



KRİPTO PARA BİRİMLERİNE YATIRIMDA BEYİN AKTİVİTESİ

Doktora Tezi

Yiğit Han GAZEL

Eskişehir 2025

KRİPTO PARA BİRİMLERİNE YATIRIMDA BEYİN AKTİVİTESİ

Yiğit Han GAZEL

DOKTORA TEZİ

Finansman Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Serpil ALTINIRMAK

Anadolu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Temmuz 2025

Eskişehir

ÖZET

KRİPTO PARA BİRİMLERİNE YATIRIMDA BEYİN AKTİVİTESİ

Yiğit Han GAZEL

İşletme Anabilim Dalı

Finansman Bilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Haziran 2025

Danışman: Prof. Dr. Serpil ALTINIRMAK

Bu çalışma, geleneksel finans teorilerinden ayrıran bireysel yatırımcı davranışlarını nörofinans perspektifinden incelemektedir. Özellikle kripto para piyasaları odağa alınarak, kripto para yatırımcısı olan ve olmayan bireylerin bilişsel, davranışsal ve nörofizyolojik karar alma süreçleri karşılaştırılmıştır. Dört aşamalı araştırma yönteminde, ilk ve son aşamalarda demografik bilgiler ve risk algıları anketlerle toplanmıştır. İkinci ve üçüncü aşamalarda ise katılımcılar, EEG kaydı eşliğinde Modifiye Iowa Kumar Görevi (IGT) simülasyonuna tabi tutulmuştur. Bu aşamalardan elde edilen olayla ilişkili potansiyeller (ERP) ve frontal asimetri gibi nörofizyolojik veriler detaylıca analiz edilmiştir. Bulgular, kripto para yatırımcılarının daha yüksek finansal bilgi ve risk toleransına sahip olduğunu, ancak piyasaların kendine özgü risklerinin de daha fazla farkında olduklarını göstermiştir. Davranışsal olarak, bu yatırımcılar IGT'de daha hızlı seçim süreleri sergilemişlerdir. Nörofizyolojik analizler, gruplar arasındaki temel farkın motivasyonel eğilimlerden ziyade finansal sonuçların işleme süreçlerinde olduğunu ortaya koymuştur. Kripto para yatırımcıları, finansal kayıplara karşı istatistiksel olarak belirgin derecede daha düşük bir P300 tepkisi göstermişlerdir. Bu durum, kayıpları nöral düzeyde daha az önemli algıladıklarını ve yüksek volatiliteye uyum sağladıklarını düşündürmektedir. Çalışma, deneyimin finansal karar almanın sinirsel temelini nasıl şekillendirdiğine dair yeni bilgiler sunarak nörofinans alanına katkı sağlamaktadır. Riskli piyasalardaki insan davranışını anlamak için sadece kişilik özelliklerine değil, aynı zamanda nörobilişsel uyum mekanizmalarına odaklanmanın önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kripto Para, Yatırım Kararları, Nörofinans, EEG, Davranışsal Finans, Risk Algısı, P300

ABSTRACT

BRAIN ACTIVITY IN CRYPTOCURRENCY INVESTMENT

Yiğit Han GAZEL

Department of Business Administration

Finance Department

Anadolu University Graduate Education Institute, June 2025

Supervisor: Prof. Dr. Serpil ALTINIRMAK

This study explores individual investor behaviors diverging from traditional finance theories, through a neurofinance lens. Focusing on dynamic cryptocurrency markets, it comprehensively compares cognitive, behavioral, and neurophysiological decision-making processes in cryptocurrency investors and non-investors. The research employed a four-stage, multi-faceted methodology. Demographic data and financial risk perceptions were collected via questionnaires in the initial and final stages. During the second and third stages, participants underwent a Modified Iowa Gambling Task (IGT) simulation with Electroencephalography (EEG) recordings to assess risky decision-making tendencies. Neurophysiological data, including event-related potentials (ERP) and frontal asymmetry, were analyzed. Results show cryptocurrency investors possess higher financial literacy and risk tolerance than non-investors, yet are also more acutely aware of the unique risks in crypto markets. Behaviorally, these investors demonstrated faster response times in the IGT task, indicating increased cognitive efficiency or automatization. Neurophysiological analyses revealed that the primary difference between groups stems not from motivational tendencies but from how financial outcomes are processed. Specifically, cryptocurrency investors exhibited a statistically significantly lower P300 response to financial losses. This suggests they perceive losses as less significant or surprising at a neural level, having cognitively adapted to highly volatile environments. This thesis contributes new insights to neurofinance by showing how experience shapes the neural basis of financial decision-making. The findings underscore the importance of considering not only personality traits but also neurocognitive adaptation mechanisms in understanding human behavior within risky financial markets.

Keywords: Cryptocurrency, Investment Decisions, Neurofinance, EEG, Behavioral Finance, Risk Perception, P300

ÖNSÖZ

Uzun ve meşakkatli bir sürecin sonunda nihayete eren bu doktora tez çalışması, yalnızca akademik bir birikimin değil, aynı zamanda kişisel gelişim yolculuğumun da önemli bir durağını temsil etmektedir. Kripto para piyasalarında beyin aktivitelerinin yatırım kararları üzerindeki etkilerini nörofinans perspektifinden derinlemesine incelediğim bu araştırmanın her aşamasında, kıymetli destekleriyle yanımda olan birçok değerli insana minnettarım.

Başta, yüksek lisans eğitimimden bu yana ilim ve irfanıyla yolumu aydınlatan, danışmanlığından çok öte, hayatımın inişli çıkışlı dönemlerinde her daim sarsılmaz bir destekle yanımda duran, sadece bir hoca değil, aynı zamanda bir yaşam rehberi olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Serpil Altınırmak'a en derin şükranlarımı sunarım. Kendisinin engin bilgisi, sabrı ve anlayışı olmasaydı, bu çalışma asla tamamlanamazdı. Ona olan minnetim kelimelerle ifade edilemez.

Tez sürecimin başlangıcında ikinci danışman olarak değerli fikirleriyle çalışmama yön veren Prof. Dr. Nurullah Uçkun'a, doktora tez jürimin ilk gününden itibaren her zorlu anda yapıcı eleştirileri ve çözüm odaklı önerileriyle tezime paha biçilmez katkılar sunan Prof. Dr. Fatih Temizel'e, çalıştığım konuda ülkemizin sayılı akademisyenlerinden olan ve gerektiğindeki ufuk açıcı eleştirileriyle beni doğru yola sevk eden Prof. Dr. Behçet Yalın Özkara'ya içten teşekkürlerimi iletmek isterim.

Araştırmamın deneysel verilerini toplama aşamasında kapılarını bana açan ve modern olanaklarıyla çalışmamıza imkan sağlayan Anadolu Üniversitesi Turizm Fakültesi Duyusal Analiz ve Nöro-Gastronomi Laboratuvarı'na, değerli Prof. Dr. Hilmi Rafet Yüncü'ye ve bu laboratuvarda günlerce süren veri toplama maratonunda adeta kahrımı çeken, yeni anne olmuşken dahi büyük bir özveriyle yanımda duran, başarılarına yürekten inandığım kıymetli Araş. Gör. Halide Geranaz'a sonsuz minnettarım. Kendisinin desteği olmasaydı, bu denli kapsamlı bir veri seti elde etmek mümkün olmazdı.

Elbette bu süreçte maddi ve manevi destekleriyle beni her zaman güçlü tutan, inançlarını ve sevgilerini benden esirgemeyen sevgili aileme, başta fedakar annem ve biricik kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışma, nörofinans alanına küçük de olsa bir katkı sunmayı hedeflerken, bu yolculukta edindiğim bilgi ve deneyimlerin gelecekteki çalışmalarına ışık tutacağına inanıyorum.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Yiğit Han GAZEL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
GÖRSELLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. YATIRIM KAVRAMI, KARAR VERME.....	3
2.1. Yatırım Kavramı ve Yatırım Türleri.....	5
2.1.1. Temel Yatırım Kavramları.....	6
2.1.2. Yatırım Problemi Türleri.....	7
2.1.3. Nakit Akışlarının Yapısal Özellikleri ve Çeşitlenmesi.....	9
2.2. Yatırım Karar Vermede Analiz Yöntemleri.....	11
2.2.1. Net Bugünkü Değer (NBD).....	12
2.2.2. İç Verim Oranı (İVO).....	14
2.2.3. Faiz Oranı Riski ve Süre (Duration).....	15
2.2.4. İmmünizasyon.....	17
2.2.5. Faiz Oranlarının Vade Yapısı.....	18
2.3. Davranışsal Finans ve Yatırım Kararı.....	20
2.3.1. Davranışsal Finansın Temelleri.....	21
2.3.2. Yatırım Kararlarını Etkileyen Temel Bilişsel Önyargılar.....	23
2.3.3. Risk Algısının Rolü.....	26

2.3.4. Teknolojinin Etkisi: Robo-Danışmanlar.....	28
2.3.5. Ampirik Kanıtlar ve Araştırma Alanındaki Eksiklikleri.....	30
3. NÖROFİNANS.....	33
3.1. Nörofinans Kavramı.....	34
3.1.1. Nörofinans ve Davranışsal Finans.....	38
3.1.2. Nörofinans ve Nöroekonomi.....	40
3.2. Karar Almada Rol Oynayan Nörolojik Faktörler.....	42
3.2.1. İkili Süreç Teorisi.....	43
3.2.2. Duygular ve Biliş.....	45
3.2.3. Ödül ve Risk İşleme Süreçleri.....	47
3.2.4. Anlama ve Kavrama Kontrolü ve Stratejik Akıl Yürütme.....	49
3.2.5. Stres, Anlama ve Kavrama Yükünün Etkileri.....	52
3.3. Finansal Karar Alma Süreçleriyle İlişkili Beyin Bölgeleri.....	54
3.3.1. Medial Prefrontal Korteks ve Orbitofrontal Korteks.....	55
3.3.2. Striatum (Nucleus Accumbens ve Putamen) ve Dopaminerjik Sistem.....	57
3.3.3. Amigdala.....	59
3.3.4. İnsula.....	60
3.3.5. Diğer İlgili Beyin Bölgeleri.....	62
3.4. Literatür.....	65
4. KRİPTO PARA YATIRIMLARINDA BEYİN AKTİVİTESİ: EEG ANALİZİ.....	88
4.1. Araştırmanın Amacı.....	88
4.2. Araştırmanın Önemi.....	89
4.3. Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları.....	91
4.4. Araştırmanın Yöntemi.....	92
4.4.1. Elektroensefalografi (EEG).....	94
4.4.2. Araştırma Hipotezleri.....	96
4.4.3. Araştırmanın Evren ve Örneklemi.....	99
4.4.4. Veri Toplama Yöntemi ve Araçları.....	101
4.4.5. Veri Analiz Yöntemi.....	106

4.4.5.1. Katılımcılar.....	107
4.4.5.2. Veri Toplama Araçları ve Prosedürleri.....	110
4.5. Bulgular ve Analiz Sonuçları.....	114
4.5.1. Anket Bulguları.....	115
4.5.2. Modifiye IGT Davranışsal Bulguları.....	117
4.5.3. EEG Nörofizyolojik Bulguları.....	119
4.5.4. ERP Bulguları.....	120
4.6. Hipotezlerin Değerlendirilmesi.....	121
4.7. Tartışma ve Değerlendirme.....	123
5. SONUÇ.....	123
KAYNAKÇA.....	126
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 4.1. Ölçeklerin Güvenilirlik (Cronbach's Alpha) Analizi Sonuçları.....	112
Tablo 4.2 Demografik ve Sosyo-Ekonomik Özelliklerin Gruplara Göre Dağılımı ve Karşılaştırma Sonuçları.....	115
Tablo 4.3. Finansal Risk Toleransı ve Algısı Puanlarının Gruplara Göre Ortalamaları ve Karşılaştırma Sonuçları.....	116
Tablo 4.4. Finansal Bilgi Düzeyi Puanlarının Gruplara Göre Ortalamaları ve Karşılaştırma Sonuçları.....	116
Tablo 4.5 Kripto Para Yatırımcılarının Portföyünde Değerlendirdiği Diğer Finansal Araçlar (Çoklu Seçim Yüzdeleri).....	116
Tablo 4.6 Genel IGT Performans Metriklerinin Gruplara Göre Ortalamaları ve Karşılaştırma Sonuçları.....	117
Tablo 4.7. Belirli Outcome Tiplerine Göre Ortalama Seçim Süreleri (ms) ve Karşılaştırma Sonuçları.....	117
Tablo 4.8 Kayıp Sonrası Deste Değişirme ve Kazanç Sonrası Aynı Destede Kalma Oranlarının Karşılaştırma Sonuçları.....	118
Tablo 4.9 Ortalama Frontal Asimetri Skorları.....	118
Tablo 4.10 EEG - ERP Verisine İlişkin Genel Betimsel İstatistikler.....	119
Tablo 4.11 Gruplara ve Durumlara Göre P300 Genliğine (μV) İlişkin Betimsel İstatistikler.....	119

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1. Kripto paraya yatırım yapmayan katılımcıların kayıp ve kazanç durumlarındaki ortalama ERP dalgaları.....	120
Şekil 2. Kripto paraya yatırım yapan katılımcıların kayıp ve kazanç durumlarındaki ortalama ERP dalgaları.....	120
Şekil 3. Her iki grubun kayıp durumlarındaki ortalama ERP dalgaları.....	120
Şekil 4. Her iki grubun kazanç durumlarındaki ortalama ERP dalgaları.....	121

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel	4.1.	Modifiye	Iowa	Kumar
Oyunu.....				112
Görsel 4.2 Gruplara Göre Frekans Bantlarında Ortalama Frontal Asimetri.....				118



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- BIST: İstanbul Borsası
- CMRR: Ortak Mod Reddetme Oranı
- EEG: Elektroensefalografi
- ERP: Olaya İlişkin Potansiyeller
- fMRI: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
- FRN: Geri Bildirimle İlişkili Negatiflik
- ICA: Bağımsız Bileşen Analizi
- IGT: Iowa Kumar Görevi
- İVO: İç Verim Oranı
- mPFC: Medial Prefrontal Korteks
- NAcc: Nucleus Accumbens
- NBD: Net Bugünkü Değer
- NIC: Neuroelectrics Instrument Controller
- OFC: Orbitofrontal Korteks
- P300: Olayla İlişkili Potansiyel P300
- PET: Pozitron Emisyon Tomografisi
- rACC: Rostral Anterior Singulat Korteks
- RA: Robotik Danışmanlar
- RTs: Ortalama Seçim Süreleri
- SPS: Saniyede Örnek
- STS: Superior Temporal Sulkus
- TBH: Travmatik Beyin Hasarı
- TPJ: Temporal-Parietal Bileşke
- VAR: Vektör Otoregresyon
- YZ: Yapay Zekâ

1. GİRİŞ

Yatırım kavramı, en basit ifadesiyle, gelecekte daha fazla gelir elde etme veya fayda sağlama beklentisiyle mevcut kaynakların kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Bodie vd., 2004). Bu temel tanım dahi, yatırım sürecinin barındırdığı pek çok unsuru içermektedir. İlk olarak, "feda edilen kaynaklar" ifadesi, zaman ve para gibi kıt ve değerli varlıkların dikkatli ve özenli kullanımını gerektirdiğini gösterir. Dolayısıyla, gelecekte daha fazla finansal getiri elde etmenin yolu, elde olan bugünkü kaynakların daha verimli bir şekilde tahsis edilmesinden geçmektedir. Bu noktada, yatırımın ayrılmaz bir diğer unsuru olan "gelecek" kavramı devreye girer. Gelecekte elde edilecek bir fayda veya kazanç, beraberinde kaçınılmaz olarak belirsizlik ve risk kavramlarını getirir. Her ne kadar barındırdığı fırsat maliyeti ve potansiyel riskler nedeniyle bir zorluk içerse de bireyler ve kurumlar, kişi veya kurumların gerçek ya da finansal varlıkları alıp satmasıyla gerçekleşen yatırımlara devam etmektedir.

Bireylerin finansal varlıklara yönelik yatırım kararları, uzun süredir geleneksel finans teorileri ve davranışsal finans teorileri kapsamında incelenmektedir. Geleneksel finans teorileri, piyasaların etkin olduğu ve tüm bilgilerin rasyonel bir şekilde fiyatlara yansıdığı varsayımına dayanarak, piyasalara karşı sürekli olarak ortalamanın üzerinde getiri elde edilemeyeceğini savunan Etkin Piyasa Hipotezi çevresinde şekillenmiştir (Fama, 1970a). Bu varsayım, bir anlamda arbitraj imkanını neredeyse ortadan kaldırmaktadır. Ancak, finansal varlıkların içsel değerlerinden uzaklaşarak aşırı fiyatlara ulaşmasına neden olan finansal krizler ve piyasa balonları karşısında, geleneksel finans teorileri çoğu zaman yeterli ve ikna edici açıklamalar getirememişlerdir (Agliardi vd., 2011). Bu durumlar, yatırımcıların gerçek piyasa koşulları altında nasıl karar verdiklerini açıklamada geleneksel modellerin sınırlılıklarını ortaya koymuştur (Xie et al., 2025).

Geleneksel finans teorilerinin açıklayamadığı irrasyonel bireysel kararları ve sistematik yanlılıkları anlamlandırmak amacıyla, davranışsal finans teorileri geliştirilmiştir (Kahneman ve Tversky, 2009a). Bu teorilerin temelinde, bireylerin riskli seçimler karşısında sergiledikleri davranışların detaylı analizi yatmaktadır. Yapılan kapsamlı analizler sonucunda geliştirilen Beklenti Teorisi, bireylerin kayıpları kazançlardan daha fazla önemsedikleri ve düşük olasılıklı olaylara karşı aşırı tepki gösterirken, yüksek olasılıklı olayları hafife alabildikleri gibi önemli çıkarımlara dayanmaktadır. Benzer şekilde, bireylerin zaman zaman düşük olasılığa sahip seçeneklere daha fazla eğilim

gösterirken, yüksek olasılık barındıran seçenekleri tercih etmeyebildikleri gözlemlenmiştir. Bu ve benzeri davranışsal sapmalar, bireylerin rasyonellikten zaman zaman uzaklaştığını açıkça göstermektedir. Bireylerin davranışları ve psikolojilerinin incelenmesiyle finansal karar alma süreçleri daha yorumlanabilir hale gelmekle birlikte, halen karar verme süreçleri üzerinde nörobiyolojik düzeyde açıklanması gereken pek çok nokta bulunmaktadır.

Geleneksel ekonomi modelleri, zaman içerisinde karın ve değerin maksimizasyonunun önemini vurgulamıştır. Ekonomik olarak değer maksimizasyonunu sağlamak, bireylerin yapacağı optimal seçimlerle doğrudan ilişkilendirilebilmektedir. İnsan beyni de yıllar içinde hayatta kalma ve kaynakların etkin kullanımı adına optimal kararlar verme üzerine evrimleşmiştir. Ancak, bilişsel sınırlamalar ve insan beyninin kapasitesindeki kısıtlamalar optimal karar verme sürecini engelleyebilmektedir. Buna ek olarak, finansal piyasaların günümüzdeki birçok farklı finansal aracı içeren karmaşık ve dinamik yapısı, karar verme sürecini daha da güçleştirmektedir. Bu noktada, alınacak finansal kararları nörobilim perspektifinde incelemek, yeni ve daha derinlemesine bakış açıları ortaya koyma potansiyeli taşımaktadır. Finansal kararlardaki bireysel farklılıklar, bireylerin risk algısındaki tutarsızlıklar ve yatırım kararlarındaki zaman içindeki değişimler, nörobilim sayesinde daha kapsamlı bir şekilde anlaşılabilir olacaktır. Finans teorileriyle, psikoloji ve nörobilimin insanlar hakkında sunduğu verileri birleştirerek finansal karar alma süreçlerini açıklamaya çalışan alan, nörofinans olarak adlandırılmaktadır(Miendlarzewska vd., 2019).

Bu tez çalışması, günümüz finansal piyasalarının en dinamik ve dikkat çekici alanlarından biri olan kripto para piyasaları özelinde, bireylerin finansal kararlar alırken beyinlerinde oluşan aktiviteleri araştırmakta ve bu aktivitelerin yatırım kararları üzerindeki etkilerini yorumlamaya çalışmaktadır. Özellikle, kripto para yatırımı yapan ve yapmayan bireyler arasındaki karar alma süreçleri, risk toleransları ve nörobilişsel tepkilerdeki potansiyel farklılıklar incelenecektir. Bu karşılaştırmalı analiz, dört aşamalı bir değerlendirme süreci ile gerçekleştirilecektir. Değerlendirmenin ilk ve son aşamasında demografik ve sosyoekonomik bilgilerin yanı sıra finansal risk algısının ölçüldüğü anket soruları uygulanacaktır. İkinci ve üçüncü aşamalarda ise katılımcılar, EEG (Elektroensefalografi) kaydı altında riskli kararların tespitine yönelik standardize edilmiş bir oyuna (Modifiye Iowa Kumar Görevi) tabi tutulacaklardır. Bu EEG kayıtlarındaki olası farklılıklar ve

kayıtların sonucunda oluşacak nörofizyolojik veriler istatistiksel modellerle analiz edilecektir. Bu çoklu yöntem yaklaşımı, bireylerin finansal kararlarının altında yatan karmaşık bilişsel ve duygusal etmenleri nörobilişsel düzeyde aydınlatmayı hedeflemektedir.

2 YATIRIM KAVRAMI, KARAR VERME

Yatırım, özünde, gelecekte fayda sağlama beklentisiyle mevcut kaynakların taahhüt edilmesidir. Geleneksel olarak, kaynak ve fayda parasal terimlerle ifade edildiğinde, yatırım, gelecekte bir tutar almak amacıyla paranın bugünkü kullanımını ifade etmektedir. Bu temel kavram, basit parasal işlemlerin ötesine geçerek daha geniş bir perspektifi kapsamaktadır. Bu bölüm, yatırımın çok yönlü doğasını, temel kavramlarını, çeşitli türlerini, karar verme sürecinde kullanılan analitik yöntemleri ve davranışsal finansın yatırımcı seçimleri üzerindeki etkisini incelemektedir. Bu birbiriyle ilişkili unsurları anlamak, bireylerin ve kurumların finansal piyasaların karmaşıklığında nasıl yol aldığını, stratejik tahsis kararları verdiğini ve çoğu zaman psikolojik faktörlerin tamamen rasyonel davranıştan sapmalara nasıl yol açabileceğini kavramak için çok önemlidir. Geleneksel finans teorisi ile davranışsal finansın etkileşimi, yatırım karar verme sürecine daha bütünsel bir bakış açısı sunmaktadır.

2.1 Yatırım Kavramı ve Yatırım Türleri

Yatırım kavramı dinamik ve geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bireylerin emeklilik planlamasından, işletmelerin ürün geliştirmeye yatırım yapmasından veya hükümetlerin altyapı projelerini finanse etmesine kadar sermayenin stratejik tahsisini içermektedir (Luenberger, 1998). Amaç, genellikle belirsizlik ve risk yönetimi gerektiren bir harcamayı, gelecekteki nakit akışına dönüştürmektir. Bu dönüşüm, çok riskli görünebilecek projeleri daha büyük bir portföyün bileşenlerine dönüştürerek toplam üretkenliği artırmayı ve böylece ekonomik büyümeyi ve bireysel refahın artmasını teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

2.1.1 Temel Yatırım Kavramları

Yatırımın merkezinde nakit akışları kavramı yer almaktadır. Bunlar, bir yatırımcının zaman içinde elde edeceği veya kaybedeceği para miktarları olup, genellikle her çeyreğin veya yılın sonu gibi bilinen, belirli tarihlerde gerçekleşmektedir. Nakit akışları, banka faiz gelirleri veya sabit pek çok sabit ödemede görüldüğü gibi, büyüklükleri kesin olarak bilinen, belirli biçimlerde olabilmektedir. Ancak, gelecekteki nakit akışı miktarlarının

belirsiz olduğu durumlar da vardır. Böyle durumlar hisse senedi temettüleri veya varlık satışlarında sıklıkla görölmektedir. Bu belirsizlik, yatırım analizinin sonraki aşamalarında incelenen olasılık teorisine dayalı daha karmaşık gösterimleri gerektirmektedir. Kesinliğin olmadığı bu durumlarda, amaç, hisse senedi ne zaman satılmalı veya altın, gümüş gibi değerli madenler nasıl kullanılmalı gibi aktif yönetim süreçleri gerektirmektedir. Bu süreçler yoluyla hem akışların miktarlarını hem de zamanlamalarını belirleyerek, bu nakit akışlarının mümkün olduğunca istenen seviyelere getirilmesi hedeflenmektedir.

Finansal piyasalar, karşılaştırma için bir temel sağlayarak yatırım analizinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu piyasalar, çoğu yatırımın gerçekleştirildiği yapılandırılmış bir çerçeve sunmaktadır. Bu durum yatırım analizini diğer karar verme süreçlerinden ayırmaktadır. Karşılaştırma ilkesi, yatırımların finansal piyasada kolayca bulunabilen diğer alternatiflerle karşılaştırılarak etkili bir şekilde değerlendirilebileceğini öne sürmektedir (Champonnois, 2006). Teminatlı bir kişisel kredinin cazibesi, faiz oranının Devlet Tahvilleri veya mevduat hesapları gibi piyasa oranlarıyla karşılaştırılmasıyla belirlenir. Bu, yatırım kararlarını yönlendiren temel bir prensiptir.

Karşılaştırma ilkesinin güçlü bir uzantısı, arbitraj kavramıdır. Arbitraj fırsatları, iki benzer yatırım alternatifinin piyasada farklı fiyatlandırılmasıyla ortaya çıkmakta ve başlangıç yatırımı olmaksızın risksiz kar elde edilmesine olanak tanımaktadır. Klasik bir örnek, bir bankadan daha düşük faizle borç alıp aynı anda başka bir bankaya daha yüksek faizle yatırarak garantili bir kar elde etmektir. Böyle fırsatların bilgili piyasa katılımcıları tarafından hızla ortadan kaldırıldığını varsayan arbitraj yokluğu varsayımı, fiyatlandırma ilişkileri için derin anlamlar taşımaktadır. Bu ilke, aynı özelliklere sahip iki farklı menkul kıymetin yaklaşık olarak aynı fiyata sahip olması gerektiğini ima etmektedir. Aksi takdirde, arbitrajcılar tarafından yönlendirilen piyasa güçleri bunları hızla eşitlemektedir. İyi gelişmiş piyasaların varlığına dayanan bu tek fikir, modern yatırım biliminin önemli bir bölümünü kapsamakta, doğrusal fiyatlandırma ilişkilerini ve karmaşık türev menkul kıymetlerin değerlemesini etkilemektedir.

Son olarak, yatırım biliminin temel prensiplerinden biri olan riskten kaçınma, benzer maliyet ve olasılıksal olarak tanımlanan aynı beklenen getiriye sahip iki potansiyel yatırım arasından, rasyonel bir yatırımcının daha düşük belirsizliğe sahip olanı seçeceğini ifade etmektedir. Bu durum, daha yüksek riskin, daha büyük bir beklenen getiri ile telafi

edilmesi gerekliliğini söylemektedir. Yatırımcılar ancak daha yüksek bir getiri beklentisiyle daha fazla risk üstlenmektedirler. Söz konusu ilke, bir varlığın getirisindeki belirsizliğin ortalama değeri ve varyansı ile karakterize edildiği ortalama-varyans analizi gibi çeşitli yaklaşımlarla kabul edilebilir bir yapıya kavuşturulabilmektedir. Bu çerçevede, riskten kaçınan bir yatırımcı, aynı ortalama getiri düzeyine sahip olanlar arasından en düşük varyansa sahip yatırımı tercih edecektir. Harry Markowitz'in öncülük ettiği bu yaklaşım, modern portföy teorisinin esasını teşkil etmektedir. Daha genel bir düzenleme ise belirsizlik koşulları altındaki tercihlerin daha geniş bir perspektiften değerlendirilmesini sağlayan bireysel fayda fonksiyonlarının kullanımını içermektedir.

2.1.2 Yatırım Problemi Türleri

Yatırım problemleri, özgünlüklerine rağmen, genellikle her biri farklı analitik yaklaşımlar gerektiren birkaç geniş kategoriye ayrılmaktadır. Bu kategoriler, finansal piyasalardaki karmaşık karar alma süreçlerini anlamak için temel bir çerçeve sunmaktadır.

Bunlardan ilki Fiyatlandırma olarak adlandırılmaktadır. Bu kategori, bir yatırımın bilinen veya olasılıksal olarak tanımlanan ödeme karakteristikleri ile mevcut finansal koşullar çerçevesinde adil değerinin tespit edilmesini kapsamaktadır. Fiyatlandırma problemi, modern yatırım biliminin temel taşlarından biri olmaktadır. Banka mevduat sertifikaları gibi basit araçların değerlemesinden, opsiyonlar ve vadeli işlemler gibi karmaşık finansal enstrümanlara kadar geniş bir pratik uygulama alanına sahiptir. Bu tür problemler, genellikle karmaşık yatırımların, fiyatları halihazırda bilinen diğer menkul kıymetlerle karşılaştırılabilir bileşenlere ayrıştırılması ve çoğunlukla karmaşık argümanlar aracılığıyla karşılaştırma ilkesinin uygulanması yoluyla çözümlenmektedir. Örneğin, bir tahvilin fiyatının belirlenmesi, gelecekteki kupon ödemeleri ile anapara değerinin, geçerli piyasa faiz oranları kullanılarak bugünkü değere indirgenmesi işlemini içermektedir.

İkinci kategori ise Riskten Korunma olarak tanımlanmaktadır. Riskten korunma, gerek normal ticari faaliyetler esnasında gerekse yapılan yatırımlarla bağlantılı olarak ortaya çıkabilecek finansal risklerin azaltılmasını hedeflemektedir. Bu yaklaşım, finansal piyasaların en temel işlevlerinden biri olarak kabul edilmekte ve çağdaş endüstriyel faaliyetlerin bir bileşenini teşkil etmektedir. Riskten korunma stratejileri, olumsuz fiyat dalgalanmalarından kaynaklanabilecek muhtemel zararları ortadan kaldırmak amacıyla vadeli işlem sözleşmeleri, opsiyonlar ve diğer özel düzenlemeler gibi finansal

enstrümanların kullanımını içerebilmektedir. Örnek olarak, bir fırın işletmesi, buğday vadeli işlem sözleşmeleri tedarik ederek un fiyatlarındaki artış riskine karşı korunma sağlayabilmektedir. Bu sayede girdi maliyetlerini sabitleyerek, un fiyatı spekülasyonu yerine asıl faaliyet alanı olan fırıncılığa odaklanabilmektedir. Bu yöntem, firmaların doğrudan spekülatif pozisyonlar almaksızın belirli riskleri yönetebilmelerine olanak tanımaktadır.

Üçüncü kategori ise Portföy Seçimi'dir. Bu kategori, mevcut bir sermaye tahsisatı karşılığında gelecekte artan getiriler elde etme amacını ifade etmektedir. Bireysel hisse senedi piyasası yatırımlarının büyük bir bölümünün altında yatan temel motivasyon da budur. Bu alandaki temel mesele, bir yatırımcının kişisel tercihlerini dikkate alarak risk ve beklenen getiri arasında bir denge kurmak suretiyle mevcut sermayenin hangi alanlara yönlendirileceğine karar verilmesi olarak tanımlanan portföy seçimi olmaktadır. Sübjektif değerlendirmeler ve bireysel eğilimler bu süreçte önemli bir rol oynadığından, tek ve mutlak bir çözümden bahsetmek mümkün olmamaktadır. Söz konusu problem, aynı zamanda, mevcut sermayeyi ekipman, insan kaynağı ve operasyonel faaliyetlere yapılan yatırımlar aracılığıyla kâra dönüştürmeyi amaçlayan ticari bir işletmenin faaliyetlerini de nitelemektedir. Dolayısıyla, portföy seçim problemlerinin analizi için geliştirilmiş olan yöntemler, firmaların potansiyel projelerini değerlendirme, genel finansal yapılarını optimize etme ve hatta birleşme gibi stratejik kararları alma süreçlerinde de uygulanabilmektedir.

Son olarak, Birleşik Tüketim-Yatırım Problemleri gündeme gelmektedir. Bu tür problemler, yatırım kararlarının tüketim gereksinimleri veya diğer mali yükümlülüklerle eş zamanlı olarak ele alındığı ve birbiriyle etkileşim içinde olduğu durumlarda ortaya çıkmaktadır. Örneğin, yatırım gelirleriyle geçimini sağlayan emekli bir çiftin yatırım stratejisi, sermaye birikimi hedefleyen genç bir çiftten farklılık gösterecektir. Mevcut gelir ihtiyacı, yatırım probleminin niteliğini önemli ölçüde dönüştürerek, saf sermaye artışı hedefinden ziyade gelir yaratma ve anapara koruması gibi unsurlara odaklanılmasını gerektirmektedir. Benzer bir şekilde, bir üniversite gibi kamuya hizmet veren bir kuruluşun bağış fonlarının yönetimi, büyüme hedefleri ile kuruluşun cari operasyonlarına yönelik tüketim benzeri amaçlar arasında bir denge kurulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu problemler, farklı finansal hedeflere ve kısıtlamalara uyum sağlayabilecek esnek yatırım stratejilerine duyulan gereksinimi ön plana çıkarmaktadır.

2.1.3 Nakit Akışlarının Yapısal Özellikleri ve Çeşitlenmesi

Yatırım kararları, gelecekteki nakit akışlarının öngörülebilirlik seviyesi ve yapısına göre farklılaşan karmaşık süreçleri içermektedir. Bu çeşitlilik, yatırımcıların karşılaşılabilecekleri riskleri yönetme ve potansiyel getirileri en verimli şekilde değerlendirme noktasında farklı analitik yaklaşımlar benimsemelerini zorunlu kılmaktadır. Finansal akışların yapısal özellikleri dikkate alındığında, yatırım türleri temel olarak belirlenebilir, rastgele ve türev nitelikli olmak üzere çeşitli kategorilere ayrılmaktadır.

Bu bağlamda, gelecekteki nakit akımlarının miktarının ve zamanlamasının kesin olarak bilindiği en öngörülebilir durumu ifade eden belirlenebilir nakit akımları kategorisi bulunmaktadır. Banka mevduat hesaplarından elde edilen düzenli faiz gelirleri veya konut kredisi sabit ödemeleri bu duruma tipik örnekler olarak gösterilebilmektedir. Bu tür akımların analizi, paranın zaman içerisindeki değer değişimini ve bileşik faizin etkilerini inceleyen temel faiz teorilerine dayanmaktadır. Faiz teorisi, belirli bir nakit akışı dizisinin gelecekteki değerini, bugünkü karşılığını ve yatırımın kendi içindeki getiri oranını hesaplama imkanı sunmaktadır. Tahviller, bonolar veya düzenli kira geliri sağlayan gayrimenkul yatırımları gibi sabit getirili menkul kıymetler bu kapsamda değerlendirilmektedir. Bu yatırım araçları, piyasanın genel faiz oranlarını belirlemede bir referans noktası olarak kabul edilmekte ve değerleri kesinleşmiş ödeme taahhütlerinden türetilmektedir. Özellikle düzenli ve istikrarlı gelir arayışında olan veya sermayesini korumayı hedefleyen yatırımcılar için bu tür varlıklar, portföylerin temelini oluşturmaktadır.

Finansal piyasalardaki belirsizlik, nakit akışlarının da rastgele bir nitelik taşımasına neden olmaktadır. Bu durum, karmaşıklık açısından bir üst düzeyi temsil etmekte ve özellikle kısa vadeli yatırım kararlarında kendini göstermektedir. Bu kategori, genellikle tek bir dönem kapsayan, başlangıçta bir sermaye çıkışı gerektiren ancak dönem sonunda elde edilecek gelirin miktarının önceden kesin olarak bilinmediği durumları içeren rastgele nakit akımları ve tek dönemli yaklaşımlar olarak adlandırılmaktadır. Örneğin, Borsa İstanbul'da işlem gören bir hisse senedinin satın alınıp belirli bir süre sonra satılması bu duruma örnek teşkil etmektedir. Bir anlamda satış fiyatı piyasa koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu tür belirsiz akımların analizi, olasılık teorisine dayalı tanımlamaları ve nicel yaklaşımları gerektirmektedir. Bir yatırımın getirisindeki

belirsizliğin ortalama değer ve varyans ile belirlendiği ortalama-varyans analizi, bu konudaki temel yaklaşımlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu analitik çerçeve, yatırımcıların tek dönemlik yatırımlara ilişkin riski ve beklenen getiriye sayısal olarak değerlendirmelerine olanak tanımaktadır. Böylece portföy oluşturma kararları için bilimsel bir zemin hazırlamaktadır.

Nakit akışlarının karmaşıklığı açısından üçüncü bir seviyeyi türev varlıklar ve fonksiyonel ilişkiler temsil etmektedir. Bu finansal araçlar, birden fazla zaman diliminde rastgele nakit akımları üretir. Ancak bu akışlar, fiyat dinamikleri bilinen başka bir dayanak varlı ile doğrudan ve fonksiyonel bir ilişki içindedir. Bu yapının önemli bir örneği, değeri dayanak hisse senedinin fiyat hareketlerine bağlı olan bir opsiyon sözleşmesidir. Vadeli işlem sözleşmeleri, swaplar ve değişken faizli ipotekler de türev varlıklar sınıfına girmektedir. Türev varlıkların analizi, özelliklerinin dayanak varlığın hareketlerinden türetilmesi nedeniyle, tamamen belirsiz, çok dönemli nakit akışlarına kıyasla genellikle daha basittir. Bu varlıkların incelenmesi, finansal piyasalarda riskten korunma mekanizmaları sunmaktadır. Buna ek olarak güçlü teorik modeller ve örtük fiyatlar gibi önemli nicel büyüklükler üretmektedir. Türev piyasalar, yatırım biliminin hem teorik hem de pratik açıdan en aktif ve gelişmeye açık araştırma alanlarından biri olarak kabul edilmektedir.

Yatırım akışlarının en karmaşık düzeyi, çok dönemli ve genel nakit akımları sınıflandırmasıdır. Bu sınıflandırma, farklı zaman dilimlerinde ortaya çıkan ve diğer varlıklarla doğrudan, basit bir fonksiyonel bağlantısı olmayan tamamen belirsiz nakit akımlarını kapsamaktadır. Gerçek dünyadaki birçok yatırım fırsatı bu kategoriye girmektedir. Çünkü piyasalar genellikle hem rastgele olaylarla karşılaşmakta hem de öngörülemeyen zaman noktalarında birden fazla nakit akışı üretmektedir. Bu tür akımların analizi, dinamik portföy yönetimi ve uzun vadeli büyümeyi maksimize etmeye yönelik karmaşık yeniden yatırım stratejileri gibi ileri düzey kavram ve yöntemlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Piyasa koşullarındaki sürekli değişimlere bağlı olarak zaman içinde portföy yapısını ayarlama esnekliği, uygun yeniden yatırım stratejileri aracılığıyla bir portföyün büyüme oranının artırılması gibi yeni olgular ve fırsatlar sunmaktadır. Bu alan, yatırım biliminin en güncel ve en zorlayıcı alanlarından bazılarını barındırmaktadır. Bu durum finansal piyasaların dinamik doğasını anlamak için sürekli araştırma ve geliştirme ihtiyacı doğurmaktadır.

2.2 Yatırım Karar Vermede Analiz Yöntemleri

Etkin yatırım kararlarının alınabilmesi, rasyonel temellere dayalı ve standartlaştırılmış değerlendirme kriterlerinin varlığını zorunlu kılmaktadır. Finansal analizde çeşitli yöntemler mevcut olmakla birlikte, en yaygın kabul gören ve öne çıkan yaklaşımlar, bugünkü değer ve iç verim oranı prensiplerine dayanmaktadır. Ancak, bu yöntemlerin tutarlı ve gerçekçi bir analiz sunabilmesi için projenin ömrü, vergi yükümlülükleri ve enflasyonun yarattığı değer kaybı gibi faktörlerin dikkatli bir biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Analitik yöntemin seçimi, genellikle ele alınan yatırım fırsatının kendine özgü koşulları ve karar vericinin finansal hedefleri doğrultusunda şekillenmektedir.

2.2.1 Net Bugünkü Değer (NBD)

Net Bugünkü Değer (NBD), bir yatırımın değerini belirlemede finansal analizin en temel ve güvenilir ölçütlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Özellikle yatırımın tek seferlik bir fırsat niteliği taşıdığı ve gelecekte tekrarlanamayacağı durumlarda bu yöntem ön plana çıkmaktadır. NBD, alternatif yatırım seçeneklerini bugünkü değerleri üzerinden bir sıralamaya tabi tutarak değerlendirmektedir. Bu açıdan daha yüksek bir pozitif NBD değeri, daha cazip bir yatırım seçeneğine işaret etmektedir. Hesaplama, bir yatırımın beklenen faydalarının yani nakit girişlerinin bugünkü değeri ile maliyetlerinin yani nakit çıkışlarının bugünkü değerinin çıkarılması suretiyle yapılmaktadır. Bir projenin değerlendirmeye alınabilmesi için, tüm beklenen nakit akışlarının belirli bir iskonto oranı kullanılarak bugüne indirgenmesi sonucunda pozitif bir NBD değerine sahip olması gerekmektedir. Bu durum, yatırımın başlangıç maliyetinden daha fazla bir ekonomik değer üreteceği beklentisini yansıtmaktadır.

NBD'nin önemli avantajlarından biri toplanabilirlik özelliğidir. Bu özellik sayesinde, farklı bağımsız yatırımların veya proje bileşenlerinin bugünkü değerleri, anlamlı bir bileşik toplam değer elde etmek üzere doğrudan toplanabilmektedir. Bu durum, farklı zamanlamalara sahip nakit akımları olan projelerin doğrudan karşılaştırılmasına ve hatta birden fazla projenin oluşturduğu portföylerin bir bütün olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Örneğin, farklı geri ödeme veya gelir akışı sürelerine sahip iki gayrimenkul projesi teklifi karşılaştırılırken, NBD, projelerin kârlılıklarını bugünkü değerler cinsinden doğrudan karşılaştırma imkânı sunmaktadır. Böylece mevcut refahın maksimizasyonuna dayalı net bir karar alınmasını sağlamaktadır. Bu nitelik, özellikle çok

sayıda bağımsız projenin eş zamanlı olarak değerlendirildiği sermaye bütçelemesi kararlarında NBD'yi son derece işlevsel kılmaktadır.

Bununla birlikte, NBD analizi, hesaplamalarda kullanılacak olan uygun iskonto oranının ya da faiz oranının dikkatle seçilmesini gerektirmektedir. Uygulamada, mevduat sertifikaları veya devlet iç borçlanma senetleri gibi çeşitli risksiz oranlar mevcut olmakla birlikte, piyasadaki borçlanma oranları genellikle borç verme oranlarından farklılık göstermektedir. İşletmeler özelinde ise sermaye maliyeti genellikle temel iskonto oranı olarak kullanılmaktadır. Bu oran bir şirketin potansiyel yatırımcılara sunması gereken minimum getiri oranını temsil etmektedir. Bu oranın tespiti, özellikle belirsiz nakit akımlarının beklendiği durumlarda karmaşık olabilmektedir. Aynı zamanda tamamen belirli nakit akımı analizleri için uygun olan gerçek bir risksiz oranı her zaman yansıtmamaktadır.

Ayrıca, NBD hesaplamalarında potansiyel hatalı değerlemelerin önüne geçilebilmesi için vergilerin ve enflasyonun tutarlı bir biçimde hesaba katılması kritik bir öneme sahiptir. Vergiler, belirli vergi muhasebesi kalemlerinin gerçek nakit çıkışları veya girişleriyle birebir örtüşmemesi nedeniyle bir projenin net nakit akımlarını önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Doğru bir şekilde muhasebeleştirilmediği takdirde, vergi düzenlemeleri potansiyel olarak kârlı görünen bir operasyonu bugünkü değer açısından kârsız bir duruma dönüştürebilmektedir. Benzer şekilde, genel fiyat seviyelerindeki zamanla meydana gelen artışla karakterize edilen enflasyon, paranın satın alma gücünü aşındırmaktadır. Analizler, cari değerler veya reel değerler cinsinden yapılabilmeyle birlikte, bu iki yaklaşımın hatalı bir şekilde bir arada kullanılması, projelerin önemli ölçüde düşük veya yüksek değerlendirilmesine yol açabilmektedir. Dolayısıyla, doğru ve güvenilir NBD hesaplamaları için bu faktörlere büyük bir titizlikle yaklaşılması esastır.

2.2.2 İç Verim Oranı (İVO)

İç Verim Oranı (İVO), bir yatırım projesinin tüm nakit akım serisiyle ilişkili olarak, nakit akımı analizlerinde kullanılan önemli bir diğer ölçüttür. İlgili nakit akım dizisinin bugünkü net değerini sifıra eşitleyen iskonto oranı olarak tanımlanmaktadır. İVO'nun kullanımındaki temel kural oldukça basittir. Hesaplanan İVO ne kadar yüksekse, yatırım o kadar cazip kabul edilmektedir. Bir proje, genellikle İVO'su piyasada geçerli olan sermaye maliyetini veya cari faiz oranını aştığı takdirde finansal açıdan değerli olarak

nitelendirilmektedir. Bu da projenin finansal piyasada başka yollarla elde edilebilecek getiriden daha fazlasını sunma potansiyeline sahip olduğu anlamına gelmektedir.

İç Verim Oranı (İVO), nakit akımları tarafından belirlenmekte ve "içsel" bir nitelik taşımaktadır. Bu durum, onu dışsal piyasa faiz oranlarından bağımsız kılmaktadır. Ancak, İVO'yu tanımlayan denklem birden fazla matematiksel çözüme sahip olabilmekte, bu da bir belirsizlik unsuru barındırmaktadır. Özellikle birden fazla nakit çıkışının veya düzensiz nakit akışının olduğu karmaşık projelerde, denklemin birden fazla reel kökü ortaya çıkabilmektedir. Bununla birlikte, en yaygın yatırım türünde, yani başlangıçta bir nakit çıkışını takiben düzenli pozitif nakit girişlerinin olduğu durumlarda, genellikle tekil ve pozitif bir İVO çözümü mevcut olmaktadır. Bu da İVO'yu iyi tanımlanmış ve hesaplama açısından nispeten kolay bir hale getirmektedir.

Net Bugünkü Değer (NBD) ve İç Verim Oranı (İVO) yaklaşımlarının bazı durumlarda çelişkili sonuçlar ürettiği gözlemlenmektedir. Örneğin, iki farklı yatırım projesinin karşılaştırılmasında, NBD daha uzun vadeli ve yüksek toplam değere sahip projeyi tercih ederken, İVO daha erken ve hızlı getiri sağlayan bir projeyi işaret edebilmektedir. Bu çelişki, özellikle ara nakit akımlarının yeniden yatırılmasına ilişkin temel varsayımlarındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. İVO, bir yatırımın getirileri benzer projelere sürekli olarak yeniden yatırılabilirse daha uygun bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Bu da doğrudan sermaye büyüme oranını yansıtmaktadır. Örneğin, bir işletme elde ettiği kârları sürekli olarak yeniden yatırarak operasyonlarını büyütebiliyorsa, en yüksek İVO'ya sahip proje uzun vadede en büyük büyümeyi sağlayacaktır. Diğer taraftan, bir yatırım tek seferlik bir fırsat niteliğindeyse ve getirileri İVO oranında yeniden yatırılmıyorsa, NBD genellikle daha uygun bir kriter olarak değerlendirilmektedir. Çünkü bu yöntem, yatırımı piyasadaki risksiz veya ortalama faiz oranları gibi alternatiflerle karşılaştırmaktadır. Yatırımcılar genellikle tutarlılığı ve toplanabilirlik özelliği nedeniyle NBD'yi tercih ederken, İVO, yüzde cinsinden bir getiri oranı sunması nedeniyle uygulamacılar arasında popülerliğini korumaktadır.

2.2.3 Faiz Oranı Riski ve Süre (Duration)

Sabit getirili menkul kıymetler piyasalarında faiz oranı riskinin anlaşılması kritik bir öneme sahiptir. Bu risk, bir tahvilin veya benzeri bir finansal enstrümanın fiyatının, piyasa faiz oranlarındaki değişimlere ne kadar duyarlı olduğunu ifade etmektedir. Genel

bir kural olarak, daha uzun vadeli tahviller, kısa vadeli tahvillere kıyasla faiz oranı değişikliklerine karşı daha yüksek bir fiyat duyarlılığı sergilemektedir. Bu da piyasa getirileri değiştiğinde fiyatlarının daha belirgin bir şekilde dalgalanması anlamına gelmektedir. Fiyat ile getiri arasındaki bu ters yönlü ilişki, tahvil piyasalarının temel bir karakteristiğidir. Piyasa faiz oranları yükseldiğinde tahvil fiyatları düşmekte, faiz oranları düştüğünde ise tahvil fiyatları yükselmektedir. Bu duyarlılık, genellikle negatif eğimli ve dışbükey bir yapıya sahip olan fiyat-getiri eğrisi ile görsel olarak temsil edilmektedir.

Süre, faiz oranı duyarlılığının vadeden daha kesin ve nicel bir ölçüsünü sunmaktadır. Süre, bir finansal enstrümanın beklenen nakit akışlarının yani kupon ödemeleri ve anapara geri ödemesi yapıldığı zamanların, ilgili nakit akışlarının bugünkü değerleri ile ağırlıklandırılmış ortalaması olarak tanımlanmaktadır. Süre (D) için formül aşağıdaki gibidir:

$$D = \frac{\sum_{k=0}^n [PV(t_k) \cdot t_k]}{\sum_{k=0}^n PV(t_k)}$$

Burada $PV(t_k)$, t_k zamanındaki nakit akımının bugünkü değerini ifade etmektedir. Eğer bugünkü değerler, tahvilin kendi getirisi kullanılarak hesaplanıyorsa, bu ölçüt özellikle Macaulay süresi olarak adlandırılmaktadır. Sıfır kuponlu bir tahvil için süre, doğrudan vadesine eşittir. Çünkü tek bir nakit akışı vade sonunda gerçekleşmektedir. Kupon ödemesi yapan tahvillerde ise süre, daima vadesinden daha kısadır. Çünkü erken dönemlerde yapılan kupon ödemeleri, nakit akımlarının alındığı etkin ortalama süreyi kısaltmaktadır.

Sürenin temel bir çıkarımı, fiyatın getirideki değişimlere olan göreceli duyarlılığını ölçmesidir. Modifiye edilmiş süre (DM), Macaulay süresinden türetilmekte ve bu duyarlılığı doğrudan nicel olarak ifade etmektedir:

$$\frac{dP}{d\lambda} = -DM \cdot P$$

Burada P fiyatı, λ getiriyi ve $DM=D/(1+\lambda/m)$ olup, m ise yıldaki birleştirme periyodu sayısını temsil etmektedir. Bu formül, getirideki küçük bir $\Delta\lambda$ değişimi için fiyattaki yaklaşık ΔP değişiminin $-DM \cdot P \cdot \Delta\lambda$ olduğunu göstermektedir. Bu, getiri değişimlerinin fiyat üzerindeki etkisi için net bir değer sağlamakta ve daha yüksek sürelerle sahip tahvillerin, getirideki belirli bir değişiklik karşısında daha büyük fiyat dalgalanmaları

yaşayacağını ortaya koymaktadır. Örneğin, 30 yıl vadeli sıfır kuponlu bir tahvilin süresi 30 yıl olup, kısa vadeli bir tahvile kıyasla getirideki %1'lik bir artışa karşılık çok daha büyük bir fiyat değişimi sergileyecektir. Bu da oldukça yüksek bir faiz oranı riskine işaret edecektir.

Birden fazla tahvilden oluşan bir portföy için, portföyün süresi, portföydeki her bir tahvilin süresinin, ilgili piyasa fiyatlarıyla orantılı olarak ağırlıklandırılmış bir ortalamasıdır. Bu durum, bütün bir portföyün faiz oranı duyarlılığının ölçülmesine olanak tanımakta ve süreyi, toplam faiz oranı riskinin yönetilmesi açısından güçlü bir araç haline getirmektedir.

2.2.4 İmmünizasyon

İmmünizasyon, özellikle büyük ve önceden tanımlanmış gelecekteki ödeme yükümlülüklerine sahip kurumlar için faiz oranı riskine karşı korunma amacıyla bir tahvil portföyünün yapılandırılmasında kullanılan önemli bir tekniktir. Emeklilik fonları, sigorta şirketleri ve diğer finansal kuruluşlar gibi, faiz oranı dalgalanmalarından bağımsız olarak yükümlülüklerini karşılayacak yeterli fonun varlığını sağlamak durumunda olan kurumlar tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu stratejinin temel amacı, portföyün değerini faiz oranı değişikliklerine karşı dirençli hale getirmek, yani piyasa dalgalanmalarına rağmen portföy değerinin gelecekteki yükümlülükleri karşılamaya yeterli seviyede kalmasını temin etmektir.

İmmünizasyonun temel prensibi, varlık portföyünün hem bugünkü değerini hem de süresini, gelecekteki yükümlülük akımıninkilerle eşleştirmeyi içermektedir. Varlıkların bugünkü değeri yükümlülüklerin bugünkü değerine eşit olduğunda ve süreleri de eşleştğinde, faiz oranlarındaki küçük bir değişiklik hem varlık hem de yükümlülük değerlerinin yaklaşık olarak aynı miktarda değişmesine neden olmaktadır. Bu durum, finansal dengeyi korumakta ve yükümlülüklerin zamanında karşılanabilirliğini güvence altına almaktadır. Örneğin, bir şirketin 5 yıl sonra belirli bir miktarda ödeme yükümlülüğü varsa, bu yükümlülüğün bugünkü değerine ve süresine eşit bir tahvil portföyü oluşturularak faiz oranı değişimlerine karşı korunma sağlanabilmektedir.

Etkili olmasına rağmen, basit immünizasyon tüm getirilerin eşit olduğu ve aynı miktarda değiştiği varsayımına dayanmaktadır. Bu da genellikle idealize edilmiş bir durumdur. Uygulamada, farklı vadeler için getiriler aynı olmayabilmektedir. Vadelerin değişimleri

mükemmel bir paralellik göstermeyebilir. Bu nedenle, süre eşleşmesini sürdürmek amacıyla portföyün periyodik olarak yeniden dengelenmesi veya yeniden immunize edilmesi çoğunlukla tercih edilmektedir. Ayrıca, uygulamada immunize edilmiş bir portföyde tipik olarak ikiden fazla tahvil kullanılacak olup, bunun bir nedeni de hazine dışı tahvillerin dahil edilmesi durumunda temerrüt riskini çeşitlendirmektir. Fiyat duyarlılığının getiri değişikliklerine ikinci dereceden ölçüsü eşleştirilmesi gibi daha gelişmiş iyileştirmeler, daha büyük getiri kaymalarına karşı daha da iyi bir yaklaşım ve koruma sağlayabilmekte ve tipik olarak en az üç tahvil gerektirmektedir. Bu karmaşıklıklara rağmen, immunizasyon tekniği şaşırtıcı derecede pratiktir ve sabit getirili portföy yönetiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.2.5 Faiz Oranlarının Vade Yapısı

Faiz oranlarının daha kapsamlı bir analizi, paranın elde tutulduğu sürenin faiz oranını etkilediğini kabul eden vade yapısı kavramını içermektedir. Bu kavram, tek bir cari faiz oranı anlayışının ötesine geçerek, her vade süresi için ayrı bir oran olmak üzere bütün bir faiz oranı ailesini ele almakta ve faiz oranı piyasasının daha detaylı bir resmini sunmaktadır. Bu çerçevede, özellikle uzun vadeli varlıkların ve yükümlülüklerin değerlendirilmesi için gelişmiş yatırım analizi tekniklerinin temelini oluşturmaktadır.

Vade yapısını tanımlayan temel faiz oranları spot oranlar olarak adlandırılmaktadır. Bir spot oran (s_t), bugünden ($t=0$) t zamanına kadar tutulan para için uygulanan, hem faiz hem de anaparanın t zamanında ödendiği, yıllık bazda ifade edilen yıllık faiz oranıdır. Bu oranlar, çeşitli vade tarihlerine sahip sıfır kuponlu tahvillerin getirilerinin gözlemlenmesiyle teorik olarak ölçülebilmekte ve getiri eğrisine benzer bir spot oran eğrisi oluşturmaktadır. Spot oranlar bilindiğinde, gelecekteki nakit akımlarının bugünkü değerini hesaplamak için karşılık gelen iskonto faktörleri türetilmekte ve bu akımlar doğrudan eşdeğer bir bugünkü değere dönüştürülebilmektedir.

Spot oranların tanımından doğrudan türetilen bir diğer kavram ise vadeli oranlar olmaktadır. Bir vadeli oran ($f(t_1, t_2)$), iki gelecekteki tarih (t_1 ve t_2) arasında borç alınacak veya verilecek para için, ancak bugünden üzerinde anlaşmaya varılan koşullar altında uygulanan faiz oranıdır. Bu oranlar, cari spot oran eğrisiyle tutarlı olup, arbitraj argümanları aracılığıyla gerekçelendirilebilmektedir. Örneğin, iki yıl boyunca doğrudan 2 yıllık spot oranla yatırım yapmak, bir yıl boyunca 1 yıllık spot oranla yatırım yapıp

ardından ikinci yıl için bugün üzerinde anlaşmaya varılan vadeli oranla gelirleri yeniden yatırmaktan aynı getiriye sağlamalıdır. Bu iki stratejinin aynı getiriye sağlamaması durumunda, piyasa güçlerinin hızla ortadan kaldıracağı bir arbitraj fırsatı ortaya çıkacaktır. Vadeli oranlar, piyasanın gelecekteki faiz oranları hakkındaki beklentilerini anlamak açısından kritik bir öneme sahiptir.

Vade yapısının genellikle düz olmayan, tipik olarak kademeli bir şekilde yukarı doğru eğimli olan şeklini açıklamaya yönelik çeşitli teoriler bulunmaktadır. Bu teorilerden ilki olan beklentiler teorisi, piyasadaki spot oranların gelecekteki faiz oranı beklentileri tarafından belirlendiğini varsaymaktadır. Örneğin, yukarı doğru eğimli bir getiri eğrisi, piyasanın gelecekte kısa vadeli oranların artmasını beklediğini ifade etmektedir. Bu teori, mevcut vadeli oranların gelecekteki spot oranların yansız tahminçileri olduğunu öne sürmektedir. Ancak, bu teorinin temel zayıflığı, eğri yukarı doğru eğimli olduğunda piyasanın sürekli olarak oranların artmasını beklemesi gerekliliğidir ki bu durum her zaman reel oran hareketleriyle doğrulanmamaktadır.

İkinci olarak, likidite tercihi teorisi bulunmaktadır. Bu açıklama, yatırımcıların genellikle uzun vadeli menkul kıymetlere kıyasla kısa vadeli sabit getirili menkul kıymetleri tercih ettiğini iddia etmektedir. Temel gerekçe, yatırımcıların, uzun vadeli tahvillerin daha yüksek faiz oranı duyarlılığı ve dolayısıyla daha yüksek kısa vadeli fiyat riski nedeniyle sermayelerini uzun vadeli enstrümanlara bağlamaktan kaçınma eğiliminde olmalarıdır. Yatırımcıları uzun vadeli enstrümanları elde tutmaya ikna etmek için, uzun vadeli tahvillere yönelik daha yüksek oranların sunulması gerekmekte, bu da yukarı doğru eğimli bir getiri eğrisine yol açmaktadır. Bu teori, gelecekteki faiz oranı beklentileri sabit veya düşüş eğiliminde olsa bile getiri eğrisinin neden tipik olarak yukarı doğru eğimli olduğunu açıklamaya yardımcı olmaktadır.

Üçüncü bir yaklaşım ise piyasa segmentasyonu teorisidir. Bu teori, sabit getirili menkul kıymetler piyasasının farklı vade tarihlerine göre ayrılmış segmentlerden oluştuğunu savunmaktadır. Yatırımcıların, gelecekteki fon ihtiyaçlarına veya risk toleranslarına dayalı olarak belirli vade tercihlerine sahip olduğunu varsaymaktadır. Bu da farklı vade segmentlerindeki tahviller için rekabet eden farklı yatırımcı gruplarının oluşmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak, kısa vadeli ve uzun vadeli enstrümanların fiyatları arasında içsel bir ilişki bulunmayabilir; her segmentin oranları kendi arz ve talep dinamikleri tarafından belirlenmektedir. Daha ılımlı bir versiyonu ise segmentlerin varlığını kabul

etmekle birlikte, komşu bir segmentteki oranlar önemli ölçüde daha cazip hale gelirse yatırımcıların bu segmentler arasında geçiş yapmaya istekli olacağını ve böylece getiri eğrisindeki aşırı sapmaların önleneceğini öne sürmektedir.

Uygulamada, bu teorilerin bir kombinasyonunun gözlemlenen vade yapısını açıkladığı düşünülmekte olup, beklentilerin likidite tercihi ile yumuşatılması genellikle makul ve basit bir açıklama sunmaktadır. Vade yapısı, ekonomik haberlere, para politikası değişikliklerine ve gelişen piyasa beklentilerine yanıt olarak sürekli değişen dinamik bir kavramdır.

2.3 Davranışsal Finans ve Yatırım Kararı

Geleneksel finans teorileri, yatırımcıların getirilerini maksimize etmek amacıyla tam bilgiye dayanarak rasyonel kararlar aldığını varsaymaktadır (Ahmad vd., 2025). Ancak finansal piyasaların gerçek işleyişi bu ideal durumdan önemli ölçüde sapmalar gösterebilmektedir (Gill ve Bajwa, 2018). Davranışsal finans, yatırım karar verme süreçlerini etkileyen irrasyonel davranışları ve bilişsel yanlılıkları açıklamak üzere psikolojik, sosyolojik ve ekonomik faktörleri bütünleştiren bir disiplin olarak ortaya çıkmıştır (Mittal, 2022). Bu bölüm, öne çıkan davranışsal yanlılıkları, bunların yatırım kararları üzerindeki etkilerini ve risk algısı ile robotik danışmanlar gibi teknolojik araçların bu etkileri hafifletmedeki rolünü inceleyerek, yatırımcıların karmaşık finansal ortamlardaki davranış biçimlerine dair daha gerçekçi bir anlayış sunmayı amaçlamaktadır.

2.3.1 Davranışsal Finansın Temelleri

Geleneksel finans yaklaşımları, temellerini Etkin Piyasa Hipotezi ve Portföy Teorisi gibi teorilere dayandırmaktadır. Yatırımcıların tamamen rasyonel olduğu varsayılmaktadır. Ayrıca, mevcut tüm bilgiyi kullandıkları ve kararlarını yalnızca getiriye en üst düzeye çıkarmak amacıyla verdikleri düşünülmektedir. Bu bakış açısı, piyasa fiyatlarının mevcut tüm bilgileri tam olarak yansıttığını ve dolayısıyla sürekli olarak anormal getiriler elde etmenin imkânsız olduğunu kabul etmektedir. Ancak, piyasa anomalilerinin –beklenen varlık fiyatlandırma modellerinden kalıcı sapmalar, irrasyonel alım satım davranışları ve spekülasyon balonları gibi ampirik gözlemleri, bu geleneksel varsayımları giderek artan bir şekilde sorgulatmaktadır. Söz konusu anomaliler, piyasaların her zaman etkin olmadığını ve insan rasyonelliğinin mutlak olmadığını düşündürmektedir.

Davranışsal finans, bu anormallikleri ve piyasa verimsizliklerini sınırlı bilgi, sezgisel akıl yürütme, duygusal ve bilişsel zayıflıklar ve sınırlı rasyonellik gibi faktörlere atfeden alternatif bir bakış açısı sunmaktadır (Corzo vd., 2024). Herbert Simon'ın (1979) sınırlı rasyonellik teorisi, karar vericilerin eksik bilgi, zaman kısıtlamaları ve sınırlı bilişsel yetenekler dahil olmak üzere pratik sınırlamalarla kısıtlandığını, bu durumun onları mükemmel rasyonel veya optimal seçimler yapmaktan alıkoyduğunu öne sürmektedir. Bunun yerine, bireyler idealden ziyade yeterince iyi olan tatmin edici kararlar alma eğilimindedir (Cristofaro, 2017).

Davranışsal finansın önemli katkılarından biri, Daniel Kahneman ve Amos Tversky'nin Beklenti Teorisi'dir. Bu teori, yatırımcıların kararlarının saf rasyonellikten ziyade psikolojik önceliklerden etkilendiğini varsayarak geleneksel beklenen fayda teorisinin karşısına çıkmaktadır. Beklenti Teorisi, kazançlar için içbükey ve kayıplar için dışbükey olan, ayrıca kayıplar için kazançlara kıyasla daha dik bir eğime sahip bir değer fonksiyonu kavramını ortaya koymaktadır. Bu durum, bireylerin kayıplara, eşdeğer büyüklükteki kazançlardan daha duyarlı olduğu anlamına gelmekte ve kayıptan kaçınma davranışına yol açmaktadır. Bu bilişsel yanlılık, yatırımcıların neden değer kaybeden hisse senetlerini çok uzun süre ellerinde tuttuklarını veya değer kazanan hisse senetlerini çok erken sattıklarını açıklamaktadır.

Karmaşık veya belirsiz durumlarla karşılaşıldığında, yatırımcılar genellikle karar verme süreçlerini basitleştiren zihinsel kısayollar veya pratik kurallar olan sezgilere başvurmaktadır (Piotrowski ve Bünnings, 2024). Sezgiler, karar vermeyi hızlandırıp daha verimli hale getirebilse de özellikle zaman baskısı veya bilgi bombardımanı altında, bilişsel yanlılıklar olarak bilinen sistematik hatalara da yol açabilmektedir (Berthet, 2022). Bu yanlılıklar, aşırı alım satım yapma, varlıkları temel değerlerinin üzerinde satın alma, akranların alım satım örüntülerini sorgusuzca takip etme, hisse senetlerini yalnızca geçmiş performanslarına göre seçme veya elden çıkarma etkisi gibi optimal olmayan yatırım tercihleriyle sonuçlanabilmektedir. Bu psikolojik faktörlerin tanınması, yatırımcı davranışının ve piyasa dinamiklerinin daha farklı ve gerçekçi bir şekilde anlaşılmasına olanak tanımaktadır.

2.3.2 Yatırım Kararlarını Etkileyen Temel Bilişsel Önyargılar

Yatırımcı davranışlarını önemli ölçüde etkileyen pek çok bilişsel yanlılık bulunmakta olup, bu yanlılıklar sıklıkla rasyonel finansal tercihlerden sapmalara neden olmaktadır. Bu önyargılar, bireysel yatırımcıların piyasa hareketlerini nasıl algıladıklarını, bilgiyi nasıl işlediklerini ve kararlarını nasıl şekillendirdiklerini anlamak açısından büyük önem taşımaktadır.

Bunlardan ilki ulaşılabilirlik yanlılığıdır. Bu yanlılık, yatırımcıların karar alırken kolayca erişebildikleri bilgilere veya akılda kalıcı olaylara aşırı güvenmelerini ifade etmektedir. Bu süreçte, daha az ulaşılabilir ancak potansiyel olarak daha önemli veriler genellikle göz ardı edilmektedir. Bu durum, kapsamlı tarihsel analizler yerine, sansasyonel haber başlıkları veya kişisel tecrübeler gibi yakın zamanda edinilmiş, canlı veya kolay hatırlanabilir bilgilere dayalı irrasyonel kararlar alınmasına yol açabilmektedir (Folkes, 1988). Yatırımcılar, uzun vadeli perspektifleri ve temel analizleri göz ardı ederek, son dönem piyasa trendlerini veya belirli hisse senedi performanslarını aşırı derecede vurgulayabilmektedir. Bu kısa vadeli odaklanma, kararların nesnel olasılıklara veya kapsamlı verilere değil, hatırlama kolaylığına dayanması nedeniyle sistematik hatalara ve optimal olmayan yatırım sonuçlarına neden olabilmektedir (Barbosa ve Fayolle, 2007).

Bir diğer bilişsel yanlılık ise fiyat çapa yanlılığıdır. Bu yanlılığı sergileyen yatırımcılar, sonraki değerlendirmelerinde, ilgili veya güncel olmasa dahi, karşılaştıkları ilk bilgiye çapa güçlü bir şekilde bağlanma eğilimindedirler. Bu çapa, daha sonraki tahminlerini veya kararlarını orantısız bir biçimde etkilemekte ve bu ilk referans noktasından yeterince uzaklaşmalarını engellemektedir (Epley ve Gilovich, 2006). Finansal piyasalarda yatırımcılar, piyasa koşulları önemli ölçüde değişmiş olsa bile, ilk satın alma fiyatlarına, geçmişteki zirve değerlere veya belirli haber duyurularına odaklanarak bunları mevcut ve gelecekteki değerlemeler için birer referans noktası olarak kullanabilmektedir (Shiller, 1999). Bu durum, mevcut fiyatın çapa olarak kabul edilen satın alma fiyatının altında olması nedeniyle bir hisse senedini elde tutmaya devam etmek veya geçmiş zirvelere dayalı gerçekçi olmayan fiyat hedefleri belirlemek gibi hatalı yargılara yol açabilmekte ve nihayetinde finansal kayıplarla sonuçlanabilmektedir (Owusu ve Laryea, 2023).

Kayıptan kaçınma yanlılığı, Beklenti Teorisi'nin merkezi bir prensibi olarak, bireylerin kayıpların yarattığı üzüntüyü, eşdeğer büyüklükteki kazançların verdiği hazdan daha yoğun hissettikleri psikolojik fenomeni tanımlamaktadır. Bu eğilimin yatırım davranışları üzerinde önemli sonuçları bulunmaktadır. Bu yanlılığa sahip yatırımcılar genellikle 'elden

çıkarma etkisi' göstermektedir. Bu, bir kaybı gerçekleştirmemek için değer kaybeden hisse senetlerini gereğinden uzun süre ellerinde tutma eğilimini ifade eder. Buna karşılık, kârı garanti altına almak amacıyla değer kazanan hisse senetlerini ise çok erken satma eğilimindedirler (Odean, 1998). Bu davranış biçimi, yatırımcıların kârlı varlıklar üzerindeki getirilerini tam olarak optimize etmelerini engelleyerek ve düşük performans gösteren varlıkları elde tutmalarına yol açarak optimal portföy performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Belirsiz koşullar altında, kayıptan kaçınma eğilimindeki yöneticiler daha muhafazakâr yatırım stratejileri benimseyebilmekte, bu da piyasa anomalilerini ve etkin piyasa hipotezinden sapmaları etkileyebilmektedir (Barberis vd., 2001).

Aynı zamanda aşinalık yanılığı olarak da bilinen temsilcilik yanılığı, yatırımcıların diğer ilgili faktörleri veya temel olasılıkları göz önünde bulundurmaksızın, geçmiş trendlerin veya küçük bir örneklemin özelliklerinin gelecekte de devam edeceği varsayımıyla kalıp yargılara veya geçmiş örüntülere dayanarak karar vermeleriyle ortaya çıkmaktadır. Örneğin, bir şirket sürekli olarak çeyreklik bazda kâr artışı sergilediyse, bu yanılığa sahip yatırımcılar, potansiyel piyasa değişikliklerini veya rekabet baskılarını göz ardı ederek bu trendi geleceğe taşıma eğiliminde olabilmektedir (Barberis ve Thaler, 2002). Bu durum, tanıdık bir örüntüye uyan yeni bilgilere aşırı tepki verilmesine yol açarak yatırımcıların popüler hisse senetlerini satın almasına veya temelleri iyileşmiş olsa bile geçmişte kötü performans göstermiş firmalardan kaçınmasına neden olabilmektedir (W. F. M. De Bondt ve Thaler, 1995). Sonuç olarak, temsilcilik yanılığına sahip yatırımcıların önemli gelecekteki gelişmeleri gözden kaçırma olasılığı artmakta, bu da hatalı yorumlara ve potansiyel olarak olumsuz yatırım getirilerine yol açmaktadır.

Aşırı güven yanılığı gösteren yatırımcılar, kendi yeteneklerini, bilgilerini ve uzmanlıklarını abartma eğiliminde olup, genellikle harici bilgileri veya nesnel analizleri göz ardı ederek piyasadan daha iyi performans gösterebileceklerine inanmaktadırlar (Hvide, 2002). Kamuya açık verileri ihmal ederken, kendi özel bilgilerine aşırı derecede itibar edebilmektedirler (Chuang ve Lee, 2006). Bu yanılık, yatırım sonuçları üzerinde abartılı bir kontrol hissine veya ilişkili risklerin hafife alınmasına yol açabilmektedir. Aşırı güven, yatırımcıların karşılaştırma yeteneklerinin daha iyi getiriler sağlayacağına inanmaları nedeniyle sık sık ve aşırı alım satım faaliyetine ve optimal olmayan hisse senedi seçimine yol açmaktadır. Bu durum sonucunda zayıf finansal sonuçlara ve önemli parasal kayıplara neden olmaktadır (Baker ve Nofsinger, 2002). Çalışmalar, aşırı güvenin

yatırımcılar arasında sürü davranışının önemli bir tetikleyicisi olduğunu ve aşırı kendine güvenen bireylerin başkalarını hatalı yönlendirebildiğini göstermektedir (Sachdeva ve Lehal, 2023).

Pişmanlıktan kaçınma yanılığı, yatırımcıların gelecekte pişmanlığa yol açabilecek kararlar almaktan kaçınma eğilimini tanımlamaktadır. Bu durum, özellikle geçmişte kayıplar yaşandıktan veya hatalı seçimler yapıldıktan sonra ortaya çıkmaktadır. Potansiyel pişmanlık beklentisi, mevcut karar alma sürecini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Örneğin, yatırımcılar, temelde sağlam olsalar dahi, daha önce kayıplara yol açmış yeni yatırım fırsatlarından çekinerek korumacı bir tutum sergileyebilmektedir. Bu eğilim, yatırımcıların sadece belirli, güvenli gördükleri varlıklara yönelerek dar bir yatırım çerçevesi benimsemelerine yol açabilmektedir. Sonuç olarak, potansiyel olarak daha yüksek getirili ancak riskli algılanan yatırımları göz ardı edebilmektedirler. Ampirik çalışmalar, pişmanlıktan kaçınmanın, aşırı güvenle birlikte, bireysel yatırımcıların finansal piyasalardaki tercihlerini etkileyen en önemli davranışsal yanlılıklar arasında yer aldığını göstermektedir.

Son olarak, sürü davranışı yanılığı bulunmaktadır. Bu davranışsal yanılık, yatırımcıların daha büyük bir grubun eylemlerini taklit etmesiyle ortaya çıkmaktadır. Bu durum, genellikle çoğunluğa uyum sağlamanın getirdiği bir güvenlik hissinden kaynaklanmaktadır. Yatırımcılar ayrıca, bireysel bilgi eksikliği veya başkalarının üstün bilgiye sahip olduğu inancıyla da kalabalığı izleme eğiliminde olmaktadır. Bu durum, yatırımcıların temel analiz yerine grup davranışına dayanarak belirli varlıklara yoğun bir şekilde yönelmesi veya bu varlıklardan ani çıkışlar yapması neticesinde, menkul kıymetlerin adil değerlerinden sapmasına yol açan kolektif irrasyonelliğe neden olabilmektedir (Kataria ve Choudhary, 2015). Sürü davranışı, piyasa hareketlerini güçlendirerek ve varlıkların aşırı değerlendirilmesine veya düşük değerlendirilmesine yol açarak piyasa istikrarsızlığına, fiyat balonlarına ve çöküşlere katkıda bulunabilmektedir. Bazı durumlarda rasyonel bir davranış olabilse de sürü davranışı çoğunlukla piyasayı kaçırma korkusu veya yalnız başına hatalı olma endişesi gibi psikolojik faktörlerden kaynaklanmaktadır.

2.3.3 Risk Algısının Rolü

Risk algısı, yatırım kararlarını derinden etkileyen bir bilişsel özelliktir. Bir bireyin belirsiz bir durumu ve gerçekleştireceği eylemlerle ilişkili potansiyel kayıp derecesini öznel olarak değerlendirmesi şeklinde ifade edilmektedir (Kathpal vd., 2024). Nesnel risk nicel olarak ölçülebilmektedir. Buna karşın, risk algısı ondan farklı bir yapıya sahip olmaktadır. Risk algısı dinamik bir nitelik taşımaktadır. Ayrıca, bilişsel özellikler, kişisel inançlar, duygular, eğilimler ve geçmiş deneyimler tarafından şekillenmektedir. Bu nedenle, oldukça bireysel bir karakter taşımaktadır.(Nur Aini ve Lutfi, 2019). Bir yatırımcının riskli olarak değerlendirdiği bir durumu, bir başkası aynı şekilde algılamayabilir; bu da aynı nesnel bilgiyle karşılaşıldığında dahi farklı yatırım tercihlerine yol açabilmektedir. Bu algı, çoğu zaman gerçek riskin kendisinden daha önemli bir biçimde yatırım tercihlerini (Ricciardi, 2008).

Bilişsel yanlılıklar, bireylerin riskleri nasıl değerlendirdiği üzerinde doğrudan ve önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin, kendine aşırı güvenen yatırımcılar, yüksek riskli yatırımlarla ilişkili riskleri sistematik olarak hafife alabilmektedir. Bu durum, onların gerçek risk profilleri veya finansal hedefleriyle uyumlu olmayan tercihler yapmalarına yol açabilmektedir. Bu yatırımcılar, kişisel bilgilerine daha fazla güvenmekte, riski daha az algılamakta ve harici bilgilere daha az ağırlık vermektedirler. Tersine, kayıptan kaçınma eğilimi yüksek olan yatırımcılar, düşük riskli yatırımları dahi nesnel olarak olduklarından daha riskli algılayabilmektedirler. Bu durum, algılanan herhangi bir kayıp olasılığından kaçınmak amacıyla potansiyel olarak kârlı fırsatlardan uzak durmalarına neden olabilmektedir. Benzer şekilde, ulaşılabilirlik yanlılığı da etkili olmaktadır. Son dönemdeki olumsuz olaylar zihinde kolayca canlanıyorsa, risk algısı artabilmektedir. Öte yandan, çapa yanlılığı, bir yatırımcının güncelliğini yitirmiş, daha düşük bir risk değerlendirmesine takılıp kalması durumunda mevcut riskin hafife alınmasına yol açabilmektedir.

Ampirik kanıtlar, bilişsel yanlılıkların risk algısını etkilediğini ve bunun da yatırım karar verme sürecini şekillendirdiğini sürekli olarak göstermektedir. Bu aracı rolün anlaşılması kritik bir öneme sahiptir, zira psikolojik faktörlerin yatırım sonuçları üzerindeki etkilerini hangi mekanizmalar aracılığıyla yönlendirdiğini ortaya koymaktadır. Yanlılıkların risk algısını nasıl çarpıttığının farkına varılarak, yatırımcılar bu etkileri hafifletmek ve gerçek risk toleranslarına uygun daha bilinçli kararlar almak için stratejiler geliştirebilmektedir.

2.3.4 Teknolojinin Etkisi: Robo-Danışmanlar

Finansal teknolojinin (FinTech) hızlı yükselişi, yatırım karar verme sürecini geliştirmeyi ve daha da önemlisi, davranışsal yanlılıkların olumsuz etkilerini potansiyel olarak azaltmayı amaçlayan yeni araçlar sunmaktadır. Robotik danışmanlar (RA), finansal danışmanlık, portföy yönetimi ve optimizasyon hizmetleri sunmak amacıyla akıllı algoritmalar ve yapay zekâ (YZ) kullanan otomatikleştirilmiş, dijital platformlardır (Fatima ve Chakraborty, 2024).

RA'ların temel bir avantajı, insanların karar verme sürecini sıklıkla etkileyen duygusal ve irrasyonel unsurlardan bağımsız olarak çalışmak üzere tasarlanmış olmalarıdır. Kişisel yanlılıklar, stres veya piyasa duyarlılığı tarafından etkilenebilen insan danışmanların aksine, RA'lar piyasa dinamiklerini, müşteri profillerini ve geniş veri setlerini analiz ederek sistematik ve veriye dayalı öneriler sunmaktadır (Tertilt ve Scholz, 2018). Bu algoritmik yaklaşım, RA'ların önceden tanımlanmış kurallara ve nesnel kriterlere bağlı kalması nedeniyle trend takibi, aşırı alım satım ve elden çıkarma etkisi gibi yanlılıkları potansiyel olarak azaltabilmektedir (Brenner ve Meyll, 2020). İnsan etkileşimini ve duygusal müdahaleyi en aza indirerek, robotik danışmanlar yatırımcıların öz denetim sorunlarının ve yargısal yanlılıklarının üstesinden gelmelerine yardımcı olabilmektedir. Böylece yatırım doğruluğunu artırabilmekte ve disiplinli yatırımı teşvik edebilmektedir.

Özellikle ABD gibi gelişmiş piyasalarda robotik danışmanların giderek artan bir şekilde benimsenmesi, uygun maliyetli, erişilebilir ve otomatikleştirilmiş yatırım çözümlerine doğru önemli bir kaymayı vurgulamaktadır. ABD'deki robotik danışmanlar tarafından yönetilen varlıkların değerinin önemli rakamlara ulaşması beklenmektedir. Bu da bir anlamda teknoloji odaklı finansal hizmetlere yönelik talebin artması demektir.

Ancak, RA'lar önemli faydalar sunsa da özellikle bilişsel yanlılıklar ve yatırım kararları arasındaki ilişkiyi dengelemede tam etkilerine ilişkin araştırmalar halen gelişmekte olup, karmaşık bulgular sunmaktadır (Hohenberger vd., 2019). Bazı çalışmalar, robotik danışmanların ulaşılabilirlik yanılgısı ve kayıptan kaçınma gibi yanlılıkların etkisini önemli ölçüde azaltabileceğini ve yatırımcıları daha rasyonel seçimlere yönlendirebileceğini öne sürmektedir. Örneğin, robotik danışmanların kayıptan kaçınma ile yatırım karar verme arasındaki ilişkideki negatif düzenleyici etkisi, algoritmik tavsiyenin yatırımcıların kayıplardan kaçınmayı kazanç elde etmeye öncelik verme

eğiliminin üstesinden gelmelerine yardımcı olabileceğini ifade etmektedir. Tersine, aşırı güven gibi yanlılıklar üzerindeki düzenleyici etkiler daha az belirgin olabilmektedir. Hatta bazı bağlamlarda önemsiz kalabilmektedir. Bu durum, bazı derinlemesine yerleşmiş psikolojik eğilimlerin algoritmik müdahaleye dirençli olabileceğini düşündürmektedir.

Ayrıca, YZ hedefli finansal araçların çoğalması, algoritmik yanlılıklar ve etik hususlarla ilgili yeni zorluklar da ortaya çıkarmaktadır. Robotik danışmanlar, görünüşte nesnel olsalar da, eğitim verilerinden, yerleşik sezgilerden veya geliştiricilerinin tercihlerinden kaynaklanan yanlılıkları barındırabilmekte ve potansiyel olarak yatırım karar modellerini etkileyebilmekte veya istemeden riskten kaçınan ya da risk alan tercihleri teşvik edebilmektedir (Azzutti, 2022). YZ önerilerinin şeffaflığı, hesap verebilirliği ve adillliği konusundaki endişeler, düzenleyici kurumları yatırımcı haklarını korumak amacıyla çerçeveler geliştirmeye yöneltmektedir. Ek olarak, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, yatırımcıların algoritmaya dayalı tavsiyeden ziyade insan etkileşimini ve yargısını tercih edebileceği bir güven eksikliği oluşabilmekte ve bu da reel sektörde uygulama zorlukları yaratabilmektedir (Svetlova, 2022). Bu karmaşıklıklara rağmen, robotik danışmanlar, YZ algoritmaları ve teknoloji aracılığıyla bilgi, yatırım davranışı ve yatırım sonuçları arasında bir denge kurmada güçlü bir araç olup, potansiyel olarak uzun vadeli yatırımcı performansını artırma potansiyeline sahiptir.

2.3.5 Ampirik Kanıtlar ve Araştırma Alanındaki Eksiklikleri

Davranışsal yanlılıkların yatırım kararları üzerindeki önemli ve yaygın etkileri, ampirik araştırmalarla sürekli olarak ortaya konulmaktadır. Bu durum bir anlamda geleneksel finans paradigmasına meydan okumaktadır. Borsa İstanbul (BIST) gibi büyük finansal piyasalarda ve küresel çaptaki çalışmalarda, yatırımcıların karar alma süreçlerini etkileyen temel bilişsel yanlılıklar gözlemlenmektedir. Ulaşılabilirlik yanılgısı, fiyat çapa yanılgısı, kayıptan kaçınma yanılgısı, temsilcilik yanılgısı ve aşırı güven yanılgısı gibi bilişsel yanlılıkların yatırım kararlarını önemli ölçüde etkilediğine dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır. Bu etkiler, genellikle yatırımcının riski nasıl algıladığını değiştiren risk algısı tarafından aracılık edilmektedir. Bu da yatırım tercihlerini doğrudan yönlendirmektedir.

Örneğin, araştırmalar, aşırı kendine güvenen yatırımcıların, bilgi ve becerilerine ilişkin öz değerlendirmelerinden kaynaklanan aşırı alım satım faaliyetine daha yatkın olduğunu göstermektedir. Aşırı güvenleri, yatırım risklerini hafife almalarına yol açarak optimal olmayan portföy seçimine ve piyasa oynaklığına karşı artan bir etkiye neden olmaktadır. Benzer şekilde, kayıptan kaçınma eğilimi, yatırımcıların değer kaybeden varlıkları satmakta isteksiz olmalarına yol açarak portföy performanslarını olumsuz etkileyen elden çıkarma etkisiyle ampirik olarak ilişkilendirilmektedir. Kolayca erişilebilir bilgilere veya başlangıç fiyat noktalarına güvenme eğiliminin de yatırımcılar arasında irrasyonel kararlara ve finansal kayıplara yol açtığı tespit edilmektedir. Ayrıca, pişmanlıktan kaçınma ve sürü davranışı yanlılığı üzerine yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar, duygusal faktörlerin ve sosyal etkinin rasyonel analizi nasıl geçersiz kılabileceğini vurgulamaktadır. Bu durum, finansal piyasalarda muhafazakâr yatırım tutumlarına veya kolektif irrasyonelliğe yol açabilmektedir.

Davranışsal finans konusundaki ilgi artışına rağmen, ampirik araştırmalarda belirgin bir eksiklik devam etmektedir. Bu eksiklik, özellikle Türkiye gibi belirli coğrafi bağlamlarda ve gelişmekte olan piyasalarda görülmektedir. Bilişsel yanlılıklar, risk algısının aracı rolü ve robotik danışmanlar gibi teknolojik araçların düzenleyici etkisi arasındaki karmaşık etkileşime odaklanan araştırmalar hala yeterli olmamaktadır. Bazı çalışmalar, robotik danışmanların yanlılıkları hafifletme potansiyelini incelemeye başlamış olsa da, bulgular genellikle karışıktır. Bu durum, etkinliklerinin belirli yanlılığa ve piyasa koşullarına bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Örneğin, robotik danışmanlar, kapsamlı ve tarafsız veriler sunarak ulaşılabilirlik yanlılığının etkisini etkin bir şekilde azaltabilmektedir. Ancak, derinlemesine yerleşmiş aşırı güveni dengelemede daha az başarılı olabilmektedirler.

Bu karmaşık ilişkileri anlamak kritik bir öneme sahip olmaktadır. Bu durum, etkili finansal eğitim programlarının geliştirilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda psikolojik faktörlerin yatırım sonuçları üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmek için pratik stratejilerin oluşturulmasına da yardımcı olmaktadır. Ampirik bulgular, yatırımcıların doğuştan gelen yanlılıklarının farkında olmalarının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, daha rasyonel ve nesnel karar vermeyi teşvik etmek amacıyla robotik danışmanlar gibi nesnel araçları ve harici karar destek sistemlerini kullanmanın kritik bir ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Gelecekteki araştırmalar bu dinamikleri keşfetmeye devam etmelidir.

Yanlılıkların etkisini tahmin etmek için makine öğrenimi modelleri potansiyel olarak dahil edilmektedir. Çeşitli yatırımcı demografileri ve piyasa koşulları arasındaki etki incelenmektedir. Böylece, davranışsal finans literatürü zenginleşmekte ve yatırımcılar için daha yol gösterici olabilmektedir.

3 NÖROFİNANS

Nörofinans, finansal kararların nöral temellerini tanımlamak amacıyla nörobilimsel ölçüm tekniklerinden yararlanan, yeni ve dönüştürücü bir alandır (Ardalan, 2018). Bu çok disiplinli alan, neoklasik fayda maksimizasyonu varsayımından gözlemlenen sapmaların fizyolojik nedenlerini belirleyerek davranışsal finansın ötesine geçmeyi hedeflemektedir (Glimcher, 2009). Geleneksel neoklasik finans modelleri, rasyonel aktörlere dayalı finansal tercihleri tahmin etmeye çalışarak fayda maksimizasyonunu benimsemektedir. Ancak, davranışsal finans, insan davranışının bu faydacı varsayımları sıklıkla ve kalıcı bir biçimde ihlal ettiğini ortaya koymuştur. Bu durum, alternatif açıklamalar sunmaktadır. Davranışsal finans, davranışsal ekonominin risk koşullarına uygulanmasına, insanların finansal karar alma süreçlerinde nasıl davrandığını ve etkileşimde bulunduğunu araştırmaya odaklanmaktadır. Bu eylemleri psikolojik kavramlar aracılığıyla yorumlamaktadır. Nörofinans ise, insan beynini daha fazla anlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca bireyler finansal kararlar alırken meydana gelen, hormonal aktiviteler de dahil olmak üzere fizyolojik süreçleri anlamayı hedeflemektedir. Bu bölüm, nörofinans kavramını, karar almayı etkileyen nörolojik faktörleri ve finansal tercihlerde rol oynayan spesifik beyin bölgelerini ele almaktadır. Bu kapsamlı inceleme, biyolojik kısıtlamaların ve süreçlerin finansal davranışı nasıl şekillendirdiğini vurgulamaktadır. Aynı zamanda mevcut ekonomik ve psikolojik teorileri tamamlayan, daha derin bir anlayış sağlamaktadır.

3.1 Nörofinans Kavramı

Nörofinans, nörobilim, ekonomi ve psikolojinin kesişim noktasında gelişmekte olan bir alandır. Öncülü olan davranışsal finansa kıyasla, finansal karar almayı yöneten mekanizmalara daha derinlemesine bir yaklaşım sunmaktadır. Davranışsal finans, irrasyonel finansal davranışlara yol açan sistematik sapmaları tanımlayıp kategorize etmektedir (Hirshleifer, 2001). Nörofinans ise daha derine inmektedir. Temel amacı,

klasik ekonomik rasyonellikten gözlemlenen bu sapmaların altında yatan nöral süreçleri ve fizyolojik nedenleri belirlemektir. Bu yaklaşım, finansal tercihleri anlamak için biyolojik bir temel sağlamaktadır. Davranışları yalnızca gözlemlenmenin ötesine geçerek, bu davranışların nörolojik kökenlerini açıklamaya odaklanmaktadır. Söz konusu odak kayması, bireylerin geleneksel ekonomik tahminlerle çelişiyor gibi görünse dahi neden belirli finansal kararlar verdiğine dair daha temel bir anlayış sunmaktadır.

Nörofinansın ortaya çıkışı, daha geniş bir alan olan nöroekonomiye kadar izlenebilmektedir. Nöroekonomi, geleneksel ekonomik modellerin bazı eksikliklerinden doğmuştur. Bu modeller, karar vericiler için genellikle sınırsız zaman ve hesaplama yeteneği varsaymaktadır. Ancak bu varsayım, insanların anlama ve kavrama süreçlerinin önemli yönlerini göz ardı edebilmektedir. Bu modeller, çoğunlukla kararların kapsamlı bir düşünme halinde meydana geldiğini kabul etmektedir. Yani, daha fazla düşünmenin bir tercihi değiştirmeyeceği varsayımı altında oluşmaktadır. Bu idealizasyon, teorik çerçeveleri basitleştirmekle birlikte, gerçek dünya karar alma süreçlerinin karmaşıklıklarını çoğu zaman yakalayamamaktadır (Coricelli vd., 2007). Buna karşın, nörobilim, beynin otomatik işleme özelliğinin yaygın rolünü vurgulamaktadır. Otomatik süreçler, bilinçli düşüncelerden önemli ölçüde daha hızlıdır ve çok az çaba veya farkındalık gerektirmektedir (Hsu vd., 2005). Kontrollü süreçlere kıyasla paralel olarak çalışmakta, bilinçli incelemeye daha az erişilebilir olmaktadır. Bu otomatik süreçler, mantıksal aksiyomlara bağlı kalma amacı taşımamakta, evrimsel öneme sahip sorunları çözmek üzere evrimleşmektedir. Bu durum, ürettikleri davranışların her zaman normatif ekonomik teorilerle uyumlu olmayabileceği anlamına gelmektedir. İnsan davranışı, bu kontrollü ve otomatik süreçler arasında karmaşık bir etkileşimden ibaret olmaktadır. Bu dinamik etkileşim, klasik teori tarafından öngörülen saf rasyonel bir ekonomik aktörün biyolojik gerçekliğini tam olarak temsil etmeyebileceğini düşündürmektedir. İnsan karar vericilerin biyolojik gerçekliği tam olarak temsil edilememektedir.

Nörofinans, finansal karar almada kontrollü süreçlerin temel bir bileşeni olan düşünmenin maliyetsiz olmadığını varsaymaktadır. Aksine, düşünme zihin üzerinde bir gerilim yaratmaktadır. Bu durum, karşılaştırmalı olarak zahmetli, biyolojik olarak maliyetli ve nörolojik olarak pahalı bir bilişsel süreç teşkil etmektedir (El Mansouri vd., 2024). Bu maliyetli düşünme kavramı, finansal piyasalar için önemli sonuçlar doğurmaktadır. Düşünme maliyetli olduğunda, bireyler bilişsel kapasitelerini tam olarak

kullanmamaktadır. Sonuç olarak, kararları, genellikle etkin piyasalar hipotezi tarafından varsayılan tam, maliyetsiz optimizasyon problemlerinden ortaya çıkacak kararlardan sapmaktadır. Finansçılar geleneksel olarak fiyat mekanizmasının mevcut tüm bilgiyi etkili bir şekilde topladığına inanmaktadır. Ancak, aracılar bu bilgiyi işleme ve derinlemesine düşünme konusunda maliyetlerle karşılaşıyorsa, piyasa fiyatları ilgili tüm verileri tam olarak yansıtmamaktadır. Bu durum piyasa verimsizliğine yol açmaktadır. Bu tespit, piyasa etkinliğinin temelini sorgulamaktadır. Bilinç üzerindeki biyolojik kısıtlamaların, piyasaların gerçekte ne kadar etkin olabileceğini doğal olarak sınırladığını öne sürmektedir.

Maliyetli düşünme kavramı, bir yatırımcının fiyat beklentilerini oluşturduğu karar alma sürecinde şekillenir. Bir yatırımcı, fiyat tahmin hatasını ve düşünme maliyetini içeren bir kayıp fonksiyonunu en aza indirmeyi hedefler. Yatırımcının beklentisi, harcanan düşünme miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Ek düşünme, tahminin doğruluğunu artırır. Bu optimizasyon problemi, en uygun düşünme çabasının birim maliyetle ters, bilginin güvenilirliğiyle doğru orantılı olduğunu gösterir. Yani düşünme, sorunun karmaşıklığına göre maliyetli olduğunda veya hızlı bir tahmin yöntemi yeterince güvenilir olduğunda, yatırımcılar daha az zihinsel çaba harcar. Örneğin, makul derecede doğru hızlı, sezgisel bir yargı yeterliyse, daha iyi bir sonuç verse bile kapsamlı ve maliyetli bir düşünme sürecine girilmeyebilir.

Bu durum, rasyonelliğin farklı düzeylerde ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Düşünmenin maliyetsiz olduğu durumlarda, sınırsız rasyonel beklentiler görülebilir. Ancak düşünme maliyetlerinin yüksek olduğu zamanlarda, bireyler daha basit kurallara güvenme eğilimindedir. Büyük karmaşıklık ve sürekli değişimle karakterize edilen gerçek ekonomide, aktörler genellikle ekonomik olarak uygun miktarda düşünme çabası harcamaktadır. Bu sınırlı çaba, tüm mevcut bilgiyi kararlarına dahil etmedikleri anlamına gelir. Bunun doğrudan bir sonucu olarak, piyasa fiyatları tüm mevcut bilgiyi tam olarak yansıtmamaktadır. Bu durum, etkin piyasalar hipoteziyle temelden çelişmektedir. Optimizasyon problemini çözmek için gereken düşünme maliyeti de hesaba katıldığında, piyasa etkinliğinin reddi daha da güçlenmektedir. Çünkü daha yüksek düşünme maliyetleri, aktörleri rasyonel beklentilerden daha da uzaklaştırmaktadır. Bu dairesellik sorunu, bilişsel maliyetleri bir optimizasyon çerçevesinde tam olarak değerlendirmenin

zorluğunu vurgulamaktadır. Ancak aynı zamanda bu maliyetlerin piyasa sonuçları üzerindeki etkisini de belirtmektedir.

Bu nedenle, nörofinans, anlama ve kavrama süreçlerinin biyolojik maliyetlerini entegre ederek, piyasa etkinliğinin güçlü biçimine karşı ikna edici bir argüman sunmaktadır. Piyasa verimsizliklerinin yalnızca psikolojik fenomenler olmadığını, aynı zamanda insan düşüncesi ve karar alma süreçleriyle ilişkili temel nörobiyolojik kısıtlamalara ve maliyetlere dayandığını öne sürmektedir. Bu perspektif, finansal karar alma sırasında beyindeki fizyolojik süreçleri inceleyerek finansal davranışı anlamak için yeni yollar açmaktadır. Gözlemlenen ekonomik tercihlere yol açan nöral mekanizmaları belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu biyolojik temelleri anlayarak, nörofinans, finansal piyasaların ve insan ekonomik davranışının daha gerçekçi modellerini geliştirme potansiyeli sunmaktadır.

3.1.1 Nörofinans ve Davranışsal Finans

Nörofinans ve davranışsal finans arasındaki ilişki, bir genişleme ve daha derinlemesine bir araştırma ilişkisi olarak tanımlanabilmektedir. Daha eski bir alan olan davranışsal finans, rasyonel ekonomik davranıştan sapmaları açıklamak amacıyla psikolojik prensipleri uygulamaktadır. Yatırımcı kararlarını etkileyen aşırı güven, çapalama ve sürü davranışı gibi sistematik sapmaları tanımlamaktadır. Davranışsal finans, bu sapmaları başarıyla incelemiş ve finansal piyasalar üzerindeki etkilerini göstermiştir. Böylece piyasa anormalliklerinin daha zengin bir şekilde anlaşılmasına yol açmıştır. Örneğin, yatırımcıların kazanan hisse senetlerini çok erken satma ve kaybeden hisse senetlerini çok uzun süre tutma eğilimi olan elden çıkarma etkisini açıklamaktadır. Bu, gurur ve pişmanlık gibi duygular tarafından yönlendirilen bir fenomen olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, bireylerin kendi yeteneklerini abartarak aşırı alım satım yapmalarına ve zayıf performans göstermelerine yol açan aşırı güven olgusunu da ele almaktadır.

Ancak nörofinans, bu sapmaların ve karar alma süreçlerinin nörofizyolojik temellerini araştırarak davranışsal finansın ötesine geçmeyi hedeflemektedir. Davranışsal finans hangi sapmaların var olduğunu ve kararları nasıl etkilediğini açıklarken, nörofinans bunların biyolojik düzeyde neden meydana geldiğini açıklamaya çalışmaktadır (Barberis, 2018). Finansal tercihler sırasında meydana gelen, hormonal etkiler de dahil olmak üzere nöral aktiviteleri doğrudan gözlemlemek ve ölçmek için insan beyninin derinliklerini

incelemeye gayret etmektedir. Örneğin, yatırımcıların aşırı güvenli olduğunu sadece gözlemlemek yerine, nörofinans, aşırı güvenli kararlar sırasında hangi beyin bölgelerinin değişmiş aktivite gösterdiğini veya nörotransmitter dengesizliklerinin bu sapmaya nasıl katkıda bulunduğunu araştırabilmektedir.

Bu ayrım kritik bir öneme sahiptir. Davranışsal finans, gözlemlenen davranışları yorumlamak için yerleşik psikolojik kavramları kullanarak psikolojik ve bilişsel düzeylerde çalışmaktadır. Yatırımcı duyarlılığına ilişkin anket verilerini analiz edebilir veya işlem örüntülerini gözlemleyebilir. Nörofinans ise, nörobilimsel araçlar kullanarak beyin bölgelerini ve süreçlerini tanımlayarak biyolojik ve nöral düzeylerde faaliyet göstermektedir (Coricelli ve Nagel, 2009). Bu, finansal görevler sırasında beyin aktivitesini haritalamak için fMRI gibi teknikleri veya elektriksel sinyalleri ölçmek için EEG'yi kullanmayı içermektedir. Bu yaklaşım, karar almanın altında yatan fizyolojik olayların doğrudan gözlemlenmesine olanak tanımaktadır. Nörofinans, irrasyonel davranışların ve normatif ekonomik modellerden sapmaların altında yatan fizyolojik nedenleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu, davranışsal fenomenler için daha temel bir açıklama sağlamakta ve potansiyel olarak bu sapmaların kökeninde nasıl hafifletilebileceği veya yönetilebileceği konusunda anlayışlar sunmaktadır. Örneğin, dürtüsel finansal kararlar sırasında belirli bir nöral devrenin sürekli olarak aşırı aktif olduğu tespit edilirse, müdahaleler o devreyi hedefleyebilmektedir. Bu, sadece sapmayı tanımlamanın ötesine geçerek biyolojik kökenlerini anlamaya yönelmektedir.

Metodolojik açıdan ise, davranışsal finans, davranışsal örüntüleri ortaya çıkarmak için genellikle deneysel ekonomiye, anketlere ve reel sektör işlem verilerinin analizine dayanmaktadır. Araştırmacılar, çerçeveleme etkilerini test etmek için deneyler tasarlayabilir veya aracı kurum hesaplarının büyük ölçekli analizlerini yapabilirler. Nörofinans ise, finansal görevler sırasında beyin aktivitesini doğrudan gözlemlemek amacıyla fMRI (fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme) ve EEG (Elektroensefalografi) gibi gelişmiş nörobilimsel ölçüm tekniklerini kullanmaktadır. Bu teknikler, kararlar alınırken beyin fonksiyonuna ilişkin gerçek zamanlı veriler sağlamaktadır. Ek olarak, nörofinans, belirli nörokimyasalların veya yatkınlıkların rolünü keşfetmek için farmakolojik müdahaleler veya genetik çalışmaları da içerebilmektedir. Nöral mekanizmaları anlayarak, nörofinans ekonomik modellerin tahmin gücünü artırmayı hedeflemektedir. Belirli beyin durumları belirli karar örüntüleriyle ilişkiliyse,

gerçek zamanlı nöral veriler potansiyel olarak tercihleri tahmin etmek veya belirli sapmalara yatkın bireyleri belirlemek için kullanılabilmektedir. Bu, bireyin benzersiz beyin aktivitesi örüntülerine dayalı kişiselleştirilmiş finansal rehberlik sağlayan "nöro-danışmanlık" sistemlerinin geliştirilmesine yol açabilir ve potansiyel olarak optimal olmayan kararları gerçekleşmeden önce önleyebilmektedir.

Özünde, davranışsal finans piyasasındaki irrasyonelliği anlamak için ampirik gözlemler ve teorik çerçeveler sunarken, nörofinans bu irrasyonelliğin kökenlerini incelemek için biyolojik bir merceğe sağlamaktadır. Bu tamamlayıcı ilişki, finansal karar almanın daha kapsamlı ve sistematik bir şekilde anlaşılmasına olanak tanımaktadır. Soyut ekonomik teori ile insan beyninin karmaşık biyolojik gerçekliği arasındaki boşluğu doldurmaktadır. Ekonomik modelleri biyolojik gerçekliğe dayandırarak finansal piyasalar hakkındaki anlayışımızı derinleştirmeyi olanak tanımaktadır.

3.1.2 Nörofinans ve Nöroekonomi

Nörofinans, genellikle nöroekonominin özelleşmiş bir dalı olarak kabul edilmektedir. Nöroekonomi, bireylerin nasıl karar verdiğini anlamak amacıyla nörobilim, ekonomi ve psikolojiyi birleştiren daha geniş kapsamlı bir alandır (Takahashi, 2010). Temel amacı, tercihte rol oynayan nöral mekanizmaları inceleyerek ekonomik teori için biyolojik bir temel sağlamaktır. Bu, ekonomik karar alma süreçlerini belirli beyin bölgelerine, nöral devrelere ve nörotransmitter sistemlerine haritalamayı içermektedir. Nöroekonomi, temel soruları yanıtlamaya çalışmaktadır. Bu sorular, beynin değeri, riski ve sosyal bilgiyi nasıl işlediği ile ilgilidir. Ayrıca, basit tüketici kararlarından karmaşık stratejik etkileşimlere kadar çeşitli bağlamlarda tercihleri nasıl yönlendirdiği de bu soruların kapsamına girmektedir.

Temel ayrımlar ve ilişkiler çeşitli şekillerde ifade edilebilmektedir. Nöroekonomi, çok geniş bir yelpazedeki ekonomik kararları kapsamaktadır. Bunlar arasında tüketici tercihleri, sosyal etkileşimler, zamanlar arası tercihler ve riskli kararlar bulunmaktadır (O'Doherty ve Camerer, 2015). Beynin anlık tatmin ile uzun vadeli ödülleri arasında nasıl bir denge kurduğunu veya sosyal normların fedakâr davranışı nasıl etkilediğini inceleyebilmektedir. Nörofinans ise, spesifik olarak finansal karar alma süreçlerine odaklanmaktadır. Bu, yatırım tercihleri, alım satım davranışları, finansal piyasalarda risk alma eğilimi ve fiyatlar ile getiriler gibi finansal uyaranlara verilen tepkileri içermektedir.

Yüksek riskler, hızlı bilgi akışı ve karmaşık finansal enstrümanların varlığı gibi finansal piyasaların benzersiz özelliklerine yoğunlaşmaktadır. Nöroekonomi, beynin tercihteki rolünü anlamak için genel bir çerçeve sunarken, nörofinans bu ilkeleri özellikle finansal piyasalar ve kişisel finans bağlamında uygulamaktadır. Bu özel alandaki varlık balonları, piyasa verimsizlikleri ve bireysel yatırımcı sapmaları gibi fenomenleri araştırmaktadır. Örneğin, nörofinans, bir piyasa balonu sırasında beynin ödül devrelerinin spekülasyon kazançlara nasıl tepki verdiğini veya uzun süreli volatiliteye maruz kalmanın risk algısını nasıl değiştirdiğini inceleyebilmektedir. Bu özel odaklanma, finansal fenomenlerin daha derin ve daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasına olanak tanımaktadır.

Her iki alan da karar süreçlerini biyolojik düzeyde anlamak için fMRI, EEG, MEG, PET gibi nörobilimsel araçlara, davranışsal deneylere ve hesaplamalı modellemeye büyük ölçüde dayanmaktadır. Genellikle katılımcıların, beyin aktiviteleri izlenirken ekonomik tercihlerde bulundukları deneyler düzenlemektedirler. Bu metodolojiler, araştırmacıların belirli nöral aktivasyonları algılanan değer veya risk gibi karar almanın farklı yönleriyle ilişkilendirmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, nöral süreçleri simüle etmek ve davranışı tahmin etmek için hesaplamalı modeller kullanılmaktadır. Hem nöroekonomi hem de nörofinans, bilişsel psikoloji ve davranışsal ekonomiden, özellikle sınırlı rasyonellik, sezgisel yöntemler ve yanlılıklar gibi kavramlardan önemli ölçüde yararlanmaktadır. Duyguların, bilişsel kısıyolların ve nöral kısıtlamaların karar alma üzerinde etkili olduğu gösterilmektedir. Bu durum, tam anlamıyla rasyonel ekonomik aktörlerin geleneksel varsayımına karşı gelmektedir. Bu paylaşılan teorik zemin, psikolojik bilgilerin ekonomik davranışı açıklamak için biyolojik verilerle nasıl entegre edilebileceğine dair tutarlı bir anlayışa olanak tanımaktadır.

Özünde, nörofinans, finans alanına uygulanmış nöroekonomi olarak görülebilmektedir. Nörofinans, nöroekonomiden beslenmektedir. Belirsizlik altında karar alma, değerlendirme ve sosyal etkileşimle ilgili genel bilgileri ve metodolojileri bu alandan almaktadır. Bu bilgileri ve metodolojileri, finansal piyasaların kendine özgü karmaşıklıklarına ve yüksek riskli ortamına uyarlamaktadır. Bu uzmanlaşma, balonların oluşumu, piyasa duyarlılığı ve alım satım performansının fizyolojik temelleri gibi finansa özgü fenomenlerin daha derinlemesine ve odaklanmış bir şekilde araştırılmasına imkân tanımaktadır. Finansal piyasaların yüksek riskleri ve hızlı dinamikleri, nörobilimsel araştırma için benzersiz

zorluklar ve fırsatlar sunarak, nörofinansı özellikle canlı ve etkili bir alt alan haline getirmektedir.

3.2 Karar Almada Rol Oynayan Nörolojik Faktörler

İnsan karar alma süreci, sayısız faktör tarafından şekillenen oldukça karmaşık bir süreçtir. Bu faktörler arasında mevcut seçeneklerin sayısı, karar için tahsis edilen süre, algısal belirsizlik, kişisel deneyimler ve olasılıkların öznel değerlendirmesi yer almaktadır. En önemlisi, karar alma süreci, bireylerin çeşitli tercihlere atfettiği içsel ve öznel nöral kodlamadan da etkilenmekte, bu da onların benzersiz eğilimlerini yansıtmaktadır (Payzan-LeNestour vd., 2023). Finansal karar alma alanında bu karmaşıklık, farklı zaman dilimleri arasında risk ve sermaye tahsisini dengeleme gerekliliğiyle daha da artmaktadır. Finansal tercihler nadiren optimal olup, genellikle irrasyonel risk alma davranışlarına yol açabilen davranışsal sapmalardan etkilenmekte ve bu durum sadece bireysel serveti değil, aynı zamanda süreçteki diğer aktörleri de potansiyel olarak etkileyebilmektedir. Bu bölüm, söz konusu karar süreçlerinin altında yatan temel nörolojik faktörleri inceleyerek, beynin finansal davranışı şekillendirmedeki rolüne dair daha derin bir anlayış sunmaktadır.

3.2.1 İkili Süreç Teorisi

Karar almanın nörolojik temelini anlamada ikili süreç teorisi önemli bir kavramdır. Bu teori, insan bilişinin, genellikle sistem 1 ve sistem 2 veya alternatif olarak otomatik ve kontrollü süreçler olarak adlandırılan iki farklı sistem aracılığıyla işlediğini varsaymaktadır (Barrouillet, 2011). Bu sistemler, göreve, bağlama ve bireysel özelliklere bağlı olarak göreceli etkileriyle dinamik bir şekilde etkileşime girerek davranışı üretmektedir.

Sistem 1 olarak ifade edilen otomatik süreçler, beyin aktivitesinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Hızlı bir şekilde, çok az bilinçli farkındalıkla veya çaba hissi olmadan gerçekleşmektedirler. Bu sistemler paralel olarak çalışmaktadırlar. Bu sayede görsel tanıma gibi verimli ve yoğun çoklu görevlendirmeye olanak tanımaktadırlar. Ayrıca, beynin uyku sırasında dahi sürekli aktif olan varsayılan çalışma modunu temsil etmektedirler. Otomatik süreçler büyük ölçüde iç gözleme kapalıdır ve bireylerin bunlar üzerinde sınırlı kontrolü bulunmaktadır. Evrimsel olarak eski kabul edilen bu süreçler, öncelikle çevresel uyaranlara hızlı ve sezgisel tepkiler vermekte; örneğin bir tehdidi

tanıma veya piyasa fiyatlarındaki ani değişikliklere reaksiyon gösterme gibi roller üstlenmektedir. Bu süreçler, genellikle yatırımcıların deneyimlediği sezgisel hislerden sorumludur. Buna karşılık, sistem 2 olarak ifade edilen kontrollü süreçler, seri bir yapıya sahip olup, adım adım mantık veya hesaplamaları takip etmektedir (Bellini-Leite, 2022). Bireyler zorluklarla, sürprizlerle veya yeni sorunlarla karşılaştıklarında kasıtlı olarak kullanılmakta ve genellikle öznel bir çaba hissine eşlik etmektedirler. Kontrollü süreçler büyük ölçüde bilince erişilebilirdir ve bireyler genellikle bunlar hakkında tatmin edici bir açıklama sunabilmektedirler. Bu süreçlerin evrimsel olarak daha yeni olduğu ve belirli beyin bölgelerinde, özellikle prefrontal kortekste yoğunlaştığı düşünülmektedir. Finansal karar almada sistem 2, karmaşık hesaplamalar, stratejik planlama ve kasıtlı risk değerlendirmesi sırasında devreye girmektedir.

Finansal karar almada, bu iki sistem arasındaki etkileşim akışkan ve sürekli (Aboluwodi vd., 2022). Neoklasik ekonomik modeller geleneksel olarak kontrollü, düşünsel süreçlere odaklanırken, nörobilim, finansal tercihler de dahil olmak üzere insan davranışının büyük bir bölümünün bu etkileşimin bir ürünü olduğunu vurgulamaktadır. Örneğin, otomatik işlemeye dayanan sezgisel hisler veya sezgisel kararlar, deneysel finansal piyasalarda katılımcıların sezgilerinin başarılı alım satım performansına katkıda bulunduğunun gözlemlendiği gibi, kâr elde etmede önemli bir rol oynayabilmektedir. Ancak, otomatik süreçler mantıksal uygunluk için tasarlanmamaktadır. Bu süreçler, kontrollü ve bilinçli analizden faydalanan kararları uygunsuz bir şekilde etkilediğinde hatalar ve sapmalar sıkça ortaya çıkmaktadır. Bu durum, dürtüsel alım satım işlemlerine veya karmaşık finansal bilgilerin doğru bir şekilde analiz edilememesine yol açabilmektedir.

Beyin sürekli olarak verimlilik için çaba göstermekte, bu da zamanla düşünsel görevleri otomatikleştirerek onları kontrollü işlemeden otomatik işleme doğru kaydırmasına yol açmaktadır. Yeni bir sorunla karşılaşıldığında, beyin başlangıçta prefrontal korteks de dahil olmak üzere çeşitli bölgeleri devreye sokmaktadır. Ancak uzmanlık geliştikçe, tepki daha akıcı hale gelmekte ve daha uzmanlaşmış beyin bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu otomasyon verimlidir, ancak başlangıçta oluşturulan kuralcı yaklaşımlar kusurluysa, sapmaları da içselleştirebilmektedir. Örneğin, basit bir sezgisel yöntemle tekrar tekrar başarı elde eden bir tüccar, piyasa koşulları değiştiğinde bile bu yönteme aşırı derecede

güvenebilir ve bu da sistematik hatalara yol açabilmektedir. Bu durum, finasta bilişsel süreçlerin dinamik ve uyarlanabilir doğasını vurgulamaktadır.

3.2.2 Duygular ve Biliş

Duygular, finansal karar almada önemli bir rol oynamaktadır. Geleneksel ekonomik modeller, duyguları mantıksal düşüncenin irrasyonel müdahaleleri olarak ele almaktadır. Ancak nörofinans, duyguların karar süreçlerinin ayrılmaz bir parçası olduğunu kabul etmektedir. Özellikle panik veya stres anlarında, anlama ve kavrama üzerindeki kontrolü aşarak hatalı kararlara yol açabilmektedir. Bu bakış açısı, Homo economicus kavramına meydan okumaktadır. Duygu ve rasyonellik arasında daha karmaşık bir etkileşim ortaya koymaktadır.

Nöroekonomi araştırmaları, anlama ve kavrama ile duygu arasındaki etkileşimi vurgulamaktadır. Örneğin, amigdala adı verilen subkortikal bir yapı, korku gibi önemli otomatik duygusal tepkileri yönetmektedir. Bu yapının aktivasyonu, finansal karar alma ile doğrudan ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, otizm gibi durumlarda görülen yapısal ve fonksiyonel anormallikler, finansal risk alma davranışını etkileyebilmektedir. Bir piyasa düşüşü sırasında yaşanan korku veya spekülative bir balon sırasında hissedilen açgözlülük gibi duygusal durumlar, algıları ve tercihleri etkileyebilmektedir. Bu, tamamen rasyonel fayda maksimizasyonundan sapan davranışlara yol açabilmektedir. Duyguların yargıları ve kararları genellikle bilinçsiz bir şekilde yönlendirdiği duygu sezgiseli bu etkinin önemli bir örneğidir.

Duygusal faktörlerin entegrasyonu büyük önem taşımaktadır. İnsan doğası karmaşık bir yapıya sahiptir. İrrasyonel alım satım kararları genellikle duyguların anlama ve kavrama süreçleri üzerinde kontrol kurmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, özellikle finansal piyasalar gibi yüksek riskli ortamlarda belirgindir. Burada potansiyel kayıpların yarattığı baskı, elden çıkarma etkisi gibi ciddi psikolojik hatalara yol açabilmektedir. Yatırımcıların kazanan varlıkları çok erken satma ve kaybeden varlıkları çok uzun süre tutma eğilimi, elden çıkarma etkisi olarak bilinmektedir. Bu durum, gerçekleşen kazançtan duyulan gurur ve gerçekleşen kayıptan duyulan pişmanlık gibi duygular tarafından yönlendirilen davranışsal bir sapmadır. Bu, finansal davranışların sadece rasyonel kâr maksimizasyonundan ziyade duygusal etkenler tarafından nasıl

yönlendirilebildiğini vurgulamaktadır. Örneğin, pişmanlık beklentisi, ekonomik olarak rasyonel olsa bile, yatırımcıların belirli eylemlerden kaçınmasına neden olabilmektedir.

Ayrıca, ödül işleme ve duygusal düzenlemede rol oynayan dopamin ve serotonin gibi nörotransmitterlerdeki dengesizlikler, finansal risk alma davranışını etkileyebilmektedir. Örneğin, nucleus accumbens'teki dopamin aktivitesi, sonraki risk alma davranışı ve ödül beklentisi ile ilişkilendirilmektedir. Bu durum, bireyin kazanç peşinde koşma motivasyonunu etkilemektedir. Dopamin düzensizliği, otizm gibi durumlarda gözlemlenmiş ve bireylerin risk altında karar alma yeteneklerinin bozulduğu patolojik kumar davranışlarına katkıda bulunabilmektedir. Serotonin seviyeleri ise, beklenmedik yatırım kayıplarına yanıt olarak düşebilmekte, bu da risk tercihlerini etkileyerek potansiyel olarak daha temkinli veya endişeli davranışlara yol açabilmektedir. Bu nörokimyasal faktörler, finansal kararlar üzerindeki duygusal etkilerin temel biyolojik bir zeminini göstermektedir. Ayrıca nörokimyasal dengesizliklerin bireyleri belirli davranışsal sapmalara yatkın hale getirebileceğini düşündürmektedir.

3.2.3 Ödül ve Risk İşleme Süreçleri

Finansal karar almanın merkezinde, beklenen ödüllerin ve bunlarla ilişkili risklerin değerlendirilmesi yer almaktadır. Nörofinans, beynin bu temel parametreleri nasıl kodladığını ve işlediğini araştırmakta; belirli nöral yapıların bu parametreler arasında ayırım yaptığını göstermektedir (Preuschoff vd., 2006). Söz konusu nöral kodlama, bireylerin finansal fırsatları ve tehditleri nasıl algıladıklarının ve bunlara nasıl tepki verdiklerinin temelini oluşturmaktadır.

Nörobilimsel çalışmalar, subkortikal dopaminerjik yapıların, özellikle striatumun, ödülle ilişkili süreçlerde yer aldığını sürekli olarak göstermiştir (Fiorillo vd., 2003). Bu bölgelerdeki aktivite, parasal kazançlar da dahil olmak üzere çeşitli uyaranların değeriyle ilişkilendirilmektedir. Aynı zamanda artan parasal ödüllerin beklentisi sırasında seçici olarak aktive olmaktadır. Beklenen ödülle ilişkili beyin aktivasyonu, ödül olasılığı ile anlık ve doğrusal bir artış göstermektedir. Bu da beklenen değerin kesin bir nöral temsilini düşündürmektedir. Bu kodlama, açık bir öğrenme sürecinin yokluğunda bile meydana geliyor gibi görünmektedir. Bu durum, söz konusu yapıların yaklaşan stokastik ödülleri sinyallemedeki birincil rolünü vurgulamaktadır. Dolayısıyla, bu ödül tahmin sinyali,

finansal bağlamlarda hedefe yönelik davranışı motive etmek açısından kritik bir öneme sahip olmaktadır.

Beklenen ödül işleme süreci iyi bir şekilde belgelenmektedir. Ancak riskin nöral temsili hala belirsiz kalmaktadır. Nörofinans araştırmaları, genellikle ödül varyansı olarak ölçülen riskin subkortikal dopaminerjik bölgelerde kodlandığını öne sürmektedir. Beklenen ödüle verilen anlık tepkinin aksine, riskle ilişkili sinyal gecikmeli olma eğilimindedir. Ödül olasılığı ile karesel bir ilişki göstermektedir. Belirsizliğin en yüksek ve sonuçların en değişken olduğu orta olasılıklarda zirve yapmakta, 0 veya 1 olasılıklarında minimum seviyede kalmaktadır. Bu durum, riskin beklenen ödülünden farklı bir nöral farklılaşmasını göstermektedir. Bazen aynı subkortikal yapılar içinde çakışan ancak zamansal olarak ayrılmış bölgelerde meydana gelmektedir. Ön insula ve orbitofrontal korteks de riskin erken işlenmesinde rol oynamıştır. Özellikle risk duygularını veya belirsiz sonuçlara verilen içgüdüsel tepkileri temsil etmede etkili olmuştur. Bu da risk değerlendirmesi için daha geniş bir nöral ağın varlığını düşündürmektedir (Tom vd., 2007). Riskle ilgili duygusal ve bilişsel sinyallerin bu entegrasyonu, belirsizlik altında karar alma açısından hayati bir öneme sahiptir.

Beynin bu iki kritik karar teorisi parametresini beklenen ödül ve risk hem mekânsal hem de zamansal olarak ayırt etme yeteneği, bireylerin belirsizlik altında nasıl tercihlerde bulunduğunu anlamak için biyolojik bir temel sunmaktadır. Bu, para talebi ve riskli menkul kıymetlerin fiyatlandırılması gibi karmaşık insan aktivitelerine ilişkin anlayış sunarak, beklentiyi varyansa karşı dengeleyen finansal karar teorisi ile uyum göstermektedir. Bu nöral mekanizmaların anlaşılması, bireylerin değişen derecelerde neden risk toleransı sergilediğini ve risk algılarının geçmiş deneyimler veya mevcut duygusal durumlar tarafından nasıl etkilenebileceğini açıklamaya yardımcı olabilmektedir.

3.2.4 Anlama ve Kavrama Kontrolü ve Stratejik Akıl Yürütme

Finansal piyasalar karmaşık bir yapıya sahiptir. Aracılar, başkalarının niyet ve eylemlerini tahmin etmek amacıyla, diğer bireylerin düşünceleri ve zihinsel durumları hakkında akıl yürütmeyi içeren stratejik düşünme süreçlerine dahil olmalıdır. Genellikle zihin kuramı veya zihinselleştirme olarak adlandırılan bu yetenek, başarının genellikle

diğer piyasa katılımcılarının hamlelerini öngörmeye bağlı olduğu hisse senedi alım satımı gibi rekabetçi ortamlarda kritik bir öneme sahiptir.

Yüksek seviyeli akıl yürütme ve stratejik zeka, medial prefrontal korteksteki (mPFC) nöral aktivite ile ilişkili olmaktadır. Bu durum, mPFC'nin başarılı zihinselleştirme için gerekli olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, rakip düşünce süreçlerine ilişkin inançlara dayalı olarak stratejiyi uyarlamak için de önemlidir. Bireylerin rakiplerinin davranışlarını modellemesine ve tahmin etmesine olanak tanımaktadır. mPFC'nin daha dorsal bir kısmı, üçüncü şahıs bakış açısı alma ile ilişkili olmaktadır. Bu, bireylerin durumları başkasının perspektifinden değerlendirmesine olanak tanımaktadır. Daha ventral bir kısmı ise benzer diğer bireyler hakkında düşünme ile bağlantılı olup, sosyal karşılaştırmaları ve empatiyi etkilemektedir. mPFC'nin yüksek seviyeli akıl yürütme sırasındaki aktivitesi, stratejik zeka ile de ilişkilendirilmektedir. Stratejik zeka, stratejik oyunlarda ekonomik kazançların bir ölçüsü olmaktadır. Bu da finansal piyasalardaki başarılı sosyal sonuçlarda ve etkili stratejik oyunda oynadığı rolü göstermektedir.

Daha yüksek akıl yürütme seviyelerine geçiş, kaudolateral orbitofrontal korteks ve dorsolateral prefrontal korteks gibi bölgeleri içeren karmaşık bilişsel süreçler gerektirmektedir. Bu alanlar, performans izleme ve bilişsel kontrol ile ilişkilendirilmekte, bireylerin kararlarının sonuçlarını değerlendirmesine ve stratejilerini buna göre ayarlamasına olanak tanımaktadır. Daha derin stratejik düşünme için gereken artan bilişsel çaba, bireylerin neden genellikle sınırlı rasyonellik sergilediğini, yani sadece sınırlı sayıda akıl yürütme adımı attığını açıklayabilmektedir. Bu anlama ve kavrama maliyeti, araçların kararlarını tam olarak optimize etmesini engelleyerek piyasa verimsizliklerine daha da katkıda bulunabilmektedir. Nöral kanıtlar, temelden daha yüksek stratejik düşünme seviyelerine geçişte önemli bir sıçrama olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, neden bireylerin sadece bir kısmının stratejik akıl yürütmeye giriştiğini açıklayabilmektedir.

Nörofinansın anlama ve kavrama kontrolü ve stratejik akıl yürütme konusundaki bilgileri, finansal kararların sadece bilgiyi işlemekle ilgili olmadığını, aynı zamanda diğer piyasa katılımcılarının davranışlarını tahmin etme ve modelleme ile de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Sosyal anlama ve kavrama ile hesaplama çabasının bu karmaşık etkileşimi, ayrı nöral aktivasyonlarda yansıtmakta ve beynin rekabetçi finansal ortamları yönetmek için sahip olduğu özel mimarisini vurgulamaktadır. Bu anlayış,

diğerlerinin eylemleri hakkındaki kolektif inançların fiyatları temel değerlerden çok uzaklaştırabildiği varlık balonları gibi fenomenleri açıklamaya yardımcı olabilmektedir.

3.2.5 Stres, Anlama ve Kavrama Yükünün Etkileri

Gerçek finansal karar alma süreçleri, genellikle stres, anlama ve kavrama yükü koşulları altında gerçekleşir. Bu faktörler, davranışsal sapmaları şiddetlendirebilir. Risk alma davranışını etkileyen önemli nörolojik sonuçlara sahiptir. Beynin bu koşullara verdiği tepki, karar süreçlerini temelden değiştirebilir. Dengeli ve kontrollü düşünmeden daha otomatik, sezgisel odaklı tepkilere doğru bir kaymaya neden olabilir.

Stres, zorlayıcı durumlara verilen fizyolojik ve psikolojik bir tepkidir. Örneğin, akut stresin finansal karar almada risk alma davranışını modüle ettiği, genellikle daha riskten kaçınan davranışlara yol açtığı gösterilmiştir. Stres altında, bireyler artan duygusal tepkiler ve kasıtlı, kontrollü işleme kapasitesinde bir azalma sergiler. Bu da daha dürtüsel veya sapmalı tercihlere yol açabilir. Duygusal tepkilerde yer alan amigdala ve yürütücü işlevlerden sorumlu prefrontal korteks, stresin etkilediği temel beyin bölgeleridir. Otomatik ve kontrollü işleme arasındaki dengeyi etkiler. Stres, prefrontal korteksin işlevini bozarak duyguları düzenleme ve dürtüsel davranışları engelleme yeteneğini azaltabilir. Bu durum, daha basit ve daha az optimal karar stratejilerine güvenilmesine yol açabilir.

Anlama ve kavrama yükü, çalışma belleğinde kullanılan toplam zihinsel çaba miktarını ifade eder. Bilgi yüklenmesi, zaman baskısı veya karmaşık hesaplamalar nedeniyle anlama ve kavrama yükü yüksek olduğunda, beynin sınırlı kaynakları zorlanır. Bu durum genellikle optimal olmayan kararlarla sonuçlanır. Yüksek anlama ve kavrama yükü, bireylerin karar sürecini basitleştirmeye çalıştığı için sezgisel yöntemlere ve sapmalara olan güveni artırabilir. Araştırmalar, anlama ve kavrama yükünün riskten kaçınmayı artırabileceğini ve stresin sapmaları ile risk alma davranışını daha da kötüleştirebileceğini gösterir. Örneğin, hızla değişen bir piyasada, bir yatırımcı bilgilerle bunalabilir. Bu da kolayca erişilebilir ancak potansiyel olarak yanıltıcı verilere dayalı hızlı kararlar almasına neden olabilir.

Stres ve anlama ve kavrama yükünün finansal piyasalar açısından önemli sonuçları vardır. Yüksek piyasa oynaklığı dönemlerinde, yatırımcılar artan stres ve anlama ve kavrama yükü yaşayabilir. Bu da piyasa hareketlerini artıran daha irrasyonel kararlara yol açabilir.

Bu durum, oynaklığın stresi artırdığı, daha irrasyonel alım satım işlemlerine yol açtığı ve bunun da oynaklığın daha da kötüleştiği bir geri besleme döngüsü yaratabilir. Yüksek oynaklığa uzun süreli maruz kalmaktan etkilenen sapmalı risk algıları, likit finansal piyasalarda varlık fiyatlarında çarpıtmalara neden olabilir. Hızlı fiyat yükselişleri ve ardından gelen çöküşlerle karakterize edilen varlık balonları, genellikle irrasyonel davranışlarla beslenir. Stres ile anlama ve kavrama yükü, piyasa katılımcılarının karar alma süreçlerinde rol oynar. Bir balonun coşkulu fazında, aşırı güven ve sürü zihniyeti gibi bilişsel sapmalar, yüksek duygusal uyarılma ve kolay kazanç algısı koşullarında şiddetlenir. Sonraki çöküş ise panik ve stresi tetikleyerek irrasyonel satışların birikmesine neden olabilir. Daha düşük anlama ve kavrama yetenekleri, genellikle optimal olmayan finansal karar alma süreçleriyle sonuçlanır. Stres ve yüksek anlama ve kavrama yükü, daha yüksek anlama ve kavrama yeteneklerine sahip olan bireyleri dahi geçici olarak olumsuz etkileyebilir. Onları sapmalara daha yatkın hale getirebilir. Bu, deneyimli tüccarların bile aşırı baskı altında hata yapabileceği anlamına gelir. Bu da yüksek riskli ortamlarda insan anlama ve kavrama kaynaklarının sınırlılıklarını vurgular.

Nörofinans, anlama ve kavrama yeteneklerini geliştirmeyi ve optimal olmayan davranışı kalibre etmeyi amaçlar. Örneğin, nörofeedback eğitiminin anlama ve kavrama performansını iyileştirdiği ve potansiyel olarak sapmaların yaygınlığını azalttığı gösterilmiştir. Stresin ve anlama ve kavrama yükünün beyin aktivitesinde nasıl ortaya çıktığını anlayarak, pasif beyin bilgisayar arayüzleri (BCI'lar) aracılığıyla gerçek zamanlı nörofeedback, yatırımcılara duygusal ve anlama ve kavrama durumları hakkında anlık bilgi sunabilir. Böylece kendini düzeltmeye ve karar almanın daha iyi optimize edilmesine olanak tanır. Bu, nörofinansın sadece finansal karar almayı açıklamakla kalmayıp, zorlu ortamlarda finansal karar almayı iyileştirme potansiyelini de vurgular. Sonuçta daha istikrarlı ve verimli piyasalara yol açma potansiyelini taşır.

3.3 Finansal Karar Alma Süreçleriyle İlişkili Beyin Bölgeleri

Finansal karar alma, birçok beyin bölgesinin uyum içinde çalıştığı karmaşık bir anlama ve kavrama fonksiyonudur. fMRI ve EEG gibi nörogörüntüleme çalışmaları bu alanda öne çıkmaktadır. Bu çalışmalar, finansal bilgiyi işleme, ödülleri ve riskleri değerlendirme ile stratejik düşünmede rol oynayan belirli sinirsel temelleri aydınlatmaktadır. Bu beyin bölgelerinin anlaşılması, finansal tercihlerin nasıl oluştuğuna dair daha derin ve

sistematik bir görünüm sağlamaktadır. Soyut modellerin ötesine geçilerek sinirsel aktivitenin somut bir anlayışına ulaşılmaktadır.

3.3.1 Medial Prefrontal Korteks ve Orbitofrontal Korteks

Medial prefrontal korteks (mPFC) ve orbitofrontal korteks (OFC), finansal karar almanın çeşitli yönleri için kritik öneme sahip olduğu sürekli olarak tanımlanmaktadır. Özellikle değerlendirme, sosyal anlama ve kavrama süreçlerinde bu önem vurgulanmaktadır. Bu bölgeler, yürütücü işlevler, planlama ve hedefe yönelik davranışlardaki rolleriyle bilinen daha geniş prefrontal korteksin bir parçasını oluşturmaktadır.

Değerleme ve beklenen değer konularında mPFC'nin rolü büyüktür. Bu bölgenin aktivitesi, öznel değer yargıları ve beklenen ödüllendirici sonuçlarla ilişkilidir. Yakın ve uzun vadeli hedefler oluşturulmasında önemli bir kortikal orta hat yapısıdır. Bu hedeflere dayalı eylemleri planlamak amacıyla neredeyse tüm diğer beyin bölgelerinden gelen çeşitli girdileri bütünleştirmektedir. Finansal bağlamlarda, mPFC parasal olarak ödüllendirici sonuçları takip etmektedir. Değer kısıtlı kararlarda ve tercih yargılarında rol oynamaktadır. Frontal lobda yer alan OFC de ödül değerini temsil etmede ve duygusal bilgiyi karar süreçlerine entegre etmede kritik bir rol oynamaktadır. Aktivitesi, özellikle birincil tat ödülleri ve soyut parasal kazançlara yanıt olarak finansal ödülle ilişkilendirilmektedir. Sonuçların hedonik değerini kodlamadaki rolünü göstermektedir. Bu değerlendirme süreci, farklı finansal varlıklar veya stratejiler arasında seçim yapmak için temel bir nitelik taşımaktadır.

Anlama, kavrama çabası ve yanlılık konularında ise mPFC'nin önemli bir rolü vardır. Bu bölge, beynin çaba gerektiren ve sinirsel olarak maliyetli olan kontrollü işleme sisteminin bir parçasıdır. Aktivitesi, özellikle yeni veya karmaşık finansal problemlerle karşılaşıldığında, kasıtlı düşünce ve problem çözmede merkezi bir rol oynamaktadır. Araştırmalar, mPFC'nin yüksek seviyeli stratejik akıl yürütmedeki katılımının önemli bir sıçrama olduğunu göstermektedir. Bu durum, insan stratejik davranışında gözlemlenen sınırlı akıl yürütme adımlarını açıklayabilir. Bu bölge, bireylerin kendi yeteneklerini veya finansal yargılarının doğruluğunu abartabileceği aşırı güven gibi yanlılıklarla ilgili olabilen kendini değerlendirme ve kendine referanslı düşünmede de rol oynamaktadır. OFC ayrıca duygusal tepkileri düzenlemede ve dürtüsel davranışları engellemede rol oynamaktadır. Bu da yanlılıkları yönetmede kritik olabilmektedir.

Özünde, mPFC ve OFC, değer, ödül ve sosyal bağlam hakkındaki bilgileri bütünleştirmek için merkezi bir kavşak görevi görmektedir. Özellikle stratejik öngörü ve başkalarının zihinsel durumlarının dikkate alınmasını gerektiren karmaşık finansal kararları yönlendirmektedir. Bu bölgelerin rolleri, hem anlama ve kavrama hem de duygusal süreçlerin finansal davranışı şekillendirmede nasıl iç içe olduğunu vurgulamaktadır.

3.3.2 Striatum (Nucleus Accumbens ve Putamen) ve Dopaminerjik Sistem

Nucleus accumbens (NAcc) ve putameni içeren striatum, beynin ödül sisteminin önemli bir bileşenidir. Dopaminerjik sistemle derinden bütünleşiktir. Bu sistem, motivasyon, öğrenme ve ödüllendirici uyaranların işlenmesi için temeldir. Bunların tümü finansal karar alma açısından kritik bir öneme sahiptir.

Ödül tahmini ve değerlendirme süreçlerinde NAcc'ın rolü büyüktür. Artan parasal ödüllerin beklentisi sırasında seçici olarak aktive olmasıyla sürekli olarak tanımlanmıştır. Aktivitesi, ödül beklentisiyle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Özellikle kazanma olasılığı ile doğrusal bir artış göstermektedir. Orta beyinden kaynaklanan dopaminerjik sistem, striatuma uzanmaktadır. Yaklaşan stokastik ödüllerin sinyallerini iletmede hayati bir rol oynamaktadır. Bu sistem, ödül değerlerini ve olasılıklarını işlemektedir. Motivasyonu ve pekiştirmeli öğrenmeyi etkilemede birincil rolü üstlenmektedir. Pekiştirmeli öğrenmede temel bir kavram olan ödül tahmin hatası sinyalinin, dopaminerjik nöronlar tarafından kodlandığı düşünülmektedir. Bireyleri daha ödüllendirici eylemlere yönlendirmektedir. Bu ödül tahmin sinyali, finansal bağlamlarda hedefe yönelik davranışı motive etmek açısından kritik bir öneme sahiptir.

Risk kodlamasında ise, beklenen ödülün ötesinde, NAcc ve putameni içeren striatum, finansal riski de kodlamaktadır. Beklenen ödülle ilişkili aktivasyon anlık olsa da riskle ilişkili sinyal tipik olarak gecikmelidir. Bu riskle ilgili aktivite genellikle ödül olasılığı ile karesel bir ilişki sergilemektedir. Belirsizliğin en yüksek ve sonuçların en değişken olduğu orta olasılıklarda zirve yapmakta ve kesin olduğu durumlarda minimum seviyede kalmaktadır. Bu durum, riskin beklenen ödülde farklı bir sinirsel farklılaşmasını göstermektedir. Bazen aynı subkortikal yapılar içinde çakışan ancak zamansal olarak ayrılmış bölgelerde meydana gelmektedir. Ön insula ve orbitofrontal korteks de riskin erken işlenmesinde rol oynamıştır. Özellikle risk duygularını veya belirsiz sonuçlara verilen içgüdüsel tepkileri temsil etmede etkili olmuştur. Bu da risk değerlendirmesi için

daha geniş bir sinirsel ağı varlığını düşündürmektedir. Riskle ilgili duygusal ve anlama ve kavrama sinyallerinin bu entegrasyonu, belirsizlik altında karar alma açısından hayati bir öneme sahiptir.

Motivasyon ve dürtüsellik konularında NAcc'nin önemli bir rolü vardır. Ödül ve tatmin dahil olmak üzere çeşitli davranışlara aracılık etmektedir. Otistik popülasyonlarda yapısal farklılıklar göstererek risk alma davranışlarını etkilemektedir. Bu bölgedeki önemli bir nörotransmitter olan dopaminin düzensizliği, risk tercihlerini etkileyebilmektedir. Bireylerin risk altında karar alma yeteneklerinin bozulduğu patolojik kumar davranışlarına katkıda bulunabilmektedir. Striatumun ödül ve risk işleme üzerindeki rolü, onu dürtüsel finansal kararları ve rasyonel tercihlerden sapmaları anlamak için merkezi bir bölge haline getirmektedir. Aktivasyonu, sonraki risk alma davranışı ile ilişkilendirilmiş olup, bu da finansal davranışın nörolojik temelini, özellikle kazanç peşinde koşma ve kayıplardan kaçınma konularında keşfetmek için kritik bir alan olarak konumlandırmaktadır.

Striatum, dopaminerjik sistem tarafından desteklenerek, finansal karar almanın temel parametreleri olan beklenen ödül ve riski işlemek için kritik bir sinirsel merkez görevi görmektedir. Aktivitesi, bireyin motivasyonunu, değerlemesini ve nihayetinde finansal risk alma eğilimini etkileyerek finansal davranışın biyolojik itici güçlerini vurgulamaktadır.

3.3.3 Amigdala

Temporal lobun derinliklerinde yer alan badem şeklindeki küçük bir subkortikal yapı olan amigdala, öncelikle duyguların, özellikle de korkunun işlenmesindeki rolüyle bilinmekle birlikte, finansal karar almada daha geniş bir rol oynamaktadır. Amigdalanın katılımı, duygusal durumların ekonomik tercihler üzerindeki etkisini vurgulamaktadır.

Risklere karşı duygusal tepkiler bağlamında, amigdala, tehditlere ve olumsuz uyarılara yanıt olarak oldukça aktiftir. Finansal bağlamlarda, önemli otomatik duygusal tepkileri, özellikle korkuyu yönetmektedir. Bu da kararları, özellikle değişken piyasa koşullarında veya potansiyel finansal kayıp dönemlerinde önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Aktivasyonu, finansal karar alma ile doğrudan ilişkilendirilmektedir. Otistik bireylerde gözlemlenen yapısal ve fonksiyonel anormallikler, finansal risk alma davranışını etkileyerek potansiyel olarak artan riskten kaçınmaya veya alışılmadık risk tercihlerine

yol açabilmektedir. Örneğin, finansal yatırımlarda risk almaktan kaçınmanın amigdala aktivitesi tarafından desteklenebileceğini gösteren çalışmalar, finansal davranış için sinirsel bir temel olduğunu ortaya koymaktadır.

Duygusal değerlendirme süreçlerinde, amigdala, uyaranlara duygusal önem atfetmede rol oynamaktadır. Bu da bireylerin potansiyel kazançları ve kayıpları nasıl algıladığını etkilemektedir. Duyguların yargıları ve kararları, genellikle bilinçsiz bir şekilde yönlendirdiği duygu sezgiseline katkıda bulunmaktadır. Bu, yükselen bir hisse senedi fiyatından duyulan heyecan veya düşen bir fiyattan duyulan endişe gibi anlık duygusal tepkilerin, saf rasyonel hesaplamalardan ziyade, özellikle belirsizlik altında finansal tercihleri yönlendirebileceği anlamına gelmektedir. Bu durum, piyasa rallileri sırasında dürtüsel satın almalar veya düşüşler sırasında panik satışına yol açabilmektedir.

Anlama ve kavrama kontrolü ile entegrasyon açısından, amigdala otomatik duygusal tepkileri işlerken, prefrontal korteks de dahil olmak üzere kortikal bölgelerle yoğun bir şekilde etkileşime girmektedir. Bu etkileşim, duygusal sinyalleri anlama ve kavrama kontrol mekanizmalarıyla bütünleştirmeye yardımcı olarak daha dengeli bir karar alınmasını sağlamaktadır. Ancak, aşırı stres veya yüksek duygusal uyarılma altında, amigdala aktivitesi bazen prefrontal korteksin süreçlerini geçersiz kılabilir. Bu durum, dürtüsel veya sapmalı kararlara yol açabilmektedir. Piyasa çökmeleri veya spekülasyon balonları sırasında bu tür kararlar gözlemlenmektedir. Bu, finansal karar almada duygusal ve rasyonel sistemler arasındaki sürekli gerilimi vurgulamaktadır.

Amigdalanın duygusal işlemedeki merkezi rolü ve risk algısı üzerindeki etkisi, onu finansal karar almanın sinirsel devrelerinde önemli bir bileşen haline getirmektedir. Özellikle korku ve diğer duygusal durumların yatırım tercihlerini ve piyasa dinamiklerini nasıl şekillendirebileceğini anlamada önem taşımaktadır. Aktivitesi, bireylerin objektif finansal bilgiler sunulduğunda bile neden rasyonel davranıştan sapabileceğini açıklayabilmektedir.

3.3.4 İnsula

Yan sulkusun derinliklerinde yer alan kortikal bir bölge olan insula, finansal karar almada giderek daha fazla tanınmaktadır. Özellikle bedensel durumları bütünleştirmede rol oynamaktadır. Ayrıca, risk ve belirsizlikle ilişkili olumsuz duyguları işlemede de önemli

bir rolü bulunmaktadır. Öznel duygusal deneyim ve risk sinyalleşmesi için önemli bir merkez görevi görmektedir.

Riskten kaçınma ve kayıp beklentisi konularında, ön insulanın aktivitesi, özellikle potansiyel kayıpların beklentisinde risk işleme ile güçlü bir şekilde ilişkilendirilmiştir. Risk duygularını veya belirsiz sonuçlara verilen içgüdüsel tepkileri temsil ettiğine ve potansiyel finansal zarar için sinirsel bir alarm sistemi olarak hizmet ettiğine inanılmaktadır. İnsulada artan aktivasyon, yüksek belirsizlik dönemlerinde gözlemlenmiş ve riskten kaçınan davranışlarla ilişkilendirilmiş olup, potansiyel olumsuz sonuçları bilinçli olarak değerlendirilmeden önce sinyal verdiğini düşündürmektedir. Bu riskle ilgili sezgi genellikle bireyleri potansiyel olarak zararlı finansal kararlardan uzaklaştırmaktadır.

Duygu ve uyarılma bağlamında, insula, vücuttan gelen duysal bilgiyi duygusal durumlarla bütünleştirmekte, finansal riskle ilişkili kaygı veya rahatsızlık gibi öznel duygulara katkıda bulunmaktadır. Bu içsel işleme, potansiyel olumsuz sonuçları bilinçli olarak değerlendirilmeden önce sinyal vererek karar almayı etkileyebilmektedir. Çalışmalar, beklenti sırasında belirsizlik ve uyarılma ile ilgili sinirsel aktivitede rol oynadığını göstermiş, bu da riskin fizyolojik deneyimindeki rolünü ortaya koymaktadır.

Geri bildirim işleme açısından, insula, sonuçlar hakkındaki geri bildirimi, özellikle olumsuz olanları işlemede rol oynamaktadır. EEG çalışmalarında gözlemlenen geri bildirimle ilişkili negatiflik (FRN) bileşenine katkıda bulunduğu düşünülmekte; bu da beynin finansal görevlerde beklenmedik veya elverişsiz sonuçlara verdiği hızlı tepkiyi yansıtmaktadır. Bu, geçmiş hatalardan öğrenmede ve deneyimlenen finansal sonuçlara dayalı olarak gelecekteki davranışları ayarlama da rol oynadığını, bireylerin dinamik finansal ortamlarda stratejilerini uyarlamasına yardımcı olduğunu düşündürmektedir.

İnsula, finansta duygusal durumlar ve rasyonel karar alma arasında kritik bir arayüz görevi görmektedir. Aktivitesi, potansiyel olumsuz sonuçların sinirsel bir temsilini sağlayarak risk toleransını etkileyebilmekte, temkinli veya riskten kaçınan davranışlara katkıda bulunabilmekte ve finansal kayıplardan kaçınmada rol oynayabilmektedir.

3.3.5 Diğer İlgili Beyin Bölgeleri

Temel bölgelerin ötesinde, diğer birkaç beyin alanı finansal karar almanın çok yönlü sürecine katkıda bulunmaktadır. Temporal-parietal bileşke (TPJ) ve superior temporal

sulkus (STS), zihin kuramı ağının bir parçasını oluşturmaktadır. Bu bölgeler, zihinselleştirmede rol oynamaktadır. Zihinselleştirme, diğer bireylerin inançlarını, düşüncelerini ve niyetlerini anlamayı içermektedir. Rekabetçi finansal etkileşimlerde, bireyler insan rakiplere karşı oynadıklarında TPJ ve STS aktive olmaktadır. Bu durum, bu bölgelerin sosyal ipuçlarını tanımada ve insan-insan etkileşimini atfetmede rol oynadığını düşündürmektedir. Bu rol, stratejik akıl yürütmenin derinliğinden bağımsız gelişmektedir. STS, özellikle niyetleri ve nedenselliği atfetmekle ilişkilendirilmektedir. Bu da diğer piyasa katılımcılarının eylemlerini tahmin etmek açısından kritik bir öneme sahip olmaktadır.

Posterior singulat korteks de zihinselleştirme ağının bir parçasıdır ve stratejik oyunlarda insanlar rakiplere karşı tercihlerde bulunulduğunda artan beyin aktivitesi göstermektedir. Ayrıca ödül sinyallerini işlemede ve potansiyel olarak riskten kaçınmada da rol oynamaktadır. Rolü, geçmiş finansal deneyimlerin mevcut kararları nasıl şekillendirdiğini etkileyebilecek kendine referanslı düşünce ve belleğe kadar uzanmaktadır.

Talamus ve orta beyin gibi subkortikal yapılar, daha geniş dopaminerjik sistemin bir parçası olup, duyuşal ve ödülle ilgili bilgiyi kortikal alanlara iletmede yer almaktadır. Talamus, özellikle mediodorsal talamik çekirdek, riskle ilişkili aktivite göstermiş ve risk sinyallerini daha yüksek dereceli işleme bölgelerine iletme için kritik bir aktarım merkezi görevi görmüştür. Orta beyin, dopaminerjik nöronların birincil kaynağı olup, beklenen ödülleri ve riskleri sinyallemede temel bir rol oynamakta, böylece finansal bağlamlarda motivasyonu ve öğrenmeyi etkilemektedir.

Serebellum, geleneksel olarak motor kontrolüyle bilinmesine rağmen, beklenen ödüle yanıt olarak da aktivasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Tahmin, zamanlama ve öğrenme dahil olmak üzere anlama ve kavrama işlevlerindeki rolü, finansal tahmin, piyasa değişikliklerine uyum sağlama ve yatırım stratejilerini iyileştirmedeki katılımına kadar uzanabilecek devam eden bir araştırma alanıdır. Tahmin yetenekleri, piyasa hareketlerini öngörmeye katkıda bulunabilmektedir.

Parietal korteks, sayısal işleme, zihinsel hesaplama ve uzamsal anlama ve kavrama için hayati öneme sahiptir. Finansal görevler genellikle karmaşık hesaplamaları içermekte olup, parietal korteks, finansal kararlarla ilgili zihinsel aritmetik ve problem çözme

sırasında artan aktivite göstermektedir. Bu aktivite, mPFC gibi sosyal anlama ve kavrama işleme alanlarından farklılaşmakta ve finansal alanda nicel analiz için özel sinirsel kaynakların varlığını vurgulamaktadır.

Hipokampus, finansal karar alma için sunulan metinlerde açıkça ayrıntılandırılmamış olsa da, nöroekonomide bellek oluşumu için, özellikle gelecekteki tercihleri bilgilendiren geçmiş deneyimleri kodlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Önceki sonuçlardan öğrenme ve stratejileri uyarlama rolü, dinamik karar alma süreçlerinde örtüktür. Örneğin, yatırımdaki geçmiş başarıları veya başarısızlıkları hatırlamak, gelecekteki risk alma davranışını veya strateji ayarlamalarını etkileyebilmektedir.

Bu çeşitli beyin bölgeleri arasındaki etkileşim ve fonksiyonel bağlantı, finansal karar almanın çok yönlü doğasını vurgulamaktadır. Bu süreç, sadece rasyonel bir hesaplama olmayıp, duygu, sosyal anlama ve kavrama, risk değerlendirmesi ve yinelemeli stratejik düşünceyi içeren dinamik bir süreçtir ve hepsi karmaşık bir sinirsel mimari tarafından yönetilmektedir. Nörofinans, spesifik finansal davranışları altında yatan sinirsel temellerine eşleyerek insan ekonomik davranışının daha derin bir şekilde anlaşılmasını sağlamaya devam etmektedir.

3.4 Literatür

Breiter vd. tarafından 2001 yılında yapılan çalışmada finansal kararların beyin içerisindeki etkileri incelenmektedir. Yapılan inceleme özellikle beynin; GOb, NAc, amigdala, SLEA, hipotalamus, and VT olmak üzere altı bölgesini içermektedir. Çalışmaya 12 denek katılmıştır. Çalışma kapsamında denekler için fMRI seansı sırasında oynayabilecekleri bir şans oyunu oluşturulmuştur. Bu şans oyununa her bir denek 50\$ dolar ile başlamaktadır. Oyun boyunca kayıplar ve kazançların yaşanacağı deneklere söylenmektedir. Deneylerin sonucunda finansal kararların alınma aşamasında ve bu kararların sonuçlarının analiz edilmesinde, beyinde bulunan orbitofrontal korteks, medial prefrontal korteks, amigdala, nükleus akkumbens bölgelerinin kullanıldığı ortaya konulmuştur (Breiter vd., 2001)

Gehring ve Willoughby'nin 2002 yılında yaptıkları çalışma, nörobilim ve finansı birleştiren ilk çalışmalar arasında yer almaktadır. EEG teknolojisi kullanılarak, beynin finansal karar verme ile ilişkili elektriksel aktivitesi analiz edilmektedir. Çalışmada yaşları 19 ile 30 arasında değişen 6 kadın ve 6 erkek denek yer almıştır. Denekler

tasarlanan bir kumar oyunu oynadıkları sırada 42 kafa elektrodu ile EEG cihazına bağlanmıştır. Denekler hem kendi seçtikleri hem de seçmedikleri opsiyonlardan kaynaklanan kayıp ve kazançlarla karşı karşıya bırakılmıştır. Bu kayıp ve kazançların beyinde yaratacağı olası sonuçlar gözlemlenmek istenmiştir. Yapılan analiz sonucu, yaşanan bir durumun güdüsel etkisinin takip eden seçimde etkili olduğunu göstermiştir. Bu güdüsel etkinin kayıptan sonra daha güçlü olduğu gözükmektedir. Belirli bir miktar kaybın yarattığı kaçınma etkisi aynı miktardaki kazancın cazibesinden daha etkili olmaktadır (Gehring ve Willoughby, 2002)

Ernst vd. tarafından 2004 yılında yapılan çalışmada karar verme aşamasında beyinde gözlemlenen sinirsel aktivasyonlar incelenmektedir. Bununla beraber düşük ve yüksek risk seviyesinde düşük ve yüksek getirili tercihlerin yarattığı aktive araştırılmaktadır. 20 yetişkin katılımcıyla başlanan çalışmayı 17 katılımcı tamamlayabilmiştir. Bu katılımcıların beyinleri çeşitli şans oyunu görevlerini yerine getirdikleri sırada fMRI cihazı ile incelenmektedir. Deney sonuçları deneklerin yüksek risk ve getiriyi daha fazla tercih ettiğini göstermektedir. Bu tercih sırasında ventral striatal yollarında aktivasyon gözlemlenmiştir. Hem yüksek risk ve getiri hem de düşük risk ve getiri tercih eden deneklerin ise ventral striatum bölgelerinde aktivasyon tespit edilmiştir (Ernst vd., 2004)

Camerer vd. tarafından 2004 yılında yapılan çalışma ekonomik kararlar alınırken beynin nasıl çalıştığını ortaya koymaya çalışmaktadır. 20. Yüzyılın başlarından itibaren iktisatçılar yatırımcıların davranışlarıyla ilgilenmeye başlamışlardır. Beynin bölümlerinin ve bu bölümlerin ekonomik kararlar esnasında nasıl çalıştığına yönelik pek çok deney tartışılmaktadır. Özellikle beyni görüntüleyebilen makinelerin gelişmesiyle başlayan süreçte nörobilimin ekonomi alanında çalışan insanlar için ne kadar önemli olduğu vurgulanmaktadır. Gelecek dönem için de nörobilim ve ekonomi biliminin daha fazla çalışacağı belirtilmektedir (Camerer vd., 2004).

Kuhnen ve Knutson 2005 yılında yaptıkları çalışmada beyindeki sinirsel aktivitelerin finansal karar alma süreci üzerinde bir öngörüsü olup olmadığını araştırmaktadırlar. Çalışmadaki deneyin hedefleri, ilk olarak, NAcc ve anterior insuladaki öngörüsül aktivitenin risk arayışı ile riskten kaçınma seçimleri farklı şekilde tahmin edip etmeyeceğini belirlemektir. Daha sonra bu bölgelerdeki aktivasyonun hem optimalin dışında hem de optimal seçimlerden önce olup olmayacağı tespit edilmek istenmektedir. Denekler hazırlanan simülasyonda finansal kararları alırken fMRI cihazı ile takip

edilmektedirler. Deneyin sonucunda nükleus akkumbens aktivasyonunun riskli seçimlerden ve risk arayışından kaynaklanacak hatalardan önce gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Anterior insula aktivasyonu ise risksiz seçimlerden ve riskten kaçınmadan kaynaklanacak hatalardan önce gerçekleşmiştir. Sonuç olarak beyindeki bir takım sinirsel aktivasyonların çeşitli finansal kararlara etki ettiği anlaşılmaktadır. Bu devrelerin aşırı aktivasyonu yatırım hatalarına yol açabilmektedir (Kuhnen ve Knutson, 2005).

Knutson vd. tarafından 2005 yılında yapılan çalışmada yatırımcılarda beklenen değer hesaplarken oluşan beyin aktivasyonu incelenmektedir. Bu tahminler matematiksel hesaplara dayanan parasal kazanç ya da kayıplar üzerine yapılmaktadır. Deneylere 14 gönüllü katılmıştır. Gönüllüler belirlenen görev çerçevesinde yapacakları seçimler konusunda önceden bilgilendirilmişlerdir. Yapacakları seçimlerin sonucunda katılımcılara verilecek ödül de önceden belirlenmektedir. Yapılan analizler, subkortikal nükleus sakumbensde beklenen kazanç büyüklüğüyle orantılı olarak aktive olduğunu göstermiştir. Bununla beraber kortikal mesiyal prefrontal kortekste de beklenen kazanç olasılığına göre aktivasyon gözlemlenmiştir. İncelenen beyin bölgelerinin yatırımcıların beklenen değeri tahmin etme aşamasında çalıştığı tespit edilmiştir (Knutson vd., 2005)

Peterson 2005 yılında yaptığı çalışmada beyin aktivasyonlarını incelemektedir. Beyin aktivasyonlarının finansal piyasaların belirsiz ve yüksek riskli ortamında bireysel davranışları anlama ve tahmin etmeye yardımcı olup olmayacağı araştırılmaktadır. Çalışmada fMRI ile yapılmış ve beyinde yaşanan aktivasyonların tartışıldığı literatür taranmaktadır. Bu analizler sırasında katılımcılar çeşitli yatırım görevlerini yerine getirmektedirler. Çalışmanın sonuçları bireysel düzeyde, yatırımcının aşırı güven önyargısının beyindeki ödül sistemi aktivasyonu ile ilgili olduğunu ortaya koymaktadır (Peterson, 2005)

Peterson 2007 yılında yaptığı çalışmada ruh halleri, tutumlar ve duyguların finansal karar verme üzerindeki etkileri hakkındaki literatürü analiz etmektedir. İncelenen ilk grup çalışmalar, kayıp önleme ve ödül sistemlerinin bileşenlerini içeren literatürden oluşmaktadır. Daha sonra finansal piyasalardaki alım satım davranışları üzerinde yapılan çalışmalar incelenmektedir. Ayrıca patolojik bozulmaların finansal kararlar üzerinde yarattığı etkileri içeren literatür de araştırılmaktadır. Çalışmanın bulguları finansal piyasalarda riskten kaçınma ve risk alma davranışlarından sorumlu ayrı beyin

sistemlerinin olduğunu göstermektedir. Her iki sistemin aşırı aktivasyonu veya bastırılması, yatırım tercihlerinde ve ticaret davranışlarında hatalara yol açabilmektedir (Peterson, 2007)

Knutson ve Bossaerts'in 2007 yılında yaptığı çalışmada teorik olarak finansal kararlardan önce beyinde gerçekleşen aktivasyonlardaki değişiklikler incelenmektedir. fMRI ve EEG gibi gelişen teknolojiler beyinde gerçekleşen aktivasyonları daha ayrıntılı inceleme fırsatı sunmaktadır. Farklı bölümlerdeki aktivasyonların ne zaman ve nasıl geliştiği birçok sorunun cevabı olabilmektedir. Örneğin ventral striatumundeki bir aktivasyon beklenmedik ödülün temsilinde bir rol oynamaktadır. Diğer taraftan insuladaki bir aktivasyon ise beklenen riskin temsilinde daha belirgin olarak rol almaktadır. Bu bölgelerdeki öncül sinir aktivasyonunun verilmek üzere olan finansal kararları tahmin etmek için kullanılabileceği bir gerçek olarak ortaya çıkmaktadır (Knutson ve Bossaerts, 2007)

Coates ve Herberd 2008 yılında yaptıkları çalışmada endokrin sisteminin finansal kararlardaki etkisi incelenmektedir. Endokrin sistemi vücut salgılarının bezler aracılığıyla yayılmasını sağlayan sistem olarak tanımlanabilir. Analiz kapsamında Londra'da yaşayan 17 erkek borsa yatırımcısı ele alınmaktadır. Denekler normal bir iş günü boyunca, döviz, emtia, tahvil ve hisse senedi endeksi vadeli işlemlerinin canlı fiyatlarını gösteren bilgisayar ekranlarının karşısında yer almışlardır. Bu ekranlar aracılığıyla günlük işlerini ve yatırımlarını gerçekleştirmişlerdir. 8 gün boyunca yatırımcıların endokrin sistemlerini doğrudan etkileyecek ilaç veya türevi maddeleri alması engellenmiştir. Bu 8 gün boyunca deneklerden günde 2 defa tükürük örnekleri toplanmıştır. Yapılan analiz sonucunda yatırımcıların günlük ortalamalarından daha fazla kazandıkları günlerde testosteron hormonunun daha yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında sabah saatlerinde yüksek testosteron seviyesine sahip yatırımcıların günün geri kalanında daha fazla kazanç elde ettikleri anlaşılmaktadır. Deneklerin kortizol seviyeleri ile kayıp ve kazanç durumları arasında bir ilişki tespit edilememiştir. Ancak deneklerdeki kortizol seviyesinin piyasaların oynak olduğu zamanlarda arttığı gözlemlenmiştir. Testosteron ve kortizol gibi hormonların beyin üzerindeki etkileri düşünüldüğünde finansal kararlardaki etkisi incelemeye değer olarak gözükmektedir (Coates ve Herbert, 2008)

Knutson vd. tarafından 2008 yılında yapılan çalışmada parasal bir ödeme karşısında ilaç kullanmayan depresyon hastaları ile depresyona girmemiş kişilerin beyinlerinde oluşan

sinirsel bağıntılar karşılaştırılmaktadır. Katılımcılar 12 depresyon hastası ve 12 sağlıklı insandan oluşmaktadır. Katılımcılar değişen miktarlarda para kazanmak veya kaybetmekten kaçınmak için hızla sunulan bir hedefi tahmin etmeye ve yanıt vermeye çalıştıkları göreve tabi tutulmaktadırlar. Bu görev sırasında fMRI ile beyin görüntülemesi yapılmaktadır. Deneyin sonuçları depresyon içerisinde olan ve sağlıklı olan katılımcıların kazanım beklentisi sırasında çekirdek akimbens aktivasyonlarında bir farklılık saptanmadığını göstermektedir. Depresyondaki katılımcılar, artan kazanç beklentisi sırasında artan anterior singulat aktivasyonu sergilemektedirler. Diğer taraftan depresif olmayan katılımcılar, aynı aktivasyonu artan kayıp beklentisi sırasında göstermektedirler (Knutson vd., 2008).

Bossaerts 2009 yılında yaptığı çalışmada nörobilimin finansal kararları açıklamadaki etkisinden söz etmektedir. Finansal yatırım kararlarında ekonomi biliminin yanında nörobilimcilerin neler yapabileceği tartışılmaktadır. Finans alanındaki çalışmalar tarihsel veriler ve piyasanın ürettiği verilerle yapılmaktadır. Nörobilimde ise analiz yöntemleri farklılık göstermektedir. İşin içine deneysel çalışmalar girmektedir. Bu deneyler çoğu zaman çeşitli makinelerle gerçekleştirilmektedir. Her anlamda seçimler bir dizi nörofizyolojik sürecin sonucunda oluşmaktadır. Riskli yatırım kararları ise bu sürece birtakım istatistiksel özellikleri de katmaktadır. Riskli yatırımlarda beyin değerlendirme sürecinin çerçevesini oluşturacak değerlendirmeleri oluşturmaktadır. Karar verme aşamasında her ne kadar beynin matematiksel özellikleri kullanılsa da duyguların da bu sürece dahil olduğu düşünülmektedir. Duygular seçim yapılırken ve seçimin sonuçlarında yoğun olarak ortaya çıkmaktadır (Bossaerts, 2009).

Engelmann ve Tamir 2009 yılında yaptıkları çalışmada finansal karar verme aşamasında risk tutumundaki bireysel farklılıkların sinirsel ilişkileri araştırılmaktadır. Deneye 7 erkek ve 3 kadından oluşan 10 kişilik bir grup katılmıştır. Bu katılımcılar için ödül büyüklüğü ve kazanma olasılığı farklı olan iki seçimli bir şans oyunu oluşturulmuştur. Seçeneklerden bir tanesi yüksek risk ve getiri içerirken diğeri düşük risk ve getiri sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır. Katılımcılar bu görevleri yerine getirirken beyinlerindeki sinirsel aktivasyon fMRI ile kayıt altına alınmaktadır. Riskli seçim sırasında risk almaya istekli katılımcıların üst ve alt frontal girus, medial ve lateral orbitofrontal korteks ve parahipokampal girus bölgelerinde sinirsel aktivasyonlar meydana gelmektedir. Deney sonuçları hem seçim sırasındaki öznel risk değerlendirmelerinin hem de riske yönelik

bireysel tutumların karar verme sırasındaki beyin aktivasyonunu değiştirdiğini göstermektedir (Engelmann ve Tamir, 2009).

Lee vd. tarafından 2009 yılında yapılan çalışmada cinsiyetin risk alma sürecindeki etkisi incelenmektedir. Deneye 12 erkek 10 kadın gönüllü katılmıştır. Katılımcılar, Riskli Kazanç Görevi adı verilen bir simülasyona tabi tutulmuşlardır. Katılımcılar riskli ya da risksiz seçenekler bulunan pek çok seçim yapmaktadırlar. Bu esnada katılımcıların beyinleri fMRI ile incelenmektedir. Deney sonuçları kadın katılımcıların riskli seçimlerde erkek katılımcılara göre sağ insula ve bilateral orbitofrontal korteks bölgelerinde daha fazla aktivasyon olduğunu göstermiştir. Bununla beraber kayıplar, kadın katılımcıların postcentral ve parasantral bölgelerinde erkeklere nazaran daha fazla aktivasyona neden olmaktadır. Bulgular, risk alma ile ilişkili sinirsel aktivitede cinsiyetle ilgili farklılıkların var olduğunu göstermektedir (Lee vd., 2009).

Yu ve Zhou tarafından 2009 yılında yapılan çalışmada kumar oyunu görevini gerçekleştiren deneklerin beyinsel aktiviteleri incelenmektedir. Deneyler için 14 gönüllü lisans ğrencisi kullanılmaktadır. Katılımcılar önlerine sunulan seçenekten sonra bahis yap ya da yapma seçeneği ile karşı karşıya bırakılmaktadırlar. Her seçim sonucu beyin aktivasyonu EEG ile kaydedilmektedir. Bulgular bahis yapma seçeneğinde ve yapılacak bahsin büyük olduğu seçeneklerde beyin aktivasyonunun daha fazla olduğunu göstermektedir. Çalışmanın sonuçları aynı zamanda olası büyük bir kayba karşı hazırlık olması açısından beynin erken uyarı sistemi geliştirdiğini göstermektedir (Yu ve Zhou, 2009).

Hubert 2010 yılında yaptığı çalışmada neurobilim ve ekonomi bilimi araştırmaları hakkında ortaya atılan 10 görüşü incelemektedir. Çalışmada her bir tez için literatür taranmıştır. Bu tezlerin doğruluk payları araştırılmaktadır. Nroekonomik çalışmaların ilk ortaya çıktıkları döneme göre gittikçe önem kazandığı grmektedir. Özellikle geleneksel deneylerin yanı sıra fMRI ve EEG gibi uygulamaların geliştirilmesi bu alan açısından devrim niteliği taşımaktadır. Sıradan bir anket çalışmasının yanında bu teknolojilerin kullanılması çalışmaların ortaya koyduğu bulgular açısından son derece önemlidir (Hubert, 2010).

Vasile ve Sebastian 2010 yılında yaptıkları çalışmada nörofinansın neden önemli olduğunu açıklamaktadır. Bununla beraber çalışmada nörofinansın yakın gelecekte daha

iyi finansal karar verme için bir dizi etkili aracı nasıl sağlayabileceğinden söz edilmektedir. Çalışmada yapılan literatür taramasıyla nörofinansın önemini vurgulayan saptamalar yer almaktadır. Bu saptamalardan ilki akıllı ve iyi eğitilmiş olmanın iyi finansal kararlar almada yeterli olmayacağıdır. Yapılan birçok deneyde en akıllı ya da en eğitilmiş deneklerin en iyi kararı verdikleri sonucuna ulaşılmamıştır. İşte bu ve buna benzer durumların varlığı nedeniyle finansal kararların alınma süreçlerinin nörofinans bağlamında analizi gerekmektedir (Vasile ve Sebastian, 2010).

Bruguier vd. tarafından 2010 yılında yapılan çalışmada yatırımcıların piyasalarda oluşan bilgileri nasıl okudukları araştırılmaktadır. Çalışmanın amacı "yatırımcı sezgisi" ile neyin kastedildiğini daha iyi tanımlama ve neden bazı yatırımcıların diğerlerinden daha iyi olduğunu anlama girişimi olarak ifade edilmiştir. İki aşamalı bir deney kullanılmıştır. İlk aşamada deneklerden belirli bir nakit ve hisse senetlerine sahip olarak işlem yapmaları istenmiştir. İkinci aşamada ise yapılması istenen işlemler yeni deneklerle yapılmaktadır. Bu aşamada denekler aynı zamanda fMRI cihazı ile takip edilmiştir. Deneyler sonucunda piyasalardaki fiyat değişikliklerini tahmin etme becerisinin, içeriden öğrenmeyle doğrudan ilişkili olduğu düşüncesine varılmıştır (Bruguier vd., 2010).

Xue 2010 yılında yaptığı çalışmada geçmiş risk deneyimlerinin karar vermede ve risk almadaki etkisini araştırmaktadır. Geçmişte alınan riskli kararların karar verme aşamasındaki etkisi ve bu etkinin beyinde yarattığı süreç incelenmektedir. Bu inceleme fMRI kullanılarak yapılmaktadır. Çalışmada özellikle algılar, duygular ve risk almada etkili olduğu düşünülen insular cortex incelenmektedir. Bu analizler için 14 kişilik bir deney grubu kullanılmaktadır. Bu grup şans oyunu simülasyonuna tabi tutulmaktadır. İlk olarak katılımcılara kabul etme olasılıkları çok yüksek olan ve kabul etme olasılıkları düşük olan seçenekler sunularak önceki risk algıları belirlenmeye çalışılmaktadır. Risk algıları belirlenen katılımcılara yeni seçenekler sunularak mevcut algıların etkileri incelenmektedir. Deney bulguları ilk olarak insuladaki aktivitelerin geçmişteki risk tecrübeleri tarafından düzenlendiğini göstermektedir. Bu sayede yeni riskli kararlarda aktivasyonlar değişiklik göstermektedir. Bunun yanında geçmiş tecrübelerin yeni riskli kararlar almadaki etkisi beyindeki aktivasyonlarla gösterilmektedir (Xue vd., 2010).

Cheng 2010 yılında yaptığı çalışmada finansal karar verme aşamasına rasyonel ve optimal yaklaşımların yanında bilinçsizliği de eklemektedir. Bireylerin toplam bilişsel karar verme kapasitesi hem bilinçli bir bileşenden hem de bilinçsiz bir bileşenden

oluşmaktadır. Bu iki bileşen birbirlerini telafi etmektedir. Karar verme sürecinin iki bileşeninden ilki olan bilinçli kısım genel olarak kararların kalitesini iyileştirmektedir. Bilinçsiz bileşen ise davranışsal önyargıların karar verme üzerindeki olumsuz etkisini azaltmaktadır. Bilinçsizliğin finansal ve yatırım kararları üzerindeki etkisini anlama arayışı, davranışsal finans için oldukça ilginç bir konu olarak gözükmektedir. Nörobilimde yaşanacak gelişmeler bilinçsizliğin kontrol edilebilme olanağını artırarak daha iyi seçimler yapabilmeyi sağlayabilecektir (Philip Yim Kwong Cheng, 2010).

Rocha vd. tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada insan zekasının fizyolojik ilişkileri EEG ile haritalandırılmaktadır. Analizler için 20 çocuk ve 20 erişkinden oluşan bir denek grubu oluşturulmuştur. Katılımcılara deney sırasında 4 farklı oyun oynatılmış ve beyin aktivasyonları kaydedilmiştir. Çalışmanın sonucunda daha yüksek zekaya sahip bireylerin beyinlerindeki aktivasyonun fazla olduğu ortaya konulmuştur (Armando Freitas da Rocha vd., 2011).

Kuhnen ve Knutson 2011 yılında yaptıkları çalışmada duyguların finansal kararlar üzerindeki etkilerini araştırmaktadırlar. Yatırımcıların neden rasyonel seçimleri yapmadıkları çalışmanın araştırdığı ikinci konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Duyguların yatırımcıların risk algısını değiştirip değiştirmediği sorgulanmaktadır. Eğer bir değişiklik yaratıyorsa bunu hangi yollarla yaptığı tespit edilmek istenmektedir. Bu amaçlar ve sorular doğrultusunda 28 deneğin riskli yatırımlar karşısında sahip oldukları duyguların etkisi analiz edilmektedir. Deneklerin arka arkaya riskli ve riskiz varlıkları seçebileceği bir simülasyon hazırlanmıştır. Olumsuz bir durumun akabinde nötr bir durumla karşılaşan deneklerin riskli varlıkları tercih etmediği gözükmektedir. Heyecan gibi olumlu ve uyandırıcı duygularla ilişkili olayların daha riskli seçimlere yol açtığı ortaya konulmuştur. Diğer taraftan anksiyete gibi olumsuz ve uyandırıcı duygularla ilişkili olanların ise daha riskli seçimlere yol açtığını gözükmektedir (Kuhnen ve Knutson, 2011).

Minati vd. tarafından 2012 yılında yapılan çalışmada finansal şans oyunlarının beyin aktivasyonunu incelemede kullanımı araştırılmaktadır. Deneyler için 11 kadın ve 8 erkekten oluşan denek grubu kullanılmaktadır. Katılımcıların her biri kazanç ve kayıplar yaşayacakları şans oyunları oynamaktadırlar. Oyunlar sırasında beyinlerindeki aktivasyonlar EEG ve fMRI ile kaydedilmektedir. Katılımcılar davranışsal ekonomi teorisiyle tutarlı olarak riskten kaçınma eğilimi göstermektedirler (Minati vd., 2012).

Witt ve Binder 2013 yılında yaptıkları çalışmada klasik iktisadın ortaya attığı fayda teorisi fizyolojik ve psikolojik açıdan incelenmektedir. Çalışmada faydanın incelenmesi yanında beğenmek ve istemek arasındaki fark da açıklanmaya çalışılmıştır. Bu konular nörobilim açısından değerlendirilmektedir. Nörobilim açısından fayda kavramının araştırılması literatür analizi ile yapılmaktadır. Çalışmanın sonuçları davranışın çok boyutlu birer fayda ölçüsüne dayanmadığını ortaya koymaktadır (Witt ve Binder, 2013).

Rocha vd. tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada nörofinans araştırmalarında fMRI ve EEG cihazlarının nasıl kullanılabileceği araştırılmaktadır. Biraz daha eski bir teknik olan EEG, belirli bir beyin işleminde yer alan nöronlarda üretilen iyonik akımların neden olduğu elektriksel veya manyetik alanları ölçmektedir. Daha yeni bir teknik fMRI çok güçlü ve kısa bir manyetik alan pertürbasyonundan etkilenen su moleküllerinin hareketlerinin neden olduğu manyetik alan değişimini ölçmektedir. Yapılan araştırmaların incelenmesi sonucunda EEG'nin borsalarda işlem yapan yatırımcıları analiz etmede oldukça verimli olduğu düşünülmektedir (Armando Freitas Rocha vd., 2013).

Studer vd. tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada prefrontal korteksteki dinlenme durumu aktivitesi ile ödül ve cezaya karşı sürekli duyarlılığın, risk alma davranışını tahmin etmeye yardımcı olup olamayacağı test edilmektedir. Deneyler için 70 kişilik bir öğrenci grubu kullanılmaktadır. Öğrencilerin deney sonucunda kazanabilecekleri ödüller belirlenmektedir. İlk olarak Davranışsal Engelleme Sistemi ve Davranışsal Aktivasyon Sistemi ölçeği adı verilen ölçeklerle, katılımcıların ödül ve cezaya karşı olan duyarlılıkları ölçülmektedir. Katılımcılar, daha sonra risk alma davranışını değerlendiren bilgisayarlı bir şans oyunu görevini yerine getirmektedirler. Bu görev boyunca beyinsel aktivite EEG ile kaydedilmektedir. Çalışmanın sonuçları risk alma davranışındaki bireysel farklılıkların kaynağı olarak hem prefrontal dinlenme durumu aktivitesini hem de kişilik özelliklerini göstermektedir. Bununla beraber çalışma risk alma davranışındaki heterojenliğin, karar vericilerin beyinlerinin temel fizyolojisindeki farklılıklara kadar izlenebileceğini öne sürmektedir. Risk alma davranışına rehberlik etmede temel prefrontal aktivitenin ve kişilik özelliklerinin birbiriyle etkileşime girebileceği açıklanmaktadır (Studer vd., 2013).

De Bondt vd. tarafından 2013 yılında yapılan çalışma aşırı bilgi yüklemesi, duygu, sosyal etki ve belirsizlikten kaçınma durumunu araştıran finans alanındaki davranışsal araştırmaları incelemektedir. Bununla beraber bireylerin bilgiyi yorumlama ve ona göre

hareket etme şeklini bütünleştirmeye çalışan seçilmiş bilişsel modeller de ele alınmaktadır. Yapılan analizden sonra belirli konulardaki sorunlar tespit edilmiştir. Sezgisel seçim ve yargılardaki düzenin nörolojik arka planı belirlenmelidir. İnsan beyni sistematik karar hatası üretmektedir. Sonuç olarak davranışsal araştırmalar, portföy teorisi, pozitif risk-getiri dengesi ve verimli piyasalar gibi ana akım finansın temel anlayışlarından bazılarının geçerlilikleri hakkında şüpheler doğurmaktadırlar (W. De Bondt vd., 2013).

Frydman vd. tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada yatırım tercihlerinin yarattığı sinirsel aktiviteler incelenerek gerçekleşme faydası teorisi test edilmektedir. Gerçekleşme faydası teorisi yatırımcıların, tüketimden fayda sağlamanın yanı sıra, doğrudan sahip oldukları riskli varlıkların satışından kazanç ve kayıpları gerçekleştirmekten de fayda edeceğini söylemektedir. Deney için katılımcılar deneysel bir piyasada pay senedi alım satımı gerçekleştirmektedirler. Bu alım satım esnasında katılımcıların beyin aktiviteleri fMRI ile ölçülmektedir. Deney sonuçları seçimler sırasında seçeneklerin değerini kodladığı bilinen bir alan olan ventromedial prefrontal korteksteki faaliyetin, potansiyel işlemlerin sağladığı sermaye kazançlarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (Frydman vd., 2014).

Cheng 2014 yılında yaptığı çalışmada duyguların finansal kararlara nasıl aracılık ettiği araştırmaktadır. Çalışmada saadet zinciri simülasyonu üzerinden bir model geliştirilmiştir. Modelde yatırımcıların finansal riskleri yönetmede duygularını nasıl kullanacakları açıklanmaya çalışılmıştır. Model verilerin bulanık, nitel ve göreceli olabileceği varsayımına dayalı olarak geliştirilmiştir. Finansal karar verme gelecek elde edilecek çıktılarla doğrudan alakalıdır. Bunun yanında karar verme sürecinde çevresel etkiler yatırımcıları etkilemektedir (Philip Y.K. Cheng, 2014).

Vance vd. tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada risk alma davranışı analiz edilmektedir. Bu tahmin ve incelemeler Olaya İlişkin Potansiyeller (ERP') aracılığıyla elektroensefalografi (EEG) kullanılarak yapılmaktadır. Çalışmada gerçek dünyadaki riskli davranışlarla ilişkili olduğu gösterilen ve yaygın olarak kullanılan bir teknik olan Iowa Kumar Görevi kullanılmaktadır. Bu oyun esnasında negatif ya da pozitif geri bildirimlerin katılımcıların beyinlerindeki yarattığı aktivasyon incelenmektedir. Çalışmanın sonuçları EEG ile başarılı sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. EEG

ölçütlerinin davranışları tahmin etmede kullanımı mümkün gözükmemektedir (Vance vd., 2014).

Barton vd. tarafından 2014 yılında yapılan çalışmanın amacı insan beynindeki aktivite ile şirketlerin muhasebe bilgilerinin ifşası arasındaki bağlantıya doğrudan ampirik kanıt sağlamaktır. Bu doğrultuda pay senedi piyasası haberlerinin yatırımcıların beyinlerinde yarattığı etki araştırılmaktadır. Deneyler için yüksek lisans sürecinde 36 katılımcı kullanılmaktadır. Katılımcıların temel düzeyde muhasebe ve yatırım bilgisi gerektiren bir dizi görevi tamamlamışlardır. Üç bölümden oluşan deneylerden ilkinde katılımcılara demografik, finansal okuryazarlık, kişilik ve risk tercihi sorularını içeren bir anket uygulanmaktadır. İkinci bölüm de her katılımcı 60 şirket için kazanç tahmininde bulunmuşlardır. Üçüncü bölümde ise yatırımcılara şirketlerin geçmiş performansları, yaptıkları tahminler ve yatırım pozisyonları, pay senetlerinin gerçekleşen fiyatları gösterilmektedir. Bu işlem sırasında katılımcıların beyin aktiviteleri fMRI ile kaydedilmektedir. Deney sonuçları şirket tarafından açıklanan hisse başına kazancı öğrenen 35 yetişkin yatırımcının, insan beyninin ödül işleme devresindeki önemli bir alan olan ventral striatumdaki sinirsel aktivite olduğu göstermektedir (Barton vd., 2014).

Kelly vd. tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada travmatik beyin hasarına uğramış kişilerin karar verme süreçleri incelenmektedir. Çalışmada şiddetli travmatik beyin hasarı olan katılımcılar, katılımcının bir atış oyununda "dost" oyuncuların kim olduğunu öğrenmesini gerektiren Sosyal Karar Verme Görevi'ni yerine getirmektedirler. Deneyler için şiddetli TBH'si olan 19 ile 66 yaşları arasında 26 yetişkin (7 kadın ve 19 erkek) katılımcı kullanılmaktadır. Bu katılımcılar deney boyunca sağlıklı kontrol katılımcılarıyla karşılaştırılmaktadırlar. Buna ek olarak katılımcılar sosyal olmayan bir karar verme görevi olan Iowa Kumar Görevini ve bir dizi nöropsikolojik testler ve sosyal biliş görevlerini de yerine getirmişlerdir. Toplanan veriler SPSS programı aracılığıyla işlenmektedir. Çalışmanın bulguları TBH grubunun sosyal Karar Verme Görevi'nde kontrol grubuna göre daha kötü kararlar verdiğini göstermektedir. Ancak kararlar arasındaki bu fark Iowa Kumar Görevinde gözlemlenmemektedir (Kelly vd., 2014).

Clark vd. tarafından 2014 yılında yapılan çalışmanın amacı fokal beyin hasarı olan hastalar üzerinde çalışarak, kumar oynama bozukluklarının altında yatan beyin bölgelerini incelemektir. Bu analiz için nöro görüntüleme teknikleri yerine nöropsikolojik yaklaşımdan faydalanılmaktadır. Nöropsikolojik yaklaşım, psikolojik süreçlerde aday

beyin bölgelerinin gerekli rolüne ilişkin çıkarımlar da bulunabilmektedir. Deneyler için ventromedial prefrontal korteksi, insula veya amigdalayı etkileyen fokal beyin hasarı olan vakalar kullanılmaktadır. Bu bölgelerin yaralanması, gerçek hayattaki karar verme sürecini ve duygusal davranışları bozduğu bilinmektedir. Aynı şekilde patolojik kumarbazların da beyinlerinde benzer bölgelerdeki hasara benzer bozulmalar olmaktadır. Çeşitli kumar simülasyonlarına tabi tutulan deneklerin beyin aktiviteleri fMRI ile kaydedilmektedir. Çalışmanın sonuçları ventromedial prefrontal korteks ve amigdala hasarı olan hastalarda kumarbazlarda yaşanan yanılgıların ortaya çıktığını göstermektedir. Bu bölgelerdeki aktivitelerin düzenlenebilmesi patolojik kumarbazlar için de bir tedavi şansı barındırmaktadır (Clark vd., 2014).

Vieito vd. tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada hisse senedi yatırım kararlarında beyin hangi bölümlerinin kullanıldığı araştırılmaktadır. Bir yatırımcının hisse senetlerini alırken, satarken ve elde tutarken hangi beyin devrelerinin çalıştığı gözlemlenmek istenmektedir. Bu durumlara ek olarak piyasalarda yaşanacak oynaklığın hangi beyin devrelerini harekete geçirdiği araştırılmaktadır. Deneyler için yirmişer gönüllüden oluşan iki grup kullanılmaktadır. Denekler yapacakları işlemler sırasında EEG cihazı ile takip edilmiştir. Bir grup denek, fiyatların istikrarlı bir şekilde arttığı bir piyasada alım satım sürecini başlamıştır. Bu grup daha sonra yüksek volatilité piyasasına geçmektedir. İkinci grup ise yüksek volatilité piyasasında işlemlere başlamıştır. Daha sonra bu grup büyüyen bir piyasada ticarete işlemlere devam etmiştir. Denekler kurgulanmış bir yatırım simülasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Deneylerin sonucu işlemlere istikrarlı bir piyasada başlayan deneklerin volatilitenin yüksek olduğu piyasaya geçtiklerinde kullandıkları beyin devrelerinin; volatilitesi yüksek piyasalarda işleme başlayıp yükselen piyasalarda devam eden deneklerin kullandığı beyin devrelerinden farklı olduğunu göstermektedir. Bu durum farklı öğrenme tecrübelerinin getirdiği bir sonuç olarak yorumlanabilmektedir. Sonuçlar, insanların ticaret deneyimlerine bağlı olarak finansal kararlar almak için farklı akıl yürütme stratejileri kullanabileceklerini göstermektedir (Vieito vd., 2015).

Van Duijvenvoorde vd. tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada risk almanın beyindeki etkisi incelenmektedir. Bu etkinin çocukluk, ergenlik ve yetişkinlik dönemlerindeki farkı araştırılmaktadır. Bu doğrultuda ergenlik dönemindeki ve dışındaki gelişimsel değişiklikleri inceleyebilmek için, 8 ile 35 yaş arası 85 katılımcı deneylere dahil edilmektedir. Katılımcılar dinamik bir riskli seçim görevi olan Columbia Kart Görevi'ne

tabi tutulmuştur. Bu görevin gerektirdiği seçimler yapılırken katılımcıların beyin aktivasyonları fMRI ile incelenmektedir. Çalışmanın bulguları çocukların riske karşı duyarsız olduklarını ancak getiriye karşı duyarlı olduklarını göstermektedir. Bununla beraber hem ergenler hem de yetişkinler, ortalama olarak artan riskten kaçma eğilimi göstermektedirler. Ergenlerin ise kendi içlerinde riske ve getiriye karşı duyarlılıkları farklılık göstermektedir (Van Duijvenvoorde vd., 2015).

Frank vd. tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada pekiştirmeli öğrenme sırasında seçim süreçlerinin beyindeki süreçleri incelenmektedir. Pekiştirmeli öğrenme sırasında insanların seçim süreçlerinin nasıl geliştiği araştırılmaktadır. Bu araştırma için 18 ile 28 yaşları arasında değişen 9 erkek ve 6 kadın denek kullanılmaktadır. Bu denekler 3 resmi toplamda 120 defa görüntüleyip seçim yapmaktadırlar. Bu seçimler sonuçları ödül olasılıkları barındırmaktadır. Deneklerin beyin aktivasyonları bu seçimleri yaptıkları sırada eş zamanlı olarak EEG ve fMRI ile kaydedilmektedir. Eşzamanlı fMRI ve EEG kayıtları, karar eşiğinin denemeler boyunca sabit olmadığını ve subtalamik çekirdekteki aktivitenin bir fonksiyonu olarak değiştiğini göstermektedir. Bu bulgular seçimlerdeki karar eşiğinin seçimler sonucu alınacak ödüle göre değişiklik gösterdiğini belirtmektedir (Frank vd., 2015).

Kuhnen 2015 yılında yaptığı çalışmada yatırımcıların kayıplardan ve kazançlardan öğreniminin farklı olup olmadığını araştırmaktadır. Bir anlamda öğrenmede bir asimetrisinin olup olmadığı araştırılmaktadır. Deneylere 87 katılımcı dahil edilmektedir. Katılımcılar birer hisse senedi ve bir tahvil üzerinden işlemler yapmaktadırlar. Bu işlemler katılımcıların kazanç ve kayıplara maruz kalacağı şekilde kurgulanmaktadır. Deneyler sonucunda finansal gelişmelerden kaynaklanan öğrenmelerde bilgi asimetrisinin varlığını göstermektedir. Yatırımcıların finansal araçlarda yaşanacak değer kayıpları ve olumsuz haberlere, kazançlar ve olumlu haberlerden daha duyarlı olduğu gözükmektedir (Kuhnen, 2015).

Wang vd. tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada para akışı bilgisi ile beraber gerçekleştirilen yatırım sürecinin beyinde yarattığı aktivasyon incelenmektedir. Analiz için 20 ile 26 yaş arasında 29 katılımcı kullanılmıştır. Bu katılımcılar pozitif veya negatif para akışı bilgilerine dayalı olarak hisse senedi satın almayı veya satın almamayı seçmesi gereken basitleştirilmiş bir simülasyon üzerinde işlem yapmaktadırlar. Her satın alma ya da almama işleminden sonra katılımcılar kazandıkları ya da kaybettikleri paralar

konusunda bilgilendirildiler. Bu aşamada deneyler EEG ile gözlemlendiler. Beyin aktivitesinin kaydı için ERP kullanılmıştır. Analiz sonuçları negatif net para akışı bilgisine sahip hisse senetleri satın almanın, pozitif net para akışı bilgisine sahip hisse senetleri almaya göre daha karmaşık bir beyinsel aktiviteye neden olduğunu ortaya koymaktadır (C. Wang vd., 2015).

Rocha vd. tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada finansal kararlar üzerinde cinsiyet farklarının etkisi incelenmektedir. Analiz Portekiz'de İşletme Araştırmaları Okulu'nun 40 lisans öğrencisinden oluşan bir örnekleme dayanılarak yapılmaktadır. Örneklem, 20 ila 45 yaş arası 20 kadın ve 20 erkekten oluşmaktadır. Katılımcılar 7 farklı şirketin 200 hissesinden oluşan portföyü kullanarak 100 alım satım kararı vermiştir. Bu kararlar temel olarak iki oluşturulan iki piyasa üzerinden verildi. Bu piyasalardan ilki fiyatların istikrarlı bir şekilde arttığı bir piyasayken diğeri fiyatların sürekli değiştiği ve dalgalanmanın olduğu bir piyasa olarak oluşturulmaktadır. Katılımcıların beyinlerindeki kaydedilen EEG aktivitesi analiz edilmektedir. Analiz sonuçlarına göre kadınlar ve erkeklerin birbirlerine yakın kazançlar elde ettiği ortaya konulmaktadır. Bununla beraber kadınların ve erkeklerin benzer kazançları farklı nöronların etkileşimiyle sağladıkları anlaşılmaktadır (Armando F. Rocha vd., 2015).

Spreng vd. tarafından 2016 yılında yapılan çalışmada beyindeki bilişsel ve sosyal işlevlerdeki değişikliklerin karar verme bozukluklarına etkisi araştırılmaktadır. Bu bağlamda özellikle yaşlılarda düşen finansal karar verme kapasitesinin sinirsel, bilişsel ve sosyal belirteçlerini tanımlamaya çalışan araştırmalar incelenmektedir. Analiz edilen çalışmalar, karar verme kapasitesindeki yaşa bağlı değişikliklerin, ileri yaştaki yetişkinlikte finansal yeterliliği ve finansal istismar riskini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Karar vermenin bilişsel, duyuşsal ve sosyal belirleyicileri ve bunların sinirsel temelleri konusundaki araştırmalar kişiye özgü sömürü riskinin ortadan kaldırılması için son derece önemlidir (Spreng vd., 2016).

Frydman ve Camerer 2016 yılında yaptıkları çalışmada pişmanlığın sinirsel aktivasyonu ve bunun yatırımcı davranışları üzerindeki etkisi incelenmektedir. Katılımcılar 3 farklı seansta çeşitli pay senetleri yatırımları yapmaktadırlar. Bu yatırımlar neticesinde almayı tercih ettikleri ya da almamayı tercih ettikleri pay senetlerinin fiyat değişimlerini görmektedirler. Tüm bu işlemler sırasında katılımcıların beyin aktivasyonları fMRI ile kaydedilmektedir. Bulgulara bakıldığında denekler, satın almamayı seçtikleri bir hisse

senedi için pozitif bir getiri gözlemlediklerinde, beyinlerinde ödül işleme sırasında yaygın olarak aktif olan bir bölgede pişmanlık sinyali gözlemlenmektedir. Bununla beraber deneklerin fiyatı artan hisse senetlerini geri almak istemedikleri gözlemlenmektedir (Frydman ve Camerer, 2016).

Efremidze vd. tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada pekiştirmeli öğrenmeyi engelleyen bir ilaç kullanarak varlık balonlarının oluşumunu araştırılmaktadır. Yetersiz öğrenme ve tecrübe etmenin finansal varlık balonlarının oluşumuna neden olup olmadığı analiz edilmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda 176 denek kullanılmıştır. Öğrenmeyi engelleyici ilaçlar verilen katılımcılar finansal işlemler yapmaktadır. İlaça maruz kalan katılımcıların varlık fiyatlarında değişim karşısında karar vermede güçlük yaşadığı anlaşılmaktadır. Bu katılımcılar uygun finansal yatırım stratejisine karar vermede güçlük çekmektedirler. Sonuç olarak beyindeki öğrenme mekanizmasının engellenmesinin piyasalarda finansal balon oluşumuna katkı sağlayacağına yönelik bulgular ortaya konulmaktadır (Efremidze vd., 2017).

Chen ve Wallraven 2017 yılında yaptıkları çalışmada yüksek risk alan yatırımcılarla düşük risk alan yatırımcıların beyinlerindeki farklar incelenmektedir. Analiz için 9 erkek 8 kadın denek kullanılmaktadır. Deneklerin beyinleri Balon Analog Risk Görevini gerçekleştirdikleri esnada EEG tarafından görüntülenmektedir. Bu sayede deneklerin riske karşı duyarlılık seviyeleri tespit edilmeye çalışılmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre riskten kaçınan yatırımcıların merkez-frontal bölgelerindeki aktivasyonunun daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum aynı zamanda riskten kaçınanların yaşanacak kayıplara daha duyarlı olduğunu göstermektedir (Chen ve Wallraven, 2017).

Rollwage vd. tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada bireysel riskli seçim davranışı araştırılmaktadır. Riskli seçim davranışı ile ödül, ceza ve motivasyona duyarlılıktaki bireysel farklılıkların altında yatan üç beyin ve davranışsal sistem önerisinde bulunan RST-5 teorisi karşılaştırılmaktadır. Çalışmada 50 öğrenciden oluşan denek grubu kullanılmaktadır. Bu deneklerin beyinlerindeki aktivite oluşturulan bir şans oyunu esnasında EEG kullanılarak incelenmektedir. EEG kayıtları, çatışma ve kaçınma motivasyonuna kıyasla yaklaşım motivasyonlu denemeler için nispeten daha güçlü sol frontal kortikal aktivite ortaya koymaktadır (Rollwage vd., 2017).

Rocha ve Rocha tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada piyasalar hakkında yayılan iyi ya da kötü haberlerin etkisi araştırılmaktadır. Ekonomi üzerinde iyi ya da kötü haberlerin borsalarda yaşanacak oynaklığı etkilediği üzerinden yola çıkılmaktadır. Bu oynaklığın aynı zamanda yatırımcıların algıları ile ilgili olup olmadığı araştırılmaktadır. Analizler için Brezilya borsasında bulunan bir endeks üzerinden simülasyon oluşturulmuştur. Endeks 2003-2010 yılları arası için incelenmektedir. Çeşitli haberlerin piyasa oynaklığı üzerinde büyük bir etkisi olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu durumun aynı zamanda yatırımcıların algısıyla da doğrudan ilişkilendirildiği görülmüştür. Sonuç olarak medyanın piyasalarda yaşanacak olumsuz gelişmelere bağlı düşüşleri derinleştirici bir etkisi olduğu gözükmemektedir (Rocha Lima Filho ve Rocha, 2017).

Razi vd. tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada duyguların yatırımcıların kararlarını nasıl etkilediği araştırılmaktadır. Çalışma yatırımcıların duygusal algısını araştırmakta ve bu duyguların yatırım faaliyetlerindeki yargılarını nasıl etkileyebileceğini örneklemektedir. Bu amaçla denekler borsa işlemleri sırasında EEG ile takip edilmiştir. İşlemler sırasında hangi duyguların ortaya çıktığı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada gerçek borsa simülasyonu ve 19 kanallı EEG makinesi kullanılmıştır. Denekler hisse senetlerini kendi tercihlerine göre satın alırken elektroensefalogram (EEG) tarafından duygu verileri ve yatırım faaliyeti verileri toplanmıştır. Analiz bulguları korku ve mutsuzluk gibi negatif duyguların yatırımcıların rasyonelliğini azalttığı ve para kayıplarına yol açtığını göstermiştir. Diğer taraftan olumlu duygular ise negatif sonuçların yaşanma riskini azaltmaktadır (Razi vd., 2017).

Sunderaraman vd. tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada sinirsel aktivitenin finansal bir karar verme aşamasında optimal ve yetersiz seçimleri tahmin edip etmeyeceği araştırılmaktadır. Deneyler için 19 sağlıklı gönüllü kullanılmaktadır. Deneyden önce katılımcılar deney esnasında yerine getirecekleri yatırım görevi hakkında bilgilendirilmişlerdir. Deney sonunda elde edecekleri nakit para alacakları da katılımcılara aktarılmıştır. Katılımcıların beyinsel aktiviteleri yerine getirdikleri yatırım görevi sırasında fMRI ile kaydedilmektedirler. Çalışmanın sonuçları nükleus akkübens aktivasyonun riskli seçimlerden önce geldiğini göstermektedir. Anterior insula aktivasyonun da risksiz seçimlerden ve riskten kaçınmadan kaynaklanacak hatalardan önce geldiğini gözlemlenmektedir (Sunderaraman vd., 2017).

Pisauro vd. tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada karar verme sırasında oluşan sinirsel aktiviteler incelenmektedir. Bu inceleme için yapılacak deneylerde EEG ve fMRI sonuçlarının birleştirilmesi hedeflenmektedir. Deneylere yaşları 18 ile 31 arasında olan 21 (8 erkek, 13 kadın) denek katılmaktadır. Katılımcıların beyin aktiviteleri karşlarına çıkan atıştırmalıklara puan verdikleri ve tercih ettikleri sırada gerçekleştirilmektedir. Çalışmanın sonuçları insanlarda değer temelli kararların daha önceki tecrübelerden kaynaklanan birikimler ışığında gerçekleştiğini göstermektedir (Pisauro vd., 2017).

Mateu vd. tarafından 2018 yılında yapılan çalışmada nörobiliminin ekonomi ve finans bilimi açısından önemi açıklanmaktadır. Ekonomik ve finansal kararların önemi vurgulanmaktadır. Bu kararların beyinde gerçekleştirdiği aktivitenin belirlenmesi nörobilimden faydalanılmaktadır. Bununla beraber finansmanda duyguların rolü, finansal piyasalarda bulunan psikolojik faktörler ve nöropsikolojik uyaranların ekonomik kararlarımızı nasıl etkilediği araştırılmaktadır. Çalışma bu konuları literatür taraması ile analiz etmektedir. Literatür taraması sonucu çeşitli öneriler getirilmektedir. Duygular, hormonlar ve çevrenin karar vermede birbirine bağlı olarak harekete geçtiği gözükmektedir. Dolayısıyla finansal anlamda bir karar verme bütün boyutlarıyla incelenmeye muhtaç gözükmektedir (Mateu vd., 2018).

Njegovanović tarafından 2018 yılında yapılan çalışmada beynin finansal karar verme işleyişini araştıran literatür incelenmektedir. İncelenen literatür finansal karar verme finansal teknolojiyi birleştiren yayınları kapsamaktadır. Çalışma sonunda finansal karar vermenin karmaşık bir sistem olduğu gözükmektedir. Bu sistem finansal bilgi işleme gibi yeni teknolojilerin göz önünde bulundurularak mevcut seçenekleri mantıksal seçimi olarak karşımıza çıkmaktadır (Njegovanović, 2018).

Hausler vd. tarafından 2018 yılında yapılan çalışmada risk altında finansal yatırım kararı vermenin beyindeki etkisi araştırılmaktadır. Beyindeki aktivasyonların finansal risk alma konusunda etkisi olup olmadığı sorgulanmaktadır. Deneyler için 157 yetişkin erkek katılımcı kullanılmaktadır. Bu katılımcıların beyin aktivasyonları yatırım görevini tamamladıkları sırada fMRI ile kaydedilmektedir. Deney bulguları ilk olarak bir yatırım görevinde riskli ve güvenli seçimlerin değerlendirilmesi sırasında anterior insula'daki faaliyetin, gerçek hayatta hisse senedi ticareti ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum aynı zamanda laboratuvarında ölçülen beyin aktivasyonunun gerçek hayatta finansal risk alma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Son olarak finansal kısıtlamalar, eğitim,

finansal konuların anlaşılması ve bilişsel yetenekler gibi katılımcılar arasında farklılık yaratacağı düşünülen kavramların sonuçlar üzerinde bir etkisi olmadığı anlaşılmaktadır (Häusler vd., 2018).

Wojcik vd. tarafından 2019 yılında karar verme aşamasında beynin hangi bölgelerinin kullanıldığını gösteren bir çalışma yapılmıştır. Deney için çeşitli psikiyatrik bozukluğu olan 30 hasta ve sağlıklı 30 kişiden oluşan kontrol grubu kullanılmıştır. Katılımcılar deney boyunca karar süreci araştırmaları için kullanılan Iowa Kumar Testi aşamalarını yerine getirmişlerdir. Bu test boyunca katılımcıların beyinlerindeki elektroensefalografik aktivitesi kayıt altına alınmaktadır. Deney boyunca katılımcıların serebral korteks bölgeleri en aktif bölgeler olarak gözükmemektedir. Amigdalanın hiperaktivitesi hem hastalarda hem de kontrol grubunda görülmektedir. Somatosensoriyel ilişki korteksi, dorsolateral prefrontal korteks ve birincil görsel korteksin de karar verme sürecinde önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir (Wojcik vd., 2019).

Nakao vd. tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada karar verme işleminde meydana gelen gürültünün psikolojik ve sinirsel bağlantıları araştırılmaktadır. Deneyler için 11 erkek 13 kadından oluşan katılımcı grubu oluşturulmaktadır. Daha sonra çalışma için karar verme simülasyonu oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu karar verme görevi sırasında gürültü veya rastlantısallığın psikolojik ve nöronal etkileri arasındaki ilişki saptanmaya çalışılmaktadır. Görev sırasında katılımcıların beyinlerindeki aktivasyon EEG ile kaydedilmektedir. Çalışmanın bulguları beynin içsel aktivitesindeki nöronal gürültü ile karar vermemizin iç kriterlerindeki psikolojik gürültü arasındaki doğrudan ilişkiyi göstermektedir (Nakao vd., 2019).

Srivastava 2019 yılında yaptığı çalışmada finansal davranış ve nörolojik süreçler arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Finansal kararlardaki önyargıların etkileri araştırılmaktadır. Çalışmada nörofinans alanında literatür kapsamlı bir şekilde gözden geçirilmektedir. Bu bağlamda araştırma hedeflerine ulaşmak için meta-analiz kullanılmaktadır. Analiz sonuçları beynin daha yüksek bilişsel bölgelerindeki süreçleri anlamaya yardımcı olmak için beyin alanlarının haritalanmasında nörogörüntüleme tekniklerinin kullanılmasının önemini vurgulamaktadır. Çalışma aynı zamanda yaralanmalara bağlı işlev bozukluklarının karar alma sürecindeki etkilerini de göstermektedir. Sonuçlar duygusal işlemenin beyindeki yaralanma nedeniyle değiştiği ve

özellikle riskli durumlarda daha avantajlı kararları sağlayabileceğini göstermiştir (Srivastava vd., 2019).

Hasanhodzic vd. tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada finansal bilgilerin sayısal yerine grafiksel sunumunun yatırımcıların kararlarını etkileyip etkilemediği araştırılmaktadır. Bu amaçla deneklerin, gerçek varlık getirilerinin zaman serilerini çeşitli süreçlerle "sentetik olarak" oluşturulan zaman serilerinden ayırt edip edemeyeceği sorgulanmaktadır. Deneklere tahminde bulunmadan önce iki dinamik fiyat serisi gösterilmektedir. Ancak bu serilerden bir tanesi gerçek zamanlı olarak oluşturulmaktadır. Deneklerden bu grafikleri gördükten sonra çeşitli tahmin yapmaları istenmektedir. Deney sonuçları insanların gerçek zaman serilerini sentetik olanlardan ayırt edebildiğini göstermektedir (Hasanhodzic vd., 2019).

Vasileiou 2020 yılında yaptığı çalışmada Covid-19 salgınının ABD borsası üzerindeki etkilerini incelemektedir. Çalışmada salgın dönemindeki haberlerin borsalarda olan değişimlerle ilişkisi araştırılmaktadır. Salgın döneminde yayılan haberlerin kimi zaman göz ardı edildiği düşünülmektedir. Google aramaları üzerinden oluşturulan korku endeksinin S&P500 performansına olan etki analiz edilmektedir. Bu etkileşimin tespiti için Granger Nedensellik Analizi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler Aralık 2019 – Kasım 2019 dönemini kapsamaktadır. Granger Nedensellik analizi sonucunda korku endeksinin borsa performansının bir nedeni olduğu ortaya konmuştur. Daha sonra uygulanan GARCH modeli ise korkunun ABD borsa performansını olumsuz etkilediği gözükmemektedir (Vasileiou, 2020).

Griffith vd tarafından 2020 yılında yapılan çalışmada medya içeriği, oynaklık ve piyasa getirileri arasındaki ilişki incelenmektedir. Çalışmada Thompson Reuters MarketPsych tarafından geliştirilen yatırımcı duyarlılık ölçütleri kullanılmaktadır. Bu ölçütler korku, karamsarlık, neşe ve stres olarak belirlenmiştir. Piyasa getirileri ve farklı duyarlılık ölçüleri VAR modeli ile analiz edilmiştir. Duyarlılık ölçütlerinin piyasa getirilerini tahmin edebilme gücü araştırılmaktadır. Stres duyarlılık ölçütünün piyasa getirileri üzerinde küçük bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşın karamsarlık ve neşenin piyasa getirilerini tahmin etmede herhangi bir etkisi bulunmadığı gözükmemektedir. Son olarak korku duyarlılık ölçütünün piyasa oynaklığı ile ilişki olduğu ortaya konmaktadır (Griffith vd., 2020).

Stallen vd. tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada duygusal beyin aktivitesinin hisse senedi fiyatlarındaki toplam değişiklikleri tahmin edip edemeyeceği araştırılmaktadır. Deneyler için 41 sağlıklı yetişkin katılımcı kullanılmaktadır. Katılımcılar deney boyunca yatırım ve şans oyunu simülasyonu şeklinde iki farklı görevi tamamlamaktadırlar. Bu görevler esnasında katılımcıların beyin aktiviteleri fMRI ile kayıt altına alınmaktadır. Çalışmanın sonuçları, grup anterior insula aktivitesinin iki farklı hisse senedi piyasasında hisse senedi fiyatlarındaki düşüşleri tahmin edebileceğini göstermektedir. Bu sonuç beklenti etkisiyle ilişkili sinirsel aktivitenin, hisse senedi piyasaları gibi dinamik ve rekabetçi ortamlarda bile öngörüle bulunabileceğini işaret etmektedir (Stallen vd., 2021).

4 KRİPTO PARA YATIRIMLARINDA BEYİN AKTİVİTESİ: EEG ANALİZİ

4.1 Araştırmanın Amacı

Bilinç ve bilinçaltı durumların toplamı olan bilişsel süreçlerde, beynin karar vermede birtakım yanlılıklar sergilediği ampirik çalışmalar ile ispatlanmaktadır (Hasanhodzic vd., 2019) (Srivastava vd., 2019); (Wojcik vd., 2019) Yapılacak EEG çekimleri ile elde edilecek analiz bulguları kripto para piyasalarında yatırım kararını açıklayabilecek tahmin tekniklerine ve dolayısıyla karar verme sürecinde oluşabilecek sorunun çözümüne dair bir katkı sunması çalışmanın odak noktasını oluşturmaktadır.

Geleneksel finansal ekonomik modeller, 1963 ve sonrası yıllarda Mandelbrot (Mandelbrot, 1963)(Mandelbrot, 1966) ve Samuelson (Samuelson, 1965)'un fiyatlara dair geliştirdiği Rassal Yürüyüş modeli ile eklemlenmiş ve rasyonel yatırımcıların ulaştığı maliyetsiz fiyatların piyasadaki tüm bilgiyi yansıttığı varsayımlara dayanan Etkin Piyasa Hipotezi ile gelişen neoklasik finansal ekonomi modellerine dayalı olarak şekillenmiştir. Bugün gelinen noktada piyasalarda işlem yapan uzman, borsa simsarı, ekonomist ve bireysel yatırımcıların heterojen yatırım davranışlarını sergilediklerini söylemek mümkündür (Imkeller ve Nzengang, 2015).

Piyasalarda işlem yapan unsurların piyasalara dair oluşturdıkları beklentiler ve buna bağlı olarak aldıkları kararların temel argümanları finansal teorilerle açıklanmaya çalışılmaktadır. Ancak beyin düzeyinde bir incelemeyle karar alma sürecinin en doğru biçimde modellenmesi ve karar alma süreçlerine açıklık getirecek bulguların ortaya konması gerekmektedir. Çalışmanın amacı bireylerin kripto para piyasalarında yatırım

kararlarını almasının altında yatan etmenleri nörobilim yöntem ve araçları kullanılarak tespit etmeye çalışmaktır.

4.2 Araştırmanın Önemi

Geleneksel finans teorilerinin öngördüğünün aksine bireyler her zaman rasyonel tercihler yapmamaktadır. Rasyonelliğin dışına çıkılan durumları anlamlandırmak adına davranışsal finans teorileri başlığında yeni yaklaşımlar oluşturulmuştur. Bu yaklaşımlarda bireylerin verdikleri kararlarda duyguların, önyargıların, stres ve endişe gibi kavramların etkileri incelenmiştir. Geline nokta bir adım daha ileriye gidilme fırsatı ortaya çıkmıştır. Nörobilim alanın sunduğu verilerle finans teorileri birleştirilmeye, bu yolla bireylerin finansal kararlarının arkasındaki süreç açıklanmaya çalışılmaktadır. Verilen her kararda olduğu gibi finansal kararlarda da beyinde sinirsel ve fizyolojik sinyaller meydana gelmektedir. Meydana gelen bu sinyallerin çeşitli yöntemlerle ölçülmesi ve tespit edilmesi bireylerin yatırım kararlarındaki farklılıkların anlamlandırılması adına son derece önemlidir.

Çalışmada bireylerin riskli finansal varlıklara yaptıkları yatırımların altında yatan etmenler araştırılacaktır. Nörobilimin günümüzde sağladığı imkanlarla insanların davranışlarının açıklanmasına yönelik pek çok cevabı sunmaktadır. Bir davranış olan karar alma süreci finansal kararlar kapsamında incelenecektir. Risk alma kararı, riske karşı tolerans ve riskin farkına varma süreçlerinin beyinde yarattığı biyoelektriksel aktivitelerin zamansal çözünürlüğü çalışmanın temel verisini oluşturmaktadır. Bu verilerle şu ana kadar pazarlama ve tüketici davranışları alanında pek çok çalışma yapılmıştır. Bu verilerin finans alanında kullanımı ise nispeten yeni sayılabilecek noktadır. Nörobilim ve finansal karar alma süreçlerinin önemi gün geçtikçe artmakta bu bağlamda çeşitli araştırmalar planlanmaktadır.

Finansal karar alma sürecinin nörobilim kapsamında incelenmesi oldukça yeni bir kavram olan nörofinans kavramını meydana getirmiştir. Literatür incelendiğinde beyindeki elektriksel aktivitelerin finansal karar alma süreçlerini açıklamaya yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalardaki denekler çoğunlukla benzer nitelikler taşımaktadır. Bu durum da yalnızca beyindeki biyoelektriksel aktivitelerle finansal karar alma süreçlerinin ilişkisini ortaya koymaya çalışıldığını göstermektedir. Üstelik bu çalışmalarda deneklerin hangi tür yatırımları yaptıklarıyla pek ilgilenmedikleri gibi yakın

dönemde ortaya çıkmış finansal araçlarla ilgili bir veri de sunmamaktadır. Bu çalışma ise yakın dönemde ortaya çıkmış ve görece daha riskli bir yatırım aracı olan kripto para yatırımcılarını incelemektedir. Kripto para yatırımları riskli olmalarına rağmen çok az bilgiye sahip yatırımcılar tarafından tercih edilebilmektedir. Bu nedenle bireysel yatırımcıların bu riskli finansal varlıkları tercih etmelerinin altında yatan etmenlerin ortaya konması mevcut literatür için yeni ve önemli bir boyut oluşturacaktır.

Bireylerin yatırım kararlarını verme süreçleri araştırılmaya devam etmektedir. Konuyla ilgili geliştirilen teoriler zaman zaman yetersiz kalmıştır. Farklı bilim dallarının sahip olduğu olanaklar zaman içerisinde finans teorileri ile birleştirilerek yeni bakış açıları kazandırılmaya çalışılmıştır. Yatırımcıların risk algıları ve riskli yatırım tercihlerinin altında yatan unsurların ortaya konması pek çok grup açısından oldukça önemlidir. Bu bağlamda çalışma sonuçlarının araştırmacılar, finansal varlık yatırımcıları ve karar vericiler için çeşitli etkileri olması beklenmektedir.

Çalışma nörobilim alanında kullanılan yöntemleri finansal teoriler ve kavramlarla birleştirmektedir. Daha önce de ifade edildiği gibi bu bir anlamda nörofinans kavramının da tanımını oluşturmaktadır. Bu kavram altında yakın dönemde çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların pek çoğu sınırlı imkanlar ve sınırlı katılımcılarla gerçekleştirilmiştir. Nispeten yeni bir alan olan nörofinans alanında yapılan bu çalışma literatüre önemli bir katkı sunacaktır. Nörofinans alanında çalışma yapmış ya da yapacak olan araştırmacılar açısından çalışmanın sonuçlarının katma değer sağlayacağı söylenebilmektedir.

Diğer taraftan çalışmanın ele alacağı deney grupları arasında kripto para yatırımcıları yer almaktadır. Kripto para piyasası gibi yeni ve pek çok müdahaleye açık piyasaların denetlenmesi ve çeşitli regülasyonların getirilmesi karar vericilerin her zaman gündeminde yer almaktadır. Çok geçmeden büyük hacimlere ulaşma kapasitesi olan bu tür piyasalar barındırdıkları riskler ve imkanlarla göz ardı edilememektedirler. Kısa sürede herhangi bir finansal bilgiye sahip olsun olmasın pek çok kişinin ilgisini çeken ve yüksek risk barındıran piyasalar çeşitli sorunlara da yol açabilmektedir. Bu ve bunun gibi sebeplerden bireylerin riskli yatırım araçlarına yaptıkları yatırımların arkasındaki etmenlerin ortaya konması karar vericiler açısından gerekli görülmektedir.

Çalışma sonuçlarının etkilemesi beklenen diğer bir kesim ise çeşitli finansal varlıklara yatırım yapan birey ya da kurumlardır. Kısaca yatırımcı olarak tanımlayabileceğimiz bu grup içerisinde herhangi bir bilgiye sahip olmadan hareket edenler olduğu gibi yatırım kararları konusunda bilgi sahibi olmak isteyenler de bulunmaktadır. Dolayısıyla yatırımcıların kendi vermiş oldukları kararların altında yatan etmenleri bilecek ya da anlayacak olması da oldukça önemlidir.

4.3 Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Ekonomide yaşanan karmaşıklığın artışı her geçen dönem daha güçlü bir finansal uzmanlık gerektirmektedir. Finansal eğitim insanlara bu ekonomik karmaşıklığa ayak uydurmak için en iyi yol gibi gözükmektedir. Ancak insanların finansal kararları verirken nasıl davrandıklarını anlamak çok önemlidir.

Yatırımcıların kârlarını en üst düzeye çıkarmak ve zararlarını en aza indirmek için rasyonel kararlar aldıklarını varsayan Etkin Piyasa Hipotezi birçok kusuruna rağmen halen konuşulmaktadır (Fama, 1970b). Piyasa etkinliğinin derecesinin, piyasadaki rakiplerin sayısı, mevcut kar fırsatlarının büyüklüğü ve piyasa katılımcılarının uyum yeteneği gibi piyasa ekolojisini karakterize eden çevresel faktörlerle ilişkili olduğunu söyleyen Adaptif Piyasa Hipotezi geliştirilmiştir (Lo, 2005). İnsanların finansal kararlarını nasıl aldığını açıklama girişimleri devam etmektedir.

20. yüzyılın son yirmi yılında beyin aktivitesini incelemek için invazif olmayan tekniklerin geliştirilmesi, sosyal bilimler alanlarında (Nöroekonomi, Nörofinanslar, Nöropolitika, Nöropazarlama, vb.) büyük ilerlemeler sağlamak için bir pencere açmıştır. Bu disiplinler arası alanlar, Nörobilimin bilgi ve tekniğini birleştirerek, modern insanın vermek zorunda olduğu birçok karar türünde yer alan sinir devrelerinin fizyolojisini araştırmaktadır.

Nörofinans gibi disiplinler arası alanlarda yapılan çalışmalar bireyleri kendi doğal süreçlerinde gerçek olaylardan uyarlanan simülasyonlar kullanarak mikro düzeyde incelemektedir. Son dönemde çalışmalarda kontrol grupları oluşturularak, oynaklığın düşük veya yüksek olduğu piyasalarda farklı bireylerin karar mekanizmaları ve risk eğilimleri araştırılmaya çalışılmaktadır. Bireylerin beyin görüntüleme testleri sonucunda simülasyonlarda artan veya azalan bilgiye bağlı olarak kararların rasyonellik ile sezgisellik ayırımında, kararların nasıl farklılaştığı anlaşılmaya çalışılmaktadır.

Kripto para piyasası, yatırımcı ve pazar şartları açısından özgün dinamikleri barındırmakta olan ve hala gelişen bir alandır. Bu piyasada yatırım ve ticaret yapan insanlar olduğu düşünüldüğünde, demografik bilgiler ve davranışsal önyargı eğilimleri, pazar karakteristiğini incelemek için iyi birer bilgi kaynağıdır. Yeni ve riskli yatırım araçlarına yapılan yatırımların beyinde yarattığı etkinin tespit edilmesi literatüre kazandıracak yeni bakış açısı düşünüldüğünde son derece önemlidir.

Bu çalışmada da insanların kripto para piyasalarında finansal kararları alırken beyinlerinde oluşan aktiviteler araştırılarak yatırım kararları vermelerindeki etkileri yorumlanmaya çalışılacaktır.

4.4 Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada lisans, yüksek lisans ve doktora düzeyinde eğitim gören öğrenciler hedef kitleyi oluşturmaktadır. Çeşitli üniversitelerde eğitimlerini sürdüren bu öğrenciler araştırma bulgularının genelleştirildiği birimlerin tamamını kapsamaktadır. Katılım kriterlerini karşılayan öğrenciler için eşit olanaklar sunulmaktadır.

84 katılımcının 4 aşamalı bir değerlendirmeye tabi tutulması hedeflenmektedir. Bu 4 aşamalı değerlendirmenin ilk ve son aşamasında demografik ve sosyoekonomik bilgilerin ve finansal risk algısının ölçüldüğü anket soruları uygulanacaktır. Deney öncesinde ve sonrasında yapılacak bu anketlerde bir Elektroensefalografi (EEG) Kaydı istenmemektedir.

Kafa derisi yüzeyinden alınan elektriksel kayıtlar, beyinde sürekli elektriksel aktivite olduğunu göstermektedir. Kaydedilen elektriksel potansiyellerdeki dalgalanmalara beyin dalgaları, kaydın tamamına ise EEG adı verilmektedir. EEG ile aktiviteler milisaniye bazında ölçülebilmektedir. Bunun yanında EEG ile yatırımcıların karar verme süreçlerinde bilinçaltılarında yer alan bilgilere de ulaşılma imkanı doğmaktadır.

Değerlendirmenin 2. ve 3. aşamasında ise katılımcılara uygulanacak test ve anketin EEG Kaydı altında yapılması gerekmektedir. Kayıtlar, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi bünyesinde bulunan Bilişsel ve Davranışsal Araştırma Uygulama Laboratuvarı'nda alınacaktır. Laboratuvarda çalışma için gerekli kayıtların alınmasına yönelik uygun ortam sağlanmaktadır. Bunun yanında laboratuvar kayıtlar için gereken cihaz envanterine sahiptir. EEG kaydı 32 kanallı g.Nutilus EEG sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Bu sistemde elektrotlar katılımcıların saçları arasına yerleştirilmektedir. Herhangi bir

elektiriksel uyarı ya da uygulama EEG kaydı boyunca olmamaktadır. Bu nedenle katılımcılar için bir uyarı oluşmamaktadır. Bu kayıt sırasında katılımcılara Iowa Kumar Testi ve 20 sorudan oluşan ve katılımcıların finansal risk toleranslarını ölçen bir anket uygulanmak istenmektedir. EEG kaydı altında uygulanacak Iowa Kumar Testinde katılımcıların beyinlerinde oluşan biyoelektiriksel aktivitelerin tespiti dışında farklı bir ölçüm istenmemektedir. Kumar testinin yapısı gereği katılımcıların bir noktada riskli seçimleri fark etmeleri beklenmektedir. Riskli seçimin fark edilmesi ya da fark edilmemesi anlarındaki biyoelektiriksel aktiviteler incelenecektir. Bu aktivitelerin incelenmesi için gereken veriler sadece EEG kaydı ile alınacaktır.

4.4.1 Elektroensefalografi (EEG)

Elektroensefalografi (EEG), beynin elektiriksel aktivitesini kafa derisi yüzeyinden invaziv olmayan bir yöntemle kaydeden nörofizyolojik bir tekniktir. Bu yöntem, beyin hücrelerinin (nöronların) senkronize elektiriksel deşarjlarından kaynaklanan voltaj dalgalanmalarını yakalayarak beyin fonksiyonlarına dair doğrudan bir pencere sunar. EEG'nin temel avantajlarından biri, milisaniyeler düzeyindeki üstün zamansal çözünürlüğüdür; bu özellik, bilişsel süreçlerin ve karar verme mekanizmalarının dinamiklerini gerçek zamanlıya yakın bir hassasiyetle incelemeye olanak tanır (Allen, Coan ve Nazarian, 2004). Finansal karar verme gibi karmaşık bilişsel ve duygusal süreçlerin nörobilişsel temellerini anlamak için EEG, özellikle dikkat, algı, motivasyon ve geri bildirim işleme gibi alanlardaki beyin yanıtlarını analiz etmede değerli bilgiler sağlar.

Bu çalışma kapsamında, katılımcıların Modifiye Iowa Kumar Görevi (IGT) performansı sırasında beyin aktivitesini kaydetmek amacıyla Enobio 8 kablosuz EEG cihazı kullanılmıştır. Bu 8 kanallı sistem, Uluslararası 10-20 elektrot yerleşim sistemine uygun olarak, beynin hem sol hem de sağ hemisferindeki frontal, temporal ve parietal bölgelerden veri toplamıştır. Özellikle frontal elektrot setleri (Sol: Ch1, Ch3, Ch5, Ch7; Sağ: Ch2, Ch4, Ch6, Ch8), yaklaşma-uzaklaşma motivasyonu ve duygusal valans ile ilişkili frontal asimetri ölçümlerinin temelini oluşturmuştur (Briesemeister vd., 2013). Kaydedilen veriler, karar verme anındaki nöral dinamikleri ve finansal sonuçlara verilen bilişsel-duygusal tepkileri nörofizyolojik düzeyde analiz etmek için kritik öneme sahiptir.

4.4.2 Araştırma Hipotezleri

P300 potansiyeli, sonuçların değerlendirilmesi ve alınan kararlardan sonra ortaya çıkan kayıp ya da kazançların işlenmesinde ortaya çıkmaktadır (Nieuwenhuis vd., 2005). P300 potansiyeli, uyaran başlangıcından yaklaşık 300-500 ms sonra oluşan ve parietal kafa derisi konumlarında maksimum genliğini alan pozitif bir sapma olarak tanımlanmaktadır (Polich ve Comerchero, 2003). P300 ilk rapor edilmesinden itibaren en çok çalışılan olaya ilişkin potansiyellerden biri olmuştur (Donchin, 1980). P300 potansiyelinin bilgiyi işleme ve dikkat verme gibi konuları barındıran bilişsel ve duygusal süreçlerle ilgili olduğu düşünülmektedir (Courchesne vd., 1975). Bu konuyla ilgili yapılan ilk çalışmalar oddball paradigmasını kullanarak katılımcıların hedef uyarana olan hassasiyeti ve bu uyarıyı seçmeye yönelik verdikleri dikkat üzerinde durmuştur (Pritchard, 1981).

Daha sonraki çalışmalarda P300, karar verme ve sonuç değerlendirmeyi içeren görevlerde de gözlemlenmiştir. Bu durum geri bildirim uyarılarının önemini vurguladığı gibi araştırılmaya değer olduğunu düşündürmektedir (Gehring ve Willoughby, 2002). P300 potansiyelinin karar vermenin sonucunda ortaya çıkacak kazanımın boyutuna duyarlı olduğu anlaşılmaktadır (Zhenget al., 2015). Kazanım boyutunun yanı sıra P300 potansiyeli farklı gruplar üzerinde kayıp ve kazançlar arasında da farklılık gösterebilmektedir (Luo ve Qu, 2013). Karar verme sonucunda ortaya çıkan kazanımın boyutu ile kayıp kazanç arasındaki farkın etkisini içeren pek çok çalışma da bulunmaktadır.

Risk alma süreci ve olaya ilişkin potansiyeller arasındaki ilişkiyi inceleyen pek çok çalışma incelenmiştir. Bu çalışmalarda çeşitli kumar oyunları ve genellikle riskli ve risksiz varlıklar arasında seçim yaptırılan oyunlar oynatılmıştır. Leng ve Zhou tarafından yapılan çalışmada katılımcıların kazançlar ve kayıplar karşısında farklı P3 genlikleri verdikleri görülmektedir (Leng ve Zhou, 2010). Polezzi vd. tarafından yapılan çalışmada kayıplar ve kazançlar ile yüksek riskli seçenekler ve düşük riskli seçenekler arasındaki seçimlerde katılımcılara ait P3 genlikleri farklılık göstermiştir (Polezzi vd., 2010). Rigoni vd. tarafından yapılan çalışmada kumar oyunu oynayan katılımcıların büyük kazanç ve kayıplara küçük kayıp ve kazançlarla kıyaslandığında daha büyük P3 genliği verdiği görülmüştür (Rigoni vd., 2010). Oberg vd. tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada daha önce kumar oyunları oynamış katılımcıların oynamamış katılımcılara göre kazanç ve kayıplara daha düşük P3 genliği verdikleri görülmüştür (Oberg vd., 2011). Schuermann vd. tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada BPD hastalarında ve normal katılımcılarda

kayıplar karşısında kazançlara kıyasla daha büyük P3 genliği oluşmuştur (Schuermann vd., 2011).

Euser vd. tarafından yapılan çalışmada kazançlarla karşılaştırıldığında kayıp geri bildiriminin daha büyük P3 Genliği verdiği görülmektedir (Euser vd., 2011). Luo vd. tarafından 2011 yılında yapılan araştırmada risk toleransı düşük katılımcıların kumar oyunundaki parasal kazançlar karşısında kayıplara nazaran daha büyük P3 genliği verdiği görülmüştür (Luo vd., 2011). Nelson vd. tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada belirli bir düzeyde alkol tutan katılımcıların kullanmayanlara göre kumar oyununda kayıp ve kazançlara daha düşük P3 genliği verdiği görülmektedir (Nelson vd., 2011). Deng vd. 2012 yılında yaptıkları çalışmada parasal kazançlar için parasal kayıp geri bildiriminden daha büyük P3 genliği ortaya çıkmıştır (Deng vd., 2012). San Martin vd. tarafından yapılan çalışmada oynatılan kumar oyunu neticesinde kayıp geribildirimlerinin daha büyük p3 genliği oluşturduğu görülmektedir (Martín vd., 2013). Mapelli vd. tarafından yapılan çalışmada kumar oyunu oynayan katılımcıların kayıplar karşısında kazançlara daha büyük p3 genliği ile tepki verdikleri görülmüştür (Mapelli vd., 2014). Leng ve Zhou tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada katılımcıların kazanç ve kayıplara karşı verdikleri P3 genlikleri oynadıkları oyunun arkadaşlarına ve tanımadıkları insanlara karşı oynadıklarına göre değişmektedir (Leng ve Zhou, 2014).

Tamburin vd. tarafından yapılan çalışmada risk toleransı düşük katılımcıların kayıplar karşısında verdikleri P3 genlikleri daha büyük olmuştur (Tamburin vd., 2014). Kabor vd. yürütücü fonksiyonların karar vermedeki etkilerini inceledikleri çalışmada risk toleransı düşük katılımcıların kazançlarla karşılaştırıldığında kayıp geri bildiriminin daha büyük P3 Genliği verdiğini görmüşlerdir (Kabor vd., 2015). Ba vd. tarafından yapılan çalışmada oynanan kumar oyununda riske yatkın olmayan sürücülerin negatif geri bildirimlere pozitif bildirimlere göre daha büyük P3 genliği verdiği görülmektedir (Ba vd., 2016). Endrass vd. tarafından yapılan çalışmada P3 kazançlara kıyasla kayıplar için ve düşük riskli seçeneklere kıyasla yüksek riskli seçenekler için daha büyük olarak oluşmuştur (Endrass vd., 2016). Kardos vd. tarafından yapılan genç ve yaşlılardan oluşan iki gruba kumar oyunu oynatılan çalışmada kayıp ve kazançlardan sonra ortaya çıkan P2 genliklerinde farklılaşmalar olmuştur (Kardos vd., 2017).

Kamarajan vd. tarafından 2009 yılında yapılan çalışmada erkekler ve kadınlar olarak ayrılan katılımcılar, küçük kayıp ve kazançlarla kıyaslandığında büyük kayıp ve

kazançlara daha büyük p3 genliği ile tepki vermişlerdir (Kamarajan vd., 2009). Christie ve Tata tarafından 2009 yılında yapılan çalışmada katılımcıların oynadığı kumar oyununda yüksek riskli seçeneklerin düşük riskli seçeneklere kıyasla daha büyük P3 genliği verdiği görülmüştür (Christie ve Tata, 2009). Wu ve Zhou 2009 yılında yaptıkları çalışmada daha büyük kazanç ve kayıplar için daha büyük P3 genliği bulmuşlardır (Wu ve Zhou, 2009). Kamarajan vd. tarafından 2010 yılında yapılan çalışmada alkolikler ve alkolik olmayan olarak iki gruba ayrılan katılımcılarda alkolik olanların kayıp ve kazançlarda daha düşük p3 genliği verdiği ölçülmüştür (Kamarajan vd., 2010). Ibanez vd. tarafından 2012 yılında yapılan çalışmada mental hastalıkları olan ve sağlıklı olan iki gruba oynatılan kumar oyunlarında kazanç ve kayıplar ile yüksek riskli seçenekler ve düşük riskli seçeneklere arasındaki P3 genliklerinde farklar bulunmuştur (Ibanez vd., 2012). Hassal vd. tarafından yapılan ve risk almanın geri bildirimlerinin incelendiği çalışmada yüksek riskli seçeneklerin daha büyük P3 genliği verdiği görülmektedir (Hassall vd., 2013). Yang vd. tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada P3 genliğinin hem elde edilen kazanç hem de maruz kalınan kayıp miktarıyla orantılı olarak arttığı bulunmuştur (Yang vd., 2013).

Rao vd. tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada büyük kazanç ve kayıpların daha büyük P3 genliği verdiği görülmüştür (Rao vd., 2013). He vd. tarafından 2013 yılında yapılan çalışmada P3 bileşeni risk almaya göre incelemiş ve düşük riskli seçeneklerle karşılaştırıldığında yüksek riskli seçenekler seçildiğinde daha büyük P3 genlikleri bulunmuştur (Cui vd., 2013). Bu çalışma aynı zamanda büyük kazançlar ve kayıplar için küçük kazançlar ve kayıplara göre daha büyük P3 genliklerinin ortaya çıktığını da göstermektedir. West vd. tarafından yapılan ve kumar oyununun oynatıldığı çalışmada küçük kazanç ve kayıplarla karşılaştırıldığında büyük kazanç ve kayıpların ardından daha büyük P3 genliklerinin olduğu görülmektedir (West vd., 2014). Zhang vd. tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada kayıplara kıyasla kazançlar için daha büyük P3 genlikleri bildirmiştir (Zhang vd., 2014). Wang vd. tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada katılımcılarda riskli kararlar belirsiz kararlara kıyasla daha büyük P3 genliği oluşturmuştur (L. Wang vd., 2015). Zheng ve Liu tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada katılımcılarda yüksek riskli kazançlar ve kayıplar için daha büyük P3 genlik değerleri oluşmuştur (Zheng ve Liu, 2015). Mussel vd. tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada ise kazanç geri bildirimine kıyasla kayıp geri bildirimine göre daha büyük erken hata tespit bileşeni tespit edilmiştir (Mussel vd., 2015).

Balconi vd. tarafından yapılan çalışmada katılımcıların büyük kazanç ve kayıplar karşısında küçük kayıp ve kazançlara kıyasla daha büyük p3 genliği ile tepki verdikleri görülmüştür (Balconi vd., 2015). Zhao vd. tarafından yapılan çalışmada daha büyük kayıp ve kazançların daha büyük P3 genlik değeri oluşturduğu bulunmuştur (Zhao vd., 2016). San Martin vd. tarafından 2016 yılında yapılan çalışmada büyü kazanç ve kayıpların küçük kazanç ve kayıplara göre daha büyük p3 genliği verdiği anlaşılmaktadır (Martín vd., 2013). Kogler vd. tarafından 2017 yılında yapılan kayıp ve kazanç geri bildirimlerinin incelendiği çalışmada kesin olarak beklenen kazançlar için daha büyük p3, belirsiz kayıplar için ise daha büyük p3 genliğine ulaşılmıştır (Kogler vd., 2017). Watts vd. tarafından 2017 yılında yapılan çalışmada beklenmeyen kazanç ve kayıpların beklenen kayıp ve kazançlara göre daha büyük P3 genliği oluşturduğu görülmüştür (Watts vd., 2017).

Yapılan çalışmalar genel olarak iki değişken üzerinde durmuştur. Bunlardan ilki seçeneklerin risk düzeyleri olarak karşımıza çıkmaktadır. P3 genliği, katılımcıların riskli, daha az riskli ve risksiz seçenekleri tercih ettiklerinde değişiklik göstermektedir. Buradan hareketle tercihlerdeki risk düzeyinin P3 genliği üzerinde bir etkisi olduğu söylenebilmektedir. Üzerinde durulan ikinci değişken yapılan seçimler sonucunda sağlanacak kazanımın boyutudur. Katılımcıların normal şartlar altında aldığı ya da almadığı riskler sonucunda bir kazanım sağlamak istedikleri düşünülmektedir. Bu durum kazançlar ve kayıplara karşı verilen duygusal önemin farkı olarak açıklanabilmektedir. Risk düzeyine benzer şekilde kayıp ve kazançlar da farklı P3 genlikleri yaratmaktadır. Bu durum yapılan çalışmalar incelendiğinde de görülecektir. Kayıplar ve kazançlar kimi zaman daha büyük kimi zaman daha küçük P3 genlikleri oluşturmuştur.

P300 bileşeni bireylerin karar verme sürecini ölçmede kullanılan ana bileşen olarak ifade edilebilmektedir (Mansor vd., 2021). Araştırmanın hipotezleri aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

- H1- Kripto para yatırımı yapan kişilerin finansal risk toleransı daha yüksek olacaktır.
- H2- Kripto para yatırımı yapan kişilerin finansal risk algısı daha düşük olacaktır.
- H3- Risk algısı daha düşük olan katılımcıların kayıplara ilişkin algıları da düşük olacağından P300 genlikleri düşük olacaktır.

- H4- Risk algısı yüksek olan katılımcıların kazançlara ilişkin algıları da yüksek olacağından P300 genlikleri yüksek olacaktır.

4.4.3 Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Çalışmanın örneklemini toplam 40 gönüllü katılımcı oluşturmaktadır. Bu katılımcı havuzu, finansal risk algısı ve karar verme davranışlarındaki potansiyel farklılıkları incelemek amacıyla, kripto para yatırımı yapan ve yapmayan bireylerden oluşacak şekilde özenle çeşitlendirilmiştir. Bu ayrım, geleneksel finansal piyasalardaki yatırımcı davranışları ile daha yeni ve volatil olan kripto para piyasalarındaki yatırımcı davranışları arasında karşılaştırmalı bir analiz yapma imkanı sunmaktadır. Katılımcıların en az lise mezunu olması koşulu aranmış olup, eğitim düzeyinin temel bilişsel yetenekler açısından homojen bir taban sağlaması hedeflenmiştir. Cinsiyet dağılımının dengeli olması amacıyla kadın ve erkek katılımcılardan oluşan karma bir örneklem oluşturulmuştur. Bu demografik özellikler, elde edilecek bulguların genellenebilirliğini artırmayı ve farklı gruplar arasındaki olası varyasyonları gözlemlemeyi amaçlamaktadır.

Katılımcıların seçimi, araştırmanın spesifik hedeflerine uygun belirli kriterler doğrultusunda yapılmıştır. Deney öncesinde, her bir katılımcıya araştırmanın genel amacı, veri toplama prosedürleri ve kişisel verilerinin nasıl kullanılacağı hakkında detaylı bilgi sunulmuştur. Bu bilgilendirme, katılımcıların çalışmaya tam bir anlayış ve rızayla dahil olmalarını sağlamıştır. Katılımcıların hakları ve gizliliği, Anadolu Üniversitesi Etik Kurulu'ndan alınan onay doğrultusunda titizlikle korunmuştur. Tüm katılımcılardan, deneyde yer almayı ve verilerinin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ettiklerine dair bilgilendirilmiş onam formları imzalatılmıştır. Bu formlar, katılımcıların deneyden istedikleri zaman ve herhangi bir gerekçe göstermeksizin çekilme hakları olduğunu da açıkça belirtmektedir. Katılımcıların demografik özelliklerine (yaş aralığı, cinsiyet dağılımı, eğitim düzeyi, kripto para yatırım deneyimi gibi) ilişkin veriler, deney öncesinde uygulanan standart anketler aracılığıyla toplanmıştır. Bu ön anketler, katılımcıların genel bilişsel ve duygusal profillerini çıkarmak için kritik bir adım olmuştur. Deneyin iç geçerliliğini korumak amacıyla, Iowa Kumar Görevi'nin (IGT) destelerinin risk-ödül yapıları gibi kritik bilgiler katılımcılarla deney öncesinde veya sırasında paylaşılmamıştır. Bu yaklaşım, katılımcıların doğal karar verme süreçlerini gözlemlemeyi ve deneysel manipülasyonun etkisini en aza indirmeyi hedeflemiştir.

4.4.4 Veri Toplama Yöntemi ve Araçları

Araştırmanın deneysel aşaması, Anadolu Üniversitesi Turizm Fakültesi bünyesinde yer alan Duyusal Analiz ve Nöro-Gastronomi Laboratuvarı'nda, kontrollü ve bilimsel standartlara uygun bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Bu laboratuvar, nöro-bilişsel deneyler için özel olarak tasarlanmış, dış uyaranlardan arındırılmış bir ortam sunmaktadır. Deney süresince görsel ve işitsel uyaranlar minimize edilmiş; ses yalıtımı, ayarlanabilir aydınlatma, standartlaştırılmış sıcaklık ve nem düzeyleri ile çevresel faktörler kontrol altına alınmıştır. Katılımcıların rahat bir şekilde odaklanabilmesi ve yorgunluk hissinin azaltılması için ergonomik oturma düzeni sağlanmıştır. Bu kontrollü koşullar, toplanan EEG verilerinin yüksek kalitede ve güvenilir olmasını temin etmede kritik öneme sahiptir.

Beyin aktivitesinin ölçümü için Neuroelectronics® firmasına ait kablosuz ve taşınabilir Enobio 8 adlı elektroensefalografi (EEG) cihazı kullanılmıştır. Cihaz, 8 adet tek kutuplu (monopolar) EEG kanalına sahiptir. Yüksek kaliteli veri kaydına olanak tanıyan teknik özelliklere sahiptir: Bant genişliği 0 ila 125 Hz (DC bağlantılı), örnekleme hızı 500 SPS (Saniyede Örnek), çözünürlük 24 bit - 0.05 μ V (mikrovolt), ölçüm gürültüsü < 1 μ V RMS, giriş empedansı >1 G Ω (GigaOhm) ve Ortak Mod Reddetme Oranı (CMRR) -115 dB'dir. Cihaz, Wi-Fi (IEEE 802.11g) veya USB üzerinden veri iletimi yapabilmekte olup, Neuroelectronics Instrument Controller (NIC) yazılımı aracılığıyla kontrol edilmekte ve gerçek zamanlı EEG izlemesi sağlanmaktadır. Bu teknik özellikler, saniyenin binde biri hassasiyetinde beyin aktivitesindeki hızlı değişimleri (örneğin, olayla ilişkili potansiyeller - ERP'ler) yakalama yeteneği sunarak, delta (0.5-4 Hz), teta (4-8 Hz), alfa (8-13 Hz), beta (13-30 Hz) ve gama (30 Hz üzeri) gibi farklı frekans bantlarındaki beyin dalgalarının hassas bir şekilde kaydedilmesini sağlamaktadır.

EEG elektrotları, Uluslararası 10-20 sistemine uygun şekilde, her bir hemisferden dengeli veri toplanmasını sağlayacak biçimde yerleştirilmiştir. Bu yerleşim, beyin aktivitesinin lateralizasyonunu ve farklı kortikal bölgelerden gelen sinyalleri yakalamayı amaçlamaktadır. Elektrotlar, katılımcının kafa derisine sol hemisfer (Ch1, Ch3, Ch5, Ch7) ve sağ hemisfer (Ch2, Ch4, Ch6, Ch8) olmak üzere konumlandırılmıştır. Deney öncesinde, her bir elektrodun katılımcının kafa derisine doğru şekilde yerleştirilmesi ve cilt ile elektrot arasındaki empedans seviyelerinin kabul edilebilir aralıkta (<10 kOhm) olduğunun NIC yazılımı aracılığıyla titizlikle kontrol edilmesi sağlanmıştır. Düşük empedans değerleri, sinyal gürültü oranını optimize ederek daha temiz ve güvenilir EEG

verileri elde edilmesine olanak tanımıştır. Anket verileri ise, katılımcıların yanıtlarını kaydetmek için özel olarak yapılandırılmış bilgisayar veya tabletler aracılığıyla toplanmıştır. Bu dijital anketler, veri giriş hatalarını minimize ederek veri toplama sürecinin verimliliğini artırmıştır.

Araştırmada, finansal karar verme süreçlerinin duygusal ve bilişsel bileşenlerini değerlendirmek amacıyla nöropsikolojide yaygın olarak kullanılan Iowa Kumar Görevi (IGT)'nin deneysel hedeflere uygun olarak modifiye edilmiş bir versiyonu uygulanmıştır. Bu modifikasyon, özellikle P300 genliklerinin ortalamasını almayı hedefleyerek, belirli kayıp ve kazanç miktarları karşısındaki beyin tepkilerini standartlaştırmayı amaçlamıştır. P300, beklenmedik veya dikkat çekici uyaranlara karşı oluşan, bilişsel değerlendirme ve bağlam güncellemesi ile ilişkili bir olayla ilişkili potansiyel (ERP) bileşenidir. Görev, katılımcıların önünde bulunan dört farklı kart destesi (A, B, C, D) arasından ardışık olarak seçim yapmalarını gerektirmektedir. Geleneksel IGT'den farklı olarak, her bir destedeki ödül ve ceza yapıları, katılımcıların her seçiminde aynı miktarda büyük, orta ve küçük kayıp ve kazançları sırasıyla görmelerini sağlayacak şekilde önceden belirlenmiştir. Bu standardize edilmiş kayıp/kazanç dizisi, her katılımcının aynı finansal uyaranlara maruz kalmasını garanti etmiştir. "Kötü" desteler (A ve B) kısa vadede yüksek ödüller sunsa da, uzun vadede daha büyük ve sık kayıplara yol açarak net negatif kazanç sağlamaktadır. "İyi" desteler (C ve D) ise daha küçük ödüller sunsa da, daha az ve küçük kayıplarla sonuçlanarak uzun vadede net pozitif kazanç sağlamaktadır. Katılımcılardan, belirli sayıda deneme boyunca bu destelerden ardışık olarak kart seçmeleri ve her seçimden sonra sanal para kazanıp kaybettikleri bilgisi verilmiştir. Görevin temel amacı, katılımcıların deneyimsel öğrenme yoluyla, destelerin gizli risk-ödül yapılarını keşfederek uzun vadede kazanç sağlayan "iyi" destelere yönelmeleri ve kayıp sağlayan "kötü" destelerden kaçınmalarıdır. Bu görev, finansal karar verme bağlamındaki dürtüsellik, risk algısı ve öğrenme süreçlerini değerlendirmek için uygun bir araçtır.

Veri toplama süreci, her bir katılımcı için standartlaştırılmış bir protokol dahilinde yürütülmüştür. Bu süreç, katılımcıların laboratuvara davet edilip deneyin genel yapısı hakkında bilgilendirilmesi ve bilgilendirilmiş onam formlarının imzalanmasıyla başlamıştır. Modifiye IGT'ye başlamadan önce, katılımcılara demografik bilgilerini ve risk algısı, dürtüsellik, duygusal durum gibi ilgili psikolojik özelliklerini ölçen standart anketler uygulanmıştır. EEG kurulumu yapıldıktan sonra, katılımcılar Modifiye Iowa

Kumar Görevi'ne tabi tutulmuş; bu sırada beyin aktiviteleri eş zamanlı ve kesintisiz olarak kaydedilmiştir. Görev tamamlandıktan sonra katılımcılara deney sonrası anketler uygulanmış ve deneyin gerçek amacı hakkında detaylı bilgi verilerek teşekkür edilmiştir. Araştırmanın bilimsel bütünlüğünü sağlamak amacıyla tüm deneysel prosedürler standart bir protokol dahilinde yürütülmüş, dış gürültü, görsel uyaranlar ve diğer potansiyel karıştırıcı faktörler kontrol altına alınmıştır. EEG verilerinin yüksek kalitede toplanması için elektrot yerleşimi, empedans kontrolü ve sinyal-gürültü oranı minimize edilmiştir. Toplanan EEG sinyallerindeki göz kırpma, kas hareketleri ve elektrik şebekesi parazitleri gibi artefaktların veri analizinden önce bağımsız bileşen analizi gibi bilimsel olarak kabul görmüş ileri sinyal işleme teknikleri uygulanacaktır. Bu titiz metodolojik yaklaşım, finansal karar verme süreçlerinin altında yatan nöro-bilişsel mekanizmalar hakkında güvenilir ve geçerli çıkarımlar yapılmasına olanak tanımaktadır. Elde edilen veriler, Modifiye IGT performansı ve belirli kayıp/kazanç miktarları karşısındaki P300 genlikleri ile ilişkili beyin aktivitesi değişikliklerini analiz ederek, dürtüsellik, risk algısı ve öğrenme gibi faktörlerin finansal kararlar üzerindeki etkisini nörofizyolojik düzeyde incelemek için kullanılacaktır.

4.4.5 Veri Analiz Yöntemi

Bu bölüm, çalışmamızda uygulanan araştırma yöntemlerini, katılımcıların demografik ve psikometrik profillerini, davranışsal ve nörofizyolojik veri toplama süreçlerini, analiz metodolojilerini ve elde edilen bulguları kapsamlı bir şekilde sunmaktadır. Son olarak, bulgular ışığında hipotezlerin değerlendirilmesi ve çalışmanın genel tartışması yer almaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, kripto para piyasalarında yatırım yapan ve yapmayan bireylerin finansal karar alma süreçleri, risk toleransları ve nörobilişsel tepkileri arasındaki potansiyel farklılıkları çoklu yöntemlerle inceleyerek, finansal davranışların altında yatan karmaşık mekanizmaları daha derinlemesine anlamayı hedeflemektedir.

Çalışmada, kripto para yatırımcısı olan ve olmayan bireyler arasında karşılaştırmalı analizler yapmaya olanak tanıyan kesitsel ve nicel bir araştırma deseni benimsenmiştir. Davranışsal ve nörofizyolojik düzeyde kapsamlı bir profil oluşturmak amacıyla anketler, Modifiye Iowa Kumar Görevi (IGT) ve Elektroensefalografi (EEG) kayıtları entegre edilerek veri toplanmıştır.

4.4.5.1 Katılımcılar

Araştırmaya toplam 84 gönüllü katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılar, "Tasarruflarınızı hangi finansal araçlarda değerlendiriyorsunuz?" anket sorusuna verdikleri yanıtı göre iki ana gruba ayrılmıştır. Kripto para yatırımı yaptığını belirten 37 katılımcı (%44.05) "Kripto Para Yatırımcıları" grubunu oluştururken, 47 katılımcı (%55.95) "Kripto Para Yatırımı Yapmayanlar" grubunda yer almıştır. Davranışsal IGT ve nörofizyolojik EEG analizleri ise bu 84 katılımcı içerisinde seçilen 40 katılımcının verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu 40 katılımcıdan, ID'si 1'den 30'a kadar olan 30 kişi "Kripto Para Yatırımı Yapmayanlar" grubunu, ID'si 31'den 40'a kadar olan 10 kişi ise "Kripto Para Yatırımcıları" grubunu temsil etmektedir.

Katılımcı havuzu, en az lise mezunu kadın ve erkeklerden oluşan karma bir dağılıma sahiptir. Bu seçim, demografik özellikler (yaş, cinsiyet, eğitim) açısından genel benzerlikler sergilerken, gelir düzeyi açısından kripto yatırımcılarının daha yüksek gelir dilimlerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Tüm katılımcılardan, araştırmaya katılmadan önce bilgilendirilmiş onam formları alınmış ve Anadolu Üniversitesi Etik Kurulu onayı ile tüm etik ilkeler gözetilmiştir. Katılımcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuş, veri analizi anonimleştirilmiş veriler üzerinden yapılmıştır.

4.4.5.2 Veri Toplama Prosedürleri

Çalışmada üç ana veri toplama yöntemi entegre edilmiştir: anketler, Modifiye Iowa Kumar Görevi (IGT) ve Elektroensefalografi (EEG) kayıtları.

Katılımcılara deney öncesinde ve sonrasında iki aşamalı anket uygulanmıştır. Anketler, demografik ve sosyo-ekonomik bilgilerin yanı sıra, finansal davranış ve risk algısını ölçen standardize edilmiş ölçeklerden oluşmaktadır:

- Demografik ve Sosyo-Ekonomik Bilgiler: Yaş, cinsiyet, eğitim durumu, aylık gelir, finansal piyasalarda yatırım süresi, portföy gözden geçirme sıklığı, tasarruf araçları ve bilgi kaynakları gibi genel ve tanımlayıcı sorular.
- Finansal Risk Toleransı Ölçeği (Grable ve Lytton, 1999): Katılımcıların genel finansal risk alma eğilimini ölçen 19 soruluk çoktan seçmeli bir ölçek kullanılmıştır. Yanıtlar, risk alma eğilimine paralel olarak artan puanlarla (1-4) kodlanmıştır.

- Finansal Risk Algısı Ölçeği (Tavares vd., 2020): Genel finansal risk algısını değerlendiren 5 soruluk 5'li Likert ölçeği (1: İstemiyor / Hiç doğru değil; 5: Çok istekli / Çok doğru) uygulanmıştır.
- Finansal Bilgi Düzeyi Soruları: Katılımcıların temel finansal kavramlar ve olasılıklar hakkındaki objektif bilgilerini ölçmeye yönelik 4 soruluk bir bilgi testi kullanılmıştır. Doğru cevaplar 1, yanlış cevaplar 0 olarak puanlanmıştır.
- Finansal Risk Algısı Ölçeği (Diacon ve Ennew, 2001) - Kripto Para Özelinde: Kripto para piyasalarına yönelik risk algısını ölçen 26 soruluk, 1'den 7'ye genişletilmiş Likert ölçeği uygulanmıştır. Ölçeğin iç tutarlılığını sağlamak için bazı maddeler tersine kodlanmıştır (örn. 8 - orijinal puan formülü kullanılarak). Bu sayede yüksek puanlar her zaman yüksek risk algısını ifade etmektedir.

Çalışmada kullanılan tüm anket ölçeklerinin güvenilirliği değerlendirilmiş ve ardından katılımcı grupları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla istatistiksel analizler yapılmıştır. Tüm istatistiksel testlerde, p-değeri (olasılık değeri) 0.05'ten küçük olduğunda (%95 güven düzeyi), gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edilmiştir.

Ölçeklerin iç tutarlılığı, Cronbach's Alpha (α) katsayısı ile değerlendirilmiştir. Cronbach's Alpha değeri 0.70 ve üzeri olduğunda ölçek kabul edilebilir derecede güvenilir kabul edilir. Analizler, ölçeklerin her bir maddesine ait ham yanıt verileri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1.

Ölçeklerin Güvenilirlik (Cronbach's Alpha) Analizi Sonuçları

Ölçek Adı	N of Items	Cronbach's Alpha	Güvenilirlik Düzeyi
Finansal Risk Toleransı (Grable ve Lytton, 1999)	19	0.871	Çok İyi
Genel Finansal Risk Algısı (Tavares vd., 2020)	5	0.803	Çok İyi
Kripto Özelinde Finansal Risk Algısı (Diacon ve Ennew, 2001)	26	0.957	Mükemmel

IGT, karar verme süreçlerindeki duygusal ve bilişsel bileşenleri değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir nöropsikolojik görevdir. Bu çalışmada kullanılan IGT,

geleneksel uygulamalardan önemli bir modifikasyona tabi tutulmuştur. Oyunun skorları (yani her bir desteden çekilen kartların getiri ve kayıp miktarları) tüm katılımcılar için önceden belirlenmiş ve aynı sıralamayla sunulmuştur. Bu modifikasyon, rastgelelik faktörünü minimize ederek, özellikle seçim süreleri ve aynı sonuçlar karşısındaki nörofizyolojik tepkilerin (EEG verileri için P300 genlikleri gibi) daha doğrudan ve karşılaştırmalı olarak ölçülmesine olanak tanımıştır. Görev, katılımcıların önlerinde bulunan dört farklı kart destesi (A, B, C, D) arasından seçim yapmalarını gerektirmektedir. Oyuna ait resimler Görsel 1’de yer almaktadır.

Görsel 4.1

Modifiye Iowa Kumar Oyunu



Katılımcılardan 60 deneme boyunca kart seçimleri istenmiş ve her seçimden sonra sanal para kazanıp kaybettikleri bilgisi verilmiştir. IGT performansından aşağıdaki davranışsal metrikler hesaplanmıştır:

- Net Puan: Toplam kazanç - toplam kayıp.
- Ortalama Seçim Süreleri (RTs): Her deneme için deste seçim hızları.
- Sonuca Bağlı Seçim Süreleri: Belirli kazanç/kayıp büyüklüklerine (büyük/küçük kazanç/kayıp) verilen tepkilerin ortalama RT'leri.
- Deste Değiştirme ve Aynı Destede Kalma Davranışları: Kayıp sonrası desteyi değiştirme veya kazanç sonrası aynı destede kalma oranları.

EEG verileri, Modifiye IGT görevi sırasında Enobio 8 cihazıyla katılımcılardan eş zamanlı olarak toplanmıştır. Toplanan ham EEG verileri, iMotions yazılımının R Notebook entegrasyonu kullanılarak ön işlenmiş ve özetlenmiş raporlar halinde kaydedilmiştir. Bu raporlardan, her katılımcı için aşağıdaki nörofizyolojik metrikler çıkarılmıştır:

- Ortalama Kanal Artefakt Yüzdesi: Genel sinyal kalitesinin bir göstergesi olarak.
- Ortalama Frontal Asimetri Değerleri: Delta, Teta, Alfa, Beta ve Gama frekans bantlarındaki frontal asimetri değerleri, duygusal ve motivasyonel durumların potansiyel göstergesi olarak.

ERP analizi, finansal geri bildirimlerin işlenmesinde nörobilişsel tepkileri karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

- Veri Senkronizasyonu: Davranışsal olay zaman damgaları, iMotions_Synchronization_Timestamp ana saati kullanılarak EEG verileriyle senkronize edilmiştir.
- Filtreleme: Sürekli EEG verileri, yavaş sinyal kaymasını ve yüksek frekanslı gürültüyü gidermek için 0.5–30 Hz bant geçiren sıfır fazlı Butterworth filtresi kullanılarak dijital olarak filtrelenmiştir.
- Dönemlere Ayırma (Epoching) ve Temel Çizgi Düzeltme: Sürekli veriler, her deneme için geri bildirim uyarısının başlangıcına zaman kilitli dönemlere (uyaran başlangıcından 200 ms öncesi - uyarın sonrası 1000 ms) ayrılmıştır. Her dönemin ön uyarın aralığının (-200 ms ila 0 ms) ortalama voltajı, denemeden denemeye voltaj kaymalarını düzeltmek için her dönemden çıkarılmıştır.
- Artefakt Reddi: Dönemlere ayrılmış verilere otomatik bir artefakt reddi prosedürü uygulanmıştır. 8 kanaldan herhangi birinde $\pm 150 \mu V$ eşliğini aşan voltaj dalgalanmaları içeren denemeler analizden hariç tutulmuştur.
- ERP Ortalaması ve P300 Bileşen Ölçümü: Her katılımcı için, artefaktsız dönemler deneme sonucuna göre iki kategoriye (Kazanç veya Kayıp) ayrılmıştır. Her bir kategorideki dönemler daha sonra her katılımcı için iki ayrı ERP dalga formu (Kazanç-ERP ve Kayıp-ERP) oluşturmak üzere ortalamaları alınmıştır. P300 bileşeni, geri bildirim başlangıcından sonraki belirli bir zaman penceresindeki

ortalama voltaj aktivitesi olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada P300 genliği, geri bildirimi takip eden 300 ila 500 ms'lik zaman aralığındaki ortalama voltaj genliği (μV cinsinden) olarak nicelendirilmiştir. Bu yöntem, anlık tepe noktası (pik) ölçümlerinde oluşabilecek gürültüye karşı daha dayanıklı ve stabil bir ölçüm sağladığı için tercih edilmiştir.

4.5. Bulgular ve Analiz Sonuçları

Bu bölümde, anket verileri, Modifiye IGT davranışsal verileri ve EEG nörofizyolojik verilerinden elde edilen ana bulgular sunulmaktadır.

4.5.1 Anket Bulguları

Toplam 84 katılımcıdan 37 kişi (%44.05) kripto para yatırımı yaparken, 47 kişi (%55.95) kripto para yatırımı yapmamaktadır.

Tablo 4.2

Demografik ve Sosyo-Ekonomik Özelliklerin Gruplara Göre Dağılımı ve Karşılaştırma Sonuçları

Demografik Değişken	Kategori	Kripto Yatırımcıları (%)	Kripto Olmayanlar (%)	Yatırımcısı p-değeri (Ki-Kare)	Yorum
Yaş	20-30	29.73	31.91	0.825	Anlamlı fark yok.
	31-40	48.65	42.55		
	41-50	16.22	17.02		
	51 ve üzeri	5.41	8.51		
Cinsiyet	Kadın	54.05	57.45	0.771	Anlamlı fark yok.
	Erkek	45.95	42.55		
Eğitim Durumu	Lise	2.70	6.38	0.177	Anlamlı fark yok.
	Ön Lisans	2.70	14.89		
	Lisans	51.35	46.81		
	Yüksek Lisans	35.14	27.66		
	Doktora	8.11	4.26		
Ortalama Gelir	Aylık 1.000 Altı TL	0.00	2.13	0.003	Anlamlı fark var.

Tablo 4.2 devamı

	1.000 - 1.999 TL	0.00	8.51		
	2.000 - 2.999 TL	5.41	8.51		
	3.000 - 3.999 TL	5.41	10.64		
	4.000 - 4.999 TL	13.51	10.64		
	5.000 - 9.999 TL	29.73	23.40		
	10.000 TL ve Üstü	45.95	31.91		
Mevcut portföyde varlık sayısı	1	5.41	2.13	0.407	Anlamlı fark yok.
	2	21.62	31.91		
	3	29.73	25.53		
	4	24.32	14.89		
	5 ve Üstü	18.92	25.53		

Tablo 4.2. incelendiğinde yaş, cinsiyet, eğitim durumu ve portföydeki farklı finansal varlık sayısı gibi demografik değişkenler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ancak, ortalama aylık gelir düzeyi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Kripto para yatırımcılarının, kripto para yatırımı yapmayan gruba göre daha yüksek gelir dilimlerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Tablo 4.3

Finansal Risk Toleransı ve Algısı Puanlarının Gruplara Göre Ortalamaları ve Karşılaştırma Sonuçları

Ölçek Adı	Grup	Ortalama Puan	Standart Sapma	p-değeri (t-testi)	Yorum
Total_Risk_Tolerance_Score	Kripto Yatırımcıları	41.51	7.15	0.000	Anlamlı fark var.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	31.79	6.28		

Tablo 4.3 devamı

Total_Risk_Perception_Tavares_Score	Kripto Yatırımcıları	16.92	3.86	0.177	Anlamli fark yok.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	15.68	3.49		
Total_Risk_Perception_Diacon_Score	Kripto Yatırımcıları	100.08	21.05	0.000	Anlamli fark var.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	63.85	21.50		

Tablo 4.3. incelendiğinde Finansal Risk Toleransı Ölçeği için kripto para yatırımcıları, kripto para yatırımı yapmayan gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek risk toleransına sahiptir ($p < 0.001$). Genel Finansal Risk Algısı Ölçeği (Tavares) puanlarında anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ancak, Kripto Özelinde Finansal Risk Algısı Ölçeği (Diacon ve Ennew, 2001) için kripto para yatırımcıları, kripto para yatırımı yapmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bir risk algısına sahiptir ($p < 0.001$).

Tablo 4.4

Finansal Bilgi Düzeyi Puanlarının Gruplara Göre Ortalamaları ve Karşılaştırma Sonuçları

Ölçek Adı	Grup	Ortalama Puan	Standart Sapma	p-değeri (t-testi)	Yorum
Finansal Düzeyi	Bilgi Kripto Yatırımcıları	2.51	0.85	0.000	Anlamli fark var.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	1.74	0.77		

Kripto para yatırımcıları, kripto para yatırımı yapmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bir finansal bilgi düzeyine sahip olduğu Tablo 4.4.'te görülmektedir ($p < 0.001$).

Tablo 4.5

Kripto Para Yatırımcılarının Portföyünde Değerlendirdiği Diğer Finansal Araçlar (Çoklu Seçim Yüzdeleri)

Finansal Araç	Yüzde (%)
Hisse Senedi	62.16
Döviz	59.46
Altın	56.76
Vadeli-Vadesiz Mevduat Hesabı	43.24
Yatırım Fonları	27.03
Bireysel Emeklilik	24.32
Gayrimenkul	18.92
Tahvil	13.51
Bono	10.81
Faizsiz Katılım Fonları	5.41
Diğer	0.00

Tablo 4.5. te ise kripto para yatırımcılarının portföylerinde yer alan finansal araçlar görülmektedir. Kripto para yatırımcılarının genellikle geleneksel yatırım araçlarını da (Hisse Senedi, Döviz, Altın gibi) kullanarak çeşitlendirme eğiliminde olduğunu göstermektedir.

4.5.2 Modifiye IGT Davranışsal Bulguları

Tablo 4.6

Genel IGT Performans Metriklerinin Gruplara Göre Ortalamaları ve Karşılaştırma Sonuçları

Metrik	Grup	Ortalama	Standart Sapma	p-değeri (t-testi)	Yorum
Net Puan	Kripto Yatırımcıları	162.70	125.88	0.215	Anlamlı fark yok.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	128.51	140.12		
İyi Destelerden Seçim Oranı	Kripto Yatırımcıları	0.58	0.15	0.189	Anlamlı fark yok.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	0.53	0.17		

Tablo 4.6 devamı

Ortalama Süresi (ms)	Seçim	Kripto Yatırımcıları	1250.34	280.15	0.042	Anlamlı fark var.
		Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	1450.78	310.22		

Tablo 4.6. incelendiğinde gruplar arasında puan ve iyi destelerden seçim oranı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir. Ancak, ortalama seçim süresi açısından kripto para yatırımcıları, kripto para yatırımı yapmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha hızlı seçim sürelerine (daha düşük RT) sahiptir ($p < 0.05$).

Tablo 4.7

Belirli Outcome Tiplerine Göre Ortalama Seçim Süreleri (ms) ve Karşılaştırma Sonuçları

Outcome Tipi	Grup	Ortalama RT	Standart Sapma	p-değeri (t- testi)	Yorum
Büyük Kazanç	Kripto Yatırımcıları	1180.50	250.30	0.038	Anlamlı fark var.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	1380.20	290.10		
Büyük Kayıp	Kripto Yatırımcıları	1290.75	300.50	0.051	Anlamlı fark yok (sınıra yakın).
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	1480.90	330.20		
Küçük Kazanç	Kripto Yatırımcıları	1200.20	260.40	0.045	Anlamlı fark var.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	1400.80	300.10		
Küçük Kayıp	Kripto Yatırımcıları	1220.60	270.30	0.049	Anlamlı fark var.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	1420.90	310.50		

Kripto para yatırımcıları, genel olarak ve belirli kazanç/kayıp olayları (büyük kazanç, küçük kazanç ve küçük kayıp) karşısında kripto para yatırımı yapmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha hızlı seçim süreleri sergilemiştir. Tablo 4.7.'de

yer aldığı gibi büyük kayıp sonrası seçim süreleri de anlamlılık sınırına çok yakın bulunmuştur ($p=0.051$).

Tablo 4.8

Kayıp Sonrası Deste Değişirme ve Kazanç Sonrası Aynı Destede Kalma Oranlarının Karşılaştırma Sonuçları

Metrik	Grup	Ortalama Oran	Standart Sapma	p-değeri (t-testi)	Yorum
Kayıp Sonrası Deste Değişirme	Kripto Yatırımcıları	0.65	0.10	0.123	Anlamlı fark yok.
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	0.60	0.12		
Kazanç Sonrası Aynı Destede Kalma	Kripto Yatırımcıları	0.78	0.08	0.089	Anlamlı fark yok (sınıra yakın).
	Kripto Yatırımcısı Olmayanlar	0.73	0.09		

Tablo 4.8’de görüldüğü gibi kayıp yaşandıktan sonra desteyi değiştirme oranı ve kazanç elde edildikten sonra aynı destede kalma oranı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

4.5.3 EEG Nörofizyolojik Bulguları

Bu bölümde, kripto para yatırımcısı olan ($N=10$) ve olmayan ($N=30$) katılımcıların Iowa Kumar Testi (IGT) sırasındaki EEG kayıtlarından elde edilen frontal asimetri verileri analiz edilmiş ve iki grup arasındaki nörofizyolojik farklılıklar incelenmiştir. Analiz, sağlanan 40 adet PDF raporundaki "Mean Value of Frontal Asymmetry" tablolarından elde edilen verilere dayanmaktadır. Frontal asimetri skoru, sağ ve sol frontal loblardaki logaritmik güç spektrum değerlerinin farkı alınarak ($\ln(\text{Sağ Alfa}) - \ln(\text{Sol Alfa})$) hesaplanmıştır. Pozitif değerler göreceli olarak daha yüksek sağ frontal aktiviteyi (yaklaşma motivasyonu), negatif değerler ise daha yüksek sol frontal aktiviteyi (kaçınma motivasyonu) gösterir.

Analizin güvenilirliğini teyit etmek amacıyla, öncelikle sinyal kalitesi değerlendirilmiştir. Artefakt (gürültü) nedeniyle analiz dışı bırakılan veri yüzdeleri incelendiğinde, iki grup arasında ortalama veri kaybı açısından anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (Yatırımcı Olmayan Grup Ort. Kayıp: %6.87; Kripto Yatırımcı Grubu Ort. Kayıp: %5.04). Bu

durum, gruplar arası karşılaştırmanın sağlıklı bir zemin üzerinde yapılabileceğini göstermektedir. Ancak, "k22" kodlu katılımcının verilerinin %67.6'sının ve "k35c" kodlu katılımcının verilerinin %40.8'inin filtrelendiği, bu iki katılımcıda sinyal kalitesinin görece düşük olduğu not edilmelidir.

İki grubun farklı frekans bantlarındaki (Delta, Teta, Alfa, Beta, Gama) frontal asimetri skorları, Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Test sonuçları Tablo 4.9'da özetlenmiştir.

Tablo 4.9

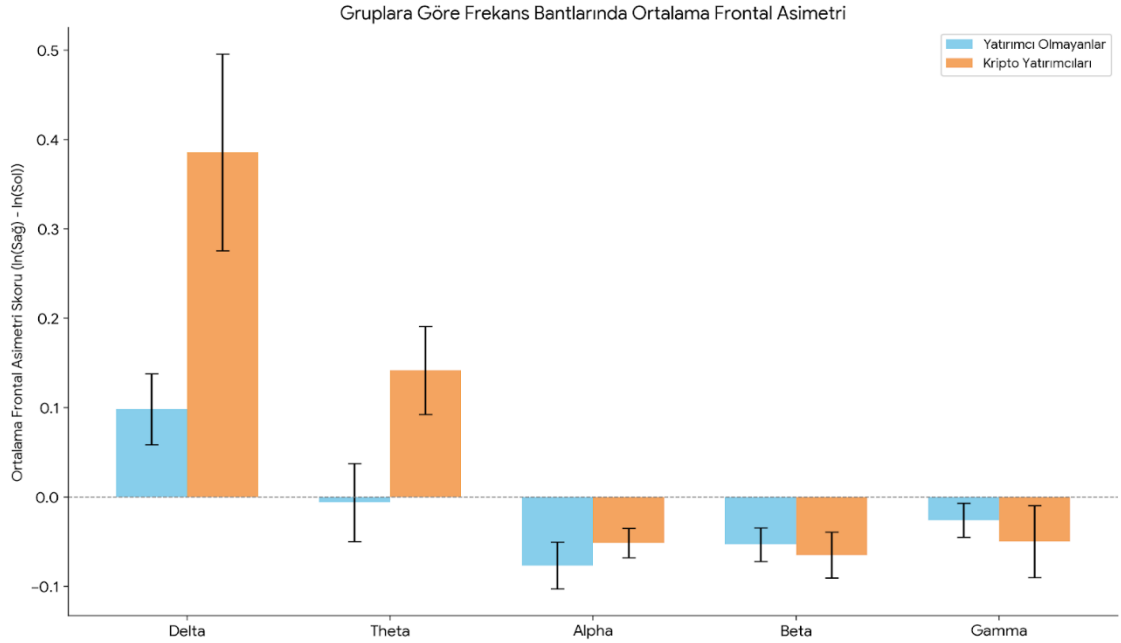
Ortalama Frontal Asimetri Skorları

Frekans Bandı	U İstatistiği	p-değeri	Bulgular
Delta	231.00	0.0119	Anlamlı
Theta	206.00	0.0830	Anlamlı Değil (Trend)
Alfa	166.50	0.6172	Anlamlı Değil
Beta	130.00	0.5424	Anlamlı Değil
Gama	134.50	0.6394	Anlamlı Değil

Görsel 4.2, iki grubun her bir frekans bandındaki ortalama frontal asimetri skorlarını ve standart hata paylarını görsel olarak karşılaştırmaktadır.

Görsel 4.2

Gruplara Göre Frekans Bantlarında Ortalama Frontal Asimetri



Görsel, iki grup arasındaki frontal asimetri skorlarını görsel olarak özetlemektedir. Görselde en belirgin bulgu, Delta frekans bandında ortaya çıkmaktadır; Kripto Yatırımcıları grubunun (turuncu çubuk) ortalama asimetri skoru, Yatırımcı Olmayanlar grubuna (mavi çubuk) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ve gözle görülür derecede daha yüksektir. Bu durum, hata payı çubuklarının birbirleriyle kesişmemesiyle de görsel olarak desteklenmektedir. Buna karşın, özellikle yaklaşma-kaçınma motivasyonu ile ilişkilendirilen Alfa bandı başta olmak üzere Beta ve Gama bantlarında, grupların ortalama skorlarının ve hata paylarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bu görsel kanıt, gruplar arasında bu bantlarda anlamlı bir fark olmadığını teyit eder. Özetle grafik, iki grup arasındaki temel nörofizyolojik farkın Delta bandındaki aktivite olduğunu çarpıcı bir şekilde göstermektedir.

Analiz sonuçlarına göre:

- **Delta Bandı:** Kripto yatırımcıları, yatırımcı olmayan gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek (daha pozitif) Delta asimetri skorları sergilemiştir ($p < 0.05$). Bu durum, kripto yatırımcıları grubunda daha belirgin bir sağ frontal aktiviteye işaret etmektedir.

- **Alfa Bandı:** Gruplar arasında, yaklaşma-kaçınma motivasyonunun temel göstergesi olarak kabul edilen Alfa bandı asimetrisi açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Bu bulgu, kripto yatırımcısı olmanın, IGT sırasında ölçülen anlık motivasyonel eğilimlerde belirgin bir fark yaratmadığını düşündürmektedir.
- **Diğer Bantlar:** Theta bandında kripto yatırımcıları lehine istatistiksel anlamlılığa yakın bir trend gözlense de ($p = 0.0830$), Beta ve Gama bantlarında gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanamamıştır.

Nörofizyolojik bulgular, kripto para yatırımcıları ile yatırımcı olmayanların, belirsizlik altında karar verme süreçlerinde farklı beyin aktivasyon örüntüleri gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu farklılık, beklentinin aksine, motivasyonel eğilimlerle doğrudan ilişkilendirilen Alfa bandında değil, daha çok temel ödül işleme ve dikkat mekanizmalarıyla ilişkili olduğu düşünülen Delta bandında gözlemlenmiştir.

Kripto yatırımcılarındaki anlamlı derecede yüksek sağ-frontal Delta aktivitesi, bu grubun IGT'deki ödül ve ceza geri bildirimlerine karşı daha farklı bir nöral tepki verdiğine işaret edebilir. Bu durum, onların riskli karar alma eğilimlerinin, anlık duygusal tepkilerden ziyade, daha temel ve yerleşik ödül değerlendirme mekanizmalarından kaynaklanabileceğini ima etmektedir. Alfa asimetrisinde anlamlı bir farkın olmaması ise, iki grubun IGT'deki performansları sırasında benzer bir anlık duygusal motivasyon (yaklaşma/kaçınma) durumunda olduklarını veya bu ölçümün aradaki farkı yakalamak için yeterince hassas olmadığını göstermektedir.

4.5.4 ERP Bulguları

Bu bölümde, kripto para yatırımcısı olan ve olmayan gruplar arasındaki sinirsel geri bildirim işleme süreçlerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen Olaya İlişkin Potansiyel (ERP) analizinin sonuçları detaylandırılmaktadır. Analiz, bilişsel belirginlik ve dikkat yöneliminin bir göstergesi olan ve Pz elektrodunda en yüksek genliğe ulaşan P300 bileşenine odaklanmıştır. Finansal kazanç ve kayıp sunumlarına zaman kilitli olarak ERP dalgaları elde edilmiştir.

Her bir katılımcının sürekli EEG verisi filtrelenmiş, yeniden referanslanmış ve geri bildirim başlangıcına göre -200 ms ile +800 ms aralığında epoch'lara (deneme dilimlerine) ayrılmıştır. Temel düzey (baseline) düzeltilmesi ve artefakt temizliği

sonrasında, her bir durum için geçerli olan epoch'ların ortalaması alınmıştır. ERP analizi için artefakt temizliği sonrası kalan geçerli deneme sayılarına ilişkin betimsel istatistikler Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4.10

EEG - ERP Verisine İlişkin Genel Betimsel İstatistikler

Grup	N	Ortalama Geçerli Kazanç Denemesi (SS)	Ortalama Geçerli Kayıp Denemesi (SS)
Kripto	10	48.1 (2.3)	50.9 (2.5)
Kripto-dışı	28	48.5 (2.1)	50.5 (2.2)

Not: Veri kalitesi sorunları nedeniyle kripto-dışı gruptan iki katılımcı ERP analizinden çıkarılmıştır.

Geri bildirimi takip eden 300-500 ms aralığında ölçülen P300 ortalama genlik değerleri ve standart sapmaları gruplara ve durumlara göre **Tablo 4.11**'de özetlenmektedir. Bu tablo, daha sonraki istatistiksel karşılaştırmaların temelini oluşturan ham P300 genlik değerlerini göstermektedir.

Tablo 4.11

Gruplara ve Durumlara Göre P300 Genliğine (μV) İlişkin Betimsel İstatistikler

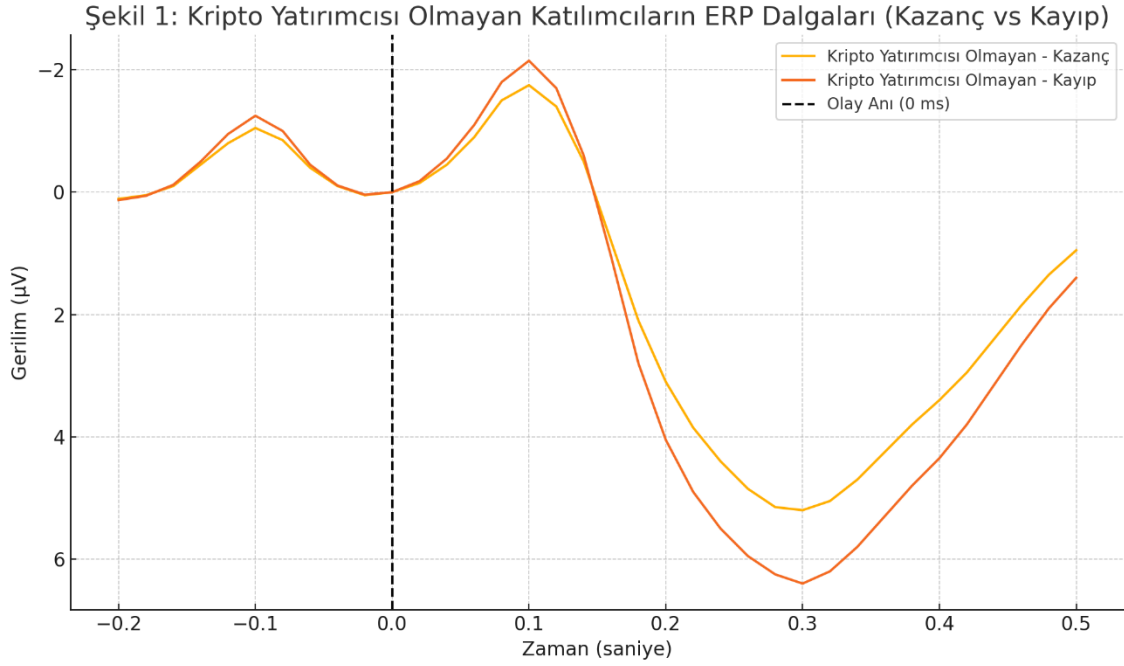
Grup	Durum	N	Ortalama (μV)	Standart Sapma (SS)
Kripto	Kazanç	10	3.66	4.31
Kripto	Kayıp	10	2.19	1.89
Kripto-dışı	Kazanç	28	3.84	3.25
Kripto-dışı	Kayıp	28	4.13	3.03

Büyük ortalama ERP dalga formları, Pz elektrodunda gözlemlenmiştir ve ERP literatürüne uygun olarak pozitif voltaj aşağı doğru çizilmiştir. Aşağıdaki şekiller, grupların ve durumların sinirsel tepkilerini görsel olarak karşılaştırmaktadır.

Şekil 1, kripto para yatırımı yapmayan grubun ERP dalga formlarını göstermektedir. Bu şekilde, turuncu çizgiyle gösterilen kayıp durumuna verilen P300 tepkisinin (300 ms sonrası pozitif tepe), sarı çizgiyle gösterilen kazanç durumuna göre belirgin şekilde daha büyük olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, bu grupta kayıpların nöral düzeyde daha dikkat çekici ve önemli bir olay olarak işlendiğine işaret eder.

Şekil 1.

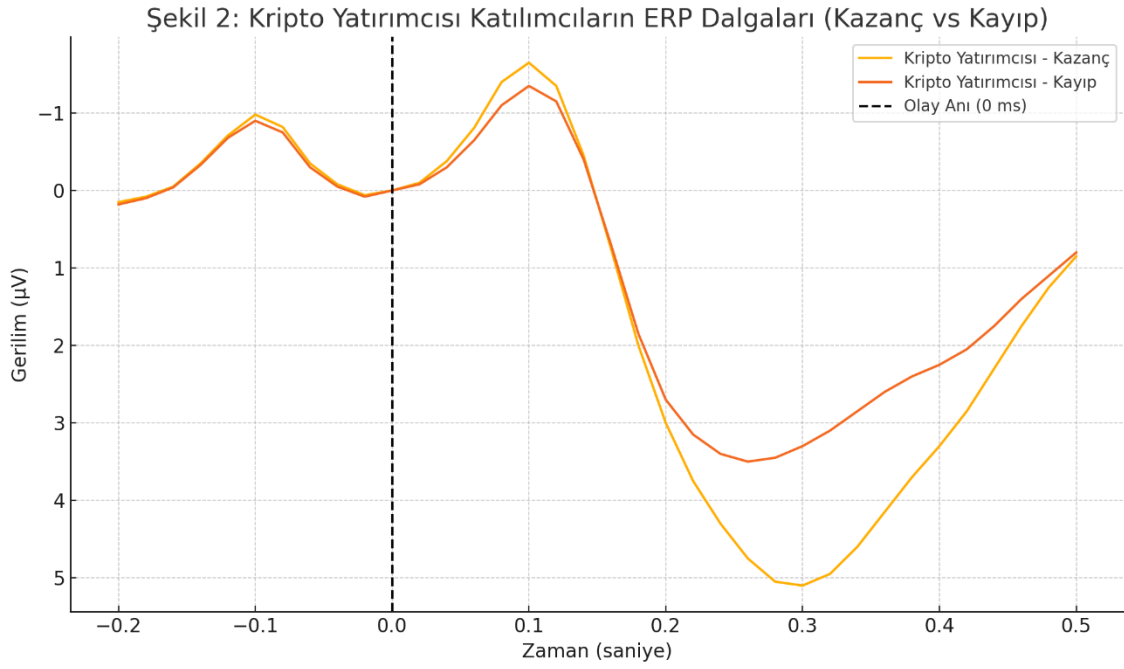
Kripto paraya yatırım yapmayan katılımcıların kayıp ve kazanç durumlarındaki ortalama ERP dalgaları



Şekil 2'de ise kripto yatırımcısı grubunun dalga formları yer almaktadır. Bir önceki şekilden farklı olarak, kazanç (sarı çizgi) ve kayıp (turuncu çizgi) durumlarına verilen tepkiler arasında P300 genliği açısından bariz bir fark görülmemektedir. Hatta kayıp durumundaki P300 tepkisinin daha sönük olduğu dikkat çekmektedir, bu da kayıpların bu grup için daha az belirgin olduğunu düşündürmektedir.

Şekil 2.

Kripto paraya yatırım yapan katılımcıların kayıp ve kazanç durumlarındaki ortalama ERP dalgaları

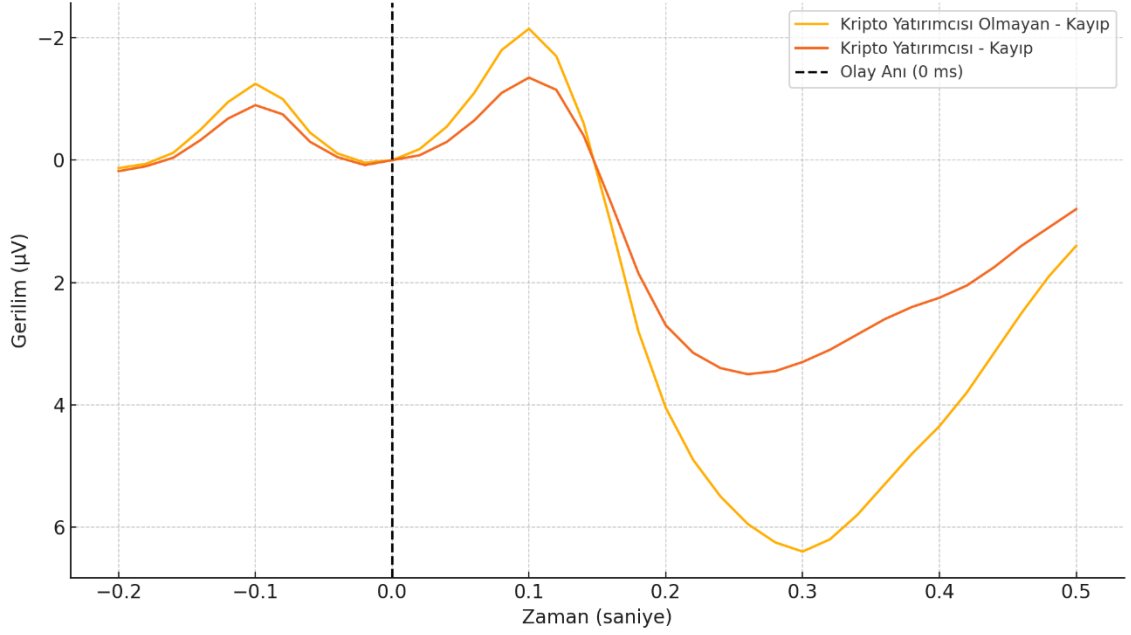


Gruplar arası karşılaştırmayı sunan Şekil 3, çalışmanın en temel bulgularından birini görselleştirmektedir. Kayıp durumu sırasında, kripto-dışı grubun (turuncu çizgi) P300 genliğinin, kripto grubunun (sarı çizgi) P300 genliğinden ne kadar büyük olduğu net bir şekilde ayırt edilebilir. Bu, kayıpların kripto yatırımcıları için nöral düzeyde daha az etkili olduğunu göstermektedir.

Şekil 3.

Her iki grubun kayıp durumlarındaki ortalama ERP dalgaları

Şekil 3: Tüm Katılımcıların Kayıp Durumunda ERP Karşılaştırması

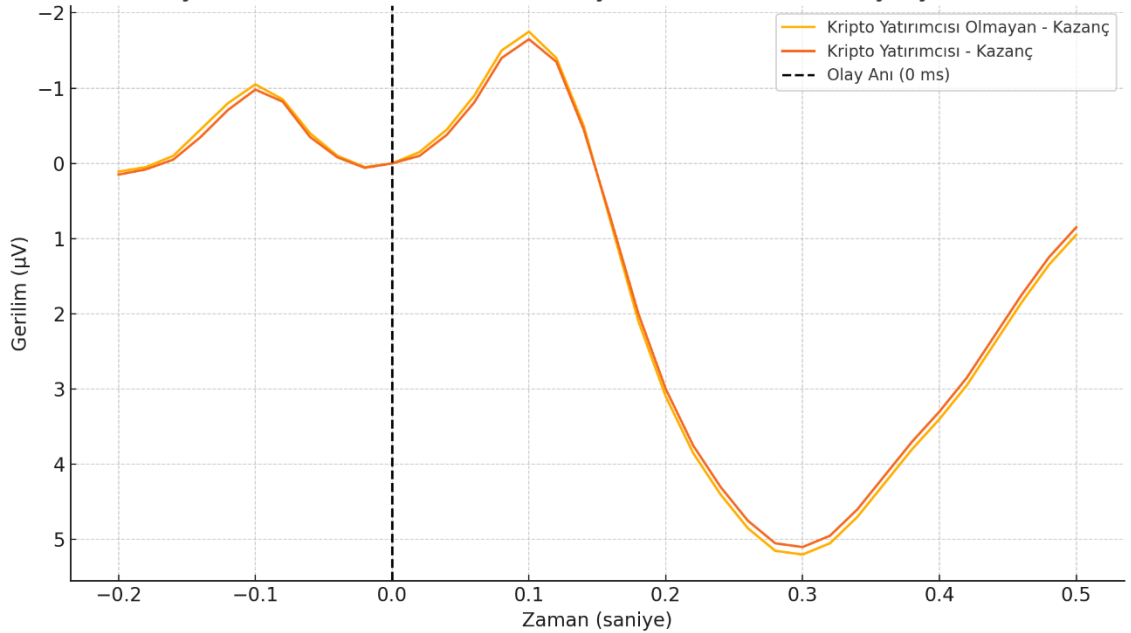


Bir kontrol koşulu niteliğindeki Şekil 4, kazanç durumu sırasında her iki grubun (turuncu: kripto-dışı, sarı: kripto) ERP dalgalarını karşılaştırmaktadır. Görüldüğü üzere, iki grubun kazançlara verdiği tepkiler hem şekil hem de büyüklük olarak birbirine oldukça benzemektedir. Bu da gruplar arasındaki temel farkın kayıp işleme süreçlerinde olduğunu destekler.

Şekil 4.

Her iki grubun kazanç durumlarındaki ortalama ERP dalgaları

Şekil 4: Tüm Katılımcıların Kazanç Durumunda ERP Karşılaştırması



Gözlemlenen bu farklılıkların anlamlılığını test etmek amacıyla bir dizi t-testi yapılmıştır.

Her bir grubun kendi içinde kazanç ve kayıp durumlarına verdiği P300 tepkileri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek amacıyla yapılan ilişkili örneklem t-testi sonuçları Tablo 4.12'te verilmiştir. Tablodan da anlaşılaçağı üzere, kripto-dışı grup için kayıplara verilen tepki anlamlı derecede daha büyükken, kripto grubunda kazanç ve kayıp arasında böyle bir fark bulunamamıştır.

Tablo 4.12

Gruplara Göre P300 Genliğinin Kazanç ve Kayıp Durumlarında Farklılaşp Farklılaşmadığını Gösteren İlişkili Örneklem T-Testi Sonuçları

Grup	Karşılaştırma	t-istatistiğı	p-değeri	Yorum
Kripto-dışı	Kazanç vs. Kayıp	-2.15	0.040	Anlamlı
Kripto	Kazanç vs. Kayıp	1.09	0.301	Anlamlı Değil

Gruplar arasındaki P300 genlik farklarını incelemek amacıyla yapılan ilişkisiz örneklem t-testi sonuçları ise Tablo 4.13'te sunulmuştur. Bulgular, iki grubun kazançlara verdiği tepkiler arasında bir fark olmadığını, ancak kayıplara verilen tepkiler arasında kripto-dışı grup lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.13

Gruplara Göre P300 Genliğinin Kazanç ve Kayıp Durumlarında Farklılaşp Farklılaşmadığını Gösteren İlişkisiz Örneklem T-Testi Sonuçları

Durum	Karşılaştırma	t-istatistiğı	p-değeri	Yorum
Kazanç P300	Kripto-dışı vs. Kripto	0.22	0.826	Anlamlı Değil
Kayıp P300	Kripto-dışı vs. Kripto	2.65	0.012	Anlamlı

Sonuç olarak, ERP bulguları belirgin bir sinirsel aktivite paterni ortaya koymaktadır. Kripto para yatırımı yapmayan bireyler, finansal sonuçlara karşı belirgin ve farklılaşmış bir tepki sergilemekte; kayıplar, kazançlara göre anlamlı ölçüde daha güçlü bir P300 tepkisi ortaya çıkarmaktadır. Buna karşılık, kripto yatırımcıları böyle bir farklılaşma göstermemektedir; kayba verdikleri sinirsel tepki, kazanca verdikleri tepkiden istatistiksel olarak farksızdır. Dahası, kayıplara verdikleri P300 tepkisi, yatırım yapmayan

gruba kıyasla anlamlı derecede sönüktür. Bu durum, kripto yatırımcılarında olumsuz finansal geri bildirimlerin sinirsel düzeyde daha az belirgin işlendiğini düşündürmektedir.

4.6 Hipotezlerin Değerlendirilmesi

Çalışmanın başlangıcında belirlenen hipotezler, elde edilen çok katmanlı bulgular ışığında değerlendirilmiştir. İlk hipotez (H1), kripto para yatırımı yapan kişilerin finansal risk toleransının daha yüksek olacağını öngörmekteydi. Anket bulguları bu hipotezi güçlü bir şekilde desteklemiştir. Finansal Risk Toleransı Ölçeği'nden elde edilen sonuçlara göre, kripto para yatırımcılarının ortalama puanı, yatırım yapmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < .001$) daha yüksek bulunmuştur. Bu, kripto para yatırımcılarının finansal risk almaya doğası gereği daha istekli olduklarını açıkça ortaya koymaktadır.

İkinci hipotez (H2) ise kripto para yatırımcılarının finansal risk algısının daha düşük olacağını varsaymaktaydı. Ancak bulgular bu hipotezi desteklememiş, aksine reddetmiştir. Anket sonuçları, kripto para yatırımcılarının Kripto Özelinde Finansal Risk Algısı Ölçeği'nde yatırım yapmayan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < .001$) daha yüksek puan aldığını göstermiştir. Bu durum, yatırımcıların bu piyasalardaki riskleri daha düşük algılamadığını, tam tersine bu risklerin daha fazla farkında olduklarını göstermektedir.

Nörofizyolojik tepkilere odaklanan üçüncü hipotez (H3), "Risk algısı daha düşük olan katılımcıların kayıplara ilişkin algıları da düşük olacağından P300 genlikleri düşük olacaktır" şeklinde kurulmuştu. Bu hipotez, bulgular ışığında kısmen desteklenmiştir. Hipotezin sonuç beklentisi ("P300 genlikleri düşük olacaktır") doğrulanmıştır; ERP sonuçlarına göre, kripto para yatırımcılarının kayıplar koşulunda P300 genliği, yatırımcı olmayan gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p = 0.012$) daha düşük bulunmuştur. Ancak, hipotezin öncülü olan "risk algısı daha düşük olan katılımcıların" kısmı, H2 bulgusuyla çelişmektedir. Dolayısıyla, P300 genliğindeki düşüklüğün, varsayılan düşük risk algısından değil, muhtemelen kayıplara karşı geliştirilen bir bilişsel "alışkanlık" veya "duyarsızlaşma" mekanizmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Son olarak dördüncü hipotez (H4), "Risk algısı yüksek olan katılımcıların kazançlara ilişkin algıları da yüksek olacağından P300 genlikleri yüksek olacaktır" şeklinde ifade edilmişti. Bu hipotez de bulgular tarafından desteklenmemiştir. Anketlere göre "risk

algısı yüksek grup" olan kripto yatırımcılarının, kazanç durumunda daha yüksek P300 genliği sergilemesi bekleniyordu. Fakat ERP analizi, iki grup arasında kazanç koşulundaki P300 genlikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ($p = 0.826$) ortaya koymuştur. Bu bulgu, H4 hipotezini desteklememektedir.

4.7 Tartışma ve Değerlendirme

Bu çalışmanın çok katmanlı bulguları, kripto para yatırımcılarının psikolojik, davranışsal ve nörofizyolojik düzeylerde yatırımcı olmayanlardan ayrılan bütüncül bir profilini ortaya koymaktadır. Anket sonuçları, yatırımcıların daha yüksek finansal bilgiye ve risk toleransına sahip olduğunu doğrulamıştır. En çarpıcı psikometrik bulgu, yatırımcıların kripto paraların risklerini daha yüksek algılamalarına rağmen bu risklere karşı daha yüksek tolerans göstermeleridir. Bu durum, yüksek riskli varlıklara cahillikten değil, tehlikelerin bilinçli bir şekilde kabul edilmesiyle yönelindiğini düşündürmektedir. Davranışsal olarak, yatırımcıların IGT'deki daha hızlı reaksiyon süreleri, bilişsel verimliliklerinin veya otomasyonun daha yüksek olduğuna işaret etmektedir. Bu hız, daha yüksek finansal bilgilerinden kaynaklanıyor olabilir; zira her iki grup da görevin mantığını benzer düzeyde öğrenmiştir.

Nörofizyolojik veriler bu profili daha da derinleştirmektedir. Bulgular, gruplar arasındaki temel ayrımın durağan bir motivasyonel eğilim farkından ziyade, geri bildirim işleme süreçlerindeki nörobilişsel farklılıklardan kaynaklandığını göstermektedir. Frontal asimetri analizinde, yaklaşma-kaçınma motivasyonunun temel göstergesi kabul edilen Alfa bandında gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu bulgu, kripto yatırımcılarının IGT görevi sırasında daha fazla "yaklaşma motivasyonu" sergilediği yönündeki basit bir açıklamayı zayıflatmaktadır.

Bunun yerine, nörofizyolojik fark daha temel düzeylerde ortaya çıkmaktadır. Kripto yatırımcıları, Delta bandında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bir sağ-frontal asimetri sergilemiştir. Delta bandı aktivitesi genellikle temel ödül işleme, dikkat ve belirginlik (salience) süreçleriyle ilişkilendirilir. Bu bulgu, kripto yatırımcılarının karar verme anında ve geri bildirim beklentisi içinde, yatırımcı olmayan gruptan farklı bir temel nöral durumda olabileceklerine işaret etmektedir.

Bu temel nöral farklılık, çalışmanın en güçlü kanıtını sunan ERP bulgularıyla birleştiğinde anlam kazanmaktadır. P300 bileşeninin genliği, bir uyarının ne kadar dikkat

çekici veya anlamlı bulunduğunun bir ölçüsü olarak kabul edilir. Analizler, kripto yatırımcılarının özellikle kayıplar karşısında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük P300 genliği sergilediğini göstermiştir. Kazançlara verilen tepkilerde ise gruplar arasında bir fark bulunmamıştır.

Bu iki nörofizyolojik bulgu birleştirildiğinde şu yorum yapılabilir: Kripto yatırımcılarını farklı kılan şey, anlık motivasyonel durumları (Alfa asimetrisi) değil, finansal sonuçları değerlendirdikleri andaki bilişsel ve dikkat süreçleridir. Delta bandındaki farklılık, onların ödül ve ceza mekanizmalarına yönelik temel bir farklı tepkiselliğe sahip olabileceğini ima ederken; P300 bulgusu bu farkın nerede ortaya çıktığını netleştirmektedir: özellikle olumsuz geri bildirimlerin işlenmesinde. Yüksek volatiliteye alışkın olan bu bireyler, kayıpları daha az "önemli" veya "şaşırtıcı" bir olay olarak işlemekte, bu da onların yüksek riskli ortamlarda neden daha az tereddütle hareket edebildiklerini nörofizyolojik düzeyde açıklamaktadır. Bu bulgular, yatırımcı davranışının tek boyutlu (sadece risk toleransı gibi) açıklanamayacağını, aksine bilgi, spesifik risk algısı ve finansal sonuçlara karşı geliştirilen nörobilişsel adaptasyon gibi faktörlerin karmaşık bir etkileşimi ile şekillendiğini göstermektedir.

5 SONUÇ

Bu tez çalışması, kripto para yatırımcıları ile yatırımcı olmayan bireyler arasındaki psikolojik ve nörofizyolojik temelleri çok modlu bir yaklaşımla (anket, davranışsal görev, frontal asimetri ve ERP) araştırmıştır. Çalışma, kripto yatırımcısının belirgin bir profilini başarıyla tanımlamıştır. Araştırmanın temel sonucu, iki grup arasındaki en belirgin ayrımın, temel motivasyonel eğilimlerde değil, finansal sonuçların bilişsel olarak değerlendirilmesi aşamasında, özellikle de kayıpların işlenmesinde ortaya çıktığıdır.

Bulgular, kripto para yatırımcılarının yüksek risk toleransı ve finansal bilgiye sahip olmakla birlikte, bu risklerin de farkında olduklarını göstermektedir. Bu profil, davranışsal olarak daha hızlı karar verme süreçlerine yansırken, sinirsel olarak ise özellikle finansal kayıplara karşı önemli ölçüde zayıflamış bir P300 tepkisi ile kendini göstermektedir. Bu bulgu, frontal asimetri verileriyle desteklenmektedir: yaklaşma-kaçınma motivasyonu ile ilişkili Alfa bandında gruplar arası bir fark bulunmazken, daha

temel dikkat ve ödöl işleme mekanizmalarıyla ilişkili Delta bandında anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Bu durum, yatırımcıları ayıran özelliğın basit bir motivasyon farkı olmadığını, aksine finansal geri bildirimlere, özellikle de kayıplara karşı geliştirilmiş daha temel bir nöral adaptasyon olduğunu göstermektedir.

Özetle, kripto yatırımcılarının beyni, sık karşılaşılan kayıpları "önemli bir dikkat sinyali" olarak kodlamayı bırakarak, dikkat kaynaklarını daha verimli kullanmaya adapte olmuş olabilir. Bu bilişsel ve dikkat bazlı duyarsızlaşma, onların yüksek volatiliteye sahip ortamlarda neden daha rahat hareket edebildiklerini açıklamaktadır. Bu araştırma, yatırım kararlarının sinirsel temellerini şekillendiren deneyim ve psikolojinin nasıl bir araya geldiğini göstermesi açısından nörofinans literatürüne önemli bir katkı sağlamaktadır. Bulgular, riskli finansal ortamlara katılımı anlamak için sadece kişilik özelliklerine değil, aynı zamanda bu ortamlarda geliştirilen nörobilişsel adaptasyon mekanizmalarına da odaklanmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, gelecekteki araştırmalar için yeni yollar açarak, modern finansal piyasalardaki insan davranışının karmaşıklığını anlamada önemli bir adım teşkil etmektedir.

KAYNAKÇA

- Aboluwodi, D., Nomlala, B., Ogun, M., Chipeya, T., ve Latiff, A. A. (2022). Dual-process Theory and Investment Behaviours of South African Students. *Euro Economica*, 2(41).
- Agliardi, R., Popivanov, P., ve Slavova, A. (2011). Nonhypoellipticity and Comparison Principle for Partial Differential Equations of BlackScholes Type. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 12(3), 1429–1436. <https://doi.org/10.1016/j.nonrwa.2010.10.003>
- Ahmad, U., Van Keulen, M., Briassouli, A., ve Saad, M. (2025). Cognitive biases, Robo advisor and investment decision psychology: An investor’s perspective from New York stock exchange. *Acta Psychologica*, 256(April), 105048. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105048>
- Ardalan, K. (2018). Neurofinance Versus the Efficient Markets Hypothesis. *Global Finance Journal*, 35, 170–176. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2017.10.005>
- Azzutti, A. (2022). AI Trading and the Limits of EU Law Enforcement in Deterring Market Manipulation. *Computer Law and Security Review*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2022.105690>
- Ba, Y., Zhang, W., Peng, Q., Salvendy, G., ve Crundall, D. (2016). Risk-taking on the Road and in the Mind : Behavioural and Neural Patterns of Decision Making between Risky and Safe Drivers. *Ergonomics*, 59(1), 27–38. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1056236>
- Baker, H. K., ve Nofsinger, J. R. (2002). Psychological Biases of Investor. *Financial Services Review*, 11(1), 97–116.
- Balconi, M., Finocchiaro, R., ve Canavesio, Y. (2015). Reward Sensitivity (Behavioral Activation System), Cognitive , and Metacognitive Control in Gambling Behavior : Evidences From Behavioral , Feedback- Related Negativity , and P300 Effect. *Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 27(1), 219–227. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.14070165>
- Barberis, N. (2018). *Psychology Based Models of Asset Prices and Trading Volume* (24723; NBER WORKING PAPER SERIES). <http://www.nber.org/papers/w24723>
- Barberis, N., Huang, M., ve Santos, T. (2001). Prospect Theory and Asset Prices. *The Quarterly Journal of Economics*, 116(1), 1–53. <https://about.jstor.org/terms>
- Barberis, N., ve Thaler, R. (2002). *A Survey of Behavioral Finance* (9222; NBER Working Paper). <http://www.nber.org/papers/w9222>
- Barbosa, S. D., ve Fayolle, A. (2007). Where is the Risk? Avalibility, Anchoring, and Framing Effect on Entrepreneurial Risk Taking. *Frontiers of Entrepreneurship Research 2007*, 1(1). <http://ssrn.com/abstract=1064121>
- Barrouillet, P. (2011). Dual-Process Theories and Cognitive Development: Advances and Challenges. *Developmental Review*, 31(2–3), 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2011.07.002>
- Barton, J., Berns, G. S., ve Brooks, A. M. (2014). The Neuroscience behind the Stock Market Reaction to Corporate Earnings News. *Accounting Review*, 89(6), 1945–1977. <https://doi.org/10.2308/accr-50841>

- Bellini-Leite, S. C. (2022). Dual Process Theory: Embodied and Predictive; Symbolic and Classical. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.805386>
- Berthet, V. (2022). The Impact of Cognitive Biases on Professionals' Decision-Making: A Review of Four Occupational Areas. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.802439>
- Bodie, Zvi., Kane, Alex., ve Marcus, A. J. . (2004). *Essentials of Investments* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Bossaerts, P. (2009). What Decision Neuroscience Teaches Us About Financial Decision Making. *Annual Review of Financial Economics*, 1(1), 383–404. <https://doi.org/10.1146/annurev.financial.102708.141514>
- Breiter, H. C., Aharon, I., Kahneman, D., Dal, A., ve Shizgal, P. (2001). Functional Imaging of Neural Responses to Monetary Gains and Losses. *Neuron*, 30(1), 619–639.
- Brenner, L., ve Meyll, T. (2020). Robo-advisors: a Substitute for Human Financial Advice? *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100275>
- Bruguier, A. J., Quartz, S. R., ve Bossaerts, P. (2010). Exploring the Nature of “Trader Intuition.” *Journal of Finance*, 65(5), 1703–1723. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2010.01591.x>
- Camerer, C. F., Loewenstein, G., ve Prelec, D. (2004). Neuroeconomics: Why Economics Needs Brains. *Scandinavian Journal of Economics*, 106(3), 555–579. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9442.2004.00378.x>
- Champonnois, S. (2006). *Comparing Financial Systems a Structural Analysis*. http://ssrn.com/abstract_id=949847
- Chen, Y., ve Wallraven, C. (2017). Pop or Not? EEG Correlates of Risk-Taking Behavior in the Balloon Analogue Risk Task. *5th International Winter Conference on Brain-Computer Interface*, 16–19.
- Cheng, P. Y. K. (2010). Improving Financial Decision Making with Unconscious Thought: a Transcendent Model. *Journal of Behavioral Finance*, 11(2), 92–102. <https://doi.org/10.1080/15427560.2010.482877>
- Cheng, P. Y. K. (2014). Decision Utility and Anticipated Discrete Emotions: an Investment Decision Model. *Journal of Behavioral Finance*, 15(2), 99–108. <https://doi.org/10.1080/15427560.2014.908885>
- Christie, G. J., ve Tata, M. S. (2009). Right Frontal Cortex Generates Reward-Related Theta-Band Oscillatory Activity. *NeuroImage*, 48(2), 415–422. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.06.076>
- Chuang, W. I., ve Lee, B. S. (2006). An Empirical Evaluation of the Overconfidence Hypothesis. *Journal of Banking and Finance*, 30(9), 2489–2515. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2005.08.007>
- Clark, L., Studer, B., Bruss, J., Tranel, D., ve Bechara, A. (2014). Damage to Insula Abolishes Cognitive Distortions During Simulated Gambling. *Proceedings of the National Academy*

- of Sciences of the United States of America*, 111(16), 6098–6103.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1322295111>
- Coates, J. M., ve Herbert, J. (2008). Endogenous Steroids and Financial Risk Taking on a London Trading Floor. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(16), 6167–6172. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704025105>
- Coricelli, G., Dolan, R. J., ve Sirigu, A. (2007). Brain, Emotion and Decision Making: the Paradigmatic Example of Regret. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(6), 258–265.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.003>
- Coricelli, G., ve Nagel, R. (2009). Neural Correlates of Depth of Strategic Reasoning in Medial Prefrontal Cortex. *PNAS*, 106(23), 9163–9168. www.pnas.org/cgi/content/full/
- Corzo, T., Hernán, R., ve Pedrosa, G. (2024). Behavioral finance in a hundred keywords. *Heliyon*, 10(16). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35979>
- Courchesne, E., Hillyard, S. A., ve Galambos, R. (1975). Stimulus Novelty, Task Relevance and the Visual Evoked Potential in Man. *NASA-CR*.
- Cristofaro, M. (2017). Herbert Simon’s Bounded Rationality: its Historical Evolution in Management and Cross-fertilizing Contribution. *Journal of Management History*, 23(2), 170–190. <https://doi.org/10.1108/JMH-11-2016-0060>
- Cui, J., Chen, Y., Wang, Y., Shum, D. H. K., Chan, R. C. K., ve Taber-thomas, B. C. (2013). Neural Correlates of Uncertain Decision Making : ERP Evidence from the Iowa Gambling Task. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(11), 1–14.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00776>
- da Rocha, A. F., Rocha, F. T., ve Massad, E. (2011). the Brain as a Distributed Intelligent Processing System: an EEG Study. *PLOS ONE*, 6(3).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017355>
- De Bondt, W. F. M., ve Thaler, R. H. (1995). Financial Decision-Making in Markets and Firms: A Behavioral Perspective. In *Handbooks in OR and MS* (Vol. 9).
- De Bondt, W., Mayoral, R. M., ve Vallelado, E. (2013). Behavioral Decision-making in Finance: an Overview and Assessment of Selected Research. *Revista Espanola de Financiacion y Contabilidad*, 42(157), 99–118. <https://doi.org/10.1080/02102412.2013.10779742>
- Deng, Z., Yu, R., Chen, X., ve Wang, S. (2012). Feedback-Related Negativity Encodes Outcome Uncertainty in the Gain Domain but not in the Loss Domain. *Neuroscience Letters*, 526(1), 5–9. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.08.017>
- Diacon, S., ve Ennew, C. (2001). Consumer Perceptions of Financial Risk. *Issues and Practice*, 26(3), 389–409. <https://about.jstor.org/terms>
- Donchin, E. (1980). Surprise!...Surprise? *Psychophysiology*, 18(5), 493–513.
- Efremidze, L., Sarraf, G., Miotto, K., ve Zak, P. J. (2017). the Neural Inhibition of Learning Increases Asset Market Bubbles: Experimental Evidence. *Journal of Behavioral Finance*, 18(1), 114–124. <https://doi.org/10.1080/15427560.2016.1238372>

- El Mansouri, M., Strauss, K., Fay, D., ve Smith, J. (2024). Supplemental Material for The Cognitive Cost of Going the Extra Mile: How Striving for Improvement Relates to Cognitive Performance. *Journal of Applied Psychology*, 109(10).
<https://doi.org/10.1037/apl0001199.supp>
- Endrass, T., Schuermann, B., Roepke, S., Kessler-scheil, S., ve Kathmann, N. (2016). Reduced Risk Avoidance and Altered Neural Correlates of Feedback Processing in Patients with Borderline Personality Disorder. *Psychiatry Research*, 243(1), 14–22.
<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.06.016>
- Engelmann, J. B., ve Tamir, D. (2009). Individual Differences in Risk Preference Predict Neural Responses during Financial Decision-making. *Brain Research*, 1290(3), 28–51.
<https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.06.078>
- Epley, N., ve Gilovich, T. (2006). The Anchoring-and-Adjustment Heuristic: Why the Adjustments Are Insufficient. *Psychological Science*, 17(4), 311–318.
- Ernst, M., Nelson, E. E., McClure, E. B., Monk, C. S., Munson, S., Eshel, N., Zarah, E., Leibenluft, E., Zametkin, A., Towbin, K., Blair, J., Charney, D., and Pine, D. S. (2004). Choice Selection and Reward Anticipation: an fMRI Study. *Neuropsychologia*, 42(12), 1585–1597.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.05.011>
- Euser, A. S., van Meel, C. S., Snelleman, M., and Franken, I. H. A. (2011). Acute Effects of Alcohol on Feedback Processing and Outcome Evaluation During Risky Decision-Making : an ERP Study. *Psychopharmacology*, 217(4), 111–125. <https://doi.org/10.1007/s00213-011-2264-x>
- Fama, E. F. (1970a). Efficient Capital Markets : A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
- Fama, E. F. (1970b). Efficient Capital Markets : A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
- Fatima, S., and Chakraborty, M. (2024). Adoption of Artificial Intelligence in Financial Services: the Case of robo-Advisors in India. *IIMB Management Review*, 36(2), 113–125.
<https://doi.org/10.1016/j.iimb.2024.04.002>
- Fiorillo, C. D., Tobler, P. N., and Schultz, W. (2003). Discrete Coding of Reward Probability and Uncertainty by Dopamine Neurons. *New Series*, 299(5614), 1898–1902.
- Folkes, V. S. (1988). Recent Attribution Research in Consumer Behavior: A Review and New Directions. *Source: Journal of Consumer Research*, 14(4), 548–565.
<https://about.jstor.org/terms>
- Frank, M. J., Gagne, C., Nyhus, E., Masters, S., Wiecki, T. V., Cavanagh, J. F., and Badre, D. (2015). fMRI and EEG Predictors of Dynamic Decision Parameters During Human Reinforcement Learning. *Journal of Neuroscience*, 35(2), 485–494.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2036-14.2015>
- Frydman, C., Barberis, N., Camerer, C., Bossaerts, P., and Rangel, A. (2014). Using Neural Data to Test a Theory of Investor Behavior: an Application to Realization Utility. *Journal of Finance*, 69(2), 907–946. <https://doi.org/10.1111/jofi.12126>

- Frydman, C., and Camerer, C. (2016). Neural Evidence of Regret and Its Implications for Investor Behavior. *Review of Financial Studies*, 29(11), 3108–3139.
<https://doi.org/10.1093/rfs/hhw010>
- Gehring, W. J., and Willoughby, A. R. (2002). the Medial Frontal Cortex and the Rapid Processing of Monetary Gains and Losses. *Science*, 295(5563), 2279–2282.
<https://doi.org/10.1126/science.1066893>
- Gill, R. K., and Bajwa, R. (2018). Study on Behavioral Finance, Behavioral Biases, and Investment Decisions. *International Journal of Accounting and Financial*, 8(3), 1–14.
www.tjprc.org
- Glimcher, P. W. . (2009). *Neuroeconomics : Decision Making and the Brain*. Academic Press.
- Griffith, J., Najand, M., and Shen, J. (2020). Emotions in the Stock Market. *Journal of Behavioral Finance*, 21(1), 42–56. <https://doi.org/10.1080/15427560.2019.1588275>
- Hasanhodzic, J., Lo, A. W., and Viola, E. (2019). What Do Humans Perceive in Asset Returns? *Journal of Portfolio Management*, 45(4), 49–60.
<https://doi.org/10.3905/jpm.2019.45.4.049>
- Hassall, C. D., Holland, K., and Krigolson, O. E. (2013). What do I do now? An Electroencephalographic Investigation of the Explore/Exploit Dilemma. *Neuroscience*, 228(1), 361–370. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.10.040>
- Häusler, A. N., Kuhnen, C. M., Rudolf, S., and Weber, B. (2018). Preferences and Beliefs about Financial Risk Taking Mediate the Association between Anterior Insula Activation and Self-reported Real-life Stock Trading. *Scientific Reports*, 8(1), 1–13.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-29670-6>
- Hirshleifer, D. (2001). Investor Psychology and Asset Pricing. *The Journal of Finance*, 56(4), 1533–1597.
- Hohenberger, C., Lee, C., and Coughlin, J. F. (2019). Acceptance of Robo-advisors: Effects of Financial Experience, Affective Reactions, and Self-enhancement Motives. *Financial Planning Review*, 2(2). <https://doi.org/10.1002/cfp2.1047>
- Hsu, M., Bhatt, M., Adolphs, R., Tranel, D., and Camerer, C. F. (2005). Neuroscience: Neural Systems Responding to Degrees of Uncertainty in Human Decision-making. *Science*, 310(5754), 1680–1683. <https://doi.org/10.1126/science.1115327>
- Hubert, M. (2010). Does Neuroeconomics Give New Impetus to Economic and Consumer Research? *Journal of Economic Psychology*, 31(5), 812–817.
<https://doi.org/10.1016/j.joep.2010.03.009>
- Hvide, H. K. (2002). Tournament Rewards and Risk Taking. *Journal of Labor Economics*, 20(4), 877–898. <https://doi.org/10.1086/342041>
- Ibanez, A., Cetkovich, M., Petroni, A., Urquina, H., Baez, S., Gonzalez-gadea, L., Kamienkowski, J. E., Torralva, T., Torrente, F., Strejilevich, S., Teitelbaum, J., Hurtado, E., Guex, R., Melloni, M., Lischinsky, A., Sigman, M., and Manes, F. (2012). The Neural Basis of Decision-Making and Reward Processing in Adults with Euthymic Bipolar Disorder or

- Attention-Deficit / Hyperactivity Disorder (ADHD). *Plos One*, 7(5), 1–11.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037306>
- Imkeller, P., and Nzengang, V. (2015). Comparison Principle Approach to Utility Maximization. *Banach Center Publications*, 105, 143–158. <https://doi.org/10.4064/bc105-0-10>
- Kabor, A., Janacsek, K., Takacs, A., Nemeth, D., Honbolygo, F., and Csepe, V. (2015). Different Strategies Underlying Uncertain Decision Making : Higher Executive Performance is Associated with Enhanced Feedback-Related Negativity. *Psychophysiology*, 52(1), 367–377. <https://doi.org/10.1111/psyp.12331>
- Kahneman, D., and Tversky, A. (2009). Prospect Theory: an Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291.
- Kamarajan, C., Porjesz, B., Rangaswamy, M., Tang, Y., Chorlian, D. B., Padmanabhapillai, A., Saunders, R., Pandey, A. K., Roopesh, B. N., Manz, N., Stimus, A. T., and Begleiter, H. (2009). Brain Signatures of Monetary Loss and Gain : Outcome-Related Potentials in a Single Outcome Gambling Task. *Behavioural Brain Research*, 197(1), 62–76.
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2008.08.011>
- Kamarajan, C., Rangaswamy, M., Tang, Y., Chorlian, D. B., Pandey, A. K., Roopesh, B. N., Manz, N., Saunders, R., Stimus, A. T., and Porjesz, B. (2010). Dysfunctional Reward Processing in Male Alcoholics : an ERP Study During a Gambling Task. *Journal of Psychiatric Research*, 44(9), 576–590. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2009.11.019>
- Kardos, Z., Toth, B., Boha, R., File, B., and Molnar, M. (2017). Age-dependent Characteristics of Feedback Evaluation Related to Monetary Gains and Losses. *International Journal of Psychophysiology*, 122(1), 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.05.007>
- Kataria, D., and Choudhary, S. (2015). Herding Behavior in Financial Market: Critical Literature Review. *International Research Journal of Commerce Arts and Science*, 6(12).
<http://www.casirj.com>
- Kathpal, S., Akhtar, A., Chishty, S. K., and Rafiq, F. (2024). Risk Perception as a Predictor of Heuristic Biases: The Role of Sex and Age. *Asia-Pacific Financial Markets*, 8.
<https://doi.org/10.1007/s10690-024-09481-8>
- Kelly, M., McDonald, S., and Kellett, D. (2014). Development of a Novel Task for Investigating Decision Making in a Social Context Following Traumatic Brain Injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 36(9), 897–913.
<https://doi.org/10.1080/13803395.2014.955784>
- Knutson, B., Bhanji, J. P., Cooney, R. E., Atlas, L. Y., and Gotlib, I. H. (2008). Neural Responses to Monetary Incentives in Major Depression. *Biological Psychiatry*, 63(7), 686–692.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2007.07.023>
- Knutson, B., and Bossaerts, P. (2007). Neural Antecedents of Financial Decisions. *Journal of Neuroscience*, 27(31), 8174–8177. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1564-07.2007>
- Knutson, B., Taylor, J., Kaufman, M., Peterson, R., and Glover, G. (2005). Distributed Neural Representation of Expected Value. *Journal of Neuroscience*, 25(19), 4806–4812.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0642-05.2005>

- Kogler, L., Sailer, U., Derntl, B., and Pfabigan, D. M. (2017). Processing Expected and Unexpected Uncertainty is Modulated by Fearless-Dominance Personality Traits – an Exploratory ERP Study on Feedback Processing. *Physiology & Behavior*, 168(1), 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.10.016>
- Kuhnen, C. M. (2015). Asymmetric Learning from Financial Information. *Journal of Finance*, 70(5), 2029–2062. <https://doi.org/10.1111/jofi.12223>
- Kuhnen, C. M., and Knutson, B. (2005). the Neural Basis of Financial Risk Taking. *Neuron*, 47(5), 763–770. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.08.008>
- Kuhnen, C. M., and Knutson, B. (2011). the Influence of Affect on Beliefs, Preferences, and Financial Decisions. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 46(3), 605–626. <https://doi.org/10.1017/S0022109011000123>
- Lee, T. M. C., Chan, C. C. H., Leung, A. W. S., Fox, P. T., and Gao, J. H. (2009). Sex-related Differences in Neural Activity During Risk Taking: an fMRI Study. *Cerebral Cortex*, 19(6), 1303–1312. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn172>
- Leng, Y., and Zhou, X. (2010). Modulation of the Brain Activity in Outcome Evaluation by Interpersonal Relationship : an ERP Study. *Neuropsychologia*, 48(1), 448–455. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.10.002>
- Leng, Y., and Zhou, X. (2014). Interpersonal Relationship Modulates Brain Responses to Outcome Evaluation When Gambling for / Against Others : an Electrophysiological Analysis. *Neuropsychologia*, 63(1), 205–214. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.08.033>
- Lo, A. W. (2005). Reconciling Efficient Markets with Behavioral Finance: The Adaptive Markets Hypothesis. *The Journal of Arthroplasty*, 19(8), 1–28. [https://doi.org/10.1016/s0883-5403\(04\)00612-6](https://doi.org/10.1016/s0883-5403(04)00612-6)
- Luenberger, D. G. (1998). *Investment_Science-David_G_Luenberger (published-1998).pdf* (p. 510).
- Luo, Q., and Qu, C. (2013). Comparison Enhances Size Sensitivity: Neural Correlates of Outcome Magnitude Processing. *Plos One*, 8(8), 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071186>
- Luo, Q., Wang, Y., and Qu, C. (2011). the Near-Miss Effect in Slot-Machine Gambling : Modulation of Feedback-Related Megativity by Subjective Value. *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology*, 22(1), 989–993. <https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32834da8ae>
- Mandelbrot, B. (1963). The Variation of Certain Speculative Prices. *The Journal of Business*, 36(4), 394. <https://doi.org/10.1086/294632>
- Mandelbrot, B. (1966). Forecasts of Future Prices , Unbiased Markets , and " Martingale " Models. *The Journal of Business*, 39(1), 242–255.
- Mansor, A. A., Isa, S. M., Shah, S., and Noor, M. (2021). P300 and Decision-Making in Neuromarketing. *Neuroscience Research Letters*, 1(1), 21–26.

- Mapelli, D., Rosa, E. Di, Cavalletti, M., Schiff, S., and Tamburin, S. (2014). Decision and Dopaminergic System : an ERPs Study of Iowa Gambling Task in Parkinson ' s Disease. *Frontiers in Psychology*, 5(7), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00684>
- Martín, S., Appelbaum, L. G., Pearson, J. M., Huettel, S. A., and Woldorff, M. G. (2013). Rapid Brain Responses Independently Predict Gain Maximization and Loss Minimization during Economic Decision Making. *The Journal of Neuroscience*, 33(16), 7011–7019. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4242-12.2013>
- Mateu, G., Monzani, L., and Muñoz Navarro, R. (2018). the Role of the Brain in Financial Decisions: a Review of the Neuroeconomics Field. *Mètode Science Studies Journal*, 0(8), 6–15. <https://doi.org/10.7203/metode.8.6923>
- Miendlarzewska, E. A., Kometer, M., and Preuschoff, K. (2019). Neurofinance. *Organizational Research Methods*, 22(1), 196–222. <https://doi.org/10.1177/1094428117730891>
- Minati, L., Grisoli, M., Franceschetti, S., Epifani, F., Granvillano, A., Medford, N., Harrison, N. A., Piacentini, S., and Critchley, H. D. (2012). Neural Signatures of Economic Parameters During Decision-Making: a functional MRI (fMRI), Electroencephalography (EEG) and Autonomic Monitoring Study. *Brain Topography*, 25(1), 73–96. <https://doi.org/10.1007/s10548-011-0210-1>
- Mittal, S. K. (2022). Behavior Biases and Investment Decision: Theoretical and Research Framework. *Qualitative Research in Financial Markets*, 14(2), 213–228. <https://doi.org/10.1108/QRFM-09-2017-0085>
- Mussel, P., Reiter, A. M. F., Osinsky, R., Hewig, J., Mussel, P., Reiter, A. M. F., Osinsky, R., and Hewig, J. (2015). State- and Trait-Greed , Its Impact on Risky Decision- Making and Underlying Neural Mechanisms. *Social Neuroscience*, 10(2), 126–134. <https://doi.org/10.1080/17470919.2014.965340>
- Nakao, T., Miyagi, M., Hiramoto, R., Wolff, A., Gomez-Pilar, J., Miyatani, M., and Northoff, G. (2019). From Neuronal to Psychological Noise – Long-Range Temporal Correlations in EEG Intrinsic Activity Reduce Noise in Internally-Guided Decision Making. *NeuroImage*, 201(June), 116015. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116015>
- Nelson, L. D., Patrick, C. J., Collins, P., Lang, A. R., and Bernat, E. M. (2011). Alcohol Impairs Brain Reactivity to Explicit Loss Feedback. *Psychopharmacology*, 218(1), 419–428. <https://doi.org/10.1007/s00213-011-2323-3>
- Nieuwenhuis, S., Aston-jones, G., and Cohen, J. D. (2005). Decision Making , the P3 , and the Locus Coeruleus – Norepinephrine System. *Psychological Bulletin*, 131(4), 510–532. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.4.510>
- Njegovanović, A. (2018). Digital Financial Decision With A View of Neuroplasticity / Neurofinance / Neural Networks. *Financial Markets, Institutions and Risks*, 2(4), 82–91. [https://doi.org/10.21272/fmir.2\(4\).82-91.2018](https://doi.org/10.21272/fmir.2(4).82-91.2018)
- Nur Aini, N. S., and Lutfi, L. (2019). The Influence of Risk Perception, Risk Tolerance, Overconfidence, and Loss Aversion towards Investment Decision Making. *Journal of Economics, Business, & Accountancy Ventura*, 21(3), 401–413. <https://doi.org/10.14414/jebav.v21i3.1663>

- Oberg, S. A. K., Christie, G. J., and Tata, M. S. (2011). Neuropsychologia Problem Gamblers Exhibit Reward Hypersensitivity in Medial Frontal Cortex during Gambling. *Neuropsychologia*, 49(13), 3768–3775.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.09.037>
- Odean, T. (1998). Are Investors Reluctant to Realize Their Losses? *THE JOURNAL OF FINANCE* •, 53(5).
- O'Doherty, J. P., and Camerer, C. C. (2015). Editorial Overview: Neuroeconomics. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 5, v–viii. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.10.004>
- Owusu, S. P., and Laryea, E. (2023). The Impact of Anchoring Bias on Investment Decision-making: Evidence from Ghana. *Review of Behavioral Finance*, 15(5), 729–749.
<https://doi.org/10.1108/RBF-09-2020-0223>
- Payzan-LeNestour, E., Pradier, L., and Putniņš, T. J. (2023). Biased Risk Perceptions: Evidence from the Laboratory and Financial Markets. *Journal of Banking and Finance*, 154.
<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2022.106685>
- Peterson, R. L. (2005). The Neuroscience of Investing: fMRI of the Reward System. *Brain Research Bulletin*, 67(5), 391–397. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2005.06.015>
- Peterson, R. L. (2007). Affect and Financial Decision-Making: How Neuroscience Can Inform Market Participants. *Journal of Behavioral Finance*, 8(2), 70–78.
<https://doi.org/10.1080/15427560701377448>
- Piotrowski, M., and Bünnings, C. (2024). How Heuristics in Judgement Influence the Securities Investment Decision Process. *Journal of Financial Services Marketing*, 29(1), 97–105.
<https://doi.org/10.1057/s41264-022-00184-7>
- Pisauro, M. A., Fouragnan, E., Retzler, C., and Philastides, M. G. (2017). Neural Correlates of Evidence Accumulation During Value-Based Decisions Revealed via Simultaneous EEG-fMRI. *Nature Communications*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/ncomms15808>
- Polezzi, D., Sartori, G., Rumiati, R., Vidotto, G., and Daum, I. (2010). NeuroImage Brain Correlates of Risky Decision-Making. *NeuroImage*, 49(2), 1886–1894.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.08.068>
- Polich, J., and Comerchero, M. D. (2003). P3a from Visual Stimuli : Typicality , Task , and Topography. *Brain Topography*, 15(3), 141–152.
- Preuschoff, K., Bossaerts, P., and Quartz, S. R. (2006). Neural Differentiation of Expected Reward and Risk in Human Subcortical Structures. *Neuron*, 51(3), 381–390.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.06.024>
- Pritchard, W. S. (1981). Psychophysiology of P300. *Psychological Bulletin*, 89(3), 506–540.
- Rao, L., Liu, X., Li, Q., Zhou, Y., Liang, Z., and Sun, H. (2013). Toward a Mental Arithmetic Process in Risky Choices. *Brain and Cognition*, 83(1), 307–314.
<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.09.009>
- Razi, N. I. M., Othman, M., and Yaacob, H. (2017). EEG-Based Emotion Recognition in the Investment Activities. *6th International Conference on Information and Communication*

- Technology for the Muslim World, ICT4M 2016*, 1(16), 325–329.
<https://doi.org/10.1109/ICT4M.2016.65>
- Ricciardi, V. (2008). The Psychology of Risk: The Behavioral Finance Perspective What Are the Main Theories and Concepts from Behavioral Finance that Influence an Individual's Perception of Risk? In *Social Science Research Network Behavioral & Experimental Finance eJournal*.
<http://ssrn.com/abstract=1155822><https://ssrn.com/abstract=1155822>Electronic copy available at: <https://ssrn.com/abstract=1155822>
- Rigoni, D., Polezzi, D., Rumiati, R., Guarino, R., and Sartori, G. (2010). When People Matter More than Money : an ERPs Study. *Brain Research Bulletin*, 81(1), 445–452.
<https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2009.12.003>
- Rocha, A. F., Vieito, J. P., Massad, E., Rocha, F. T., and Lima, R. I. (2015). Electroencephalographic Activity Associated to Investment Decisions: Gender Differences. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 05(06), 203–211.
<https://doi.org/10.4236/jbbs.2015.56021>
- Rocha, A. F., Vieito, J. P., and Rocha, F. (2013). Neurofinance: How Do We Make Financial Decisions. *SSRN Electronic Journal*, 4(3), 2–21. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2352820>
- Rocha Lima Filho, R. I., and Rocha, A. F. (2017). News and Markets: the 2008 Crisis from a Neurofinance Perspective—the Case of BMFBovespa. *Cogent Business and Management*, 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/23311975.2017.1374920>
- Rollwage, M., Comtesse, H., and Stemmler, G. (2017). Risky Economic Choices and Frontal EEG Asymmetry in the Context of Reinforcer-Sensitivity-Theory-5. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 17(5), 984–1001. <https://doi.org/10.3758/s13415-017-0527-7>
- Sachdeva, M., and Lehal, R. (2023). Contextual Factors Influencing Investment Decision Making: a Multi Group Analysis. *PSU Research Review*, 8(3), 592–608.
<https://doi.org/10.1108/PRR-08-2022-0125>
- Samuelson, P. (1965). Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly. In *The World Scientific Handbook of Futures Markets* (pp. 17–56).
- Schuermann, B., Kathmann, N., Stiglmayr, C., Renneberg, B., and Endrass, T. (2011). Impaired Decision Making and Feedback Evaluation in Borderline Personality Disorder. *Psychological Medicine*, 41(1), 1917–1927. <https://doi.org/10.1017/S003329171000262X>
- Shiller, R. (1999). Human Behavior and the Efficiency of the Financial System. In *Handbook of Macroeconomics* (Vol. 1).
- Simon, H. A. (1979). Rational Decision Making in Business Organizations. *The American Economic Review*, 69(4), 493–513.
- Spreng, R. N., Karlawish, J., and Marson, D. C. (2016). Cognitive, Social, and Neural Determinants of Diminished Decision-making and Financial Exploitation Risk in Aging and Dementia: a Review and New Model. *Journal of Elder Abuse and Neglect*, 28(4–5), 320–344. <https://doi.org/10.1080/08946566.2016.1237918>

- Srivastava, M., Sharma, G. D., and Srivastava, A. K. (2019). Human Brain and Financial Behavior: a Neurofinance Perspective. *International Journal of Ethics and Systems*, 35(4), 485–503. <https://doi.org/10.1108/IJOES-02-2019-0036>
- Stallen, M., Borg, N., and Knutson, B. (2021). Brain Activity Foreshadows Stock Price Dynamics. *The Journal of Neuroscience*, 41(14), 3266–3274. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1727-20.2021>
- Studer, B., Pedroni, A., and Rieskamp, J. (2013). Predicting Risk-Taking Behavior from Prefrontal Resting-State Activity and Personality. *PLOS ONE*, 8(10), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076861>
- Sunderaraman, P., Cosentino, S., Lindgren, K., James, A., Schultheis, M. T., Lou, S., Feng, Y., Li, Z., Zheng, H., Tan, J., Cheng, P. Y. K., Frydman, C., Camerer, C., Minati, L., Grisoli, M., Franceschetti, S., Epifani, F., Granvillano, A., Medford, N., ... Brock Kirwan, C. (2017). Electroencephalographic Activity Associated to Investment Decisions: Gender Differences. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 05(1), 203–211. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2015.56021>
- Svetlova, E. (2022). AI ethics and Systemic Risks in Finance. *AI and Ethics*, 2(4), 713–725. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00129-1>
- Takahashi, T. (2010). A Neuroeconomic Theory of Bidirectional Synaptic Plasticity and Addiction. *Medical Hypotheses*, 75(4), 356–358. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2010.03.029>
- Tamburin, S., Maier, A., Schiff, S., Lauriola, M. F., Rosa, E. Di, Zanette, G., and Mapelli, D. (2014). Cognition and Emotional Decision-Making in Chronic Low Back Pain : an ERPs Study During Iowa Gambling Task. *Frontiers in Psychology*, 5(11), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01350>
- Tertilt, M., and Scholz, P. (2018). To Advise, or Not to Advise How Robo-Advisors Evaluate the Risk Preferences of Private Investors. *Journal of Wealth Management*, 21(2), 70–84. <https://doi.org/10.3905/jwm.2018.21.2.070>
- Tom, S. M., Fox, C. R., Trepel, C., and Poldrack, R. A. (2007). The Neural Basis of Loss Aversion in Decision-Making under Risk. *Science*, 315(5811), 515–518. <https://doi.org/10.1126/science.1134239>
- Van Duijvenvoorde, A. C. K., Huizenga, H. M., Somerville, L. H., Delgado, M. R., Powers, A., Casey, B. J., Weeda, W. D., Weber, E. U., and Figner, B. (2015). Neural Correlates of Expected Risks and Returns in Risky Choice Across Development. *Journal of Neuroscience*, 35(4), 1549–1560. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1924-14.2015>
- Vance, A., Eargle, D., Anderson, B. B., and Brock Kirwan, C. (2014). Using Measures of Risk Perception to Predict Information Security Behavior: Insights from Electroencephalography (EEG). *Journal of the Association for Information Systems*, 15(10), 679–722. <https://doi.org/10.17705/1jais.00375>
- Vasile, D., and Sebastian, T. (2010). Neurofinance Getting an Insight into the Trader's Mind. *Annals of Faculty of Economics*, 1(2), 723–729.

- Vasileiou, E. (2020). Behavioral Finance and Market Efficiency in the Time of the COVID-19 Pandemic: Does Fear Drive the Market? *International Review of Applied Economics*, 00(00), 1–18. <https://doi.org/10.1080/02692171.2020.1864301>
- Vieito, J. P., da Rocha, A. F., and Rocha, F. T. (2015). Brain Activity of the Investor's Stock Market Financial Decision. *Journal of Behavioral Finance*, 16(3), 220–230. <https://doi.org/10.1080/15427560.2015.1064931>
- Wang, C., Vieito, J. P., and Ma, Q. (2015). a Neuroeconomics Analysis of Investment Process with Money Flow Information: the Error-Related Negativity. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 1(2), 1–13. <https://doi.org/10.1155/2015/701237>
- Wang, L., Zheng, J., Huang, S., and Sun, H. (2015). P300 and Decision Making under Risk and Ambiguity. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 7(1), 1–7.
- Watts, A. T. M., Bachman, M. D., and Bernat, E. M. (2017). Expectancy Effects in Feedback Processing are Explained Primarily by Time- Frequency Delta not Theta. *Biological Psychology*, 129(6), 242–252. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2017.08.054>
- West, R., Tiernan, B. N., Kieffaber, P. D., Bailey, K., and Anderson, S. (2014). The Effects of Age on the Neural Correlates of Feedback Processing in a Naturalistic Gambling Game. *Psychophysiology*, 51(1), 734–745. <https://doi.org/10.1111/psyp.12225>
- Witt, U., and Binder, M. (2013). Disentangling Motivational and Experiential Aspects of “Utility” - a Neuroeconomics Perspective. *Journal of Economic Psychology*, 36(2), 27–40. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2013.02.001>
- Wojcik, G. M., Masiak, J., Kawiak, A., Kwasniewicz, L., Schneider, P., Postepski, F., and Gajos-Balinska, A. (2019). Analysis of Decision-Making Process Using Methods of Quantitative Electroencephalography and Machine Learning Tools. *Frontiers in Neuroinformatics*, 13(November), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fninf.2019.00073>
- Wu, Y., and Zhou, X. (2009). The P300 and Reward Valence , Magnitude , and Expectancy in Outcome Evaluation. *Brain Research*, 1286(1), 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.06.032>
- Xie, F., Zhang, Y., Yao, Y., Liu, Y., and Chen, X. (2025). The Impact of Informed Trading on the Effectiveness of Technical Indicators: a Behavioral Finance Perspective. *Pacific Basin Finance Journal*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2025.102716>
- Xue, G., Lu, Z., Levin, I. P., and Bechara, A. (2010). the Impact of Prior Risk Experiences on Subsequent Risky Decision-making: the Role of the Insula. *NeuroImage*, 50(2), 709–716. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.12.097>
- Yang, Q., Gu, R., Tang, P., and Luo, Y. (2013). How Does Cognitive Reappraisal Affect the Response to Gains and Losses? *Psychophysiology*, 50(1), 1094–1103. <https://doi.org/10.1111/psyp.12091>
- Yu, R., and Zhou, X. (2009). To Bet or not to Bet? the Error Negativity or Error-related Negativity Associated with Risk-Taking Choices. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(4), 684–696. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21034>

- Zhang, D., Gu, R., Broster, L. S., Jiang, Y., Luo, W., Zhang, J., and Luo, Y. J. (2014). Linking Brain Electrical Signals Elicited by Current Outcomes with Future Risk Decision-making. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8(3), 1–16.
<https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00084>
- Zhao, D., Gu, R., Tang, P., Yang, Q., and Luo, Y. J. (2016). Incidental Emotions Influence Risk Preference and Outcome Evaluation. *Psychophysiology*, 53(10), 1542–1551.
<https://doi.org/10.1111/psyp.12694>
- Zheng, Y., Li, Q., Wang, K., Wu, H., and Liu, X. (2015). Contextual Valence Modulates the Neural Dynamics of Risk Processing. *Psychophysiology*, 52(7), 895–904.
<https://doi.org/10.1111/psyp.12415>
- Zheng, Y., and Liu, X. (2015). Blunted Neural Responses to Monetary Risk in High Sensation Seekers. *Neuropsychologia*, 71, 173–180.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.04.002>

Ek 1. Etik Kurul Onay Formu

Evrak Kayıt Tarihi: 15.03.2023

Protokol No: 503318

Tarih: 28.03.2023



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERÎ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU
KARAR BELGESİ

ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	BAP Projesi-Doktora Tez Çalışması
KONU:	Sosyal Bilimler
BAŞLIK:	Kripto Para Piyasalarına Yatırımda Beyin Aktivitelerinin Yatırım Kararlarına Etkileri
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:	Prof. Dr. Serpil ALTINIRMAK
TEZ YAZARI:	Yiğit Han GAZEL
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:	-
KARAR:	Olumlu

ÖZGEÇMİŞ

YİĞİT HAN GAZEL

Öğrenim Bilgisi: Doktora eğitimi ANADOLU ÜNİVERSİTESİ, SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ, FİNANSMAN (DR) programında 1 Ocak 2021'de başlamıştır. Yüksek Lisans eğitimini ANADOLU ÜNİVERSİTESİ, SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ, FİNANSMAN (YL) (TEZLİ) programında 2016'da başlayıp 24 Mayıs 2019'da tamamlamıştır. Tez adı: TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN TİCARİ BANKALARIN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNE GÖRE PERFORMANSLARININ SIRALANMASI (2020), Tez Danışmanı: Prof. Dr. Serpil ALTINIRMAK. Lisans eğitimini ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ, İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ, ULUSLARARASI İLİŞKİLER BÖLÜMÜ, ULUSLARARASI İLİŞKİLER PR. (İÖ) programında 2011-2016 yılları arasında sürdürmüştür. Önlisans eğitimini ANADOLU ÜNİVERSİTESİ, AÇIKÖĞRETİM FAKÜLTESİ, DIŞ TİCARET BÖLÜMÜ, DIŞ TİCARET PR. (AÇIKÖĞRETİM) programında 2014-2016 yılları arasında tamamlamıştır.

Akademik Görevler: İSTANBUL BEYKENT ÜNİVERSİTESİ, İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER FAKÜLTESİ, İŞLETME BÖLÜMÜ, İŞLETME PR. (TAM BURSLU) bünyesinde 14 Şubat 2021 tarihinden itibaren Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

Ödüller: 2016 yılında ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ Lisans Bölüm Üçüncülüğü ödülünü almıştır.

Eserler:

A. Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

GAZEL YİĞİT HAN, YAVUZ MELİH SEFA, SUYADAL MEHMETCAN (2022). Pay Piyasası Getirilerini Etkileyen Makroekonomik Faktörler: Avrasya Ülkeleri Borsa Endeksleri Üzerine Bir Analiz. MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11(4), 1492-1503. Doi: 10.33206/mjss.1028800.

GAZEL YİĞİT HAN, ALTINIRMAK SERPİL, KARAMAŞA ÇAĞLAR (2021). Türkiye’de Faaliyet Gösteren Ticari Bankaların Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerine Göre Performanslarının Sıralanması. Sosyoekonomi, 29(48), 161-180. Doi: 10.17233/sosyoekonomi.

B. Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında (Proceedings) Basılan Bildiriler:

GAZEL YİĞİT HAN, ALTINIRMAK SERPİL (2024). EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF REAL ESTATE VALUATION APPROACHES. 13. Uluslararası Hakemli & Katılımlı AVRASYA ZİRVESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE GÜNCEL GELİŞMELER KONGRESİ, 485-507. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

GAZEL YİĞİT HAN, ALTINIRMAK SERPİL (2024). Soylulaştırmanın Gayrimenkul Fiyatları Üzerindeki Etkisi. INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMPILATION RESEARCH CONGRESS - II, 288-296. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

GAZEL YİĞİT HAN, ALTINIRMAK SERPİL (2024). Yolsuzluk Endeksinin Türkiye’de Faaliyet Gösteren Ticari Bankalara Etkisi. 5. Uluslararası Boğaziçi Bilimsel Çalışmalar Kongresi, 179-193. (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

SUYADAL MEHMETCAN, YAVUZ MELİH SEFA, GAZEL YİĞİT HAN (2021). Pay Piyasası Getirilerini Etkileyen Makroekonomik Faktörler: Avrasya Ülkeleri Borsa Endeksleri Üzerine Bir Analiz. International Conference on Eurasian Economies, 306-307. (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).

GAZEL YİĞİT HAN, ALTINIRMAK SERPİL (2019). Performance Ranking of the Commercial Banks Which Operating in Turkey with Multi Criteria Decision Making. 6th International Annual Meeting of Sosyoekonomi Society (Özet Bildiri/Sözlü Sunum).

GAZEL YİĞİT HAN, TEMİZEL FATİH, ESEN ETHEM (2018). THE FACTORS AFFECTING BIST XGIDA INDEX RETURN. INTERNATIONAL CONGRESS ON TURKISH GEOGRAPHY SOCIAL SCIENCES RESEARCH II (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum).

C. Yazılan Ulusal/Uluslararası Kitaplardaki Bölümler:

GAZEL YİĞİT HAN, ALTINIRMAK SERPİL (2021). PARA VE BANKACILIK KRİZİ İLİŞKİSİ – RİSKİN ÖNLENMESİNE YÖNELİK GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDEKİ UYGULAMALAR. İKTİSADİ VE İDARİ BİLİMLER Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler/2021, IVPE, Ed. Yüksel Akay, s. 303. ISBN: 978-9940-46-066-2.

GAZEL YİĞİT HAN, ALTINIRMAK SERPİL (2020). FAİZ DIŞI GELİRLERİN TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN TİCARİ BANKALARIN PERFORMANSLARINA OLAN ETKİSİ. İŞLETME YÖNETİMİNDE GÜNCEL ÇALIŞMALAR (Strateji, Örgütsel Davranış, Pazarlama ve Muhasebe), İKSAD, Ed. Eysel Cafer Şafak, Gün Serkan, s. 304. ISBN: 978-625-7279-99-4.

GAZEL YİĞİTHAN (2019). BORSA İSTANBUL GIDA İÇECEK ENDEKSİ (XGIDA) GETİRİSİNİ ETKİLEYEN DEĞİŞKENLER. SANAYİ SEKÖTRÜ GETİRİLERİNİN BELİRLEYİCİLERİ, BETA, Ed. Fatih Temizel, s. 149. ISBN: 978-605-242-182-6.

Sertifika: YİĞİT HAN GAZEL, Coğrafi Bilgi Sistemleri (ARCGIS), ESKİŞEHİR, Sertifika, 23.06.2018 - 23.09.2018 (Ulusal).