. c- Maya mantarları: Hamurun mayalanmasında görev alırlar. Uygun besin, nem ve sıcaklık koşulları oluştuğunda çoğalırlar. d- Parazit mantarlar: Canlıların üzerinde yaşayarak onlardan faydalanırlar ve canlı vücudunda çeşitli hastalıklara sebep olurlar. Bebeklerde oluşan pamukçuk hastalığı ve saçlarda oluşan saçkıran hastalığına parazit mantarlar sebep olur.
-------------------	--

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	• Annelerimiz kışlık yiyecek hazırlığı yaparken neden bazı yiyecekleri yaz aylarında kurutur? • Annelerimiz evde hamur yaparken, neden maya attıklarında hamur bir süre sonra kabarır? soruları öğrencilere yöneltilir ve mantıksal çıkarımlar yapmaları istenir. Classroom uygulaması üzerinden, https://wordwall.net/tr/resource/9061081/5-s%C4%B1n%C4%B1f-fen-bilimleri-mantarlar-konusu-2-%C3%BCnite-zeka-testi-etkinli%C4%9F-i-g%C3%B6nderilir-ve-mantarlarla-ilgili-kısa-bir-tekrar-yapılması-sa%C4%9Flanır
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.

EK B7. 7. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	Öğrencilerin küflü besinleri çok fazla koklamamaları konusunda gerekli uyarılar yapılır.
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, teknoloji destekli öğretim, yaparak yaşayarak öğrenme, gözlem, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, Youtube, küflenmiş ekmek, tek kullanımlık eldiven
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstract 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Dikkat çekme 1) https://dl.acm.org/doi/10.1145/2030092.2030099 2) https://www.nature.com/articles/s41539-021-00094-8 • Günlük yaşamla ilişkilendirme 1) https://link.springer.com/article/10.1007/s11125-017-9388-7 • Video izleme 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518300794?casa_token=-AJMiSqtutQAAAAA:71sIRr4HYyajBZXuKHU1fYCGvkD_SLzEu1cQPcEYp-qFfjOi-uHKDBnBjcsbUdkKMGwx43now 2) https://www.nature.com/articles/srep43916

	• <u>Yaparak yaşayarak öğrenme</u> 1) https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/neuro.09.005.2008/full
Etkinlikler	Derse Giriş • <i>Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri</i> “Tavşan Nefesi” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • <i>Dikkat Çekme (Merak uyandırma)</i> Küflenmiş bir ekmek parçası sınıfa getirilerek her bir öğrencinin masasına incelemesi için birer parça konulur. Küflü ekmeğin incelenmesi için öğrencilere tek kullanımlık eldiven dağıtılır. • <i>Güdüleme (sınıf dışı öğrenme ortamı-video izleme)</i> Öğrenciler okulun konferans salonuna götürülerek küflü besinler ile ilgili bir video izletilir. Video erişim linki: https://www.youtube.com/watch?v=hPpaaMdCwU Derse Geçiş • Tarak, tırnak makası, havlu, terlik, ayakkabı gibi eşyalara neden kişisel eşyalar deriz ve neden bu tür kişisel eşyaları farklı kişilerle paylaşmamalıyız? sorusu öğrencilere yöneltilir ve parazit mantarlar ile ilgili çıkarımda bulunmaları istenir.
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	“Tavşan Nefesi” egzersizi yönergedeki maddeler doğrultusunda öğrencilere yaptırılır. <u>Tavşan Nefesi</u> ✓ Tavşanlar genellikle hareketli olurlar. ✓ Sen de tavşan gibi dikkatli ve hareketli olmak ister misin? ✓ Sırtını dik tutarak rahatça otur. ✓ Burnundan tavşan gibi hızlıca 3 kez nefes al. ✓ Şimdi nefesini burnundan ve uzatarak ver. (Ortalama 2 dakika süre ile devam ettirilir.) Etkinlik sonrası derse giriş yapılır ve bir önceki dersin konusu olan “Mantarlar” tekrar edilir. Maya mantarları, küf mantarları, şapkali mantarlar ve parazit mantarlar sınıflandırması tekrar tahtaya yazılır ve tek tek hepsi etkileşim halinde tekrar hatırlatılır. Mantarların yaşaması için uygun yaşam koşullarının önemi tekrar edilir. Küf mantarlarının besinler üzerinde oluştuğu, maya mantarlarının hamurun mayalanmasını sağladığı, şapkali mantarların doğada yaşadığı, parazit mantarların ise hastalık yapan mantarlar olduğu bilgileri üzerine konuşulur. Öğrencilerle daha önceki derslerde yapılan küflü ekmek gözlemi tekrar yaptırılır ve büyüteçle öğrencilerin küfün tekrar gözlemlenmesi sağlanır. Her bir öğrenciye eldiven dağıtılarak öğrencilerin kendi masalarında bireysel gözlem yapmalarını sağlanır. Öğrenciler kısa bir gözlem yaptıktan sonra küflerle ilgili bir video izlemek için öğrenciler konferans salonuna götürülür. Video izlendikten sonra video üzerine kısa bir konuşma yapılır ve öğrencilerin video hakkında düşündüklerini söylemelerine olanak sunulur. Video izlendikten sonra parazit mantarlar üzerine tekrar konuşulur. Parazit mantarların hastalık yapan mantarlar olduğu ve bulaşıcı olduğu, aile üyelerinden birine bulaşırsa diğerlerine de bulaşabileceği üzerine konuşulur. Bu tür bulaşıcı hastalıklardan korunmak için kişisel eşyaların önemine değinilir. Havlu, tırnak makası, terlik, tarak, ayakkabı ve çorap gibi eşyaların kişisel olduğu ve başkalarıyla ortak kullanılmaması gerektiği belirtilir.

Konu Özeti	Mantarlar Mantarlar, besinlerin üzerinde, canlıların üzerinde, suda, havada ve toprakta yaşayabilir. Özelliklerine göre dört gruba ayrılırlar. a- Şapkalı mantarlar: Toprağa bağlı yaşarlar. Bazı çeşitlerini besin olarak tüketiriz ancak zehirli türleri de vardır. Tükettiğimiz türlerine kültür mantarı da denilmektedir. b- Küf mantarları: Mikroskopla görülebilir. Ekmek, peynir, meyve, sebze gibi besinlerin üzerinde yaşayarak onların çürüyüp bozulmasına sebep olurlar. NOT: Alexander Fleming isimli bilim insanı yaptığı çalışmalar sırasında oluşan küften güçlü bir antibiyotik olan ‘Penisilin’ i keşfetmiştir. c- Maya mantarları: Hamurun mayalanmasında, süten yoğurt ve peynir oluşmasında görev alırlar. Uygun besin, nem ve sıcaklık koşulları oluştuğunda çoğalırlar. d- Parazit mantarlar: Canlıların üzerinde yaşayarak onlardan faydalanırlar ve canlı vücudunda çeşitli hastalıklara sebep olurlar. Bebeklerde oluşan pamukçuk hastalığı ve saçlarda oluşan saçkıran hastalığına parazit mantarlar sebep olur. NOT: Hastalık yapan mantarlar temas yoluyla bulaşabilir. Bu yüzden başkasına ait terlik, havlu, ayakkabı ve çorap gibi eşyaları kullanmamalıyız. Ev Ödevi: Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından “Mantarlar” ile ilgili etkinlikler ödev verilir.
-------------------	--

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Hastalık yapan parazit mantarlardan korunmak için nelere dikkat etmeliyiz, sorusu öğrencilerle tartışılır. Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından “Mantarlar” ile ilgili etkinlikler ödev verilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

EK B8. 8. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Buluş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, soru zarfları, yap-boz etkinliği parçaları, bitki örnekleri
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstr 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Dikkat çekme 1) https://dl.acm.org/doi/10.1145/2030092.2030099 2) https://www.nature.com/articles/s41539-021-00094-8 • Yap-boz etkinliği (Tümevarımsal öğrenme) 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389041708000545?casa_token=L4az45PjKI4AAAAA:ncP-XjX0pBmWTl3586eQntbARMQQqYASkUv1uu0FIIQ3EZEiBSUw34xAPCPU8D1wuAbn8dzF4A 2) https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-15314-3_37

	• <u>Çevrim içi öğrenme (claasroom ödevi)</u> 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518300794?casa_token=HGK4HmtoMSMAAAAA:fPiEvrqJQtyfR-xCqavpsqmkp_R2MMIStgkIBSyWhcqW0QRiv3T0McY-k3pYWMjDOOZOBNlg
Etkinlikler	Derse Giriş • <i>Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri</i> “Duygularım Bedenimde” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • <i>Dikkat Çekme (Merak uyandırma-yenilik)</i> Sınıfa bir kutu içerisinde 24 parçadan oluşan bir yap-boz getirilir. Konunun bu yap-boz içerisinde saklı olduğu bilgisi verilir. Yap-boz parçalarının tamamlanması ile nasıl bir şekil oluşacağını tahminleri konuşulur. • <i>Güdüleme (yap-boz etkinliği)</i> Öğretmen tarafından sınıfa getirilen kapalı zarfların içerisinde sorular bulunmaktadır. Sırasıyla her bir zarf öğrencilere dağıtılır. Öğrenciler sırasıyla kendilerine çıkan soruyu cevaplar. Soruyu doğru cevaplayan öğrenci bir yap-boz parçası kazanır. Yap-boz parçaları tamamlanınca öğrenciler 5’li gruplar halinde öğretmen masasına gelerek kendi yap-boz parçalarını birleştirmeye çalışır. Oyunun sonunda bir bitki görseli çıkacaktır. Derse Geçiş • Bitkiler nasıl beslenir? sorusu öğrencilere yöneltilir ve öğrencilerden gelecek cevaplardan hareketle bitkinin topraktan beslenmediği, topraktan su ve mineral alarak kendi besinini kendisinin ürettiği bilgisi verilir.
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Derse giriş egzersizi olan “Duygularım Bedenimde” egzersizi çocuklarla beraber yapılır. <u>Duygularım Bedenimde</u> ✓ Şu anda ne hissediyorsun. ✓ Üzgün, öfkeli, endişeli, rahatsız ya da tam tersi neşeli, huzurlu ve sakin... ✓ Hissettiğin duygunun bedeninde bir yansıması var. Keşfetmek ister misin? ✓ Bedeninde dikkatini çeken bir yer var mı şu anda. Belki gözlerini kapatıp biraz anlamaya çalışabilirsin. ✓ Boynunu, boğazını, kalbini, karnını, sırtını, kollarını, bacaklarını nasıl hissediyorsun? ✓ İçinden ellerini ve ayaklarını hareket ettirmek gerekiyorsa yavaşça yapabilirsin. ✓ Duyguları bedenimizde hissedebilir ve bu hisleri değiştirmeye çalışmadan merakla gözlemlemeyebiliriz. ✓ Tüm duygular doğaldır ve herkes duyguları hisseder. ✓ İstersen duygular ya da bedenindeki hislerle ilgili konuşabilir ya da onların resmini çizebilirsin. (Etkinlik ortalama 4 dakika devam ettirilir.) Egzersiz etkinliği sonrası derse giriş yapılır. Önceki derslerde “Mikroskobik Canlılar” ve “Mantarlar” konularının anlatıldığı yeni sınıflandırma basamağındaki canlı grubunun “Bitkiler” olduğu bilgisi verilerek derse giriş yapılır. “Bitkiler” konusuna giriş yapılmadan diğer konularla ilgili kısa tekrarlar yapılır. “Mikroskobik canlılar gözle

göremediğimiz, ancak mikroskop ile görebildiğimiz canlılardı. Bu canlılar toprakta, havada ya da suda yaşayabilirlerdi. Yaşamaları için uygun yaşam koşullarının sağlanmış olması önemliydi. Bu canlılar yararlı ya da zararlı olabilirlerdi.” şeklinde ufak açıklamalar yapılarak “Mikroskopik Canlılar” konusu hatırlatılır ve yararlı ve zararlı mikroskopik canlı örnekleri üzerine konuşulur. “Mantarlar” konusu ile ilgili olarak da; “Mantarlar maya mantarları, küf mantarları, şapkallı mantarlar ya da parazit mantarlardır. Mantarlarında yaşayabilmesi için uygun yaşam koşullarının sağlanmış olması çok önemlidir. Maya mantarları hamurun mayalanmasını sağlarken, küf mantarları besinler üzerinde oluşurdu. Parazit mantar hastalık yapan bulaşıcı mantarlardır. Şapkallı mantarlar ise doğada yaşarlardı. Ilık ve nemli bölgeleri severlerdi ve toprak altındaki ölü canlılarla beslenirlerdi. Her şapkallı mantar yenilemezdi. Evlerimizde tükettiğimiz mantarlara kültür mantarları denilirdi.” açıklamaları öğretmen tarafından yapılarak geçmiş 2 konu kısaca tekrar ettirilir.

Konuların kısa bir tekrarından sonra öğrencilerle bir yap-boz etkinliği oynanır ve oyunun kuralları anlatılır.

Yap-boz etkinliği oyunu kuralları:

- Masada bulunan 20 zarfta 20 farklı soru ve her bir soruya karşılık bir yap-boz parçası bulunmaktadır.
- Tahtaya gelen öğrenci istediği bir zarfı çekecektir ve içinden çıkan soruyu cevaplamaya çalışacaktır.
- Sorunun cevabını bilemeyen bir öğrenci sınıftan sadece bir arkadaşından soru ile ilgili yardım alabilir.
- Soru doğru cevaplanırsa yap-boz parçası kazanılır.
- Oyun sonunda kazanılan yap-boz parçaları 5 kişilik gruplarla tahtaya çıkılarak tamamlanmaya çalışılır.
- Yap-boz parçalarının birleştirilmesi ile bitkinin temel kısımları görseli çıkacaktır.

Zarflardaki sorular:

1. Aşağıdaki canlılardan hangisi mikroskopik bir canlı değildir?

a) Şapkallı mantar b) Amip c) Bakteri d) Öglena

2. Mikroskopik canlılar aşağıda verilen ortamların hangisinde yaşamayı severler?

a) Ilık ve nemli b) Soğuk ve kuru

3. Mikroskopik canlıları görebildiğimiz alete denir.

a) Mikroskop b) Teleskop

4. Canlıları sınıflandırmamızın temel amacı nedir?

- a) Canlıları daha kolay incelemek
- b) Canlıları korumak
- c) Tüm canlıların isimlerini öğrenmek
- d) Farklı canlıları tanımak

5. Canlıları sınıflandırılmasında canlıları 4 gruba ayırırız. Bunlar mikroskopik canlılar, ..., bitkiler ve hayvanlardır. Boş bırakılan yere hangi canlı grubu gelmelidir?

6. Mantarlar şapkallı mantarlar, maya mantarları, ... ve parazit mantarlar olarak 4 gruba ayrılırlar. Cümlesinde boş bırakılan yere hangi mantar çeşidi gelmelidir?

7. Hamurun mayalanmasını sağlayan mantarlara denir. Cümlesinde boş bırakılan yere hangi mantar çeşidi gelmelidir?

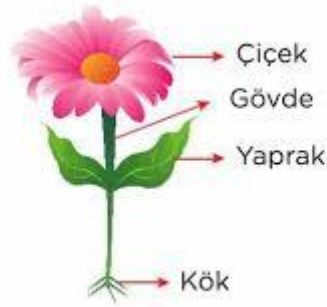
	8. Küf mantarları ve ılık yüzeylerde yaşamayı sever. Cümlesindeki boşluğa aşağıdakilerden hangisi gelmelidir? a) Kuru b) Nemli 9. Hastalık yapan mantaralar denir. Cümlesindeki boşluğa hangi mantar çeşidi gelmelidir? 10. Evlerimizde tükettiğimiz şapkali mantarlara denir. Cümlesindeki boşluğa hangi mantar çeşidi gelmelidir? 11. Parazit mantarlar bulaşıcı hastalıklara neden olur. Başkalarından bize bulaşmaması için ne gibi önlemler almalıyız? 1 tane örnek veriniz. 12. Amip bir canlıdır. Cümlesinde verilen boşluğa hangi canlı türü yazılmalıdır? 13. Aşağıda verilenlerden hangisi zararlı mikroskobik canlılara aittir? a) Sütten yoğurt oluşması b) Dişlerimizin çürütmesi c) Bağırsaklarımızdaki bakterilerin vitamin sentezlemesi d) Topraktaki ölü canlı atıklarını doğaya kazandırma 14. Tüm mikroskobik canlılar bizi hasta eder, ifadesi doğru mu yanlış mı? 15. Doğada bulunan tüm mantar çeşitlerini yiyebiliriz, ifadesi doğru mu yanlış mı? 16. Sütten yoğurt oluşmasını sağlayan bakteriler yararlı mı yoksa zararlı mıdır? 17. Bakteriler, toprakta, ... ya da havada yaşayabilirler. Cümlesinde verilen boşluğa ne gelmelidir? 18. Saçkıran hastalığına ya da bebeklerde pamukçuk hastalığına neden olan mantarlara denir. Cümlesinde verilen boşluğa hangi mantar çeşidi yazılmalıdır? 19. Annelerimiz hamur mayaladığında hamur neden bir süre sonra şişer? Bu olay mayanın bize ne olduğunu gösterir? 20. Dondurucuda yiyeceklerimizin uzun süre saklanabilmesinin ya da kurutulmuş gıdaların çabuk bozulmamasının nedeni nedir? Oyun süresince her öğrenci kendisine gelen soruyu sesli bir şekilde sınıf arkadaşlarına okuyacaktır. Soruların sonunda ilgili soru hakkında kısa konu tekrarları da yapılabilir. Oyun sonunda öğrencilerin kazandığı yap-boz parçaları için 5 kişilik gruplarla tahtaya çıkmaları ve parçaları yerleştirmeye çalışmaları sağlanır. En sonunda ortaya çıkacak görsel bir bitki görseli olacaktır. Oyunun ortalama 20 dakika sürmesi hedeflenmektedir. Oyun sonunda bitkiler konusuna giriş yapılır. Konuya giriş yapılmadan bitkiler nasıl beslenir, sorusu öğrencilere yöneltilir. Burada beklenen topraktan beslendikleri yönünde bir yanlış bilgiye sahip olmalarıdır. Bitkilerin topraktan beslenmediği, topraktan su ve mineral aldığı ve bunları kullanarak kendi besinini kendisi ürettiği bilgisi verilir. Konu ile ilgili kısa bir tartışmanın ardından, bitkilerin toprağa bağlı olarak yaşayan, karbondioksit, su ve güneş ışığını kullanarak besin ve oksijen üreten canlılar olduğu kök, gövde ve yaprak olmak üzere 3 temel
--	--

kısımdan oluştuğu anlatılır. Çiçek bulundurma ya da bulundurmama özelliklerine göre ise iki temel sınıfta incelendiği bunların çiçekli ve çiçeksiz bitkiler olduğu bilgileri verilir. Tahtaya hamur yapıştırıcı yardımıyla çiçekli ve çiçeksiz bitki görselleri asılır. (Atkuyruğu, kibrit otu, su yosunu, kara yosunu, eğrelti otu çiçeksiz bitkilere örnek olarak verilir. Lale, çam, portakal, elma, gül, fasulye, nohut, pamuk ise çiçekli bitkilere örnek verilir.)

Bitkinin temel kısımlarının kök, gövde ve yaprak olduğu tahtaya çizilerek öğrencilere gösterilir. Çiçeğin temel bir kısım olmadığı her bitkide bulunmayacağı tekrar hatırlatılır. Öğrencilerin defterlerine bu görseli çizmeleri için zaman tanınır. Daha sonra her bir kısmın önemi konuşulur. “Bitkiler; kök, gövde ve yaprak olmak üzere 3 ana bölümden oluşur. Yaprak; bitkide besin üretimi, terleme ve gaz alışverişinin gerçekleştiği yerdir. Gövde; bitkinin; çiçek, yaprak gibi bölümlerini üzerinde taşır. Bitkinin dik durmasını sağlar. Köklerden gelen su ve minerallerin bitkinin diğer bölümlerine taşınmasını sağlar. Kök ise; bitkinin toprak altında kalan kısmıdır. Toprakta su ve minerallerin alınmasını sağlar. Bitkiyi toprağa bağlar.” açıklamaları öğretmen tarafından yapılır. Ayrıca çiçeğin bitkinin üreme organı olduğu, sahip olduğu renk ve güzel kokusu ile arıları ve böcekleri kendine çekerek üremenin başlamasına yardım ettiği bilgileri verilir. Çiçekli ve çiçeksiz bilgilerle ilgili olarak da; “Çiçeksiz bitkilerin çiçekleri ve tohumları yoktur. Atkuyruğu, kibrit otu, su yosunu, kara yosunu, eğrelti otu örnek olarak verilebilir. Çiçekli bitkiler ise; meyve ve tohum oluştururlar. Lale, çam, portakal, elma, gül, fasulye, nohut, pamuk örnek olarak verilebilir.” açıklamaları yapılır.

Genel bilgiler verildikten sonra konu tekrar edilir ve deftere kısa notlar aldırılır.

Dersin sonunda bitkiler ve mantarlar arasında ilişki kurularak mantarların neden bir bitki olmadığı anlatılır. Bu konuda; mantarların topraktaki ölü canlılarla beslenirken, bitkilerin güneş ışığı yardımıyla kendi besinlerini kendilerinin ürettiği bilgisi verilir ve mantarların bir bitki olmadığı tekrar belirtilir. Bitkilerin kendi besinlerini üretme yöntemlerine ise fotosentez denildiği bilgisi çok fazla ayrıntıya girilmeden verilir.



Şekil B.10. Yap-boz üzerindeki bitki görseli ve tahtaya çizilecek bitki görseli.

	Egrelti Otu Kara Yosunu At Kuyruğu Kibrit otu Su yosunu Şekil B.11. Çiçeksiz bitki örnekleri. Palmiye Mısır Piring Buğday Çiğdem Orkide Muz Şekil B.12. Çiçekli bitki örnekleri. Ev ödevi: Classroom üzerinden etkinlik gönderilir.
Konu Özeti	Bitkiler Toprağa bağlı olarak yaşayan, karbondioksit, su ve güneş ışığını kullanarak besin ve oksijen üreten canlılardır. Bitkiler; kök, gövde ve yaprak olmak üzere 3 ana bölümden oluşur. 1. Yaprak: Bitkide besin üretimi, terleme ve gaz alışverişinin gerçekleştiği yerdir. 2. Gövde: Bitkinin; çiçek, yaprak gibi bölümlerini üzerinde taşır. Bitkinin dik durmasını sağlar. Köklerden gelen su ve minerallerin bitkinin diğer bölümlerine taşınmasını sağlar. 3. Kök: Bitkinin toprak altında kalan kısmıdır. Topraktan su ve minerallerin alınmasını sağlar. Bitkiyi toprağa bağlar. Bitkiler çiçek taşıma özelliklerine göre iki grupta toplanır. Çiçek: Bitkinin üreme organıdır. Renk ve kokuları ile böcekleri üzerine çeker. a- Çiçeksiz Bitkiler: Çiçekleri ve tohumları yoktur. Atkuyruğu, kibritotu, su yosunu, kara yosunu, eğrelti otu örnek olarak verilebilir. b- Çiçekli Bitkiler: Meyve ve tohum oluştururlar. Lale, çam, portakal, elma, gül, fasulye, nohut, pamuk örnek olarak verilebilir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Bitkiler nasıl beslenir, sorusu öğrencilere yöneltilir. Classroom uygulaması üzerinden, • https://wordwall.net/tr/resource/5814552/canl%C4%B1lar-d%C3%BCnyas%C4%B1/bitkiler • https://wordwall.net/tr/resource/24456818/%C3%A7i%C3%A7ekli-bitkiler-%C3%A7i%C3%A7eksiz-bitkiler • https://wordwall.net/tr/resource/15245558/%C3%A7i%C3%A7ekli-ve-%C3%A7i%C3%A7eksiz-bitkiler etkinlikleri öğrencilere gönderilir ve bitkiler konusu ile ilgili kısa bir tekrar yapmaları sağlanır.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.

EK B9. 9. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	İşbirlikli öğrenme
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, etkinlik pankartları
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstr 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • İşbirlikli öğrenme 1) https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8513854
Etkinlikler	Derse Giriş • Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri “Sallan Zıpla ve İzle” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • Dikkat Çekme (Merak uyandırma) Sınıfa 2 pankart getirilir. Pankartlarda “Çiçekli Bitki” ve “Çiçeeksiz Bitki” yazmaktadır. Öğrencilere bunlarla ne yapılacağı üzerine kısa bir

	tartışma yapılır. • Güdüleme (işbirlikli öğrenme) Öğrenciler sınıf mevcuduna göre 2 gruba ayrılır. Her bir grup kendi pankartında yazan bitkiyi temsil edecektir. Gruplar, grup üyeleri birbirleriyle iletişim kurabilecek bir oturma düzenine getirilir. Her bir grup kendi pankartında yazan bitkiye ait temel kısımların özelliklerini aralarında tartışarak öğretmen tarafından dağıtılan kağıtlara yazacaktır. Derse Geçiş Öğrencilerin etkinliği için 25 dakika süre tanınacaktır. Süre sonunda gruplar kendi bitkilerini diğer grup üyelerine tanıttacaktır.
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Derse başlama egzersizi “Sallan, Zıpla ve İzle” çocuklarla beraber yapılır. <u>Sallan Zıpla ve İzle</u> ✓ Bütün bedenini sallamaya başla. Başını, kollarını, bacaklarını, ellerini, ayaklarını... ✓ İstersen bunu sevdiğin bir müzik eşliğinde de yapabilirsin. ✓ 5 dakika boyunca sallanıp zıplamaya devam ettikten sonra, yavaşça hareketini bitir. ✓ Şimdi ayakta kalabilir ya da oturabilirsin. ✓ Gözlerini kapatıp dikkatini nefesine ve kalp atışlarına yönlendir. ✓ Kalbin nasıl atıyor? Hızlı mı? Sesli mi? Elini kalbinin üzerine koymak ister misin? ✓ Nefesini fark et. Nefesin nasıl şu anda? ✓ Burnundan mı yoksa ağzından mı nefes alıp veriyorsun? ✓ Nefesinin hızı nasıl? ✓ Burada, nefesini izlerken neler değişiyor? ✓ Nefesinin yavaşlamasını izlemeyi sürdür. ✓ Kalp atışının ve nefesinin değişimini gözlemlemek, keşfetmek hoşuna gitti mi? ✓ Kendini şu anda nasıl hissediyorsun? (Ortalama 4 dakika boyunca etkinlik tekrar ettirilir.) Derse geçiş yapılır. Geçen derste bitkilere giriş yapıldığı aktarılarak öğrencilere 2 pankart gösterilir. Pankartlarda “Çiçekli Bitki” ve “Çiçeksiz Bitki” yazmaktadır. Sınıf yoklama listesinin yarısı dikkate alınarak 2 gruba ayrılır ve gruplardan birine “Çiçekli Bitki” pankartı diğerine ise “Çiçeksiz Bitki” pankartı verilir. Gruplar uygun etkileşim sağlayabilecekleri bir oturma düzenine getirilir ve her bir grubun kendi pankartında yazan canlıyı tartışarak verilen kağıtlara canlı özelliklerini ve canlı örneklerini yazmaları istenir. Çocuklara 25 dakika süre tanınır. Süre sonunda gruplar kendi pankartında yazan bitki grubunun özelliklerini diğer sınıf arkadaşlarına anlatacaktır. <u>Ev Ödevi:</u> Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından “Bitkiler” ile ilgili etkinlikler ödev verilir.
Konu Özeti	Bitkiler Toprağa bağlı olarak yaşayan, karbondioksit, su ve güneş ışığını kullanarak besin ve oksijen üreten canlılardır. Bitkiler; kök, gövde ve yaprak olmak üzere 3 ana bölümden oluşur. 1. Yaprak: Bitkide besin üretimi, terleme ve gaz alışverişinin gerçekleştiği yerdir. 2. Gövde: Bitkinin; çiçek, yaprak gibi bölümlerini üzerinde taşır. Bitkinin dik durmasını sağlar. Köklerden gelen su ve minerallerin bitkinin diğer bölümlerine taşınmasını sağlar. 3. Kök: Bitkinin toprak altında kalan kısmıdır. Topraktan su ve minerallerin alınmasını sağlar. Bitkiyi toprağa bağlar.

	Bitkiler çiçek taşıma özelliklerine göre iki grupta toplanır. Çiçek: Bitkinin üreme organıdır. Renk ve kokuları ile böcekleri üzerine çeker. a- Çiçeksiz Bitkiler: Çiçekleri ve tohumları yoktur. Atkuyruğu, kibrit otu, su yosunu, kara yosunu, eğrelti otu örnek olarak verilebilir. b- Çiçekli Bitkiler: Meyve ve tohum oluşturlar. Lale, çam, portakal, elma, gül, fasulye, nohut, pamuk örnek olarak verilebilir.
--	---

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Öğrencilerin anlatımlarındaki eksik özelliklerin karşı grup öğrencileri tarafından tamamlanmasına izin verilir. Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından “Bitkiler” ile ilgili etkinlikler ödev verilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



EK B10. 10. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskobik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskobik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskobik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskobik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Teknoloji destekli öğretim, sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, Youtube, hayvan resimleri
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.2.91-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstr 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Video izleme 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518300794?casa_token=-AJMiSqtutQAAAAA:71sIRr4HYyajBZXuKHU1fYCGvkD_SLzEu1cQPCeYp-qFfjOi-uHKDBnBjecsUdkKMGwx43now 2) https://www.nature.com/articles/srep43916 • Sınıf dışı öğrenme ortamları 1) https://www2.cortland.edu/dotAsset/204e3e58-ec1a-47b0-9fca-437809d1eb9e.pdf#page=36 2) https://link.springer.com/article/10.1007/BF03401021

Etkinlikler	Derse Giriş • Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri “Örümcek Hisleri” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • Dikkat Çekme (merak uyandırma-yenilik) Öğrenciler video izlemek için okulun konferans salonuna götürülür. Yanlarında bir not defteri ve kalem getirmeleri istenir. • Güdüleme Öğrencilere hayvanlarla ilgili bir video izletilir. Video izlerken duydukları ya da gördükleri hayvan isimlerini not etmeleri istenir. Video erişim linki: https://www.youtube.com/watch?v=rYSlxyHb7Y0 Derse Geçiş • Canlıların sınıflandırılması konusunu işlememize rağmen insanları şimdiye kadar hiçbir sınıflandırma basamağına yazmadık. Sizce insanlar bu sınıflandırma basamağında nerede bulunmalı? sorusu öğrencilere yöneltilir ve insanların “Memeli Hayvanlar” ile ortak özellikler gösterdiği çıkarımı yapmaları istenir.
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Derse giriş egzersizi “Örümcek Hisleri” yönergedeki bilgiler doğrultusunda öğrencilere yaptırılır. <u>Örümcek Hisleri</u> ✓ Bir mindere ya da sandalyeye rahatça otur. ✓ Bu egzersizde dikkatini duyularına odaklıyorsun. ✓ Çok keskin duyma, koklama, görme, tat alma ve dokunma duyuların olduğunu düşün. ✓ Şimdi gözlerini kapat ve keskin bir dikkatle etrafındaki sesleri dinle. ✓ Çevrende ne tür sesler var? Yüksek sesler... Alçak sesler... Dikkat verdikçe daha alçak sesleri de duyabiliyor musun? ✓ Önce yakından gelen sesleri dinle ve sonra uzaktaki seslere de kulak ver. ✓ 1-2 dakika dinlendikten sonra dikkatini kokulara yönlendir. Belirgin bir koku olmasa da koklamaya devam et. ✓ Şimdi dikkatini diline getir. Herhangi bir tat var mı? Ağzının içindeki tadı fark et. ✓ Bedeninin yerle temas eden bölgelerini fark et. Ellerin şu an nereye dokunuyor? ✓ Artık gözlerini aç ve etrafa bakmaya başla. İlk kez görüyormuş gibi merakla bak çevrene. ✓ Dikkatini çeken bir nesne varsa biraz onu inceleyerek kalabilirsin. (Etkinlik ortalama 4 dakika boyunca devam ettirilir.) Derse giriş yapılır. Bir önceki derste anlatılan “Bitkiler” konusu kısa bir tekrar edilir. Bitkilerin çiçekli ve çiçeksiz bitkiler olarak 2’ye ayrıldığı hatırlatılarak çiçekli ve çiçeksiz bitki örnekleri üzerine soru-cevap etkinliği yapılır. Sorulara gelen cevaplar dinlendikten sonra bitkinin temel kısımları kısa bir tekrar edilir. Öğretmen; “Kök bitkiyi toprağa bağlar ve topraktan su ve mineral alır. Gövde bitkinin dik durmasını sağlar ve topraktan alınan su ve mineralleri bitkinin diğer kısımlarına taşır. Yaprak bitkinin terleme ve besin üretme organıdır. Çiçek ise bitkinin üreme organıdır.” açıklamalarını yaparak “Bitkiler” konusunu tekrar eder. “Hayvanlar” konusuna kısa bir video izleyerek giriş yapılır. Öğrenciler

konferans salonuna götürülür. Konferans salonunda uygun oturma düzeni sağlandıktan sonra video açılır ve çocuklardan duydukları ya da gördükleri hayvan isimlerini not etmeleri istenir.

Video izlendikten sonra öğrenciler sınıfa tekrar getirilir ve hayvanlar konusuna giriş yapılır. İnsanların neden hiçbir sınıflandırma basamağında yer almadığı sorusu sorularak insanların hayvanlarla ortak özellik gösterdiği çıkarımlarının yapılması istenir.

Yapılan kısa tartışmanın ardından hayvanların vücutlarında omurga bulundurup bulundurmamalarına göre 2 gruba ayrıldığı ve omurga bulunduran hayvanlara “Omurgalı Hayvan”, omurga bulundurmeyen hayvanlara ise “Omurgasız Hayvan” denildiği bilgisi verilir. Omurgalı ve omurgasız hayvanlarla ilgili olarak; “Omurgasız hayvanlar; vücutlarında iskelet ve omurga bulunmaz. Karada, suda ya da parazit olarak diğer hayvanların vücutlarında yaşayan türleri vardır. Yumurta ile çoğalırlar. Kelebek, kırkayak, solucan, salyangoz, karınca, arı, ahtapot örnek olarak verilebilir. Omurgalı hayvanlar ise; kırkırdak ve kemikten oluşan iskelet ve omurgaları vardır. Karada ve suda yaşayabilirler. Kuşlar, balıklar, sürüngenler, memeliler ve kurbağalar gibi alt basamakları vardır.” bilgileri verilir. Verilen bilgilerden sonra tahtaya hamur yapıştırıcı yardımıyla rastgele yerlere birkaç hayvan görseli asılır. Bu hayvanların omurgalı mı yoksa omurgasız mı olduğunu kısaca tartışıldıktan sonra hayvan resimleri sınıflandırma basamağında uygun yerlere yapıştırılır. Her bir hayvan uygun sınıflandırma basamağına yerleştirildikten sonra çocukların videoda izlerken not aldığı hayvanların hangi sınıfa girebileceği de tartışılarak uygun sınıflandırma basamağına yerleştirilir.



Şekil B.13. Omurgalı hayvan görselleri.



Şekil B.14. Omurgasız hayvan görselleri.

Konu Özeti	Hayvanlar Otlar, etle bazen de her ikisi ile beslenen, suda ve karada yaşayan türleri olan canlılardır. Vücutlarında omurga ve iskelet bulunup bulunmamasına göre iki gruba ayrılır. a- Omurgasız Hayvanlar: Vücutlarında iskelet ve omurga bulunmaz. Karada, suda ya da parazit olarak diğer hayvanların vücutlarında yaşayan türleri vardır. Yumurta ile çoğalırlar. Kelebek, kırkayak, solucan, salyangoz, karınca, arı, ahtapot örnek olarak verilebilir. b- Omurgalı Hayvanlar: Kıkırdak ve kemikten oluşan iskelet ve omurgaları vardır. Karada ve suda yaşarlar. Kuşlar, balıklar, sürüngenler, memeliler ve kurbağalar gibi alt basamakları vardır.
-------------------	---

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Sınıflandırma basamağında neden insanların olmadığı sorusu öğrencilere yöneltilerek sınıflandırmanın ne olduğu ile ilişki kurmaları istenir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

EK B11. 11. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Aktif öğrenme
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, hayvan kartları
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstr 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Fiziksel deneyim 1) https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0956797615569355?casa_token=IXvkxFk2PIEAAAAA%3AnjocY-xC-v8FHCJlNgDPHMEp_ymSp92FiW5vMomEIAdPUVgpA-da0_JZnXU5YaTCOYYjRxCIDZ2U • Eğitsel oyunlar 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811904003131?casa_token=1v5UVT6XE4EAAAAA:GAsbbzDMT3ATvTBzl4NfQS6xU7rC6PzSS_g-ffknTU-cFy1c-bjyqWIAoZBnoPtJUbDJ2PCQQ

Etkinlikler	Derse Giriş • Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri “Meraklı Yabancı” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • Dikkat Çekme (Merak uyandırma) Omurgalı hayvan resimlerinin olduğu kartlar öğretmen tarafından sınıfa getirilir. • Güdüleme (Hareket etkinliği) 5 kişilik bir oyun oynanır. Oyunu oynayacak öğrenciler istekli öğrenciler arasından rastgele seçilir. 5 kişi tahtaya çıkartılır ve her bir öğrencinin boynuna kuş, balık, sürüngen, memeli ya da kurbağa diye kartlar asılır. Öğrencilere çeşitli hayvan resimlerinin olduğu kartlar gösterilir. Kartlardaki hayvanın yer aldığı sınıflandırma basamağını boynunda taşıyan öğrencinin bir adım öne çıkması istenir. Yanlış yapan elenir ve 5 kişilik grubun galibi belirlenir. Oyun diğer öğrencilerle de oynanır. Finalistler de kendi içinde yarışarak günün galibi belirlenir. Derse Geçiş Oynatılan oyundan sonra her bir karttaki canlının özellikleri ve bulunduğu sınıflandırma basamağının özellikleri hakkında konuşulur.
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Derse giriş egzersizi, “Meraklı Yabancı” çocuklarla beraber yapılır. <u>Meraklı Yabancı</u> ✓ Avucunun içine bir kuru üzün koyup gözlerini kapat. ✓ Çok uzak bir ülkeden ya da uzaydan gelen bir yabancısın şu anda ve hayatında hiç kuru üzüm görmemişsin. ✓ Şimdi gözlerini aç ve üzüme onu hayatında ilk defa görüyormuş gibi bak. ✓ İki parmağının arasına alıp, dokusunu hisset. ✓ Parmaklarının arasında çevirirken, üzümlü kulağına yaklaştırıp onun sesini duymayı dene. ✓ Sence bir kokusu var mıdır? ✓ Acaba tadı nasıl bu değişik yiyeceğin? ✓ Küçük bir ısırık alıp ağzının içerisinde gezdir biraz. ✓ Yavaş yavaş çiğnerken, dilinin üzerindeki tadı, tükürük bezlerinin salgısını keşfet. ✓ İstersen yediğin her şeyi bu şekilde merak ederek inceleyebilirsin. ✓ Bir şeyi böyle yediğinde tadının sana daha güzel geldiğini fark ettin mi? Derse giriş yapılır. Bir önceki ders giriş yapılan “Hayvanlar” konusu işlenir. Hayvanların omurgalı ve omurgasız olarak 2’ye ayrıldığı aktararak omurgalı hayvanların kendi içinde 5 gruba ayrıldığı bilgisi verilir. Bunların kuşlar, balıklar, sürüngenler, memeliler ve kurbağalar olduğu aktararak sınıflandırma basamakları tahtaya yazılır. Bu canlıların özelliklerine geçmeden önce çocuklarla “bir adım önde” oyunu oynanır. Oyunun kuralları öğrencilere anlatılır. <u>Bir adım önde oyunu kuralları:</u> • Her bir turda tahtaya 5 kişi çıkacaktır. • 5 kişinin boynuna üzerlerinde kuş, balık, sürüngen, memeli ya da kurbağa yazan kartlar asılacaktır. • Tahtaya çıkan 5 kişiye çeşitli hayvan görselleri gösterilecektir. • Her bir görselde kendi grubuna girdiğini düşünen öğrenci 1 adım öne çıkacaktır. • Yanlış adım atan oyundan elenecektir.

- Bu şekilde her bir turun (5 kişi içinden) galibi belirlenecektir.
- Diğer öğrenciler bir sonraki turlarda oynayacakları için oyun anında görselleri göremeyecektir.
- Her 5 kişi içinden 1 galip belirlenecek ve en sonunda birinciler yarışarak oyunun galibi belirlenecektir.

Oyun tüm öğrencilerle oynanır. Ortalama 15 dakika sürmesi hedeflenir ve oyun sonunda her bir canlı görseli tahtaya yapıştırılarak hangi sınıflandırma basamağında yer aldığı konuşulur.

Kuş, balık, sürüngen, memeli ve kurbağaların özellikleri öğretmen tarafından anlatılır.

“1- Balıklar: Tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar. Vücutları pullarla kaplıdır. Solungaç solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Hamsi, palamut, istavrit, köpek balığı örnek olarak verilebilir.

2- Kurbağalar: Hem suda hem karada yaşarlar. Derileri nemli ve kaygandır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Başkalaşım geçirirler. Su kurbağası, kara kurbağası örnek olarak verilebilir.

3- Sürüngenler: Çoğunluğu karada yaşar. Suda yaşayan türleri de vardır. Vücutları sert pullarla kaplıdır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Sürünerek hareket ederler. Kertenkele, timsah, yılan, kaplumbağa örnek olarak verilebilir.

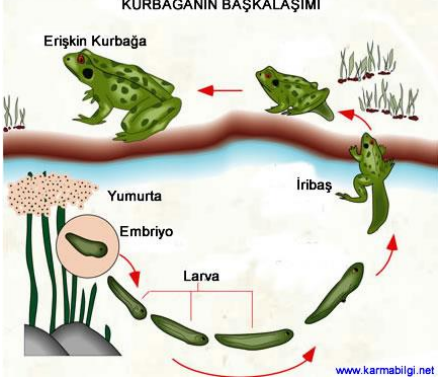
4- Kuşlar: Vücutları tüylerle kaplıdır. Kanatları vardır ancak bazıları uçuş özelliğine sahip değildir. Akciğer solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülür. Serçe, penguen, tavuk, deve kuşu, hindi, karga örnek olarak verilebilir.

5- Memeliler: Vücutları kıllarla kaplıdır. Doğurarak çoğalırlar. Akciğer solunumu yaparlar. Yavru bakımı görülür. Karada ve suda yaşayan türleri vardır. Kedi, köpek, deve, fil, tavşan, koyun, inek karada yaşayan; fok, yunus ve balina suda yaşayan; yarası ise uçan memelilere örnek olarak verilebilir.”

Genel bilgiler verildikten sonra kurbağanın geçirdiği başkalaşım kısaca anlatılır. Kurbağanın ilk oluşum evresinde bir balık olduğu ve bu haline iribaş denildiği, daha sonra yüzgeçlerini kaybederek ön ve arka ayaklarının çıkmasıyla kara yaşamına geçmeye başladığı ve kurbağa halini aldığı anlatılır. Bu olaya başkalaşım denildiği belirtilir. Tahtaya görseli çizilir.



Şekil B.15. Oyun sırasında öğrencilere gösterilecek oyun kartlarındaki görseller.

	 Şekil B.16. Kurbağanın başkalaşımı.
Konu Özeti	Hayvanlar Omurgalı Hayvanlar: Kıkırdak ve kemikten oluşan iskelet ve omurgaları vardır. Karada ve suda yaşarlar. Balıklar, kurbağalar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler olarak beş gruba ayrılır. 1- Balıklar: Tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar. Vücutları pullarla kaplıdır. Solungaç solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Hamsi, palamut, istavrit, köpek balığı örnek olarak verilebilir. 2- Kurbağalar: Hem suda hem karada yaşarlar. Derileri nemli ve kaygandır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Başkalaşım geçirirler. Su kurbağası, kara kurbağası örnek olarak verilebilir. 3- Sürüngenler: Çoğunluğu karada yaşar. Suda yaşayan türleri de vardır. Vücutları sert pullarla kaplıdır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Sürünerek hareket ederler. Kertenkele, timsah, yılan, kaplumbağa örnek olarak verilebilir. 4- Kuşlar: Vücutları tüylerle kaplıdır. Kanatları vardır ancak bazıları uçuş özelliğine sahip değildir. Akciğer solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülür. Serçe, penguen, tavuk, deve kuşu, hindi, karga örnek olarak verilebilir. 5- Memeliler: Vücutları kıllarla kaplıdır. Doğurarak çoğalırlar. Akciğer solunumu yaparlar. Yavru bakımı görülür. Karada ve suda yaşayan türleri vardır. Kedi, köpek, deve, fil, tavşan, koyun, inek karada yaşayan; fok, yunus ve balina suda yaşayan; yarası ise uçan memelilere örnek olarak verilebilir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Kartlardaki hayvanları tahmin etme oyunu oynanır.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



EK B12. 12. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglene ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Hikaye yazma etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, renkli kağıtlar
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstract 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Hikaye yazma 1) https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/hbm.21493?casa_token=lgNK2GfvOZ8AAAAA%3A9_UurkW7DmjegRLAGT9BGI_PoVrrliB2D9SwoDKGeH7wlVHLLW_LbwdxUg_xVanjRPYs6dOUpKGdXM0 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926641005001631?casa_token=MY76SirLlNsAAAAA:XcXBHmZXYZpLWQSl02lS3PqUj8yInAqUA_XRHTakegiZUMShXanhHklrMvVdnPy5_XG557K_aA • Yaratıcılık 1) https://rd.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-71084-6_49

Etkinlikler	Derse Giriş Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri “Ejderha Nefesi” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. Dikkat Çekme (merak uyandırma) Sınıfa öğretmen tarafından hikaye yazmak için renkli kağıtlar getirilir. Güdüleme Öğrencilerin şimdiye kadar öğrendikleri canlılarla ilgili birer hikaye yazmaları istenir. Derse Geçiş Öğrencilerin hayvanlar konusu ile ilgili kısa bir hikaye yazmaları istenir.																																																																																									
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Derse giriş egzersizi, “Ejderha Nefesi” öğrencilere yaptırılır. <u>Ejderha Nefesi</u> ✓ Bu nefes egzersizi beden ısını ve enerjini yükseltecek. Bu uygulamayı yaptıktan sonra sen de adeta bir ejderha gibi güçlü ve canlı olabilirsin. ✓ Sırtını dik tutarak rahat ettiğin bir pozisyonda otur. ✓ Nefesini burnundan verirken güçlü bir şekilde dışarı doğru it ve aynı anda karnını içine çek. ✓ Nefes alışlar kendiliğinden olacak şekilde, bütün dikkatini nefes verilere odakla ve tüm gücünle bir şekilde burnundan tükürür gibi nefesini boşalt. Her seferinde karnını da içeri çek. ✓ Acele etmeden 15-20 kez bunu tekrar ettikten sonra, nefesini tutarak 5’e kadar say ve nefes ver. ✓ Ejderha nefesini 3 kez üst üste tekrarlayabilirsin. (Ortalama 3 dakika tekrar ettirilir.) Etkinlik sonrası derse giriş yapılır. En son işlenen “Hayvanlar” konusu kısaca tekrar edilir. Hayvanları omurgalı ve omurgasız hayvanlar olarak 2’ye ayrıldığı tekrar hatırlatılarak omurgalı ve omurgasız hayvanlara soru-cevap yoluyla örnekler verilir. Kısa bir konu tekrarının ardından öğrencilere “Hayvanlar” konusu ile ilgili etkinlik kağıtları dağıtılır ve cevaplamaları istenir. Çizelge B.1. Çocuklara dağıtılacak olan “Hayvanlar” konusuna ait etkinlik kağıdı. <table><tr><th rowspan="2">Canlı Adı</th><th rowspan="2">Omurgasız Hayvan</th><th colspan="5">Omurgalı Hayvan</th></tr><tr><th>Kuş</th><th>Balık</th><th>Sürüngen</th><th>Memeli</th><th>Kurbanağa</th></tr><tr><td>Serçe</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Su kurbağası</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Deve kuşu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Balina</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Köpek balığı</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Yarasa</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Zürafa</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>İnek</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Solucan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Yılan</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Timsah</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Canlı Adı	Omurgasız Hayvan	Omurgalı Hayvan					Kuş	Balık	Sürüngen	Memeli	Kurbanağa	Serçe							Su kurbağası							Deve kuşu							Balina							Köpek balığı							Yarasa							Zürafa							İnek							Solucan							Yılan							Timsah						
Canlı Adı	Omurgasız Hayvan			Omurgalı Hayvan																																																																																						
		Kuş	Balık	Sürüngen	Memeli	Kurbanağa																																																																																				
Serçe																																																																																										
Su kurbağası																																																																																										
Deve kuşu																																																																																										
Balina																																																																																										
Köpek balığı																																																																																										
Yarasa																																																																																										
Zürafa																																																																																										
İnek																																																																																										
Solucan																																																																																										
Yılan																																																																																										
Timsah																																																																																										

	Arı																																																													
	Kelebe k																																																													
	Yunus balığı																																																													
	Sinek																																																													
	Kedi																																																													
	İnsan																																																													
	Palamut																																																													
Çizelge B.2. Çocuklara dağıtılacak olan “Hayvanlar” konusuna ait etkinlik kağıdı. <table> <tr> <th></th><th>Yum urta yla çoğal ma</th><th>Doğ urar ak çoğal ma</th><th>Yavr u bakı mı yap ma</th><th>Yavr uları nı sütle besle me</th><th>Vüc utlar ı pulla kaphı olma</th><th>Vüc utlar ı tüyle kaphı olma</th><th>Vüc utlar ı kılal kaphı olma</th><th>Başk alaşı m geçir me</th></tr> <tr> <td>Kuşl ar</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Balık lar</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Sürü ngen ler</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Mem eliler</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Kurb ağala r</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Etkinlik için öğrencilere 10 dakika süre verilir. Süre sonunda kağıtlardaki her bir canlı için doğru cevaplar verilir. Etkinlik sonunda öğrencilere renkli kağıtlar dağıtılarak şimdiye kadar canlılarla ilgili tüm öğrendiklerini düşünerek kısa bir hikaye yazmaları istenir ve bu etkinlik için 20 dakika süre verilir. Ev ödevi: Classroom üzerinden ev ödevi verilir. Ayrıca Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından “Hayvanlar” ile ilgili etkinlikler ödev verilir.										Yum urta yla çoğal ma	Doğ urar ak çoğal ma	Yavr u bakı mı yap ma	Yavr uları nı sütle besle me	Vüc utlar ı pulla kaphı olma	Vüc utlar ı tüyle kaphı olma	Vüc utlar ı kılal kaphı olma	Başk alaşı m geçir me	Kuşl ar									Balık lar									Sürü ngen ler									Mem eliler									Kurb ağala r								
	Yum urta yla çoğal ma	Doğ urar ak çoğal ma	Yavr u bakı mı yap ma	Yavr uları nı sütle besle me	Vüc utlar ı pulla kaphı olma	Vüc utlar ı tüyle kaphı olma	Vüc utlar ı kılal kaphı olma	Başk alaşı m geçir me																																																						
Kuşl ar																																																														
Balık lar																																																														
Sürü ngen ler																																																														
Mem eliler																																																														
Kurb ağala r																																																														
Konu Özeti	Hayvanlar Vücutlarında omurga ve iskelet bulunup bulunmamasına göre iki gruba ayrılır. a- Omurgasız Hayvanlar: Vücutlarında iskelet ve omurga bulunmaz. Karada, suda ya da parazit olarak diğer hayvanların vücutlarında yaşayan türleri vardır. Yumurta ile çoğalırlar. Kelebek, kırkayak, solucan, salyangoz, karınca, arı, ahtapot örnek olarak verilebilir. b- Omurgalı Hayvanlar: Kıkırdak ve kemikten oluşan iskelet ve omurgaları vardır. Karada ve suda yaşarlar. Balıklar, kurbağalar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler olarak beş gruba ayrılır.																																																													

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Etkinlik kağıtlarının cevaplandırılması sağlanır ve öğrenci cevapları değerlendirilir. Ders sonunda öğrencilerin yazdığı hikayeler toplanır ve öğretmen tarafından değerlendirilerek kavram yanlışları belirlenir. Öğrencilerde kavram yanlışlığı belirlenmesi durumunda bir sonraki ders bu kavram yanlışları üzerine konuşulur. Classroom uygulaması üzerinden, • https://wordwall.net/tr/resource/27648040/bilim/omurgas%C4%B1z-hayvanlaryumurtlayarak-%C3%A7o%C4%9Falan-hayvanlar • https://wordwall.net/tr/resource/27925565/omurgal%C4%B1-omurgas%C4%B1z-hayvanlar • https://wordwall.net/tr/resource/11326490/fen-canl%C4%B1lar-%C3%BCnitesi-hayvanlar-5-s%C4%B1n%C4%B1f etkinlikleri öğrencilere gönderilir ve hayvanlar konusu ile ilgili kısa bir tekrar yapmaları sağlanır. Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından “Hayvanlar” ile ilgili etkinlikler ödev verilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

EK B13. 13. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı/No	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglene ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Yaparak yaşayarak öğrenme
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, oyun kartları
Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretim Etkinliği / Bilimsel Dayanaklar	• Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri 1) https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/02.04.22.PMS.111.4.291-306?casa_token=Q0vvGJ-_naYAAAAA:OplPiMR-l1cTB9Zd_JW8ojxAhBQbs82bRrQL23qj7xP7N1bVOzGWzIX2JKvFGJ0tja6vOMQrZRCp 2) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451830120300479 3) https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-87 • Ders içi etkileşim 1) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.05.07.082958v1.abstract 2) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 3) https://direct.mit.edu/jocn/article/31/3/401/28957/Brain-to-Brain-Synchrony-and-Learning-Outcomes 4) https://www.biorxiv.org/content/10.1101/644047v1.full • Sınıf dışı öğrenme ortamları 1) https://www2.cortland.edu/dotAsset/204e3e58-ec1a-47b0-9fca-437809d1eb9e.pdf#page=36 2) https://link.springer.com/article/10.1007/BF03401021 • Eğitsel oyunlar 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811904003131?casa_token=1v5UVT6XE4EAAAAA:GAsbbzDMT3ATvTBz14NfQS6xU7rC6PzSS_g-ffknTU-cFy1c-bjyqWIAoZBnoPtJUbdDJ2PCQQ

	• <u>Çevrim içi öğrenme (claasroom ödevi)</u> 1) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131518300794?casa_token=HGK4HmtoMSMAAAAA:fPiEvrqJQtyfKR-xCqavpsqmkpl_R2MMIStgkIBSyWhcqW0QRiv3T0McY-k3pYWMjDOOZOBNlg
Etkinlikler	Derse Giriş • <i>Duygu, farkındalık ve dikkat egzersizleri</i> “Huzur Çiçeği” etkinliği yapılır. Öğrencilerin rahatlaması kaygılarının azalması ve derse odaklanmalarına yardımcı olunur. • <i>Dikkat Çekme (merak uyandırma)</i> Çeşitli canlı resimleri ya da özelliklerinin bulunduğu kağıtlar sınıfa getirilir. Kağıtlar öğrencilerin önünde katlanarak her bir öğrenciye bir kağıt verilir ve açmaması istenir. • <i>Güdüleme (sınıf dışı öğrenme ortamı-hareket etkinliği)</i> Kağıtlarla beraber öğrenciler bahçeye çıkartılır. Bahçede küçük bir oyun alanı oluşturulur. 4 köşeli oyun alanında her bir köşeye sınıflandırma basamakları yazılır. Öğrenciler belli bir noktada toplatılır ve ellerindeki kağıtları açmaları istenir. Kağıtta bulunan canlının olduğu köşeye hareket etmeleri istenir. Yanlış köşeye gidenler oyundan elenir. Oyun tek bir öğrenci kalana kadar farklı kağıtlarla devam eder ve oyunun galibi bir öğrenci olur. Derse Geçiş Bahçede oynanan oyunun tamamlanması ile sınıfa geçilir. Her bir kartta yazan canlının hangi sınıflandırma basamağına ait olduğu tahtaya yazılır.
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Derse giriş egzersizi “Huzur Çiçeği” öğrencilere yaptırılır. <u>Huzur Çiçeği</u> ✓ Bu etkinlik için sabit bir yere otur. ✓ Farkındalıkla 2-3 kez nefes alıp ver. Nefesini burnunda, göğsünde ve karnında hisset. ✓ Kalbinde beyaz bir çiçek olduğunu düşün. Bu çiçeğin adı “huzur”. ✓ Sen nefes alıp verdikçe bu çiçek büyüyor ve içine huzur, dinginlik, sakinlik yayıyor. ✓ Nefesinin doğal hızında “huzurun” bedenine girip çıkmasını ve her nefeste “huzur” çiçeğinin büyümesini izle. Etkinlik sonrası derse giriş yapılır. Öncelikle çocuklarla “köşe kapmaca” oyunu oynanır. Oyun okul bahçesinde oynanacaktır. Oyun için öğretmenin elinde çeşitli soru kağıtları olacaktır. <u>Köşe kapmaca oyununun kuralları:</u> • Okul bahçesinde 4 köşe belirlenecektir. • Her bir köşede “Mikroskopik Canlı”, “Mantar”, “Bitki” ve “Hayvan” yazacaktır. • Çocuklar öğretmenin elinden soru kağıdı çekecektir. Soruları okuduklarında aynı anda sorunun cevabı olduğunu düşündüğü köşeye gidecektir. • Öğretmen her bir köşedeki çocukların cevaplarını kontrol edecek ve yanlış köşeye giden elenecektir. • Kağıtlar tekrar toplanır ve karıştırılarak oyunda kalan öğrencilerin yeni kağıtlar seçmeleri istenir. Yeni seçilen kağıtlardaki soruların cevaplarına göre öğrencilerin tekrar doğru köşelere gitmeleri beklenir. Yanlış köşeye giden elenir.

	• Oyun bu kağıtlarla 20 dakika boyunca devam edecektir. 20 dakika sonunda oyun alanında kalan çocuklar oyunu kazanacaktır. <u>Oyunda kartlara yazılacak sorular:</u> 1. Örneklerim amip, öglene ve bakteridir. 2. Bazı türlerim el ve ayaklarda hastalık yapan bulaşıcı bir türdür. 3. Hamurun mayalanmasını sağlarım., 4. Gözle görülemem. 5. Açıkta bırakılan yiyeceklerin üzerinde oluşabilirim. 6. Topraktaki ölü canlılarla beslenirim, bir bitki değilim. 7. Kendi besinimi kendim üretirim. 8. Kök, gövde ve yaprak temel kısımlarımdır. 9. Bazı türlerimin omurgası vardır. 10. Uçabilen, kanatları olan türlerim vardır. 11. Yoğurdun mayalanmasını sağlarım. 12. Antibiyotikler beni öldürür. 13. Kuş, balık, sürüngen, memeli gibi türlerim vardır. 14. Çok soğukta yaşamadığım için dondurucudaki besinleri bozamam. 15. Protein bakımından zengin bir besin olarak tüketilen şapkalı bir canlıyım. 16. Omurgası olmayan canlılara arı ve kelebek gibi örnekleri olan canlıyım. 17. Köklerimle toprağa bağlanırım ve yapraklarım vardır. 18. İnsan bağırsaklarında yaşarım ve yararlıyım. 19. Topraktaki ölü canlı atıklarını doğaya kazandırırım ve şapkalıyım. 20. Tohum oluşturabilirim. Oyun oynandıktan sonra öğrenciler sınıfa getirilir ve kağıtlardaki her bir sorunun doğru cevabı verilir. Sorular tekrar edildikten sonra hayvanlar konusu kısaca tekrar edilir. Bir önceki ders öğrencilerin yazdıkları hikayelerdeki kavram yanılgıları üzerine konuşulur ve ünite sonlandırılır.
Konu Özeti	Hayvanlar Otla, etle bazen de her ikisi ile beslenen, suda ve karada yaşayan türleri olan canlılardır. Vücutlarında omurga ve iskelet bulunup bulunmamasına göre iki gruba ayrılır. a- Omurgasız Hayvanlar: Vücutlarında iskelet ve omurga bulunmaz. Karada, suda ya da parazit olarak diğer hayvanların vücutlarında yaşayan türleri vardır. Yumurta ile çoğalırlar. Kelebek, kırkayak, solucan, salyangoz, karınca, arı, ahtapot örnek olarak verilebilir. b- Omurgalı Hayvanlar: Kıkırdak ve kemikten oluşan iskelet ve omurgaları vardır. Karada ve suda yaşarlar. Balıklar, kurbağalar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler olarak beş gruba ayrılır. 1- Balıklar: Tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar. Vücutları pullarla kaplıdır. Solungaç solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Hamsi, palamut, istavrit, köpek balığı örnek olarak verilebilir. 2- Kurbağalar: Hem suda hem karada yaşarlar. Derileri nemli ve kaygandır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Başkalaşım geçirirler. Semender, su kurbağası, kara kurbağası örnek olarak verilebilir. 3- Sürüngenler: Çoğunluğu karada yaşar. Suda yaşayan türleri de vardır. Vücutları sert pullarla kaplıdır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Sürünerek hareket ederler. Kertenkele, timsah, yılan, kaplumbağa örnek olarak verilebilir. 4- Kuşlar: Vücutları tüylerle kaplıdır. Kanatları vardır ancak bazıları uçuş özelliğine sahip değildir. Akciğer solunumu yaparlar. Yumurta ile

	çoğalırlar. Yavru bakımı görülür. Serçe, penguen, tavuk, deve kuşu, hindi, karga örnek olarak verilebilir. 5- Memeliler: Vücutları kıllarla kaplıdır. Doğurarak çoğalırlar. Akciğer solunumu yaparlar. Yavru bakımı görülür. Karada ve suda yaşayan türleri vardır. Kedi, köpek, deve, fil, tavşan, koyun, inek karada yaşayan; fok, yunus ve balina suda yaşayan; yarası ise uçan memelilere örnek olarak verilebilir.
--	---

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Oyun kartlarına öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



EK C : Kontrol Grubuna Yönelik Ders Planları

EK C1. 1. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları /Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Yeni bir üniteye geçileceği ve ünitenin adının “Canlılar Dünyası” olduğu ifade edilir. Ünite kapsamında evrende canlı olarak sınıflandırılan varlıkların tanıtılacağı, bu varlıkların benzer ve ortak özelliklerinin anlatılacağı hakkında kısa bir bilgilendirme yapılır. Sınıflandırmanın gerekliliği ve önemi üzerine konuya giriş yapılır. Canlı ya da cansız varlıkların, benzer ve ortak özelliklerini dikkate alarak gruplandırılması işlemine sınıflandırma denildiği ifade edilir. Günlük yaşamdaki sınıflandırma örnekleri üzerine konuşulur. Öğrencilere, “Hayatınızda ne gibi sınıflandırmalar yapıyorsunuz?” sorusu yöneltilir. Öğrencilerden gelen cevaplar doğrultusunda örnekler genişletilir. Öğretmen; “dolaplarda pantolonlar, kazaklar ya da çoraplar aynı yere konulmaz. Bunların her biri ortak özelliklerine göre ayrılarak gruplandırılır. Ya da her sabah çantanızı hazırlarken kitaplarınızı ve defterlerinizi birbirine karıştırmadan çantanızın farklı gözlerine koyuyor olabilirsiniz. Anneleriniz mutfakta baharat kavanozları ile mercimek nohut gibi bakliyat kavanozlarını ayrı ayrı gruplandırarak ayrı yerlere koyar. Bu bahsettiklerimizin hepsi günlük hayatta yaptığımız sınıflandırmalara örnektir.” açıklamalarını yaparak öğrencilerden gelen örneklerle konu genişletilir. Öğrencilere “Sınıflandırma yapılmasındaki amaç nedir?”, “Sınıflandırma yapılmazsa ne gibi zorluklarla karşılaşabiliriz?” soruları yöneltilir. Öğrencilerden gelen cevaplardan hareketle öğretmen tarafından; “Sınıflandırma hayatımızı kolaylaştıran bir işlemdir. Kıyafetlerimizi, kitap ve defterlerimizi ya da mutfaktaki yiyecekleri belli gruplara ayırarak onları birbirine karıştırmadan her istediğimizde çok kolay ulaşabiliriz. Bu sınıflandırma işlemlerini yapmayabiliriz; ama bu işlemleri yapmazsak her şey birbirine karışır ve hayatımız çok zorlaşır. O halde sınıflandırma yapmak tamamen hayatımızı kolaylaştırmak ve düzenli olmasını sağlamak için yapılır.” açıklamaları

	yapılır. Sınıflandırmada yapılmasındaki amacın varlıkları benzer ve ortak özelliklerini dikkate alarak belli gruplara ayırmak ve hayatı kolaylaştırmak olduğu bir kez daha ifade edildikten sonra; "Doğadaki milyonlarca canlının da sınıflandırması gerekli midir?" sorusu öğrencilere yöneltilir. Öğrencilerden gelen cevaplardan hareketle canlıları da benzer ve ortak özelliklerine göre gruplara ayırabileceğimiz ifade edilir. Öğrencilere, "Siz olsaydınız canlıları hangi temel özelliklerini dikkate alarak sınıflandırırdınız?" sorusu yöneltilir ve öğrencilerin düşünceleri sağlanır. Ardından gelen cevaplardan hareketle, "Bu bahsettiğiniz özellikleri dikkate alarak canlıları kaç temel gruba ayırırdınız ve bu grupların isimleri ne olurdu?" sorusu yöneltilir ve tekrar düşünceleri sağlanır. Öğrencilerle yapılan soru cevap etkinlikleri sonra, bilim insanlarının bu konuda geçmişten gelen çalışmalarından bahsedilir. "Bilim insanları canlıları gruplandırmaları sırasında; canlıların beslenme, hareket etme, üreme gibi özelliklerini dikkate almıştır. Milattan önce canlıları ilk defa sınıflandıran bilim insanı Aristoteles'tir. Aristoteles, canlıları dış görünüşlerine göre 'Bitkiler' ve 'Hayvanlar' olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Mikroskopik canlıların keşfedilmesinden sonra Aristoteles'in gruplandırması geçerliğini kaybetmiştir. Günümüzde kabul görmüş olan sınıflandırmayı Carlous Linnaeus gerçekleştirmiştir ve canlıları; mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler ve hayvanlar olmak üzere 4 temel gruba ayırmıştır." açıklamaları yapılır. Canlıların sınıflandırılması ile ilgili temel bilgiler verildikten sonra sınıflandırma basamakları tahtaya yazılır ve şema üzerinde konuşulur. Canlıların benzer ve ortak özellikleri dikkate alınarak 4 temel gruba girdiği, bu grupların alt basamaklarının da olduğu şemada gösterilir ve öğrencilerin şemayı defterlerine not almaları için zaman tanınır. <pre> graph TD CANILAR --> Mikroskopik_Canlilar[Mikroskopik Canlılar] CANILAR --> Mantarlar[Mantarlar] CANILAR --> Bitkiler[Bitkiler] CANILAR --> Hayvanlar[Hayvanlar] Mantarlar --> Kul_Mantarlari[Kül Mantarları] Mantarlar --> Parazit_Mantarlar[Parazit Mantarlar] Mantarlar --> Maya_Mantarlari[Maya Mantarları] Mantarlar --> Sapkali_Mantarlar[Şapkalı Mantarlar] Bitkiler --> Cicekli_Bitkiler[Çiçekli Bitkiler] Bitkiler --> Ciceksiz_Bitkiler[Çiçeksiz Bitkiler] Hayvanlar --> Omurgali_Hayvanlar[Omurgalı Hayvanlar] Hayvanlar --> Omurgasiz_Hayvanlar[Omurgasız Hayvanlar] Omurgali_Hayvanlar --> Kuslar[Kuşlar] Omurgali_Hayvanlar --> Surungenler[Sürüngenler] Omurgali_Hayvanlar --> Baliklar[Balıklar] Omurgali_Hayvanlar --> Kurbagalar[Kurbağalar] Omurgali_Hayvanlar --> Memeliler[Memeliler] </pre> Şekil C.1. Tahtaya yazılacak sınıflandırma basamakları görseli.
Konu Özeti	Doğada milyonlarca canlı vardır. Bu canlıların incelenmesi ve tanınmasını kolaylaştırmak için bilim insanları canlıları, benzer özelliklerini dikkate alarak gruplandırmıştır. Bilim insanları canlıları gruplandırmaları sırasında; canlıların beslenme, hareket etme, üreme gibi özelliklerini dikkate almıştır. Milattan önce canlıları ilk defa sınıflandıran bilim insanı Aristoteles'tir. Aristoteles, canlıları dış görünüşlerine göre 'Bitkiler' ve 'Hayvanlar' olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Mikroskopik canlıların keşfedilmesinden sonra Aristoteles'in gruplandırması geçerliğini kaybetmiştir. Günümüzde kabul görmüş olan sınıflandırmayı Carlous Linnaeus gerçekleştirmiştir ve canlıları; mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler ve hayvanlar olmak üzere 4 temel gruba ayırmıştır.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Dersin sonunda sınıflandırmanın amacı ve önemi tekrar sorulur ve cevaplar değerlendirilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



EK C2. 2. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Öğretmen; “Mikroskop yardımı ile görülebilen canlılar mikroskopik canlılardır. Bakteri, amip, terliksi hayvan, öglena mikroskopik canlılara örnek verilebilir. Mikroskopik canlılar, besinlerin üzerinde, canlı vücutlarında, toprak, su ve havada yaşayabilirler.” açıklamalarını yapar. Bu açıklamalardan sonra mikroskopik canlıların sadece mikroskop tarafından görülebileceği bilgisi verilir ve öğrencilere mikroskop ve mikroskopik canlı görselleri ders kitabından gösterilir. Mikroskopik canlıların görsellerinin gösterilmesinden sonra, mikroskopik canlıların yararlı mı ya da zararlı oldukları üzerine konuşulur. Öğretmen; “Sizce mikroskopik canlıların tamamı zararlı mıdır?” sorusunu öğrencilere yöneltir. Öğrencilerden gelen cevaplardan hareketle mikroskopik canlıların hem yararlı hem de zararlı olabilecekleri üzerine konuşulur. Öğretmen; “Mikroskopik canlıların yararlı ya da zararlı türleri vardır. Örneğin; zararlı bakteriler verem zatürre gibi bulaşıcı hastalıklara sebep olurken, yararlı bakteriler sütün mayalanmasını, üzümünden sirke oluşumunu sağlar. Bazı yararlı bakteriler ise bağırsaklarımızda yaşayarak B ve K vitaminlerini üretir.” açıklamalarını öğrencilere yapar ve gerekli notların deftere yazılması sağlanır.
Konu Özeti	Mikroskopik Canlılar Mikroskop yardımı ile görülebilen canlılar mikroskopik canlılardır. Bakteri, amip, terliksi hayvan, öglena mikroskopik canlılara örnek verilebilir. Mikroskopik canlılar, besinlerin üzerinde, canlı vücutlarında, toprak, su ve havada yaşayabilirler. Hem yararlı hem zararlı türleri vardır. Örneğin; zararlı bakteriler verem zatürre gibi bulaşıcı hastalıklara sebep olurken, yararlı bakteriler sütün mayalanmasını, üzümünden sirke oluşumunu sağlar. Bazı yararlı bakteriler ise bağırsaklarımızda yaşayarak B ve K vitaminlerini üretir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Öğrencilerin evde çözmeleri için konu ile ilgili bir test dağıtılır.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



EK C3. 3. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşleniş	Gözle görülemediği, sadece mikroskop yardımı ile görülebildiği, toprakta, suda ya da havada yaşayabilecekleri hatırlatılarak ders kitabındaki mikroskopik canlı görselleri kontrol edilir. Ayrıca mikroskopik canlıların yararlı ve zararlı olanları üzerine de soru-cevap etkinliği yapılır. Yapılan hatırlatmanın ardından bir önceki ders öğrencilere ev ödevi olarak verilen test soruları sırasıyla cevaplandırılır.
Konu Özeti	Mikroskopik Canlılar Mikroskop yardımı ile görülebilen canlılar mikroskopik canlılardır. Bakteri, amip, terliksi hayvan, öglena mikroskopik canlılara örnek verilebilir. Mikroskopik canlılar, besinlerin üzerinde, canlı vücutlarında, toprak, su ve havada yaşayabilirler. Hem yararlı hem zararlı türleri vardır. Örneğin; zararlı bakteriler verem zatürre gibi bulaşıcı hastalıklara sebep olurken, yararlı bakteriler sütün mayalanmasını, üzümde sirke oluşumunu sağlar. Bazı yararlı bakteriler ise bağırsaklarımızda yaşayarak B ve K vitaminlerini üretir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Testteki her bir soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

EK C4. 4. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, Arı Yayınları Fen Atölyem kitabı
Etkinlikler	-----
Dersi Ayrıntılı İşlenişi	Arı Yayınları Fen Atölyem adlı kitaptan Mikroskopik Canlılar ile ilgili etkinlikler açılarak her öğrencinin etkinlikleri yapması sağlanır. Öğrencilere 20 dakika süre verilir. Verilen süre içerisinde sınıfta dolaşarak öğrencilerin verdikleri cevaplar kontrol edilir. 20 dakika süre sonunda etkinlikteki sorular cevaplandırılır.
Konu Özeti	Mikroskopik Canlılar Mikroskop yardımı ile görülebilen canlılar mikroskopik canlılardır. Bakteri, amip, terliksi hayvan, öglena mikroskopik canlılara örnek verilebilir. Mikroskopik canlılar, besinlerin üzerinde, canlı vücutlarında, toprak, su ve havada yaşayabilirler. Hem yararlı hem zararlı türleri vardır. Örneğin; zararlı bakteriler verem zatürre gibi bulaşıcı hastalıklara sebep olurken, yararlı bakteriler sütün mayalanmasını, üzümden sirke oluşumunu sağlar. Bazı yaralı bakteriler ise bağırsaklarımızda yaşayarak B ve K vitaminlerini üretir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Arı Yayınlar Fen Atölyem kitabından konu ile ilgili etkinlikler çözülür.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişini yapabilir.

EK C5. 5. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Mikroskopik canlıların özellikleri ile ilgili kısa bir soru-cevap etkinliği yapılarak, özelliklerin tekrar hatırlatılması sağlanır. “Mantarlar” konusuna giriş yapılır. Öğretmen; “Mantarlar, besinlerin üzerinde, canlıların üzerinde, suda, havada ve toprakta yaşayabilir. Özelliklerine göre dört gruba ayrılırlar. Bunlar; maya mantarları, küf mantarları, parazit mantarlar ve şapkalı mantarlardır.” açıklamalarını yapar. Ders kitabındaki çeşitli mantar görselleri incelenir ve her bir mantarın özelliği ayrı ayrı konuşularak deftere not alınması sağlanır. Öğretmen her bir mantarın özelliğini öğrencilere açıklar. “Şapkalı mantarlar: Toprağa bağlı yaşarlar. Bazı çeşitlerini besin olarak tüketiriz ancak zehirli türleri de vardır. Tükettiğimiz türlerine kültür mantarı da denilmektedir. Küf mantarları: Mikroskopla görülebilir. Ekmek, peynir, meyve, sebze gibi besinlerin üzerinde yaşayarak onların çürüyüp bozulmasına sebep olurlar. Alexander Fleming isimli bilim insanı yaptığı çalışmalar sırasında oluşan küften güçlü bir antibiyotik olan ‘Penisilin’ i keşfetmiştir. Maya mantarları: Hamurun mayalanmasında görev alırlar. Uygun besin, nem ve sıcaklık koşulları oluştuğunda çoğalırlar. Parazit mantarlar: Canlıların üzerinde yaşayarak onlardan faydalanırlar ve canlı vücudunda çeşitli hastalıklara sebep olurlar. Bebeklerde oluşan pamukçuk hastalığı ve saçlarda oluşan saçkıran hastalığına parazit mantarlar sebep olur.” açıklamaları yapıldıktan sonra deftere gerekli notlar alınması sağlanır. Ders sonunda evde çözmeleri için konu ile ilgili bir test dağıtılır.
Konu Özeti	Mantarlar Mantarlar, besinlerin üzerinde, canlıların üzerinde, suda, havada ve

	toprakta yaşayabilir. Özelliklerine göre dört gruba ayrılırlar. a- Şapkalı mantarlar: Toprağa bağlı yaşarlar. Bazı çeşitlerini besin olarak tüketiriz ancak zehirli türleri de vardır. Tükettiğimiz türlerine kültür mantarı da denilmektedir. b- Küf mantarları: Mikroskopla görülebilir. Ekmek, peynir, meyve, sebze gibi besinlerin üzerinde yaşayarak onların çürüyüp bozulmasına sebep olurlar. NOT: Alexander Fleming isimli bilim insanı yaptığı çalışmalar sırasında oluşan küften güçlü bir antibiyotik olan ‘Penisilin’ i keşfetmiştir. c- Maya mantarları: Hamurun mayalanmasında görev alırlar. Uygun besin, nem ve sıcaklık koşulları oluştuğunda çoğalırlar. d- Parazit mantarlar: Canlıların üzerinde yaşayarak onlardan faydalanırlar ve canlı vücudunda çeşitli hastalıklara sebep olurlar. Bebeklerde oluşan pamukçuk hastalığı ve saçlarda oluşan saçkıran hastalığına parazit mantarlar sebep olur.
--	---

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Öğrencilerin konu ile ilgili soru çözmeleri için ev ödevi olarak test dağıtılır.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.

EK C6. 6. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkaklı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Kısa bir konu tekrarı yapıldıktan sonra “Parazit Mantarlar” ile ilgili bir önceki ders konuşulmayan konular anlatılır. Parazit mantarların bulaşıcı hastalıklara sebep olduğu ve bu tür bulaşıcı hastalıklardan korunmak için kişisel eşyalarımızı başkalarıyla paylaşmamamız gerektiği söylenir. “Mantarlar” konusu ile ilgili bir önceki ders öğrencilere ev ödevi olarak verilen testteki her bir soru tek tek cevaplandırılır.
Konu Özeti	Mantarlar Mantarlar, besinlerin üzerinde, canlıların üzerinde, suda, havada ve toprakta yaşayabilir. Özelliklerine göre dört gruba ayrılırlar. a- Şapkaklı mantarlar: Toprağa bağlı yaşarlar. Bazı çeşitlerini besin olarak tüketiriz ancak zehirli türleri de vardır. Tükettiğimiz türlerine kültür mantarı da denilmektedir. b- Küf mantarları: Mikroskopla görülebilir. Ekmek, peynir, meyve, sebze gibi besinlerin üzerinde yaşayarak onların çürüyüp bozulmasına sebep olurlar. NOT: Alexander Fleming isimli bilim insanı yaptığı çalışmalar sırasında oluşan küften güçlü bir antibiyotik olan ‘Penisilin’ i keşfetmiştir. c- Maya mantarları: Hamurun mayalanmasında görev alırlar. Uygun besin, nem ve sıcaklık koşulları oluştuğunda çoğalırlar. d- Parazit mantarlar: Canlıların üzerinde yaşayarak onlardan faydalanırlar ve canlı vücudunda çeşitli hastalıklara sebep olurlar. Bebeklerde oluşan pamukçuk hastalığı ve saçlarda oluşan saçkıran hastalığına parazit mantarlar sebep olur. NOT: Hastalık yapan mantarlar temas yoluyla bulaşabilir. Bu yüzden

	başkasına ait terlik, havlu, ayakkabı ve çorap gibi eşyaları kullanmamalıyız.
--	---

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Ev ödevi olarak verilen testteki her bir soruya öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar değerlendirilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



EK C7. 7. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, Arı Yayınları Fen Atölyem kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Mantarlar konusu ile ilgili daha önce anlatılmış olan bilgiler tekrar hatırlatılır ve öğrencilerin çözmeleri için Arı Yayınları Fen Atölyem kitabındaki “Mantarlar” konusu ile ilgili etkinlikler açılır. Öğrencilerin çözmeleri için 20 dakika süre tanınır. Süre sonunda etkinlikteki her bir soru öğrencilerle beraber cevaplandırılır.
	Mantarlar Mantarlar, besinlerin üzerinde, canlıların üzerinde, suda, havada ve toprakta yaşayabilir. Özelliklerine göre dört gruba ayrılırlar. a- Şapkalı mantarlar: Toprağa bağlı yaşarlar. Bazı çeşitlerini besin olarak tüketiriz ancak zehirli türleri de vardır. Tükettiğimiz türlerine kültür mantarı da denilmektedir. b- Küf mantarları: Mikroskopla görülebilir. Ekmek, peynir, meyve, sebze gibi besinlerin üzerinde yaşayarak onların çürüyüp bozulmasına sebep olurlar. NOT: Alexander Fleming isimli bilim insanı yaptığı çalışmalar sırasında oluşan küften güçlü bir antibiyotik olan ‘Penisilin’ i keşfetmiştir. c- Maya mantarları: Hamurun mayalanmasında, süttten yoğurt ve peynir oluşmasında görev alırlar. Uygun besin, nem ve sıcaklık koşulları oluştuğunda çoğalırlar. d- Parazit mantarlar: Canlıların üzerinde yaşayarak onlardan faydalanırlar ve canlı vücudunda çeşitli hastalıklara sebep olurlar. Bebeklerde oluşan pamukçuk hastalığı ve saçlarda oluşan saçkıran hastalığına parazit mantarlar sebep olur. NOT: Hastalık yapan mantarlar temas yoluyla bulaşabilir. Bu yüzden

	başkasına ait terlik, havlu, ayakkabı ve çorap gibi eşyaları kullanmamalıyız.
--	---

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından konu ile ilgili etkinlikler çözülür.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



EK C8. 8. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öklena ve paramesyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	“Bitkiler” konusuna giriş yapılır. Bitkinin temel kısımları anlatılarak tahtaya görseli çizilir. Öğretmen; “Toprağa bağlı olarak yaşayan, karbondioksit, su ve güneş ışığını kullanarak besin ve oksijen üreten canlılardır. Bitkiler; kök, gövde ve yaprak olmak üzere 3 ana bölümden oluşur. 1. Yaprak: Bitkide besin üretimi, terleme ve gaz alışverişinin gerçekleştiği yerdir. 2. Gövde: Bitkinin; çiçek, yaprak gibi bölümlerini üzerinde taşır. Bitkinin dik durmasını sağlar. Köklerden gelen su ve minerallerin bitkinin diğer bölümlerine taşınmasını sağlar. 3. Kök: Bitkinin toprak altında kalan kısmıdır. Toprakta su ve minerallerin alınmasını sağlar. Bitkiyi toprağa bağlar.” açıklamalarını yapar. Öğrencilerin tahtadaki görseli defterlerine çizmeleri sağlanır ve temel kısımların özellikleri deftere not aldırılır. Not aldırma işlemi bittikten sonra, öğrencilere tahtadaki görsel gösterilerek “Bu görseldeki kısımlardan bir tanesini temel kısım olarak saymadık. Bunun nedeni ne olabilir?” sorusu sorulur. Öğrencilerin soruya verecekleri cevaplardan hareketle “Her bitkide çiçek var mıdır?” sorusu öğrencilere sorulur çiçeksiz bitkilerin de olduğu çıkarımını yapmaları istenir. Soru cevap etkinliğinin ardından çiçekli ve çiçeksiz bitkilerin özellikleri öğretmen tarafından anlatılır. “Bitkiler çiçek taşıma özelliklerine göre iki grupta toplanır. Çiçek; bitkinin üreme organıdır. Renk ve kokuları ile böcekleri üzerine çeker. Çiçeği olmayan bitkilere çiçeksiz bitkiler, çiçeği olan bitkilere ise çiçekli bitkiler denir.

	a- Çiçeksiz Bitkiler: Çiçekleri ve tohumları yoktur. Atkuyruğu, kibrit otu, su yosunu, kara yosunu, eğrelti otu örnek olarak verilebilir. b- Çiçekli Bitkiler: Meyve ve tohum oluşturlar. Lale, çam, portakal, elma, gül, fasulye, nohut, pamuk örnek olarak verilebilir.” açıklamaları öğretmen tarafından yapılır ve öğrencilerin deftere not almaları sağlanır. Ders sonunda öğrencilere konu ile ilgili evde çözmeleri için bir test dağıtılır.  Şekil C.2. Tahtaya çizilecek olan bitki görseli.
Konu Özeti	Bitkiler Toprağa bağlı olarak yaşayan, karbondioksit, su ve güneş ışığını kullanarak besin ve oksijen üreten canlılardır. Bitkiler; kök, gövde ve yaprak olmak üzere 3 ana bölümden oluşur. 1. Yaprak: Bitkide besin üretimi, terleme ve gaz alışverişinin gerçekleştiği yerdir. 2. Gövde: Bitkinin; çiçek, yaprak gibi bölümlerini üzerinde taşır. Bitkinin dik durmasını sağlar. Köklerden gelen su ve minerallerin bitkinin diğer bölümlerine taşınmasını sağlar. 3. Kök: Bitkinin toprak altında kalan kısmıdır. Toprakta su ve minerallerin alınmasını sağlar. Bitkiyi toprağa bağlar. Bitkiler çiçek taşıma özelliklerine göre iki grupta toplanır. Çiçek: Bitkinin üreme organıdır. Renk ve kokuları ile böcekleri üzerine çeker. a- Çiçeksiz Bitkiler: Çiçekleri ve tohumları yoktur. Atkuyruğu, kibrit otu, su yosunu, kara yosunu, eğrelti otu örnek olarak verilebilir. b- Çiçekli Bitkiler: Meyve ve tohum oluşturlar. Lale, çam, portakal, elma, gül, fasulye, nohut, pamuk örnek olarak verilebilir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Öğrencilerin evde çözmeleri için konu ile ilgili bir test dağıtılır
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişini yapabilir.

EK C9. 9. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşleniş	Çiçekli ve çiçeksiz bitki örnekleri soru-cevap etkinliği ile öğrencilere sorulur. Bitkinin temel kısımları görseli tahtaya çizilerek bu temel kısımların her birinin görevi hatırlatılır. Bir önceki ders öğrencilere evde çözmeleri için dağıtılan test sorularının her biri öğrencilerle beraber cevaplandırılır.
Konu Özeti	Bitkiler Toprağa bağlı olarak yaşayan, karbondioksit, su ve güneş ışığını kullanarak besin ve oksijen üreten canlılardır. Bitkiler; kök, gövde ve yaprak olmak üzere 3 ana bölümden oluşur. 1. Yaprak: Bitkide besin üretimi, terleme ve gaz alışverişinin gerçekleştiği yerdir. 2. Gövde: Bitkinin; çiçek, yaprak gibi bölümlerini üzerinde taşır. Bitkinin dik durmasını sağlar. Köklerden gelen su ve minerallerin bitkinin diğer bölümlerine taşınmasını sağlar. 3. Kök: Bitkinin toprak altında kalan kısmıdır. Toprakta su ve minerallerin alınmasını sağlar. Bitkiyi toprağa bağlar. Bitkiler çiçek taşıma özelliklerine göre iki grupta toplanır. Çiçek: Bitkinin üreme organıdır. Renk ve kokuları ile böcekleri üzerine çeker. a- Çiçeksiz Bitkiler: Çiçekleri ve tohumları yoktur. Atkuyruğu, kibrit otu, su yosunu, kara yosunu, eğrelti otu örnek olarak verilebilir. b- Çiçekli Bitkiler: Meyve ve tohum oluştururlar. Lale, çam, portakal, elma, gül, fasulye, nohut, pamuk örnek olarak verilebilir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Bir önceki ders ev ödevi olarak dağıtılan test sorularına öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirilir.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



EK C10. 10. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, Arı Yayınları Fen Atölyem kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından konu ile etkinlikler açılır ve öğrencilerin çözmeleri için 20 dakika süre verilir. Öğretmen sınıf içinde dolaşarak öğrencilerin verdikleri cevapları kontrol eder. 20 dakika sonunda etkinlikteki tüm sorular öğrencilerle beraber cevaplandırılır.
Konu Özeti	Bitkiler Toprağa bağlı olarak yaşayan, karbondioksit, su ve güneş ışığını kullanarak besin ve oksijen üreten canlılardır. Bitkiler; kök, gövde ve yaprak olmak üzere 3 ana bölümden oluşur. 1. Yaprak: Bitkide besin üretimi, terleme ve gaz alışverişinin gerçekleştiği yerdir. 2. Gövde: Bitkinin; çiçek, yaprak gibi bölümlerini üzerinde taşır. Bitkinin dik durmasını sağlar. Köklerden gelen su ve minerallerin bitkinin diğer bölümlerine taşınmasını sağlar. 3. Kök: Bitkinin toprak altında kalan kısmıdır. Toprakta su ve minerallerin alınmasını sağlar. Bitkiyi toprağa bağlar. Bitkiler çiçek taşıma özelliklerine göre iki grupta toplanır. Çiçek: Bitkinin üreme organıdır. Renk ve kokuları ile böcekleri üzerine çeker. a- Çiçeksiz Bitkiler: Çiçekleri ve tohumları yoktur. Atkuyruğu, kibrit otu, su yosunu, kara yosunu, eğrelti otu örnek olarak verilebilir. b- Çiçekli Bitkiler: Meyve ve tohum oluştururlar. Lale, çam, portakal, elma, gül, fasulye, nohut, pamuk örnek olarak verilebilir.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından konu ile ilgili etkinlikler çözülür.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.



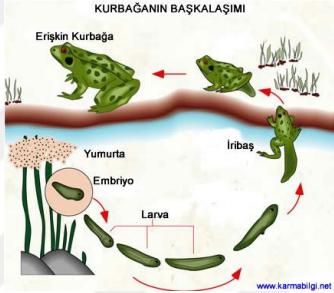
EK C11. 11. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramesyum) ve şapkallı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	“Hayvanlar” konusuna giriş yapılır. Hayvanların iki temel sınıfa ayrıldığı bilgisi verilir ve şema tahtaya çizilir. Omurgalı hayvanların ise kendi içinde 5 temel gruba ayrıldığı da şema üzerinde gösterilir. Öğretmen omurgalı ve omurgasız hayvanlarla ilgili; “Hayvanlar, vücutlarında omurga ve iskelet bulunup bulunmamasına göre iki gruba ayrılır. Omurgasız hayvanlar, vücutlarında iskelet ve omurga bulunmaz. Karada, suda ya da parazit olarak diğer hayvanların vücutlarında yaşayan türleri vardır. Yumurta ile çoğalırlar. Kelebek, kırkayak, solucan, salyangoz, karınca, arı, ahtapot örnek olarak verilebilir. Omurgalı hayvanlar ise kıkırdak ve kemikten oluşan iskelet ve omurgaları vardır. Karada ve suda yaşarlar.” açıklamalarını yapar ve öğrencilerin defterlerine not almaları sağlanır. Not aldırma işleminden sonra omurgalı hayvanlar ile ilgili sınıflandırma basamağında yer alan her bir grubun özelliği öğretmen tarafından anlatılır. “1- Balıklar: Tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar. Vücutları pullarla kaplıdır. Solungaç solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Hamsi, palamut, istavrit, köpek balığı örnek olarak verilebilir. 2- Kurbağalar: Hem suda hem karada yaşarlar. Derileri nemli ve kaygandır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Başkalaşım geçirirler. Su kurbağası, kara kurbağası örnek olarak verilebilir.

	3- Sürüngenler: Çoğunluğu karada yaşar. Suda yaşayan türleri de vardır. Vücutları sert pullarla kaplıdır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Sürünerek hareket ederler. Kertenkele, timsah, yılan, kaplumbağa örnek olarak verilebilir. 4- Kuşlar: Vücutları tüylerle kaplıdır. Kanatları vardır ancak bazıları uçuş özelliğine sahip değildir. Akciğer solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülür. Serçe, penguen, tavuk, deve kuşu, hindi, karga örnek olarak verilebilir. 5- Memeliler: Vücutları kıllarla kaplıdır. Doğurarak çoğalırlar. Akciğer solunumu yaparlar. Yavru bakımı görülür. Karada ve suda yaşayan türleri vardır. Kedi, köpek, deve, fil, tavşan, koyun, inek karada yaşayan; fok, yunus ve balina suda yaşayan; yarası ise uçan memelilere örnek olarak verilebilir.” Genel bilgiler verildikten sonra kurbağanın geçirdiği başkalaşım kısaca anlatılır. Kurbağanın ilk oluşum evresinde bir balık olduğu ve bu haline iribaş denildiği, daha sonra yüzgeçlerini kaybederek ön ve arka ayaklarının çıkmasıyla kara yaşamına geçmeye başladığı ve kurbağa halini aldığı anlatılır. Bu olaya başkalaşım denildiği belirtilir. Tahtaya görseli çizilir.  Şekil C.3. Kurbağanın başkalaşımı. Ders sonunda öğrencilere evde çözmeleri için test dağıtılır.
Konu Özeti	Hayvanlar Otlar, etle bazen de her ikisi ile beslenen, suda ve karada yaşayan türleri olan canlılardır. Vücutlarında omurga ve iskelet bulunup bulunmamasına göre iki gruba ayrılır. a- Omurgasız Hayvanlar: Vücutlarında iskelet ve omurga bulunmaz. Karada, suda ya da parazit olarak diğer hayvanların vücutlarında yaşayan türleri vardır. Yumurta ile çoğalırlar. Kelebek, kırkayak, solucan, salyangoz, karınca, arı, ahtapot örnek olarak verilebilir. b- Omurgalı Hayvanlar: Kıkırdak ve kemikten oluşan iskelet ve omurgaları vardır. Karada ve suda yaşarlar. Balıklar, kurbağalar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler olarak beş gruba ayrılır. 1- Balıklar: Tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar. Vücutları pullarla kaplıdır. Solungaç solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Hamsi, palamut, istavrit, köpek balığı örnek olarak verilebilir. 2- Kurbağalar: Hem suda hem karada yaşarlar. Derileri nemli ve kaygandır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Başkalaşım geçirirler. Su kurbağası, kara kurbağası örnek olarak verilebilir. 3- Sürüngenler: Çoğunluğu karada yaşar. Suda yaşayan türleri de vardır. Vücutları sert pullarla kaplıdır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Sürünerek hareket ederler. Kertenkele, timsah, yılan, kaplumbağa örnek olarak verilebilir. 4- Kuşlar: Vücutları tüylerle kaplıdır. Kanatları vardır ancak bazıları uçuş özelliğine sahip değildir. Akciğer solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülür. Serçe,

	penguen, tavuk, deve kuşu, hindi, karga örnek olarak verilebilir. 5- Memeliler: Vücutları kıllarla kaplıdır. Doğurarak çoğalırlar. Akciğer solunumu yaparlar. Yavru bakımı görülür. Karada ve suda yaşayan türleri vardır. Kedi, köpek, deve, fil, tavşan, koyun, inek karada yaşayan; fok, yunus ve balina suda yaşayan; yarasası ise uçan memelilere örnek olarak verilebilir.
--	---

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Öğrencilerin evde çözmeleri için konu ile ilgili test dağıtılır.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.



EK C12. 12. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı/No	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.																																																																				
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop																																																																				
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----																																																																				
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği																																																																				
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı																																																																				
Etkinlikler	----																																																																				
Dersin Ayrıntılı İşlenişi	Öğrencilere soru cevap yoluyla omurgalı ve omurgasız hayvan örnekleri sorulur. Omurgalı hayvanlardan kuşlar, balıklar, sürtingenler, memeliler ve kurbağalar ile ilgili genel özellikler öğrencilerin defterlerine yazdırılır. Not aldırma işleminin ardından öğrencilere bir önceki ders ev ödevi olarak verilen test sorularının her biri öğrencilerle beraber çözülür. Ders sonunda öğrencilere evde çözmeleri için etkinlik kağıtları dağıtılır. Çizelge C.1. Öğrencilere ders sonunda dağıtılacak etkinlik kağıdı. <table><tr><th rowspan="2">Canlı Adı</th><th rowspan="2">Omurgasız Hayvan</th><th colspan="5">Omurgalı Hayvan</th></tr><tr><th>Kuş</th><th>Balık</th><th>Sürüngen</th><th>Memeli</th><th>Kurbaga</th></tr><tr><td>Serçe</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Su kurbağası</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Deve kuşu</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Balina</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Köpek balığı</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Yarasa</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Zürafa</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>İnek</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	Canlı Adı	Omurgasız Hayvan	Omurgalı Hayvan					Kuş	Balık	Sürüngen	Memeli	Kurbaga	Serçe							Su kurbağası							Deve kuşu							Balina							Köpek balığı							Yarasa							Zürafa							İnek						
Canlı Adı	Omurgasız Hayvan			Omurgalı Hayvan																																																																	
		Kuş	Balık	Sürüngen	Memeli	Kurbaga																																																															
Serçe																																																																					
Su kurbağası																																																																					
Deve kuşu																																																																					
Balina																																																																					
Köpek balığı																																																																					
Yarasa																																																																					
Zürafa																																																																					
İnek																																																																					

Solucan								
Yılan								
Timsah								
Arı								
Kelebe k								
Yunus balığı								
Sinek								
Kedi								
İnsan								
Palamut								

Çizelge C.2. Öğrencilere ders sonunda dağıtılacak etkinlik kağıdı.

	Yum urta yla çoğal ma	Doğ urar ak çoğal ma	Yavr u bakı mı yap ma	Yavr uları nı sütle besle me	Vüc utlar ı pulla kaphı olma	Vüc utlar ı tüyle kaphı olma	Vüc utlar ı killa kaphı olma	Başk alaşı m geçir me
Kuşl ar								
Balık lar								
Sürü ngen ler								
Mem eliler								
Kurb ağala r								

Konu Özeti

Hayvanlar
Otlar, etle bazen de her ikisi ile beslenen, suda ve karada yaşayan türleri olan canlılardır.
Vücutlarında omurga ve iskelet bulunup bulunmamasına göre iki gruba ayrılır.
a- Omurgasız Hayvanlar: Vücutlarında iskelet ve omurga bulunmaz. Karada, suda ya da parazit olarak diğer hayvanların vücutlarında yaşayan türleri vardır. Yumurta ile çoğalırlar.
Kelebek, kirkayak, solucan, salyangoz, karınca, arı, ahtapot örnek olarak verilebilir.
b- Omurgalı Hayvanlar: Kıkırdak ve kemikten oluşan iskelet ve omurgaları vardır. Karada ve suda yaşarlar.
Balıklar, kurbağalar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler olarak beş gruba ayrılır.
1- Balıklar: Tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar. Vücutları pullarla kaplıdır. Solungaç solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Hamsi, palamut, istavrit, köpek balığı örnek olarak verilebilir.
2- Kurbağalar: Hem suda hem karada yaşarlar. Derileri nemli ve kaygandır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Başkalaşım geçirirler. Semender, su kurbağası, kara kurbağası örnek olarak verilebilir.
3- Sürüngenler: Çoğunluğu karada yaşar. Suda yaşayan türleri de vardır. Vücutları sert pullarla kaplıdır. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülmez. Sürünerek hareket ederler. Kertenkele, timsah, yılan, kaplumbağa örnek olarak verilebilir.

	4- Kuşlar: Vücutları tüylerle kaplıdır. Kanatları vardır ancak bazıları uçuş özelliğine sahip değildir. Akciğer solunumu yaparlar. Yumurta ile çoğalırlar. Yavru bakımı görülür. Serçe, penguen, tavuk, deve kuşu, hindi, karga örnek olarak verilebilir. 5- Memeliler: Vücutları kıllarla kaplıdır. Doğurarak çoğalırlar. Akciğer solunumu yaparlar. Yavru bakımı görülür. Karada ve suda yaşayan türleri vardır. Kedi, köpek, deve, fil, tavşan, koyun, inek karada yaşayan; fok, yunus ve balina suda yaşayan; yarası ise uçan memelilere örnek olarak verilebilir.
--	--

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Öğrencilere bir önceki ders dağıtılan test sorularına öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirilir. Ders sonunda evde çözmeleri için konu ile ilgili etkinlik kağıtları dağıtılır.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

EK C13. 13. Ders Planı

BÖLÜM 1

Dersin adı	Fen Bilimleri
Sınıf	5
Ünitenin Adı	Canlılar Dünyası
Konu	Canlıları Tanıyalım
Önerilen Süre	1 Ders Saati

BÖLÜM 2

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır. a. Canlılar; bitkiler, hayvanlar, mantarlar ve mikroskopik canlılar olarak sınıflandırılır. b. Canlıların sınıflandırılmasında sistematik terimlerin (alem, cins, tür vb.) kullanımından kaçınılır. c. Mikroskopik canlılar (bakteriler, amip, öglena ve paramezyum) ve şapkalı mantarlara örnekler verilir, ancak yapısal ayrıntısına girilmez. ç. Mikroskop yardımı ile mikroskopik canlıların varlığını gözlemler. d. Zehirli mantarların yenilmemesi konusunda uyarı yapılır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri	Canlıların benzerlik ve farklılıkları, mikroskopik canlılar, mantarlar, bitkiler, hayvanlar, mikroskop
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	-----
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Sunuş yoluyla öğretim, soru-cevap etkinliği
Kullanılan Eğitim Teknolojileri, Araç-Gereçler	Ders kitabı, Arı Yayınları Fen Atölyem kitabı
Etkinlikler	-----
Dersin Ayrıntılı İşleniş	Bir önceki ders ev ödevi olarak verilen etkinlik kağıtları cevaplandırılır. Etkinlik kağıtlarının cevaplanmasından sonra Arı Yayınları Fen Atölyem kitabından konu ile ilgili etkinlikler açılır ve öğrencilerin çözmeleri için 15 dakika süre verilir. Süre sonunda etkinlikteki her bir soru cevaplandırılır.
Konu Özeti	Hayvanlar Vücutlarında omurga ve iskelet bulunup bulunmamasına göre iki gruba ayrılır. a- Omurgasız Hayvanlar: Vücutlarında iskelet ve omurga bulunmaz. Karada, suda ya da parazit olarak diğer hayvanların vücutlarında yaşayan türleri vardır. Yumurta ile çoğalırlar. Kelebek, kırkayak, solucan, salyangoz, karınca, arı, ahtapot örnek olarak verilebilir. b- Omurgalı Hayvanlar: Kıkırdak ve kemikten oluşan iskelet ve omurgaları vardır. Karada ve suda yaşarlar. Balıklar, kurbağalar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler olarak beş gruba ayrılır.

BÖLÜM 3

Ölçme-Değerlendirme	Bir önceki ders ev ödevi olarak verilen etkinlik kağıtlarına öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirilir. Arı Yayınları Fen Atölyem kitabındaki konu ile ilgili etkinlikler çözülür.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.



T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Sayı : E-34
Konu : Başvurunuz Hk.
Başvurunuz Hk

Sayın: Yasemin TAŞKINER ŞEREFİOĞLU

"Fen Bilimleri Dersinde Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretimin Öğrenci Başarılarına Etkisi" başlıklı 2021/08-21 protokol numaralı başvuru 21.12.2021 tarihli toplantıda kurulumuz tarafından incelenmiş, Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Yönergesi'nde belirtilen etik ilkelere uygun olduğuna toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Necmettin AYGÜN
Akşaray Üniversitesi İnsan Araştırmaları
Etik Kurul Başkanı

Ek: İnsan Araştırmaları Etik Kurul Kararı

Sayın Prof. Dr. Necmettin AYGÜN

Elektronik teknik cursus: <https://b-belgi.aksam.edu.tr/adresleri/307666b-7122-4716-b045-c79fb6146c5c/kodla-ile-istegi.html>.
 Belgi 3070 sayılı Elektronik İnce Kanunu'na 1. Maddeye gerektiren teknik elektronik ince ile imzalanıyor

EK E. Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma İzin Belgesi



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-145.....
Konu : Araştırma İzni

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 sayılı Genelgesi.
b) 27.01.2022 tarihli ve 00000683716 sayılı yazımız.

Üniversiteniz Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı tezli yüksek lisans programı öğrencisi Yasemin TAŞKINER ŞEREFLİOĞLU'nun "**Fen Bilimleri Dersinde Eğitsel Nörobilime Dayalı Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi**" konulu çalışmaları kapsamında İlimiz Sincan İlçesine bağlı ortaokullarda uygulama yapma talebi ilgi (a) Genelge çerçevesinde incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda, söz konusu araştırmanın Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ölçme araçlarının; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Milli Eğitim Temel Kanunu ile Türk Milli Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde okul ve kurum yöneticilerinin sorumluluğunda, gönüllülük esasına göre uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Harun FATSA
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

Adres : Emniyet Mah. Akpınar Türkçe Cad. 4/A Yenimahalle/ANKARA
Elektronik İmza ile onaylanmıştır.

Bu belge gizlidir.

Bilgi Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meh-olgye>
Bilgi için D. KARAGÜZEL

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Yasemin TAŞKINER ŞEREFLİOĞLU

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : İstanbul Üniversitesi, İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği, 2007-2011

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, 2020-2023

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Milli Eğitim Bakanlığı (Öğretmen) / (2012-...)
2. Milli Eğitim Bakanlığı/ Başarı Belgesi (2021)
3. Milli Eğitim Bakanlığı/ Başarı Belgesi (2022)
4. Milli Eğitim Bakanlığı/ Uzman Öğretmenlik (2022)

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

1. Türkiye’de Eğitsel Nörobilim (Eğitimsel Sinirbilim) Konusunda Yapılmış Araştırmaların Analizi - 2021 – Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi (TÜBAD)

Uluslararası Kongrelerde Sunulan Bildiriler

1. Eğitsel Nörobilim (Eğitimsel Sinirbilim) ve Ulusal Ölçekte Yapılmış Olan Araştırmaların Analizi - 2021 - Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi

Uluslararası Yayınevlerinde Yayımlanan Kitap/Kitap Bölümü

1. Eğitim Bilimleri Çalışmaları: Güncel Araştırmalar ve Uygulama / Nörobilim ve Eğitim: Eğitsel Nörobilim - 2022 Livre de Lyon Yayınevi