AZALAN BELİRSİZLİKLER ALTINDA YATIRIM KARARLARININ İNCELENMESİ: NÖROEKONOMİK BİR YAKLAŞIM

DOKTORA TEZİ

ÖMÜR SALTIK

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT
ANABİLİM DALI

MERSİN
TEMMUZ-2020

AZALAN BELİRSİZLİKLER ALTINDA YATIRIM KARARLARININ İNCELENMESİ: NÖROEKONOMİK BİR YAKLAŞIM

DOKTORA TEZİ

ÖMÜR SALTIK

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Süleyman DEĞİRMEN

MERSİN
TEMMUZ-2020

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi beyan ederim.

ETHICAL DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

1 Temmuz 2020 / 1 July 2020

İmza / Signature

Ömür SALTIK

ÖZET

Karar vericiler olarak, günlük hayatın içerisinde, basit harcama kararlarından, kompleks yatırım ve tüketim kararlarına kadar birçok durumda belirli kararlar vermek zorunda kalmaktayız. Bu kararlarımızı, oldukça kısa zaman diliminde, sınırlı maddi olanaklar ve erişimi zor bilgi kaynakları gibi belirli kısıt fonksiyonları altında, çok amaçlı tercihlerden (multi-attribute choices) birisini seçmek suretiyle faydamızı maksimize edecek biçimde almaktayız. Bu kararlar belirli yanlılıklar ile alınmaktadır. Bu çalışmada, katılımcıların sanal işlem platformunda Dolar/TL paritesinde alım-satım kararlarına ait belirsizlikleri azaltmak amacıyla, ekolojik/evrensel ipucu geçerlilik değerlerine göre sıralanan bilgi paketleri sunulmuştur. Bu sayede azalan belirsizlikler altında RAEK ve SEİS karar stratejilerinin varlığı ile bu stratejilerin elektrofizyolojik emarelerine yönelik araştırmalar yapılmıştır. Rasyonel ve sezgisel karar stratejilerine yönelik elektrofizyolojik emareler, DlPFK ve VlPFK bölgelerini temsil eden C3, C4, F3 ve F4 elektrotlarında, BBA, TBA, Çoklu Karşılaştırma Testleri (Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar) ve Hiyerarşik Çoklu Seviye Regresyon Modellerinin yer aldığı testler aracılığıyla incelenmiştir. İpucu geçerlilik değerlerine göre sıralı biçimde sunulan ipuçlarına, eşit veya artan düzeyde ortaya çıkan P300 OİP, RAEK Stratejisi'nin yoğun biçimde tercih edildiğini gösterirken, azalan biçimde seyreden P300 OİP ise SEİS'in yoğun olarak tercih edildiğini göstermiştir. Tüm katılımcılar içerisinde kararların, %40'ının rasyonel ve %60'ının ise sezgisel karar stratejisinin kullanılarak alındığı gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Rasyonel eklemeli kural, Sezgisel en iyiyi seçme stratejisi, Umut teorisi, P300 olay ilişkili potansiyel, Nöroekonomi.

Danışman: Prof. Dr. Süleyman DEĞİRMEN, İktisat Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi, Mersin.

ABSTRACT

As decision makers, we have to make certain decisions in many situations from simple expenditure decisions to complex investment and consumption decisions in daily life. We make these decisions to maximize our benefit by prefering one of multi-attribute choices under certain constraint functions such as a very short period of time, the limited financial and hard-to-get-information-resources. These decisions are taken with certain biases. In this study, information packages listed according to ecological/universal cue validity values are presented in order to reduce the uncertainty of the participants' bid and ask decisions in the USD/TL parity on the virtual trading platform. In this way, research was carried out on the existence of rational WADD and heuristic TTB decision strategies under diminishing uncertainties and the electrophysiological signs of these strategies. Electrophysiological signs of rational WADD and heuristic TTB decision strategies were examined through tests involving Independent ICA, PCA, Multiple Comparison Tests (Wilcoxon Signed Ranks Test) and Hierarchical Multi-Level Regression Models on C3, C4, F3 and F4 electrodes representing the DlPFK and VlPFK regions. Cues presented in a descending order according to their cue validity values, the P300 ERP that appeared at an equal or increasing level indicated that rational WADD was the mostly preferred strategy, while the decreasing P300 ERP indicated that heuristic TTB was the mostly preferred strategy. Among all participants, it was observed that %40 of decisions were made using WADD rational and 60% of the decisions using TTB heuristic decision strategy.

Anahtar kelimeler: Rational weighted-additive rule, Heuristic take the best strategy, Prospect theory, P300 event related potential, Neuroeconomics.

Danışman: Prof. Dr. Süleyman DEĞİRMEN, Departmant of Economics, Mersin University, Mersin.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın yürütülmesi esnasında kıymetli bilgi, birikim, tecrübe ve insanlığı ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışmanım Prof. Dr. Süleyman DEĞİRMEN'e, yoğun çalışmalarım sırasında desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen ve gösterdikleri sabırlar için başta eşim Damla ÇETİNER SALTIK'a, annem Nevin SALTIK'a, çalışmalarım esnasında hayatımıza renk ve huzur katacağını öğrendiğimiz ve en büyük motivasyonel kaynağımız olan kızımız Duru Öykü SALTIK'a, çalışmalarımıza verdikleri kıymetli destekleri için başta Prof. Dr. Ş. Hakan KALEAĞASI ve Mersin Üniversitesi Nöroloji Anabilim Dalı ve Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü ve Mersin Üniversitesi personelinin tamamına, verdikleri desteklerden dolayı, çalışmalarım esnasında ilgisini ve önerilerini eksik etmeyen Prof. Dr. D. Tayyar ŞEN, Prof. Dr. Bahar GÜNTEKİN, Doç. Dr. Mert AKTAŞ, Dr. Öğr. Üye. Mehmet Nasih TAĞ, Dr. Öğr. Üye. Ebru ARICIOĞLU, Arş. Gör Rıdvan SÖYÜ ve bu tez'e her açıdan katkı sunan isimleri buraya sığmayacak kadar uzun ve değerli tüm dostlarıma, çalışma arkadaşlarıma ve öğrencilerime teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bu tez, 2018-2-TP3-2986 proje kodu ile Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Kooridnatörlüğü (BAP) tarafından desteklenmiştir.

Ayrıca bu doktora tez çalışmasını rahmetli babam Necat SALTIK'ın aziz hatırasına atfediyorum.

Ömür SALTIK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	i
ONAY	ii
ETİK BEYAN	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLOLAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
GRAFİKLER DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
1.1. Davranışsal Modellerin İktisadi ve Finansal Temelleri	4
1.1.Araştırmanın Gerekçesi	11
1.1.1. Analitik Analiz	12
1.2.2. Kompütasyonel (Computational) Analiz ve Bilişsel Hesaplama(Cognitive Computation)	13
1.2. Araştırmanın Problem İfadesi	17
1.3. Araştırmanın Soruları	18
1.4. Araştırmanın Önemi	19
1.4.1. Araştırmanın İktisadi Önemi	21
1.6.Araştırmanın Amacı	23
1.7. Araştırmanın Teorik Çerçevesi ve Hipotezler	25
1.7.1 Beklenen Fayda Teorisi (Expected Utility Theory)	25
1.7.2. Umut Teorisi (Prospect Theory)	29
1.7.3. Olay İlişkili Potansiyel (OİP) (Event Related Potential, ERP), Rasyonel Ağırlıklandırılmış Eklemeli Kural Stratejisi (Rational Weighted Additive Rule Strategy, WADD) ve Sezgisel En İyiyi Seçme Stratejisi (Take The Best Strategy, TTB)	30
1.7.4. Batık Maliyet Yanılgısı (Sunk Cost Bias)	35
1.7.5 Beyin, Bilinç, Zihin, Akıl, Zekâ, Rasyonellik, SezgisellikKavramlarının Tanım ve Çoklu İlişkileri	37
1.7.6 Araştırmanın Hipotezleri	40
1.8. Araştırmanın Kapsamı ve Metodolojisi	41
1.8.1.Olay-İlişkili-Potansiyel (OİP) (Event Related Potential, ERP), Rasyonel Ağırlıklandırılmış Eklemeli Kural Stratejisi (RAEK) (Rational Weighted Additive Rule Strategy, WADD)veSezgisel En İyiyi Seçme Stratejisi (SEİS) (Take The Best Strategy, TTB)'ne Yönelik Bağımsız Bileşen Anazlizleri (BBA) (Independent Component Analysis, ICA), Temel Bileşen Analizi (TBA) (Principal Component Analysis, PCA) ve Self Orginizing Map (SOM) Kümeleme Analizi	41
1.8.2. Örneklem ve Örneklem Büyüklüğü	42
1.8.3 Veri Kaynakları ve Veri Toplama	42
1.8.4. Değişkenler	44
1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları	45
1.9.Tez'in Yapısı	45
2. LİTERATÜR TARAMASI	48
2.1. St. Petersburgh Paradoksu	49
2.2. Ellsberg Paradoksu	50
2.3. Beklenen Değer Teorisi (Expected Value Theory, EVT)	52
2.4. Beklenen Fayda Teorisi (Expected Utility Theory, EUT)	52
2.5. Öznel Beklenen Fayda Modeli (Subjective Expected Utility Theory)	56
2.6. Öznel Ağırlıklandırılmış Fayda Modeli(Subjective Weighted Utility)	57
2.7. Sıra Bağımlı Fayda Modeli (Rank Dependent Utility Model)	57
2.8. Umut Teorisi (Prospect Theory) ve Kümülatif Umut Teorisi (Cumulative Prospect Theory)	58

2.9. Rasyonel Ağırlıklandırılmış Eklemeli Kural (RAEK) (Rational Weigted Additive Rule, WADD) Ve Sezgisel En İyiyi Seçme (SEİS) (Take The Best Heuristic, TTB) 83
2.9.1. Olay İlişkili Potansiyel (OİP) Türleri ve P300 Potansiyelinin İncelenmesi 84
3. VERİ VE MODELLER 97
3.1.Veri 97
3.2. Self Orginizing Map (SOM) Kümeleme Analizi 128
3.3. Verilerin Normal Dağılım Analizi ve Parametrik Olmayan Çoklu Karşılaştırma Testleri 131
3.4. Hiyerarşik Çoklu Seviye Modeli (Doğrusal Karışık Etkiler Modeli) 135
4. SONUÇ 153
KAYNAKÇA 158
EKLER 174
ÖZGEÇMİŞ 216

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Geleneksel Finansal ve Finansal İktisat Teorileri	8
Tablo 1.2. Davranışsal Finans ve İktisat Teorileri	9
Tablo 1.3. Avrupa ve ABD Bankalarına Yapılan Kamu Yardımları ve Yardımlarınİlgili Ekonomilerin GSYH Yüzdeleri	37
Tablo 2.1. St. Petersburgh Oyunu	50
Tablo 2.2. Dört Katmanlı Örüntü Altında İnsan Davranışları ve Umut Teorisi	82
Tablo 3.1. EEG Voltaj Değerleri ve Karar Gecikmelerine Ait Normal Dağılım Testleri	133
Tablo 3.2. Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi(Bonferroni ve Monte Carlo) p değeri Test Sonuçları	134
Tablo 3.3. Çoklu Seviye Hiyerarşik Model Tahmin Sonuçları	149

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Klasik Dışa Açık Bir Ekonomide İktisadi Ajanlar ve Bu iktisadi Ajanlar Arasındaki İlişkilerin Akış Diyagramı	6
Şekil 1.2. DlPFC, RlPFC ve VlPFC'nin Korteks İçindeki Konumu ve Fonksiyonları (Dixon ve Christoff, 2014, s.15).	20
Şekil 1.3.OİP (ERP) İlişkili Beyin Dalgası Türleri ve Unsurları : N1, P1, P2, P3	31
Şekil 1.4. Rasyonel Ve Sezgisel Karar Vermeden Sorumlu İkili Nöral Patika-Temporal ve Parietal Loblar	37
Şekil 1.5. EEG Ritimlerinde Gözlemlenen Farklı Dalgalar Ve Sıklıkları	43
Şekil 1.6. EEGYönteminde Uluslararası 10-20'lik Elektrot Yerleştirme Sistemi	44
Şekil 2.1. Arz ve Talep Eğrileri, Denge Fiyat ve Miktar	48
Şekil 2.2.: x ve y ürünleri arasındaki seçim için çoklu referans noktaları	75
Şekil 2.3. Kayıptan Kaçınma davranışının Farksızlık Eğrileri ile Grafikleştirilmesi	75
Şekil 2.4 Beklenen Değer, Beklenen Fayda ve Umut Teorisi'nin Öznel Değer ve Olasılık Ağırlık Fonksiyonları Üzerinden Karşılaştırılması	81
Şekil 3.1. Sanal Borsa Ekranı'na Ait Ekran Görüntüsü	99
Şekil 3.2. SOM Kümeleme Analizinin Kapsama Alanı ve Yapay Sinir Ağlarının 3 Boyutlu Çalışma Prensibi	129

GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 3.1. KatılımcılarınP300 OİP'ne Ait Grafikler(-100 ile 1000 ms epokları) ile Topolojik Haritaları(250.-600. ms arası) ve Kruskal Wallis Test Sonuçları	102
Grafik 3.2. 21 Katılımcıya aitC3, C4, F3 ve F4 Elektrotlarının Katılımcılar Bazında Yaratılan SOM Algoritma Sonuçları	129
Grafik 3.3. Katılımcıların Rasyonel ve Sezgisel Strateji Kullanım Dağılımı	136
Grafik 3.4.Strateji(Rasyonel ve Sezgisel) (strategy), Alınan İpucu Sayısı (numb_cue), P300 Amplitüt (maks)	136
Grafik 3.5.Strateji, Alınan İpucu, Ayırt Edici Değer (discvalue)	137
Grafik 3.6.P300 Amplitüt, Alınan İpucu, Ayırt Edici Değer (discvalue)	137
Grafik 3.7. Strateji, Ayırt Edici Değer (discvalue), P300 Amplitüt	137
Grafik 3.8. Katılımcı Bilgisi, Alınan ipucu sayısı ve Kararın Gecikmesi	138
Grafik 3.9. P300 Amplitüt, Karar Gecikmesi, Alınan İpucu Sayısı	138
Grafik 3.10. Cinsiyet , Katılımcı Bilgisi, Alınan İpucu Sayısı	139
Grafik 3.11. P300 Amplitüt, Cinsiyet ve Alınan İpucu Sayısı	139
Grafik 3.12. P300 Amplitüt, Yaş ve Alınan İpucu Sayısı	139
Grafik 3.13. P300 Amplitüt, Bölüm ve Alınan İpucu Sayısı	140
Grafik 3.14. P300 Amplitüt, Gelir, Alınan İpucu Sayısı	141
Grafik 3.15. Katılımcı Bilgisi (id), Beck Umutsuzluk Ölçeği (bu) ve Özgüven Ölçeği	141
Grafik 3.16. Alınan İpucu, Beck Umutsuzluk Ölçeği ve Özgüven Ölçeği (selfconf)	142
Grafik 3.17. P300 Amplitüt, Beck Umutsuzluk Ölçeği ve Özgüven Ölçeği	142
Grafik 3.18. Katılımcı Bilgisi, Beck Umutsuzluk Ölçeği, Finansal Okuryazarlık Ölçeği (finlit)	142
Grafik 3.19. Alınan İpucu, Beck Umutsuzluk Ölçeği, Finansal Okuryazarlık Ölçeği	143
Grafik 3.20. P300 Amplitüt, Beck Umutsuzluk Ölçeği, Finansal Okuryazarlık Ölçeği	143
Grafik 3.21. Katılımcı Bilgisi, Özgüven Ölçeği, Finansal Okuryazarlık	144
Grafik 3.22. Alınan İpucu, Özgüven Ölçeği, Finansal Okuryazarlık	144
Grafik 3.23. P300 Amplitüt, Özgüven Ölçeği, Finansal Okuryazarlık	144

1.GİRİŞ

19.yy'da Alfred Marshall'ın *Pure Theory of Foreign Trade and Pure Theory of Domestic Values* (1879a, 1879b) ve *Principles of Economics* (1890) çalışmalarında son şeklini verdiği "Marshalian Çapraz Diagramları[1]", o dönemin fiyat ve değer ile arz ve talebin dengesine yönelik paradigmalarında kabul gören ancak sonrasında K. Marx'ın *Das Capital* (1867)'inde geliştirmiş olduğu ve bu paradigma tarafından derin eleştirilere maruz kalacak olmasına rağmen, değer ve dolayısıyla fiyata bağlı iktisadi tartışmaları veya bir diğer deyişle kartezyen sistemde X ve Y eksenleri aracılığıyla analitik düzlemine taşımış, bu sayede dengenin ölçümüne her durum için ortak bir zemin hazırlamıştır. Tabii ki burada arbitrajcıların izin verdiği ölçüde bir dengeden söz etmek mümkündür (Lee, 2001). Tez kapsamında, analizlerimizin fiyat oluşumu üzerine kurgulanması öncelikli olarak tüketici ve üretici açısından fiyatın piyasada nasıl geliştiğine dair açıklamalar yapılmasını gerektirmektedir. Çapraz diyagramlar, tüketici(ler), bir diğer deyişle talep yönünde, zımni olarak fiyat(lar) üzerinden kendi içsel fayda-maliyet analizinlerini geliştirlerken, arz tarafında eşanlı olarak, üretici(ler) ürettikleri üründen fayda-maliyet analizi sonucunda bekledikleri kâra yönelik fiyat zammı (mark-up) güçlerine göre ortaya çıkan bir gerçekleşme olarak kabul edilmektedir (Thaler, 1985). Kısaca, *denge fiyat olgusu*, bağımlı ve bağımsız değişken olgusunun birbirinden ayrılamadığı eş anlı denklem sisteminde her iki taraf için razı olunan düzeyin (ki bu düzey zımni bir fayda-maliyet olgusunun neticesidir) gerçekleşmesi olarak tanımlanabilmektedir (Humphrey,1992; Marx 1867).

Bahsedilen iktisadi analiz yöntemi tüketici ve üreticinin denge fiyat ve miktar arayışlarında daha yüksek veya daha düşük bir düzey belirleme olasılıklarını da içermesinden ötürü temel birtakım riskler taşımaktadır (Eroğlu, 2012; Tseng 2006). Bu riskler, *2008 Global Finans Krizi*'nde, kendisini makro anlamda hissettirmiştir. Piyasa, alıcı ve satıcıların bir araya geldiği, denge fiyat üzerinden bir mal veya hizmete dair alım veya satım hususunda uzlaştığı platform olarak tanımlanabilecektir. Birçok iktisadi ve finansal modelde kabul edildiği üzere tüketici, karar verici veya yatırımcı varsayımsal olarak rasyonel kabul edilmektedir. Bu piyasalarda yatırım yapan kişilerin, tam bilgiye sahip rasyonel kararlar verebilen bireyler olarak kabul edilmesi ile *Wall Street*'te trilyon dolar tutarındaki riskli varlıkların (toksik) finansal endüstri tarafından piyasaya sürülürken alıcı tarafta duran bu yatırımcıların istatistiki ve mantıksal süzgeçten geçirmek suretiyle bu kararları nasıl aldıklarına dair yapılan açıklamalar arasında çelişkiler bulunmaktadır (Nelson ve Katzenstein, 2014). Elbetteki, eğer Warren Buffet gibi büyük bir fon yöneticisi ve dolayısıyla ortalama maliyet stratejisi yapma gücüne sahip

[1]Marshalian Çapraz Diagramları, arz ve talebe ait fiyat ve miktar bilgilerinin yatay ve dikey eksende yer aldığı ve bu iki büyüklük arasındaki denge fiyat ve miktar ilişkisinin gösterildiği diagramlardır.

değilseniz. Ayrıca, 2014 yılında CNN Money'e verdiği röportajdaki gibi *"Düşerken satın almayı seviyorum, daha çok aşağı gittikçe, daha fazla almayı daha çok seviyorum sözünü"* gerçekleştirecek parasal veya fonlama imkânına sahip değilseniz, dolayısıyla kısa vadede batık maliyetlere katlanabilecek gücümüz yoksa ve yine aynı röportajda ifade ettiği gibi *"Bildiğiniz birşeye yatırım yapmıyorsanız, o zaman kumar oynuyorsunuzdur"* demektir. Bu ifade, aslında bugün seans salonlarında ve eş-dost ortamlarında bilgi dağarcığını göstermek için yapılan ayak üstü konuşmalarda sıkça kullanılan "Borsa Oynuyorum" ifadesine karşılık gelmektedir.

Borsa (pay alım-satım piyasası)'nın bir oyun masası değil! birikimlerinizi değerlendirebileceğiniz yüksek oynaklık düzeyine sahip bir işlem ve yatırım platformu olarak kabul görmesi gerekmektedir. Tüm bu ifadeler ışığında şu soruyu sormak kaçınılmazdır: Kitleleri istatistiki ve mantıksal karar veme mekanizmalarının yetersiz kaldığı yerde hangi güdüleri yönlendirmektedir? Örüntü Gözümüz mü? Yoksa Hedonik dürtülerle uyarılan sezgisel karar verme mekanizmamız mı? Ve bu yanlılıkların elektrofizyolojik çıktıları nelerdir? Peki, risk alma eğilimimizin geri planında hedonik dürtülerle sezgisel karar verme mekanizması mevcutsa, haz seviyemizi, mutluluk düzeyimizi, değer ve normlarımızı hangi kıyasalama üzerine inşa edeceğiz? Zirâ, bilindiği üzere *Hedonik* yaklaşımda gelir düzeyindeki artış ile mutluluk arasında *Eastern Paradoksu*'nda belirtildiği üzere bireylerin farklı çevresel faktörlerden etkilenerek oluşturduğu norm ve değerler dolaysıyla farklı haz düzeyleri mevcuttur. *Eastern Paradoksu,* yukarıda eleştirilen rasyonel bireyin yatırım davranışına da bir eleştiri olarak kabul edilebilir. Zirâ, bir finansal varlığı etkileyen olaylara dair bireylerin subjektif olarak olasılık katsayıları ataması ve risk-getiri ilişkisi kurması söz konusu olmaktadır. O halde bireyin tam bilgiye sahip olması ve rasyonel yatırımcı profiline uyması söz konusu olsa bile, küresel ve formel bir model ile düşüş/yükseliş olasılık katsayısı tayin etmek imkânsız görünmektedir (Metzger, v.d., 2010; Gilovich v.d., 2002; Solomon, 2014).

Denge noktasında, miktar ve fiyatın birbirlerini iki yönlü etkilediği tartışması, risk ve getirinin arasında teorilere ve dolayısıyla modellere dâhil edilmektedir (Treynor, 1962; Sharpe, 1964; Lintner, 1965a, 1965b). Günümüzün hâkim *yorumsamacı (interpretivist)* ve *işlevselci-pozitivist (functionlist-positivist)* paradigmalarına dayalı finansal matematik ve finansal iktisat modellerinin tamamında, başta basit ve bileşik faiz ile bu faiz oranlarına dayalı faiz kazancı, oynaklık (risk) ve getiri arasında ilişkin birtakım değişkenlerle temsil edilmekte ve bu yolla katsayı ve parametrelere yönelik tahminler, ölçümler ve istatistiki bulgular yaratılmaktadır. Bu modeller, makro ve mikro iktisadi büyüklüklerden, sermaye ve finans piyasalarını kapsayan geniş bir yelpazede ölçümler geliştirmekte ve politika önerileri sunmaktadır (Rao, 2019). Bu çalışmaların tamamı, oluşturulan tek veya birden çok finansal varlık içeren finansal yatırım kararlarında risk ile getiri arasında pozitif korelasyona işaret etmektedir. Dolayısıyla bir finansal yatırımcının verdiği kararın risk ile getiri arasındaki fonksiyonun konvekslik ve konkavlık

düzeyine bağlı olarak ölçülen perfromansı, risk miktarını arttırarak getiriyi de birinci dereceden homojen katsayılı (risk miktarının bir birim artarken getiri miktarının aynı oranda artması veya risk azaltılırken getirinin aynı oranda azaltılması) olarak anlaşılmaması gerekmektedir. Bu çalışma kaspamında, risk ve azalan belirsizlikler altında katılımcıların uyaranların yarattığı elektrofizyolojik değerlerin gelişimine ait belirli kriterlere bağlı rasyonel veya sezgisel temelli kararları ele alınacak istatistiki modeller dâhilinde değerlendirilmektedir.

Risk ile getiri arasındaki oransal ilişkiden yola çıkarak, iki varlıklı basit bir portföyde, farklı risk alma iştahı ile getiri/kazanç ve kayıp miktarları arasındaki üç farklı senaryonun ortaya çıkması muhtemel olmaktadır. Birinci ve başarılı performans senaryosu, alınan risk miktarı sabit iken getiri (kazanç) miktarının artma eğilimi göstermesi, ikinci başarılı performans senaryosu, alınan risk miktarı azalırken getiri miktarının sabit kalması veya kayıp miktarının görece daha azalıyor olmasıdır. Üçüncü ve en istenmeyen başarı senaryosu ise risk miktarı artarken gerçekleşen veya beklenen getirinin eşit misli bir oranda artış göstermesi olarak tanımlanabilmektedir. Burada kastedilen durumun farklılığı, yukarıda değinilen birinci dereceden homojen katsayılı olarak risk ile getiri arasında eş miktarda değişimlerin olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu varsayımların tamamı etkin portföy doğrusu ile portföy getiri eğrilerinin eğimlerinin eşit olduğu ve birbirlerine temas ettikleri *Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli* (Sharpe, 1964) ile *Etkin Piyasalar Hipotezi* (Fama ve French, 2004)'nde yer almaktadır.

Yukarıda kurgulanan risk ile getiri arasındaki üç senaryoya ait gerçekleşmelerden ilgili tezin amacını yansıtacak en net olanı üçüncü ve en istenmeyen senaryo olup, katılımcıların tezin çıkış noktası olan Rasyonel Ağırlıklandırılmış Eklemeli Karar stratejisi ile Sezgisel En İyiyi Seçme Karar stratejisi üzerinden, simülasyonlar ile geçerlilik değerleri sınanması amaçlanmaktadır. Simülasyon kapsamında Dolar/TL paritesine yönelik teknik indikatörler aracılığıyla sağlanan ipuçları, Kahneman ve Tversky (1972; 1979) *Umut Teorisi* kapsamında sezgisel ve rasyonel karar stratejisinde yatırımlarına yönelik geliştirdiği beklenti veya umuduna dair insan düşünce, inanış sisteminin bilişsel (cognitive) dinamikleri incelenmektedir.

Ayrıca tezde, uyaran (stimulus) sayısı, uyaranın ayırt edici değeri ile özniteliklerine bağlı olarak katılımcıların olay ilişkili potansiyellerin topolojik ve zaman boyutundaki yarattığı elektrofizyolojik gelişmeler incelenmektedir (Fiegenbaum ve Thomas, 1985).

Günümüz modern finansal ekonomi anlayışı, ölçüm araçlarının gelişmişlik düzeyi ile paralel olarak finans ve sermaye piyasalarında alınan pozisyonlar veya verilen kararların, bilgisayar ve işlem arayüzleri başında verilen psikolojik harp ve yatırım yapma becerisine dair açıklamalarda, kişinin bilinç düzeyinde temel ve teknik analiz yeteneği ile fiyatları öngörebilme becerisinin kazanç üzerinde %20 gibi düşük bir düzeyde belirleyici olduğunu kabul etmektedir. Bu moedeller, etkin kararların %80'lik kısmının psikolojik dinamiklere sirayet eden değişkenlere

ait parametrelerin etkisi (piyasa bozucu spekülasyon ve manipülasyona dayalı fiyat hareketleri) altında olduğuna ve beklentilerle uyarlamalı psikolojik seviyelerin yönlendirdiği yatırım kararlarının önemine değinmektedir. Piyasa iniş ve çıkışlarından etkilenmeden stratejisine sadık kalan yatırımcıların daima (orta ve uzun vadede) pozisyonlarını kazançlı biçimde kapatmalarına neden olan en önemli etkendir. Piyasa oynaklıklarına bağlı panik alış ve satışların yarattığı sürü hareketlerinin etkisiyle içgüdüsel ve yanlılıklardan ibaret sezgisellikler ile pozisyonların alınması veya kapatılması bu tez kapsamında aydınlatılmaya çalışılmaktadır. Tüm bu açıklamalara yönelik tespitleri, kararlara yönelik öncül ve ardıl anketler, birtakım rasyolar üzerinden yaratılacak parametreler ile geliştirmek mümkün olmaktadır. Ancak nörobilim, radyoloji bilim, Elektroensefalografi (EEG) görüntüleme alanlarında çığır açan gelişmeler, yatırımcının finansal işlemler esnasında anlık olarak bilgi ve becerisini genototip ve fenototip yapısına uygun olarak tutum ve davranışlarına yansıtıp yansıtmadığını ölçmemize imkân vermektedir. Bu kapsamda çalışmada, oluşturulan yatırım simülasyonları aracılığıyla, azalan belirsizlikler altında (ipucu geçerliliklerine göre sıralanan bilgi paketlerinin katılımcılara aktarılması), katılımcıların karar verme meknanizmalarının ve risk eğilimlerinin EEG yöntemiyle fizyolojik olarak tanımlanması, katılımcı ve ipuçlarına ait detaylı analizler, bulgulara yönelik önerilerin geliştirilmesi ve hesaplanan parametreler ile anlamlı değişkenlerin bilişsel hesaplama analiz modellerine girdi olarak sunulması amaçlanmaktadır.

1.1. Davranışsal Modellerin İktisadi ve Finansal Temelleri

Rosenbaltt (1958), beynin organizasyon yapısına yönelik olarak yapmış olduğu çalışmasında şu ifadelere yer vermektedir:

"*Eğer, sonunda, üst düzey organizmaların, algısal tanıma, genelleştirme, yeniden çağırma ve düşünme kapasitelerini anlamaksa amacımız, ilk olarak üç adet temel sorunun cevaplanması gerekmektedir.*

1. *Biyolojik sistemler tarafından, fiziksel dünyaya ait bilgiler nasıl algılanmakta veya tespit edilmektedir?*
2. *Ne tür bilgiler depolanmakta veya hatırlanmaktadır?*
3. *Depolanan veya hafızaya atılan bilgiler tanıma ve davranışı etkilemektedir*?" (Rosenbaltt, 1958, s. 386)

"*Teorik ekonominin fonksiyonlarından birisi, tamamiyle eklemlenmiş ve yapay ekonomik sistemlerin olduğu laboratuvarlar olarak hizmet eden politikaların ……..test edilebildiği yerlerdir*" (Lucas, 1980, s.696).

Dolayısıyla, iktisat ve finans birer pozitif bilim dalı olarak, gerçek hayata dair olguların, matematiksel denklemler yardımıyla kurulan basit modeller üzerinden yorumlanması amacını taşımaktadır.

İktisat Bilimi'nin alt dallarınan birisi olarak;

> *"Parasal İktisat, reel iktisadi değişkenlerin toplamsal büyüklükleri ile (reel çıktı, reel faiz oranları, işsizlik, reel döviz kurları) ile nominal değişkenler (enflasyon oranı, nominal faiz oranı, nominal döviz kuru, para arzı) arasındaki ilişkileri incelemektedir"* (Carl, 2010, s. 27).

Parasal İktisat'ın ampirik modellere dayalı kantitatif sonuçlar ortaya koyan önemli modellerden birisi Tobin (1970)'in, parasal büyüklükler ile reel çıktı arasındaki pozitif korelasyonun varlığını ilk olarak ortaya koyduğu çalışması olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmanın devamı olarak, Lucas (1972) *Rasyonel Beklentiler Teorisi* 'nin kurucusu olarak, parasal olayların reel makro iktisadi değişkenleri belirleyebildiğini gösteren *Reel Ekonomi Döngüler*'in mevcudiyetini gösteren çalışmasını gösterebiliriz. Sonrasında, Kydland ve Prescot (1982) Reel İş Çevrimi Teorileri ile parasal iktisadın ayrı bir alan olarak ortaya çıkmasında rol oynamıştır (Carl, 2010).

Para teorisi ve politikaları, makro iktisadi ve makro finans değişkenlere ait parametrelere dair yapılan ampirik bulgular ve politika önerileri üzerinden iktisadi yaşamı şekillendirmektedir. Para teorisi ve politikalarının ekonomideki sorunu teşhisi, bu konuda politika aracının geliştirilmesi ve uygulanması aşamasında birtakım kısıtlara tabii olmaktadır. Modigliani ve Miller (1958) çalışmasında ele aldığı üzere ekonomide borçluluk (finansal kaldıraç) ve özsermaye arasındaki ilişkiyi yansıtan finansal yapı oranları, ekonomik ajanların yüksek finansal kaldıraç (borçlanma) veya ülkedeki gelir ve faiz oranları ile şekillenen tasarruf düzeyine bağlı olarak olgunlaşan özsermaye ile iktisadi faaliyette bulunma eğilimleri, toplumun risk alma ve riskten kaçınma derecelerine bağlı olduğunu savunmaktadır. Para politikası otoritesinin elinde bulunan *Faiz Oranları, Açık Piyasa İşlemleri, Döviz Alım-Satım İşlemleri, Reeskont Faiz Oranları, Zorunlu Karşılık Oranları* gibi para politikası araçları ile yönlendirilen iktisadi hayat, başta firmalar olmak üzere hanehalkları olmak üzere, hükümetlerin bu yöndeki acı reçetelerine maruz kalmasına yol açmaktadır. Bu reçeteler, yukarıda bahsedilen modeller üzerinden zaman, yatay kesit ve panel veriler üzerinden örneklemler alınarak uygulanan birtakım istatistiki ve ekonometrik metotların kısıtları altında şekillenmektedir.

Elbetteki, Thaler ve Sunsteins (2008) tarafından *Seçim Mimarı (Choice Architect)* isimli çalışmalarında, politika belirleme erkini elinde bulunduran politika yapıcının, toplumun özellikle orta ve alt gelir grubundan bireylerin yanlış politikalar üzerinden maruz kalacağı negatif etkileri en aza indirmek, bu politikalara gösterilen direnç seviyesini düşürebilmek ve bu politikaların çıktılarını *istiap düzeyine (load limit)* çıkarabilmek adına, insan düşüncesinin ve sezgiselliğinin tam olarak anlaşıldığı modeller üzerinden politikaların kurgulanması gerektiğini

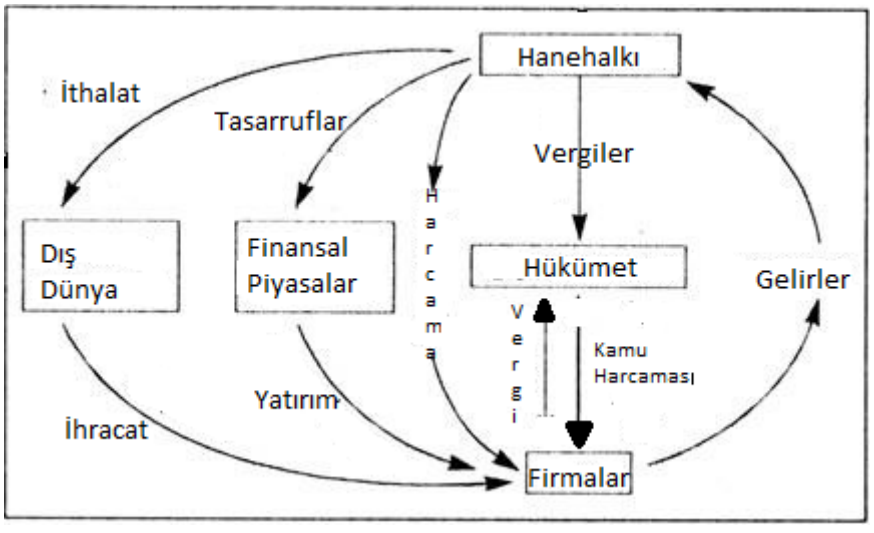
belirtmektedirler. Ayrıca, Lucas'ın çalışmalarından hareketle şunu belirtmek gerekir ki, Sargent ve Wallace (1975) tarafından geliştirilen *Politika Etkisizlik Önerisi (Policy Ineffectiveness Proposition)*'nin aşılması ve Lucas (1976) *Lucas Eleştirisi (Critique)'* nin yerindeliği, uygulamada doğacak gecikmelerin ve uygulanacak politikaların etkinliğinin arttırılması, toplumun iktisadi uyaranlara karşı bekleyişleri ile tutum ve davranışlarının tam olarak anlaşılması ve en doğru iktisadi modellerin geliştirilmesi ile mümkün olmaktadır (Özatay, 2011).

Lucas (1976) *Lucas Eleştirisi* olarak literatürde yer alan bu kavram politikaların değişmesi ile mevcut iktisadi ortamın dinamiklerini dikkate alarak ekonomik ajanların beklentilerinin sabit kalacağı ve politikaların etkilerinin mevcut iktisadi ortamın dinamikleri üzerinden gelişeceğine dair algılayışın ve bunlara bağlı olarak kurulan ekonometrik modellerden elde edilecek ampirik bulguların politika yapıcıları yanlış hesaplamalara götüreceğini savunmuştur.

Para politikasının netice olarak hedef aldığı ekonomik büyüme oranları, ekonominin basit keynesyen modeline ait aşağıdaki genel denklem üzerinden kurgulanmaktadır:

$$Y= C+I+G+(X-M) \quad (1)$$

Denklemde, *gelir; Y*, *tüketim harcamaları; C*, *özel sektör yatırım harcamaları; I*, *kamu harcamaları; G*, *net dış ticaret; X-M* ile temsil edilmektedir. Burada kamu ve özel sektör yatırımlarına gerek şart, yeterli fonun en uygun vade ve faiz oranından temin edilebilmesidir. Hanehalklarının tasarrufları ve uluslararası fonlar finansal piyasalar aracılığıyla ülke ekonmisine entegre olabilmektedir. O halde, ekonomik büyüme için gerek şart, belirli düzeyde derinlik sağlanmış ve piyasa katılımcılarının tutum ve davranışlarının düzgün biçimde modellenebildiği bir finansal piyasanın varlığı olacaktır.



Şekil 1.1. Klasik Dışa Açık Bir Ekonomide İktisadi Ajanlar ve Bu iktisadi Ajanlar Arasındaki İlişkilerin Akış Diyagramı (Dutta, 2018, s.4)

Dolayısıyla, iktisadi politikaların gerek reel ekonomi gerek finansal ekonomi üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak yaratacağı etkilerin doğru modellenmesi ve tahmin edilmesi

gerekmektedir. Örnek olarak, *2008 Küresel Finans Krizi*'nin sistemik etkilerinin nedenlerine yönelik araştırmalardan başlayarak, kriz neticesinde uygulanan politikaların iktisadi ve finansal ajanlar üzerindeki etkinliklerinin ne boyutlarda olacağının ve politikaların buna göre şekillenebilmesinin gerek koşulları bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi, birbirlerinden genetik ve epigenetik[2] açıdan farklılıklar taşıyan, heterojen grupların ve hatta bireylerin, düşünce sisteminin ve zihinsel yapısının doğru modellenmesi olmaktadır. Bir diğer önemli koşul, para ve maliye politikalarının tespiti öncesinde, piyasalarda meydana gelecek şoklara verebilecekleri tepkilerin simülasyon modelleri ile kurgulanması, böylece heterojen bireylerin veya grupların uygulamaya alınan politikalara verebeilecekleri tepkilere dair bir geniş ve doğru modellenmesi ile oluşan bir anlayış ufkunun sunulması olmaktadır.

Aşağıdaki tabloda, literatürde geleneksel finans ve iktisat teorilerinin tarihsel süreçte oluşan karmaşık yapısına ışık tutulmaya ilgili teori, kuram ve modeller kronolojik olarak ele alınmaya çalışılmaktadır.

[2]Epigenetik bilimi DNA'ların dizliminde değişiklikler olmaksızın kalıtımsal rolü olan farklı mekanizmaların varlığını kabul etmektedir (Deviren ve Buyru, 2018).

Tablo 1.1. Geleneksel Finansal ve Finansal İktisat Teorileri

Araştırmacının Adı	**Çalışmanın Adı (Yılı)**	**Çalışmanın Katkısı**
Daniel Bernoulli	Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk (1738, çeviri 1954, yazım 1731-1732)	Risk'in ölçülmesi ve Geometrik Anlamı ile portföy teorisi ile sigorta teorisinin temelleri atılmıştır.
John Stuart Mill	Essays on Some Unsettled Questions of Political Economy (1844) Essays on some Unsettled Questions of Politcal Economy (1848)	1829-1830 yılları arasında yazılan 5 adet makalenin toplandığı bu kitapta, İktisadi Adam veya Homoeconomicus düşüncesi ortaya atılmıştır.
Jyon Von Neumann, Oskar Morgenstern	Theory of Games and Economic Behavior (1944)	"Beklenen Fayda Hipotezi" ile gerçek hayatın karmaşık genel fayda teorisinin ilk kez basite indirgenerek aksiyomlaştırılması
Harry Markowitz	Portfolio Selection (1952)	Yatırım sürecinde sistematik olmayan riskin, portföye farklı risk düzeylerine sahip varlıkların dâhil edilerek çeşitlendirme yoluyla azaltılmasının aksiyomlarını geliştirmiştir.
Jack Treynor, John Lintner, William Sharpe, Jan Mossin	Toward a Theory of Market Value of Risky Assets (Treynor, 1962) The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets (Lintner, 1965a) Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification (Lintner, 1965b) Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under CondiThe Capital Asset Pricing Model Under Conditions of Risk (Sharpe, 1964). Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli (Capital Assset Pricing Model) (Mossin, 1966)	Sermaye Varlıklarını Fiyatlama Modeli (CAPM), finansal varlığın piyasa ile olan ilişkisinin ne düzeyde olduğunu gösteren parametre olanbeta katsayısı ve etkinlik sınırı (maksimum getirilerin oluşturduğu risk getiri eğrisi) analizi verili bir beklenen getiriye (portföydeki varlıkların ortalama getirisi) bağlı olarak, portföye farklı risk düzeylerinden varlıkların hangilerinin dâhil edilmesi gerektiğini geometrik, kalkulüs ve cebirsel bir bakış açısıyla kazandırmıştır.
Eugene Fama	Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work (1970)	Finansal piyasaları *zayıf*, *güçlü* ve *yarı-güçlü* formlara ayırmış, *etkin piyasalar hipotezi* üzerinden piyasadaki hisse senedi fiyatların, erişilebilir bilginin tamamını yansıttığını ifade etmiştir.

Kaynak: Kapoor ve Prosad, 2017, s.51; Stearns, 2000, s.221:227; Mill, 1844-1848 ; Von Neumann ve Morgenstern, 1944; Perold, 2004, s.4; Markowitz, 1952; Sharpe, 1964; Treyner, 1962; Lintner, 1965a-1965b; Mossin, 1966; Fama, 1970.

Tablo 1.1, Kapoor ve Prosad (2017)'den esinlenerek ve geliştirilmek suretiyle hazırlanmıştır. Tabloya dâhil edilebilen finansal ekonomi modellerinin özellikle 1940'lardan günümüze kadar tamamı yatırımcıların ne düzeyde risk tercihlerinin olduğu (risk seven veya

riskten kaçınan), hiyerarşik olarak belirli risk ve belirsizlik düzeyleri altında ne tür kararlar vereceğine dair açıklamalar getirmektedir (Perold, 2004).

Davranışsal Finans ve İktisat teorileri geleneksel finans teorilerinin piyasaların risk ve belirsizlik altında gelişimlerine dair açıklamalarına birey bazında bilişsel, psikolojik ve insan olmanın getirdiği rasyonellik, sezgisellik ve yanlılıkları da dikkate alan daha mikro çapta ama detaylı açıklamalar getirmesi açısından önem arz etmektedir. Bu amaçla Tablo 1.2'de bu alanda yapılan çalışmalara dair kısa bir literatür özeti sunulmaktadır.

Tablo 1.2. Davranışsal Finans ve İktisat Teorileri

Araştırmacının Adı	**Çalışmanın Adı (Yılı)**	**Literatüre Katkısı**
George Charles Selden	Psychology of Stock Market (1912)	Borsada işlem gören hisse senetlerindeki fiyat hareketlerinin, aşırı derecede ruhsal tutumlara bağlı olduğunu gösteren ilk çalışmalardandır. Piyasalar ile insanların çift yönlü etkileşim içerisinde olduğundan bahsetmiş. Piyasada spekülatif ve yatırımcı ayrımını net biçimde yapmış, spekülatif balonların insanların bazı dürtülerinin neden olduğuna değinmiştir.
Herbert Simon	A behavioral model of rational choice (1955)	Rasyonel birey kavramına eleştirisel bir yaklaşım olarak "Sınırlı Rasyonelite" ye ait kavramlaştırmıştır. Bilgi işleme süreci aslında bir optimalite yaratma değil kısıtlı zaman, bilgi ve hesaplama kapasitesi altında tatmin edici bir cevap yaratma sürecidir.
Leon Festinger	A Theory of Cognitive Dissonance (1957)	Bireyin tutum ve davranışlarını senkronize eden bir içsel denetim mekanizmasının varlığından bahsetmiştir. Bilişsel uyumusuzluk, tutum, inanç ve davranış arasındaki çatışmayı ifade etmektedir. Kişinin bilişsel olarak durumları ve bilgileri sürekli olarak reddetmesinin uyumsuzluğun artmasına yol açacağı belirtilmiştir.
John W. Pratt	Risk Aversion in the Small and in the Large (1964)	Paranın fayda fonksiyonu ile mutlak ve global riskten kaçınma formülü üzerinden diferansiyel denklemler, konkavlık ve konvekslik argümanlarını kullanarak lokal ve global riskten kaçınma kavramlarını geliştirmiştir.
Daniel Kahneman ve Amos Tversky	Availability: A Heuristic for Judging Frequency and Probability (1973) Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases (1974) Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk (1979) The Framing of Decision and the Psychology of Choice (1981)	Erişilebilirlik Sezgiseli-Yanılgısı (Availability Heuristic-Bias), verilen senaryonun kişiler için daha belirgin veya göz önüne getirilebilir olması, üzerine tasarlama yapabiliyor olması, bireyleri olayın gerçekleşme olasılıklarını daha fazla tahmin etme yanlılığına itecektir. Temsil Yanılgısı (Represantative Heuristic), referans noktalı ayarlamalı kısa yol (adjustment and anchoring) yanlılıkları ile belirsizlik ve risk altında kişilerin belirli yanlılıklar içeren sezgisel karar mekanizmalarını incelemişlerdir. Çerçeve Yanılgısı (Framing Bias), insanların bir olayın sunuş şekline bağlı olarak rasyonel karar verme stratejisinin manipüle edilebilieceğini göstermişlerdir.

Tablo 1.2(devamı)

Richard Thaler	Mental Accounting and Consumer Behavior (1985)	Zihinsel Muhasebe (Mental Accounting) kavramıyla bireylerin ve hanehalklarının finansal aktivitelerini (yatırım, gıda ve giyecek harcaması vb.) organize etmek, değerlendirmek ve takip etmek üzere oluşturdukları bir bilişsel durumların varlığı gösterilmiştir. Harcanan para tutarının veya kayıp durumlarında eşit miktarların olması durumunda sayılan mental sınıflandırmalara göre insanlar belirli seçimleri daha acı verici bulacak ve uzak duracaktır.
Vernon Smith, Gerry Suchanek, Arlington Williams	Bubbles, Crashes, and Endogenous Expectations in Experimental Spot Asset Markets (1988)	Hisse senedi değerleme modellerine ait teorilerin bir hisse senedinin cari piyasa fiyatının kar payı ödemelerinin bugüne indirgenmiş değerine yakınsayacağını söylemektedir. Rasyonel beklentilerin geçerli olduğu ve yeni gelen bilgilerle uyarlanan kar payı beklentileri söz konusu ise bu geçerlidir. Fakat mevcut teoriler, rasyonel beklentiler altında, riske göre uyarlanmış kar payı değerlerinde yaşanan sapmaları geçici olarak sürdürlebilir biçimde modelleyebilsede, hisse senedinin fiyatının beklenen kar payına göre arbitraj işlemleri ile yakınsaması nedeniyle oluşan beklenmeyen karlar dolayısıyla kalıcı olarak sürdürülememesi nedeniyle mevcut teoriler bu süreyi modellemekte yetersiz kalmaktadırlar. Çalışmanın asıl sorusu bu düzeltme sürecinde fiyat balonlarının oluşup oluşmadığıdır. Sonuçlar, kar payı beklentileri ile fiyatların zaman içinde uyarlama sergilediği yönündedir. Ayrıca, işlem yapanların zaman içerisinde farklı denemeler itibariyle deneyimlerinin artması ile risk düzeltme ve rasyonel beklentiler dengesine ulaştığını göstermektedir.
Hersh Shefrin, Meir Statman	Behavioral capital asset pricing model (1994).	Gürültücü yatırımcı (noisy trader) ve bilgi yatırımcılarının (information trader) birarada bulunduğu piyasa dinamikleri için bir varlık fiyatlama teorisi geliştirmişlerdir. Burada, ortalama-varyans etkin sınır analizlerinde, gürültücü yatırımcıların bilişsel yanlılıklara sahip ve bayesian olmayan bir strateji izlediği kabul edilirken, bilgi yatırımcıları için böyle bir varsayım yapılmamıştır ve bu yatırımcıların bayesian bir strateji izlediği kabul edilmiştir.
Richard Thaler ve Cass Sunsteins	Nudge (Dürtme) (2008)	Seçim Mimar (Choice Architect). İnsanların finansal bir cezalandırma ile istenen bir davranışın sergilenmesi için uyarılması veya zorlanması yerine, kararın kendilerin tercihi olduğuna inandırılması yönündeki bir teoridir.

Kaynak: Selden, G. C., 1912, s.1; Festinger, 1957; Pratt, 1964; Tversky ve Kahneman 1973-1974; Kahneman ve Tversky, 1979; Tversky ve Kahneman; 1981; Thaler, 1985; Smith v.d., 1988; Shefrin ve Statman, 1999; Mercenary Trader, 2010; Thaler ve Sunsteins, 2008; Chu, 2017.

Tablo 1.2, yine Kapoor ve Prosad (2017)'den esinlenerek ve geliştirilmek suretiyle hazırlanmıştır. Davranışsal Finans ve iktisat alanında yapılan çalışmaları ilk kez Selden (1912) *Psychology of Stock Market* isimli çalışmasına dayandırmak mümkün olmaktadır. Simon (1955)'un *Sınırlı Rasyonalite*kavramı ve Kahneman ve Tversky (1979)'nin *Umut Teorisi* hem davranışsal hemde nöroekonomik araştırmalarda sezgisellik ve rasyonellik üzerine yapılan

deneysel çalışmalarda teorik olarak öncülük eden öncül bir çalışma olarak kabul edilmektedir (Kapoor ve Prosad, 2017).

1.1.Araştırmanın Gerekçesi

" Belirsizlik altında, piyasa aktörleri ve politikacılar rasyonel hesaplama yerine diğer bazı metotları ikame ederler özellikle, aktörlerin kararları toplumsal geleneklerin oluşturduğu bir temele dayanmaktadır" (Nelson ve Katzenstein, 2014, s.361).

Finansal ekonomi modelleri içerisinde ele alınan risk değerlendirme ve risk yönetim yöntemlerinin, *2008 Küresel Finans Krizi* ve sonrasında ABD ve Avrupa'da bankaların risk yönetim departmanlarında bu yöntemlere dayalı olarak batan milyarlarca dolarlık paranın varlığı bu modellerdeki kapsayıcılığına dair eksiklikleri ortaya koymaktadır. Bu anlamda, risk yönetim modellerinin eksik yönü, tıpkı belirsizlik altında yukarıda belirtilen piyasa aktörleri ve politika yapıcılarının oluşturduğu gibi toplumsal geleneklere dayalı evrilmeye benzer biçimde, bir ilüzyon yaratılarak azaltılması mümkün olmayan belirsizliği yönetilebilir risklere dönüştürülmesidir. Modellerden kaynaklı bu eksiklik, insan davranışlarındaki yanlılıklar (sürü davranışı, batık maliyet yanılgısı, aşırı güven vb.) ile birleştiğinde piyasalarda yıkıcı etkiler yaratmaktadır. Çünkü, belirsizlik altında, profesyonel ve profesyonel olmayan yatırımcılar, öğrenme ve taklit etmeye dayalı yeni bir işlem yapma düzeni içerisine girmektedirler (Nelson ve Katzenstein, 2014). Tez'in metodoloji kısmında belirtilen ayrıca tezin başlığında geçen sürekli haber/bilgi akışlarına dayalı "Azalan Belirsizlikler…" kavramı ve çalışmanın amacı, bireylerin hem belirsizlik hemde risk altında karar alma süresince, ne düzeyde sezgisel yöntemlere başvurduğunu veya rasyonel temellerde ne miktarda hareket ettiğini nörolojik ve psikolojik bulgularla göstermek amacıyla tasarlanmıştır.

Yukarıda değinilen ve tezin teorik çerçeve bölümünde tartışılan rasyonel ve sezgisel tartışmaların tamamına dayanarak şunu söylemek mümkün olmaktadır: Sezgisel veya insancıl düşünce ve davranış sistemi, reel dünyanın karmaşık yapısını anlamaya yönelik kurulan belirli varsayımlara dayalı iktisadi ve finansal ekonometrik modellerin güvenilirliğini sarsacak gibi görünmektedir. Zirâ, ekonometrik modellerin en büyük kısıtlarından birisi de *hesaba katılmayan, gereksiz veya unutulan* olarak kabul edilen ve kalıntılar (residual) olarak kabul edilen değişkenler sebebiyle, ele alınan ölçüm yöntemlerinden elde edilen parametrelerin *En İyi Doğrusal Sapmasız Tahminci (BLUE)* özeliğinin ortadan kalkmasına ve dolayısıyla bu modellerden elde edilen parametrelerin ölçüm hatalarına sebep olan sonuçlara yol açması olmaktadır. Zirâ, modellerde yer alacak değişkenlerin sayısının arttırılması da bir çözüm önerisi olmamaktadır. Çünkü doğrusal çoklu bağımlılık probleminin ciddiyeti nedeniyle, *National Bureau of Economic Research (NBER)*'in 1920 yılında kurulduğu ilk günden bu yana yüzden fazla değişken içeren modeller

günümüzde iki veya üç değişkenli modellere kadar indirgenmiştir. Bu durumda, karar vericilerin genototip ve fenototip özelliklerini barındıran ikincil veri kaynakları üzerinden kurulan ekonometrik modellerin sonuçlarını destekleyecek klinik çalışmalara gerek duyulmaktadır. Nörolojik ve psikolojik klinik araştırma yöntemlerinden birisi olarak günümüzde en çok kullanılan EEG beyin görüntüleme yöntemi 1930'larda kağıt düzen üzerine baskılı sonuçların 20.yy'ın ikinci çeyreğinden bu yana, dijital dönüşümler sayesinde dijital sinyalizasyon tekniklerinin soyut kavramları anlamada daha somut yöntemler sunmasını takiben, iktisadi ve finansal araştırmalarda istatistiki ve ekonometri alanında yapılan çalışmalara ek olarak davranışsal iktisat ve davranışsal finans modelleriyle eş zamanlı kantitatif modeller sunma imkânı tanımaktadır (Collura, 1993).

Reel ekonomik faaliyetler ile finansal ekonomik faaliyetlerin bu denli entegre olduğu küresel piyasalarda, sistemik risklerin göz önünde bulundurulması ve piyasalar arası oynaklık, risk ve kriz geçişkenliklerinin (spillover) dikkate alınması önem arz etmektedir. Bu sebeple, piyasanın reel ve finansal tarafında duran iktisadi ajanların rasyonel, sınırlı rasyonel ve sezgisel karar verme mekanizmalarının en doğru, etkin ve hızlı biçimde modellenmesi gerekliliği doğmaktadır. Günümüz teknolojisi içerisinde, bu tür stokastik (rassal), eş zamanlı, hiyerarşik modeller bilişsel programlanabilir analiz yöntemleri ile geliştirilerek, krizlerin ve piyasa anomalilerinin teşhisi ve politika uygulamarındaki gecikmelerin ve hesap hatalarının en aza indirgenmesi mümkün olmaktadır. Çalışmadan elde edilecek, risk ve belirsizlik altında insan düşünce sistemine dair nörolojik ve psikolojik davranışsal açıklamalar, rasyonel ve insancıl düşünce yöntemlerinden birisiyle hareket etme temelinde geliştirilen *kompütasyonel (computational)* ve *bilişsel hesaplama (cognitive computation)* analiz yöntemlerine dayalı *yapay zekaların (artificial inteligences)* öğrenme ve uygulama kapasitelerinin arttırılmasına hizmet edecektir.

İktisat ve finans'ın birer pozitif bilim dalı olarak, gerçek hayata dair olguların, matematiksel denklemler yardımıyla kurulan basit modeller ile yorumlanması amacını taşıdığından daha önceki kısımlarda bahsedilmişti, devam eden kısımda bu amaçla iktisadi ve finansal karar verme analizlerinden *Analitik Analiz* ve *Programlanabilir Analiz*'lere dayalı olarak gelişen modellere dair birtakım tarihsel ve karşılaştırmalı açıklamalar sunulmaktadır.

1.1.1. Analitik Analiz

Analitik Analiz Yöntemleri, *Kompütasyonel Analiz* yöntemlerinin bilgisayarlar aracılığıyla yapılan hesaplama teknikleri ve yakınsama metotlarının öncesinde iktisadi olayların değerlendirilmesi ve parametre istatistiklerinin tahmin edilmesi adına günümüzde de iktisadi, yönetsel ve finansal karar modellerinde etkin olarak kullanılan analiz yöntemleri arasında yer

almaktadır. *Analitik Analiz Yöntemleri* kapsamında karar modelleri olarak *Markov Modeli, Karar Ağacı, Kesikli Zamanlı Simülasyon* ve *Dinamik Model* gibi metotlar yer almaktadır. Bu yöntemlerin her biri kendine özgü üstün yönlere sahip olmakla birlikte, bu modellerin çoğunda sapmasız, etkin ve istiktarlı tahmin sonuçlarının elde edilmesi için örneklem ya da gözlem sayısının oldukça büyük olması gerekmektedir. Böylesine büyük miktarda gözlem gerektirmelerine rağmen bu analiz modlelerinin birçoğuna tekrarlamalı (iterative) olayları ve zaman sürecini dâhil etmek mümkün olmamakla birlikte, zaman kesitine yönelik analizler açısından, incelenen zaman ufku olarak bu modeller dar kapsamlı kalmaktadır. Bununla birlikte, büyük miktarda gözlemlerin ele alınmasına rağmen, kritik değerlerin bootsrap vb. tekrarlamalı metotlara bağlı olarak elde edilememesi, karar verici düzeyinde bireyler ve gruplar arasında heterojenliğin varlığını belirlenememesi veya göz ardı edilmesi, alınan kararların rasyonel ve sezgisel stratejilerinin etkilerinin yanısmalarının dinamik olarak takip edilememesi gibi kısıtlar altındadır. Dolayısıyla, analize dâhil edilen değişkenlere ait parametre tahminlerinde *Analitik Analiz Yöntemleri*, havuzlaştırılmış veya gözlemler arası homojen istatistikler elde edilmesine imkân sunabilmektedirler. Bu sebeplerden ötürü, piyasalarda yatırımcıların heterojenliği ile ilgili herhangi bir analizi bu teknikler ile gerçekleştirmek ve eş anlı etkilerini gözlemlemek ve optimal karar stratejisinin ne olacağına karar verebilmek mümkün olamamaktadır (Silva, vd., 2016).

1.2.2. Kompütasyonel (Computational) Analiz ve Bilişsel Hesaplama (Cognitive Computation)

"Aklın kompütasyonel görünüşü, hesaplama ve bilincin arasındaki temel benzerlikler ile ilgili belirli sezgilere dayanır….. davranışı sembolik gösterimlerle hareket eden kurallar tarafından yönlendirilen doğru biçimde tanımlanan davranışları olan bilgisayarlar ve insan organizmalarının her ikiside fiziksel sistemlerdir " (Pylyshyn, 1980, s.1).

1970'lerin bilgi işleme paradigmalarına karşı olarak ortaya çıkan *Paralel Dağıtımlı Bilgi İşleme (Parallel Distributed Processing, PDP)* yaklaşımının geliştiricileri olarak kabul edilen Rumelhart ve McClelland (1986) çalışmalarında bilgisayarlar ile insanlar arasındaki daha akıllı olma tartışmalarına şu açıklamaları getirmektedirler:

"*İnsanları makinelerden daha akıllı (smarter) yapan şey nedir? Onlar (İnsanlar), kesinlikle daha hızlı veya kesin değillerdir. Fakat insanlar, doğal ortamda nesneleri daha iyi algılayabilmekte, aralarında ilişkiler kurabilme, dili anlama ve hafızadan bağlamsal olarak daha doğru bilgileri alabilme, plan yapabilme ve doğru aksiyonlar geliştirme ve daha geniş kapsamlı bilişsel görevlere sahip olmada daha iyidirler….. Eğer bizim daha doğru bilgisayar programlarımız olursa, ……. insanın bilgi işleme sürecinin akışkanlığını ve uyum sağlama yeteneğini yakalama imkânına kavuşabiliriz.*" (Rumelhart ve McClelland, 1986, s.3).

Kompütasyonel Analiz modelleri tarihsel olarak ele alındığında 1900'lü yılların başına denk gelen *Tablolaştırma Yoluyla Toplam (Tabulated Sum)* yöntemiyle yapılan işlemleri bir başlangıç olarak kabul etmek mümkün olmaktadır. *Tablolaştırma Yoluyla Toplam, Kompütasyonel Analiz* tekniklerinin ortaya çıkışı aynı zamanda *Kompütasyonel Analizler'in* 1. evresi olarak kabul edilmektedir. 1950'li yıllarda *Programalanabilir Sistemler*'in geliştirilmesi ile *Kompütasyonel Analiz'*in 2. evresi gelişimini tamamlayarak bugünkü haline ulaşmıştır. 3. evre olarak, Endüstri 4.0 ile birlikte 2000'li yılların başından bu yana hızla gelişen teknolojik olanaklar sayesinde *Bilişsel Hesaplama*'ya dayalı analiz modelleri en güncel analiz yöntemlerin gelişmesine, nöroloji, psikoloji, elektrik elektronik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği, ekonomi ve finans gibi fen, sağlık ve sosyal bilimlere ait alanlarda disiplinlerarası çalışmalara ve etkileşimlere imkân sunmaktadır. İnternet siteleri, sosyal medya hesapları ve veri tabanlarının (database), veri madenciliği (data mining) yöntemleri ile taranması, buralardan elde edilen ve karar verme aşamasında işe yarayacak verilerin filtrelenmesi, örüntü tanıma yöntemleri (pattern recognation), doğal dil işleme (natural language processing) metotları ile nöroloji, nöroekonomik ve nörofinans, psikoloji, fizyolojik psikoloji alanında yapılan çalışmaların insanın düşünce ve karar verme süreçlerine dair çığır açan yaklaşımlar olarak ortaya konulmaktadır. Bu yaklaşımlar aracılığıyla *Bilişsel Hesaplama* modellerinin entegre edildiği yapay zekâ ve otomatik internet teknolojisi sistemleri (automated internet technology sytems) kontrolünde problem çözücü sistemlerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır. Dolayısıyla, içinde bulunduğumuz *Bilişsel Hesaplama* evresini, verilen kararlar neticesinde rasyonel ve insancıl sezgisel karar stratejilerine yönelik geliştirilen modellerde hata payının en aza indirgenmesine imkân sunan ve bunu saniyenin onda birinde bir sürede yapabilmeyi mümkün kılan bir 3. evre olarak tanımlayabiliriz. Bu tez kapsamında elde edilen çıktıların tüm bu hesaplama sistemlerine, karar vericilerin rasyonel ve sezgisel karar dinamiklerine ait anlık girdi oluşturabilecek disiplinlerarası alt yapı sunmayı amaçlamaktadır (Taylor, 2009; Marr, 2016).

Günümüz bilgisayar teknolojisinde otomasyona bağlı bir iş yapılmak istenildiğinde, makine diline kolaylıkla komut vermemizi sağlayan bazı *çevirici diller (assembly lanugage), derleyiciler (compiler*) ve *yüksek seviyeli diller* buna imkân sunmaktadırlar (Hatunoğlu, 2010). Gelecek yıllar ise bilgisayarların öğrenme çağının hâkim olduğu yıllar olacağı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla, bilgisayarlara herhangi bir iş yaptırmak istediğimizde, onların öğrenmelerini sağlamamız öncelikli işlem olacağı öngörülmektedir. *Bilişsel Hesaplama Analizleri*'ne dair açıklamalara geçmeden önce bu kavramın teorik gelişimine dair açıklamalar yapmakta yarar görülmektedir. Bu modeller, insan beyninin fizyolojik yapısı ile elektrik-elektronik devrelerin çalışma prensipleri üzerine kurulmuş yapılar olmaktadır. Özellikle insan öğrenmesi ve düşünce sistemine (rasyonel ve sezgisellik gibi deterministik ve rassal değişkenler ile parametrelerin yer aldığı modeller) dair modeller önem kazanmaktadır.

Bağlantıcı Modeller (Connectionist Models), McCullough ve Pitts (1943) tarafından, 1854 yılında George Boole'un, bugünkü elektrik-elektronik devreleri ve bilgisayar sistemleri gibi dijital sistemlerin teorik alt yapısını temelinde yatan *Boolean Cebiri (Boolean Algebra)* ile oluşturulan mantık geçitleri (logic gate)'nden esinlenerek geliştirilmiş modeller olarak kullanılmaktadırlar. Modelde, nöronlar tıpkı mantık geçitlerinde olduğu üzere sadece iki durumda bulunabilirler *açık-kapalı* veya *1-0*, bir nöronun başka bir nöronu etkileme gücü gönderici nöron ile alıcı nöron arasındaki sinapsların değerine veya bağlantılarının ağırlığına bağlı olmaktadır (Rogers, 2009). 1940'lı yılların ortalarına kadar uzanan gelişim evresinden bu yana, bağlantıcı sistemler, nöral ağlar (neural networks), paralel dağıtımlı işleme modelleri birbirleri yerine kullanılmakta ve kompütasyonel modeller arasında yer almaktadırlar. Rumelhart ve McClelland (1986), Mcclough ve Pitss (1943)'in yapay nöronların *algılama, sınıflandırma ve hafıza oluşturma* ve Rosenblatt (1958)'in *basit ileri beslemeli nörol ağları- algılayıcı (perceptron)* çalışmalarına dayanarak, biyolojik bulgulardan hareketle yapay nöronal ağlara başvurarak bilişsel yapıya dair algoritmik modeller kurabilmenin mümkün olduğunu göstermişlerdir (McClelland, v.d., 1988; Mayor, v.d., 2014).

Rogers (2009), bağlantıcı sistemleri, bilgisayar programlamaları aracılığıyla benzeşim metotlarının uygulanmasına imkân tanıyan, birbirleri ile belirli ağırlıklar üzerinden bağlantılı olan ve birbirlerinin davranışlarını etkileyen küçük elemanlardan oluşan sistemler olarak tanımlamaktadır (Colunga, 2011).

"*Bağlantıcı modeller, birbirleri ile bağlantılı basit işlemci araçların ağları üzerine kurulu bir sistem modelidir*" (István, 1997, s.1).

Bağlantıcı Modeller içerisinde,

"*Öğrenme Kuralları Prosedürleri (Learning Rules-Procedures) bir ağ içerisindeki ağırlıkların değişimini yöneten bir algoritmadır*" (István, 1997, s.5).

Hebb (1949), tarafından geliştirilen *Hebbian Öğrenme Kuralı (Hebbian Learning Rule)*, öğrenme kuralları içerisinde nöronların biyolojik yapılarını dikkate alan, iki katmanlı bağlantılardan oluşan en basit kural ve öğrenme algoritmaları içerisinde en eski modellerden birisini geliştirmiştir. Öğrenme kuralları, bilişsel progamlama analizlerinde makine öğrenmesinin insan öğrenmesine ve zihinsel süreçlerine benzetilmesinde başvurulan kurallardır. Hebbian öğrenme kuralı Hebb (1949) tarafından şu şekilde tanımlanmaktadır:

"*A hücresinin aksonu B hücresini çekecek kadar yakın olduğunda, tekrarlı ve ısrarcı olarak onu ateşlemeye çalışacaktır, örneğin B hücresini ateşleyen hücrelerden birisi olarak, büyüme süreci veya metabolik değişimin bir veya iki hücredegerçekleşmesi ile A'nın etkinliği artacaktır*" (Hebb, 1949, s.62).

Bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere *Hebbian Kuralı*, eşanlı olarak ateşleme yapan nöronların birbirleri ile olan bağlantı gücünü dikkate alarak, iki birim (nöron/node) arasındaki

bağlantının ağırlığının arttırılıp azaltılmasının, bunların aktivasyonlarının çarpımları ile doğru orantılı olarak arttılıp azaltılması gerektiğini vurgulamaktadır (Hebb, 1949).

*Hebbian Öğrenme Kuralı'*na dayalı bir model olarak geliştirlen *Neocortex Teorisi (Theory of Neocortex)*, Hawkins v.d. (2017), beynin neokortikal bölgesinin sütun ve tabakalardan oluşan yapısını kendisine temel çıkış noktası olarak alan, neokorteksin gerçek dünyanın yapısını öğrenme ve tanıma araçlarını kullanan ve bu amaçla geliştirilen *Bağlantı Modeli* olarak tanımlanmaktadır (Hawkins, v.d., 2017).

Ajan Temelli Öğrenme (Agent Based Learning) modelleri kompütasyonel analiz yöntemleri içerisinde ekonomi ve finansal karar verme mekanizmalarının geliştirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden birisi olarak bilinmektedir. Analitik modeller, analiz sürecinde kısıtlar ile birlikte verilen bileşenlerin analizini daha dar bir zaman ufkunda gerçek zamanlı olmayan, deterministik modellere analiz edilmesine izin verirken, programlanabilir modeller analizlerde rastgele ayrıştırma aşamalarına izin vermekte ve eşanlı çözümlere imkân sunmaktadır. Dolayısıyla, analitik modellerde denklemler üzerinden gerçek zamanlı analizleri yapmak mümkün olmamaktadır. Programlanabilir modellerde bireylerin rasyonel ve rasyonel olmayan davranışları, bireylerin karar süreçlerindeki heterojen yapılarını dikkate alan modeller ve simülasyonlar aracılığıyla analiz etmekte, karar süreçlerine ait çıktıların tekrarlamalı yöntemler ile geliştirerek elde edilen kritik değerler üzerinden parametrelerin istatistiki geçerlilikleri sınanmakta ve optimal karar verme mekanizmalarının belirlemesine imkân tanımaktadır. Çalışmada, elektrotların kümelenme analizlerinin yapılması aşamasında kullanılan *Self Organizing Map (SOM)* algoritması da benzer bir mantık üzerinden hareket etmektedir. Mikro düzeyde davranışların modellenmesi, makro düzeyde toplumsal veya grup dinamiklerini gözeten davranış modellerinin geliştirilmesine imkân tanımaktadır. Finansal piyasalarda tezin ilerleyen kısımlarında bahsedilen belirli yanlılıklar (biases) sonucu oluşan ve piyasa dinamiklerinin dışında bazı *anomaliler*'in oluştuğu gözlenmektedir. Bilişsel hesaplama yöntemlerine dayalı analizler ile bu *anomaliler*'in hesaplanabilmesi ve proaktif önlemler alınması mümkün olmaktadır (Tseng 2006; Grazzini, 2017; LeBaron, 2000; LeBaron, 2006).

Yukarıda ki kısımlarda ele alınan *Analitik Analizler* ile *Kompütasyonel Analizler* için yapılan açıklamalardan hareketle *Analitik Analizler*'in birtakım eksiklikleri barındırdığı bir gerçektir. *Analitik Analizler'*in bu eksikliklerini ortadan kaldırmak adına sayısal metotlarile desteklenen programlanabilir analizler yöntem olarak karar mekanizmasının *tekrarlamalı, benzeşim, gerçek zamanlı* ve *hiyerarşik* karekteristiklerini dikkate alan analizlere imkân tanımaktadır. Gerçek zamanlı, zaman ufkunun geniş olduğu, az sayıda gözlem ile özyükleme (bootsrap) ve tekrarlamalı metotlara dayalı kritik değerlerin elde edilebildiği, rastgele olayların dâhil edilebildiği bu modeller ile *optimizasyon, fonksiyon kestirim, integralleme* ve *fark alma (integration ve differentiation)* yöntemleri ile sapmasız, etkin ve istikrarlı parametre tahminleri

mümkün olmaktadır. Programlanabilir analiz modelleri, tüm bu ele alınan yönleriyle, Lucas (1976) *Lucas Kritik*'inde ekonometrik modellere yöneltilen, mevcut durumdan hareketle politika değişimlerinin yaratacağı toplumsal etkiyi zamana göre sabit kabul eden analitik çözüm yöntemlerine alternatif olabilecek türden analiz yöntemleri olarak, zamana bağlı dinamik ve rastgele bir değişime imkân vermeyen analitik analiz modellerine bir alternatif yaratmaktadır.

İktisadi ajanların veya finansal piyasa katılımcılarının, karar süreçlerinin analitik modeller ile modellenmesinin rastgele olan süreçleri tahmin etmedeki yetersizliği, literatüre geçen mevcut krizlerin öngörülememiş olması ile açıklanabilmektedir. Dolayısıyla, iktisadi ajanların ve finansal piyasa katılımcılarının karar süreçlerinin ve davranış mekanizmalarının gerçek zamanlı ve rastgelelilik içeren kompütasyonel yöntemler ile analiz edilmesi gerekmektedir. Milenyum çağı teknolojilerinden transistörlerin, silikon gibi yarı iletken maddelerle milyonlarcasının bir mikroişlemci içerisine entegre edilmesi ile bilgisayarlar dakikada milyarlarca işlem yapabilecek ve bunları simüleedebilecek kapasiteye ulaşmışlardır. Süper hızlı kuantum bilgisayarlar aracılığıyla, sinirbilim (nöroloji) ve radyoloji alanında MR ve mobil (portable) EEG görüntüleme tekniklerindeki ilerlemeler, zihinsel süreçlerin beyinde bilinç ve bilinçdışı durumlarda, rasyonel, sınırlı rasyonel ve sezgisel kararların çok geniş perspektifte anlaşılmasına imkân tanımaktadır. Dolayısıyla, son yıllarda, literatürde *Bilişsel Hesaplama* modelleri yardımıyla, iktisat, nöroloji, elektrik-elektronik ve psikoloji bilim dalları ile ortak çalışma alanları hızlı biçimde bir gelişme göstermektedir.

1.2. Araştırmanın Problem İfadesi

Lucas (1976) *Lucas Eleştirisi* olarak yukarıdaki bölümlerde ele alınan kavram, analitik modellerin deterministik ve gerçek zamanlı yapısına yönelik eleştirileri tam odağına alan bir tartışma olmaktadır. Bununla birlikte, tez'in ilerleyen kısımlarında ele alınacak olan, bilinç ve bilinçaltı durumların toplamı olan bilişsel süreçlerde, beynin birtakım yanlılıklar sergiledikleri ampirik çalışmalar ile ispatlanmaktadır. Yapılacak EEG çekimleri ile zaman ve uzamsal boyutlarda elde edilecek analiz bulguları ile bilişsel programlanabilir analizlerin parametre tahmin tekniklerine ve dolayısıyla sorunun çözümüne dair geliştirilecek modellere bir katkı sunması çalışmanın odak noktasını oluşturmaktadır. Bu çalışma, araştırma kapsamı ve konusu itibariyle bu probleme, *Kompütasyonel Dönem*'in 3. evresi olarak *Bilişsel Hesaplama* modellerine dâhil edilebilecek bulgular sunmayı amaçlamaktadır. Bu tez, karar verme süreçlerinde belirli yanlılıklariçinde olan insan düşüncesinin, almış olduğu kararlarında belirli yanlılıklar altında işlemler yapma ve risk iştahındaki değişimlerinde ne miktarda *Umut Teorisi*'nde ifade edildiği üzere rasyonellikten uzak ve sezgisel karar verme eğiliminde olduğunu belirlemek ve buna uygun *Bilişsel Hesaplama* modellerin geliştirilmesine katkı sunmaktır. Dolayısyla, analizlerden elde

edilecek insan düşüncesi ve insanın karar alma mekanizmasına dair nörolojik ve psikolojik bulguların, bilişsel programlanabilir analizler sayesinde *Lucas Eleştirisi'*nin deterministik olmayan dinamik zamanlı eleştirisine bir çözüm geliştirmeye imkân vermesi beklenmektedir.

1.3. Araştırmanın Soruları

*2008 Küresel Finans Krizi*ve benzeri krizler esnasında, rasyonel modeller ile istatistiki ve ekonometrik modellere konu olan, aslında yüksek riskli varlıklar hakkında eksik, yanlış ve gecikmeli olarak bilgilendirilmiş ve bilişsel yanlılıklara (cognitive biases) sahip yatırımcıların, piyasalara yönelik yatırım kararlarında başta Kahneman ve Tversky (1973)'nin *Umut Teorisi* ve diğer tüm yanlılıklar dikkate alındığında, rasyonel ve sezgisel karar stratejilerine sahip mikro düzeyde, bireysel yatırımcı, ele alındığında makro düzeyde etkin modellere ulaşmamızda ne ölçüde geçerli sonuçlara ulaşılacaktır? Davranışsal iktisat ve davranışsal finans alanından yapılan çalışmalarda fayda fonksiyonun şekline dayalı bulgular sunulurken, bu çalışma kapsamında evrensel geçerlilik değerlerine sahip ipuçlarının, bilgi akışı içerisinde katılımcıların fayda fonksiyonunun yapısal şekline göre düzenlenen algılayış biçimi, bir diğer ifadeyle bu ipuçlarını ağırlıklandırılma biçimleri, nörolojik açıdan ele alınmaya çalışılmaktadır. Ayrıca, başta Simon, Kahneman ve Tversky'nin aşağıda ele alınan çalışmalarında belirttiği rasyonellik ve sezgisellik kavramları, karar stratejileri üzerinden değerlendirilerek elektrofizyolojik bulgular aracılığıyla ele alınmaktadır. Bu anlamda, fayda fonksiyonun fonksiyonel şeklinin ötesinde, bu fonksiyonun oluşumundaki rasyonellik ve sezgiselliğin elektrofizyolojik gelişimi ve ağırlığına dair elde edilen bulgular itibariyle tespitlere yer verilmektedir.

Yatırım kararları, gerçekten rasyonel olarak piyasaya ait tüm bilgi akışları ve bu bilgi akışlarının kümülatif olasılıkları dikkate alınarak RAEK stratejisine bağlı kalınarak mı alınmaktadır? Yoksa, kişiler analiz yöntemlerinde bilişsel düzeyde daha az zaman ve enerji harcayarak SEİS stratejisine bağlı mı kalmaktadır?

RAEK ve SEİS stratejilerini kullanan katılımcılar, bilişsel düzeyde her bir ipucuna hangi düzeyde önem atfetmektedirler? Haber akışları esnasında kişilerin uyaranlara verdikleri Olay İlişkili Potansiyel (OİP) (Event Related Potential, ERP)'e dayalı analizler ile belirlenen karar stratejilerine karşılık gelen ve Bağımsız Bileşen Analizi (BBA) (Independent Component Analysis, ICA) yöntemiyle ayrıştırılan *P300* bileşeni itibariyle, beyin fonksiyonlarında, uyaranın öncesi ve sonrasında belirgin sonuçlar oluşmakta mıdır?

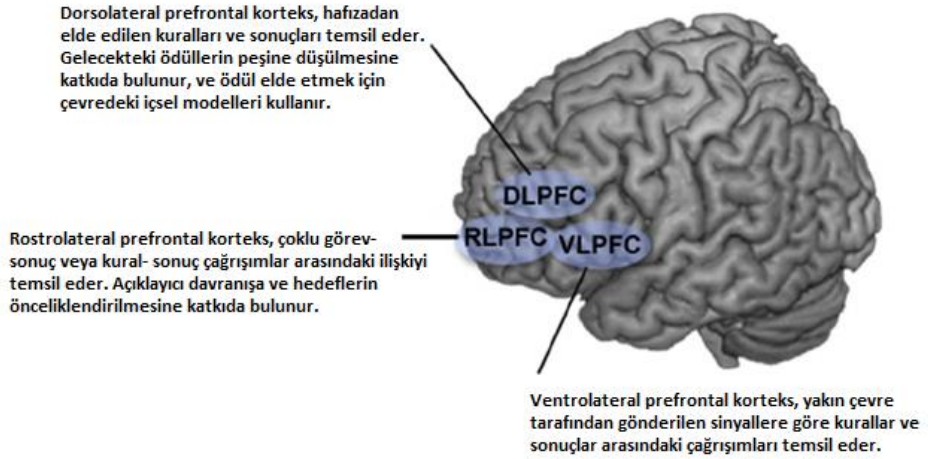
RAEK ve SEİS arasında haber akışları süresince bu stratejilerden sorumlu olduğu düşünülen beynin farklı loblarında konumlandırılan elektrotların kümeleme, çoklu karşılaştırma modellerine dayalı analizler ve topolojik grafikler aracılığıyla tespit edilmesi mümkün müdür?

1.4. Araştırmanın Önemi

"*Saniye ve dakika ölçeğinde araştırılan insanın zihin süreci, ona ayrı olarak ardışık bir karekter vermektedir. Düşünceler gelir, umut verici görünür ve daha sonra rededilir; bir sorunun çözümüne öncülük eder, sonrasında engellenir ve yeni fikirler ile yer değiştirilir. Süreç kesikli olmayabileceği gibi, saniyede iki veya üç kez durumdan duruma geçiş sebeiyle, kesin olarak ardışık karektere sahiptir. Net bir şekilde, düşüncenin bu ardışık akışının etraflı organizasyonuna dair faydalı herhangi bir betimleme, muhakkak ki bu durumların ardışıklığını tanımlayacaktır*" (McClelland, Rumelhart vd. 1988, s.12).

Literatürde, *Uyarlamalı Beklentiler Hipotezi* ve *Rasyonel Beklentiler Hipotezi* kapsamında ele alınan yatırımcı davranışları ile spot ve türev ürünler fiyatlama modelleri bireylerin *Etkin Piyasa* hipotezinin öngördüğü biçimde hareket edeceğini, dolayısıyla gecikmeli de olsa eksik bilgilendirilmiş bireylerin bir şekilde tüm bilgileri kararlarına entegre edeceğini kabul etmektedir. Bununla birlikte, davranışsal finans ile ilgili yapılan çalışmaların birçoğunda daha önce geliştirilen *Rasyonel Beklentiler Hipotezi* ile Simon (1955)'un *Sınırlı Rasyonellik Modeli*, Kahneman ve Tversky (1973, 1974, 1979)'nin *Umut Teorisi* ile Hirshleifer ve Welch (1992) ve Banerjee (1992)'nin literatüre kazandırdığı *Sürü Davranışı* ve daha birçok risk iştahındaki eğilimleri belirli yanlılıklar, sezgisellikler ve matematiksel denklemler ile modelleyen teori ve kavramlar mevcuttur. Bu teori ve kavramlar, genellikle ikincil veriler üzerinden, kurgulanarak *Havuzlanmış ve Sabit Katsayılı Modeller* istatistiki ve ekonometrik testler aracılığıyla, bireylere ait değişmez katsayılı sonuçlar içeren ve bu istatistiklere bağlı politika önerileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Kısacası, iktisadi ajanların veya piyasa katılımcılarının heterojenliği göz ardı edilmiştir. Davranışsal ekonomi ve davranışsal finans'ın bir alt dalı olarak kabul edilebilecek nöroekonomi ve nörofinans gibi disiplinlerarası alanlarda yapılan çalışmalar ise bireyleri kendi doğal süreçlerinde gerçek olaylardan uyarlanan simülasyonlar şeklinde mikro düzeyde incelemekte ve verilen kararların altında yatan bilişsel süreçleri, kararların risk alma, rasyonellik, sezgisellik düzeylerindeki trendlerin ve döngülerin hangi aşama ve şartlarda dönüşümlere uğradığını açıklayabilmektedir. Nöroekonomi alanında son döneme kadar yapılan çalışmalarda kontrol grupları oluşturularak, oynaklığın düşük veya yüksek olduğu piyasalarda farklı bireylerin karar mekanizmaları ve risk eğilimleri araştırılmaya çalışılmakta (Vieito, 2015), yine bireylerin beyin görüntüleme testleri sonucunda simülasyonlarda artan veya azalan bilgiye bağlı olarak kararların rasyonellik ile sezgisellik ayrımında, zaman ve uzamsal boyutlarda verilen kararların nasıl farklılaştığı araştırılmaya çalışılmaktadır. Bu tez kapsamında katılımcıların 16 dakikalık yatırım süresince, Kahneman ve Tversky (1973, 1974, 1979)'nin belirtmiş oldukları ve matematiksel modeller ile ifade ettiği üzere azalan belirsizlikler altında (süreklilik arz eden bilgi akışında) katılımcıların rasyonel ve sezgisel karar stratejilerine yönelik, fiyatların düşüş ve

yükseliş trendinde olduğu iki farklı senaryo altında, *Oksipital, Dorsolateral, Rostolateral, Ventrolateral* Kortekslerde meydana gelecek *P300* bileşenine ait gözlemler yapılmaktadır.



Şekil 1.2. DlPFK, RlPFK ve VlPFK'nın Korteks İçindeki Konumu ve Fonksiyonları (Dixon ve Christoff, 2014, s.15)

Son yıllarda, Thaler ve Sunstein (2008)'in ifade ettiği biçimde *Seçim Mimarları* olarak tanımlanan politika yapıcılar, ampirik bulguların uygulama gecikmelerini enaza indirmek, uygulanan siyasi, ekonomik, mali ve finansal politikaların daha geniş kitlelere daha etkin biçimde ulaşmasını sağlamak üzere davranışsal ekonomi ve davranışsal finans alanınıdan çokça yararlanmaya başlamışlardır. Büyük Britanya (U.K.) hükümeti 2010 yılında politika çıktılarının geniş bir kitle üzerindeki etkisinin arttırılmasına yönelik olarak *Davranışsal Öngörü Takımı (Behavioral Insight Team)* ve bunun içerisinde *Dürtme Birimi (Nudge Unit)* kurmuştur. Chicago Üniversitesi Profesörü Richard Thaler ve Cass R. Sunstein geliştirmiş oldukları *Dürtme Teorisi (Nudge Theory)* dolayısıyla, *2017 Nobel Ekonomi Ödülü*'ne layık görülmüştür. *Dürtme Teorisi* 2008 yılında Birleşik Krallık'ın vergi politikalarında davranışsal teoriler üzerine kurgulanmış ve geliştirilen teori ile uygulamada 5 yıl içerisinde ülkede özel sektör çalışanlarından tasarruf edenlerin sayısı 2.7 milyondan 7.7 milyon'a ulaşmış, dolayısıyla tasarruflarla birlikte bu politikalar vergi gelir artışlarına da imkân tanımıştır. ABD'de B. Obama 2014 yılında Beyaz Saray'ın Bilim ve Teknoloji Politikalarının bir parçası olarak *Sosyal ve Davranışsal Bilim Takımı (Social and Behavioral Science Team, SBST)* 'nın kurulmasına öncülük etmiştir (Chu, 2017; Francesca, 2017). Yine, Nisan 2018'de ABD 'de jüri karşısına çıkan Facebook'un kurucusu Mark Zuckenberg, 87 milyon kullanıcısının dijital profillerine dair 2015 yılından bu yana toplamış olduğu ve gizli kalması gereken bilgileri Birleşik Krallık merkezli *Cambridge Analytica* firması ile paylaşması sebebiyle Federal Ticaret Komisyonu tarafından suçlanmış ve ifade vermiştir. Kullanıcılarının takip ettikleri arkadaşları, dijital kayıtlı konumları, beğendikleri gruplar ve sayfalar, izlemiş oldukları videolar, videoları izleme süresi, durdurup başa sarma vb. algısal

seçicilik analizleri üzerinden hesaplamalar ve modellemeler geliştirmek suretiyle Birleşik Kralllık'ın Avrupa Birliği'nden ayrılması referandumu ile ABD 2016 başkanlık seçiminde, seçmenin eğilimlerinin belirlenmesi, seçmen davranışlarının modellenmesi ve manipülasyonu amacıyla kullanıldığı tespit edilmiştir (Cutchberson, 2018).

Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, tezde amacımız finansal piyasalarda yatırımcıların en fazla önem verdiği teknik indikatörlerin, katılımcıların bilişsel ve nöronal faaliyetleri üzerinde yaratacağı uyartı sinyallerinin modellerinin takip edilmesidir. Burada, Tversky ve Kahneman (1981) tarafından geliştirilen *çerçeve yanılgısı (framing bias)* kapsamında değerlendirilebilecek, haberin veya bilginin kaynağı kurumun kişiler üzerinde yarattığı güvenilirlilik algısına göre kişilerin karar mekanizmasına etki etmekte, bu da uyartı sinyallerinin yayınlanma sıklığı değişmeden, farklı kortekslerde farklı sinyal sıkılıkları ve dalga boylarının yaratıldığınıngözlemlemesi amaçlanmaktadır. Burada tezin temel hipotezi, katılımcıların simülasyon süresince Adenosine Triphospate (ATP) kullanımında optimalite ve daha karmaşık problemleri çözme eğilimi ile olaylara dair atanabilir olasılıkların dağılımının ve sayısının artması, başka bir ifadeyle, belirsizliğin azaldığı ve riskin veyaölçülebilirliğin arttığı durumlarda, *Umut Teorisi*'ne bağlı olarak özellikle fiyatların düşüş trendi içerisinde olduğu dönemlerde belirli yanlılıklarile bireylerin karar alma esnasında risk sever (risk lover) bir eğilime gireceği, sezgisel olarak kararlar vereceği yönündedir.

Finansal krizler davranışsal finans ve nörofinans modelleri ile açıklanabilir mi? Uygulanacak simülasyonlar neticesinde RAEK ve SEİS ile uyumlu olarak kümeleme analizleri üzerinden beynin farklı kortekslerindenden zaman ve uzamsal boyutlarda, gözlemlenebilir farklılıklar elde edilmesi, başta *Umut Teorisi*, Özgüven Yanılgısı ve *Batık Maliyet Yanılgısı* kavramları üzerinden özellikle Finansal Krizlerin bu iki kavram üzerinden açıklama getirilmesine imkân sunacaktır. Bu anlamda, çalışma neticesinde elde edilecek bulgular Büyük Britanya ve ABD'de hükümetlerinin seçim sonuçları, vergi politikaları, tasaruflara dair davranışsal metotların geliştirilmesine benzer yapıda, son döndemde Endüstri 4.0 ile hayatımıza hızla giren kuantum ve süperhızlı bilgisayarlar yardımıyla veri madenciliği, web ayıklama (web scrapping), derin öğrenme (deep learning) yöntemleri ile desteklenen yapay zekâların bilişsel hesaplamaanalizlerinin geliştirilmesine girdi oluşturabilecektir.

1.4.1. Araştırmanın İktisadi Önemi

1580 yılında William Lee tarafından icat edilen dokuma tezgâhı bugünkü anlamda Sanayi devriminin ilk buluşları arasında yer almaktaydı. 1709 yılında Abraham Darby demir işlemesinde daha verimli bir yol olarak taş kömürü yardımıyla kok kömürünün nasıl işlenebileceğini keşfetmiştir. 1710 yılında Thomas Newcomen'ın, kömür odasından gelen suyun buharı ile ilk

buhar makinesini inşası 1. Sanayi devriminin başlangıcı olarak kabul görmektedir. Bugün yine güç hesaplamalarında yaptığı çalışmalar dolayısıyla ölçü birimi olarak kendisinin ismi atfedilen James Watt 1775 yılında, daha verimli bir buhar motoru inşa etmeyi başarmıştır. 1821 yılında Michale Faraday elektronik motorların çalışma prensibine dair açıklamalar geliştirmiştir. 1876 yılında Alexander Graham Bell bugün kullanılan cep telefonlarının temelini oluşturacak *akustik telgraf* veya *telefon*'un patentini almıştır. 2. Sanayi Devrimi'nin milât noktası olarak literatürde Henry Ford'un fabrikasında yığın üretim (mass production) tekniğine dayalı olarak, üretim bantlarında elektrik enerjisi ile üretilen Ford Model T arabalar olarak kabul edilmektedir. 3. Sanayi Devrimi 1970'lerin başında bakır ve ilerleyen yıllarda silikon transistörler ile yönlendirilen bilgisayarlar ile gelişen ağ teknolojilerinin neticesinde internetin hayatımıza giriş yapması, üretimin elektronik ve internet teknolojileri ile dijitalleşmesi sonucu daha fazla otomasyonel hale gelmesi ile sürecini tamamlamıştır. Bugün gelinen noktada Endüstri 4.0 *Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IoT)* üzerinden kaydedilen hızlı teknolojik ilerlemelerin yaşandığı günlere tanıklık etmekteyiz (Müller, 2014; "Oxford Big İdeas", 2013).

Endüstri 4.0 ile birilikte birçok Fintech ve yatırım firması (Sparkcognition, Expert Sytem, Microsoft Cognitive Service, IBM Watson, Numenta, Cisco Cognitive Threat Analytics, Customer Matrix, HPE Haven OnDemand Cognitive Scale, Deepmind), tüketici tercihleri, pazarlama stratejileri, yatırımlarının güvencesini ve finansal konularda alınacak kararları, yapay zekâ teknolojileri üzerinden kurgulamakta, alınacak kararları sadece belirli teknik ve temel analiz modellerine dayalı matematiksel denklem ve modeller üzerine inşa etmemekte ayrıca piyasalardaki anomalileri ve insan beyninin yanlılıklarını dikkate alan, nesnelerin interneti ve süper hızlı bilgisayarlar yardımıyla insanların bilişsel süreçlerini ve nörolojik çalışma prensiplerini modelleyen algortimalar geliştirerek sağlamaktadırlar. Bu alanda yapılan çalışmalar *Bilişsel Hesaplama* adı altında gelişme alanı bulmuştur. *Bilişsel Hesaplama* ile geliştirilen yapay zeka ürünler, internet üzerinden cihazların yapay zeka algoritmaları ile *doğal dil işleme (natural language processing, nlp)*, *makine öğrenme (machine learning, ml)*, derin öğrenme (deep learning) ve *nöral bağlantılar (neural networks)* yöntemleri ile birbirleri arasında iletişim kurması suretiyle yatırımcıların davranışlarının süper hızlı bilgisayarlar ile modellenmesine ve bu analizlerin sonuçlarına göre kararlar alınmasına imkân vermektedir.

Bu tezin iktisadi önemi, tezin teorik çerçevesi ve hipotezleri itibariyle, finansal piyasalarda özellikle fiyatların aşağı yönlü riskler taşıdığı durumlarda, yatırımcıların Von Neumann ve Morgenstern (1944) *Beklenen Değer Teorisi* ve Samuelson (1965) *Etkin Piyasa Hipotezi* 'nin rasyonel birey varsayımlarından uzakta, Kahneman ve Tversky (1973, 1974, 1979) tarafından ortaya atılan *Umut Teorisi* ile paralel olarak risk alma eğilimi sergileyen yatırımcıların, sezgisel eğilimli karar verme davranışlarını entegre edebilen algoritmalara yönelik girdiler oluşturmasıdır. Ayrıca, portföyde bulunan varlıklara dair dijital ortamda arama motorları, sosyal

medya hesapları, bloglar üzerinden *Ağ Ayıklama (Web Scrapping)* yöntemleri ile toparlanması ve *Büyük Veri (Big Data)* matrisleri yardımıyla bir araya getirilmesi, nöroekonomik ve nörofinans araştırmalarından elde edilen ve beynin çalışma prensiplerini de içeren büyük veri matrisinde bireylerin heterojen davranışlarını temsil eden herbir satır ve sütuna ağırlıklar atayan ve bu hesaplamalardan elde edilen parametreler üzerinden, tıpkı bir insan özgünlüğünde ve sezgilselliğinde karar verebilen *Bilişsel Hesaplama* kabiliyetine sahip algoritmaların geliştirilmesine katkı sunulması tezin iktisadi açıdan önemini ortaya koyan husular olarak tespit edilmiştir.

Bu amaçla kamu ve özel sektör tarafından oluşturulacak çalışma ekiplerinde geliştirilecek politikaların *Davranışsal Ekonomi ve Finans* modelleri ile uyumunun sağlanması, tezin iktisadi önemi olarak belirlenmiştir (Von Neumann ve Morgenstern, 1944; Gupta, 2016).

1.6.Araştırmanın Amacı

Tez'in araştırma konusunu temsil eden asıl soru finansal piyasaları ve dolayısıyla fiyatları *rasyonel temelli (homo economicus)* kararların mı yoksa, *sezgisel temelli (homo sapiens)* kararların mı yönlendirdiğinin tespitine yönelik analizlerin yapılmasıdır.

Finansal ekonomi başlangıcı, Markowitz (1952)'in *Portföy Teorisi*'ne kadar uzanan iktisadi ve finansal analiz modelellerin biraraya geldiği bir disiplin alanı olarak tanımlanabilir. Finansal ekonomik modeller, 1963 ve sonrası yıllarda Mandelbrot (1963, 1966) ve Samuelson (1965)'un fiyatlara dair geliştirdiği *Rassal Yürüyüş* modeli ile eklemlenmiş ve rasyonel yatırımcıların ulaştığı maliyetsiz ve fiyatların piyasadaki tüm bilgiyi yansıttığı varsayımlarına dayanan *Etkin Piyasa Hipotezi* ile gelişen neoklasik finansal ekonomi modellerine dayalı olarak şekillenmiştir (Paseran 2005.; Mandelbrot, 1963; 1966, Samuelson, 1965). Bugün gelinen noktada piyasalarda işlem yapan uzman, borsa simsarı, ekonomist ve bireysel yatırımcıların herbirisinin heterojen yatırım davranışlarını sergilediklerini söylemek mümkündür. Fama (1970) yılında *Etkin Piyasa Hipotezi*'ndeki bazı eksikliklikleri tamamlamaya yönelik, Dow Jones Sanayii endeksindeki 30 hisse senedinin dâhil olduğu çalışmasında, hisse senetlerinin 1-4-9-16 günlük korelasyon verilerini kullanarak 3 ayrım geliştirmiştir. Bunlardan ilki *Zayıf Form* cari fiyatlar geçmiş fiyatlardan tahmin edilememektedir; *Yarı-Güçlü Form* fiyatlar sadece geçmiş fiyatlar tarafından değil halka açık tüm bilgiler tarafından da değiştirilebilmektedir; *Güçlü Form*, belirli tekel grupların bazı bilgilere sahip olmasına rağmen fiyatlar bütün bilgiyi yansıtmaktadır (Fama, 1970).

Yukarıda sayılan tüm modeller, piyasaların arbitraj mekanizması ile bir denge noktasına ulaşacağını ve orada durağan olarak kalacağına dair varsayımlar içermektedir. Lee (2001), S. P. Kothari'nin sermaye piyasalarına ait 30 küsür yıllık araştırmalarına dayanarak geliştirdiği *Su*

Bölümü Çizgisi (Watershed) kavramından hareketle, *Etkin Piyasa Hipotezi*'ndeki piyasa fiyatının belirlenmesine dair basitleştirici varsayımların fiyatın dinamiklerini yakalamakta yetersiz kalacağını savunmaktadır. Özellikle *Etkin Piyasa Hipotezi*'nde değersiz bir bilginin piyasaya gelmesinin yaratacağı etkiyi güçlü bir ekonomik güdünün bastıracağını savunmaktadır. Piyasalardaki bilgi akışını ise okyanustaki dalga hareketlerine benzeterek, yazın en sıcak ve rüzgarsız gününde dahi yerçekimi ve diğer birtakım kuvvetlerin etkisiyle tamamiyle düz bir deniz yüzeyinin imkânsız olduğundan yola çıkarak, önemli veya önemsiz birtakım haberlerin piyasaya giriş yapacağını dolayısıla fiyatların, arz ile talebin kesiştiği *Marshalian Çapraz*'ı olarak tanımlanan denge noktasında dahi, fiyatlarda sürekli olarak arbitraj fırsatı yaratacağı vurgulanmaktadır. Lee (2001), ayrıca, bilgi akışlarını sinyallere benzeterek, bu sinyalleri ayrıma tabii tutmuş ve gürültü sinyallerinin veya aldatıcı sinyallerin anlık işlem yapan borsa simsarlarının işine geldiğini söylemektedir (Lee, 2001).

Bu konunun çalışılmasındaki temel neden, yukarıda sunulan çalışmalardan anlaşılacağı üzere ölçüm yöntemlerinin gelişip birey düzeyine indirgenebilmesi ile yatırım kararlarında *Rasyonellik* veya *Sezgisellik* ayrımına gelmeden önce risk ve belirsizlik altında her birey için küresel bir formülün pek mümkün olmadığını ortaya koymaktadır. Katılımcılara ait yaş cinsiyet, sosyoekonomik faktörlerin de dikkate alındığı, ancak özelikle *Geçmiş Deneyimler, Çevresel, Epigenetik* ve *Genetik* faktörlerden kaynaklı elektrofizyolojik heterojenliklerinin varlığının tespit edilmesi amaçlanmaktadır (Vieito, v.d., 2014). Araştırma sorularından hareketle, araştırmanın amacını teorik olarak, Kahneman ve Tverskey (1979)'nin geliştirdiği *Umut Teorisi* bağlamında ele almak mümkündür. Katılımcıların davranış ve elektrofizyolojik analizleri fiyatlarda *yükseliş (bullish)* ve *düşüş (bearish)* olmak üzere iki farklı durum altında geçişler gösteren fiyat senaryosu üzerinden, nörotransmitterlar veya deneyimlerden kaynaklı olarak karar stratejilerinde kantitatif ve elektrofizyolojik olarak ne yönde ve büyüklükte değişimler yaşandığının açıklanması ve ampirik bulgularla ispat edilmesi amaçlanmaktadır. *Etkin Piyasa Hipotezi*ve *Rasyonel Bekleyişler Kuramı'*nın varsayımlarından hareketle yatırımcıların eşit bilgilendirilmesi durumunda dahi birtakım yanlılıklar sergileyeceğinden hareketle zihinsel süreçlerde belirli yanlılıkların, EEG görüntüleme tekniğinden elde edilen verilerin istatistiki çalışmalar ile *Umut Teorisi*'nin sezgisel ve rasyonel tartışmalara getirdiği açıklamaların varlığının RAEK ve SEİS ile nörolojik ve psikolojik olarak geçerliliğinin ispatlanması amaçlanmaktadır (Tseng, 2006). Bu anlamda, RAEK ve SEİS karar stratejilerinin kullanımına ait elektrofizyolojik emareler ile bu emarelerin katılımcıların öznitelikleri ile ipuçlarına ait tahmincileri ile olan ilişkisi araştırılmaktadır.

Dolayısıyla, çalışmanın temel amacı, iktisadi ajanların, piyasalara dair oluşturdukları beklentiler ve buna bağlı olarak aldıkları kararların temel argümanlarının iktisadi, finansal ve finansal ekonomik birtakım teorilere dayandırılması mümkün iken, bilişsel birtakım yanlılıklar

ve sezgisel karar alma süreçlerinin varlığı ve etkinliği nedeniyle, karar alma sürecinin en doğru biçimde modellenmesi ve piyasa anomalilerine açıklık getirecek bulguların, bilişsel programlama analizlerinde kullanılabilir girdilere dönüştürülmesini sağlamaktadır. Fenton-O'Creevy v.d. (2012), dünyanın finans merkezi olarak kabul edilen Londra merkezli yatırım bankalarında çalışan 118 borsa simsarından, 38 farklı gün boyunca 2-8 katılımcıların eşanlı olarak veriler toplanmıştır. Toplamda işe yarar 141 katılımcı-gün verisi analize dâhil edilmiştir (Fenton-O'Creevy, 2012). Piyasa koşulları, alım-satım tecrübesi ve duygusal durumlar arasındaki ilişkinin varlığını araştırdıkları çalışmalarında, katılımcıların yüksek frekanslı kalp atış sayılarındaki değişkenlik, oynaklık ve yatırım tecrübeleri arasında pozitif ilişki bulmuşlardır. Bu sonuç, bütün katılımcıların kararlar alırken, farklı sezgi ve önseziler ile davrandıklarını dolayısıyla bilişsel olarak farklı yanlılıklara sahip olduklarını göstermiştir.

Nöroekonomi alanından yapılan ve deneysel ortamlarda, EEG çekimlerinin,katılımcı psikolojisinin tespitinde, tüm değişkenlerin etkinliklerini kaybetmeden uygulanmasına dair kısıtlar göz önüne alındığında, yukarıdaki kısımda literatürdeki kriz ve irrasyonel kararların ele alındığı modellerin uzun vadeli gözlem süresi ile arasında bir bağlantı kurmak başta güç görünsede, yatırımcıların deneyler esnasında sergiledikleri bireysel yatırım kararlarının herbirisi piyasaların döngüsel yapısı veya örüntüleri dikkate alındığında rahatlıkla uzun vadeli tahminlere yönelik politika geliştirilmesine imkân vermektedir.

1.7. Araştırmanın Teorik Çerçevesi ve Hipotezler

1.7.1 Beklenen Fayda Teorisi (Expected Utility Theory)

1934 yılında John R. Hicks ile R. G. D. Allen tarafından geliştirilen (Hicks ve Allen) *Ordinal Fayda Teorisi* x_1, x_2, x_3 *mal/hizmet* veya *mal/hizmet sepetinden* elde edilebilecek faydanın ölçülebilir olmadığını, sadece *mal/hizmet* veya *mal/hizmet sepetinden* elde edilecek faydaların sıralanabileceğine dair bir görüşü savunmuştur. Yirmi yıl sonra, Von Neumann-Morgenstern *Theory of Games and Economic Behavior* (1953) isimli kitabında belirsizlik altında karar verme durumunda fayda fonksiyonunu formülize edebilmek adına, 18. yy'da Daniel Bernoulli tarafından geliştirilen *Bernoulli Metodu*'nu kullanarak *Beklenen Fayda Teorisi'*ni ortaya koymuşlardır. Von Neumann-Morgensten bu modelle birlikte her bir sonuca olasılıklar atamak suretiyle Standard TercihTeorsi'nin fayda fonksiyonlarının ordinal yapısında iddia ettiğinin tam aksine *Bernoulli Fayda Fonksiyonu* üzerinden seçimler arasında kardinal sıralamalar gerçekleştirilmesine imkân sunmaktadır.

$$U(x_1 p_1 + x_2 p_2) = p_1 U(x_1) + p_2 U(x_2) \quad (2)$$

Yukarıdaki ifade *Beklenen Fayda Teorisi"*nin iki seçimlik durumda karar verme fonksiyonu olmaktadır. Bu formülde $p_1 + p_2 = 1$'dir.

Paradigma, herhangi bir durum veya olaya o alanda çalışan bilim adamlarının bakış açısı, o alandaki ortak anlayış veya ideal bir model olarak tanımlanabilir. Örnek olarak, davranışlarında tüm geçmiş mevcut ve gelecek tüm bilgileri dikkate alan bireye *rasyonel birey* denir ve bu bireyi dikkate alan günümüzün yaygın iktisadi anlayışı Neo Klasik iktisadi paradigma olarak kabul edilmektedir (Altunöz, 2014; İpbüker v.d., 2017). Tarihsel açıdan incelendiği zaman, finansal modellerin paradigma kırılmasına uğradığı yıllar 1970'li yılların başında petrol krizi ile patlak veren olayların gelişimidir. Zirâ, iktisadi paradigmalarda da Keynesyen ve Monetarist akımlar, piyasa davranışlarını açıklamakta yetersiz kalmış, bilhassa Philips-Lipsey'in yaklaşımlarına yönelik Monetarist eleştirilerin yanısıra, başta Robert Lucas, Frederic Mishkin ve Edward Prescott gibi iktisatçıları Yeni Klasik görüş etrafında birleştirmiştir. Yeni Klasik İktisadi görüş ekonomi alanında Robert Lucas'ın emek piyasası üzerinden işçilerin *Adaptif Beklentiler Hipotezi*'nin aksine piyasadaki tüm bilgiyi kullanarak ücretlerini analiz etmek süretiyle, arz koşullarını buna göre belirleyeceğini ifade ederek *Rasyonel Beklentiler Hipotezi*'ni ortaya atmıştır. Geleneksel finans modelleri ise eşzamanlı olarak, 1944 yılında Von Neumann-Morgenstern'in *Beklenen Fayda Teorisi* üzerine yaptığı çalışmalar ile yön bulmuş ve bu modellerin tamamında bireyler zımni olarak, kârlarını maksimize etme eğiliminde olan ve tamamı ile rasyonel davranışlara sahip biçimde atfedilmiştir. Geleneksel finans modellerine yönelik sert eleştiriler ve paradigma kırılmaları ise bireylerin verecekleri kararlarda, Lucas tarafından iktisat literatürüne katılan *Rasyonel Beklentiler* (1972) teorisini kabul eden ve varsayımlarını bunun üzerine kurma eğiliminde olan çalışmaların çoğalmasıyla gerçekleşmiştir.

1973 yılında Tversky ve Kahneman iktisat literatüründe Lucas'ın arz eğrisine yönelik yapılan eleştirilere benzer biçimde, geleneksel finans modellerinin bireylerin geçmiş hatalarından gelecekte verecekleri kararlar üzerinde etkili olmayacağına dair görüşleri reddeden ve tamamı ile olası durumlardan (parasal vb. senaryolara dayalı kararlar) elde edilecek faydaya (parasal kazanç vb.) dayalı sayısal verileri kullanarak karara ulaşmanın mümkün olduğuna dair keskin bir söylemin yanlış olduğunu iddia eden bir makale yayınlayarak *referans noktalı ayarlamalı sezgisel yanlılık (anchoring and adjustment heuristic)* kavramını geliştirerek açıklamaktadırlar. Bu analizlerde elde edilen sonuçlar şunu göstermektedir ki, bireyler *Rasyonel Beklentiler Hipotezi*'nde iddia edildiği gibi tam bilgiyi kullanmak yerine daha kolay tercih yapmak adına bir referans belirlemek suretiyle kararlar vermektedir. Bu ifade, tez kapsamında, katılımcıların almak istedikleri ipucu sayısı açısından özgür iradelerine bırakılmalarına dair temel düşünceyi temsil etmektedir. Kahneman ve Tversky bu bulgulardan yola çıkarak 1979 yılında *Umut Teorisi'*ni geliştirmişlerdir. Simon (1955)'ın *Sınırlı Rasyonelite* kavramını bir adım daha öteye taşıyarak *Beklenen Fayda Teorisi* ile *Rasyonel Birey* kavramlarını derinden sarsacak

argümanlar sunmaktadır. Eş anlı olarak, 1970'li yıllarda bir yandan da Box-Jenkins Ardışık Bütünleşik Bağımlı Hareketli Ortalama modelleri (ARIMA) kullanılarak, dijital sinyalizasyon tekniklerinin soyut kavramları anlamada daha somut yöntemler sunmasını takiben, ekonometrik yöntemlerin davranışsal finans modelleriyle eşzamanlı kantitatif modeller geliştirilbilmesine imkân sağlamışlardır (Yay, 1989; Lucas, 1972; Box, v.d., 2014; Simon, 1955; Tekin, 2016; Gigerenzer ve Gaissmaier, 2011). Bu ekonometrik metodolojiler hata terimlerinin geçmiş değerleri arasındaki otokorelasyona vurgu yapmakta, serinin başlangıcında yaşanan bir şokun etkisinin devam etme ihtimalini göz önüne alan sönümleme katsayıları üzerinden hareket etmişlerdir. Aşağıda bir Box-Jenkins ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modeli sunulmaktadır.

$$Y_t=\beta_0+\alpha_1 Y_{t-1}+\alpha_2 Y_{t-2}+\cdots+\alpha_p Y_{t-p}+ e_t-\lambda_1 e_{t-1}-\lambda_2 e_{t-2}-\cdots-\lambda_2 e_{t-q} \quad (3)$$

Sezgisel karar süreçlerini açıklayabilmek için ARIMA modelinde hata terimlerinin vektörel olarak ayrıştırılması gerekmektedir. Şöyleki:

$$\text{Hata Terimi} = \text{sapma}+\text{varyans}+\varepsilon \quad (4)$$

ε, burada indirgenemeyecek rassal hata, sapma değişkeni ise bireyin karar verirken gözardı ettiği bilgidir ve tahmin ile gerçek arasındaki asla yok edilemeyecek olan değişken olarak tanımlanmaktadır. Varyans değişkeni ise seçilen örnekleme dayalı anakütle gözlemlerinden kaynaklanan sapmayı temsil etmektedir. Dolayısıyla, örneklem sayısının arttırılmasıyla bu tür hataların azaltılması mümkün olmaktadır. Bu nedenle, karar mekanizması ile ilgili oluşturulacak ekonometrik bir modelde sapma ile varyans arasında denge kurulması gerekmektedir (Gigerenzer ve Gaissmaier, 2011; Geman, v.d., 1992). Finansal piyasalarda oynaklık, volatilite ve risk eşanlamlı olarak kullanılmaktadır. Birey risk altında karar verirken, opsiyon fiyatlama modellerinde sıkça kullanılan *binomial ağaç (binomial tree)* benzeri biçimde, tüm olası sonuçları sıralamakta ve tüm bu olası olası sonuçlara dair bir sıklık istatistiği veya Bayesian istatistik ile olasılıklar atayabilmektedir. Belirsizlik durumunda ise böyle bir sıralama veya olasılıksal atama söz konusu olmamaktadır. Kahneman ve Tversky (1973, 1974, 1979) yılları arasındaki çalışmalarını bu ayrım üzerinden kurgulamışlardır: *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases (1974)*; *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk (1979)*.

Bu aşamada, *Umut Teorisi* ile ilgili açıklamalara geçmeden önce Kahneman ve Tversky'nin yukarıda belirsizlik ve risk altında bireylerin, bu tezin ipuçlarının geliştirilmesine temel oluşturan, davranışlarına dair teorilerini geliştirmelerinde faydalandıkları bi takım teori ve kuramlara değinmenin faydalı olacağı düşünülmektedir. Bunlardan ilki olan *İzolasyon Teorisi* (Von Restorff Effect, 1933)'ne göre, insanlar belirli düzen içinde duran objelerden daha izole olmuş olan[3] cismi seçme eğilimi içinde olmaktadırlar (Green, 1956). Zirâ, insan beyni daha önce

[3] Burada izoleden kasıt, renk, büyüklük, zıtlık, koku vb. gibi algıya hitap eden birçok fiziksel özelliğin farklılıkgöstermesidir.

açıklanılan birtakım kavram ve metaforlar gereğince kolay olanı tercih etme ve içgüdüsel davranma eğilimi içerisinde olmaktadır. Bu sebeple, algılarımız bir grup çoklu seçenek içinde bu objeler arasındaki farka odaklanarak ve izole olmuş objedeki bu farklara göre anılar oluşturma yolunu tercih edecek ve daha kolaycı bir yaklaşım ile karar verme davranışı sergilemektedir. Bu durumun, davranışsal iktisatta sıkça değinilen *Referans Nokta/Çıpa (Reference Anchoring)* kavramı ile yakından ilgili olduğu kabul edilmektedir.

*Referans noktalı ayarlamalı sezgisel yanlılık*kavramı yine Tversky ve Kahneman tarafından *Umut Teorisi* öncesinde ve ona bir altyapı oluşturacak şekilde geliştirilmiştir. Çalışmalarında belirsizlik barındıran her olayın olası durumu hakkında başlayacağımız "I think …" ("Bence …") ifadesinin inançlara dayalı olarak oluşturulduğunu söylemişlerdir. Örnek olarak, doların gelecekteki değerine verilen "bence yükselir..." veya "bence düşer…" şeklinde gelişen cevapta olduğu gibi. Çalışmalarında "Peki insanlar bu olası değerleri düşüncelerinde nasıl oluştururlar?" sorusunun cevabını aramışlardır (Tversky ve Kahneman, 1973; Gigerenzer ve Gaissmaier, 2011).

> "*Birçok durumda insanlar son cevabı elde etmek için uyarlanan bir başlangıç noktasından başlayarak tahminlerde bulunurlar. İlk değer veya başlangıç noktası, problemin bir formülü tarafından ortaya atılmış olabilir veya kısmi bir hesaplamanın bir sonucu olabilir. İlk değerin kaynağı ne olursa olsun, ayarlamalar genellikle yeterli olmayacaktır. Bu durumda farklı başlangıç noktaları, ilk değere göre sapmalı olarak, farklı tahmin değerlerine ulaşır. Biz bu olguyu Referans Noktası (Anchoring) olarak adlandırmaktayız*" (Tversky ve Kahneman, 1973).

Tversky ve Kahneman, başlangıç noktasının tahminde yarattığı etkiyi gösterebilmek ve bu yetersizlik durumunu aydınlığa kavuşturmak için iki ayrı gruptan ilkine 1x…..x8 artan sıralı bir seri ve ikinci gruba 8x…x1 gibi azalan sıralı bir seri sunarak çarpım işleminin neticesini söylemelerini istemişlerdir. Yapılan tahminlerin medyanı ilk grup için 512, ikinci grup için ise 2.250 olarak elde edilmiştir. Bu durumun, net bir şekilde başlangıç noktasının tahmininin etkinliğindeki yetersizliğini, ama aynı zamanda etkisini gösterdiğini ifade etmişlerdir. Bu, sezgisel yanlılığın (heuristic bias) bazen sistematik hatalara neden olmasına rağmen, çoğu zaman çalıştığını ifade etmişlerdir. Bu anlamda verdikleri temel örneklerden birisinde, katılımcıların bir cismin daha net (bulanık) görünüyor olması ile bu cismin mesafesi hakkındaki soruya katılımcıların gerçek mesafeden daha kısa (uzun) bir mesafe tayin etme eğilimi içerisinde olduklarını ifade etmişlerdir. Tversky ve Kahneman'a göre burada katılımcıların yaptığı en sistematik hata, belirli koşulların etkisi altında olduklarının farkında olmamalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bunlar bakış açısı, havanın bulanıklığı gibi faktörlerdir. Çalışmada verilen ve finans piyasaları ile yakından ilgili bir örnekte, bireylere belirli firmaların isimleri ve detaylı tanımları verilmiş ve bu firmaların kârlarını tahmin etmeleri istenmiştir. Sonuçta bireyler daha fazla olumlu tanım içeren firmalarının kârlarının daha yüksek olacağı yönünde ifade beyan etmişlerdir. Çalışmanın neticesi olarak bu kararların, insanların karmaşık

görevleri basite indirgemek adına basit yargılayıcı, sezgisel yanlılıklar kurmak suretiyle, oluşturulduğuna kanaat getirmişlerdir (Tversky ve Kahneman, 1973).

1.7.2. Umut Teorisi (Prospect Theory)

Umut Teorisi'ne dair açıklamalardan önce Kahneman ve Tversky (1979)'nin Beklenen Fayda Teorisi'nin varsayımlarını sınamak üzere ele aldığı hipotetik bir karar senaryosu aşağıda sunulmaktadır (Kahneman ve Tversky, 1979, s.4):

Problem 1:

A: %33 ihtimalle 2.500 kazanç *B: 2.400 kesin kazanç*

%66 ihtimalle 2400 kazanç %1 ihtimalle kazanç yok

Problem 2:

C: %33 ihtimalle 2.500 kazanç *D: %34 ihtimalle 2.400 kazanç*

%67 ihtimalle 0 kazanç *%66 ihtimalle 0 kazanç*

Kahneman ve Tversky (1979), Von Neumann-Morgenstern'in Beklenen Fayda Teorisi' ne göre yukarıdaki senaryolar altında, katılımcıların olasılıkların getiriler ile çarpımının toplamı neticesinde Ave D şıklarını tercih edeceklerini öne sürmüştür. Ancak literatüre Fransız ekonomist Maurice Allaice tarafından 1953 yılında kazandırılan Kesinlik Etkisi olarak bilinen bir psikolojik faktör ankete katılan 72 deneğin ilk problemde B (%82'sinin) ve ikinci problemde C (%83'ünün) şıklarını tercih ettiklerini göstermektedir.

Kahneman ve Tvesrky (1979) *Umut Teorisi*' nin geçerliliğini ençok doğrulayan ve en net biçimde ortaya koyan senaryo ise aşağıda sunulmaktadır. Bu senaryo ile *İzolasyon Etkisi'*nden kaynaklı olarak, sabit getirili varlıkların koşullu ancak kesinlik barıdırıan tercih edilme çekiciliği, bu kez, riskli girişimlerin olasılık ve sonuçlarına göre daha fazla olmaktadır. Aşağıda Kahneman ve Tversky (1979) tarafından uygulanan bir senaryo sunulmaktadır[4].

Problem 11: Neye sahip olursanız olun, size herhalükarda 1.000 TL verilecektir. Şimdi aşağıdakilerden birisini tercih etmeniz istenmektedir.

A: (1.000, 0.50) *B: (500)*

Problem 12: Neye sahip olursanız olun, size herhalükarda 2.000 TL verilecektir. Şimdi aşağıdakilerden birisini tercih etmeniz istenmektedir.

A: (-1.000, 0.50) *B: (-500)*

Problem 11'deki, 70 katılımcıdan %16'sı A şıkkını seçerken %84'ü B şıkkını yani kesin kazancı tercih etmiştir. Problem 12'de ise ankete katılan 68 kişiden, bu kez büyük çoğunluğu %69'u A şıkkını %31'lik kısmı ise B şıkkını yani olasılığa dayalı para kaybetmenin yer aldığı durumu tercih etmiştir ki, teorinin can alıcı noktası tam olarak burası olmaktadır. İnsanlar, kayıp

[4] Örnek problemler sıra numaraları ve sayılar orijinal makaleye bağlı kalınarak sunulmuştur.

ihtimali barındıran, yani kaybetme ihtimalinin olduğu durumlarda, risk ile getiri arasında dış bükey (konveks) risk sever bir davranışsal fonksiyon sergilemektedirler. Bu tercihler aynı zamanda *Yansıtma Etkisi (Reflection Effect)*'ini, yani aynı kayıp kazancın tam zıttı işaretli olması durumunda tam tersi tercihlerin yapılacağı yönünde bir sav barındırıan etkiye, karşılık gelmektedir. Problem 12'de 2.000 İsrail para birimi ödülün yarısından daha azını kaybetmeye râzı olan bireyler, her halükarda elde edilen bir miktar parayı riske atmaktan geri durmaktadırlar (Kahneman ve Tversky, 1979).

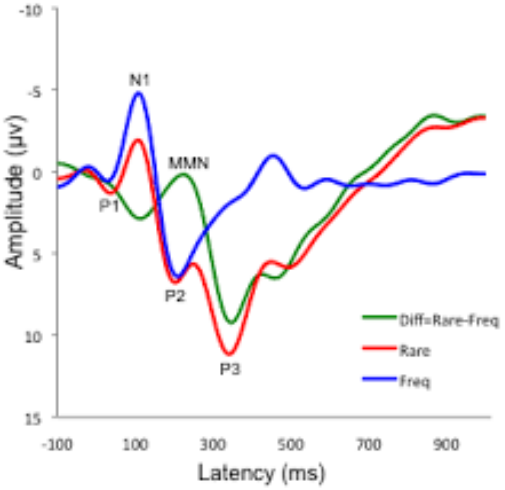
1.7.3. Olay İlişkili Potansiyel (OİP) (Event Related Potential, ERP), Rasyonel Ağırlıklandırılmış Eklemeli Kural Stratejisi (Rational Weighted Additive Rule Strategy, WADD) ve Sezgisel En İyiyi Seçme Stratejisi (Take The Best Strategy, TTB)

OİP, bilindiği üzere nöronların diğer nöronların *akson*[5] uçları ile *dentritlerin*[6] *sinaps*[7] *boşluklarından reseptörler* aracılığıyla aldıkları moleküler mesajları, çekirdeklerinde işleyerek anlamlı bir mesaj haline getirip diğer hücrelere aktarma işleminden ortaya çıkan ve uyarana bağlı elektrik sinyalleridir. Bu mesajların nöronlar arası sinaps boşluklarında iletimi esnasında uyaranın geliş süresi ile devam etme süresi boyunca milivolt bazında değişen *dinlenme (resting)* ve *ateşlenme (fire)* durumlarında kimyasal tepkimelere bağlı olarak elektron alışverişleri esanasında duyusal, motor ve bilişsel milivoltluk *aksiyon potansiyelleri (action potentials)* yaratılmaktadır. EEG cihazı elektrotlar aracılığıyla ölçülen, yükselticiler aracılığıyla anlamlı hale gelen, analog halde bulunan sinyalleri dijitale çevirmekte ve analiz edilebilir hale getirmektedir. OİP ise beynin belirli bir uyarana verdiği küçük sinyaller olarak kabul edilmektedir. Çalışmamızda, simülasyon içerisinde katılımcılara gösterilecek ipuçları birer uyaran olarak kabul edilmekte, katılımcıların toplu halde elde edilmiş olan beyin sinyalleri BBA yardımıyla unusurlarına ayrıştırılmaktadır. Sinyallerin zaman, uzamsal boyutlarda RAEK ile SEİS'lerialtında gelişimleri karşılaştırılarak, simülasyon süresince ipuçlarına verdikleri tepkiler analiz edilerek hangi stratejinin aktif olduğu anlaşılmaya çalışılmaktadır. Bunun yanısıra, *Kümelenme Analizi* ile prefrontal kortekse ait veriler analiz edilerek, yine ipuçlarının kademeli olarak dikkate alınıp alınmadığı yönünde bulgular desteklenmeye çalışılmaktadır (Sur ve Sinha, 2009; Hogarth ve Karelaia, 2006; Payne, v.d., 1993).

RAEK herbir ipucunun, karar vericinin stratejisinde önemli bir etkisinin olduğunu kabul eder ve her ipucunun/haber akışının ağırlıklarının toplamının dikkate alınmasını söylemektedir. Bu durum, Kahneman ve Tversky'nin *Umut Teorisi*'nde değerin farklı ağırlıklandırma metotlarına tabi tutulması ile özdeş kabul edilmektedir. Bu anlamda, literatürde *P300* dalga boyu, RAEK'de

[5] Sinir Lifi
[6] Sinir Dalları
[7] Sinir Bağlantı Noktaları/Boşlukları

tüm OİP simülasyonları süresince, ipuçlarına eşit büyüklükte tepki olarak devamlılık sergilemektedir (Payne v.d., 1993). Simon'un *Kısıtlı Rasyonellik* kavramında belirttiği gibi bilgi işleme süreci aslında bir optimalite yaratma değil kısıtlı zaman, bilgi ve hesaplama kapasitesi altında tatmin edici bir cevap yaratma süreci olmaktadır. Dolayısıyla, bir karar verilirken RAEK stratejisinde her ipucunun bir ağırlığı bulunmamaktadır. Bu durum, SEİS olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar SEİS stratejisinde simülasyon süresince *P300* dalgalarının son ipucunda daha sönük kaldığını, bir diğer anlamda ilk ipucundan son ipucuna kadar geçen sürede *P300* dalgasında gerilemeler olduğu kabul edilmektedir (Wichary, v.d., 2017).



Şekil 1.3.OİP (ERP) İlişkili Beyin Dalgası Türleri ve Unsurları : N1, P1, P2, P3 (McFadden, v.d., 2013)

Bu tezin uygulama ve analiz kısmında referans alınan simülasyon, tam olarak bu senaryoya dayanmaktadır. Finans piyasalarında belirli bir seviyeye getirilmiş olan kazanç düzeyi, en basit tabiriyle "taş atıp kolum mu yoruldu sanki…" algısıyla rahatlıkla riske edilebilmektedir. Riske edilen bu paranın *zarar durdurma* veya *marjin tamamlama* çağrısına kulak asmadan devam edeceği veya yön değiştireceği beklenen yükseliş (türev piyasalar ve açığa satış işlemlerinde düşüş) beklentisi, kişileri riske karşı tavır sergilemekten alıkoymaktadır. Finans piyasalarında insanların gözünde alternatif maliyet, kayıp durumunda kazanca göre daha büyüktür. Daha teknik bir dille ele alınacak olursa, Kahneman ve Tversky (1979)'da karar sürecini *Düzeltme* ve *Değerlendirme* olarak ikiye ayırmıştır. *Düzeltme* sürecinin en önemli aşamalarından birisi *Kodlama* olarak adlandırılmaktadır. İnsanların genellikle bir iddiadan veya piyangodan elde edeceklerisonuçları refahın son hali üzerine kayıp veya kazanç olarak kodladığını savunmuşlardır. Bu noktada, kayıp ve kazançlar referans noktası olarak mevcut varlık durumuna göre değerlendirilmektedir. Bu durumda kayıp ve kazanç ödenen gerçek değerle kesişmektedir. Neticede, bir sonuç olarak kazanç ve kayıpların sonuç kodlaması ile referans noktası, sunulan beklentinin formülü ile karar vericinin beklentilerinden etkilenmektedir (Kahneman ve Tversky,

1979). Her iki seçenek için *Beklenen Pişmanlık (Fırsat Maliyeti)* eşit olmasına rağmen, beklenen ödüle dair umut düzeyi kayıp etme senaryosunda daha ağır basmaktadır.

Tüm bu teorik açıklamaların ışığındaki disiplinlerarası çalışmalar 1960-1980 dönemine denk gelmektedir. Bu dönem, psikolojinin laboratuvar ortamında eksik kalabilecek ölçüm metotları ile nörolojinindisiplinler arasında derinlik kazanma fırsatı bulamamış yöntemlerinin birleşmeleri sonucu ortaya çıkan gücün etkisinden faydalanarak beyin ve davranış arasındaki ilişkilerden faydalanılabilecek hızlı gelişimlerin yaşandığı bir dönem olmuştur. Rassal karar tercihleri ile beynin nöronal faaliyetlerinin arasındaki korelasyonun net bir şekilde ortaya konması ile birlikte nörobilim alanında çığır açan çalışmalar ortaya konmuştur. Bu alan, Newsome (1989) tarafından psikometrik-nörometrik eşleşme olarak adlandırılmıştır (Newsome v.d. (1989)'den aktaran Glimcher, v.d., 2009). Bu alanda bilimsel toplantılardan ilki, ekonomist, nörobilimci ve bilişsel psikologların bulunduğu bir grup bilim adamının katıldığı, 1997 yılında Carnaige-Mellon Üniversitesi'nde ekonomist Colin Camerer ile George Leowenstein tarafından düzenlenmiştir (Glimcher, v.d., 2009).

Bilişsel Hesaplama Analiz modelleri, mikro düzeyde bireylerin karar mekanizmalarını şekillendiren, beklenti, tutum, önyargı, aşırı güven olarak sayılabilecek yanlılıkların sayısal modellere dâhil edilmesine ve bu yönde daha eş zamanlı hesaplamalar yapılmasına imkân tanımaktadır. Bu çalışma kapsamında ele alınmaya ve ispat edilmeye çalışılan probleme ait hipotez, iktisadi ajanların veya finansal piyasa katılımcılarının karar meknaizmalarının RAEK ve SEİS itibariyle piyasada artan bilgi ve azalan belirsizliği takiben rasyonel veya sezgisel olarak ne yönde evrildiğinin, yükseliş ve düşüş senaryolarında artan risk eğilimlerinin mevcudiyeti ve bunların belirli yanlılıklar ile ile olan ilişkisini incelenmesi olmaktadır.

Sonuç olarak, nöroekonomik projeler, belirli bir senaryo altında katılımcılardan birincil veri kaynağı olarak, gözlemlenen davranışlarından elde edilen değerler ile psikolojik özellikler arasında bağlantılar oluşturmaktadır (Rustichini, 2009).

Uyarlamalı Beklentiler Hipotezi ile *Rasyonel Beklentiler Hipotezi* iktisadi ve finansal kararların geçmişten, cari dönemden geleceğe dair oluşturulan beklentilerden ne düzeyde ve ne yönde etkileneceğine dair birçok model geliştirmektedirler (Mlambo, 2012; Muth, 1961). *Uyarlamalı Beklentiler Hipotezi* kapsamında gecikmeli değerler modele dâhil edilmekte, *Rasyonel Beklentiler Hipotezi* ise bireylerin geçmiş ve şu ana ait tüm bilgileri kullanacağını iddia etmektedir. Dünya'da 8 milyardan fazla insan hergün taşınabilir aletler (mobile devices) ve bilgisayarlar aracılığıyla internete bağlanmaktadır. Her dakika *Google* arama motoru üzerinden 40.000'nin üzerinde arama gerçekleştirilmekte, diğer arama motorları ile birlikte dünyada günde 5 milyardan fazla sorgulama yapılmaktadır. Bunun anlamı, günlük olarak 2.5 quantilliondan daha fazla büyüklükte bir datanın dolaşıma çıkması demektir. Bu hesaplamalardan hareketle son iki yıl içerisinde yeryüzündeki bilginin %90'ının üretildiği kabul edilmektedir (Marr, 2016). Veri

akışının böylesine hızlı ve devasa boyutlara ulaştığı gerçek dünyada, insan beyni karar verme esnasında, tezin devam eden kısımlarında, karar alınırken kullanılan enerjiyi optimize etmek adına kısayollar belirlemek suretiyle kolaycı bir yaklaşım sergileme eğiliminde olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Kahneman ve Tversky (1973) gerçek dünyadaki bu tutarsızlığı *referans noktalı ayarlamalı sezgisel yanlılık* kavramını geliştirerek açıklamaktadırlar. Bu analizlerde elde edilen sonuçlar şunu göstermiştir ki, bireylerin karar mekanizması *Rasyonel Beklentiler Hipotezi*'nde yüksek düzeyde bilgiyi yine yüksek bir enerji (ATP) ile tam bilgiyi dönüştürmek yerine, bir referans belirlemek suretiyle daha kolaycı kararlar alınmaktadır. Bu tez kapsamında teori ile uyumcul biçimde ve teoriye ek olarak *Batık Maliyet Yanılgısı* ile hareket eden katılımcıların kararlarda en temel iradenin ilk tepe nokta olacağı yönünde kabul görmektedir. Daha cebirsel analizinin dâhil edildiği bir dille ifade edilecek olunursa, getiri veya fiyat eğrilerinin eğimin negatife döndüğü, tanjant açısının sıfır olduğu, konkav fonksiyonel yapıdaki eğrinin yatırıma başlanılan andaki global maksimum noktasının *tepe çıpa referans noktası* olacağı kabul edilmektedir. Bir anlamda, kayıp durumunda finansal varlığın trend hareketinin yeniden yatırım yapılan ilk andaki global maksimuma evrileceği yönündedir. Zirâ bu nokta, yine Kahneman ve Tversky'nin (1979)'da belirttiği *İzolasyon Etkisi* olgusundan başka bir ifade olmamaktadır. Aynı şekilde, bireyler genel durum değerlendirmesinde konveks eğrinin dip noktada ilk deneyimledikleri global minimumu ise kendileri için *dip çıpa* olarak belirlemektedir.

"Zararın neresinden dönülse kârdır" ifadesi dip çıpanın referans ve uyarlama etkisidir. Bu kavramlar, tez kapsamında hazırlanan sanal işlem platformuna konu fiyat döngülerini oluşturan mantığa temel oluşturmaktadır. İçinde bulunulan durumun uzamsal olarak evrimleştirme kabiliyetine sahip tek canlı insan olup, aynı zamanda gelecek simülasyonları yapan tek canlıdır. Hipotalamus, heyacan, zevk ve neşeden sorumlu bölge olarak kabul edilirken, amigdala ve orbitofrontal korteks, korku ve içgüdsel davranışlardan sorumlu olan bölge olarak kabul edilmektedir. Beynin içerisinde zihinsel gruplar itibariyle ortaya çıkan kaotik durumlara bir denge getiren prefrontal korteks ise son karar verici olan dorsolateral kortekse durumu bildirmekle sorumludur. Tüm bu duygu ve bilgi alışverişi neticesinde evrimsel bir çerçeveden bakıldığında veya kararların sonuçlar ile ilgili zamansal analizlerine göre homosapiensler geriye gitme değil, en kötü senaryoda mevcut poziyonunu koruma ve bu noktadan yukarıya doğru evrilme eğiliminde olmaktadır (Kaku, 2015). Bu sebeple, insanlar daima kayıp, çöküş, gerileme durumunda beklentilerini ilk tepe duruma çapalama eğilimi içerisinde olmaktadırlar. Bunun anlamı, *Uyarlamalı Beklentiler Hipotezi* ile *Rasyonel Beklentiler Hipotezi* kısmi veya tam anlamıyla devre dışı kalmakta, bunun yerine negatif seyreden bâkiyenin pozitife döndürülmesi amacıyla, katılımcılarda haber kaynaklı bilgi akışı ile teknik analiz sinyallerinin tersinde, finansal varlığın hareketinin yeni bir dönüş trendine dair bekleyiş yarattığı veya yaratacağı öngörülmektedir.

Katılımcıların dinamik bir biçimde Dolar/TL serisi üzerinde destek noktaları tayin etmesi ve zımni bir *ortalama maliyet stratejisi* belirlemek suretiyle kazanç umudunu dinamik tutması yönündeki eğilimlerinin, bu araştırma kapsamında önemli bulgular arasında olması beklenmektedir. İnsanın fıtratında, içinde olduğu durumu kabullenmek eğilimi olsada, var oluşsal olarak daima yaşama tutunma noktasında irade beyanında bulunmaktadır. Durumun iktisadi değerlendirmesi, bulunulan veya işlem yapılan zaman içerisinde pozisyon kapatmadan veya evrelerin sonuna gelmeden önce batık maliyet yanılgısı ve tepe çıpa referans noktası ile hareket ederek, kısa, orta ve uzun vadede müşkülü aşmak adına son bir hamle yapma girişimlerinde bulunulması olarak ifade edilebilmektedir. Ayrıca, rasyonel olarak anlam ifade eden haber akışlarınagerektiğinden fazla önem/olasılık atayıp aşırı güvenilir veya gereğinden daha düşük miktarda önem/olasılık atayarak dikkate almaksızın daha düşük güven düzeylerinde kararlar vermektedirler (Marr, 2016).

Bu girişimlerin çoğu, içgüdüsel olarak kayıp durumundan kurtulmak için geliştirilmiş bütün teorik ve uygulamalı temellerden uzak *dip veya tepe çıpa etkisi* ileumuda dayalı *Batık Maliyet Yanılsaması* ile gerçekleştirilecektir. Uygulama gecikmesi, rasyonel bireylerin içinde bulundukları duruma dair analiz ve sentez girişimleri sebebiyle muhtemel olmaktadır. Zirâ, rasyonel bireyler, şartların olgunlaşmadığını düşünmektelerse beklentileri orta ve uzun vadeye yaymaktadırlar. Ama asla ilk durumu unutma veya bundan vazgeçme eğilimi içerisinde olmamaktadırlar. Zirâ unutmak yoktur, alışmak vardır. Bu alışma sürecinin en acı verici yönü beklentilerin hedeflerden yüksek, hedeflerin ise beklentilerden düşük konumlandırılmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü, hedefler rasyonellik barındırırken, beklentiler umutları ve niyetleri barındırmakta bu sebeple piyasalar anomaliler ve rasyonellikten uzak fiyatlar ve olgular olarak karşımızda durmaktadır. İşgücü piyasasından konuya bir metafor veya bakış açısı geliştirmek gerekirse, bir önceki yıl veya ondan önceki herhangi bir yılda/yıllarda alınan %20'lik bir ücret zammı, sözleşmeye imza atılmasından bir saniye öncesine kadar *tepe çıpa* noktasına olan sadakatimiz nedeniyle gizli kalacaktır (Yay, 1989; Lucas, 1972; Box, v.d.2014; Simon, 1955; Tekin, 2016; Sargent, 1987).

Yukarıda aktarılan sezgisel tartışmaların tamamı, reel dünyanın karmaşık yapısını anlamaya yönelik kurulan belirli varsayımlara dayalı iktisadi ve finansal ekonometrik modellerin güvenilirliğini sarsacak gibi görünmektedir. Öyle ki ekonometrik modellerin en büyük kısıtlarından birisi modelde '*hesaba katılmayan, gereksiz ve unutulan*' olarak kabul edilen değişkenlerin, ölçüm yöntemlerinden elde edilen parametrelerin *En İyi Doğrusal Sapmasız Tahminci (EİDST) (Best Linear Unbiased Estimator, BLUE)* özeliğinin ortadan kalkmasına sebep olan sonuçları olmaktadır. Zirâ, modellerde yeralacak değişkenlerin sayısının arttırılması da bir çözüm önerisi olmamaktadır. Çünkü doğrusal çoklu bağımlılık probleminin ciddiyeti NBER (National Bureau of Economic Research)'in 1920 yılında kurulduğu ilk günden bu yana yüz ve

yüzden daha fazla değişkenler içeren modellerden günümüzde iki veya üç değişkenli modellere kadar indirgenmiştir. Bu durumda karar vericilerin genototip ve fenototip özelliklerini barındıran ikincil veri kaynakları üzerinden kurulan ekonometrik modellerin sonuçlarını destekleyecek klinik çalışmalara gerek duyulmaktadır. EEG ve benzeri görüntüleme yöntemlerinin, 1930'larda kağıt düzen üzerine baskılı sonuçların 20.yy'ın ikinci çeyreğinden bu yana dijital dönüşümler geçirmesi sebebiyle, dijital sinyalizasyon tekniklerinin soyut kavramları anlamada daha somut yöntemler sunmasını takiben, ekonometri alanında *Davranışsal Finans* ve *İktisat* modelleriyle eşzamanlı kantitatif modeller sunma eğilimine girmektedir (Collura, 1993).

1.7.4. Batık Maliyet Yanılgısı (Sunk Cost Bias)

"Bir maliyet, batık olduğunda geri döndürülemezdir. Bir maliyet batık olduğunda, gelecekteki kararların artan ödemelerinde hiçbir etkisi olmayacaktır ve bu yüzden rasyonel tercihlerde herhangi bir rolü olmayacaktır…" (Friedman, v.d., 2007, s.79).

Batık maliyet, bir firmanın bir demirbaşa yapmış olduğu harcamanın veya bir yatırımcının finansal ürüne yaptığı yatırımın, değerinin ve fiyatının kalıcı olarak bir fayda getiremeyecek biçimde hurda değerine ulaşması veya finansal olarak tüm bakiyenin sıfırlanmaya yakın bir noktada olması, ilgili varlığın ekonomik değerini yitirmesi, nakit akışlarının kesilmesi veya kar elde edilmesinin imkânsızlaşması olarak tanımlanabilmektedir (McCarthy, v.d., 1993). İşgücü piyasasında ve finansal piyasalarda, böylesine bir maliyet kişilerin rasyonel davranmasının önüne geçmektedir. İşgücü piyasasından örnek verecek olursak, birey üzerine 4 yıllık eğitim aldığı ardından yüksek lisans eğitimi ve iş tecrübesi ile pekiştirdiği kariyer yolunda, hijyenik ve motive edici faktörler dolayısıyla iş tatmini sağlayamadığı mevcut iş koşullarında, harcadığı zaman ve paranın çalıştığı sektörü değiştirmesi durumunda boşa gideceğine dair inancı daha fazla gelir elde etme ihtimalinin olduğu başka sektöre geçmesine engel olacak ve batık maliyet yanlılığı ile hareket ederek, rasyonel birey varsayımlarından saparak *uyumsuz davranış (maladaptive behavior)* sergilemektedir.

"*Oysa ki, rasyonel karar sürecinde geçmiş kararlardan çok, içinde bulunulan duruma ait marjinal maliyet ve marjinal fayda dikkate alınmalıdır. Bu eğilim standard dışı iktisadi kararlara neden olur…..*". (Zindel, v.d., 2014, s.15).

Bu örnekler, kredi piyasasınada genişletilebilmektedir. Örneğin, bir banka bir projeden elde edeceği kar ile bu projenin bitmesi ile sahip olacağı prestij arasında bir tercih yapmak durumunda kalabilmektedir (Garland ve Corlan, 1998). Finansal piyasalarda yatırımcılar, bir varlıkta aldıkları pozisyona dair bakiyenin negatife dönmesi ile ileride fiyatının yükseleceği beklentisi yönündeki beklenti ile ortalamayı aşağıya çekmek adına yeni kaynak aktarımı kararı verebilmektedir (Percival, 2012).

Friedman v.d. (2007)'ye göre batık maliyetlere yönelik açıkamalar, daha önceki çalışmalarda *irrasyonel taahhüdün yükselmesi (irrational escalation of commitment)* kavramı olarak karşımıza çıkmaktadır. Son dönemde beynin batık maliyet yanlılığı, bu çalışma kapsamında değinildiği gibi, Kahneman ve Tversky (1979) *Umut Teorisi* ile ilişkilendirilen araştırmaların mevcudiyetinden bahsetmektedir. *Batık Maliyet Yanılgısı,* genellikle hipotetik bir anket sorusu üzerinden kurgulanmaktadır. Katılımcılardan, A organizasyonu için 50 $, B organizasyonu için 100$ değerinde bir bilet aldıklarını varsaymaları istenmektedir. Konsept olarak aynı olan bu iki organizasyon için bilet iadesi söz konusu olmadığı durumda A veya B organizasyonlarından birisini seçmeleri istenmektedir. Katılımcıların yarısı daha az tercih edilen ama pahalı bileti olan B organizasyonuna gitmeyi tercih etmektedirler (Friedman, v.d., 2007).

Merkez bankaları ve düzenleyici otoritelerde zaman zaman sermaye ve finans piyasalarında faaliyet gösteren *Batmak İçin Çok Büyük (Too Big To Fail, TBTF)* olan kuruluşların üzerlerinde taşıdıkları kredilerin büyüklüğü ve ekonomide farklı sektörlere yüksek derecede nüfus etme nedeniyle, ekonominin genelinde yaratacağı *bulaşıcılık* ve *sitemik ve sistematik risk* tehlikelerini göz önünde bulundurarak, *2008 Küresel Finansal Krizi*, *2010 Avrupa Güven Krizi* kaynaklı bir çöküşe bu kuruluşların piyasaya çıkartmış olduğu spot ve türev ürünleri sübvanse ettiği olaylar batık maliyet etkisine verilecek örnekler arasında olmaktadır. ABD ve Avrupa'da *kurtarma operasyonları (rescue operation)* incelendiğinde, İspanya'da 2007 yılında yatırım bankası sayısı 45 iken 2012'ye gelindiğinde bu sayı 13'e gerilemiştir (Martin-Acena, 2013, s.85). Bazı bankalar kapatılırken, bazı bankaların birleşme ve satın almalar yapmasına izin verilmiştir. Bazı bankalar ise "Millileştirilme (Nationalization)" yoluyla kurtarılmıştır. Bu bankalara European Financial Stability Facility (EFSF) aracılığıyla 20 Temmuz 2012'de 100 milyar Avro yardım yapılması kararlaştırılmıştır. ABD'de banka kurtarma operasyonlarının yanısıra, İspanya'daki uygulamalara benzer şekilde gelişmeler yaşanmıştır: 2007-2009 yılları boyunca kriz esnasında hisse senedi fiyatları yarıdan fazla gerileyen bankaların *Federal Reserve (FED)* ve *Federal Reserve Insurance Corporation (FDIC)* kontrolünde, *JPMorgan Chase ve Co.*'nun *Bear Sterns* ve *Washington Mutual Bank*'ı; *Bank of America Corp*'un *Country Wide Financial* ve *Merrill Lynch*'i *ve Wells Fargo ve Co. Wachovia* bankasını satın alınmasına izin verilmesi gibi örnekler mevcuttur (Bkz. Tablo 1.3). FED belkide piyasaların bu yanlılıkları olmadığı bir durumda, bankaları kurtarmak için 2008'den günümüze bu kadar fazla miktarda dolar basmak zorunda kalmayacak ve faizleri yükseltme noktasında çok daha öncesinden irade beyan edebilecek esnekliğe sahip olabilirdi (Barth ve Whilborg, 2016; Baily, v.d., 2015)

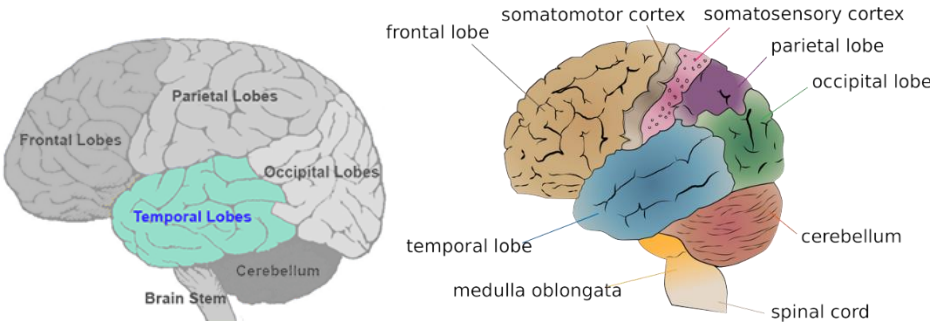
Tablo 1.3. Avrupa ve ABD Bankalarına Yapılan Kamu Yardımları ve Yardımlarınİlgili Ekonomilerin GSYH Yüzdeleri

Ülkeler	Yardım Miktarı (Milyar Euro)	GDP Yüzdesi (%)
İrlanda	21.2	13.3
İspanya	61.2	5.8
Birleşik Krallık	72.9	4.2
Belçika	12.2	3.2
ABD	327.6	3.0
Hollanda	16.1	2.6
Almanya	46.5	1.8
Fransa	15.7	0.8

Kaynak: Martin-Acena, 2013, s.86

1.7.5 Beyin, Bilinç, Zihin, Akıl, Zekâ, Rasyonellik, SezgisellikKavramlarının Tanım ve Çoklu İlişkileri

Beyin; *frontal lob, parietal lob, temporal lob, oksipital lob, beyincik(cerebellum)* ve *beyin sapı*'ndan oluşan biyolojik bir yapıdır. Beynin sayılan bu kısımlarından her birisi temel birtakım fonksiyonlardan sorumlu olmaktadır. Örnek olarak, *frontal lob*; problem çözme, duygusal özellikler, sebebe bağlama (yargılama), konuşma, iradi motor aktivitelerin yapılmasındaki fonksiyonlardan sorumlu iken, *parietal lob*; bilme, algılama, vücut oryantasyonu, okuma ile ilgili fonksiyonların yerine getirilmesinden sorumludur. *Temporal lob*; dili anlama, davranış, hafıza ve duyma fonksiyonlardan sorumlu iken, *oksipital lob*; görme ve renkleri ayırt etme gibi fonksiyonlardan sorumludur. Beyincik; denge, iradi hareketlerin koordinasyonu ve kontrolü, ince kas kontrolü gibi fonksiyonlardan sorumludur. Beyin kökü; nefes alma, vücut ısısı, sindirim, uyanıklık, uyuma ve yutma fonksiyonlarından sorumlu olmaktadır ("Human Brain Funciton", 2018)



(a) (b)

Şekil 1.4. Rasyonel Ve Sezgisel Karar Vermeden Sorumlu İkili Nöral Patika-Temporal ve Parietal Loblar ((a) https://www.health.qld.gov.au/abios/asp/btemporal_lobes (b) http://www.humanbrainfacts.org/human-brain-functions.php.)

"*Bilinç (consciousness) karmaşık, kapsayıcı bir beyin fonksiyonudur ve hatta bir beyin durumudur*" (Deckee, 2012, s.1).

Bergson, *bilinç'i* yaşamımızın her evresinde etrafımızda olup biten olayları sebep sonuç ilişkisi içerisinde analitik bir düşünce yoluyla kavramamıza yardımcı olan yaşamımızı sürdürmemiz için en gerekli kavram olarak tanımlamaktadır. *Bilinç*, bu tanımıyla metafizik bir kavram olarak tanımlanmakta ve biyolojik olarak beyne ihtiyaç duymaktadır (Eroğlu, 2012). Yatırımcıların heterojenliği Bergson'un belirttiği üzere bilinç düzeyinde her canlının heterojen, özgün bir bilince sahip olmasından kaynaklıdır (Eroğlu, 2012). Bergson'un, bilincin evrende algıladığımız nesnelere 'Bütüncül' bir yapı içerisinde bakmamızı sağladığına dair geliştirdiği görüş, finansal piyasalarda yatırım kararı veren bir kişinin bilgi akışı ile birlikte uyarılmış özgür iradesini kullanarak aldığı kararın, sadece haberin içeriğine ve beklenen gerçekleşme olasılığına değil, aynı zamanda haberin kaynağının imajı veya güvenilirliği, benzer olaylar karşısında kişinin evrene ve topluma dair, yaşamı süresince kendi bilinci ile yaptığı gözlemler neticesinde oluşturduğu ve toplumun habere vereceği tepkinin anlaşılması dâhil gelişecek tüm zihinsel süreçlerde yatırımcıya yardımcı olmaktadır. Her bireyin bilincinin tek tek analiz edilerek elde edilen sonuçların toplumun genelinde ortaya çıkması muhtemel *Kollektif Bilinç'*in çerçevesini çizebilmek, bu sayede doğru araç ve politikalarla etkin sonuçların alınmasını sağlamak mümkün olmaktadır.

Zihin (cognition), beş duyu organımız ile algıladığımız ve zihin halleri olarak sayılabilecek düşünceler, inançlar, önyargılar, acı ve haz duygusu, beklentileri barıdıran ve bu haliyle bilinçli ve bilinç dışı olma durumlarını toplamından ibaret olan bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Eroğlu, 2012; Sayan, 2012).

İnsancıl düşünce tarzına yönelik kavramların analizine geçmeden önce, *Zihin Felsefesi* üzerinden *zeka, akıl, sezgisellik, mantık, rasyonellik* ve *piyasadinamikleri*'ne dair kavramlara yönelik devam eden açıklamalara gerek duyulmaktadır.

Zihin felsefesi,

"*Beden, özellikle de beyin-ya da daha genel alırsak, merkezi sinir sistemi (ki buna beyin, omurilik, sinirler vs. dâhildir)-ile zihin dediğimiz şey arasında ne gibi bir ilişki var?* "sorusuna cevap arayan bir felsefe dalıdır (Sayan, 2012, s.39).

Zekâ (intelligence),

"*…bireyin çevreye uyum sağlama ve deneyimlerden öğrenme yeteneğidir*" (Sternberg, 2005, s.204).

" *zekâ daha çok hayatın pratikliği içerisinde yer alır…. zekâ anlama, algılama ve çözme gibi işlemleri yapan üst düzey yeterlilik…"*(Eroğlu, 2012, s.87).

Akıl (mind),

> "*Akıl, en genel anlamda düşünüp yargılama gücü, doğru olanı yanlış olandan ayırma yetisi ya da doğru yargılama yeteneği olarak insanda bulunduğu var sayılan yargı gücüdür…… var olan kavramlardan sonuç çıkarmak ve yargılamak gücüdür"* (Eroğlu, 2012; s.87).

" .... (a) kısa ve (b) uzun vadede (a)içinde bulunulan çevreye uyum (b) var olan çevreyi dizayn etme (c) yeni bir çevre seçme amacıyla (a) bireylerarası, (b) bireysel/içsel ve (c) bireydışı dengelerini gözeterek ortak iyinin sağlanması adına zekâ, yaratıcılık ve bilginin kullanılmasıdır" (Sternberg, 2005, s.242).

Sezgisel (Heuristic) karar verme,

" *Sezgiler, bilinç veya bilinçaltı, bilginin bir kısmının safdışı bırakıldığı etkin bilişsel süreçlerdir"* (Gigerenzer ve Gaissmaier, 2011, s. 452).

Dolayısıyla eksik bilgi altında karar verme sürecini *sezgisel karar verme*süreci olarak ele alabiliriz.

Mantık (logic) ve istatistiki temellere dayandırılan karar verme süreçleri rasyonal karar verme ile ilişkilendirilirken, *sezgisel karar verme* hata yapmaya açık sezgiler veya rasyonel olmayan kararlar ile ilişkilendirilmektedir. O halde, akıl ile ilgili yapılan tanımlamada "*zekâ, yaratıcılık ve bilginin kullanılmasıdır"* tanımından hareketle sezgisel karar verme sürecinin oluşmasına dair ekonomide ve piyasada yeterli koşul mevcuttur: *Bilgi Eksikliği*. Makro düzeyde ele alındığında, piyasada bir finansal varlığa yönelik olarak bütün bilginin eksiksiz ve eşanlı olarak her yatırımcıya ulaştığını söylemek, ulaşmış olsa dahi eşit şekillerde anlaşıldığı ve analize tabii tutulduğunu söylemek imkânsız olmaktadır (Shleifer, 2000). Dolayısıyla, *Etkin Olmayan Piyasa*'larda, yatırımcının tam olarak rasyonel karar verebilmesi mümkün olamamaktadır. Mikro ya da yatırımcı düzeyinde bakıldığında, aşağıda açıklanan enerji, zaman ve yanlılıklar dolayısıyla bireylerin tam olarak rasyonel davranmaları pek olası görünmemektedir.

Von Neumann (1948), bir insanın bütün hayatı boyunca merkezi sinir sistemine ulaşan bilginin *bit* cinsinden değerine yönelik hesaplamalarında, tahminlerini, nörobiyolojik bulgulardan hareketle, akson kanalları boyunca tetikleyici uçların polarizasyonu üzerinden 14 milisaniyede bir gerçekleşen ortalama nöronal sıçrama aktivitelerini gözeterek ortaya koymaktadır. Von Neumann hesaplamalarında, beyinde toplamda sayı olarak 10^{10} adet nöron olduğunu ve insan ömrünü ortalama 10^{9} saniye olarak kabul ederken, insan beynine hayatı boyunca 10^{20} bit'lik verinin ulaşacağını tahmin etmektedir. Bu rakam korteks'de bulunan nöron sayısı 10^{11} olarak kabul edilirse 10^{21} olarak güncellenmektedir (Von Neumann (1948), s.63-64'den aktaran Amit, 1992, s.273). Ayrıca, beynimiz *bilinçli duyu algılaması* ile etrafımızda olan bitenleri ihtiyaçlarımıza uygun olması doğrultsunda kavramakta ve gereksiz gördüğü kısmı dikkate almamaktadır. Böylesine bir algıda seçicilik şartlarını oluşturan, nörofizyolojik ve bilişsel önyargı açıklamalarına çalışma süresince literatüre dayandırılarak sıkça değinilmektedir. Bir çita avının peşinden koşarken ondan elde edeceği besin değeri ile onu yakalamak amacıyla harcayacağı enerjiyi hesaplayarak*, ava devam etme veya etmeme* noktasında karar vermektedir. Bilgiyi işleme sürecinde ise beynin nörofizyolojik olarak çita örneğine benzer bir çalışma prensibi bulunmaktadır. Beyin, verdiği kararın fırsat maliyeti olarak ilgili *Adenozin Triphosphate (ATP)* kullanımına ait seviyeyi dikkate almaktadır (Howarth, v.d., 2012). Fonksiyonel Manyetik

Rezonans (fMRI) görüntüleme tekniklerinden elde edilen ATP kullanımdaki optimalite açıklamalarının yanısıra, literatürde beynimizin birtakım bilişsel yanlılıklar sergilediğine dair bulgular bulunmaktadır. Bunlar arasında, *Tutuculuk Yanılgısı (Conservatism Bias)*, *Batık Maliyet Yanılgısı (Sunk Cost Fallacy/Bias)*, *Sürü Davranışı Yanılgısı (Herding Behaviour Bias)*, *Bilgi Yanılgısı (Information Bias)*, *Aşırı Güven Yanılgısı (Overconfidence Bias)*, *Aşırı İyimserlik Yanılgısı(Overoptimism Bias)*, *Satın Alım Sonrası Rasyonelizasyon Yanılgısı (Post Purchase Rationalization Bias)*, *Sıralama Etkisi: Öncelik ve Sonralık Yanılgısı (Primacy and Receny Bias)*'na çalışmalar bulunmaktadır (Wu, v.d., 2009; Friedman v.d., 2007; Değirmen v.d., 2012; Percival, 2012; Dong v.d. 2016; Scheinkmann ve Xiong, 2002; Marciukaityte, v.d., 2005; Cohen ve Goldberg, 1970; Pinsker, 2011; Daigle, v.d., 2014).

Elbetteki, bu denli büyük bilgi (big data) akışı içerisinde, Thaler ve Sunstein (2008)'in ifade ettiği üzere homosapiens'den homoeconomicus bir hareket beklemek, algıda seçicilik ve bilinç düzeyinde bilgi işleme meknaizmasının yetersizliği dolayısıyla pek mümkün görünmemektedir. Zirâ, bu çalışma kapsamında bu kavramlar arasındaki derinlik araştırılmamaktadır. Ancak, sezgisel karar verme ve yanlılıkların anlaşılması adına hafızanın ve veri akışının büyüklüğüne değinilmesi gerekmektedir. Çalışmada, Thaler ve Sunstein (2008)'in de belirttiği üzere, gelecekte olacak olaylara homosapiens'in objektif yaklaşımlar geliştirerek, eşit olasılıklar atayabilmesi, olaylara geçmiş deneyimlerinden hareketle taraflı davranmaması beklenmektedir. Sinirbilim yöntemler ise sınırlı zaman aralığında, davranışsal iktisat ve davranışsal finans teorilerinin gözlemlerine dayalı çalışmaların, zihinsel süreçleri ile beynin görüntülenmesine yönelik çalışmaları kapsamakta ve bu çalışmaya dâhil edilmektedir.

Dolayısıyla, bireyden çok toplumun refahına çalışan bireylerin ağırlıkta olduğu toplumlarda, topluma ait dinamiklerin (beklentiler, hedefler, değer yargıları vb.) gibi insancıl düşünce tarzına ait kavramların iyi analiz edilmesi, psikolojik, nörolojik anatominin ve nörofizyolojik karar verme mekanizmasının aydınlatılması yine doğru araç ve politikaların etkin sonuçların alınmasında rol oynamaktadır (Sternberg, 2005).

1.7.6 Araştırmanın Hipotezleri

Hipotez 1 (H1): Profesyonel olmayan yatırımcılar finansal piyasalarda yatırım yaparken zihinsel süreçlerinde *Batık Maliyet Yanılgısı*, *Tutuculuk Yanılgısı*, *Sürü Davranışı Yanılgısı*, *Aşırı Güven Yanılgısı, Bilgi Yanılgısı* gibi birçok yanlılık türünün dâhil olduğu sezgisel karar stratejilerine başvurmaktadırlar.

Hipotez 2 (H2): Profesyonel olmayan yatırımcılar, Kahneman ve Tversyky (1973)'nin geliştirdiği *Umut Teorisi*'ne uygun olarak, fiyat salınımları esnasında her ipucuna yönelik belirli yanlılıkların etkisiyle beklentiler yaratarak sezgisel karar stratejilerine başvurmaktadır.

Hipotez 3 (H3): Profesyonel olmayan yatırımcılar, artan bilgi akışı içerisinde beynin 250-600 ms zaman aralığında dalga boyu daha düşük (dolayısıyla enerjisi) *P300* bileşenine sahip SEİS kullanıldığı, DlPFC ve VlPFC bölgelerinde uyaranlara bağlı olay ilişkili aktivasyonlarda artış görülmektedir.

1.8. Araştırmanın Kapsamı ve Metodolojisi

1.8.1.Olay-İlişkili-Potansiyel (OİP) (Event Related Potential, ERP), Rasyonel Ağırlıklandırılmış Eklemeli Kural Stratejisi (RAEK) (Rational Weighted Additive Rule Strategy, WADD) ve Sezgisel En İyiyi Seçme Stratejisi (SEİS) (Take The Best Strategy, TTB)'ne Yönelik Bağımsız Bileşen Anazlizleri (BBA) (Independent Component Analysis, ICA), Temel Bileşen Analizi (TBA) (Principal Component Analysis, PCA) ve Self Orginizing Map (SOM) Kümeleme Analizi

Literatüre göre, nöronlar diğer nöronların akson uçları aracılığıyla dentritlerin sinaptik boşluklarından reseptörler aracılığıyla aldıkları moleküler mesajları, çekirdeklerinde işleyerek anlamlı bir mesaj haline getirip diğer hücrelere aktarma işleminden sorumludurlar. Bu mesajların nöronlar arası sinaps boşluklarında iletimi esnasında uyaranın geliş süresi ile devam etme süresi boyunca milivolt bazında değişen dinlenme ve ateşleme durumlarında kimyasal tepkimelere bağlı olarak elektron alışverişleri esansında duyusal, motor ve bilişsel milivoltluk *aksiyon potansiyelleri (action potential)* gerçekleşmektedir. EEG cihazı, elektrotlar aracılığıyla ölçülen, yükselticiler aracılığıyla anlamlı hale gelen ve analog halde bulunan sinyalleri dijitale çevirmekte ve neticede analog sinyalleri dijitalleştirerek analiz edilebilir formata dönüştürmektedir. OİP ise beynin belirli bir uyarana verdiği küçük sinyaller olarak kabul edilmektedir. Çalışmamızda, simülasyon süresince katılımcılara sunulan haber akışları birer uyaran olarak kabul edilecek, katılımcıların bireysel ve toplulaştırılmış beyin etki-tepki sinyalleri BBA yardımıyla bağımsız unusurlarına (*P300*) ayrıştırılmaktadır. Sinyallerin zaman ve uzamsal boyutlarda RAEK ile SEİS stratejilerine uygunlukları araştırmacı tarafından yaratılan bir algoritma üzerinden karşılaştırılarak, simülasyon süresince ipuçlarına verdikleri tepkiler analiz edilerek, karar öncesinde hangi stratejinin aktif olduğu anlaşılmaya çalışılmaktadır. Bunun yanısıra, kümelenme analizi ile prefrontal kortekste ait veriler analiz edilerek, ipuçlarının ipucu ayırt edici değerine göre dikkate alınıp alınmadığı yönünde bulgular araştırılmaya çalışılmaktadır (Sur ve Sinha, 2009; Hogarth ve Karelaia, 2006; Payne, v.d., 1993).

RAEK, her bir ipucunun karar vericinin stratejisinde önemli bir etkisinin ve her ipucunun ağırlıklarının toplamının dikkate alınması gerektiğini kabul etmektedir. Bu anlamda literatürde *P300* dalga boyu, RAEK'de tüm OİP s esnasında ipuçlarına eşit büyüklükte tepki olarak devamlılık sergilediği kabul edilmektedir (Payne v.d., 1993). Simon'un *kısıtlı rasyonellik* kavramında belirttiği üzere bilgi işleme süreci aslında bir optimalite yaratma değil kısıtlı zaman, bilgi ve

hesaplama kapasitesi altında tatmin edici bir cevap yaratma sürecidir. Dolayısıyla, bir karar verilirken RAEK stratejisinde ipucunun bir ağırlığı yoktur. Bu durum SEİS'de karşımıza çıkmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar, SEİS'de simülasyon süresince *P300* dalgalarının son ipucunda daha sönük kaldığını, başka bir ifadeyle ilk ipucundan son ipucuna kadar geçen sürede *P300* dalgasında gerilemeler olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, MATLAB EEGLAB Toolbox üzerinden OİP'lere yönelik zaman ve uzamsal boyutlarda analizleri gerçekleştirilmektedir. BBA, Temel Bileşen Analizi (TBA) (Principal Component Analysis, PCA), Çoklu Karşılaştırma yöntemleri ve Hiyerarşik Çoklu Seviye regresyon modelleri ile *P300* OİP'ne ait analizler aracılığıyla rasyonel ve sezgisel karar stratejilerine ait elektrofizyolojik çıkarımlar sunulmaktadır.

1.8.2. Örneklem ve Örneklem Büyüklüğü

Toros Üniversitesi İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi ile Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde eğitim görmekte olan finansal okuryazarlık ölçeğinde belirli bir finansal okuryazarlık düzeyine sahip öğrenciler araştırmanın gönüllü katılımcı örneklemini oluşturmaktadır. Güç analizleri neticesinde elde edilen araştırmanın birinci tip hata katsayılarına bağlı olarak 29 adet gönüllü katılımcıdan, simülasyon süresince her 1 dakika için gösterilen 20 saniyelik dilimlere ayrılmış düşüş ve yükseliş dönemlerini kapsayan 18 ipucuna ait 3 işlem gerçekleştirmeleri ve bu işlemleri 16 dakika boyunca tekrarlamaları istenmektedir. 16 dakika boyunca alınan ipuçlarına ait EEG, ekan görüntüleri ve video kayıt verileri incelenmektedir. Yükseliş ve düşüş senaryoları Arms Endeksi (Trin Oranı)'nden türetilen ve bu orana ait istatistiki değer üzerinden hesaplanacaktır.

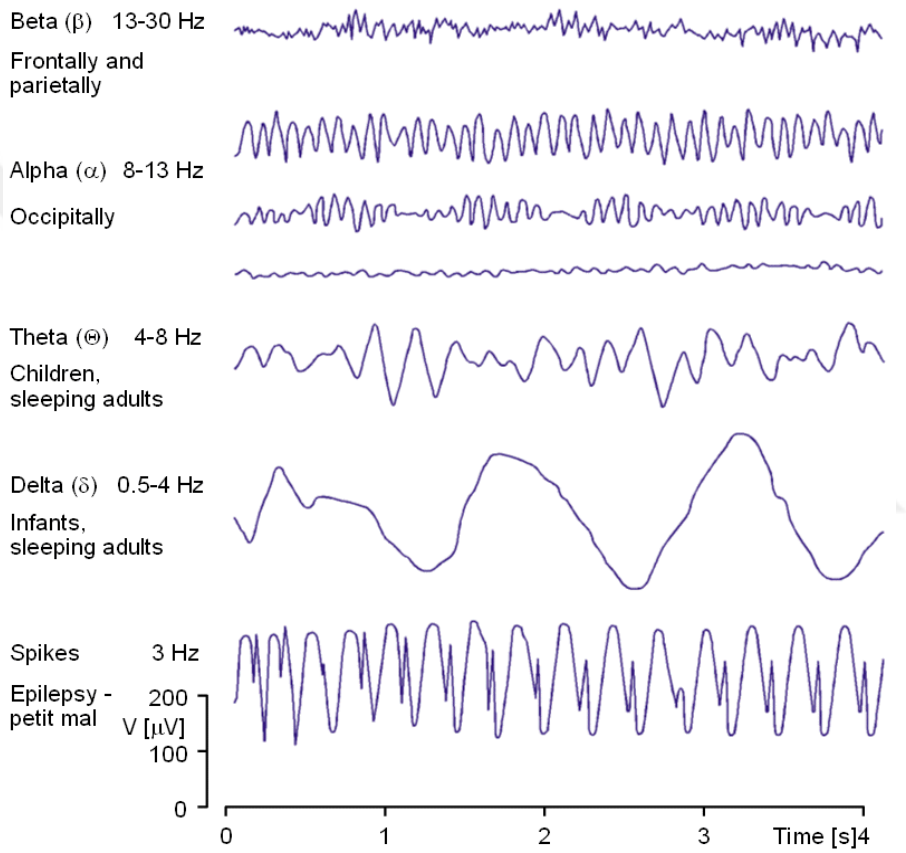
$$\text{Arms Endeksi/ Trin Oranı} = \frac{Düşüş\ Esnasında\ Hacim / Kapanış\ Fiyatından\ Düşük\ Açılan\ Mum\ Sayısı}{Yükseliş\ Esnasında\ Hacim / Kapanış\ Fiyatından\ Yüksek\ Açılan\ Mum\ Sayısı} \quad (5)$$

Bu oranın 1.0'in üzerinde olması piyasada satıcıların hâkim olduğunu bir diğer deyişle fiyatların düşme eğilimi içerisinde olduğunu gösterirken, oranın 1.0'ın altında olması piyasada alıcıların hâkim olduğu ve fiyatların yükseliş eğilimi içinde olduğuna işaret etmektedir (Channa, 2017). *Sanal borsa işlem platformu'*nda belirlenen döneme ait 1 dakikalık mum grafikleri, Arms Endeksi ile düşüş ve yükseliş dönemlerine ait emareler dikkate alınarak oluşturulmaktadır.

1.8.3 Veri Kaynakları ve Veri Toplama

Beynin, aktivite düzeyine bağlı olarak yaydığı frekans dalgalarının varlığının tespiti ve beyinin elektrik alanınına dairilk kayıtlar, Alman psikiyatrist Hans Berger 1929 yılında gerçekleştirmiştir. Yaptığı bu kayıtlara EEG ismini vermiştir. Aşağıda, EEG kayıtlarından elde edilen 4 adet temel dalga türü ve bu dalgaların frekans aralıklarına dair bilgiler verilmektedir. Bu

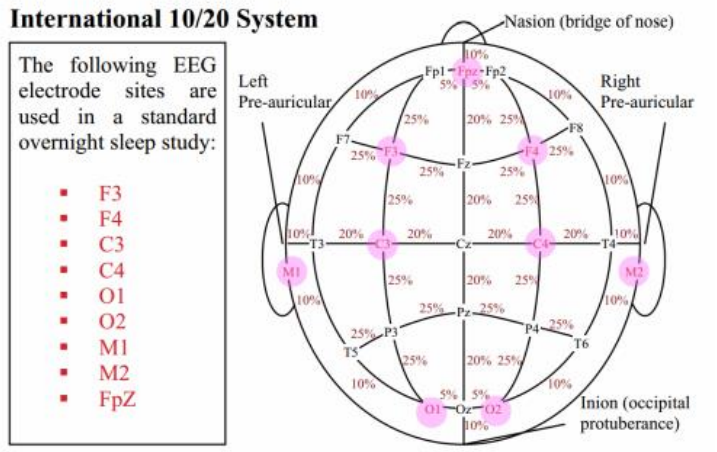
dalgalar, *alpha (α), beta (β), delta (δ),* ve *theta (Θ)* dalgaları olup, sivri uçlu dalgaların ise epilepsi ile ilişkili olduğu kabul edilmektedir. *Alfa* dalgasının frekans tayfı gözleri kapalı uyanık bir insan için beynin oksipitial bölgesinden elde edilen sinyaller itibariyle 8-13 Hz düzeyinde olmaktadır. Beynin ön ve yan loblarından elde edilen verilere göre *beta* dalgasının frekans görüntüsü 13-30 Hz arasında gerçekleşmektedir. *Delta* dalgasının frekans tayfı ise yeni doğan bebekler ve yetişkinler için 0.5 ile 4 Hz arasında olduğu kabul edilmektedir. *Teta* dalgasının frekans görüntüsüne dair gözlemler, çocuklar ve uyuyan yetişkinler için 4-8 Hz arasında olduğu kabul edilmektedir (Malmivuo ve Plonsey, 2015; Daşdağ, 2008).



Şekil 1.5. EEG Ritimlerinde Gözlemlenen Farklı Dalgalar Ve Sıklıkları (Malmivuo ve Plonsey, 1995, s.1)

Basit olarak, elektrotlar saç üzerinden kafatasına, genel kabul görmüş Uluslararası 10-20 sistemi ile farklı paternler (DBANANA) üzerinden yerleştirilmektedir. 4 temel bölgeye ayrılan kafatasına yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla anlık olarak nöronların yaydıkları elektriksel sinyallere dönük kağıt veya dijital kayıt platformu üzerine bulgular işlenmekte, uzamsal ve zaman boyutunda anlık olarak beynin fonksiyonları kayıt edilmektedir. Dijital ortamda kayıt yapılabilmesini takiben, EEG yönteminde diğer görüntüleme, ölçüm yöntemlerine nazaran önemli üstünlükler sağlanmaktadır. Şöyle ki, dalga boylarına ilişkin parametrelerde değişiklikler

yapılabilmekte böylece, araştırmacının daha sağlıklı sonuçlar elde edebilmesine imkân tanınmaktadır (Baykan, 2018; Daşdağ, 2008).



Şekil 1.6. EEG Yönteminde Uluslararası 10-20'lik Elektrot Yerleştirme Sistemi ("The International 10/20 System", 2018, s.1)

Şekil 1.6'da verilen harf kodlar şu anlama gelmektedir: *Fp = Frontal pole, F = Frontal, T = Temporal, C = Central, P = Parietal, O = Occipital, M = Mastoid*. Tek sayılar sol yarı küreyi, çift sayılar elektrodun sağ yarı küreden veri aldığını göstermektedir. *Z* ise beyindeki hipotetik orta çizgiyi temsil etmektedir. Dolayısıyla, tek sayılar elektrotların kafatasının sol tarafında, çift sayılar elektrotların kafatasının sağ tarafında, Z harfinin ise orta düzlemde elektrotların yerleştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir ("The International 10/20 System", 2018).

Veri toplama işlemi, değişkenler kısmında detaylı olarak ele alınan, veri üretme sürecinde kullanılan senaryolar kapsamında gönüllü katılımcılar üzerinden birincil düzeyde elde edilmektedir. Buna ek olarak, deneye katılan kişilerden EEG yöntemi ile elde edilen verilerin politika ve önerilerde sapmalara sebep olması ihtimali göz önünde bulundurularak, manipülasyon kontrolü ve OİP'lerin tahmininde kullanılması amacıyla *Özgüven Ölçeği* (Ek-1), *Beck Umutsuzluk Ölçeği* (Ek-2) ve *Finansal Okuryazarlık Tutum ve Davranış Ölçeği* (Ek-3) anketleri ile ekstra bir çapraz doğrulama oluşturulmaktadır. Bu sayede gönülü katılımcıların *Umut Teorisi* ile birtakım yanlılıklara bağlı olarak rasyonel ve sezgisel karar stratejilerine yönelik veriler toplanmaktadır.

1.8.4. Değişkenler

Dolar/TL döviz kuru paritesine ait birer dakikalık mum grafiklerinin oluşturulmasında *Açılış, En Yüksek, En Düşük* ve *Kapanış* fiyatları Kahneman ve Tversky (1979) *Umut Teorisi'*ni kapsayacak biçimde oluşturulması adına, düşüş ve yükseliş senaryolarının da yer aldığı simülasyon 2016 Excel VBA'de "Dim … As Date" değişkeni ile "Application. Ontime ve Say_Üret_()"

fonksiyonu üzerinden her hücre için saniyelik olarak üretilen gerçek verinin örüntüsüne sahip rassal sayısal değerler yaratılarak dinamik fiyat grafikleri oluşturulmaktadır. Deney esnasında, EEG makinesi aracılığıyla toplanan sinyallerden birincil veriler üretilmektedir. Karar verme aşamasında, uzman grup tarafından hazırlanmış ve tarihsel olarak etkileri belirli bir olasılık kapsamına alınmış ipucu (teknik analiz indikatörleri alım satım sinyalleri) *kayan hücre içerikleri* yardımıyla katılımcılara iletilmektedir. Karar modeline yönelik analizlerde güvenilirlik adına gönüllü katılımcılardan, uyaran olarak kabul edilecek haber akışlarının başladığı süreyi takiben maksimum 3 saniyede her bir 20 saniyelik zaman dilimi için (20-25;40-45;60-65), 1 dakika boyunca 3 adet karar vermeleri istenmektedir.

1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

EEG yönteminde, yöntemin doğası gereği birtakım sınırlılıklar bulunmaktadır. Bunlar, empedans değerlerinin yüksek olması ve artifaktlar sebebiyle sinyallerde gürültü oluşması gibi sınırlıklıklar olarak sıralanmaktadır. Bu sınırlılıkları aşabilmek adına gönüllü katılımcıların kafatasları olabildiğince temiz tutulmaya çalışılmış ve güçlü iletken jeller ile sinyalin kalitesi arttırılmıştır. Ayrıca, deney esnasında katılımcıların, bilgisayar ekranı karşısında mümkün olduğunca ergonomik biçimde oturtulması sağlanmış, bu sayede ani hareketlerin yaratacağı artifaktlar engellenmeye çalışılmıştır. Ayrıca göz ve kas hareketlerinin yarattığı bu tür artifaktlar BBA ile filtrelenmiştir. Çalışmaya katılan 29 katılımcıdan 8 katılımcının verilerinin yukarıda sayılan sınırlılıklara maruz kalması sebebiyle analizlere dâhil edilememiştir. Katılımcıların kişilik özelliklerinin deneye tam olarak aktarılamaması, ipuçlarının tam anlaşılamaması ve karar esnasında fareye geç tıklanması gibi bazı süreç sınırlılıkları da yaşanması muhtemeldir. Bu nedenle, işlem sırasında oluşabilecek istenmeyen durumların yaratacağı sınırlılıklar, manipülasyon kontrol yöntemiyle deney öncesinde katılımcılara *Özgüven Ölçeği*, *Beck Umutsuzluk Ölçeği* ve *Finansal Okuryazarlık Tutum ve Davranış Ölçeği* ile oluşabilecek katılımcı ve grup bazındaki farklılıklar, Hiyerarşik Çoklu Seviye modellerine dâhil edilerek elektrofizyolojik veriler analiz edilmiştir. Ayrıca deneyin ekran kayıtları ile ortam kayıtları saniye saniye araştırmacı tarafından izlenerek yaşanacak senkronizasyon gecikmeleri ve karar gecikmelerinin önüne geçilerek veriler hazırlanmıştır (Durak ve Palabıyıkoğlu, 2006; Akın, 2007; Sarıgül, 2015).

1.9.Tez'in Yapısı

Tez, 4 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde giriş kısmıyla birlikte araştırmanın problem tanımı ve araştırmanın amacı, ikinci bölümde literatür taraması, üçüncü bölümdearaştırmanın veri kapsamı, metodolojisi, analiz ile bulgular ve dördüncü bölüm sonuç kısmından oluşmaktadır. İlgili bölümler, EEG yöntemiyle birincil verilerin elde edilmesi, manipülasyon kontrolü amacıyla

verilerin toplanması ve verilerin analizi ile çalışmanın sonuç bölümü diğer bölümlerle ve kendi içinde yaratılan sistematiğe uygun ve ilişkili olarak ilerlemektedir. Aşağıda bu bölümlerin içeriğine yönelik kısa bir özet sunulmaktadır.

Bölüm I: Giriş

Buraya kadar yapılan çalışmalar tezin giriş bölümü olarak, araştırmada dikkate alınan teoriler, araştırmanın problem tanımı ve amaçları, sınırlılıklar ile metodolojiye dair açıklamalar içermektedir. İlk bölümde iktisat, parasal iktisat, finans, finansal ekonomi, davranışsal ekonomi-davranışsal finans ile nöroekonomi ve nörofinans alanında yapılan teorik ve uygulamalı çalışmalara dair açıklamalar getirilmekte ve bu çalışmaların gerçek hayatın modellenmesi amacıyla nasıl kullanıldıklarına bir bakış açısı yaratılmaya çalışılmaktadır. Bu bölüm ayrıca, ilgili alanlara dair teorileri ve kavramları belirli bir tarihsel perspektiften ele alındığı bir bölüm olarak hazırlanmaktadır. Literatürde yapılan çalışmalardan hareketle çalışmanın amacına dair açıklamalar detaylandırılmaktadır. RAEK ve SEİS'in belirlenmesi amacına yönelik olarak çalışmanın kapsamı, veriler, değişkenler ve metodolojinin nasıl belirlendiğine dair açıklamalar sunulmaktadır. Son olarak çalışmanın kısıtları açıklanmaktadır.

Bölüm II: Literatür Taraması

Çalışmanın bu kısmında, insancıl düşünce sisteminde, karar mekanizmasının nasıl geliştiğine dair yapılan laboratuar gözlemleri, ampirik çalışmalar, bu çalışmaların bulgularından hareketle rasyonel ve sezgisel karar verme mekanizması ile beynin karar verme mekanizmasından sorumlu kortekslerine yönelik görüntüleme tekniklerine dair bulguları içeren kapsamlı bir literatür çalışması sunulmaktadır. Ayrıca, giriş bölümünde kısaca üzerinde kronolojik olarak üzerinde durulan, reel ve finansal piyasalarda gözlemlenen belirli yanlılıklara dair, psikoloji ve sinirbilim alanlarındaki gelişmeler ile gelişen literatüre dair çalışmaları içeren detaylı kronolojik açıklamalar sunulmaktadır.

Bölüm III: Araştırmanın Veri Kapsamı, Metodolojisi, Analiz ve Bulguları

Çalışmanın giriş kısmında alt bölüm olarak verilen metodolojiye dair çalışmanın araştırma sürecinde uygulanacak varsayımlar ve temel başlıklar sunulmaktadır. 3. Bölüm'de OİP, SEİS ve RAEK yönelik, EEG yöntemiyle katılımcılardan birincil veri olarak elde edilen sinyaller ve bunların temel bileşenlerine, zaman ve uzamsal boyutlarda çoklu karşılaştırma ve hiyerarşik çoklu seviye modellerinin dâhil olduğu birtakım yöntemlere dair açıklamalar, analiz ve bulgular sunulmaktadır. İstatistiki analizlerden elde edilen değerler, algoritmalar üzerinden RAEK ve SEİS'de gözlemlenenelektrofizyolojik emareleri ile stratejilerin kullanım sıklığı, katılımcıların öznitelikleri ile ipuçlarına ait özelliklerin strateji kullanım sıklığında yarattığı geçişkenlikler açıklanmaya çalışılmaktadır. Çalışmada veri analizi amacıyla kullanılan MATLAB EEGLAB, SPSS, STATA ve Excel VBA program ve toolboxlarının kullanım amaçlarına dair açıklamalara yer verilmektedir.

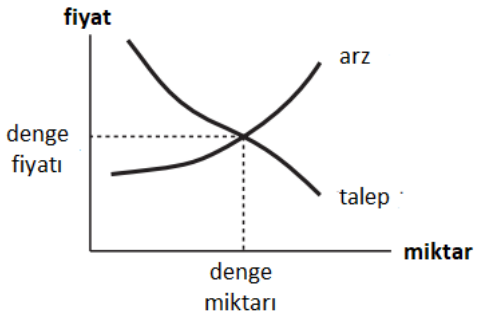
Bölüm IV. Sonuç

Tez'in bu kısmında, analizi yapılan verilerin iktisat, finans, psikoloji ve sinirbilim alanlarında teorik bulgular ile ne denli örtüşütüğüne dair açıklamalar sunulmakta ve politika önerileri geliştirilmektedir. Ayrıca, elde edilen bulguların iktisadi ve finansal önemi giriş bölümünde ele alınan iktisadi açıdan değerlendirimekte, *Bilişsel Kompütasyonel Analizleri*'ne yönelik ne tür katkıların sunulabileceğine dair açıklamalar yapılmaktadır. Bu kısımda ayrıca, tezin bulguları, politika önerileri ve gelecekteki çalışmaların hangi alanlara yönlendirilebileceğine dair genel görüşler tartışılmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölüm kapsamında, öncelikli olarak, tercihlerin açıklanmasına yönelik karar verme teorilerinde, *tanımlayıcı modeller (descriptive models)* olarak sıkça kullanılan klasik, modern ve yerleşik yaklaşımların kronolojik olarak tanımlamaları, aksiyomları ve matemaktiksel formülleri ele alınacak, bu yaklaşımlara yönelik literatür taramasına ve bu modeller ile yapılan deneysel çalışmaların ampirik bulgularına değinilmektedir.

Tez'in birinci kısımında üzerinde detaylı olarak üzerinde durulan değer, denge fiyat ve miktar ile piyasa dengesinin belirlenmesine yönelik 19.yy'da A. Marshall'ın (1879a, 1979b, 1890) *Marshalian Çapraz Diagramları*, her nekadar teknik olarak K. Marx 'ın *Das Kapital*'inde değer ve fiyat üzerine geliştirmiş olduğu kavramlar aracılığıyla birçok kesim tarafından eleştirilere maruz kalmış olsa da halen iktisadi öğretileri açıklamada ekonomiye giriş, mikroekonomi ve makroekonomi derslerinde temel model olarak kullanılmaya devam edilmektedir.



Şekil 2.1. Arz ve Talep Eğrileri, Denge Fiyat ve Miktar

Şekil 2.1.'de, piyasanın iki yönünü temsil eden arz ve talep kavramları firma ve tüketicilerden gelen dinamik miktar ve fiyat bilgileri, birlikte kartezyen düzlemde *tanım kümesi (domain)* ve *görüntü kümesi (range)* üzerinde doğrusal veya şekilde olduğu üzere doğrusal olmayan fonksiyonel bir ilişki içerisindedir. Bu ilişkinin, temelde arz ve talep edilen miktar ve fiyat bilgisi üzerinden analizlere dâhil edilmesi sebebiyle, geri planında bulunan firmalar ve tüketicilerin birer karar verici olarak karar teorisine konu olan tercihlerini barındırdığı gerçeği genellikle üzerinde sıkça durulmayan bir konu olmaktadır. Bu sebeple, bu dengeye yönelik geliştirilen herhangi bir davranışsal iktisat veya nöroiktisat çalışmasında, karar vericinin tercihlerinin modellenebilmesi adına, deney boyunca *uyaran* olarak adlandırılan ve karar vericiye seçimler yapabileceği seçenekler kümesinin sunulması gerekmektedir. Zirâ bu çalışma kapsamında, Kahneman ve Tversky (1979; 1991) *Umut Teorisi* kapsamında ve daha birçok çalışmada ele alınan yanlılıklar ile sezgisel ve rasyonel davranışların risk ve belirsizlik altında tespit edilmesi ve ayırt edici edimsel koşullanmanın sağlanması adına, beklentileri temsil eden sezgisellik ve rasyonelliğin tespitinde yardımcı olması için tasarlanan belirli ipuçları sunulmaktadır. Katılımcıların tercihlerine yönelik analizler ve çıkarsamalar yapılmadan önce,

deneysel tasarımların, bazı fonksiyonel yapılar, belirli varsayımlar ve aksiyomların dikkate alınarak hazırlanması gerektiği unutulmamalıdır. Bunlardan en önemlisi, *seçim fonksiyonunun (choice function)*, bütün alternatifler arasında bireyin kısıt fonksiyonlarını dikkate alarak gözlemlenebilir biçimde tespit edilmesine dair gereklilik olmaktadır. Burada, araştırmacı karar vericinin alternatifler kümesinden hangisini seçebileceğini $A \subseteq B$ ve $c(A) \subseteq A$ koşullarını göz önünde bulundurarak bir uyarılmış seçimler kümesi üzerinden gözlemleyebilmektedir. Araştırmacının, seçimleri tanımlayabilmesi için gerekli bir diğer unsur *tercih fonksiyonudur (preference function)*. *Tercih fonksiyonu'*nda, $a_1 ve\ a_2 \in A$ikili seçenekler olmak üzere, karar vericinin bu ikili ilişkileri *zayıf tercih ($\preceq$), katı tercih ($\prec$)* ve *farksızlık ($\sim$)* ilişkisi üzerinden nasıl sıralandığının bilinmesi katılımcılar ve araştırmacı açısından önem arz etmektedir. Tercihlerin analizinde en son aşama, karar vericinin *fayda fonksiyonun (u)* veya *öznel değer fonksiyonun (v)* hangisinin dikkate alınmakta olduğu ve nasıl bir fonksiyonel ilişkinin (örneğin ikili üssel fonksiyonel yapı), *u, v: B->R* olduğunun belirlenmesi olmaktadır. Bu fonksiyonel ilişki, araştırmacıyı karar vericinin alternatifler kümesi ve reel sayılar kümesi üzerinden belirli bir fayda veya değer üzerine eşleşmesini sağlaması adına gerekli olmaktadır (Kreps 2013; Strzalecki 2017).

Aşağıda kronolojik olarak tanımlamaları, aksiyomları, matematiksel ve cebirsel çıkarımları sunulan tanımlaycı ve kantitatif teorilerin her birisi gündelik hayat veya bir piyasada karmaşık iktisadi olguları, bireylerin ve firmaların karar süreçlerini açıklamaya çalışmaktadır. *Beklenen Değer, Beklenen Fayda Teorisi, Sıralı Bağımlı Fayda Teorisi (Rank Dependent Utility Theory), Umut Teorisi* ve *Kümülatif Umut Teorisi* gibi tanımlayıcı ve kantitatif düzleme oturtulan modellerin gelişmiş içsel bakış yöntemleri ve ampirik bulguları (yani bireylerin tercih fonksiyonları, tercih ilişkisi, fayda fonksiyonları, beyin sinyalleri ve görüntüleri ve kompütasyonel istatistiki analizleri) incelendiğinde, en gelişmiş *tanımlayıcı (descriptive) modellerin*, beyin görüntüleme tekniklerinin ve makine öğrenme kuralları ile entegre biçimde ele alındığı hibrid modellerin yetersiz kalabildiği durumlar olmaktadır. Organizmaların bilişsel süreçlerinde, edimsel koşullanmalarının sonucu olarak çok sayıda değişkene ek olarak, kişilik özelliği, çevresel koşullardan kaynaklı belirli yanlılıklar sebebiyle oluşan çelişkili (*St. Petersbourgh paradoksu*, *Allais paradoksu* v.b.) yapılar karar mekanizmalarının etkin birşekilde modellenmesine engel olmaktadır.

2.1. St. Petersburgh Paradoksu

Bernoulli (1738), sonlu ve yazı gelene kadar devam eden bir bozuk para atma oyununda, herbir atışta tura gelmesi durumunda ise 2^1, 2^2,..., 2^n şeklinde devam eden sonsuz bir kazanç ihtimaline rağmen, belirsiz alternatiflerde kişilerin servetlerinin faydasını modelleyen konkav bir

fayda fonksiyonundan yararlanmak suretiyle, St. Petersburgh Paradoksu'nu ortaya atmış ve beklenen değer teorisinin normatif yaklaşımlarından farklı olarak, azalan marjinal fayda üzerinden riskten kaçınma davranışlarını açıklamaya çalışan özgün bir davranışsal yaklaşım ortaya koymuştur (Bernoulli, 1738; Dhami, 2016)

Tablo 2.1. St. Petersburgh Oyunu

Yazı Gelen Denemenin Sayısı	Olasılık: $(1/2^k)$	Ödeme: (2^k)	Azalan Marjinal Fayda: Log (2^k)
1	1 /2	2TL	0.301
2	1 /4	4TL	0.602
3	1/8	8TL	0.903
4	1/16	16TL	1.204
…	…	…	…

Yukarıdaki tabloda bir yazı tura atma oyununda, beklenen değer, $\sum_{k=1}^{\infty} 2^k \frac{1}{2}^k = 1 + 1 + 1 \ldots = \infty$ değere sahip olacaktır. Böyle bir durumda, karar vericinin bu iddiada sonlu herhangi bir ödemeyi kabul etmesi beklenmektedir. Ancak, kişilerin böyle bir kazanç için risk almadıkları gözlenmektedir. Katılımcılara, bu şekilde bir kazanç sunan bir iddiaya girmek için ne kadar ödeme yapmayı kabul edeceğine dair bir soru sorulduğunda, böyle bir iddiaya girmek için çok düşük miktarlar ödemeye rıza göstermedikleri gözlenmektedir. Bernoulli (1954), bu paradoksu çözmek için azalan marjinal fayda ilkesini göz önünde bulundurarak, fayda fonksiyonu için $U=\log_{10}(2^k)$ fonksiyonel yapısını önermektedir. Böyle bir fayda fonksiyonuna sahip ve oyun sonucunda kazancı 2 TL olan bir katılımcının, esasında yaklaşık olarak 0.301 TL kazanacağı sonucu ortaya çıkmaktadır. Azalan marjinal fayda varsayımından hareketle, bu iddiaların karar verici açısından artık beklenen fayda değeri kadar bir kısmı dikkate alınmakta, katılımcının kazanç ve kaybına yönelik hesaplamalar bu fonksiyonel ilişki üzerinden hesaplamalara dâhil edilmektedir (Huang, 2013; Garcia, 2017).

2.2. Ellsberg Paradoksu

Ellsberg (1961), düşünce deneylerinde, karar vericilerin kararlarının sadece *risk* ve *belirsizlik (risk and uncertainty)* altında değil, ayrıca *muğlaklık (ambiguity)* ve *kaynak bağımlı belirsizliği* altında nasıl geliştiğinin incelenmesi gerekliliğini ortya koymuştur (Ellsberg, 1961; Martinez-Correa, 2012, Dhami, 2016). Risk, belirsizlik ve muğlaklık ayrımını *Bileşik Bağımlılık Aksiyomu* ve *Bileşik Piyangoların İndirgenmesi (Reduction of Compound Lotteries)* Aksiyomu'na dayandırarak geliştirdiği *kesinlik ilkesi (sure thing principle)*'nden hareketle, üç farklı renkte topun olduğu iki çuval içerisinden yapılan tercihlere dayandırdığı gözlemleri üzerinden yapmıştır. Bu gözlemlerinde, *Bağımsız Piyangoların İndirgenmesi (BPİ)* aksiyomunun karşılanıp karşılanmamasına bağlı olarak risk, belirsizlik ve muğlaklık durumlarını tanımlamıştır. Ellsberg Paradoksu, bireylerin belirli olasılıkları bildikleri durumları, tamamıyla muğlak olan durumların

yer aldığı iddialara tercih ettiğini gösteren, *muğlaklıktan kaçınma (ambiguity aversion)* davranışının en net gözlemlendiği paradoks olarak kabul edilmektedir.

Bu aşamada, *Birleşik Bağımlılık* ve *Birleşik Piyangoların İndirgenmesi* aksiyomlarına yönelik birtakım açıklamalar yapılması uygun görülmektedir. Bir nesnenin deterministik yapısı, nesnenin sonucuna yönelik yalnızca bir adet olasılığın varlığına işaret etmektedir. Bu nesnenin sonuçlarında birden fazla olasılığın varlığı halinde, yani rassallık altında, bu nesnenin bir piyango olarak atfedilmesi gerekmektedir. Bir piyangonun tüm sonuçların olasılık dağılımlarının bilgisi karar vericinin bilgisi dâhilinde ise, bu tür olasılıklar *nesnel olasılıklar*, eğer karar vericinin olasılıklarının dağılımına dair bilgisi yok ancak bir fikri var ise bu durumda olasılıklar *öznel olasılıklar* olarak adlandırılmaktadır. Tekil bir piyango deterministik bir sonuca sahip iken, bileşik piyangolar iki aşamalı piyangolar olup, ilk aşamanın sonuçları ikinci aşamanın piyangoları, yani sonuçların kendisi de bir piyango olmaktadır. *BPİ*, birinci aşamadaki piyangoların, ikinci aşamada yer alan olası tüm piyangoların $(L_1, L_2, \ldots, L_n)$ olasılıkları olan $\alpha_1, \alpha_{2,\ldots} \alpha_n$ ile tek aşamalı piyangolara dönüştürülmesi işlemidir. Risk, ilgilenilen olaya nesnel veya öznel olasılık fonksiyonlarının atanabildiği duruma karşılık gelirken, belirsizlik, BPİ varsayımının bireysel inançlarla sağlanamadığı durumlara karşılık gelmekte, muğlaklık ise öznel inanç dağılımlarını yaratacak yeterli düzeyde bilginin olmaması durumlarına denk gelmektedir (Manove 2005; Grant 2007; Martinez-Correa, 2012).

Ellsberg (1961)'in bu düşünce deneyinde, elimizde 30 kırmızı ve siyah ile sarı oranlarına dair bilgimizin olmadığı, toplamda 60 adet topun bulunduğu bir çuvalımız olduğu varsayılmış, katılımcılara 4 seçenek sunulmuş, ilk iki seçenekten ve ikinci iki seçenekten birer tanesinin seçilmesi istenmiştir.

İddia I

a- kırmızı bir top çekilirse; 100$ kazanç.

b- siyah bir top çekilirse; 100$ kazanç.

İddia II

c- kırmızı ya da sarı bir top çekilirse; 100$ kazanç.

d- kırmızı bir top çekilmezse, aynı anlama gelmek üzere siyah ya da sarı bir top çekilirse; 100$ kazanç.

İddia I ve İddia II'de katılımcıların, İddia I için *(a)* seçeneğini *(b)* seçeneğine, İddia II için ise d seçeneğini c seçeneğine tercih ettiği gözlemlenmiştir. Bu durumun aşağıda ispat edildiği üzere Von Neumann ve Morgenstern'in beklenen fayda teorisi'nin varsayımlarını ihlal ettiği görülmüştür.

a ve b seçeneklerini beklenen faydalarını karşılaştıralım:

$1/3*100 > p_{siyah}*100$

b ve c seçeneklerinin beklenen faydaları üzerinden karşılaştırırsak:

p_{siyah}*100+ $p_{sarı}$*100>1/3*100+ p_{siyah}*100

p_{siyah}*100> 1/3 *100

Görüldüğü üzere, ikili seçenekler arasında katı ikili ilişki tercih kümesi üzerinde *a>b* ve *c>d* 'ye tercih edilmesini sağlayan *Kesinlik İlkesi*'nin ihlal edildiği paradoksal durum itibariyle de *Beklenen Fayda Teorisi*'nin ihlal edildiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

2.3. Beklenen Değer Teorisi (Expected Value Theory, EVT)

Beklenen Değer Teorisi'nde, n sayıda sonuç ve bu sonuçlara ait olasılıkları barındıran bir iddia olan $L= (x_1, p_1 ; x_2, p_2 ; x_3, p_3 ; x_4, p_4 ;\ldots; x_n, p_n)$ herbir sonuca ait (x_i, p_i) ikilisi, diğer ikililer ile aynı anda gerçekleşmesi mümkün olmayan, karşılıklı *kapsamayan (birbirini dışlayan)* ve *birlikte tamamlayan (mutually exclusive and collectively exhaustive)* özellikte olup, karar vericinin sonuçların beklenen değeri maksimize edecek şekilde hareket edeceği varsayımı üzerinden modelleme yapılmaktadır (Au, 2014; Dhami, 2016).

$$EV(L)=\sum_{i=1}^{n} p_i x_i \qquad (6)$$

2.4. Beklenen Fayda Teorisi (Expected Utility Theory, EUT)

Watson ve Morgan (1917) ile Watson ve Rayner (1920) tarafından geliştirilen bir öğrenme yöntemi, klasik koşullanmadan farklı olarak, 1940'larda Skinner'in edimsel koşullanma yaklaşımına dayalı, karmaşık insan davranışlarını açıklamanın en iyi yolunun bu harekete ve sonuçlarına yol açan nedenleri ele alınması gerektiğini savunmaktadır. Yine, Skinner (1938, 1948, 1953, 1963)'ın yaptığı tanımdan hareketle *edim'*in herzaman tahmin edilmesi mümkün olmayan veya bilinmeyen bir uyarıcının neden olduğu olgu davranış iken, edimsel davranışın ise edimsel koşullanma sonucunda bir uyarıcı tarafından ortaya konan ve kendi sonuçlarından etkilenen davranış türü olduğuna dair açıklamalar öğrenmede hakim paradigma olarak yerini almaktadır. Karar teorisinde tercih, seçenek ve seçim olgularına bu açıdan bakıldığında, tercih kavramını ayırt edici edimlerin göreli gücü olarak tanımlamak mümkün olmaktadır. Bu açıklamalardan hareketle, tercihi karar verici ve seçenekler açısından ordinal ve kardinal fayda modelleri ile ikili tercih ilişkisi notasyonlarından faydalanmaksızın tanımlamak mümkün olmaktadır. Şöyle ki, karar vericinin seçimlerinin yarattığı örüntü o esasında kişinin *tercihi'*dir. Bunun örüntü olarak adlandırılmasının sebebi, deneysel bir tasarımda bireyin tercihlerinin ne olduğunu belirlemek, bu seçeneğin sadece birkez seçiliminin gözlenmesi ile mümkün olmayışından kaynaklanmaktadır. Zirâ, bu deneyin birden fazla tekrarlanması durumunda, seçimin farklılıklar gösterdiğini gözlemlemek olası görünmektedir. Bu tanım, aynı zamanda *seçim* olgusunun, tercihin *gözlemlenebilir* kanıtları olduğunu belirten bir ispata dayanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken ifade *gözlemlenebilir* ifadesi olmakdır. Zirâ, *C* bir erişilebilir nesneler

kümesinden seçilebilir nesneleri tanımlamak üzere $C: 2^A \setminus \{\emptyset\} \rightarrow A$ olsun. Yine, altküme veya eşit bir küme olan $B \subseteq Ave\ C(B) \subseteq B$ olmak üzere *B* erişilebilir opsiyonların kümesi olarak tanımlansın. Belirli bir kısıt altında karar verici *C(B)*'den bir nesneyi seçebilme imkânına sahip olsun, bu durumu kümeler teorisinde cebirsel işlemler ile şu şekilde ifade etmek mümkündür: $B \in 2^A \setminus \{\emptyset\}$. Buradan da anlaşılacağı üzere, *C(B)*'nin her elemanı gözlemlenebilir olmayıp, karar vericinin, *C(B)*, seçilebilir opsiyonlardan hangisini seçtiğini gözlemlemek suretiyle, *seçim* kavramını, *A* kümesini birbaşka kümeye eşleştiren(mapping) yanıt fonksiyonu ($\rho(b): B \rightarrow 2^A \setminus \{\emptyset\}$) olarak tanımlak mümkün olacaktır. Bir seçim kuralı yarattıktan sonra a_1 ve a_2 gibi tamlık ve geçişlilik aksiyomlarını sağlamış zayıf tercih ilişkisi gösteren ikililer arasındaki $\preceq$ ikili zayıf ilişki kuralının bilinmesi durumunda $C_{\preceq}$uyarılmış seçimler kümesinin elde edilmesi ve bunların gözlemlenebilir olması sağlanmaktadır. Bu aşamadan sonra, artık karar vericinin tercih kuralının*(ρ)*, sıralı ikilileri arasındaki zayıf ilişkisinin ($\preceq$) ve $C_{\preceq}$uyarılmış seçimler kümesinin elde edilmesi ile seçim örüntülerinin takip edilerek, tercihlerin elde edilmesi mümkün olmaktadır (Watson ve Morgan 1917; Watson ve Rayner 1920; Skinner 1938; 1948; 1953; 1963; May 1954; Martin v.d. 2006; Rigotti 2018).

Küme teorisinde, *ikili ilişki (binary relation)*, *A* ve *B* kümeleri üzerinde *(a, b)* gibi sıralı ikilileri arasındaki ilişkiyi tanımlamak üzere geliştirilmiş bir kavramdır. A ve B kümelerinin *(a,b)* gibi sonlu *sıralı elemanların listesinin (tuple)* kartezyen çarpımları bir altküme veya eşit ($\subseteq$) belirtmesi durumunda $R \subseteq A\ X\ B$ ifadesi bize *A*'dan *B*'ye ikili bir ilişkiyi göstermektedir. Tüketicilerin sıralı ikililer arasındaki tercihlerinin zayıf, katı ve farksızlık ilişkisini belirten kavramlar, reel sayılar kümesi üzerinde eşittir, büyüktür ve küçüktür ölçüm teorisi ile ilgili sıralama ifadelerinden farklı olmakla birlikte, mantıksal açıdan faydanın sıralanması anlamında benzer sonuçlara yol açarken ve kıyaslamaların yapılmasına imkân vermektedir. *R*'nin tamlık ve geçişlilik aksiyomlarına sahip olduğu durumda, *R*'nin, *A* üzerine ikili ilişkisi zayıf sıra ilişkisini göstermektedir. Bireyin tercih veya tercihleri de bir ikili ilişki olarak tanımlanmaktadır. Bu anlamda, aşağıda notasyonları sunulan tercih ilişkisi ise bireyin seçimine sunulan ikili seçeneklerin sıralamasını tanımlamaktadır (Rigotti, 2018).

Belirsizlik durumunda, ortodoks kuralcı karar teorisi olan bekenen fayda teorisi, sayısal ölçümleri, fonksiyonel yapı ile (ordinal veya kardinal [içsel değerli] sıralamalar kullanılarak) belirlenmiş olan seçeneklerden, en büyük beklenen çekiciliğe sahip veyaseçmeye değer (choice worthy) olan seçeneğin *tercih (prefer)* edileceğini kabul etmektedir. Bu açıdan bakıldığında, karar teorisinde, *tercihler (mukayeseli tutumlar)* ile *A* ve *B* gibi beklentiler (prospect), seçeneklerin tanımlanması ve kavranması oldukça önemli olan iki temel kavram olmaktadır. İkinci opsiyon olan *B*'nin, birinci opsiyon olan *A*'ya göre daha büyük çekiciliğe sahip olması veya başka bir deyişle seçmeye değer olması, tercihlerin *mukayeseli tutumlarımız (comparative attitudes)* olduğunu ispatı niteliğinde olmaktadır (Steele ve Stefánsson, 2016).

Buraya kadar değinilen *Beklenen Fayda Teorisi'*nin bu aşamada, rasyonellik ve tercihler üzerine ortaya konulan 4 temel aksiyomundan bahsetmek mümkündür. Bu aksiyomlar ile seçeneklerin, rasyonel tercihlerin temel birtakım özellikleri sağlaması gerekmektedir. Başlangıç olarak bazı notasyonların açıklanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

$\preceq$ *:zayıf tercih ilişkisi*, $A \preceq B$ ifadesi ilgilenilen bireyin B opsiyonu en az A opsiyonu kadar tercih edilebilir görmektedir.

$\prec$ *:katı tercih ilişkisi*, aynı anlama gelmek suretiyle $A \prec B \Leftrightarrow A \preceq B$ ve $\neg(B \preceq A)$.

$\sim$: farksızlık ilişkisi, $A \sim B \Leftrightarrow A \preceq B$ ve $B \preceq A$ bireyin A ve B tercihlerinin eşit derecede tercih edilebilir olduğunu göstermektedir.

$\preceq$*: zayıf tercih ilişkisi* tercihler kümesi üzerinde aşağıdaki iki koşulun gerçekleşmesi ile tercihler arasında zayıf bir sıralama yapacaktır (Steele ve Stefánsson, 2016). Tamlık ve geçişkenlik aksiyomları beklenen fayda teorisinde öncül olmaları anlamında önem arz etmektedirler. Tamlık aksiyomunun ihlali durumunda ise geçişkenlik aksiyomu devreye girmektedir.

Tamlık: Aksiyom 1

A ve $B \in S$ olmak üzere, $A \preceq B$ veya $B \preceq A$ olarak kabul edelim. Tamlık aksiyomuna göre A opsiyonu enaz B kadar, B opsiyonu da enaz A kadar tercih edilmektedir. Seçenek kümesi her türlü durumu içermediği, seçeneklerin birbirlerine çok benzediği veya Samuelson (1948)'de belirttiği üzere, tercihlerin *Açıklanmış Tercihler Teorisi* (Revealed Preference Theory)'nde olduğu üzere (karar verici için ρ seçim kuralının verildiği durumda $a_2 \preceq_C a_1$, a_1 seçeneği a_2 seçeneğine göre açıklanan tercihi olarak kabul edilmektedir. Burada a_1 *ve* $a_2 \in A$ & $a_1 \in C(A)$ seçim davranışının otomatik olarak açıklandığı durumlarda, tamlık aksiyomu ihlâl edilmektedir. Bu sebeple, Jeffry (1983)'de gösterdiği üzere tamlık aksiyomunun, rasyonalitenin gerektirdiği koşullara bağlı kalarak *tutarlı biçimde genişletilebilir (coherently extendible)* olması gerekmektedir. Ayrıca, literatürde tamlık aksiyomunun olmadığı durumları kapsayan beklenen fayda teorisinin ele alındığı çalışmalar bulunmaktadır (Samuelson 1948; Jeffry 1983; Dubra, v.d., 2004; Steele ve Stefánsson, 2016).

Geçişkenlik: Aksiyom 2

A, B ve $C \in S$ olmak üzere, $A \preceq B, B \preceq C$ ve sonra $A \preceq C$ olarak kabul edelim. Bu üç opsiyonun yer aldığı S seçenek kümesinde, zayıf tercihler kümesi üzerinden bir grup veya bir kişinin B'yi A'ya, C'yi B'ye tercih ettiği durumda C'yi A'ya tercih etmesi gerekir. Ne yazık ki, günlük hayatın akışı içerisinde bireylerin tercihlerini yaptıkları esnada, tercihlerdeki *geçişlilik etkisinin*, *çıpalama etkisi (anchoring effect)* ve *odaklanma etkisi (focusing effect)* gibi birtakım bilişsel yanlılıklar sebebiyle ihlal edildiği gözlenmiştir. Davidson v.d. (1955), geçişsiz tercihlerin varlığı durumunda katılımcıların kendilerini başlangıçta oldukları durumdan daha az refah veya fayda içinde

bulabiliecekleri bir duruma karşılık gelen para pompası (money pump)[8] argümanı ile tercihlerde geçişliliğin gerekliliklerini ortaya koymuşlardır (Davidson, 1955; Cubitt, v.d., 2001; Aldred, 2003; Dolan ve Metcalfe, 2010; Regenwetter, v.d., 2011; Steele ve Stefánsson, 2016; Andreou, 2017).

Buraya kadar değinilen aksiyomlarda (tamlık ve geçişlilik), tercihlerin ordinal faydaları üzerinden sıralaması mümkün ve yeterli olarak görünürken, bu tercihlerin sıralanmasında tercihlerin göreli mesafelerine dair bir çıkarım yapılmasının pek mümkün olmadığı hemen görülememektedir. Ancak, tercihlerin kardinal (içsel-değerli) fayda ile temsil edilerek sıralanması, seçenekler arasında çekicilik düzeyine göre sıralama yapılmasına imkân vermektedir. Von Neumann ve Morgenstern (1944)'de, tercihlerin sıralanmasını tekrardan zayıf ve güçlü ilişki kümesi üzerine oturtmaktadırlar. *Temsil Teoremi (Representation Theorem)* ile tercihlerin çekiciliğine ve güçlü yönlerine dair bilgilerin atanması ve/veya aralarındaki göreli mesafelerin tanımlanması amacıyla hesaplanan buradan sonra *L: piyango (lotteries)* olarak adlandırılacak bir piyangonun beklenen faydası, her bir seçeneğin gerçekleşme olasılığı *(p)* ile bu seçeneğe ait *beklenen seçim değeri (expected choice worthiness)* veya çekiciliğinin çarpılıp toplanması ile elde edilen yeni bir seçeneğin yaratılması ve tercihlerin sıralamasının *kardinalfaydası*şeklinde elde edilmektedir. Burada önemli olan hususlar, ölçümün başlangıç noktasının sabitlenmesi, *çekicilik ölçeğinin (desirability scale)* ve ölçek birimlerinin doğru ve değişmez biçimde belirlenmesi olmaktadır.

$$\mathrm{EU}(L_i)=\sum_{k=1}^{n} u(\ddot{o}d\ddot{u}l_{ik}) * olasılık_{ik} \qquad (7)$$

Beklenen fayda teorisinin, zayıf tercih ilişkisi üzerinden ele alınması, ilgili piyangoların (L_i ve L_j) ödül miktarları arasındaki tercih sıralamasının ve bu piyangoların beklenen faydaları arasındaki ilişkinin de korunmasını sağlamaktadır.

$$L_i, L_j \in L: L_i \preceq L_j \Leftrightarrow \mathrm{EU}(L_i) \leq \mathrm{EU}(L_j) \qquad (8)$$

Von Neumann ve Morgenstern'in (1944) *Temsil Teorisi*, tercihlerin sıralanmasında rasyonalite için aşağıda sunulan iki yeni aksiyoma gerek görülmektedir (Von Neumann ve Morgenstern, 1944; Kreps, 1979; Steele ve Stefánsson, 2016).

Süreklilik: Aksiyom 3

Zayıf ilişki kümesi üzerinde *A, B, C* ∈ *S* olmak üzere üç farklı seçeneğimizin olduğunu ve bu seçenekler arasında $A \preceq B \preceq C$ ilişkisinin mevcut olduğunu varsayalım. Aynı zamanda, $p \in [0,1]$ bu seçeneklere ait olasılık kümemiz olsun.

$$\{p(A),(1-p)(C)\} \sim B \qquad (9)$$

[8] Para Pompası (Money Pump), rasyonel bireyin tercihlerinin geçişkenliliğin gerekliliğine vurgu yapan bir argümandır.

Süreklilik aksiyomu, herhangi iki seçeneğin, ki burada *A* ve *C* iddialarını ele alırsak, A ve *C* ikilisini *B* seçeneğine denkleyecek çekicilik düzeyi ve buna karşılık bir olasılığın varlığını kabul eder (Taşdemir, 2007; Steele ve Stefánsson, 2016).

Bağımsızlık: Aksiyom 4

A, B ve $C \in S$ olmak üzere, $A \preceq B$ seçenekleri arasında zayıf ilişki kümesi üzerinde bir tercih sıralaması olduğunu kabul edelim. *C* gibi başka bir seçeneğin bu ilişki kümesine tanımlandığını ve $p \in [0,1]$ olmak üzere, faydaların $u(x_1,\ldots..,\ x_n) = \sum_{i=1}^{n} v(x_i)$ şeklinde toplanabilir olduğunu düşünelim. Bağımsızlık aksiyomunun, fonksiyonların toplanabilme ve ayrışabilme özelliklerinden hareketle iki veya daha fazla seçeneğin bulunduğu tercih sepetlerine uyarlanarak geliştirildiği söylenebilir. Bağımsızlık aksiyomu, ilgili kümeden tercih edilen ikili seçeneklerin tercih olasılıklarının eşit olması durumunda, sadece seçeneklerin özniteliklerinin tercihimizde etkili olduğunu önsellemektedir. Bir diğer ifadeyle, zayıf ilişki kümesi üzerinde, seçeneklere dair bizim görüşlerimizin ilgili sepeti seçmemizde bir etkisi bulunmamaktadır (Debreu, 1959; Bergstorm, 2011; Steele ve Stefánsson, 2016).

$$\{p(A), (1-p)\ (C)\} \preceq \{p(B), (1-p)\ (C)\} \qquad (10)$$

2.5. Öznel Beklenen Fayda Modeli (Subjective Expected Utility Theory)

Savage (1954)'ın *Öznel Beklenen Fayda* yaklaşımı, Preston ve Baratta (1948) *Öznel Beklenen Değer* yaklaşımının beklenen faydayı dikkate alan bir versiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Savage (1954), nesnel olasılık diye birşeyin var olmadığını, bütün olasılıkların öznel olduğunu iddia etmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere, olasılıkların gözlemlenebilir olmadığı durumlarda artık riskten değil belirsizlikten söz etmemiz gerekmektedir. Nesnel olasılıkların bilinmediği durumlarda piyangolar üzerindeki tercihlerden bahsetmemiz mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda *Savage Eylemler (Savage Acts)* üzerinden düşünmek daha doğru bir yaklaşım olacaktır. *Savage Eylemi*, bütün olası sonuçları barındıran *durumlar evreninde (state of the world)* herbir durumu veren sonucu tanımlayan aksiyon olarak kabul edilmektedir. Savage (1954), kişilerin *f* ve *g* gibi iki eylem arasında tercih yaparken 4 aşamalı bir karar sürecinden geçtiğini varsaymaktadır. İlk olarak, içinde bulunulan durum evrenine ait olasılıkların tespiti, ikinci olarak, herbir ödülden elde edilecek kazanca ait faydanın tespiti, üçüncü olarak herbir olasılık ve fayda düzeyine ait beklenen faydanın belirlenmesi, dördüncü ve son olarak en yüksek faydaya sahip eylemin seçilmesidir. $L_1, L_2, L_3, \ldots. L_n$, *n* sayıda karşılıklı kapsamayan/birbirini dışlayan ve birlikte tamamlayan piyangolar, $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$ bu piyangolara ait sonuçlar, $S(p_1), S(p_2), S(p_3),\ldots S(p_n)$ ise bu sonuçlara ait olasılıkları temsil etmek üzere nesnel olasılıkların bilinmediği ancak öznel olasılıkların var olduğu bir durumu temsil etmektedir. *Savage eylemleri*, *f* ve *g*

durumlar evrenini piyangoların sonuçlarına eşlemektedir (Savage, 1954; Au, 2014; Dhami 2016; Dean, 2017).

$$\text{SEU(L)}=\sum_{i=1}^{n} S(p_i)u(x_i) \quad (11)$$

2.6. Öznel Ağırlıklandırılmış Fayda Modeli (Subjective Weighted Utility)

Savage (1954)'ın *Savage Eylemleri*'nde bireysel olasılıklardan bahsedilmekte iken, Edwards (1954, 1962)'ın *Öznel Ağırlıklandırılmış Fayda* yaklaşımında olasılıkların ağırlıklandırılması söz konusudur ($w(p_i)$). Edward (1962), Savage (1954)'ün *Öznel Beklenen Fayda* modelinin bir sınıfı olan *Toplamsal Olmayan Öznel Beklenen Fayda Modeli (Nonadditive Subjective Expected Utility)* modelinden hareketle *Öznel Ağırlıklandırılmış Fayda (Subjective Weighted Utility)* modelini geliştirmiştir. Olasılıkların dönüşümü işlemi, literatürde karar vericilerin bilginin analizi sürecindeki performansına bağlı olarak geliştirilmiştir. Edward (1962)'e göre öznel olasılık, karar vericinin bir olayın olabilirliği ile ilgili olarak atadığı, 0 ile 1 arasında değer alan bir sayı olmaktadır. Shuford (1966)'un deneylerine dayandırarak elde ettiği sonuçlara göre kişiler nesnel olasılıkları doğru anlamakta ancak bunları yanlış kullanmaktadırlar (Edwards, 1954, 1962; Savage, 1954; Shuford 1966; Karmarkar, 1978; Au, 2014).

$$\text{SWU(L)}=\sum_{i=1}^{n} w(p_i)u(x_i) \quad (12)$$

2.7. Sıra Bağımlı Fayda Modeli (Rank Dependent Utility Model)

Quiggin (1981, 1982, 1985, 1993) ve Schmeidler (1989)'in *Sıra Bağımlı Fayda* modeli, doğrusal olmayan olasılık ağırlıklandırma fonksiyonu ve olasılıkların kümülatif toplamları cinsinden ifade edilen karar ağırlıklarını dâhil ederek risk ve belirsizlik altında özellikle beklenen fayda teorisine iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Quiggin (1985), *Allais Paradoksu*'nu açıklamak üzere oluşturduğu modelinde, daha kötü bir sonuçtan elde edilen kazanca göre daha iyisonuçlar sunan iddiaların olasılıkları arasındaki sıra (rank) farklarını hesaplayarak bu farklara olasılık ağırlıkları uygulamaktadır. $w^{+}(p_i)$ ve $w^{-}(p_i)$, sırasıyla pozitif ve negatif iddiaların monotonik artan ve azalan fonksiyonel dönüşümleridir. *Sıra Bağımlı Fayda* modelinde bir sonuç verilen önem sadece o sonuca ait olasılığa değil, aynı zamanda bu sonucun diğer sonuçlarlala karşılaştırılması ile oluşan uygunluğuna bağlı olmaktadır. Bu durum, kötümser ve iyimser bireylerin sonuçların ağırlıklandırmasındaki farklılıklarının ortaya konulması hususunda da faydalı olmaktadır. Aynı zamanda, sıra bağımlı fayda modeli yüksek ve düşük düzeyde sonuçlara göre, orta düzeyde sonuçların daha az önem atfedilmesi durumuna yönelik de açıklamalar getirmektedir. Modelde, pozitif olasılık yığını (positive probability mass) olan bir sonucun daha yüksek bir sonuca hareket edilmesi, ilgili sonucun daha yüksek değerlendirildiği varsayımını içeren bir tanımlama olarak

stokastik baskınlık (stochastic dominance) kavramı üzerinden, fayda fonksyionunun kesin biçimde arttığını ifade etmektedir (Quiggin 1981, 1982, 1985, 1993; Schmeidler, 1989; Diecidue ve Wakker, 2001; Au, 2014; Dhami, 2016).

$$SBF(G_{kazanç}) = \sum_{n=1}^{r}[w^{+}(\sum_{m=1}^{n} p_m) - w^{+}(\sum_{m=1}^{n-1} p_m)] * u(x_m) \quad (13)$$

$$SBF(G_{kayıp}) = \sum_{n=1}^{r}[w^{-}(\sum_{m=1}^{n} p_m) - w^{-}(\sum_{m=1}^{n-1} p_m)] * u(x_m) \quad (14)$$

2.8. Umut Teorisi (Prospect Theory) ve Kümülatif Umut Teorisi (Cumulative Prospect Theory)

Umut Teorisi, bireylerin davranışlarını sadece risk altında değil aynı zamanda belirsizlik altında açıklamaya yardımcı olan *kantitatif öngörüsel (quantitative foresight)* tanımlayıcı bir teoridir. Von Neumann ve Morgenstern (1944)'ün beklenen fayda teorisi bireylerin kazanç ve kayıp bölgesinde nasıl tutum ve davranışlar sergileyeceğine dair çok az miktarda öngörü ve bilgi sunmaktadır. Bu amaçla, Kahneman ve Tversky (1979) Orijinal *Umut Teorisi'*ne Quiggin (1982)'nin *Sıra Bağımlı Fayda Modeli (Rank Dependent Utility)*'nin entegre edilmesi ve orijinal teorinin devamı niteliğinde olan Tversky ve Kahneman (1992) *Kümülatif Umut Teorisi*'nde, kişilerin beklentilerin sonuçlarını referans noktasına bağlı olarak değerlendirdiğini ve bu yönde kararlar verdiklerine dair gözlemlerinin sonucunda ulaştıkları bulgulara göre, kayıp ve kazanç bölgelerinde iki kısımlı ve üssel fonksiyonel yapıda öznel değer fonksiyonu (v(x)) ile *kayıptan kaçınma (loss aversion)* davranışını formülize etmişlerdir. Ayrıca, beklenen fayda teorisi'nin doğrusal olasılık fonksiyonu tanımlamalarından farklı olarak, bireylerin düşük olasılıkları yüksek (daha fazla risk sever), yüksek olasılıkları düşük (riskten kaçınan) ağırlıklandırdıklarına dair gözlemlerinden hareketle, olasılık ağırlık fonksiyonunu (w(p)) geliştirmişlerdir (Diecidue ve Wakker, 2001). Bu kısımdan itibaren Kahneman ve Tversky'nin 1971 yılından 1992 yılına kadar birlikte imza attıkları çalışmalar incelenerek, *Kümülatif Umut Teorisi* ve Nobel ekonomi ödülü'ne uzanan yolda herbirisi mihenk taşı olarak değerlendirilebilicek teorik ve uygulamaya yönelik çalışmaları ile bu çalışmalardan elde ettikleri bulguların, her çalışmanın gerek literatüre gerekse de devam eden araştırmalarına sunduğu eşsiz katkı, çalışmaların arasındaki ahenk ve uyum birikimsel olarak ele alınmaya çalışılmaktadır.

Tversky ve Kahneman (1971)'deki *Belief In The Law of Small Numbers* isimli çalışmaları ikili olarak ilk çıkardıkları makale olmakla birlikte, davranışsal iktisadın modern şeklini almasında en büyük katkıyı sunan, ilgili literatüde en fazla atıf alan ve insan davranışlarını en kapsayıcı biçimde açıklayabilen teorilerden birisi olarak *Umut Teorisi*'nin teorik altyapısının hazırlanması, Kahneman ve Tversky (1972) *Subjective Probability: A Judgement of Representativeness* makalelerinde öznel değer fonksiyonunun ve belirsizlik altında karar sürecinde bilişsel kısayol olarak literatürde sıkça kullanılan sezgisellik üzerine açıklamaların anlaşılması açısından ele alınması önem arz etmektedir. Kahneman ve Tversky, bu çalışmalarında

belirsiz bir olayı, yeni bir işte başarılı olma, bir seçimin sonucunu tahmin etme ve bir piyasanın yönünün ne olacağına dair verilen ifadelerin kapsadığı durumlar üzerinden tanımlayarak örneklendirmektedirler. Belirsiz olayları, araştırmaya dikkate değer bulmalarındaki esas sebebin ise, o güne kadar yapılan çalışmaların sonuçlarına göre insanların belirsiz olayların olabilirliğine dair yargılamalarında herhangi bir istatistiki teorinin ilkelerini benimsemediğine dair görüşlerin varlığına dayandırmaktadırlar. Elbetteki bunu teorilerin, sezgisel yanının zayıf kalması ve anlık uygulamalarının belirli zorluklar içermesi, olaylara ait nesnel olasılıkların öznel olasıklara göre daha güvenilir ve sistematik olması sebebiyle bu yönde bir evrilmenin zorunluluğuna ve insanların şans yasaları yerine sezgisellik ile yollarına devam etmek zorunda kaldıklarını savunmaktadırlar.

Sezgisellik, kullanım amacına göre alt kategorilere ayrılabilmektedir. Literatürde genel kabul görmüş üç tür sezgisellikten bahsetmek mümkün olmaktadır. Bunlar, *kullanılabilirlik sezgiseli* (*availability heuristic), etki sezgiseli (affect heuristic), temsil edilebilirlik sezgiseli (representativeness heuristic)* olarak kabul edilmektedir. *Kullanılabilirlik sezgiseli*, karar esnasında civarımızda yer alan bilgilerden yararlanarak karar vermeye çalışmamız durumunda yarattığımız bir bilişsel kısayol türü olarak bilinmektedir. *Etki sezgiseli*'nde mevcut duygularımız (endişe, kaygı, mutluluk, heyecan vb.) kararlarımızı etkileyerek bir bilişsel kısayol yaratmaktadır. *Temsil edilebilirlik sezgiselliği,* Kahneman ve Tversky (1972)'de bunu algılsal benzerlik yaratma kabiliyetimizle özdeş tutmuş ve birşeyi değerlendirmenin onu karekterize etmekten kolay olduğunu ifade etmekte, nitekim bu sezgisellik türü herhangi bir olayın veya durumun genel olasılığı ile ilgilenmek yerine bir olayın tanımı veya içeriği itibariyle bir sınıf veya gruba aidiyatına dair yargılar geliştirmek suretiyle oluşan bir bilişsel kısayolu olarak tanımlamaktadırlar. Örneğin, bir kişiye ait günlük uğraşları, sosyo ekonomik durumuna dair elimizde bilgi olması durumunda, zihnimiz derhal bu kişiyi bir meslek grubuna tayınlama yapamaktadır. Ayrıca, bir hisse senedine ait olumlu sözel bilgiler (firmanın sosyal sorumluluk, doğaya yararlı çevreci vb. projelere sahip olması) o hissenin iyi bir hisse senedi olduğuna dair *temsil edilebilirlik* sezgiselliğini arttırmaktadır (Kahneman ve Tversky, 1972; Tversky ve Kahneman 1974; Slovic v.d. 2002; Kahneman, 2003). Kahneman ve Tversky (1972), *Umut Teorisi* literatüründe temel argümanlardan birisi olan öznel olasık kavramı, bir nesneye ait doğrudanifadelerden veya hareketlerden yola çıkılarak bir olayın olasılığının tahmine karşılık gelmektedir. *Nesnel olasılık* ifadesini ise olasılık kalkulüsünün yasalarına göre açıklanmış varsayımlardan hareketle hesaplanan sayısal bir değer olarak tanımlamaktadırlar. Bir olayın veya örneklemin ilgili aile ana kütleye ait kılan ve öznel olasılıkları etkileyen ve temsil edilebilirlik sezgiselliğine sebep olan bazı özelliklerin varlığından bahsetmektedirler. Örnek olarak, sıra bilgisi, iki grubun birbirine çok benzemesini ve birinin diğeri ile temsil edilmesini sağlayabilmektedir (yani kız ve erkek çocuk doğum sırasının tahmini örneğinde olduğu gibi). Bir diğeri ise, örneklemde tespit edilen çoğunluk

ve azınlık ilişkisinin (majority–minority relation) anakütlede de devam edeceği beklentisi olmaktadır (yani A ve B programlarındaki kız ve erkek öğrencilerin oranına dair bilgi).

Bir diğer neden olarak, çok çeşitli olasılık sonuçlarını barındıran bir örneklemde, bu sonuçlardan bazılarını barındırmayan örnekleme göre temsil edilebilirlik sezgiselliği daha yüksek (yani binom dağılımında, 10'a 0 başarı ve başarısızlık, 4'e 6 başarı ve başarısızlığa göre daha az olasıdır) olmaktadır. Birbaşka temsil edilebilirlik sezgiselliğine neden olan etki sezgiselliği'nde ise Tversky ve Kahneman (1971)'deki kendi makalelerine atıf yaparak, istatistiki olarak, bir bilim insanının sıfır hipotezinin red olmasına dair kanıtlar araması durumunda, yetersiz örneklemlerdeki anlamlılık sonuçları ile anakütleye ait reel etkiyi temsil etmeye çalışacağına dair eğilimlerinin oluşmasını bir başka örnek olarak göstermektedirler. Düşük olasılıkların yüksek, yüksek olasılıkların düşük ağırlıklandırıldığına dair geliştirmiş oldukları kümülatif olasılık teorisindeki dört katmanlı örüntünün temelleri, Tversky ve Kahneman (1971), *Belief In The Law of Small Numbers* ve Kahneman ve Tversky (1972), *Subjective Probability: A Judgment of Representativenes s*makalelerinde bir örneklemin aile anakütleyi temsil edilebilirlik düzeyine sahip olması için gerekli rassalığından hareketle yaptıkları çıkarımlara ve yapmış oldukları deneylerde yüksek temsil edilebilirlik düzeyine sahip olaylara, bireylerin daha yüksek olasılık atamış oldukları bulgularına dayandırmaktadırlar.

Farklı örneklem büyüklüklerinin temsil edilebilirlik sezgiselliği üzerinden öznel örnek olasılık dağılımını hem sıklıkçı hem de *Bayesian posterior* olasılıkları üzerinden incelemişler ve bulgular örneklem büyüklüklerinin öznel örneklem dağılımını etkilemediği sonucuna ulaşmışlardır. Bu durumda, içgüdüsel istatistiki yargılamalara yönelik normatif bir yaklaşımın gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Bunun yanısıra, insanların büyük örneklemlerden elde edilen kesin kanıtlara daha şüpheli yaklaşıtığını, günlük hayatın akışı içerisinde örneklemin büyüklüğünden ziyade, örneklem büyüklüğü güvenilir olsun veya olmasın, yüzdesel ifadelerin daha fazla dikkate alındığına dair bulgular elde etmişlerdir. Elbetteki bu çalışmalardan elde ettikleri bazı sonuçlar ve yaptıkları yorumlamalar (örnek olarak, örneklem farklarının [kırmızı ve mavi çiplerin sayısal farkları] ardışık prosedüre dayalı bilgi güncellenmesine izin veren deneylerde son bilginin sabit bir oranda öznel olasılığı etkilemesindeki önemi), sonraki çalışmalarında gerek *Kümülatif Umut Teorisi'*nde nihai durumdan ziyade *status quo* etrafında kazanç ve kayıp gelişmeleri ile *çıpalama ve düzeltme yanlılıkları (anchoring and adjustment)* ile ilgili açıklamalarında birtakım dönüşümler ve benzerlikler şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

Bireylerin, arıdşık sıralı ikili sonuçların daha az rastlantısal olaylar olarak kabul ederken, karışık halde gelen sonuçların daha olası olduğunu kabul ettiğine dair bulgulara yer vermişlerdir (örnek olarak, bir yazı tura atımı esnasında TTTTYYYY ve YTYTYTYT'nin sıklığı). Yalnız, bazı durumlarda, tıpkı *kumarbaz yanılgısı (gambler's fallacy)* 'nda olduğu üzere, karar vericilerin, bir seri karar durumunda sürekli tekrarlanan değerin hemen ardına tekrar edeceği gibi kendi

yanlılığı ile çelişkiye düştüğü durumların varlığından bahsetmişlerdir (örneğin, rulet masasında sürekli kırmızı geldiği durumda bir sonraki çevrimde kırmızı olacağı beklentisi). Bu çalışmanın dikkat çeken ve literatüre önemli bir katkısı, öznel olasılıkların tespitinde Bayesian posterior olasılığın ve bu olasılığa olan güvenin, örneklemin orantısı ve farkı ile bireylerin tutuculuğunu doğru tespit edememesinden dolayı yeterli olmayışının ve sorunlara yol açtığının ortaya konulmasıdır. Bu sebeple, belirsizlik altında daha gündelik hayatla ilgili bir soru olarak *"12 yaşındaki bir çocuğun ileride bilim insanı olması ihtimali"*ne dair öznel olasılığımızın temelini oluşturan ve makalenin başlığında bulunan esas cevap, bu çocuğun temsil edilebilirlik sezgiselliği ile kafamızdaki bilim insanının genel profiline ne kadar uyduğu ile verilmektedir. Tversky ve Kahneman (1971) ile Kahneman ve Tversky (1972)'de, bireylerin belirsizlik altında yanlılıklarına dair net ve sade gözlemler neticesinde olasılık ağırlık fonksiyonuna geliştirmeye adım atmışlardır.

Tversky ve Kahneman (1973), *Availability: A Heuristic for Judging Frequency and Probability*'de belirsizlik altında bireylerin erişilebilirlik sezgiselliği ile bir olayın olasılığı veya bir sınıfın sıklığına dair tahminlerini ve değerlendirmelerini nasıl gerçekleştirdiklerini araştırmışlardır. Çalışmalarında, erişilebilirlik veya ilişkisel mesafe kavramının daha büyük sınıflardan elde edilen örnekler, daha sık olan olan olayların hayal edilmesi, birlikte olan iki olayın ilişkisellik bağlantılarında daha sık rastlandığını, çünkü böyle durumlarda bilginin çağrılması, kurgulama ve ilişkilendirmenin daha kolay mental güce ihtiyaç duyduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca tekrarlama eyleminin, bu mental işlemlerinde rahatlamalara yol açacağını, zirâ hafızanın bu şekilde güçlendirilerek erişilebilirlik sezgiselliğinin sınıfların sıklığında ve olayların olasılığında kısayol olarak daha etkin olacağını belirtmişlerdir. Katılımcılar, erişilebilirlik için yapılan deneylerde, örneklerin sayısının bilgisinin çekilmesi için harcadıkları kısa süreyi örneklerin tahmininin bilgisinin çekilmesi için gerekli uzun sürelerde kullanmışlardır. Ancak erişilebilirlik, ilgili sınıfın veya olayın, kurgulaması veya görselleştirilmesinin ne düzeyde kolay olduğuna, zirâ daha nadir örneklerin olduğu sınıflar daha az erişilebilir olduğuna değinmişlerdir (örneğin, K harfi ile başlayan veya K harfinin üçüncü sırada olduğu kelimelerin hangisi daha hızlı erişilebilir olduğuna dair örnek, sütun ve satır matrisinde sağ üst köşeden sağ alt köşeye harekette satır matrisinin daha hızlı yollar sunduğu inancına dair test). Katılımcılar, kombinasyon testlerinde, sayıca daha düşük olan sınıfların oluşturulması ve sayıca daha düşük sınıfların sayısı arttıkça daha düşük çoğunluklu olarak tahmin edilmesi yönünde eğilimler sergilemişlerdir. Kısaca, insanlar bir sınıfın eleman sayısı arttıkça onu tahmin etmede daha küçük sayılar kullanmaya başlamışlardır. Tahminler incelendiğinde, bir grubun eleman sayısının tahminine yönelik deneylerde, grubun gerçek eleman sayısı ile tahmini eleman sayısı arasındaki fark grubun üye sayısı arttıkça açıldığı gözlenmiştir. Yine katılımcılardan, aynı sayısal sonuca sahip iki farklı, birisi monotonik artan diğeri monotonik azalan ardışık, serinin elemanlarının çarpımlarının

sonuçlarını tahmin etmeleri istendiğinde, katılımcıların azalan serilerin medyan değerini, artan serilerin medyan değerinden daha düşük olarak tahmin etmişlerdir. Bu konunun birazda çıpalama etkisi ile olan yönüne dikkat çekmişlerdir.

Zirâ, artan seride ilk sayıların çarpımı büyük olarak tahmin edilirken, azalan seride ilk sayıların çarpımı küçük sonuçlar vermekte ve üçüncü elemandan sonra belkide çarpma işlemine daha fazla mental çaba sunmamaları sebebiyle daha küçük tahmin edilmiştir. Burada iki serinin de sonucunun aynı olduğuna dikkat çekerek, çıpalama ve düzletme/ayarlama yanlılığına dair ilk temelleri bu deneyler üzerinden geliştirmişlerdir. Kahneman ve Tversky bu ve bundan sonraki tüm çalışmalarında sonuçların medyan değerini ana kütlenin temsilcisi olarak kullanmayı tercih etmişlerdir. Problemin sunuş şekline bağlı olarak, bir sınıfın sıklık veya bir olaya yönelik olasılık tahmininde, bireylerin temsil edilebilirlik (yani, orantısallık ile oryente edilmiş problemler) ve erişilebilirlik (yani, patikalaştırılarak oryente edilmiş problemler) sezgiselliğinden faydalanma olasılığının farklılaşacağını göstermişlerdir (örneğin, X ve O ile ifaedeleirn yer aldığı bir matriste patika ve orantısallık olarak iki farklı şekilde sunulan problemi). Böylece, Kahneman ve Tversky (1972), *Subjective Probability: A Judgment of Representativeness* ile karşılaştırmalı bir durumuda ispat ederek sezgiselliğin oluşum şekillerine dair farklılıkları da gözler önüne sermişlerdir. *Erişilebilirlik sezgiselliği*, ilgili sınıflarda tanıdık kavramların (örneğin, ünlü isimleri) olması, örneklerin daha fazla tekrarlanması (örneğin, bir hisse senedinin yıl içinde daha sık artış eğilimi sergilemesi, enflasyonun çıplama etkisi yüksek enflasyonu daha yüksek enflasyonun takip edeceğinin beklenmesi, oynaklık analizlerinde oynaklık kümelenmeleri) sebebiyle de artış göstermiştir.

Kahneman ve Tversky (1972)'nin önemli bulgularından birisi de yanlılıkların bir sarmal yaratarak başka bir yanlılığa yol açtığı şeklindedir. Şöyle ki, herhangi bir sınıfın eleman sayısı oldukça fazla ve bir elemanı diğerlerinden ayrıştıracak özelliklerinin yeterince ayrıştırıcı olmaması, o bilgiyi daha sonra geri çağırmak için hafızada tutmanın daha fazla ezber süresi gerektirmesinden dolayı, devam eden süreçte bireyin diğer sorularda daha doğru cevap vermesi için başka bir sezgisel yanlılık yaratmasına sebep olmakta ve kişiyi bir sarmala sürüklemektedir. Bu sebeple, güncel hayatla ilgili bazı olayların, ekonomik kriz, medikal operasyonların başarısı, boşanmak gibi konuların tahmininde sadece örneklerin çetelesini tutarak başarılı olmanın pek mümkün olmadığı özellikle yukarıda sebepleri ve nasıl olduğuna dair *erişilebilirlik sezgiselliği* kullanılarak tahminler yapılmasını gerektirdiğini göstermişlerdir. Çalışmada bir sınıfın sıklık tahmininde faktörler arası ilişkilerin güçlülüğüne dair yaptıkları açıklamada, belirgin faktörler arasındaki değişimin birçok faktör arasındaki ilişki ve etkileşimin değişmesine göre daha nadir gelişen bir durum olduğunu iddia etmişlerdir. Bu durum, aynı zamanda kendi hayal dünyamızda kurduğumuz senaryoların karşıt düşüncelere göre daha fazla dikkate alınması, kendi görüşlerimize başkalarının görüşlerinden daha fazla önem vermemizi açıklayan bilişsel

yanlılıklarımızla örtüşmektedir. Bireyler bu sistematik hataya, istatistik teorisinin bir olayı açıklamak üzere bir araya gelen değişkenler arasındaki ilişkinin, başka bir ifadeyle değişkenler arasında korelasyonun yüksek olması veya çok fazla açıklayıcı değişkenin modele eklenmesi durumunda modelin doğruluk oranının suni biçimde arttırarak esas doğruluk yüzdesini etkilemeyeceğine dair olan gerçeğe rağmen düşmektedirler. Bu yönde yapılan deneysel bulgular incelendiğinde, bireylerin gerçektende bol değişkenin olduğu ve bu değişkenler arasında yüksek korelasyon olması durumunda yapılan tahminlere daha fazla güvendiğini göstermişlerdir.

Tversky ve Kahneman (1974), *Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Bias*, bireylerin belirsizlik altında öznel olasılıklarını sayısal formlara evriltirler iken, Kahneman ve Tversky (1972)'nin genişletilmiş versiyonu olarak *temsil edilebilirlik sezgiselliği'*ne ek iki adet sezgisel araca açıklık getirmektedirler. Birincisi, *erişilebilirlik sezgiselliği* ve ikincisi de düzeltme yanlılıklarının açıklanmasına imkân verecek olan, başlangıç noktasından *düzeltme sezgiselliği*'dir. Bu yanlılıkların tespit edilmesinin önemine vurgu yaparlarken bunların çok çeşitli sistematik ve tahmin edilebilir hatalara yol açmasının altını çizmişlerdir (örneğin, puslu/sisli bir havada mesafenin olduğundan uzak, açık bir havada mesafenin olduğundan az tahmin edilmesi). *Temsil edilebilirlik sezgiselliği'*nin yanısıra ana kütlede ilgili elemanların o kümede bulunma sıklığı sadece temsil edilebilirliği etkielenmemekte ayrıca önsel olasılık veya baz oran sıklığı üzerinden daha sapmalı kararlara neden olmaktadır (örnek olarak, göreceli olasılıklar oranı [odd ratio] farklı oran iki meslek grubuna ait iki ayrı ana kütleden seçimlerde baskın olan mesleğin seçimi). Kahneman ve Tversky'e göre önsel olasılığın önemi, ana kütle elemanlarına ait bir ön bilgi (içerik, leksikografik [sözlük bilgisi]) olmadığı durumda olasılıkları doğru tahmin etmede kullanmaktadır. Ancak, bireylerin tanımlayıcı bir bilginin varlığında, önsel olasılığı kullanmaktan imtina ettiklerini belirtmişlerdir. Daha önce yaptıkları çalışmalardan farklı olarak, değinmiş oldukları bir başka yanlılık şeklini, Galton'un ortalamaya yönelik regresyon analizinde, bir sınıftan seçilen gözlemlerin iki değişkene ait (X, Y değişkenleri) birinci değişkenin ortalamasından k kadar sapmanın, ikinci değişkenin ortalamasından k'dan daha az sapma olacağına dair inançlarına dair bulgulardan hareketle geliştirmişler ve bu tür bir yanlılığı *regresyonun yanlış yorumlanması* olarak adlandırılmışlardır. Bu yanlılık türünde, bireyler cezalandırmanın etkinliğini, ödülün etkinliğinden regresyon yöntemi ile daha yüksek tahmin etmektedirler, aşırı ve eksik tahmin etme yanlılığı yaratıldığı durumlara dair tespitleri, sonraki çalışmalarında kayıptan kaçınma davranışına dair yapmış oldukları açıklamaların temelini oluşturmaktadır. Kahneman ve Tversky, ilgili çalışmalarında, çıpalama yanlılığına dair Bar ve Hillel (1973) çalışmasından hareketle, *basit (simple), birleştirici (conjunctive)* ve *ayrıştırıcı olaylar*

altında[9] bireylerin sıklığı daha yüksek olan birleştirici olay ile ilgili durumlarda daha aşırı tahminler geliştirdiklerini gözlemlemişlerdir (Bar-Hillel, 1973).

Kahneman ve Tversky (1974) *hükmedilmiş olasılıklar (judged probability)* için tanım gereği bazı gereklilikler sunmuşlardır. Hükmedilmiş olasılıklar *Dayanak Teorisi* (*Support Theory)*'ne dayanır, bu teoride bir olaydan ziyade bir olayın tanımına dair yani hipoteze yönelik olasılık atamaları yapılmaktadır. Rottenstreich ve Tversky (1997)'ye göre, *Dayanak Teorisi*, olasılık yargılamasını alternatif hipoteze göre dayanak veya kanıtların gücü türünden temsil etmektedir. Bir olayın hükmedilmiş olasılığı ayrık unsurları belirtilmediği sürece sayısal olarak genellikle yükselmektedir (Rottenstreich ve Tversky, 1997). *Dayanak Teorisi* altında hükmedilmiş olasılıklar için uygun veya yeterli bir içsel tutarlılıktan ziyade, bireyin inanç ağları ile uyumlu olması gerektiğini belirtmişlerdir. Aynı olaya yönelik farklı tanımlamalar farklı olasılık atamalarını gerektirebilmektedir (Rottenstreich ve Tversky, 1997). *Dayanak değeri (negatif olmayan) s(A)* bir kanıtın gücü, hükmedilmiş olasılık *P(A,B)* ise hükmedilmiş olasılık olarak odak hipotezimiz olan *A*'nın alternatif hipotez olan *B*'ye göre desteği olmaktadır (Fox, 1999).

$$\mathrm{P(A,B)} = \frac{s(A)}{s(A)+s(B)} \tag{15}$$

Kahneman ve Tversky (1974), inançlar ve yargılamalarda toplam sisteminin değerlendirmesine dair hali hazırda kolay biçimde uygulanabiliecek metotlarınvar olmadığına vurgu yapmaktadırlar. İçsel tutarlılık değerlendirmesi ve bu değerlendirmenin başarılı olması daha kolay olsa bile, rasyonel yargılamanın yinede alternatifler arasında karşılaştırma yapmak için en uygun yöntem olduğunu savunmaktadırlar. Bu durumda, öznel olasılıkların oluşumunda 1971'den 1974'e kadar ve daha öncesinde belirsizlik altında yapılan deneysel çalışmaların bilgisinin sunulduğu literatüre dayanarak, şu sonuca varmaktadırlar; belirsizlik altında birey, olasılık yargılarını kendi bilgisi, olasılık kanunları ve yargısal sezgi ve yanlılıkları ile yapmaktadır (Kahneman ve Tversky, 1974). Özellikle, Tversky'nin daha sonraki çalışmalarında *Dayanak Teorisi* aracılığıyla, aynı olayın farklı tanımlamaları sebebiyle, farklı yargılamalara imkân veren öznel olasılıklar ve yargılanan/hükmedilmiş olasılıkların geliştirilmesine dair çalışmaları bulunmaktadır (Tversky ve Koehler, 1994; Rottenstreich ve Tversky, 1997).

Tversky ve Kahneman (1977), *Causal Thinking in Judgment under Uncertainty*, 1974 yılı ve sonrasında, 1971 yılından 1974'e kadar geçen sürede daha nümerik ve kompütasyonel deneysel tasarımlara dayalı, *temsil edilebilirlik, erişilebilirlik* ve *çıpalama* sezgiselliklerini ortaya koydukları olguları bir adım öteye taşıyarak, nesnelerin görsel ve işitsel özellikleri üzerine yaptıkları deneylerden hareketle elde ettikleri bulguları sunmaya başlamışlardır. Bu

[9]Örnek bir basit olay: yarı yarıya kırmızı ve beyaz topların olduğu bir torbadan seçim, birleştirici olay: %90'ı kırmızı %10'u beyaz toplardan oluşan torbadan yedi başarılı kırmızı top çekimi, ayrıştırıcı olay: %10 kırmızı %90 beyaz orantısı olan torbadan yedi seçimde bir tane kırmızı top çekimilmesi.

çalışmalarının sonucunda, özellikle vurgulama yaptıkları husus, bireylerin olasılıkları, kendi algılarının birçoğunu karekterize eden bilgilerinin kümülatif bir durumu olmaktan ziyade, dış dünyanın özelliklerine atanmış bir olgu olarak algılama eğilimi içinde olduklarını belirtmişlerdir. Örnek olarak, bir renk veya bir sesi bir nesnenin özelliği olarak değerlendirme eğiliminde olduğumuzu ancak bu özelliklerin içsel dünyamız ve değerlendirmelerimizle ilgili bir durum olma ihtimalini göz ardı ettiğimizi vurgulamışlardır. Aynı şekilde, yazı tura oyunu esnasında, bozuk paranın yazı getirmek gibi bir zenginliğinin olduğuna inandığımızı ancak kendimizin onun tura gelmesine dair hiçbir inanç yaratmadığımızı ve bu konudaki inancımızı asla suçlamadığımızı, bunun sonucunda da belirsizlik altında kararlarımızda eksiklikler yaratıldığını belirtmişlerdir. Bu sonuca elbetteki, 1974'de yapmış oldukları çalışmalarında, olasılıklarımızı belirsizlik altında kendi bilgimiz, olasılık yasaları, sezgiselliğimiz ve yanılgılarımızla belirlediğimize dair bulgulardan yola çıkarak net bir şekilde ortaya koyduktan sonra ulaşmışlardır.

Bireylerin, olasılık ile ilgili bu tür eğilimlerinin olmasının, bir olayda nedensellik ile ilgili bilgiler toplamaya ve diğer her tür bilgiyi gözardı etmesine neden olacağını belirtmişlerdir. Nedensellik bilgisi bağlamında olasılıkların değerlendirilmesini koşullu olasılık altında ele almışlardır: A-Gelecek sene yapılacak seçimlerde *X*'in başkan seçilmesi ile büyük bir ekonomik kriz yaşanma olasılığı nedir? B-Gelecek sene bir kriz olmuş olursa ve X'in başkan seçilmesi ihtimali nedir? Bireylerin, genelllikle zaman içerisinde bir olayı diğerinin nedeni olması bağlamında düşünmeleri sebebiyle, koşullu olayın hedef olaydan daha sonra gerçekleştiği B şıkkında verilen ikinci ifadeye cevap vermeyi daha zor bulmuşlardır. Tversky ve Kahneman (1977), bireylerin bir olasılığa dair hükümler verirken veya olasılık yargılamalarında bulunur iken, iki türden bilgi ile karşı karşıya olduklarını belirtmişlerdir. Bunlardan ilki, ilgilenilen *duruma özgü bilgi (specific data)* ve ikincisi olayın ait olduğu anakütledeki sıklığının *temel oran bilgisi veya dağılımına ait bilgi (base-rate or distributional data)* olduğunu belirtmişlerdir. Kahneman ve Tversky, daha önceki çalışmalarında, birçok defa formel istatistiki kuralların sezgisel sebeplerle ihlal edildiğini, ancak burada ilk defa belirgin olarak bilginin elde ediliş safhasında ve türünde filtrelendiğinden veya göz ardı edilen bir türünün varlığından belirtmişlerdir. Bu ihlal olaya özgü bilginin toplandığı ve dağılımsal bilginin göz ardı edildiğidir. Bu çalışmanın diğer çalışmalarından ayrılan yönü, temsil edilebilirlik sezgiselliğinden farklı olarak, daha olaya özgü veriler için daha genel bir hipotez aramış olmalarıdır.

Kahneman ve Tversky (1973) çalışmalarında katılımcılara, kişilerin mühendis ve hukuk mesleklerinin tespitine yönelik yöneltilen sorularda, verilen cevapların olaya özgü ifadeler ile temel oran bilgisinden ziyade, daha çok meslek ile kişilerin sözlü tarifindeki açıklamaları dikkate alarak katılımcıların cevaplarını geliştirdiklerini gözlemlemişlerdir. Başka bir örnekte, kişilere, bir şehirde bir yayaya çarpan ve kaçan iki araç firmasından hangisinin suçlu olduğuna yönelik karar verme deneyinde, bu kaza ve firmalara dair temel oran bilgisi ve incelemeyi yapan

mahkeme heyetinin bu konudaki görüşlerine dair bilgiler sunulmuş, katılımcıların %80'inin dağılım bilgisini kullanmadan mahkemenin geliştirdiği teste güvendiği gözlenmiştir. İlginç olan, bu bilginin dağılım bilgisinin tam tersi oranla kurgulanmış olmasıdır. Başka bir soruda, ilkinden farklı olarak, kişilere %50-%50 oranında iki firmanın araçlarından oluşan bir şehir trafiğinde çarpıp kaçan firmanın aracının hangi renkte olduğuna dair yöneltilen soruda, bu firmalardan ilkinin %85 ve ikincisinin %15 ihtimalle böyle kazalara daha önce karıştığı bilgisi verildiğinde, katılımcılar temel oran olasılığını ve nedenselliği göz ardı etmemişlerdir. Böyle bir bilgi, katılımcılar tarafından mahkeme kanıtı vb. olmadığı için olaya özgü olarak algılanmamıştır. Burada dağılımla ilgili bilginin veya temel oran bilgisinin sorulan soru ile ilişkili olması da önem arz etmektedir (örnek olarak, intihar istatistiklerinde ölen kişilerin evli ve bekâr olmasına dair çalışmada sunulması). Bu çalışmalarında, bireylerin olasılık yargılarının nedensel etkilere maruz kaldığını, temsil edilebilirlik, erişilebilirlik ve nedensellik sezgilerine güvenen bireylerin nesnel değerlendirmelerden uzaklaştıklarını göstermişlerdir. Bireylerin, öznel olasılıklarını sadece üretme ve yorumlama yoluyla değil, aynı *zamanda entegre etme ve birleştirme*, *baskın (dominance)*, *ortalama alma (averaging)*, *bileşik hale getirme (compounding)* gibi birtakım metotlarla da yarattıklarını vurgulamışlardır.

Kahneman ve Tversky (1979), *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*, *Umut Teorisi*'ni ilk ortaya koydukları çalışma olması itibariyle önem arz ederken, daha önceki çalışmalardan farklı olarak, analizlerini ve deneysel tasarımlarını hep belirsizlik üzerine kurgulamışlar, ilk kez bu çalışmalarında risk altında karar vermenin dinamiklerini incelemişlerdir. Ayrıca, bu çalışmadan itibaren iddia veya olay ifadelerinden ziyade riskli sonuçlar barındıran seçenekleri *umut/beklenti (prospect)* olarak adlandırılmıştır. Kahneman ve Tversky, *Umut Teorisi*'nde, *Beklenen Fayda Teorisi'*nin varsayım ve aksiyomlarına karşı, bireylerin risk altında verdikleri kararlarda belirli yanlılıklar ve eğilimler sergilemesi sebebiyle, yaptıkları çalışmalar ile literatür taraması neticesinde elde etmiş oldukları bulgulardan yola çıkarak, *Beklenen Fayda Teorisi*'ni temelden sarsan argümanlar geliştirmişlerdir. Bahsedilen bu yanlılık ve eğilimlerden birisi *Kesinlik Etkisi'*dir. *Kesinlik Etkisi'*ni, insanların kesinlikle elde edilecek sonuçlara, daha az olasılıkla elde edilebilecek sonuçlardan daha fazla önem atfetmesi olarak tanımlamışlardır. Bu durum, bireylerin kesin kazançlı sonuçlarda risk karşıtı, kesin kayıplı sonuçlarda ise risk sever olmasına yol açacağını belirtmişlerdir. Bir diğer yanlılık veya eğilim olarak *İzolasyon Etkisi*'nden bahsetmişlerdir. *İzolasyon Etkisi'*nde, bireyler ilgilenilen umutların ortak bileşenlerini göz ardı etme ve aynı seçeneğin farklı formlarda sunulması durumunda farklı kararlar verme gibi tutarsızlıklar sergilemişlerdir.

Umut Teorisi'nde, diğer standart karar teorilerinden farklı olarak, karar vericinin nihai varlık durumundan ziyade, olasılıkların yerini alan karar ağırlıkları ile kazanç ve kayıplara değerler atayarak kararlar verildiğini belirtmişlerdir. Değer fonksiyonunun kazanç durumunda

konkav, kayıp durumunda konveks, kazançlara göre kayıp durumlarında daha dik ve düşük olasılıkların ise yüksek ağırlıklandırılması gibi konular ilk kez ele alınmıştır. Beklenen fayda teorisinin risksiz bir kazancı riskli bir kazanca tercih eden bireyin konkav fayda fonksiyonuna sahip olacağı ve riskten kaçınacağına dair inancı yıkan hipotetik tercih problemleri uygulanmıştır. Çalışmada, Problem 1-8'e kadar olan, beklenti problemlerinde, bireylerin kesin umudun olasılığında azaltıma gitmek suretiyle, belirli bir risk ataması yaptıkları gözlenmiştir.

Kahneman ve Tversky (1979)'nin, *Allais Paradoksu* ve türevleri ile *Kesinlik Etkisi* üzerinden, *Beklenen Fayda Teorisi'*nin aksiyomlarının geçersizliğine dair emareler ve bireylerin hangi şartlar altında riskli ver risksiz iddialar arasında geçişler yapacağına dair araştırmalar yapmışlardır. Yaptıkları deneylerde, kesinlik ile riskli beklenti arasındaki geçiş noktası veya kabul edilen bir sonuç ile ona ait olasılık ikilisine ait eşik değer yazarlara *Karar Ağırlık Fonksiyonu* için önemli ipuçları sağlamıştır. Bunu yaparken, düşük ve yüksek sonuçlara sahip umutları, bu umutlara ait düşük ve yüksek düzeyde olasılıklar gibi bütün kombinasyonları üzerinden sınamalar gerçekleştirmişlerdir. Kazançlarda beklenti tercihleri, kayıplara dönüştürüldüğünde tercih sıklığı yön değiştirmekte, Kahneman ve Tversky bu değişmdeki örüntüyü *Yansıtma Etkisi* olarak adlandırmaktadırlar. *Kesinlik Etkisi*'nde, beklentiye ait getiri miktarı ile beklentinin varyansı olarak miktar ve olasılık, bileşik bir etki üzerinden tercihlerin etkilenmesi söz konusudur. Varyansın yüksek olması durumunda yüksek kazanç veya yüksek kayıp kesinlik etkisi ile ancak kayıplar için farkındalık ve kazançlar için çekicilik yaratmaktadır.

Kahneman ve Tversky (1979), *Umut Teorisi*'nin seçim sürecini iki kısıma ayırmaktadır. Birinci kısım olarak *düzenleme (editing)* safhasında, Kahneman ve Tversky'nin önceki makalelerinde ki bulgulara dayanarak detaylı ele aldığımız temsil edilebilirlik sezgiselliği sebebiyle, dört farklı aşamada *kodlama (coding)*, *kombinasyon (combination)*, *ayırma (segregation)* ve *iptal etme (cancellation)* önsel analizler ile sunulan beklentiye yönelik sonuç ve olasılık dönüşümlerinin yapıldığını savunmuşlardır. Esasında düzenleme safhası *Kümülatif Umut Teorisi'*nde *Stokastik Baskınlık*'ın ihlalinin başka varsayım ve modellerle aşılması sebebiyle yine yazarlar tarafından göz ardı edilmekle birlikte, teorinin varsayımlarının yerine gelmesi açısından önem arz etmektedir. İkinci kısım olan *Kodlama Safhası*'nda, *Beklenen Fayda Teorisi'*ne yönelik ilk eleştirinin oluştuğu bölüm olarak, *Umut Teorisi*'nde insanların nihai durumlarından ziyade referans noktasına göre, ki bu genellikle mevcut refahımızdır, beklentilerin kazanç ve kayıplarını değerlendirdiği yönündeki inanca dayanmaktadır. Birçok anomali ve sistematik hatanın düzenleme safhasından kaynaklandığına vurgu yapmışlardır. İkinci kısım olarak değerlendirme safhasında ise düzenlenen beklentilerden en yüksek değerli beklentinin tercih edileceğini belirtmişlerdir. *Beklenen Değer Teorisi'*nden cebirsel farklar değerlendirme safhasında oluşmaktadır. Düzeltilmiş beklentinin toplam değeri, herbir olasılık ile ilişkili karar ağırlığı olan $\pi(p)$ ve herbir sonucun referans noktasına göre değerlendirimesi ile oluşan öznel değeri olan *v(x)*

ile ölçeklendirilmiş *V*'dir. $\pi(p)$'nin karar ağırlığı olarak, p'nin beklentisinin toplam değeri üzerindeki etkisi olarak değerlendirilmesinin, Ramsey ve Savage yaklaşımında olduğu üzere tercihlerden elde edilen öznel olasılıklardan farklı olarak beklentilere ait seçeneklerden elde edilen bir olasılık ölçütü olarak değerlendirilmemesi gerektiğinin, bu kavramın inançların bir ölçüsü veya beklentinin çekiciliğine dair bir ölçüt olarak tanımlanması gerekliliğinin altını çizmişlerdir. *v(x)* değer fonksiyonu, kazanç ve kayıplar için referans noktasından sapma değerlerinin ölçüsü olarak kabul edilmiştir. Öznel değer fonksiyonu, iki argümanın; *referans noktası (mecut varlık durumu)* ve bu referans noktasına göre değişimin büyüklüğünün fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. *Kesinlik eşdeğeri* kavramını ilk kez burada riskli bir işlem ile ona karşılık gelen kesin miktarlı bir parasal büyüklük ile kıyaslayarak ortaya koymuşlardır.

Orijinal *Umut Teorisi*'nde kazanç ve kayıplar için referans noktasına göre sırasıyla konveks ve konkav olarak sunulan değer fonksiyonu, *Kümülatif Umut Teorisi*'nde yüksek ve düşük olasılıklar için farklı kombinasyonlar sınanmış ve dört katmanlı örüntü üzerinden açıklamalar geliştirmesilerine neden olmuştur. Bu çalışmalarında, karar ağırlıklarının nesnel olasılıkların doğrusal fonksiyonu olacağından ve 45 derecelik *alttoplamsal fonksiyon (subadditive fonksiyon)*: $\pi(rp) > \pi(p); 0 < r < 1)$ bir doğrunun hemen altından konveks biçimde artacağını belirtmişlerdir. Karar fonskiyonunda bir istisnai durum olarak ve sonrasında sıkça kullanacakları bir olguya değinmişlerdir. Bireylerin, düşük olasılıklarda kazanç durumunda piyangonun beklenen değeri ve kesin beklenti miktarını tercih edeceğini, kayıp durumunda ise biletin beklenen değeri olan yani kesin kazancı kabul edeceklerini göstermişlerdir. Bu durumun istisnai olayların aşırı tahmin edilmesi durumu ile karıştırılmaması gerektiğinin altını çizmişlerdir. $\pi(p)$, karar ağırlığını, eğimi (0,1) aralığında olan ve bireylerin olasılıklardaki değişimlere olan hassasiyeti olarak tanımlamışlardır. Altkesinlik olgusu $(\pi(rp) + 1 - \pi(p) < 1)$ tercihlerin, beklenen değer teorisinin dayattığının aksine, kesin olaylarda ağırlıkların toplamı kesin olmayan olaylara göre daha düşük olacağını ve bireylerin olasılıklardaki değişimlere daha az duyarlı olabileceğini göstermişlerdir. *Referans noktası (status quo)* ile *mevcut varlık pozisyonu (current asset position)* arasında ciddi bir ayrımın olduğuna değinmişlerdir. Bunun için servetinde ciddi bir kayıp yaşamış ve bu değişime uyum sağlayamamış bir risk sermayedarını ele almışlardır. Bu risk sermayedarın, halihazırda bir yatırımdan 2,000 TL kaybetmiş olması durumunda, bu kişiye A-1,000 TL kazanç veya B- 2,000 TL kazanç veya sıfır kazanç arasında ikili bir iddia sunulmuş olsun. Eğer kişi zararına henüz alışamamışsa ilk seçenekte sunulan 1,000 TL'yi da kayıp olarak nitlendirilmiştir. Zirâ, ilk algılayış halen 2,000 TL kayıbın henüz 1,000 TL'lik kısmının kurtarıldığı ancak 1,000 TL 'lik kısmının batık maliyet şeklinde zarar olduğu yönündedir. Sunulan iddia'nın formatı itibariyle bu seçenek bir kazanç olarak belirtilse bile, sermayeder bardağın boş tarafından bakmaya devam etmektedir. Bu sebeple, bireylerin kayıp bölgesinde bazı durumlarda risk alma eğilimleri artmaktadır. Kahneman ve Tversky (1979)'a göre, bütün bu açıklamalardan sonra,

Umut Teorisi, *Beklenen Fayda Teorisi*'nin genel *iki yanlı doğrusal (bilinear)* yapısına sahip olmakla birlikte, *karar ağırlıkları* ve *öznel değer fonksiyonu'nda* yapılan değişikliklerle birlikte, *Beklenen Fayda Teorisi'nin tutarsızlık*, *geçişsizlik* ve*stokastik baskınlık* ihlali gibidurumlara maruz kalmasından dolayı ayrışmaktadır. Kısacası, *Umut Teorisi* anomalilere imkân sunmaktadır.

Tversky ve Kahneman (1981), *The Framing of Decisions and the Psychology of Choices*'da öznel değer fonksiyonun ve karar ağırlıklarının her birey için farklılıklar gösterdiğine dair kanıtlar aramak ve sunmak amacını gütmüşlerdir. Onlara göre, *öznel değer fonksiyonunu* ve *karar ağırlıklıkları'*ndaki temel farklılıkları açıklamaya yönelik geliştirdikleri *karar çerçevesi (decision frame)* olgusunun, karar vericinin belirli bir tercih ile ilgili sözleşme, sonuçlar ve olasılıksal durumlara yönelik algılayış biçimini temsil ettiğini varsaymışlardır. Karar vericinin adaptasyonlarının, kısmen problemin formülasyonu, karar vericinin kuralları, alışkanlıkları ve kişilik özellikleri ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. *Çerçeveleme Etkisi*'nin karar üzerindeki etkisini göstermek üzere bir salgın üzerindeki tedavide, geliştirilen ilaçların, hastaların yaşama ve ölüm ihtimallerine yönelik riskten kaçınma ve risk sever davranışlarını ortaya çıkaracak türden birtakım sorular hazırlamışlardır. Karar vericilerin çoğu insanların hayatının kurtulacağı durumda riskten kaçınarak kesin durumu tercih ederken, insanların öleceği durumlarda olasılıksal ihtimali seçerek daha risk sever tutum sergilemişlerdir. *Umut Teorisi*'nin beklenen fayda teorisi'nden farklılaştığı konuları tek tek ele almışlardır. Bu farklılıkların, öznel değer fonksiyonunun kendine has şeklinin, *status quo* etrafındaki davranışları ve olasılıkların değerlendirilişi sebebiyle oluştuğuna dair kanıtlar sunmuşlardır. Hipotetik bir ağırlık fonksiyonun, $\pi(.)$, özelliklerini sıralamışlardır. İlk olarak, $\pi(0)=0$ iken imkânsız olaylar göz ardı edilmekte, $\pi(1)=1$ iken ölçek normalize edilmiştir. İkinci olarak, düşük olasılıkların yüksek $\pi(p)>p$, yüksek olasılıkların düşük $\pi(p)<p$ ağırlıklandırıldığını belirtmişlerdir. Üçüncü olarak, $\pi(pq)/\pi(p)<\pi(pqr)/\pi(pq)$, burada $0<p, q, r\leq 1$ olup, karar ağırlıklarının oranının, herhangi bir sabit q rasyosu için, düşük olduğu durumlarda yüksek oldukları durumlara göre bire yakın olduğunu göstermişlerdir. Değer fonksiyonun, *v(.),* S-biçimli yapısı, bireylerin kazanç bölgesinde riskten kaçınan, kayıp bölgesinde risk sever eğilimler segilemesine sebep olurken, ağırlık fonksiyonun, $\pi(.)$, kazanç bölgesinde ki riskli iddialara ait yüksek olasılıkların düşük ağırlıklandırılmasına yani kesin durumların çekiciliğinin artmasına, kayıp bölgesinde ise düşük olasılıkların aşırı ağırlıklandırılmasına ve dolayısıyla zararlara yönelik farkındalıkların artmasına neden olduğunu vurgulamışlardır.

*Kesinlik Etkisi'*ni ve *Sözde Kesinlik Etkisi'*ne benzer sonuç yaratan karar problemi üzerinden ele almışlardır. Allais tarafından ilk kez ortaya atılan *Kesinlik Etkisi'*nde karar vericilerin A.%100 ihtimalle 30$ [katılımcıların %78'i] ve B.%80 ihtimalle 45$ [Katılımcıların %22'si], olasılıklar üzerinde birtakım modifikasyonlar yapıldıktan sonra bu kez C. %25 ihtimalle 30$[katılımcıların %42'si] ve D.%20 ihtimalle 45$ [katılımcıların %58'i] şeklinde sunulan

iddialarda, katılımcların tutumlarındaki eğilimler gözlenmiştir. Bu durumun, *Umut Teorisi*'nde rahatlıkla doğrulanabileceği ve v (39)/v (45)'in $\pi(20)/\pi((25)$ ve $\pi(80)/\pi(10)$ arasında uzandığının ispatlanabileceğini göstermişlerdir. *Sözde Kesinlik Etkisi*'ne, ilk aşamasında %75 ve ikinci aşamaya geçme ihtimali %25 olan durumları barındıran ve ikinci aşamada C.%100 ihtimalle 30$ [katılımcıların %74'ü] ve D.%80 ihtimalle 45$ [katılımcıların %26'sı] getiri sunan bütünleşik bir olay ile E.%25 ihtimalle 30$ [katılımcıların %42'si] ve F.%20 ihtimalle 45$ [katılımcıların %58'i], tercihlerdeki dönüşümler kanıt olarak sunulmuştur.

Kesinlik Etkisi'nde, riske karşı tutumlar, rasyonel tercihlerin aksiyomlarındaki bozulmaları işaret ederken, *Sözde Kesinlik Etkisi*'nde problemin tanımlanma şeklinden bağımsız olarak tercihlerin şekillendiğine dair temel gereksinimlerin ihlal edildiğini göstermektedir. İki aşamalı bir karar probleminde kesin olmayan bir durum, ikinci aşamadaki kesin iddialar sebebiyle sözde kesinlik olarak adlandırılmaktadır. Çalışmada, ayrıca, sonuçların çerçevelenmesi esnasında bir sonucun kazanç veya kayıp olarak değerlendirilmesinin referans noktasının varyanslarına göre değerlendirilerek karar verilmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Halihazırda, bir yatırımdan 140$ kaybetmiş bir kişinin 10$'lık 15:1 kazanç imkânı sunan bir yatırıma giriştiğinde, *status* quo'nun referans noktası olarak belirlendiği durumda, ilgili beklenti için kazancın 140$ ve kaybın 10$ olarak çerçevelenmesi muhtemeldir. Referans noktası'nın -140$ olması durumunda toplam zarar 150$ olarak çerçevelenmesi ve başabaş bir durumun oluşması daha doğal olmaktadır. Bu iki yaklaşım altında, *Umut Teorisi* ikinci durumun daha risk sever bir bakış açısı sunacağını ima etmektedir. Kahneman ve Tversky (1979) *Umut Teorisi*'ne göre kayıp durumlarında referans noktalarını ayarlamayan karar vericilerin normalde kabul edilebilir bulmadıkları bu iddiayı kabul edebileceklerini ileri sürmüşlerdir. Bu *Umut Teorisi*'nin nihai varlık durumundan ziyade, sonuçların kendisi ile olan uğraşını destekler nitelikte olmaktadır. Bunun yanısıra, karar vericilerin çerçeveleme aşamasında minimal hesaplama modunu kullandığından bahsetmişlerdir. Minimal hesaplar moduna sıkça başvurmamızın nedenini, daha az zihinsel çaba, sonuçların eylemlerle ilişkili olduğuna dair sezgisellik, mevcut durumun değişiminden kaynaklı arzulanan ve arzulanmayan sonuçlara yönelik sonuçlara dair hedonik beklentilere bağlamışlardır. Bu durumu *bilinmeyenin cazibesi* olarak adlandırmışlardır. Çoklu opsiyonların varlığında (örneğin, hesap makinesi ve ceket satan ve birbirlerine 20 dakika uzaklıkta olan iki farklı dükkânda bir ürüne yönelik belirli bir miktar indirimin daha ucuz ürünün olduğu dükkâna seyahate sebep olup olmayacağına) ise hem minimal hemde konuyla ilgli veya kapsamlı (topical or comprehensive) bir muhasebe söz konusu olmuştur.

Kahneman ve Tversky (1982), T*he Simulation Heuristic* isimli çalışmalarında, Tversky ve Kahneman (1973)'de *erişilebilirlik sezgiselliği'*ne yönelik detaylı açıklamalarına ek olarak, *erişilebilirlik sezgiselliği*'nde *bilgiyi geri çağırma ile örneklerin veya senaryoların kurgulanması (retrieval and construction)* olarak iki zihinsel sürecin etkin olduğunu belirterek, daha önceki

çalışmalarda kurgulama aşamasının göz ardı edildiğine vurgu yapmışlardır. *Erişilebilirlik sezgiselliği*'nin kurgulama kısmında gerçekleşen zihinsel operasyonları *benzeşim sezgiselliği* olarak adlandırmışlardır. Bu sezgisellik kullanıldığında bazı senaryolar ve yanlılıkların ortaya çıkacağını belirtmişlerdir. Bunlar: 1-Tahmin 2-Belirli bir olayın olasılığının değerlendirilmesi 3-Koşullu olasılıkların değerlendirilmesi 4-Karşıolgusal değerlendirmeler 5-Nedensellik değerlendirmeleri olarak adlandırılmıştır. Simülasyon esnasında, zihinsel aktiviteler olarak *geçmişi geri almak (undoing the past)*şeklinde bir kural işletildiğini varsaymışlardır. Bir kaza senaryosu üzerine yaptıkları deneyde, Kahneman ve Tversky'nin *odaklama kuralı* olarak adlandırdıkları bir zihinsel aktivite türü olarak hikâyenin ana nesnesi genellikle değişikliğe uğratılmamamıştır. Hayal kırıklığı, pişmanlık, öfke, keder, hasetlik gibi itici duyguların gerçeklikten çok *hedonik adaptosyon* seviyemizi etkilediğini belirtmişlerdir. Karar vericilerden bir senaryoya yönelik değişiklikler yapması istenildiğinde 3 farklı eğilim ortaya çıkmıştır: *yukarı-eğilim (uphill), aşağı-eğilim (downhill)* ve *yatay (horizontal)* olmak üzere tercihlerde birtakım değişiklikler gözlenmiştir. *Benzeşim sezgiselliği*'nin genellikle *aşağı-eğilim* değişikliklerine yanlı olduğu, senaryoda beklenmeyen ve sürpriz unsurların çıkarıldığı, bu sebeple büyük ve sistematik hataların riskleri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kahneman ve Tversky (1984), *Choices, Values and Frames* isimli çalışmalarında, *öznel değer fonksiyonu*'nun kazanç ve kayıp bölgeleri için psikolojik analiz ve şekilsel yapısına yönelik teorik altyapı oluşturmuşlardır. Tversky ve Kahneman (1981)'den hareketle, Bernoulli'nin analizlerinden yola çıkarak öznel değerin 200$ ile 100$ 'lık iki iddianın miktarsal farklarının yarattığı faydanın, 1,100$ ile 1,200$'lık iki iddianın miktarsal farkları ile eşit olmasına rağmen aynı faydayı yaratmadığını, yine aynı durumun 800$ kesin kazanç ile %80 ihtimalle 1,000$ arasındaki kesin kazanç içinde geçerli olduğunu ve bu durumların kazanç bölgesinde öznel değer fonksiyonunun konkavlığına (dış bükeyliğine) neden olduğunu belirtmişlerdir. Kayıp bölgesinde, riskten kaçınma davranışının yerine karar vericilerin risk sever olabildiğini, örnek olarak bu kez %85 ihtimalle 1,000$ kayıp ve kesinlikle 800$ kayıp karşısında katılımcıların daha risk sever olacağını ve büyük çoğunluğunun böyle bir iddiayı kabul edeceğini belirtmişlerdir. *Umut Teorisi*'nin temelini oluşturan ve karar vermenin psikolojik analizi üzerine yaptıkları bir diğer tartışmada, karar vericilerin bir karar analizinde mevcut servetlerinde iddiaya ait sonuçların nihai etkisinden (W+20$ veya W-20$) ziyade, *status quo'*nun devamlılığı dolayısıyla iddiaların psikolojik çıkarımların nihai toplam varlığı yerine kazanç ve kayıplar üzerinden değerlendirilmesinin uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Ayrıca, kayıp bölgesinde öznel değer fonksiyonun kazanç bölgesine göre daha dik olduğunu ve bunun kayıptan kaçınma davranışının bir sonucu olduğunu belirtmişlerdir. Henüz *Kayıptan Kaçınma* ve *Lambda Katsayısı'*na yönelik detaylı amprik bulgular gerçekleştirmemiş olmalarına rağmen, bu oranın 3'e yakın olduğundan bahsetmişlerdir. Von Neumann ve

Morgenstern (1944) *Beklenen Fayda Teorisi'*nde ikame aksiyomunun herzaman geçerli olmadığına ve rasyonel seçimin ardında yatan iki temel prensip olarak *baskınlık ve değişmezlik (dominance and invariance)* ilkelerine vurgu yapmışlardır. Tversky ve Kahneman (1981)'deki çalışmalarından hareketle benzer kazanç ve kayıpların *status quo* veya varlık pozisyonundan etkilenen *Çerçeveleme Etkisi* ile tercihlerin sıralamasının değişikliklerin mümkün olabileceğini ve rasyonel seçimlerin bu anlamda *değişmezlik ilkesi'*nin ihlal edilebileceğini vurgulamışlardır. *Değişmezlik ilkesi*'nin ihlalinin ispatına dair gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Tversky ve Kahneman (1981) bir virüsün ölüm riskine ortadan kaldırılmaya yönelik ilaç tedavisi gelişiminde karar vericilerin, tercihlerinde hayat kurtarma ihtimalinin yer aldığı riskli seçenekleri kesin seçeneklere daha fazla tercih ettiklerini ve daha risk-sever olduklarını göstermişlerdir. Başka bir deneysel tasarımda, kesinlik etkisinin birleştirilmiş riskli iddialar ve kesin sonuçlara sahip olması durumunda *değişmezlik ilkesi'*nin ihlal edildiğini göstermişlerdir. Bulgular neticesinde, rasyonel seçimler için gerekli *Değişmezlik İlkesi*'nin "*normatif olarak esas*, *sezgisel olarak zorlayıcı ve psikolojik olarak olanaksız*" olduğunu göstermişlerdir. *Değişmezlik ilkesi*, esasında nihai zenginlik yerine, herbir kazanç ve kayıp sonucunun parasal olarak değerlendirildiğinin bir göstergesidir. Şansların psikolojisi ile ilgili açıklamalarda bulundukları bölümde, karar ağırlığı fonksiyonuna doğrusal olmayan şekli ile birlikte bu *değişmezlik ilkesi*'ni ihlal eden, düşük (%0-5), orta (%30-35) ve yüksek (%90-95) olasılıkların π (.)'ye şeklini veren çerçeveleme etkisine benzer eğilimleri *Kategori-Sınır Etkisi (Category-Boundary Effect)* altında inceleyerek bir tanımlama getirmişlerdir.

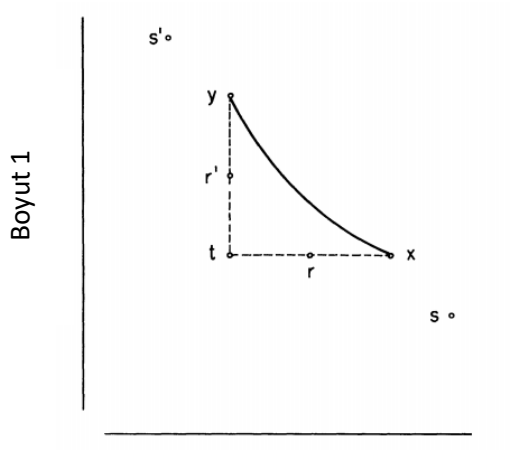
Kümülatif Umut Teorisi ile birlikte, dört katmanlı örüntü'de geliştirecekleri bir biletin neden satın alındığı ve neden sigorta yaptırdığımıza dair ilk açıklamaları karar ağırlıklarının yüksek ve düşük olasılıkların aşırı ve zayıf ağırlıklandırılması ile destekleyen bulgular sunmuşlardır. *Status quo*'nun alternatifleri üzerine kayıp ve kazançlar için ileride net bir biçimde şekillendirecekleri, kayıptan kaçınma davranışı üzerine yaptıkları açıklamalarda, Thaler(1980)'in *Sahiplik Etkisi (Endowment Effect)* ismini verdiği olgunun yattığını belirtmişlerdir. Bütün bu açıklamalar sonrasında, Kahneman ve Tversky (1984), fayda ve değer için kullanılan iki kavram olan *deneyim değeri* (bir sonucun gerçek deneyiminden duyulan memnuniyet, acı, tatmin ızdırabın derecesi) ile *karar değeri* (bir seçimdeki opsiyonun beklenilen sonucun toplam çekiciliğine ve caydırıcılığına olan katkısı)'ne dair tanımlamalar yapmışlardır. Karar vericilerin, seçenekler arasında doğru değeri tespitler yapmaları, kısaca bu kavramları birbirinden ayırt edebilmelerinin hedonik deneyimler, *Çerçeveleme Etkisi* ve *değişmezlik ilkesi* gibi olguların ihlallerinin bu tanımlamaların ayrımını güçleştirdiğine dair birtakım açıklamalarda bulunmuşlardır.

Tversky ve Kahneman (1991), *Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference-Dependent Model*, seçimlerin *status quo* veya referans noktasındaki değişimlere bağlı olması *tercihlerin bozulması (reversal of preferences)* ile sonuçlandığına bu sebeple tüketici tercihinde farksızlık

eğrilerinin referans noktası etrafında bozulmasını açıklayacak *referans-bağımlı* bir teorinin geliştirilmesi gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Bu çalışmaları ekonomi alanında nobel ödülünün kapısını aralayacak tüketici tercihi teorileri ve farksızlık eğrilerinin kullanılışı anlamında ileri düzey iktisadi analizlerin davranışsal iktisadın aksiyom, varsayım ve teoremleri ile entegre edildiği eşsiz bir kaynak niteliğindedir. Değer fonksiyonunun, S-biçimli yapısının, sahip olduğu 3 temel karekteristikten kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bunlar; *referans bağımlılık*, değerin taşıyıcıları olarak kazanç ve kayıpların referans noktasına göre değerlendirmesini; kayıptan kaçınma, kayıp bölgesinde değer fonksiyonun kazanç bölgesine göre daha dik olması ve azalan hassasiyet ise kayıp ve kazançların marjinal değerlerinin büyüklükleri ile doğru orantılı olarak azalması olarak sıralanabilir. Daha öncede bahsedildiği üzere, Thaler (1980)'ne dayandırılarak açıklanan *Sahiplik Etkisi*, bir değerli malın bırakılması ile kaybedilen fayda ve o malın kazanılması ile elde edilen faydanın kıyaslanması sonucu oluşmaktadır. Bunu bir grup öğrenci üzerinde gerçekleştirdikleri bir deneyde, sahip oldukları kupaları satma isteklerini ve bir diğer gruba ise kupalara sahip olmadan satma isteklerini sorarak, satış fiyatı üzerinden sahiplik etkisini ölçmeye çalışmışlardır.

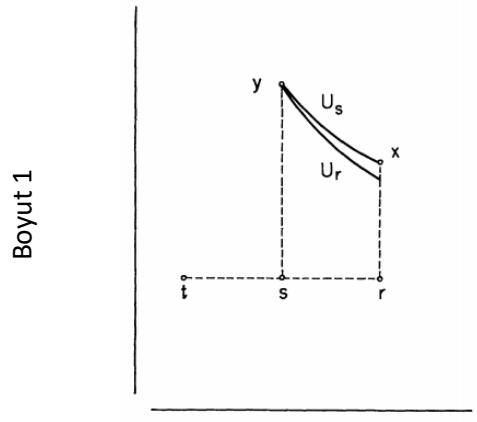
Bardak verilmeyen grup "seçiciler" ve bardağa sahip olan kesim "satıcılar" için referans noktası farklı oluşmutşru. Şekil 2.2 'de "seçiciler" için referans noktası t iken, bardağa sahip olanlar için referans noktası y'dir. "seçiciler" grubu bardağın satış fiyatının medyan değeri 3.12$ olarak belirlerken, "satıcılar" grubu için bu fiyatın medyan değeri 7.12$ olarak belirlemişlerdir. Kayıptan kaçınma davranışının ispatı olarak, Samuelson ve Zeckhauser (1988), *status quo yanlılığı* adını verdiği bir başka durum için iki farklı türden katılım ödülü sunulan iki grubun elemanlarının %90'ının ilk hediyesini değiştirmediği, zirâ Şekil 2.2'de, *t* noktasında duran bir kişi için *y* ve *x*'e hareketin farksız olacağını göstermişlerdir. Kahneman ve Tversky *status quo yanlılığı*'nın kayıptan kaçınma için gerekli olduğunu ancak düşünsel maliyetler, işlem maliyetleri ve önceki seçime psikolojik taahhüt gibi faktörler kayıptan kaçınma davranışının olmadığı durumlarda dahi *status quo* yanlılığını geliştirebileceğini göstermişlerdir. Gelişmeye karşı değiş-tokuş kavramı da kayıptan kaçınma davranışına kanıt oluşturacak şekilde sunulmuştur. Bu durumun ispatı için, öğrenciler iki gruba ayrılmış *r* noktası öğle yemeği referans olarak alınmış ve *r'* ise ikinci gruba ise fotoğraf portresi referans olarak alınmış, rassal seçimler sonucunda kazananlar ekstra bir öğle yemeği (*x*) veya fotoğraf portresine ek olarak cüzdanlık fotoğraf (*y*) seçenekleri sunulmuştur. Öğrencilerin birçoğu mevcut durumlarını referans noktaları ile iyileştirecek seçenekleri tercih etmişlerdir. Bu durum kayıptan kaçınma davranışının gereksinimlerinden birisi olan mevcut durumda ilerleme ısrarının göstergesi olarak sunulmuştur. Bu örnekler kariyerlerine aynı sektörde devam etmek isteyenlere iş ve sektör değiştirme imkânları verildiğinde redetmelerini açıklamaktadır. Kayıptan kaçınma davranışının ispatı niteliğinde olan bir başka durum, küçük kazançlar ve kayıplar kombinasyonu ile büyük

kazançlar ve kayıplar kombinasyonu karşılaştırılması olmuştur. Kayıptan kaçınma davranışı referans noktasına göreli olarak dezavantaja sahip iki seçenek arasındaki fark, avantaja sahip iki seçenek arasındaki farka göre daha fazla ağırlıklandırılmıştır. Şekilsel olarak incelendiğinde, *s*'de referans noktası olan birisi için x seçeneği, (s')'nde referans noktası olan birisine göre y seçeneğinden daha çekicidir. Bir referans yapısı *r* yine bu noktada referans noktası olan birisi için, x'in y'ye göre zayıf tercih edildiği durumları barındırmaktadır. Burada, *X =[x,y,z…]* seçimler kümesidir. *r* referans noktası tam, geçişken ve süreklilik aksiyomlarının tamamını sağlamaktadır. Bu varsayımlardan hareketle, zayıf ilişki kesin sürekli artan fayda fonksiyonu olan U_r'yi temsil etmektedir. *Standart Teori*'de isetercihlerin referans bağımsız olduğunu savunulmaktadır. Bir diğer ifadeyle, *r* ve *s*'den hangisinin aldığının önemli olmadığı, herbir referans noktasınınX'in bir elemanı olduğu kabul edilmektedir. Şekil 2.3'de, Tversky ve Kahneman (1991), kayıptan kaçınma eğilimini mikro iktisadın temel konularından tüketici teorisinin farksızlık haritaları ve farksızlık eğrilerinin eğimi üzerinden açıklamaktadır. *y* boyunca farksızlık eğrisi *r* noktasında *s* noktasına göre daha diktir. $U_r^*(y), U_s^*(y)$ farksızlık eğrileri üzerinde, *y* noktasında U_r ,U_s'nin marjinal ikame oranıdır. U_s'de, daha yatay farksızlık eğrisinde, aynı miktarda *y*için U_r'ye göre daha fazla x'den vazgeçilmesi gerekmektedir. *r* referans noktası olduğu durumda $x_{1,2}>r$ avantajlı durumu yani kazancı temsil ederken, $x_{1,2}<r$ dezavantajlı durumu yani kaybı temsil etmektedir. Tversky ve Kahneman, dezavantajın ortaya çıkmasının etkisinin avantajın yok olmasından daha büyük etkiye sahip olduğunu göstermek suretiyle kayıptan kaçınma davranışını farksızlık eğrileri üzerinden ispat etmişlerdir. Başlangıç olarak, Şekil 2.3'de görüldüğü üzere iki boyut ve iki referans noktasına ait kombinasyonlar üzerinden analize başlamışlardır. Şekilde verildiği üzere, $x_1=r_1$ ve $x_2<r_2$ olmak üzere, $x =_s y$ bize $[x_2, s_2]$ ve $[x_1, s_1]$ kombinasyonlu avantajların, $[y_2, s_2]$ avantajı ve $[y_1, s_1]$ boş aralığının aynı etkide olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde, $x >_r y$ bize $[x_2, r_2]$ avantajı ile $[x_1, x_1]$ boş aralığının $[y_2, r_2]$ avantajı ve $[y_1, r_1]$ dezavantajından daha fazla etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Eğer referansımızı s'den r'ye kaydıracak olursak deazavantajımız $[y_1, r_1]=[s_1, r_1]$ olarak denkleme girerken, avantajımız $[x_1, s_1]=[r_1, s_1]$ ile değişerek denklemden çıkmaktadır. $[s_1, r_1]$ ve $[r_1, s_1]$ işaret olarak birbirlerinden farklı oldukları için dezavantajın denkleme girmesi ile yarattığı etki, aynı miktarda avantajın denkleme çıkmasından daha büyük olduğu için, kayıptan kaçınma davranışı ispatlanmıştır. Sabit hassasiyete göre $y=_s x$ ve $y=_t x$ 'dir. Ancak, *azalan duyarlılık (diminishing sensitivity)* altında, bir boyut üzerinde verilen bir farka olan duyarlılık, referans noktasının yakın olduğu duruma göre uzak olduğu durumda küçüktür. *X* ikilisi, *s*'ye göre *t*'de değerlendirildiğinde daha diktir. Azalan duyarlılık kavramı referans noktasının etkisini belirttiği için azalan marjinal verimlilik kavramı ile aynı mantık üzerinden hareket etmekle birlikte, özellikle belirli bir nokta altında konkav şeklini alması gibi birtakım varsayımları ile benzeşmediği için, bu iki kavramın karıştırılmaması gerektiğini vurgulamışlardır.



Şekil 2.2.: x ve y ürünleri arasındaki seçim için çoklu referans noktaları (Tversky ve Kahneman, 1991, s.1042)

Şekil 2.2'de, birinci boyut belirli bir iş kümesinde ödenen ücreti ve ikinci boyut ise yapılacak işlerin kümesine ait statüyü belirtmek üzere, *y* noktasında işi olan bir kişi, *s* referans noktasını domine etmekte ve bir sebeple bu kişinin iş değişikliği*r*referans noktasına geldiği varsayılsın, bu durumda ilgili kişinin çok yüksek bir maaşdan vazgeçerek düşük maaşa, statü olarak orta düzeyde bir statüden yüksek statüyegeçmeyi kabul etmiş olsun. *X* noktasında bulunan başka bir kişi *r* referans noktasını domine etmekte ve bu kişinin de *s* referans noktasına doğru hareket ettiğini varsayalım, bu durumda çok yüksek bir statülü işten ayrılmış ve düşük statülü bir işe geçmiş, bu hareketinden ötürü de orta düzeyli bir maaştan kurtularak yüksek maaşlı bir işe geçiş yapmıştır.



Şekil 2.3. Kayıptan Kaçınma davranışının Farksızlık Eğrileri ile Grafikleştirilmesi (Tversky ve Kahneman, 1991, s.1047)

Kayıptan Kaçınma ve *Azalan Duyarlılık r* noktasına hareket eden kişinin bundan böyle *x* 'i ve *s* noktasına hareket eden bir kişinin ise artık *y*'yi tercih edeceğini savunmaktadır. Çünkü bu kişiler, maaş veya statüden birisini bırakma noktasında gönülsüzdürler. Tversky ve Kahneman, çalışmada ayrıca, kayıptan kaçınma katsayısı ile risk altında verilen kararların tahmini arasında yakınsama olduğunu, bu sebeple kazanç ve kayıp rasyosundan hareketle bu katsayının bulanabilmesinin mümkün olduğunu göstermişlerdir. Yukarıda, daha önce değinilen "seçiciler" grubunun mal ve para arasında tercih yapan bir grup olmaları sebebiyle, kayıptan kaçınmanın tespiti için uygun olmamaları sebebiyle, kayıptan kaçınma katsayısının, *Alıcının Ödemek İstediği (Willingness to Pay, WTP)* ve *Satıcının Ödemek İstediği (Willingness to Accept, WTA)*parasal büyüklüklerinin göreli etkilerininin karşılaştırılması suretiyle elde edilmesi mümkündür. Tversky ve Kahneman (1991) ve Kahneman, Knestch ve Thaler (1991), *Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion and Status Quo Bias*makalelerinde sahiplik etkisi, status quo yanlılığı ve *kayıptan kaçınma* davranışının piyasa fiyatlarının belirlenmesi, hisse senetlerinin alıcı ve satıcı ağırlıklı dönemlerinde işlem hacimleri, ücret ve maaşların enflasyonist ve enflasyonist olmadığı dönemlerde yapışkanlığı(reel ve nominal ücret ayrımı), iş gücü piyasında ki uygulamalarına yönelik birçok makro ve mikro iktisadi durumu kapsayan gerçek hayat uygulamalarına dair kanıtlar sunmuşlardır.

Tversky ve Kahneman (1992), *Advances In Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainity*'de, *Umut Teorisi'*nin yeni bir versiyonu olarak karar ağırlıkları bireysel olasılıklar yerine kümülatif olarak dönüştürülmekte, ayrıca kazanç ve kayıplar düşük ve yüksek olasılıklar üzerinden ele alınmaktadır. *Kümülatif Umut Teorisi*, 1979 yılı standart *Umut Teorisi* sonrasında, Kahneman ve Tversky'nin s*ahiplik etkisi, kayıptan kaçınma, azalan duyarlılık, istikrar, tercihlerdeki asimetri, farksızlık eğrilerinin tersinirlik (reversible)* ve birbirlerini kesen durumlarının ispat edilmesi, *referans noktasına olan duyarlılık* ile status quo yanlılığı, *geri dönüşlülük* ve *ikame aksiyomu* gibi standart teori ve teorilerin aksiyom ve varsayımlarını yanlışlama yolundaki çalışmalarının bir sonucu olarak değerlendirilebilir. *Kümülatif* ve *Orijinal Umut Teoris*i'nin klasik fayda teorilerinden iki yönüyle ayrıldığına tekrardan vurgu yapmışlardır. Bunlardan ilki, bir beklentiye ait değerin taşıyıcısının o değer taşıyıcısına ait nihai varlığın değil, o değer taşıyıcısına ait kazanç ve kayıplarca temsil edilmesi, ikincisinin ise her sonucun toplamsal bir olasılık yerine her sonuca ait karar ağırlıkları ile çarpılması sebebiyle ayrışmanını olduğunu belirtmişlerdir.

Kümülatif Umut Teorisi'nin *Orijinal Umut Teorisi* ile diğer klasik teorilerden temel farkının, önceki formatlarda karar ağırlıkları şemasının sonuçların olasılıklarının monotonik dönüşümleri olarak ifade edildiğini, bunun da iki temel probleme yol açtığını belirtmişlerdir. Bunlardan birisi stokastik baskınlık'ın ihlal edilmesidir. Bilindiği üzere, *stokastik baskınlık,* standart teoriler kapsamında verili seçeneğin kendisine eş veya daha düşük alternatife göre sonuç ve olasılık

altında ilişkisini incelemesi sebebiyle rasyonellik ve monotonluk gibi kavramlar için kapsayıcı bir terim olarak kullanılabilmektedir. Yüksek dereceli stokastik baskınlık durumları mevcut olmakla birlikte ilgili literatürde sıklıkla dört tür baskınlığa değinilmektedir. İlki, *mutlak baskınlık (absolute dominance)* A alternatifi'nin en kötü sonucunun B alternatifinin en iyi sonucundan yüksek olduğu durumda A alternatifinin B alternatifine *mutlak baskın* olduğu söylenir. İkinicisi, *durumdan duruma baskınlık (statewise veya state by state dominance)*, S={1,2,…,N} tüm doğal olayla kümesi içerisinde "s" bir olayı temsil etmek üzere, A alternatifinin tüm sonuçları enaz B alternatifinin tüm sonuçlarından iyi olduğu durumda ($X_{a,s} \geq X_{b,s}$). A alternatifinin B alternatifine durumdan duruma baskın olduğu söylenebilmektedir. Bu durum, riskten kaçınma davranışlarının gereksinim duyduğu monotonik olarak artan tercihleri ifade etmektedir. Üçüncü stokastik baskınlık*, birinci derece stokastik baskınlık* (*first order stochastic dominance)* olup A alternatifinin B alternatifine birinci derece baskın olması, her bir olası sonuç seviyesi için en az bir sonuç seviyesinde A alternatifi ile bu sonucu başarma olasılığı enaz B alternatifi kadar mümkün olması durumunda geçerli olmaktadır ($P(x_a \geq x) \geq P(x_a \geq x)$). *Kümülatif Umut Teorisi'*nin varsaydığı kesinlikle artan değer fonksiyonu için gerekli olan monotonik fayda fonksiyonlarında *birinci derece stokastik baskın* alternatifler diğer bütün alternatiflere tercih edilmektedir. Dördüncü baskınlık, *ikinci derece stokastik baskınlık (second order stochastic dominance)*, A alternatifinin, B alternatifine ikinci derece baskın olduğu durumda, A alternatifinin sonuç dağılımının, baskın olunan B alternatifinin sonuç dağılımına göre daha az yayılmış olmasını gerektirmektedir. Kısaca, A alternatifinin olasılık dağılımlarının B alternatifine göre daha dar bir bölgede tanımlı olmasını gerektirmektedir ($\int_{-\infty}^{k} f_a(x) * dx \leq f_b(y) * dy$). İkinci derece baskınlık'da konkav fonksiyonlar için baskın alternatifin diğer alternatife göre her durumda tercih edileceğini söylemektedir (Hadar ve Russel, 1969; Rothschild ve Stiglitz, 1970; Ekern, 1980; Kourouxous ve Bauer, 2019). Monotonik olarak dönüşüme uğrayan sonuçlarının olasılıklarına ait şemanın yarattığı bir diğer sorun ise büyük sayılı sonuçların göz ardı edilmesidir. Bu sorunların, daha öncesinde Quiggin (1982) risk altında ve Schmeidler (1989) tarafından *belirsizlik altında sıra bağımlı* veya *kümülatif fonksiyonel yapılar* ile çözüldüğünü belirtmişlerdir. Ancak, kendilerinin geliştirmiş olduğu *Umut Teorisi*'nde bu problemlerin *düzetlme safhasında* açık seçik sunulan baskın beklentilerin elemine edildiği ve aşırlıkların normalize edilerek birim toplama eklendiği varsayılarak çözüldüğünü aktarmışlardır. Quigging (1982) ve Schmediler (1989)'de herbir olasılık ayrı ayrı dönüştürülmek yerine bütün kümülatif olasılık fonksiyonunun dönüşümünün kullanıdığını ancak kümülatif *Umut Teorisi'*nde herbir kazanç ve kaybın ayrı ayrı dönüşümünün yapıldığını belirtmişlerdir. Bu sayede, *Umut Teorisi*'nin herhangi düzeyde hem belirsizlik hemde risk altında herhangi bir sonucun, bu sonuca ait bütün özelliklerin korunarak, uygulanabilir bir formata kavuşturulduğunun altını çizmişlerdir.

Kümülatif Umut Teorisi'nde f belirsiz bir beklenti olarak S'deki tüm doğal olaylar kümesinden X'e giden bir fonksiyon olup, s∈ S olmak üzere, X içerisinde f(s)=x'dir. Artan sıralı beklentilerin kümülatif fonksiyonel yapıda verildiği durumda bir beklenti (x_i, A_i) şeklinde ifade edilmektedir. A_i, S sonlu durumların sonlu kümesi ve tüm doğal olaylar kümesinin bir parçasını temsil ederken, bu alternatifin gerçekleşmesi durumunda x_i değeri elde edilmektedir. f^+ katı biçimde pozitif durumları temsil ederken, f^-negatif durumları temsil etmektedir. Her bir belirsiz beklenti olan f 'e V(f) ile bir sayı ataması yapılmaktadır. Bu durumda V(f)= V(f^+)+v(f^-) olarak toplamsal olarak ifade edilebilimektedir. Ancak böyle bir toplamsal ifadenin mümkün olmadığı küme fonksiyonları ve ölçüm teorisinde (yüzde ve rasyoların toplanamasının anlamlı sonuçlar vermediği vb. durumlarda) standart bir olasılık kavramına gerek duyulmaktadır. Tversky ve Kahneman (1992)'de Choquet (1954) *kapasite (capacity): W* fonksiyonuna başvurmak suretiyle herbir alternatif A için bir olasılık değeri atamasını mümkün kılmaktadırlar. Kümülatif *Umut Teorisi'*nde değer fonksiyonu ile birlikte önemli kavramlardan birisi karar ağırlıkları ile ilgili fonksiyonlar olmaktadır. Karar ağılrılıkları, π_i^+pozitif sonuçlar ile ilgili olup enaz x_i kadar iyi sonuçlar ile x_i 'den kesin olarak iyi olan sonuçların olayların kapasiteleri arasındaki farkı temsil etmektedir. π_i^-negatif sonuçlar ile ilgili olup en az x_i kötü sonuçlar ile x_i 'den kesin olarak kötü olan sonuçların olayların kapasiteleri arasındaki farkı temsil etmektedir. Toplamsal özelliğe sahip olan W^+ ve W^- kapasiteleri ile tanımlanan ve bir sonuç ile ilişkili karar ağırlığı bu olayın marjinal katkısı olarak tanımlanmaktadır. W kapasiteleri olasılık ölçüsü olarak değerlendirildiğinde, π_i'ler A_i 'lerin olasılık değerleridir. f(x_i, A_i) beklentisi bir olasılık dağılımı p(A_i)=p_i ile temsil edilirse (x_i,p_i) olasılıksal veya riskli bir beklentisi olmaktadır.

$$\pi_n^+ = w^+(A_n), \pi_{-m}^- = w^-(A_{-m}) \quad (16)$$

$$\pi_i^+ = w^+(A_i \cup \dots \cup A_n) - w^+(A_{i+1} \cup \dots \cup A_n) \quad (17)$$

$$\pi_i^- = w^-(A_{-m} \cup \dots \cup A_i) - w^-(A_{-m} \cup \dots \cup A_{i-1}) \quad (18)$$

Burada, $0 \le i \le n-1$ *ve* $1-m \le i \le 0$ 'dır. Yukarıdaki paragrafta, Tversky ve Kahneman (1992)'den hareketle p(A_i)=p_i olarak ifade edilebileceğine dair bilgiler sunulmaktadır. Bu sebeple, gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra karar ağırlıklarını şu şekilde ifade etmek mümkün olmaktadır:

$$\pi_n^+ = w^+(p_n), \pi_{-m}^- = w^-(p_{-m}) \quad (19)$$

$$\pi_i^+ = w^+(p_i + \dots + p_n) - w^+(p_{i+1} + + p_n) \quad (20)$$

$$\pi_i^- = w^-(p_{-m} + \dots + p_i) - w^-(p_{-m} + \dots + p_{i-1}) \quad (21)$$

Formülde, $w^+(0)= w^-(0)=0$ ve $w^+(1) = w^-(1)=1$'i sağlayacak biçimde w^+ve w^- katı biçimde monotonluğunun getirdiği katı biçimde artan fonksiyonel yapıdadırlar. Tversky ve Kahneman (1992)'ye göre *Kümülatif Umut Teorisi'*nin bu gösterim şeklinin Kahneman ve Tversky (1979)'a orijinal *Umut Teorisi*'ne göre birtakım genişletilmiş uygulamalar sunması itibariyle

üstünlükleri mevcuttur. Sürekli dağılımlara genişletilebilir olması ve sonlu beklentilere uygulanabilmesi, belirsiz ve riskli beklentilere uygulanabilmesi sebebiyle bazı *kaynak bağımlılıklarının (source dependence)* modellenmesine imkân sunmaktadır. Kazanç ve kayıplar için farklı karar ağırlıklarına izin vermekte ve orijinal teorinin $w^+ = w^-$ kısıtından kurtulmaktadır. Orijinal teori'de yer alan sıra bağımlı (rank dependent) ve belirgin baskın alternatiflerin düzenleme (editing) safhasında elemine edildiğine dair varsayım kümülatif versiyonunda gerekli olmayıp, belirgin olmayan baskın alternatiflerin varlığında dahi stokastik baskınlık sağlanmaktadır.

Tversky ve Kahneman (1992), *Kümülatif Umut Teorisi*'nde, riskten kaçınan ve risk seven davranışları tek bir fayda fonksiyonu ile modelleyen Von Neumann ve Morgenstern (1944) *Beklenen Fayda Teorisi'*nden ve *değer fonksiyonu* (*v)*'nin referans noktasının altında konveks, üzerinde konkav olarak modelleyen Kahneman ve Tversky (1979) orijinal *Umut Teorisi*'nden farklı olarak, bu davranışları değer fonksiyonu ile kümülatif ağırlık fonksiyonlarında yer alan ve yukarıda değinilen *kapasite*'ler üzerinden eşanlı olarak belirlemektedir. Beklenen fayda teorisinde, tercihlerin homojenliği sabit göreli riskten kaçınma davranışına neden olurken, *Kümülatif Umut Teorisi'*nde topolojik olarak tercih sıralamasının sürekli ve homojen olması *değer fonksiyonu (v)*'nin iki kısımlı üssel fonksiyon ile modellenmesinde yeterli ve gerekli şart olarak izin vermektedir.

$$v(x) = \begin{cases} x^{\alpha} \; if \; x \geq 0 \\ \lambda(x)^{\beta} \; if \; x < 0 \end{cases} \qquad (22)$$

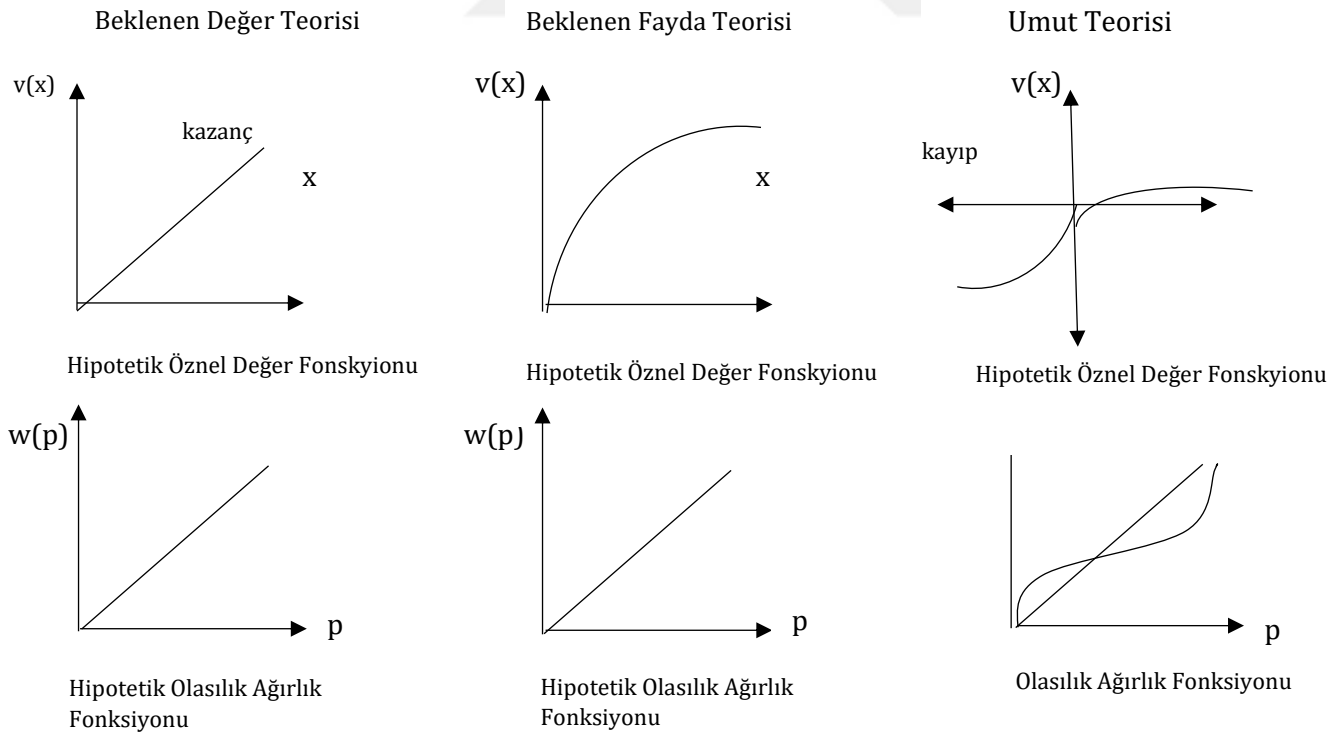
Karar ağırlıklarının fonksiyonel formu ise şu şekilde verilmiştir:

$$w^+(p) = \frac{p^{\gamma}}{(p^{\gamma}+(1-p)^{\gamma})^{1/\gamma}} \quad , \; w^-(p) = \frac{p^{\delta}}{(p^{\delta}+(1-p)^{\delta})^{1/\delta}} \qquad (23)$$

Tversky ve Kahneman (1992)'de, karar ağırlıklarına yönelik geliştirilen bu formatın belirli üstünlüklerinden bahsetmişlerdir. Bunlardan birisi, konkav ve konveks bölgeleri kapsayan tek bir parametreye sahip olması bu fonksiyonel formun önemli bir avantajı olmaktadır. Bir diğer üstünlüğünün, %5 ile %95 arasında *bireysel ve toplulaştırılmamış (aggregate)* veriler için iyi bir yakınsama sunmasıdır. Araştırmacılar için genellikle bu şekilde kompleks seçim modellerinin tahminlenmesinin (*Kümülatif Umut Teorisi'*nde olduğu gibi) bir problematik olduğunu belirtmişlerdir. Bu karmaşıklığın herbir birey için tahmin edilmesi gereken parametre sayısından kaynaklandığını, bunun ilgili teori ile ilgili fonksiyonların kısıtlanmasını gerektiğini savunmuşlardır. Bu karmaşık problemlere yönelik en iyi çözüm yolunun (üssel fayda fonksiyonu gibi) parametrik formlara dönüştürmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Yukarıda formülize edilen değer fonksiyonu ve karar ağırlıklarına ait fonksiyonlarının parametre tahmini için doğrusal

olmayan regresyon kullanılmasını önermişlerdir. Çalışmada, değer fonksiyonun azalan hassasiyet ile uyumlu kazanç (α) ve kayıp (β) üssel medyan değerini 0.88, λ değeri 2.25, karar ağırlığı fonksiyonununγ değeri 0.61 ve δ değeri 0.69 olarak bulunmuştur.

Tversky ve Kahneman (1992)'de, Von Neumann ve Morgenstern (1944)'ün beklenen fayda teorisi'ne yönelik 3 major revizyon önermişlerdir. 1-Tercihlerin amacının kazanç ve kayba göre şekillenen beklentilerdir. 2-Değerleme kuralı yukarıda sunulduğu üzere çok fonksiyonludur. 3-Değer fonksiyonu S-şekline sahip iken, karar ağırlıkları ters S şekline sahiptir. Bu fonksiyonların kazanç ve kayıplar için iki kısımdan oluşan üssel değer fonksiyonu ile modellenmesi mümkündür. Karar ağırlıklarının eğrisel şekli riskli beklentilere yaklaşımın örüntüsünün karekteristiğini yansıtır. Düşük olasılıkların, aşırı değerlenmesi piyango ve sigortanın işlemlerinin popülerliğine katkı sunarken, yüksek olasılıkların düşük ağırlıklandırılmasının olası ve kesin kazançlarda riskden kaçınmanın tekrarlanmasına katkı sunduğunu belirtmişlerdir. Aynı durum olası ve kesin kayıplarda risk severliği terkarlanmasına katkı sunarken, bu durumun değer fonksiyonunda referans noktasının her iki tarafındaki asimetri ile kayıptan kaçınma davranışını yansıttığını vurgulamışlardır. Karar ağırlıkarının şeklinin ise daha önce bu çalışmada ele alınan kesinlik etkisi ile yarı konveksiteyi açıkladığını belirtmişlerdir. Kahneman ve Tversky (1979) orjinal *Umut Teorisi*'ne 2 major katkısından bahsetmişlerdir. Bunlar, *iki yanlı kümülatif fonksiyonelliği*'nin analize dâhil edilmesi ve böylece karar ağırlıklarının daha uygun matematiksel modeller ile temsil edilmesidir.



Şekil 2.4. Beklenen Değer, Beklenen Fayda ve Umut Teorisi'nin Öznel Değer ve Olasılık Ağırlık Fonksiyonları Üzerinden Karşılaştırılması (Kevinbinz, 2016. Erişim adresi: https://kevinbinz.com/2016/10/26/prospect-theory/)

1979 öncesi literatürde, tercihlerin refahın arttırılması veya azaltılmasından ziyade, farklı refah durumları arasındaki geçiş olarak tanımlanmaktaydı. Bu geleneksel tanımlama Kahneman ve Tversky (1979) yılında *Umut Teorisi* ile kırılma yaşamıştır. Kahneman ve Tversky (1979), kazanç ve kayıp durumlarında fayda mekanizmasının farklı işleyeceğini belirtmişlerdir. Elbetteki bunun için bir başlangıç noktasına gerek duyulmaktadır. Kahneman ve Tversky (1979) içinde bulunulan durumu *status quo* olarak adlandırmış ve herbir seçeneğin status quo'ya göre değerlendirilip mevcut durumdan bir kazanç veya kayba dair değişimlerin bu noktaya göre yorumlanması gerektiğini belirtmişlerdir. *Umut Teorisi*'de, *Sahiplik Etkisi* kaynaklı yanlılık sebebiyle, bireylerin parasal ödül veya cezaları temsilen kazanç ve kayıplar için bir ayrım noktası olarak *status quo* bir referans noktası olarak kabul edilir ve bu referans noktasına olan mesafesine bağlı olarak ilgili parasal büyüklüklerin sonuç ve olasılıklarındaki *azalan hassasiyet* ile değişmenin *marjinal etkisi* azalmaktadır. *Status quo'*nun etrafında kazanç ve kayıplar için değer fonksiyonuna verdiği fonksiyonel şekli ve dolayısıyla kazanç ve kayıplar ile olan ilişkisi farklılaşmaktadır. Kazançlar için konkav olan fonksiyonu riskten kaçınma davranışını gösterirken, kayıplar için konveks değer fonksiyonunu bireyin risk alma eğiliminin yükseldiğini göstermektedir (Kahneman ve Tversky, 1979; Tversky ve Kahneman, 1991-1992; Trepel, v.d., 2005; He, v.d., 2013).

Kümülatif Umut Teorisi genellikle, orijinal *Umut Teorisi*'nin aksine bireylerin bir iddiaya girme veya tercihlerini yapma durumlarında *Çerçeveleme Etkisi* adı verilen bir yanlılık ile nihai kazanç ve kayıp durumlarından ziyade yukarıda açıklanan *status quo* veya başka bir ifadeyle belirli bir referans noktasını kabul ederek sonuçlara ait olasılıkların değerlendirmesini yaptıklarını varsaymaktadır. Kahneman ve Tversky (1979) ve Tversky ve Kahneman (1991; 1992)'nin kayıptan kaçınma (loss aversion) olarak adlandırdıkları bir tür yanlılık durumu, öznel değer fonksiyonun *status quo* etrafında asimetrik olmasına neden olan olgu olarak varsaymaktadır. Bu yanlılık öznel değer fonksiyonunu kayıp bölgesinde daha dik olmasına neden olmaktadır. *Umut Teorisi*'nde, bireylerin öznel değer fonksiyonuna yönelik bu açıklamalara ek olarak, karar ağırlık fonksiyonları yukarıda değinildiği üzere doğrusal olmamaktadır. Bireylerin, düşük olasılıkları yüksek ve yüksek olasılıkları düşük ağırlıklandırdıkları ve olasılık ağırlık fonksiyonuna sigmoid benzeri şeklini vermektedir. Bu durum *Kümülatif Umut Teorisi*'nin orijinal *Umut Teorisi*'nden farklılaştığı hususlardan birisi olarak kabul edilmektedir (Tversky ve Kahneman, 1991;1992; Trepel, 2005; He, v.d., 2013).

Kahneman ve Tversky (1979), *Umut Teorisi*'nin öznel değer fonksiyonunu açıklamakta yetersiz kaldığı noktaları tamamlamak adına, Tversky ve Kahneman (1992) yılında *Kümülatif Umut Teorisi'*ni geliştirerek, *dört katmanlı örüntü (four fold pattern)* ile bireylerin yüksek ve düşük kazanç ve kayıplarda risk sever ve riskten kaçınan durumlarını açıklamaya çalışmışlardır. Orijinal *Umut Teorisi*'nde tıpkı yukarıda açıklanan *Sıra Bağımlı Fayda Teorisi'*nde gösterildiği üzere bireysel olasılıklar ile ağırlıkların çarpılması şeklindeki verilen dönüşüm, *Kümülatif Umut Teorisi*'nde, kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonu ile ağırlıkların uygulanması ile dönüşüme tabii tutulmaktadır. Bu durum, dört katmanlı örüntü diagramında, düşük ve yüksek olasılıkların kazanç ve kayıplarında öznel değer fonksiyonunun yakalamadığı yanlılıkları yakalamamıza yardımcı olmaktadır. Böylece, nesnel kümülatif olasılıklar yukarıda şekilde verildiği üzere öznel kümülatif olasılıklara dönüşmektedir (Rieger, 2017).

Kahneman ve Tversky (1979) orijinal *Umut Teorisi*'nde öznel değer fonksiyonunda varsaydıkları argümanlar, bireyin kazanç durumunda olayın olasılığına bağlı olmaksızın riskten kaçınan, kayıp durumlarında ise yine olayın olasılığından bağımsız olarak risk sever bir eğilim sergilediği varsayılmaktadır. Ancak gerçek hayatta durumlar Tversky ve Kahneman (1992) *Kümülatif Umut Teorisi*'nde belirttiği üzere ağırlıklandırılmış olasılık fonksiyonu ile örtüşmektedir (Harbaugh, v.d., 2009).

Tablo 2.2. Dört Katmanlı Örüntü Altında İnsan Davranışları ve Umut Teorisi

		Kazanç	**Kayıp**
Yanlı Davranış W(p)*v(x)	Yüksek Olasılık % (Kesinlik Etkisi)	%95 ihtimalle 10.000 TL kazanç *Kayıptan Korkma* *Riskten Kaçınma* *Maaşlı Çalışma*	%95 ihtimalle 10.000 TL kayıp *Kayıptan Kurtulma Umudu* *Risk Sever* *Ölüm tehlikesi altında riskli kararlar*
	Düşük Olasılık % (Olasılık Etkisi)	%5 ihtimalle 10.000 TL kazanç *Kazanma Umudu* *Risk Sever* *Milli Piyango, Sayısal Loto*	%5 ihtimalle 10.000 TL kayıp *Kayıp Korkusu* *Riskten Kaçınma* *Kasko, Hayat Sigortası*
		Kazanç	**Kayıp**
Umut Teorisi p*v(x)	Yüksek Olasılık %	%95 ihtimalle 10.000 TL kazanç *Riskten Kaçınma*	%95 ihtimalle 10.000 TL kayıp *Risk Sever*
	Düşük Olasılık %	%5 ihtimalle 10.000 TL kazanç *Riskten Kaçınma*	%5 ihtimalle 10.000 TL kayıp *Risk Sever*

Kaynak: Tversky ve Kahneman 1979;1991;1992; Harbaugh, 2009; Goldtein, 2014; Busch, 2016; Kevinbinz 2016.

Tablo 2.2'nin, yanlı davranışlar ile ilgili yüksek ihtimalle (%95) kazançları temsil eden hücresi incelendiğinde, bireylerin bir iddianın sonuç ve olasılıklarının beklenen değerinin daha altında olan bir kesinlik durumuna, örneğimizde maaşlı çalışma koşullarını, tercih edeceklerini göstermektedir. Bu *Kesinlik Etkisi* ile eldeki bir kuşun daldaki iki kuştan daha iyidir atasözümüze oldukça uygun bir durum oluşturmaktadır. Yanlı davranışlar ile ilgili düşük ihtimalli (%5) kazanç elde edilen durumlarda, bireylerin diğer insanlardan daha şanslı olduklarını düşünerek, kazanma umudu ile risk sever bir tutum sergileyeceklerini ifade etmektedir. Bu durum, ülkemizde ve dünyada milyonlarca insanın iddia, milli piyango, sayısal loto gibi milyonda bir ihtimalli kazançlar peşinde özellikle tanınmış bayiilerin önünce çekiliş günü ve yılbaşlarında oluşturduğu kuyrukların sebebini açıklamaktadır. Yanlı davranışlar ile ilgili yüksek ihtimalli (%95) düşük kayıp durumlarında, kayıptan kaçınma umudu ile risk sever tutum sergilediklerini göstermektedir. Bu durum, son sürat uçuruma giden bir arabadan hava yastıklarına güvenmek yerine eski Türk filmleri tadında kapıdan atlayan aktör ve aktristlerin neden bu şekilde kurtuluşu tercih ettikleri, bankalardan kredi ambargosu yemiş bir mudinin yüksek faizle tefecilerden kredi kullanması gibi durumların açıklanmasına izin vermektedir. Yanlı davranışlar ilgili son kısım olan sağ alt hücrede düşük ihtimalli (%5) kayıp durumlarında, insanlar değer verdiklerinin başına gelecek tehlikenin önüne geçemeyeceği durumda enazından tazmin etme duygusu ve riskten korunma güdüsü ile riskten kaçınmaktadırlar. Bu durum, yüzbinlerce liralık lüks arabaların pahalı tamirat ve tadilat işlerini üstlenmek istemeyen bireylerin kasko yaptırması, mankenlerin vücutlarının kendilerine para kazandıran uzuvlarını milyonlarca Türk Lirasına sigortalattırmasının altında yatan güdüleri açıklamaktadır.

2.9. Rasyonel Ağırlıklandırılmış Eklemeli Kural (RAEK) (Rational Weigted Additive Rule, WADD) ve Sezgisel En İyiyi Seçme (SEİS) (Take The Best Heuristic, TTB)

Birden fazla seçeneğin yer aldığı durumlarda, ipucuna dayalı olarak temelde iki türden seçim mümkündür. Bunlar, öncelikli tercihler ve olasılıksal çıkarımlar olarak adlandırılmaktadır. *Öncelikli tercihlerde (preliminary choices)* birey öznelliğini ençoklama amacı güderken, *olasılıksal çıkarımlarda (probabilistic inferences)* nesnel ölçüt değerleriyle ilgilenmek durumundadır. *Nesnel ölçüt değerleri (objective criterion values)* olasılıksal çıkarımlar ile karar veren bireyler için, bu çalışmanın döviz kuru paritesi alım-satım işlemi amacıyla tasarlanan deney esasında bu türden karar verme stratejilerini en iyi temsil eden örnekler arasındadır (Wichary ve Smolen, 2016).

Karar vericiler, sınırlı zaman aralığında yapacakları tercihler için, çevrelerindeki belirli ipuçlarını farklı yöntemler üzerinden değerlendirerek, tercihlerini yapmaktadırlar. Bu süreç, bilgi arama süreci olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada ele alınan Dolar/TL paritesine ait alım-satım işlemlerinde, pariteye karar vericilerin elinde teknik analiz (*hareketli ortalamalar, RSI, oynaklık, MACD, momentum, Williams %R, Stokastik Hızlı, Stokastik Yavaş* v.b.) araçları

bulunmaktadır. Bu araçlar ilgili zaman serisinin yön tayinine dair ilgili ipuçlarını içermektedir. Aşağıda sunulan ve bu çalışma kapsamında ele alınan her iki strateji, ipucu bilgisini işleme süreçlerinde ayırt edici özelliklere sahip stratejilerdir. RAEK, daha çok normatif ve bilgi yoğun bir strateji olarak tanımlanmaktadır. RAEK, stratejisini uygulayan bireylerin, karar verdikleri süre içerisinde, bilgisayar ekranına gelen ipuçlarına ait değerler ile bu ipucunun ağırlığının çarpılıp sigma toplam değeri yüksek olan, bu çalışma kapsamında alım-satım kararı, seçeneği tercih ettiklerini söylemek mümkündür. Bu anlamda, RAEK ipucuna ait bilgiyi işleme sürecinde tazmin edici/denkleştirici (yani düşük ipucu değerli bir strateji daha yüksek değerli bir ipucu ile ağırlıklandırılarak toplamda tazmin edicidir) bir süreçtir. SEİS leksikograifk stratejisinde, daha çok tanımlayıcı bir strateji olup, iki ipucu arasında ipucu değeri açısından anlamlı bir ayırtedici değer olması durumunda karar verici ipuçlarını ağırlıklarına göre sıralar ve en yüksek ipucuna ait olan seçeneği tercih edecektir. Aksi takdirde, diğer ipucunu bekleyecek ve kararını buna göre verecektir. Ancak bu durumda, ipucuna ait bilgiyi işleme süreci tazmin edici/denkleştirici olmayacaktır (Payne v.d. 1988; Payne 1993; Gigerenzer ve Goldstein 1996; Rieskamp ve Hoffrage, Gigerenzer v.d. 1999 içinde; Garcia-Retamero ve Dhami, 2009).

Gigerenzer ve Goldstein (1996) nesneler arasında SEİS'in üç katmanlı kuraldan oluşan blok yapısını aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

(i) Arama Kuralı: ipuçlarının geçerliliklerine göre aramaya başla

(ii) Durma Kuralı: nesneler arasında ayırtedici olan ilk ipucunu bulunca aramayı durdur.

(iii) Karar kuralı: bu nesne daha yüksek kriter değerine sahip pozitif ipucuna ait nesne anlamına gelir (Gigerenzer ve Goldstein, 1996).

Bu bilgi arama esnasında gerçekleşen bilişsel süreç ilgili ipucu değerinin diğerlerinden ayrışması durumunda veya diğer ipuçlarının aktive olmadığı durumlarda sona erecektir.

2.9.1. Olay İlişkili Potansiyel (OİP) Türleri ve P300 Potansiyelinin İncelenmesi

OİP'ler kronolojik olarak incelendiğinde, başlangıcın genellikle Walter v.d. (1964) tarafından *Şarta Bağlı Negatif Sapma (Contingent Negative Variation, CNV)*'nın keşfedildiği kabul edilmektedir. Sonrasındaki yıllarda bu gelişimler, Sutton v.d.(1965) tarafından, sınıflandırılması güç, ancak bu tez kapsamında RAEK ile SEİS stratejilerinin belirlenmesinde belirli elektrotlar üzerinde değerleri ve farkları incelenecek olan düşük sinyal/gürültü oranına sahip bir potansiyel olarak *P300* uyarılmış potansiyelinin keşfi, Näätänen v.d. (1978) bir dizi uyaranın (özellikle sesli uyaranlar) diziliminden kaynaklı bir kural hatasının varlığında, ilişkili potansiyelin belirli bileşenlerinde meydana gelen değişimleri temsil eden *Uyuşmazlık Negatifliği (Mismatch Negativity)*, ve Falkenstein v.d. (1991) tarafından ilk kez ortaya atılan, bireylerin davranışsal hatalar yaptıkları durumlarda 60-120 milisaniye civarında ortaya çıktığı tespit edilen *Hata İlişkili*

Negatiflik olarak sıralanabilir (Walter, v.d., 1964; Sutton, v.d., 1965; Näätänen, v.d., 1978, Falkenstein, v.d., 1991, Wilkowski, v.d., 2016; Kononowicz, v.d., 2016; Congedo, 2018), Sutton v.d. (1965) tarafından, olay ilişkili potansiyelin uyaranın belirsizliği ile korelasyonlu olduğuna dair bugluların ortaya çıkması ile gelişen literatür, katılımcıların bir uyaranı takiben karar verme esnasında, kafa tasının yüzeyine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla, kafatası içerisinden belirli gecikme süreleri ile elde edilen elektrik potansiyel farklarına ait bilgiler *P300* OİP ile ilişkilendirilmekte ve karar süreçlerinin önemli bir temsilcisi olarak nöro-iktisat alanında sıkça kullanılmaktadır. Deney süresince elde edilen, EEG sinyallerini zaman, frekans ve uzamsal boyutla üzerinde analiz etmek mümkündür (Congedo, 2018). EEG sinyalleri, faz (phase), genlik, frekans ve dalga fromu olarak 4 temel tanımlayıcı karekteristik üzerinden tanımlanmaktadır. Bu tanımlar itibariyle, EEG sinyallerinin 5 temel değişkenlik karekteristiğine ayırmak mümkündür. Bunlar, *artefaktlar, durağansızlık, doğrudan akım yığılımı (direct durrent drift) ve eğilim (trending), bazal EEG aktiviteleri* ve *katılımcılar arası (Inter-Subject) ile katılımcının içsel (iIntra-subject)* değişkenlikleri olarak sıralanabilir (Ramele, v.d., 2018).

Sinyallerin, zaman düzleminden belirli dönüşüm yöntemleri (Fourier ve Laplace dönüşümleri) ile frekans düzleminde Hertz, yani belirli bir periyod için kendisini tekrarlama sıklığı üzerinden sınıflandırmak mümkündür. Bu sinyaller, ritmik (Alfa, Delta, Theta, Sigma, Beta ve Gama), Aritmik, Disritmik 3 temel sınıf altında incelenmektedirler. Ritmik sinyaller, özellikle *Difüzyon Yığılım Modeli* gibi bireylerin simülasyon esnasında karar tespitinde EEG sinyallerinin, frekans ve zaman boyutunda bir değişken olarak dikkate alan modeller için kullanılabilmesine imkân vermektedir (Güntekin ve Başar, 2010; Van Vugt, v.d., 2011). Sinyal terosi, belirli bir zaman aralığında ve zamanın bir fonksiyonu olan bilgi paketleridir. Bu bilgi paketlerini, enerji ve güç sinyalleri olarak ayırmak mümkündür. OİP, potansiyelin gecikme dönemi ve uyarılma süreci ile uyarım potansiyelin dalga spektrum formu ve dağılımından oluşan özniteliklerinden kaynaklı, iki farklı, dışsal (exogenous) ve içsel (endogenous) olmak üzere, kısım altında incelemek mümkündür.

P300 OİP, Sutton v.d. (1965)'in uyanık durumdaki insanların uyaranlara verdiği algısal rekasiyonların uyaranın belirsizliğine bağlı olarak farklılaştığına dair kafatasından ilk elde ettiği bulgulara dayanmaktadır. Nöronların, EEG sinyalleri incelendiğinde duyusal uyaranın (sensory stimulus) ekrana geldiği ve deneme (trial) olarak adlandırılan süreç öncesinde, -55 ile -65 milivolt civarında dinlenme (resting) veya zar (membrane) potansiyelinde çalıştığı kabul edilmektedir. Duyusal uyaran, nöronun elektorkimyasal yapısında değişimlere yol açarak bir ateşleme oranı (firing rate) ile bir etki yaratarak depolarizasyon sürecini başlatmakta ve aksiyon potansiyeli oluşmaktadır. EEG sinyalleri, bu safha öncesinde Ortalama Salınım (Averaged Sweep) olarak bilinen bir potansiyel ile dalgalanmaktadır. Duyusal uyaran ile OİP arasında milisaniye ile ifade edilen gecikmeler (latency) mevcuttur. Uyaranın gösterilmesi ile belirli bir gecikme sonrasında,

tetiklenen nöral aktivitelerin elektrik potansiyeli milivolt düzeyinde zirve seviyesine ulaşmaktadır. Bu gecikme ve zirvelerden bilişsel ve psikolojik aktiviteleri temsil etmek üzere en sık başvurulan ve bu çalışma kapsamında da incelenen, *P300* OİP ile spontan/rasssal/ uyaran kaynaklı olmayan EEG sinyallerini, dalga boylarına ait öznitelikler itibariyle ayırmak mümkündür. Uyarılmış (Evoked) veya bir duyusal uyaranın gösterilmesi ile eş zamanlı olarak oluştuğu kabul edilen ve bu çalışma kapsamında incelenen, içsel girdilerden birisi olarak kabul edilen *P300* OİP bireyin kişilik ve psikolojik özellikleri ile bilişsel süreçlerini temsil etmesi açısından önem arz etmektedir.

P300 OİP'nin dalga genliği 2~10 milivolt aralığında değer aldığı kabul edilirken, gelişigüzel sinyallerin 10~100 milivolt aralığında dalga genliğine sahip oldukları kabul edilmektedir. *P300* OİP'nin genellikle centro-parietal elektrotlarda gözlendiği, işleyen bir hafızaya yeni bilgilerin eklendiği, uyaranlar ile ilgili bilgi ve kanıtların toplandığı, uyaranların sınıflandırılmasının yapıldığı, beklenmedik ve nadir uyaranlar, pozitif ve negatif duygu durumları ile uyaranın daha belirgin ve verilen görev ile daha ilgili olduğu durumlarda sık ve yüksek dalga genişliği ile ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Bu çalışma kapsamında ele alınmamakla birlikte, dışsal unsurlar, olarak kabul edilen uyaranın fiziksel öznitelikleri itibariyle oluştuğu kabul edilen, bireyin bilinç düzeyine bağlı olmayan ve bilişsel süreçlerden etkilenmeyen *P100, N100, P200* OİP'lerin gecikme periyotları içsel unsurlara göre daha kısa olmaktadır (Donchin, 1981; Johnston, v.d., 1986; Picton, 1992; Verleger, 2005; Nieuwenhuis, v.d., 2005; Polich, 2007; Kardos, v.d., 2017; Ma, v.d., 2017; Chandrakumar, v.d., 2018).

EEG tekniği ile yapılan çalışmalar, *oyun kuramsal (game theoretic)* dizayn içerisinde, sunulan ve genellikle *risk, belirsizlik (uncertainity)* ve *muğlaklık (ambiguity)* koşulları altında oluşan OİP'lerin gecikme periyodu ve dalga genliğine dair açıklamalar getirmektedir. Riskli koşullar altında iddiada yer alan kazanç ve kayıplara dair sonuçların olasılık dağılımları, beklenen değer, beklenen fayda, öznel değer fonksiyonları açısından değerlendirebilmesi amacıyla katılımcıya işlenebilecek bilgi olarak sunulmaktadır (Knight, 1921). Bu amaçla, riskli durumlar altında, iddaiaların kazanç ve kayıplarına dair olasılıklar gösterilmesi, ancak belirsizlik altında iddiaların kazanç ve kayıplarına ait olası sonucun ne olabileceğine dair bilgi verilmemesi, duyusal uyaranlarda olasılıksal ifadeler yerine sadece iddianın değerinin sunulması gerekmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar genellikle, belirsizlik altında ikinci derece olasılık bilgisine erişebilen katılımcılarda *P300* OİP'nin çalışan hafıza ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Bireylerin, belirsizlik altında daha fazla duygusal süreçler yaşadığını, iddiaların birinci derece olasılık dağılımlarına dair bilgiye sahip olmamalarının verdiği düşük özgüven, endişe ve kaygı sebebiyle de duygusal süreçlerin daha aktif olduğu kararların varlığına işaret etmektedir. Bu durum, bireyleri daha fazla riskten kaçınan bir eğilime sürüklemektedir. Belirsizlik altında, karar veren bireyler daha önceki tecrübelerinden veya mevcut iddiada önceki tercihlerinin ikinci derece

olasılık dağılımını kullanarak bir karar vermek zorunda kalacaklardır. Ellsberg'in (1961) iki renk problemindeki belirsizlik karşıtı gözlemleri, Heath ve Tversky (1991)'in insanların kendilerini daha yetkin hissettikleri iddialara girme eğilimlerini ortaya koyan *yetkinlik hipotezi (competance hypothesis)*, Fox ve Tversky (1995)'ın iki veya daha fazla sınırlı bilginin olduğu durumlarda karar vericilerin, kendilerini daha bilgili, yetkin ve güvende hissettiklerini ve bu yönde iddiaya girdiklerini ifade ettikleri *mukayeseli bilgisizlik hipotezi (comparative ignorance)* ile açıklanan bu durum, bireylerin belirsizlik altında riskten kaçınma eğilimde birtakım bilişsel ve duygusal motivasyonlar ile hareket ettiklerinin ispatı niteliğindedir (Ellsberg,1961; Health ve Tversky 1991; Fox ve Tversky 1995; Wang v.d. 2015).

Volz ve Gigerenzer (2012), çalışmalarında risk ve belirsizlik altında uyarlamalı karar verme mekanizmasının bireylerin bilişsel süreçlerinin gelişimini incelemişlerdir. Risk kavramını, değer tabanlı istatistiki düşünme olarak tanımlarken, belirsizliği istatistiki düşüncenin yetersiz kaldığı ve sezgisel düşüncenin gerekli olduğu durumlar olarak tanımlamışlardır. Normatif stratejilerin, belirsizlik ve risk altında daha farklı çalıştıklarını, belirsizlik altında daha sezgisel stratejilerin doğru sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Ayrıca bilişsel süreçlerin, risk ve belirsizlik koşulları altında benzer olmadığını göstermişlerdir.

Karar verme sürecinde bir görevin karmaşıklığı ile görevin zorluğu iki ayrı kavramdır. Strateji seçiminde zamanın bir baskı unsuru olarak yer aldığı görevlerde, zaman baskısı bu görevin karmaşıklığından ziyade zoruluğunu etkileyen bir durumdur. Zirâ, karmaşıklık görevin kendi öznitelikleri ile ilgili iken zaman faktörü, kısıtlı sürede bilişsel hesaplama yükünün artması sebebiyle zorluğun artmasına neden olmaktadır. Bunun yanısıra, zamanın baskı unsuru olarak görevde yer alması zorluğu arttırmakla birlikte, perfromansı arttıtırıcı bir unsur olabilmektedir. Karar stratejileri ise görevin karmaşıklığına göre dönüşümlere maruz kalmaktadır. Görevin karmaşıklığı ve zorluğu arttıkça bireylerin RAE kuralından SEİS stratejileri arasında değiş tokuş yapma sıkılığı ve değişime başvurma süreleri değişim gösterecektir (Olshavsky, 1979; Payne 1976; Hwang, 1994).

Kahneman v.d. (1997), faydanın iki temel bileşenini, *kararın faydası (decsion utility)* ve *deneyimin faydası (experienced utility*) olarak belirtirken, *deneyiminfaydası*'nın bir ürünü olarak *tahmin edilen faydayı* da ayırca incelemişlerdir. *Kararın faydası*, bir karardaki sonucun ağırlığını temsil ederken, deneyimin faydası Bentham (1789)'a atıf yaparak hedonik kalite ile ilgili olduğunu ifade etmişlerdir. *Deneyimin faydası* bileşenini, içinde bulunulan zamana ait anlık fayda ve geçmiş deneyimlerin değerlendirilmesinden elde edilen veya hatırlanan fayda olarak ikiye ayrımışlardır. Tahmin edilen faydanın, sonuçların deneyim faydası hakkında bireyin inancı olarak tanımlamışlardır. Modern ekonomi çalışmalarında Bentham'ın deneyimin faydasının geçerli olmamasını iki nedene bağlamışlar: 1-Öznel hedonik deneyimlerin, gözlemlenebilir ve ölçülebilir olmaması, 2-Rasyonel bireyler için tercihlerin sonuçların faydasına ait tüm bilgileri barındırması

sebebiyle bireylerin hedonik deneyim faydasını da optimize edeceği varsayımıdır (Bentham, 1789; Kahneman, v.d., 1997).

Umut Teorisi ile ilgili bölümde yapılan açıklamalardan hareketle faydanın nöral ve bilişsel ilişkisini takip edebilmek için "k*ararın faydası* ve *deneyimin faydası"* olarak ayrıştırlması doğru bir yaklaşım olacaktır. Tercihlerin, beynin aşağıda sunulan belirli bölgelerinde nöronal aktivasyonlara neden olduğu, gelişmiş beyin görüntüleme teknikleri tarafından tespit edilmiş bir olgudur. Konuyla ilgili açıklamalara giriş yapmadan önce, *ödüllendirici uyaran (yaklaşma hareketine sebep olan uyaran)*, *motivasyonel belirginlik, teşvik edici belirginlik* kavramları üzerine birtakım açıklamalar yapılması uygun görülmüştür. Berridge ve Robinson (1998), sensorimotor fonksiyonlar üzerinde önemli etkisi olan mezolimbik ve neostriatal dopamin sistemin ödül uyaranlarında hedonik etkiyi kontrol düzeyine dair yapmış oldukları çalışmaları, bir kişiyi bir nesneye veya bir çıktıya yönlendiren veya bu nesne veya çıktıdan uzaklaştıran bilişsel süreç olarak tanımlanan *motivasyonel belirginlik* in iki temel unsurundan birisi olan ve bireyi belirli bir uyarana doğru çeken ve uyaran *yaklaşma davranışına (approach behavior)* sebep olan *teşvik edici belirginlik* olarak adlandırılan bilişsel sürecin, *ödüllendirici uyarana* karşı *isteme (wanting)* niteliğinin dopamin sistemi[10] tarafından uyarıldığını ancak dopamin sistemin *beğenme (liking)* üzerinde böyle bir etkisi olmadığını göstermektedir (Berridge ve Robinson, 1998; Puglisi-Allegra ve Ventura, 2012).

Frontal lob ile ilgili verilen kararlara geçmeden önce, beynin bu önemli bölgesinin bu süreçte hangi tür karar vermeden sorumlu olduğunu net bir biçimde ortaya koymamız gerekmektedir. Goldberg ve Podell (1999) tarafından karar verme sürecinde frontal lob'un dâhil olduğu ve olmadığı iki tür mevcut olduğunu savunmuşlardır. Bunlar *uyarlamalı ve gerçeğe uygun karar verme (adaptive and veridical decision making)* teknikleri olarak kabul edilmektedir. Gerçeğe uygun karar verme tekniğinde doğru cevabın tanımlanması, dışsallık ve karar vericiden bağımsız bir şekilde daha deterministik bir mekanizma iken, uyarlamalı karar verme mekanizması ise karar verici merkezli ve karar vericinin öncelikleri tarafından şekillenmektedir. Bu iki mekanizma içerisinde uyarlamalı karar verme esnasında gerçeğe uygun karar veme mekanizmasına göre frontal lob aktivitelerinin görece düşük olduğu gözlenmektedir (Goldberg ve Podell, 1999).

Beynimizi, gündelik aktivitelerimizden sorumlu olan dört temel lob olan; 1-Frontal Lob 2-Temporal Lob, 3-Parietal Lob, 4-Oksipital Lob üzerinden incelemek mümkündür. Frontal lob üç temel altkısıma ayrılmaktadır. Bunlar; 1-Motor korteks, 2-Premotor korteks ve 3-Prefrontal bölge olarak adlandırılmaktadırlar. Son dönemde yapılan çalışmalar, günlük yaşantımız içerisinde karmaşık kararları sonuca bağlarken frontal lob ve prefrontal korteks'in üç temel

[10]Dopamin sistemi: Beynin, özellikle zevk ve ödülden sorumlu bölge ve bölgelerini temsil eden kısımlarına ve bunların çalışma prensibini tanımlamaya yönelik kullanılan bir terimdir.

bölgesinin rasyonel düşünce, nedene bağlama, bilgi işleme, kayıp ve kazanç gibi sonuçlar le ödül ve cezaların varlığında sorumlu bölgeler olduğunu göstermektedir. Bunlar; 1-*dorsolateral prefrontal korteks (DlPFK),* 2-orbitofrontal prefrontal korteks (OPFK) ve ventromedial prefrontal korteks (VmPFK), 3-*anterior ve ventral singulat korteks* olarak kabul edilmektedir. Prefrontal korteks, kararı sonuca bağlarken, beynin diğer bölgeleri ile kurmuş olduğu sıkı bağlantılar üzerinden neticeye ulaşmaktadır. DlPFK'nin frontal bölgenin üst ve yan kısımlarında yer alan, karar verme sürecinde bilgi akışı esnasında kararın değişitirilmesi, seçeneklerin değerlendirilerek kararın devamlılığının veya değişiminin sağlanması, seçenekler ile fayda ve değer temelli hedeflerin birleşik sonuçlarının hafıza temelli değerlendirilmesi, nesnel olasılıkların olmadığı belirsizlik durumlarında karar verilmesi, ipucu ve bağlamsal bilginin işlenmesi durumlarından sorumlu olduğu (beynin diğer bölgelerinden gelen geribildirimleri kullanarak) beyin görüntüleme çalışmalarında tespit edilmiştir. Bu sayede, dorsolateral prefrontal korteks, bilişsel kontrol'ün üç önemli özelliği olan seçim, optimizasyon ve hiyerarşiyi karşılamış olacaktır (Venkatraman ve Huettel, 2012). OPFK göz yuvası olarak bilinen orbitin hemen üst kısmında ve frontal lob'un ventral yüzeyini kaplayacak şekilde konumlanmıştır. VmPFK'nın genellikle OPFK'nın dış yüzeyi olarak kabul edilen VlPFK ile aynı işlevlere sahip olmasına dayalı varsayımlara rağmen, son dönemde karar verme süreçleri üzerine yapılan çalışmalarda orbitofrontal prefrontal korteks ile VmPFK'nın ayrı biçimde ele alınarak incelenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. VmPFK, prefrontal korteks içinde ventral frontal lob'un en iç kısmında yer almaktadır. OPFK ve VmPFK'nın kazanç ve kayıp durumlarında duygusal gelişimler, en iyi ve en doğru seçeneği bulma gibi durumlar altında aktif olduğu gözlenmiştir. Anterior singulat korteks, serebral korteks'in bir parçası olarak serebral yarımkürenin orta kısmında bulunan singulat korteksin önünde ve iki beyin yarım küresini birbirine bağlayan korpus kollasum'un etrafını sarmaktadır. Anterior singulat ve ventral singulat korteks seçenekler arasında çatışmaların dolayısıyla hata yapma ihtimalinin yüksek olduğu durumlar ve sonuç temelli süreçlerin olduğu durumlarda etkin rol oynamaktadır (Botvinick, 1999; Schumacher ve D'Esposito, 2003; Krawczyk, 2002; Lockwood ve Wittmann, 2018; Park, v.d., 2019).

Garcia-Retamero ve Dhami (2009), çalışmalarında 120 gönüllü katılımcıyla (40 tutuklu hırsız, 40 polis memuru ve 40 lisans öğrencisi), üç kısımdan oluşan bir anket gerçekleştirmişlerdir. Bu ankette bir konutun hırsızlığa maruz kalmasına sebep olarak, bu konutun özelliklerine dair ipuçları katılımcılara gösterilmiş, bu özellikleri sıralamaları ve bu ipuçlarının ağırlıklarını tahmin etmeleri istenmiştir. RAEK ve SEİS kurallarından hangisi veya hangilerinin kullanıldığını araştırdıkları çalışmalarında bu işin uzmanı olan kişilerin SEİS uyguladığını göstermişlerdir. Polis memeurları ve hırsızlar evin soyulma ihtimalini arttıran

özelliklere ait ipuçlarının seçimlerinde farklılık sergilemişlerdir (Garcia-Retamero ve Dhami, 2009).

Wichary ve Smolen (2016) çalışmalarında, RAEK ve SEİS stratejilerinde hesaplamalar esnasında beynin hangi bölgelerinin aktif olduğuna dair yapmış oldukları çalışmalarında DlPFK ve parietal korteks'in ipucu ağırlıklandırması hesaplamalarında ve RAEK esnasında aktif olduklarını gözlenmiştir. Anterior singulat korteksin ve *brainstem nucleus locus coeruleus* kazançların ayarlanarak ipucu ağırlıklarının hesaplaması ile tercihlerde katkı sunduğu ilgili çalışmanın bulguları arasındadır (Wichary ve Simolen, 2016).

Wichary v.d. (2017), 21 kişi ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında katılımcıların çoklu seçim problemlerinde sezgisel ve rasyonel karar verme mekanizmaları ile EEG görüntüleme tekniğinden elde edilen *P300* OİP'nin dalga büyüklüğünün RAEK ve SEİS stratejileri ile ilişkisini araştırmışlardır. Olasılıksal çıkarsama görevi altında, ekranda ayırt edici değerlerine göre sıralı olarak verilen ipuçlarından (elmasın boyutu, elmasın toplam oranı, taç oranı, tacın altında yer alan pavilyon kısmının oranı, taç kısmının üstündeki altıgen bölge (table size of diamond) ve renk ile ilgili bilgilerden) hareketle hangisinin daha pahalı olduğuna dair geliştirdikleri senaryoda, ardışık ipuçlarına yönelik EEG potansiyelleri incelenmiş, RAEK ve SEİS karar stratejilerinden hangisinin kullanıldığına belirlenmeye çalışılmıştır. RAEK stratejisi, SEİS stratejisine göre ipuçlarına *P300* OİP daha yüksek dalga büyüklüğü ile oluşmaktadır. RAEK stratejisinde ardışık ipuçlarına eşit düzeyde *P300* ile reaksiyon verirken, SEİS stratejisinde *P300* OİP'nin ardışık ipuçlarına zayıflayan bir düzeyde reaksiyon gösterdiği gözlenmiştir. Prefrontal korteks'de katekolamin aruosal sistemin bilgiyi işleme ve strateji seçiminde önemli görevler üstlendiğini tespit etmişlerdir (Wichary, v.d., 2017).

Gehring ve Willoughby (2012), EEG tekniği ile 12 kişi ile 768 adet denemeyi içeren iddia oyunu üzerinden, kazanç ve kayıp ile ilgili sonuçların ekranda sunulduğu ve 265 milisaniye içerisinde bireylerin nöral süreçlerine dair gelişmeleri inceledikleri çalışmalarında, karar vericilerin, kararlarının sonucunun doğru olmadığı ve iki seçeneğin kazanç yerine kayıp ile sonuçlandığı durumlarda, katılımcıların medial frontal bölge bir diğer ifadeyle anterior singulat korteks'inde daha geniş beyin sinyalleri gözlemlemişlerdir. Bu durum, anterior singulat korteksin bir hata tespitinde aktif olduğunu ortaya koymaktadır. Kayıpların daha riskli olarak algılanması, beklenilen önemli düzeyde bir kayıp ilişkili aktivitenin sonucu olarak ilgili bölgede elektriksel aktiviteler gözlenmiş, zirâ aynı bulgular iki kazancın yer aldığı iddialar için elde edilememiştir. Bu bulgular, kazançtan kaçınma davranışı ile de uyumluluk göstermektedir. Zirâ, ilgili bölgedeki elektriksel aktivieteler, duygusal tercihlerin kayıp durumunda kazanç durumuna göre daha hızlı ve güçlü olduğunu göstermektedir (Gehring ve Willoughby, 2012).

Venkatraman v.d. (2009) ve Venkatraman ve Huettel (2012)'e göre kompleks kararlarda farklı bilgilerin toplanması ve birleştirilmesi aşamasında bireylerin bilişsel kontrolleri sayesinde

üç özellik üzerinde; 1-Seçim, 2-Optimizasyon, 3-Hiyerarşi uyarlamalı davranışlar segilediğini ve bu esnek bilişsel kontrollerin DmPFK ile ilişkili olduğunu, DlPFK ve DmPFK'nin karmaşık davranışlar altında tercihlerin basitleştirilmesi aşamasında, stratejik kontrol için birbirleri ile etkileşim içerisinde olduğunu göstermişlerdir. Tazmin edici tercihlerin varlığında, DmPFK'nın anteriror insula ve VmPFK ile etkileşim içerisinde olduğunu, DmPFK 'nın posterior bölgesinin tepki-ilişkili kontrolleri, anterior DmPFK 'in problemin gösterim şekli ile ilgili olarak kompütasyonel süreci değiştirerek beyinde herhangi bir kısımda stratejik kontrolü desteklediğini göstermişlerdir (Venkatraman, v.d., 2009; Venkatraman ve Huettel, 2012).

Wang v.d. (2015), 12 katılımcı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında risk ve belirsizlik altında karar vermenin erken süreçlerinde *P300* OİP'leri üzerinden nöral faaliyetleri incelemişlerdir. *P300* OİP'nin genliği, risk altında tercih süreçlerinde, belirsizlik altında oluştuğu durumlara göre daha geniş bir dalga formunda olduğu bulgular arasındadır. Belirsizlik koşullarında, daha düşük iddia oranlarında oluşan ve riskli durumlara göre daha dar genliğe sahip *P300* OİP, katılımcıların belirsizlik altında risk altındaki kararlarına göre daha fazla riskten kaçınma eğilimi sergilediklerini göstermektedir. Belirsizlik altında OİP sonuçları, insanların hafızalarını daha fazla çalıştırdığının ve bunu geçmiş denemelerdeki deneyimlerinden yola çıkarak, mevcut olasılığı yorumlamak adına yaptıklarının kanıtı niteliğinde olup, risk altında mevcut bilgiyi işlemek adına daha fazla dikkate yönelik zihinsel süreçler gerçekleştirdiğini göstermektedir (Wang, v.d., 2015).

Wright (1974), 210 lisans öğrencisinin katıldığı deneysel tasarımda, karar verenleri, araba alma kararını vermek üzere 6 gruba ayrımış, birinci 3'lü gruptan zaman baskısı altında, ikinci 3'lü gruptan ise zaman baskısı olmadan araba alma kararı vermeleri istenmiştir. Bu sayede zaman baskısı altında stratejilerini nasıl basitleştirdiklerine yönelik bulgular elde edilmiştir. Zaman baskısı altında katılımcıların, negatif kanıtlar üzerine daha fazla yargı gelişitirdiği gözlenmiştir (Wright, 1974).

Pisauro v.d. (2017), 21 açıkmış katılımcının, daha önceden lezzeti onaylanmış mezeler üzerinden, karar verme süreçlerinde değer tabanlı bilgi toplama sürecine ait nöral durumları incelemek EEG ve fMRI tekniklerinden yararlanarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında, bireylerin görsellere dair bilgi toplama süreçlerinde parietal, prefrontal ve posterior-medial frontal kortekslerinde aktiviteler gözlenmiştir. Çalışmada, gösterilen ürünlerin değer farkı (value difference) arttıkça, daha yüksek oy almış mezenin seçilme doğruluğu artarken, reaksiyon zamanı gerilemektedir. EEG elektrotlarındaki kümeleme ve birikim (accumulation) analizleri sonuçlarına göre değer arama tabanlı kararlarda bilgi toplama sürecinde, PmFK, VmPFK ve striyatum ile etkileşim halinde olduğunu göstermektedir. Merkezdeki elektrotların birikim aktivitelerinde belirli bir karar süresine yaklaştıkça farklılıklar gözlenmiştir. Şöyle ki, daha uzun

reaksiyon zamanı için daha yavaş aktivite birikimi ve daha zor görevlerde daha yavaş aktivite birikimi olarak gözlenmiştir (Pisauro, v.d., 2017).

FitzGerald v.d. (2009), çalışmalarında medial OFK'nın kazanç ve kayıp altında değer karşılaştırması tabanlı kararlarda, verilen kararlar ve seçim olasılıklarının dorsal stratium ve kortikal bölgelerdeki aktivasyon ile olan ilişkisini araştırmışlardır. Araştırmada, 16 katılımcıya kazanç senaryosu altında £1 ile £25 arasında miktarlarda değişen para ile yiyecek nesnesi gösterilmiş ve birisini seçmeleri istenmiştir. Kayıp senaryosunda ise aynı miktarda para ve yiyecekten hangisinden vazgeçmek istedikleri sorulmuştur. Kayıp senaryosunda reaksiyon zamanları kazanç senaryosuna göre daha uzun olarak tespit edilmiştir. Amprik bulgular, ilgilenilen bölgelerdeki aktivitelerin, sunulan seçeneklerin değerlerindeki farklar ile ilişkili olduğu, bu değerin sadece ikili karşılaştırmasına değil ayrıca değerler arasındaki miktarsal farklılığı da belirlemeye yönelik işlemlerede işaret ettiğini göstermektedir. Maksimum seçenek olasılığı ile bölgenin ağ hassasiyet ölçümleri incelendiğinde, dorsal stratium'un frontal korteksin motor bölgesi ile daha fazla korele olduğunu, ventral stratium'un ise orbitofrontal korteks ile daha fazla bağlantı içinde olduğunu gösteren anatomik bulgular sunmaktadır (FitzGerald, v.d., 2009).

Fellows ve Farah (2003), kişilerde *zıtlıkla öğrenme (reversal learning)* ve *uyaran-pekiştirmeli ilişkili öğrenme*'de, frontal lob'un esnek davranışlar üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, VmPFK lezyonu olan katılımcılarla, DlPFK hasar görmüş katılımcılar, normal kontrol grubu katılımcıların ilk uyaranın değerinde bir değişme meydan geldiğinde pekiştirmeli öğrenme ve zıtlıkla öğrenme durumlarındaki farklılıkları incelemişlerdir. Çalışmanın bulguları, hasar görmemiş ventromedial prefrontal kortex'in normal zıt öğrenmede gerekli olduğu, fakat dorsolateral frontal korteksin hasar görmesinin bunu etkilemediği yönündedir. Medial orbtifrontal korteks'e doğru genişleyen bir hasarın söz konusu olan katılımcılarda zıtlıkla öğrenme performansında gerileme olmaktadır. VmPF ve DlPF hasarı olan grupların hiçbirisinde VlPF korteks'e uzanan hasar durumunda *ilk öğrenme (initial learning)* ve *zıtlıkla öğrenme (reverse learning)* performansında gerileme görülmemiştir (Fellows ve Farah, 2003). Bu çalışmaya ait bulgular, bu tez kapsamında incelemeye değer görülen VmPFK ile VlPFK'nın ayrı incelenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Fellows ve Farah, 2003).

Knutson v.d. (2003), 12 yetişkin bireyle parametrik parasal teşvik deneyinde, katılımcıların doğru karar vermesi durumunda kazanç ve kaybın olduğu 144 denemeden oluşan bir deney altında, fMRI tekniği ile mesial prefrontal korteks (MPFK) aktivitelerini incelemişler, hacim-ilgi analiz (volume – interest analyses) sonuçlarına göre gönüllü katılımcıların 5$ kazanca karşılık 5$ aldıkları durumda MPFCKbögesinde aktivitenin artış, aksine deneye katılım sonrası 5$ kazanca karşılık 5$ almadıklarında MPFK bölgesinin aktiviesinde azalma olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar, teşvik edici sonuçlar ile MPFK arasında iki yönlü ilişkiyi göstermektedir. Potansiyel

parasal kayıplar ile caydırıcı parasal sonuçlarda başarılı olunması veya olunmaması durumu, MPFC bölgesinde herhangi bir aktivasyona neden olmamaktadır (Knutson v.d. 2003).

O'Doherty v.d. (2001), deterministik olasılıkları belirlenmiş parasal kazanç ve kayıp iddialarına ait uyaranlar altında katılımcıların OFK'ya etkisini OİP'lerini ve fMRI sonuçlarını inceledikleri çalışmalarında, lateral ve medial OFK'nın ödüllendirme ve cezalandırma uyaranlarına birlikte tepki verdiklerini göstermişlerdir. Lateral OFK'nın, ceza (kayıp) durumunda aktive olduğu ve kazanç durumunda BOLD sinyalinin azaldığı, medial OFK 'nın ise kazanç (teşvik) durumunda aktive olduğu ve ceza durumunda BOLD sinyalinin azaldığı bulgular arasındadır. Ayrıca, lateral OFK ve ventral prefrontal kortekste BOLD sinyalleri ile kazanç ve cezanın büyüklüğü arasında yüksek korelasyonun olduğu bulgular arasındadır. Ceza durumlarında ventral prefrontal korteks'e yakın anterior OFK'nın lateral bölgesinde belirli aktivasyonlar gözlenmiştir (O'Doherty v.d. 2001).

Breiter v.d. (2001), 12 erkek katılımcı ile fMRI yöntemi ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında aynayla yansıtılan *iyi* disk olarak adlandırdıkları tabela üzerinde üzerinde yüksek kazanç (+10$), orta ve düşük kazanç (+2.5$) ve sıfır kazançlı bölümde (0$), *kötü* disk üzerinde büyük kayıp (-6$), düşük kayıp (-1.5$) ve kayıbın olmadığı (0$) bölümleri bulunmaktadır. *Aracı* disk üzerinde ise düşük kazanç (+2.5$), düşük kayıp (-1.5$), kazancın ve kayıbın olmadığı (0$) durumlar atanmıştır. Kazançlar kayıplardan daha fazla olarak ayarlanmış ve bu sayede kayıptan kaçınma davranışı gözlenebilmiştir. Diskler üç aşamada gösterilemiştir. 1-*umut safhası (prospect phase)* bir ok disk içinde dönmekte, 2-*çıktı safhası (outcome phase)* karar vericinin kazancına eklenencek veya çıkarılacak miktarı göstermektedir. Sublenticular extended amygdala (SLEA) ve orbital gyrus' da hemodinamik aktivasyon umutların beklenen değerini takiben artmaktadır. Beynin ödül merkezi (nucleus accumbens), SLEA ve hypotalamus'da monotonik olarak artan parasal değerler ile birlikte reaksiyonlar artış göstermektedir. Genellikle umut ve sonuçlara verilen nöral tepkiler beynin benzer bölgelerinde oluşmuştur. Umut aşamasında beynin birçok bölgesi aktive olmaktadır. Kazançlara ve bunların umutlarına yönelik baskın tepkiler genellikle sağ yarım kürede oluşurken, kayıplara yönelik baskın tepkiler sol yarım kürede oluşmaktadır. Bulgular, parasal ödül ve cezalar ile dokunma uyaranları, tatalma uyaranları ve mutluluk veren ilaçlar ile benzer hemodinamik aktivasyonlar yarattığını göstermektedir (Breiter v.d., 2001).

Zhu v.d. (2019), 25 sağlıklı gönüllü ve 88 deneme ile her denemede farklı muğlaklık ve ödül/teşvik miktarına sahip iki adet sıralı piyangolar (lotteries)'ın gösterildiği çalışmalarında, muğlaklık(ambiguous) altında karar verme sürecinde OİP ve OİSP (Olay İlişkili Spektrum Pertübasyon) (Event Related Spectrum Pertubation) teknikleri ilekarar vermenin nöral dinamiklerini araştırmışlardır. Çalışmanın bulguları arasında, bireylerin ödül miktarı ne olursa olsun düşük muğlaklığı tercih ettiklerini göstermektedir. Daha düşük muğlaklık ve daha yüksek ödül miktarına sahip piyangolarda daha geniş *P300* OİP gözlenmiştir. Düşük muğlaklığa sahip

piyangolarda uyaranın ekrana gelmesi sonrasında daha geniş delta dalgasına rastlanmıştır. Bu bulgular bireylerin muğlaklık ve ödül miktarını ayrı ayrı değerlendirdiklerini ve daha sonra öznel değerler üzerinden piyangoları değerlendirmeye tabii tuttuklarını göstermektedir (Zhu, v.d., 2019).

He v.d. (2013), 30 sağlıklı ve yetişkin Çin vatandaşı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, *Umut Teorisi*'nden hareketle olası miktarları değişen kazanç ve kayıpların olduğu iki karar görevi üzerinden katılımcıların EEG cihazında *F3, FZ, F4, C3, CZ, C4, P3, PZ* ve *P4* elektrotlarından elde edilen *N200* ve *P300* OİP'leri analiz ederek nöral ve bilişsel süreçlerinin işleyişini incelemişlerdir. Deneysel tasarımda 120 karar için katılımcılardan kazanç senaryosunda kesinlik ve %50 ihtimalle yüksek kazanç durumunda karar vermesi, kayıp senaryosunda ise kesin kayıpla %50 ihtimalli yüksek kayıp için karar vermeleri istenmiştir. Riskli kararlarda frontal ve parietal kortekslerin aktif olduğu gözlenmiştir. Temel bulgu, risk sever ve riskten kaçınma kararlarında beynin benzer bölgelerinin çalıştığı ancak farklı olay ilişkili potansiyellerin gerçekleştiği yönündedir. Riskten korunmak amacıyla riskten kaçınma tutumunun sergilendiği durumlarda, yüksek *N200* OİP gözlenmiştir. Risk sever kararlarda *P300* OİP dalgası belirgin olarak gözlenmiştir. Bu durum belirsiz bilgilerin olduğu kazanç koşullarında risk sever kararlarda bireylerin daha dikkatli biçimde, neden sonuca dayalı analitik düşünce sistemi ile karar verdiklerini göstermektedir. Katılımcıların parasal kazanç durumunda riskten kaçınan, parasal kayıp durumunda ise risk sever davranışlar sergilediği bulgular arasındadır. Bireylerin kazanç koşullarında bir miktar riskten kaçınan ve sonrasında risk sever davranışlar sergilediği gözlenmiştir. Kayıp koşullarında ise tam tersi olarak, bir miktar risk sever karardan sonra riskten kaçınma eğilimli kararlar verdiği gözlenmiştir. Bu durum katılımcıların mevcut kazanç ve kayıplarının kümülatif durumlarından memnun veya hoşnutsuz kalarak risk sever ve riskten kaçınan tutumlarında dönüşüm yapmakta bir sakınca görmediklerini göstermektedir. Risk sever kararlarda, reaksiyon süresi kayıp durumlarında kazanç durumlarına göre anlamlı düzeyde daha yavaş bulunmuştur. Hem risk sever hemde riskten kaçınma davranışının sergilendiği kararlarda, kesinlik ve belirsizlik altında kayıp durumlarında bireylerin çoğu zaman etraftaki tüm bilgiyi kullanmak yerine geçmiş deneyimlerine ve sezgilerine güvenerek kararlar aldıkları gözlenmiştir (He, v.d., 2013).

Canessa v.d. (2013), fMRI yöntemiyle 56 katılımcının 104 karışık iddia üzerinden %50 ihtimalle farklı kazanç ve kayıp miktarlarında beyin aktivitelerini incelemişlerdir. Bulgular arasında, riskli iddiaları değerlendirirken iki yönlü kayıp/kazanca özgü amigdala ve posterior insula bölgesinde potansiyel kayıpların büyüklüğü ile doğru orantılı biribirini izleyen aktiviteler gözlenmiştir. Birey düzeyinde, kayıptan kaçınma amigdala, talamus ve striatum ağında gri bölge ve limbik sistemde aktivasyonlar gözlenmiştir. Kazançların algılanması sağ ventral striatum ve bilateral OFK, orta ve üst gyri, dorsal anterior cingulate korteks, posterior singulat korteks

bölgelerinde aktivasyonlar gerçekleştiği gözlenmiştir. Korelasyon analizlerine göre kayıptan kaçınma tutumu ile frontomedial korteks arasında yüksek ilişki düzeyi mevcuttur. Bireysel düzeyde kayba özgü nöral mekanizmalar incelendiğinde, potansiyel tehlike olarak algılanan zarara karşı kayıptan kaçınma davranışlarındaki farklılıklar amigdala, putamen, ventral ve dorsal striatum, talamus ve sağ posterior insula'da gözlenmektedir (Canessa, v.d., 2013).

Tom v.d. (2007), kazanç ve kayıplardan oluşan karışık iddialarda katılımcıların kayıptan kaçınma davranışlarının beynin hangi bölgelerini aktive ve deaktive ettiklerini araştırmışlardır. 16 katılımcıya 10$ ile 40$ arasında kazançlar ile 5$ ile 20$ arasında kayıpların bulunduğu 16x16'lık birkazanç ve kayıp matirisinde her 3 saniyede bir ilgili iddiayı kabul edip etmeyecekleri karar görevi uygulanmıştır. Katılımcıların kayıptan kaçınma medyan değeri 1.99 olarak bulunmuştur. Potansiyel kazançların ve kayıpların arttığı durumda orta beyin dopaminergic bölgesinde aktiviteler sırasıyla artmış ve azalmıştır. Kayıptan kaçınma davranışının tahmininde ventral stratium ve prefrontal korteks verilerinden yararlanılmıştır. Parasal ödülün algılanması ve ele geçmesi ile dorsaland ventral striatum, VmPFK, VlPFK, anterior singulat korteks (ACK), OFK vedopaminergic midbrain'de aktivite artışları görülmüştür. Potansiyel kaybın arttığı durumda striatum, VmPFK, ventral anterior singulat korteks ve Medial OFK'da deaktivasyonlar gözlenmiştir. Bireysel bazda karar aşamasında nöral farklılıklar incelendiğinde, sadece kayıplarda değil aynı zamanda kazanç durumlarında da kayıptan kaçınma davranışı esnasında artan kazançlar ile sensiromotor ve superior frontal korteks arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Kayıptan kaçınan kişilerde potansiyel kayıpların artması ile birlikte beynin ilgili bölgelerinde aktivasyonlarda ciddi düşüşler yaşandığı gözlenmiştir. Çalışmanın esas arastırma bölgesi olarak striatum ve VmPFK'da kazanç-kayıp konjonksiyon (birleşim) analizine göre bu bölgeler *nöral kayıptan kaçınma* örüntüsü sergilemektedirler. Çalışmada, davranışsal kayıptan kaçınma ile nöral kayıptan kaçınma ilişkisinin güçlü (robust) regresyon analizleri ile beynin bilateral ventral striatum, bilateral lateral ve superior pre-supplementary motor area ve sağ inferior parietal korteks bölgeleri ilede pekiştirilerek, davranışsal kayıptan kaçınmanın nöral kayıptan kaçınma ile tahmin edilebileceğini göstermişlerdir (Tom, v.d., 2007).

Gächter v.d. (2007), WTA ve WTP üzerinden 360 araç satın alan kişi ile risksiz ve riskli tercih görevlerine yönelik iki farklı test uyguladıkları çalışmalarında, bireylerin kayıptan kaçınma davranışları araştırılmıştır. Risksiz kayıptan kaçınma deneyinde sahiplik üzerinden sahip oldukları nesneye yönelik nesnenin alış fiyatını aşan satış fiyatını kabul edip etmeyecekleri WTA ve WTP kavramları üzerinden araştırılmıştır. WTA ve WTP arasındaki fark, kayıptan kaçınmanın kanıtı olarak kabul edilmiştr. Riskli tercih görevinde kayıptan kaçınma davranışı için 6 Euro kazanç ve kayıplar için 2 Euro ile 7 Euro arasında değişen parasal büyüklükler üzerinden araştırılmıştır. α = .88 azalan hassasiyet sergileyen üssel fayda fonksiyonunda risksiz senaryoda λ *(lambda)* kayıptan kaçınma katsayısı 2.30 olarak bulunmuştur. α =.95 olarak aldıklarında λ

kayıptan kaçınma katsayısı 2.50 olarak tespit etmişlerdir. Riskli senaryoda $w^{+}(0.5) = 0.394$ ve $w^{-}(0.5) = 0.456$ olarak alındığında $\lambda^{risky} = (w^{+}(0.5)/w^{-}(0.5))(v(G)/v(L))$, λ kayıptan kaçınma medyan değeri 1.2 olarak tespit edilmiştir. Risksiz ve riskli tercih görevlerinin her ikisinde de kayıptan kaçınma davranışları arasında yüksek düzeyde korelasyona rastlanmıştır. Her iki test senaryosunda da yaş artışı, gelir artışı, sağlık durumunda kötüleşme ve eğitim süresindeki azalma arttıkça kayıptan kaçınma artmıştır (Gächter, v.d., 2007).

De Martino v.d. (2010), simetrik ve bilateral amigdala lezyonu sahip iki katılımcı üzerinde farklı kayıp ve kazanç miktarına (256 adet karşık iddialardan oluşan) sahip iddia görevinde, amigdala'nın kayıptan kaçınma davranışına etkisini bir deneysel tasarım üzerinden araştırmışlardır. Birinci katılımcı 43 yaşında olan kadın olup λ değeri 0.76 ve kontrol grubu (bootsrap prosedürü) ortalama λ değeri 1.52 ve ikinci katılımcı yine bir kadın ve 23 yaşında olup λ 1.06 ve *kontrol grubu (bootsrap prosedürü)* ortalama λ değeri 1.76 olarak bulunmuştur. Bulgular, katılımcıların her ikisinin, iddiaların beklenen değer ve risklerlerinde meydana gelen değişimlere normal cevaplar verilmesinde ve potansiyel olarak zararlı sonuçlarından kaçınacak davranışların üretilmesinde korku ve tehditlerin işlenmesinden sorumlu birim olan amigdalanın önemli bir rolü olduğunu göstermişlerdir. Kayıptan kaçınma davranışında λ değerinde bulunan farkların amigdaladaki farklı lezyon miktarları ile sosyoekonomik faktörlerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Zirâ amigdalanın kazanç ile kayıp arasındaki farkın sabit olduğu ancak *referans noktasının (status quo)* değiştiği koşullarda referans bağımlı sinyaller üreten bir bölge olduğu gözlenmiştir (De Maritono, 2010).

3. VERİ VE MODELLER

3.1.Veri

Bu bölümde, tezin verilerinin toplama ve analiz yöntemleri ile ilgili açıklamalara yer verilmektedir. Birincil veri kaynaklarından deneysel yöntemlerle elde edilen verilerin, elde ediliş yönteminde her aşamanın doğru biçimde tasarlanması gerekmektedir. Zirâ, katılımcıların rassal biçimde araştırma sorusunu yanıtlayabilecek bilgi düzeyine sahip olması, katılımcı bilgisinin, deney öncesinde ve esanasında, etik kurallara riayet edercek biçimde toplanması, saklanması ve analiz edilmesi, deney tasarımının katılımcı dışında ipucu geçerliliğinin evrensel geçerlilikte olması, sunulan ipuçlarının doğru biçimde aktarılması (kısa ve net bilgiler) ve anlaşılması gibi birtakım kısıtlar bulunmaktadır. Bu amaçla, Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun onayıyla ve Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenen doktora tez projesi olarak yürütülen çalışmada, yukarıda sayılan hususlar büyük bir titizlik içerisinde ele alınmıştır. Katılımcıların feragat metinleri ve etik beyan formları eksiksiz biçimde tamamlanmıştır.

Katılımcı tarafında, mahremiyet anlamında tamamlanan süreçler sonrasında, deneysel çalışmaların önemli bir diğer aşaması, katılımcıların karar stratejisini veya karar verme biçimini etkileyecek ipuçlarının en etkin ve verimli biçimde tasarlanması olmaktadır. Zirâ, deneysel tasarım hem katılımcı hemde deneyi tasarlayan araştırmacı tarafından manipülasyona açık bir konu olmaktadır. Katılımcının verdiği yanıtlarda araştırmacıyı yanıltıcı bulgular ile birlikte araştırmacının hazırladığı deneysel tasarımda istediği sonuca götürecek uygulamalardan, bir bilimsel çalışmanın doğasına uygun biçimde, kaçınılması elzemdir. Bunun anlamı, gündelik hayat içerisinde yer alan karmaşık ilişkilerin deneysel tasarımlarda basitçe ortaya konması, evrensel ipucu geçerliliğine sahip net, anlaşılır ve kısa bilgi paketleri olarak adlandırılan ipuçlarının, nörolojik uyarımları gözlemlemeye imkân verecek biçimde tasarlanması gerekmektedir. Bu anlamıyla, bu tez *Sanal Borsa İşlem Platformu* tasarımı açısından ve karar stratejisindeki gelişmeleri gündelik finansal olgular ile ortaya koyması açısından literatürdeki diğer çalışmalardan farklı biçimde tasarlanmıştır. Bu, çalışmanın veri toplama ve yöntem anlamında özgün yanını ortaya koymaktadır. Genel olarak, herkesin aşina olduğu Dolar/TL paritesi üzerinden tasarımlanan deneyin, katılımcıların aldıkları ipuçları anlamlandırması açısından da yukarıda bahsedilen gereklilikleri taşıması teminat altına alınmıştır. Ayrıca, katılımcılar deneyin tasarımı ve amaçları hakkında deney öncesinde bilgilendirme görüşmesi ile deney hakkında bilgilendirilmiştir.

Deney esnasında ekrana gelen bilgi paketlerinin, bir diğer deyişle ipuçlarının yaratılması detaylı bir analizin ürünü olmuştur. Bu amaçla Matriks Veri Dağıtım programının sunmuş olduğu *System Tester* modülü aracılığıyla gerçekleştirilen *geriye dönük test (backtesting)* ve *optimizasyon*

testleri aracılığıyla, incelenen dönemlerde fiyatlardaki değişimleri en iyi tahminleyen teknik indikatörler olarak *William's %R (ipucu geçerlilik değeri: 0.74)*, *Fiyat Salınım (ipucu geçerlilik değeri:0.71)* ve *Stokastik Momentum (ipucu geçerlilik değeri:0.54)*, *Stokastik Yavaş (ipucu geçerlilik değeri:0.53)*, *Stokastik Hızlı (ipucu geçerlilik değeri:0.52) ve Oynaklık (ipucu geçerlilik değeri=0.47)* tespit edilmiştir. Deney tasarımında konu olan Dolar/TL paritesine ait gerçek veriler, geriye dönük testlerin uygulandığı yüksek hızda işlemlere imkân verecek görece daha sert fiyat hareketlerinin olduğu dönem aralığı olan ve kendi içerisinde yüksek, orta ve düşük volatilite (oynaklık [varyans] değeri hesaplanmış, olan $\sigma = 1; 0.5; 0.1$ düzeyinde farklı değerleri göz önünde bulundurulmuştur) dönemleri barındıran 13.08.2018 ile 24.08.2018 tarihleri olarak tespit edilmiştir (Lien, 2008). Bu dönem aralığında 1 dakikalık açılış, yüksek, düşük ve kapanış bilgilerini taşıyan mum grafikleri ile geriye dönük 10 bin bar üzerinden çalıştırılan *SystemTester* modülünden elde edilen *al-sat* sinyalleri ile alış ve satış işlemleri yapılarak oluşan kârlı ve zararlı pozisyon sayıları kayıt edilmiş, devam eden kısımda sunulan ipucu geçerlilik değeri formülü aracılığıyla evrensel ipucu geçerlilik değerleri hesaplanmıştır. Şekil 3.1'de gösterilen ve Excel 2016 Visual Basic Application (VBA) kodları aracılığıyla yaratılan sanal borsa işlem ekranı, 1 dakikalık fiyat grafikleri ve sol panelde yukarıda ipucu geçerlilik değerlerine göre sıralanan indikatörlerin alım veya satım sinyallerini içeren kayan yazı bilgi hücrelerinden oluşmaktadır.

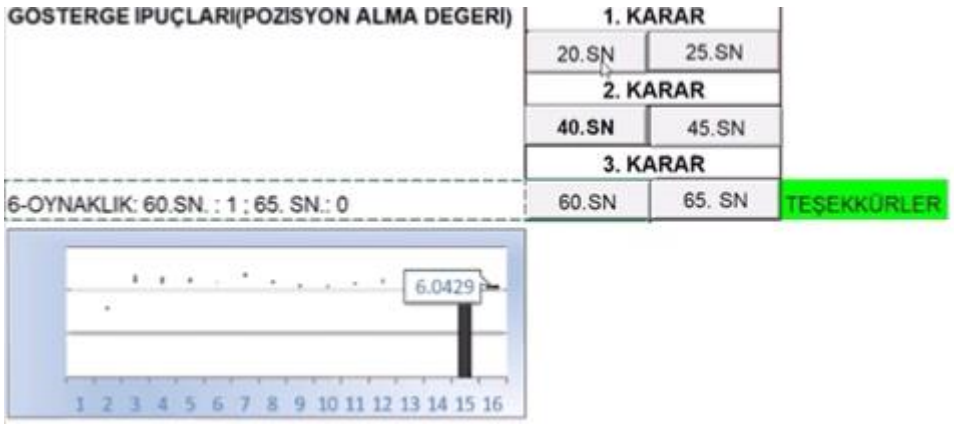
Toros Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde halihazırda iktisat, işletme, uluslararası ticaret ve lojistik, psikoloji lisans programları ile İşletme yüksek lisans ve doktora programlarından birisinde öğrenim görmekte olan 29 katılımcıya ait demografik bilgiler şu şekildedir. Deneye katılan gönüllü katılımcılardan 8'i kadın 21'i erkek olmak üzere, katılımcıların yaş ortalaması 23 olarak gerçekleşmiştir. Gönüllü katılımcıların 4'ü işletme, 6'sı iktisat, 10'u uluslararası ticaret ve lojistik, 3'ü psikoloji, 2'si işletme yüksek lisans ve 2'si işletme doktora programlarında öğrenim görmektedirler. Gönüllü katılımcıların ortalama gelir düzeyi 1001-1500 TL arasında tespit edilmiştir. Gönüllü katılımcıların, ağırlıklı eğitim düzeyleri 3 ve 4. sınıflar lisans öğrencilerinden oluşmaktadır.

Teknik indikatörlere dair ipuçları her bir işlem aralığında (1 dakika) katılımcılara 20 saniyede bir olmak üzere (20., 40. ve 60. saniyelerde) gösterilmiştir. İpucunun ekranda tam olarak oluşması sonrasında 3 saniye içerisinde katılımcıların karar vermeleri istenmiştir. Bu sayede, 3 eşit bölüme ayrılan 60 saniyelik mum grafikleri, teknik indikatörlerin al-sat şeklindeki ipuçları üzerinden, simülasyonun her ilk 20 saniyesinde kayan yazı aracılığıyla sol panelde gösterilerek, katılımcıların sırasıyla *20 veya 25.*, *40 veya 45.* ve *60 veya 65.* saniyelerin birisinde karar vermeleri üzerine tasarlanmıştır. Her 20 saniyede 6 ipucu olmak üzere (20. 40. ve 60. saniyeler) her 1 dakikalık mum grafiğinde toplamda 18 ipucu gösterilmiştir. Simülasyon 16 karar veya bir diğer deyişle 16 dakika boyunca devam etmiştir. Herbir katılımcının toplamda 288(18*16) ipucu alması için tasarlanan senaryoda, ipucu geçerlilik değerine göre sıralanan 6

indikatöre ait al-sat ipuçları 3'er saniye süreyle ekranda tutulmuştur. Simülasyon 48 (16x3) karar veya bir diğer deyişle 16 dakika boyunca her dakikada 3 karar vermek suretiyle tamamlanmıştır.

Tezin temel hipotezine ait olan bu kısımda, rasyonel ve sezgisel karar verme stratejisinin OİP'leri üzerinden tespiti adına, katılımcıların her 20 saniyelik dilimde toplamda verdikleri 48 adet kararda, 6 ipucunun tamamını almaları zorunlu tutulmamış, istedikleri ipucu düzeyinde herhangi bir butona basabilmelerine imkân tanınmıştır. İpucuna ve sezgilerine güvendikeleri anda karar verebilmeleri için 20.-25.; 40.-45.: 60.-65. saniyelerden hangisinde alım yapacakları saniye dilimi için sağda ilgili butona tıklamaları (tıklama işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirildikten sonra butonların yanında "TEŞEKKÜRLER" yazısı belirmektedir) ile kararlarını vererek bir sonraki karar dakikası veya saniyesine geçmelerine imkân tanınmıştır. Bu sayede her kararın kendi içinde değerlendirilmesi mümkün olmuştur. 15. dakikada gösterilen ipuçları aynı biçimde, manipülasyon kontrolünün tespiti anlamında 16. dakikada yeniden gösterilmiş ve verilen kararların tutarlılığının ölçümü sağlanmaktadır. Kararın türü ve alınan ipucu sayısı bakımından yüksek benzerlikler olduğu ve katılımcıların kararlarını belirli bir bilinç düzeyinde verdikleri söylenebilmektedir. Excel VBA üzerinden hazırlanan *sanal borsa işlem ekranına* ait görüntü Şekil 3.1'de sunulmuştur. İpucu geçerlilik değeri, hesaplama formül ile hesaplanmıştır (Gigerenzer ve Todd, 1999; Gouuier, v.d., 2010; Roorda, 2014).

$$p(Karlı\ Pozisyon|Fiyat\ Artışı) = \frac{p(Fiyat\ Artşı) * p(Fiyat\ Artışı|Karlı\ Pozisyon)}{p(Karlı\ Pozisyon)} \quad (24)$$



Şekil 3.1. Sanal Borsa Ekranı'na Ait Ekran Görüntüsü

Deneyin güvenilirlik katsayısını arttırmak için gerekli şartlardan biriside, deneysel ortamın ve ergonominin hem katılımcılara uygun olması hem de herkes için standard biçimde tasarlanmasıdır. Bu amaçla, katılımcılar Casper Intel Core i7 işlemcili, 2.3 GHz ve 12 GB yüklü RAM ve 15.6" ekrana sahip bir dizüstü bilgisayar karşısında simülasyon ekranına 60cm uzaklıkta konumlandırılmış, rahat bir oturma düzeninde (EEG çekimi süresinde hareketsizliğin önemli

olması ve kas hareketlerinin EEG sinyallerini bozmasını englelemek adına) ekranı takip etmeleri sağlanmış ve kararları fare (mouse)'nin sol tuşu ile işaretlemeleri sağlanmıştır. Ayrıca, katılımcıların empedans değerlerinin düşürülmesi amacıyla saç ve saç derilerinin hijyenine ile sağlığa hiçbir zararı olmayan tıbbi malzemeler kullanılmasına özen gösterilmiştir. Ancak yine de 8 katılımcının verileri, yüksek empedans değerleri ve kaliteli olmayan sinayaller sebebiyle çalışmaya dâhil edilmemiştir. Çalışmada 16 kanallı *Nihon Kohden Neurofax EEG 1200* marka ve model EEG kayıt cihazı kullanılmıştır. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı'nda bulunan cihazın varsayılan olarak yüklenmiş olan *DBANANA* patterni EEG elektrot dizilim sistemi olarak kullanılmış, bu dizilimde her elektrot başka bir elektrota referans olma özelliği taşırken, Cz vb. bir referans elektrot değerine ihtiyaç duyulmamışır. Cihazın hassas ayarları şu şekilde belirlenmiştir. *Duyarlılık değeri (sensistivity)* 7 mm/mV, upper ve lower eşik değer çizgisi formülü için 0.1s *eşik değer katsayısı (threshold coefficient)* olarak belirlenmiş, *Online High Pass (OHP) Filter* 35Hz'e ayarlanmıştır. Verilen kararlara ait ekran kayıtları ve deney sırasında yapılan sesli video kayıtları, araştırmacı tarafından büyük bir titizlikle izlenmiş, simülasyona ait kodların deney süresince işlemcide yaratabileceği tıkanıklıklar ve bu durumun işlemci hızında yol açacağı yavaşlamaların verilerin kaydının hatalı oluşmasına engel olmak adına, EEG kayıt zamanı ile bilgisayarın ipucu aktarım zamanı arasında milisaniye cinsinden oluşacak senkronizasyon hatalarının önüne geçilmiştir. Zirâ, her karar için 100 milsaniyelik bir ölçüm hatası, -1 ile 1000 milisaniyelik zaman dilimlerinde, OİP analizi için yaratılan, epokların *olay zaman çizgilerinin (eventlist)* hatalı zaman dilimlerine konulmasına ve ilgilenilen *P300* OİP'nin belirlenen aralıktan geride kalmasına veya öteye kaymasına, bu sebeple *P300* OİP'lerin yanlış zaman dilimleri için ölçülmesine, bu yanlış ölçümler neticesinde yanlış ölçüm değerlerinin kayıtlara geçirlimesine sebep olması ihtimaline karşılık titizlikle incelenmiştir.

Veri ve metodoloji bölümü, EEG datalarına yönelik analizler ve bu analizlerin bulgularına yönelik açıklamalar ile devam etmektedir. Tekli deneme epoklarına (single trial epoch) yönelik hazırlanan sürekli EEG verileri, Matlab 2016a analiz programı ve EEGLAB toolbox aracılığıyla analiz edilmiştir. Değişkenlere yönelik ilişkilerin görsel tespiti amacıyla, grafikler Curve Fitting Tool ve Excel 2016 programları aracılığıyla çizdirilmiştir. Elektrotların dizilimlerine ait DBANANA örüntüsünde, varsayılan olarak kayıt edilmemiş olması sebebiyle, elektrot konum bilgileri araştırmacı tarafından yazılan scriptler ve açısal konum değerleri ile programa tanıtılmıştır. DlPFC ve VlPFC'ye ait *C3, C4, F3* ve *F4* elektrotalarının empedans değerleri deney boyunca 35kΩ altında olması sebebiyle, gürültü sinyal rasyoları güvenilir bir analize imkân tanımaktadır. *P300* OİP'nin tespiti adına ipucunun ekrana geldiği süreleri temsil eden olay zaman çizgileri sürekli veri üzerinde tanımlanmış, ardından sürekli EEG dataları epok limitleri -1 ve 1000 milisaniyelik olarak ayarlanarak sürekli veri seti, olay epoklarına ayrışıtırılmıştır. *Dayanak gecikme aralığı (baseline latency range)* toolbox'ın varsayılan değeri -1000 ve 0 olarak

ayarlanarak, *verilerin ortalaması yöntemi (data averaging)* uygulanmıştır. EEG voltajında yeralan *yapay sinyallerin (artifact)* filtrelenmesi amacıyla BBA ayrıştırma yönteminden yaralanılmıştır. Herbir ipucuna ait epok ayrı bir analiz datası olarak kaydedilmiştir. Grafik 3.1, katılımcının her bir karara yönelik ipuçlarında, ipucunun ekrana geldiği andan itibaren 250-600 milisaniye aralığında, ipucunun ve karar stratejisinin kafatasında meydana getirdiği voltaj değişimlerine yönelik 2 boyutlu, yüzde 10 anlamlık düzeyinde, topolojik haritalar ve OİP değerleri sunulmuştur. Ayrıca, her bir karar seti içinde ortalamaların ilgili setler için farklı olduğuna dair *Bonferroni Düzeltmesi* yapılmış *Kruskal Wallis* çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır. Tüm ipuçları için normal dağılım testleri uygulanarak, *Monte Carlo Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi (Monte Carlo Wilcoxon Signed-Rank Test*) ile çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır. Ayrıca katılımcıların, öznitelikleri ile ipuçlarına yönelik tahminciler üzerinden hiyerarşik çoklu seviye modelleri aracılığıyla EEG sinyalleri ile tahminciler arasındaki etkileşimler incelenmiştir.

EEG verilerinin 3 boyutlu yapısı (olay, zaman ve uzamsal boyut [eletktortlar]) standard analizlerin ötesinde bir kümelenme yöntemlerini gerektirmesi sebebiyle, uzamsal boyutu temsil eden ve çalışmanın hipotezlerinin sınandığı *F3, F4, C3 ve C4* elektrotlarını ayrı ayrı ele almak yerine, literatürde sıkça kullanılan ve bu çalışmanın özgün tarafılarından birisini ortaya koyan bir kümeleme yöntemine başvurulmuştur. Öncelikli olarak, ilgili 4 elektrotta her ipucunun görüldüğü milisaniyelere ait aktivitenin varlığı, MATLAB paket programında Self Organising Map (SOM) algoritması ile eş zamanlı kümelenmenin yapısı tespit edilmiştir. İlgili elektrotlarda kümelenmenin varlığının tespiti sonrasında, Stata prorgramında TBA yöntemiyle, dört referans elektrodu temsil edecek yeni bir endeks elektrodu yaratılarak çoklu karşılaştırma testlerine geçilmiştir.

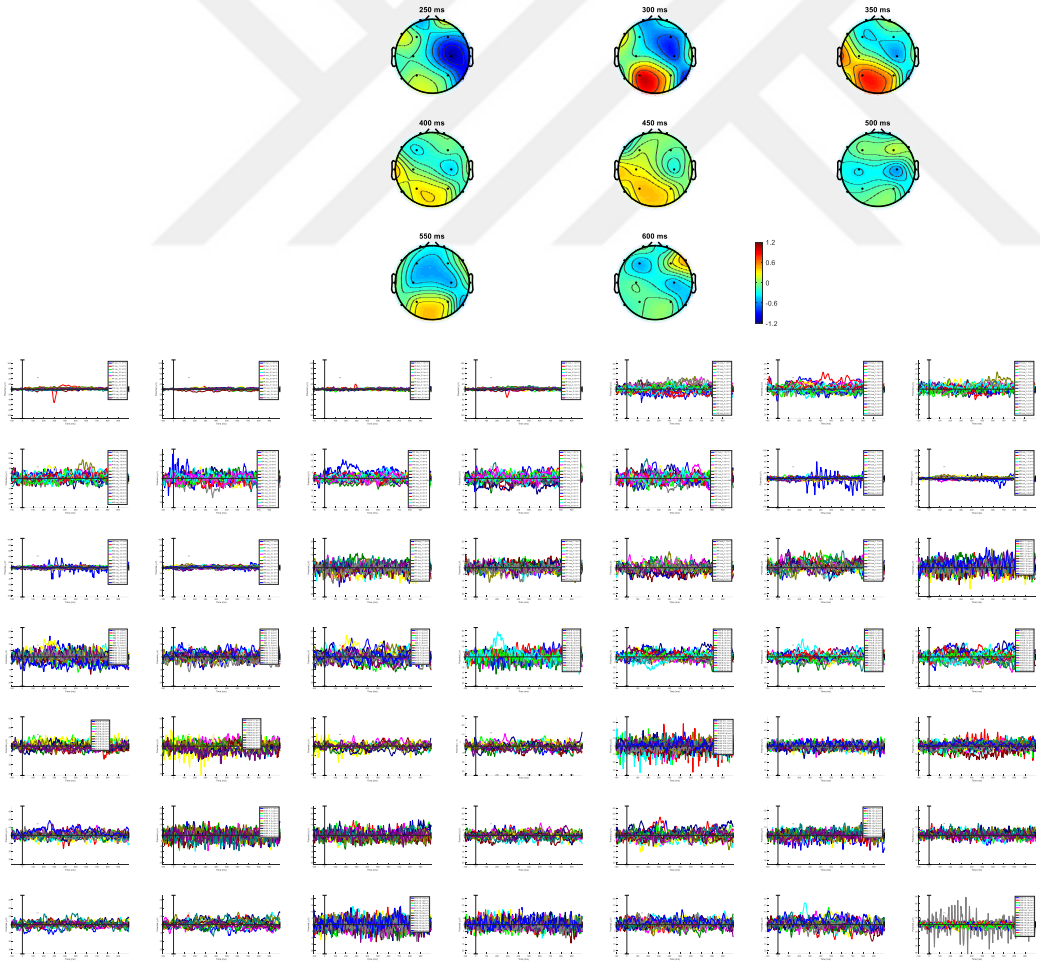
Her bir katılımcıya ait *P300* OİP'leri, her dakikanın her kararına ait her ipucu, ilgili dakika içinde (within), örnek olarak 1. dakikanın 1. kararına ait 1., 2.,3., 4., 5. ve 6. ipuçları tek tek kendi içinde, ayrıca katılımcıların kendi arasında (between) veriler gruplandırılarak çoklu karşılaştırma testleri ile gruplar arasında anlamlı farklılıklar incelenmiştir. Bu karşılaştırmalar esnasında Tip1 (Family Wise Error, FWE) türünde bir hatadan kaçınmak amacıyla, Kruskal Wallis çoklu karşılaştırma testleri Bonferroni düzeltmesi ile anlamlılık düzeyleri iyiliştirilmiştir. Katılımcılar arasında gerçekleştirilen çoklu sınama testleri normal dağılım varsayımlarına uygunluğu üzerinden değerlendirilmiş ve serilerin normal dağılım sergilemedikleri tespit edilmiştir. Yeni yaratılan endeks kanal değişkenine yönelik olarak, normallik dağılımı varsayımının ihlali nedeniyle, parametrik olmayan *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi* uygulanmıştır. Gruplar arasında anlamlı farkların bu testler aracılığıyla ortaya konmasının ardından, katılımcıların öznitelikleri (kararın verme süreleri/gecikmesi [latency], cinsiyet, yaş, gelir, okunulan bölüm, bölümdeki yıl, *Beck Umutsuzluk Ölçek* değeri, *Finansal Okuryazarlık Ölçek* değeri, *Özgüven Ölçek* değeri), ipucuna ait ayırtedici değer (eğer iki saniye arasında ipucu farklı

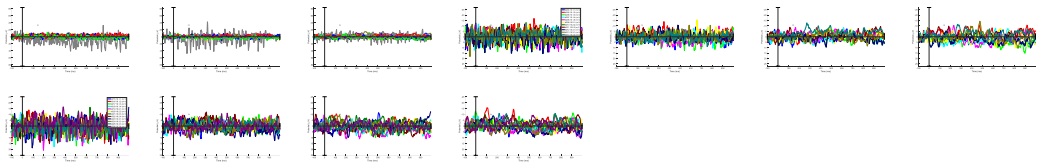
al-sat stratejisi sunuyorsa 1, değilse 0), alınan ipucu sayısı ile OİP'lerin analizi sonrası belirlenen karar stratejisi (rasyonel ve sezgisel) değişkenlerinin yer aldığı *Hiyerarşik Çok Seviyeli Regresyon (HMLR) (Doğrusal Karışık Etkiler) (Linear Mixed Effect Models, LME)* Modelleri ile Level1 ve Level2 düzeyinde analizler uygulanmıştır.

Grafik 3.1'de, her ipucunua ait iki boyutlu, 250 ile 600 ms arasında 50 ms'lik milivolt ((μV) topografik analizler ile her ipucu setine ait -1 ms ve 1000 ms arasında epoklar ile sabitlenmiş ipuçları için, her kararın ilgili dakikasının ilgili ipucuna dair elde edilen ortalama dataların *C3, C4, F3 ve F4* kanallarına ait grafikleri sunulmuştur. Ayrıca, her bir katılımcıya ait her ipucu kümesi (örnek olarak, i.dakika j. karar ve k. ipucundan l. ipucuna kadar tüm durumları kapsamak üzere, i=1:16, j=1:48, k=1, l=6 olarak belirlenmiştir) için Kruskal Wallis çoklu karşılaştırma testinin grafiksel analizleri ve tablo değerleri sunulmuştur.

Grafik 3.1. Katılımcıların P300 OİP'ne Ait Grafikler (-100 ile 1000 ms epokları) ile Topolojik Haritaları (250.-600. ms arası) ve Kruskal Wallis Test Sonuçları

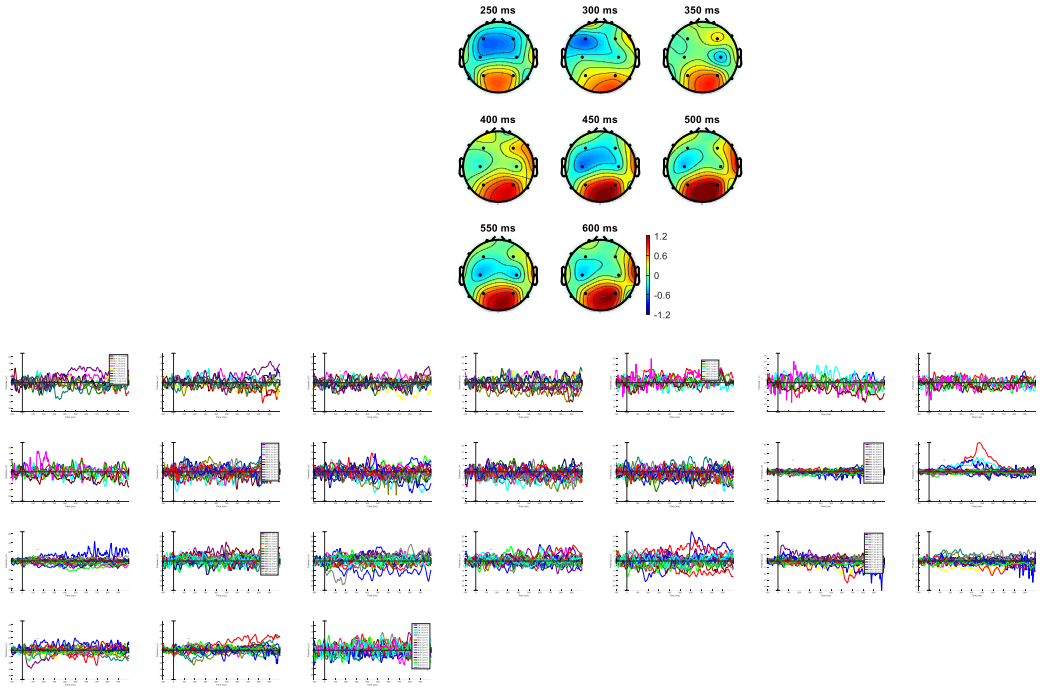
Katılımcı1

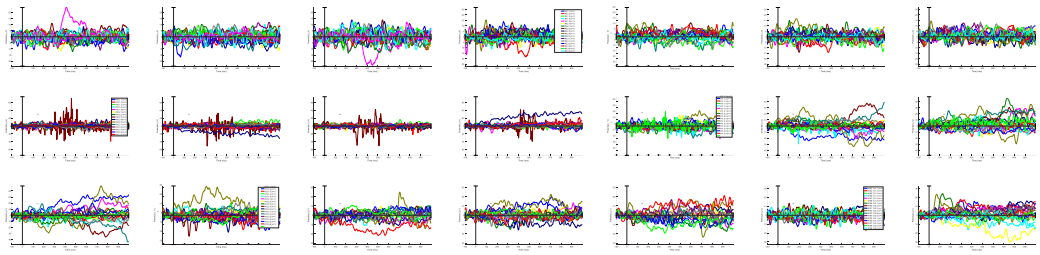




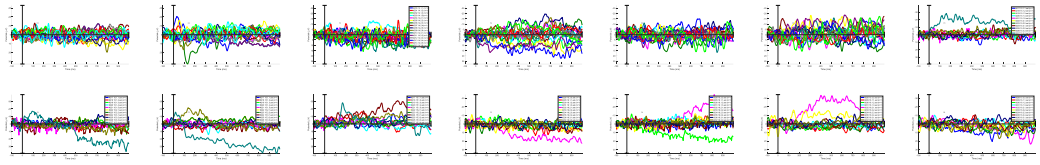
Grafik 3.1.(devamı)

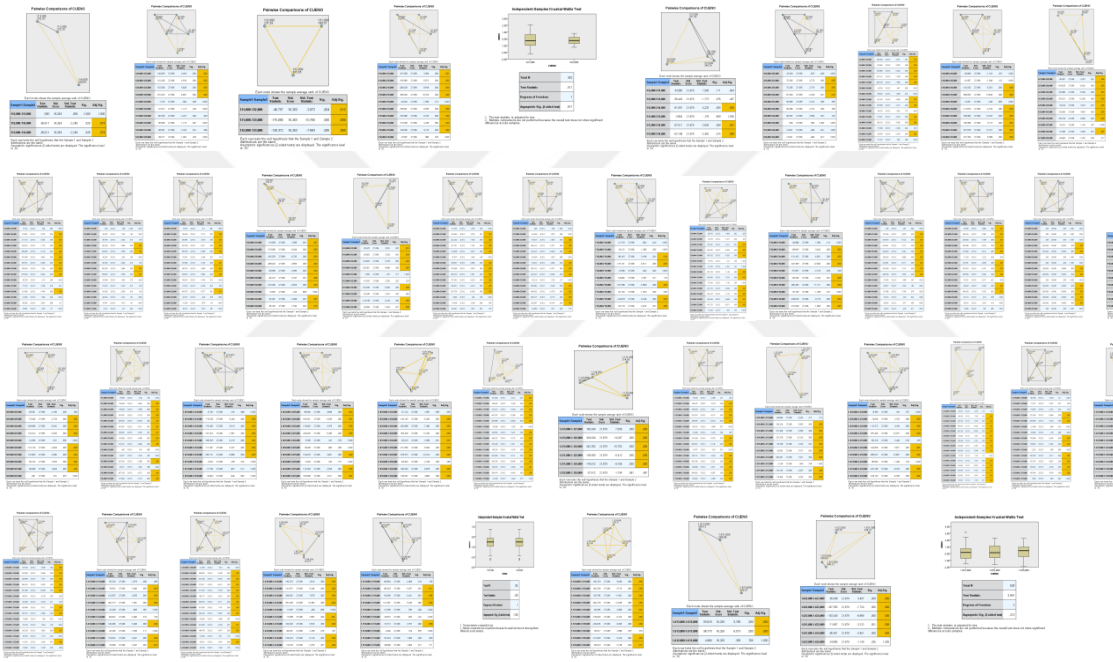
Katılımcı 2



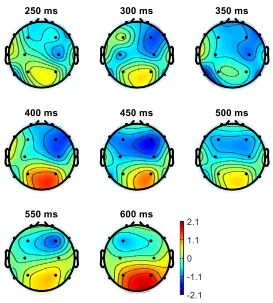


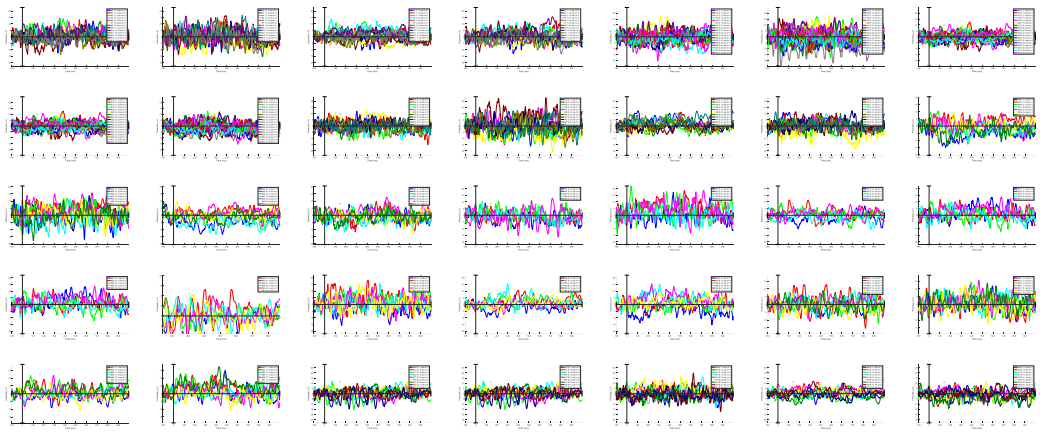
Grafik 3.1.(devamı)



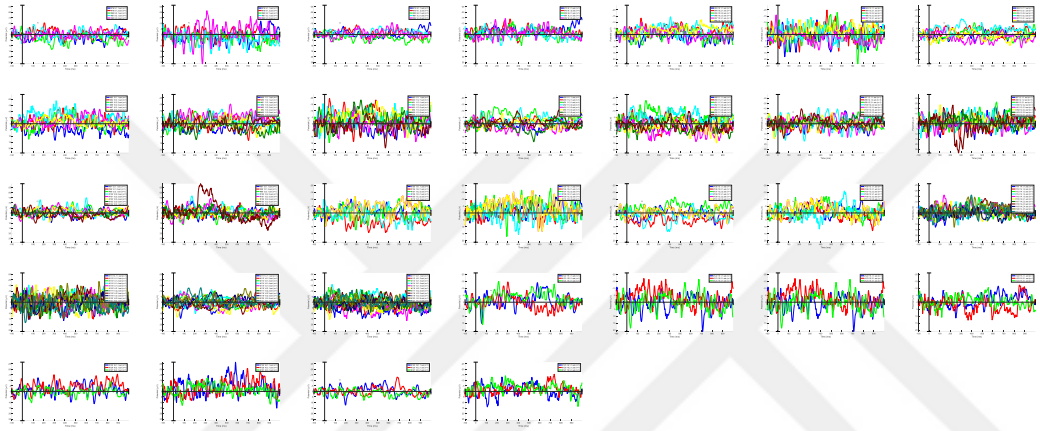


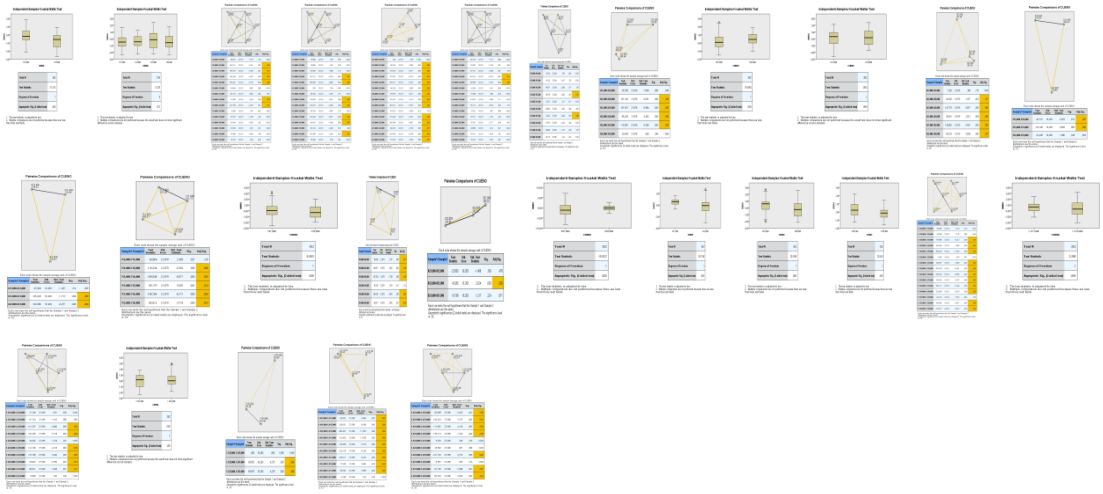
Katılımcı 3



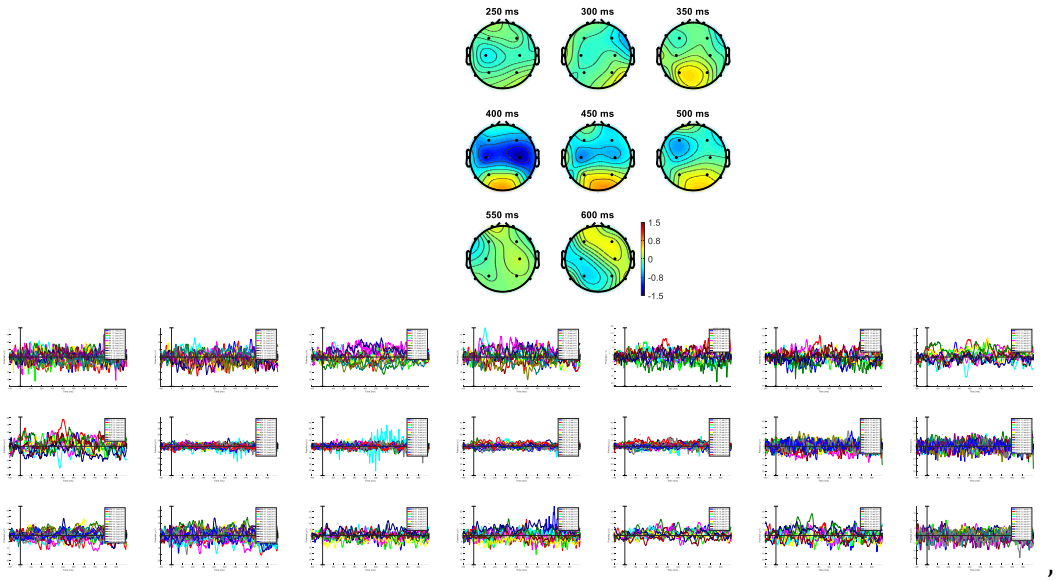


Grafik 3.1.(devamı)



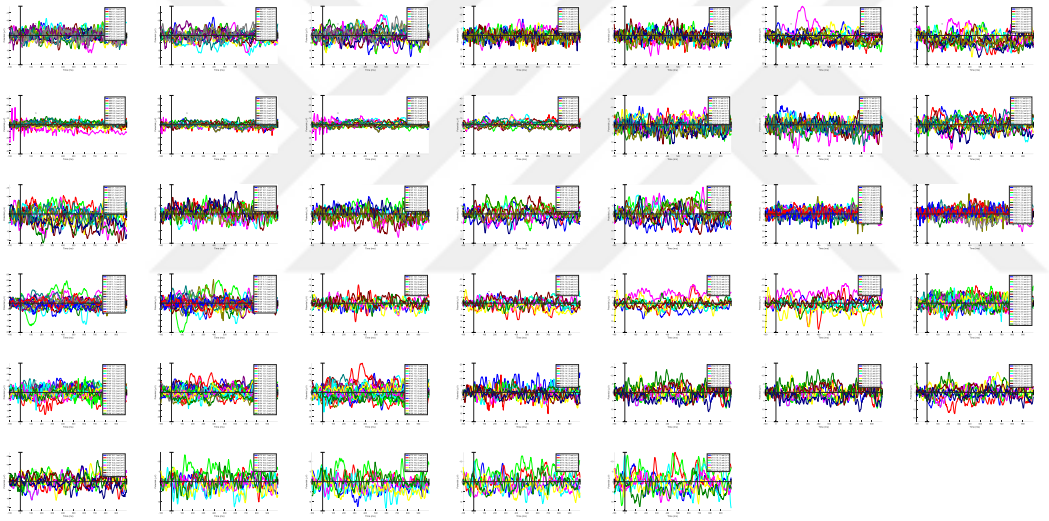


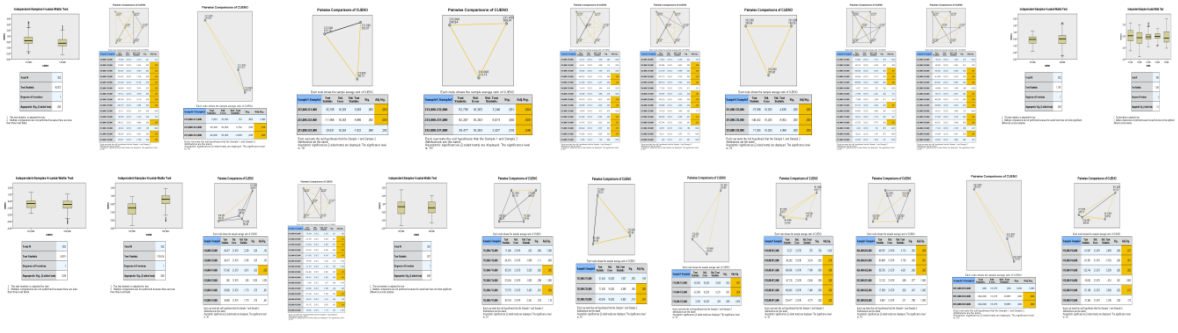
Katılımcı 4



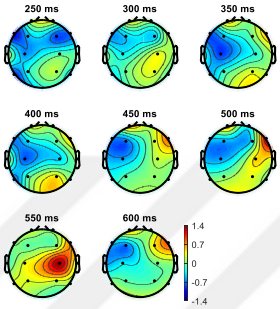
,

Grafik 3.1.(devamı)

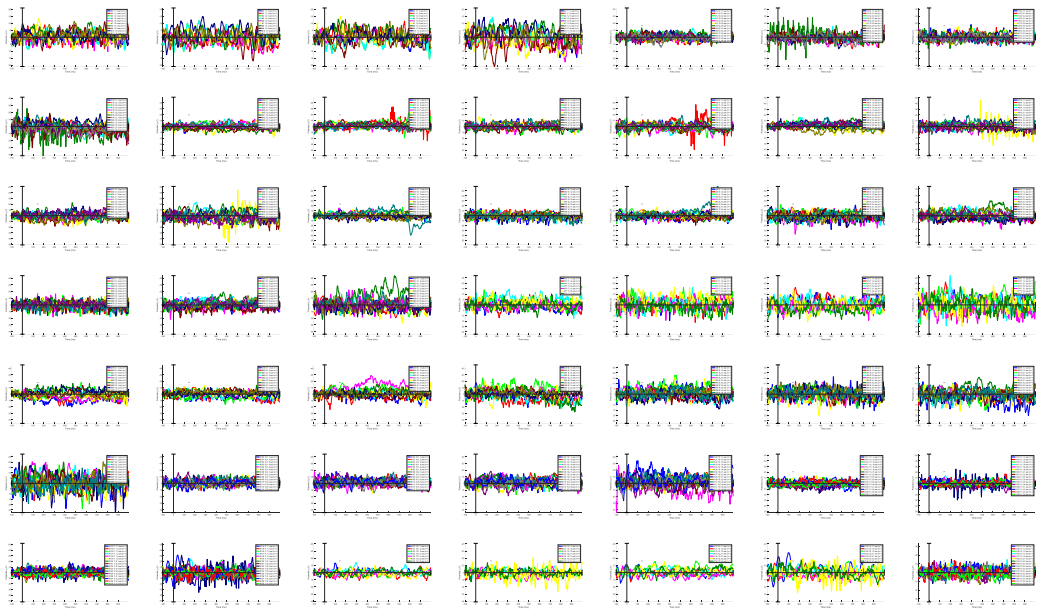


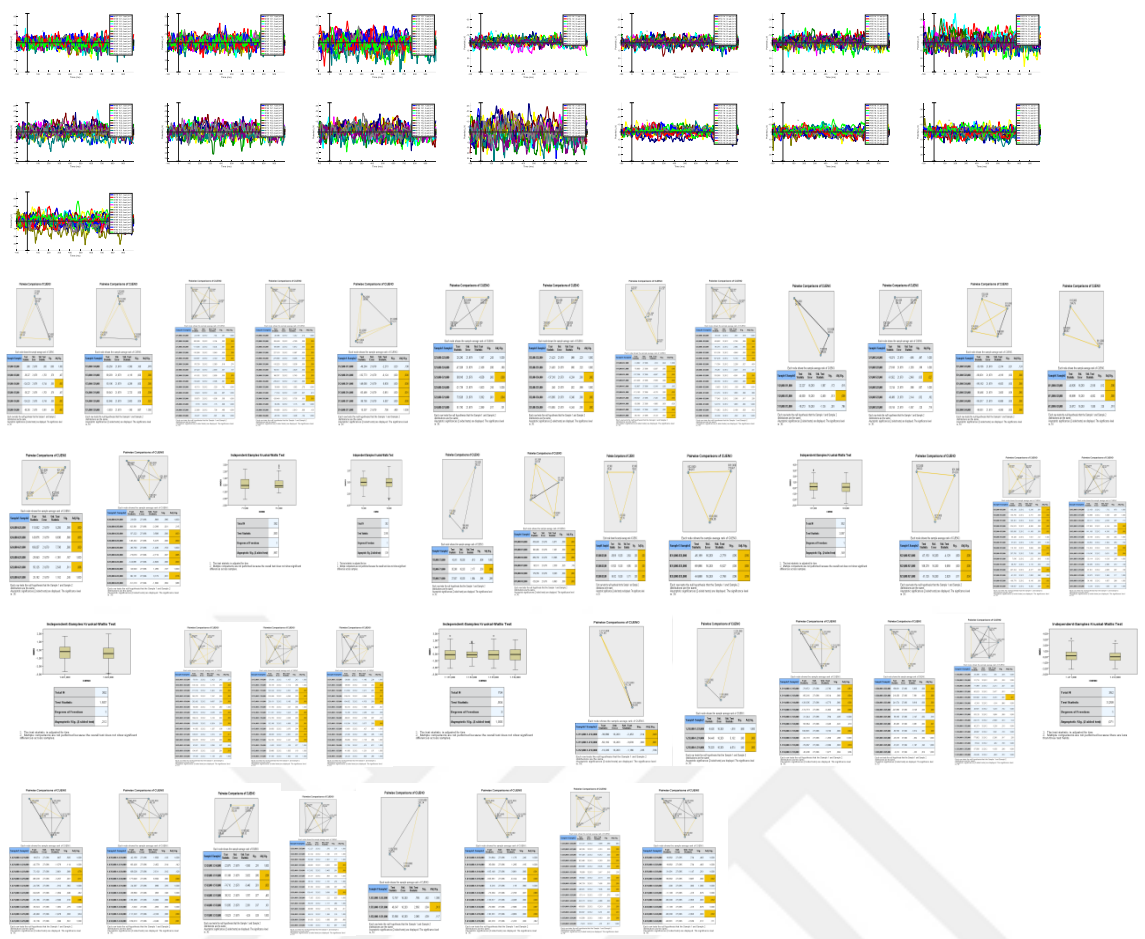


Katılımcı 5



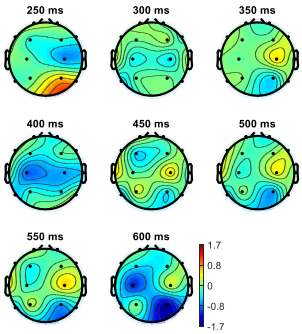
Grafik 3.1.(devamı)



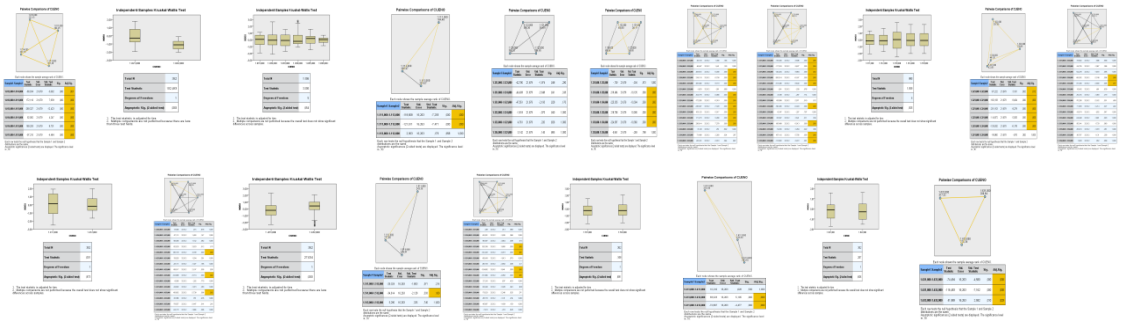


Grafik 3.1.(devamı)

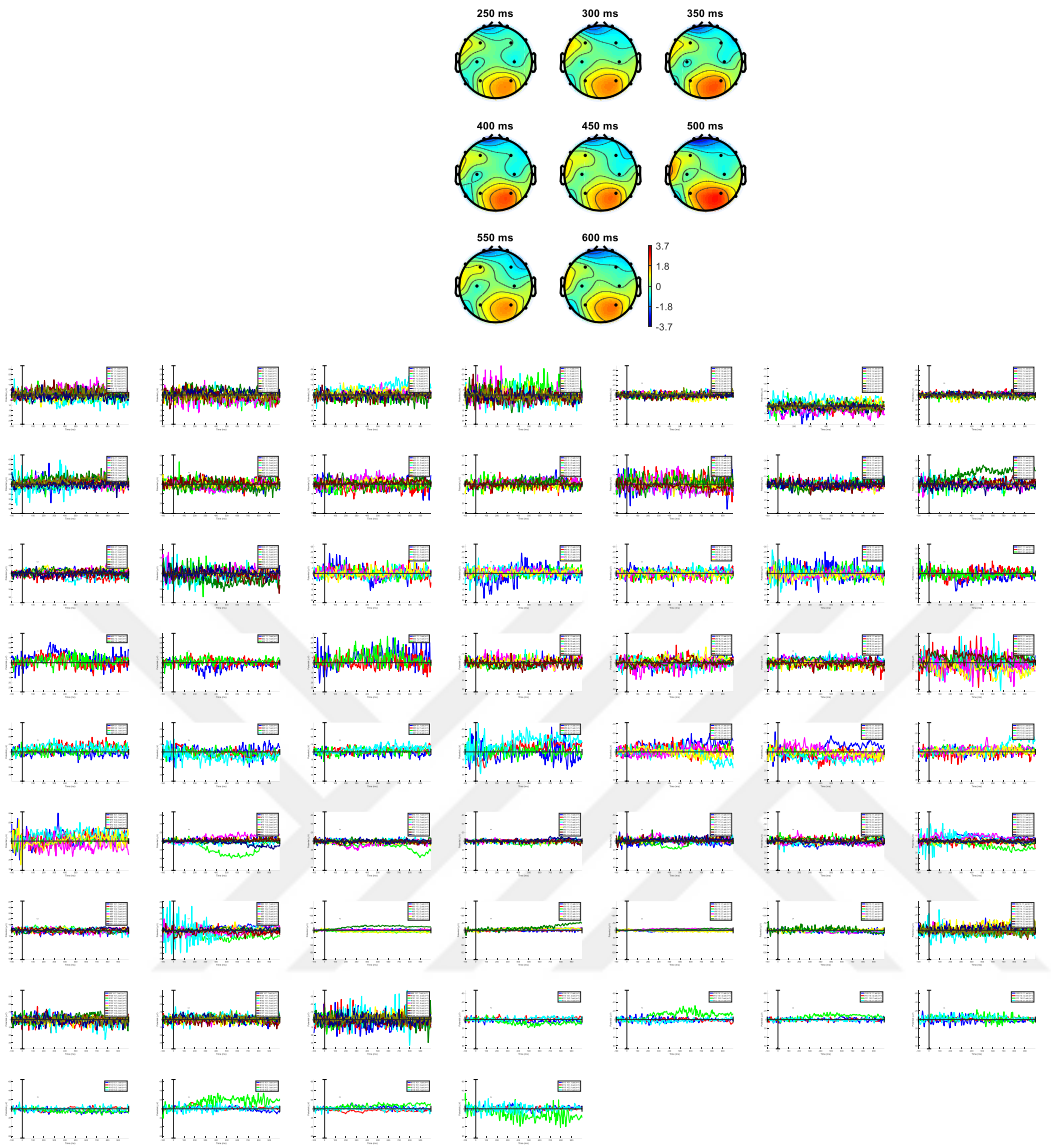
Katılımcı 6



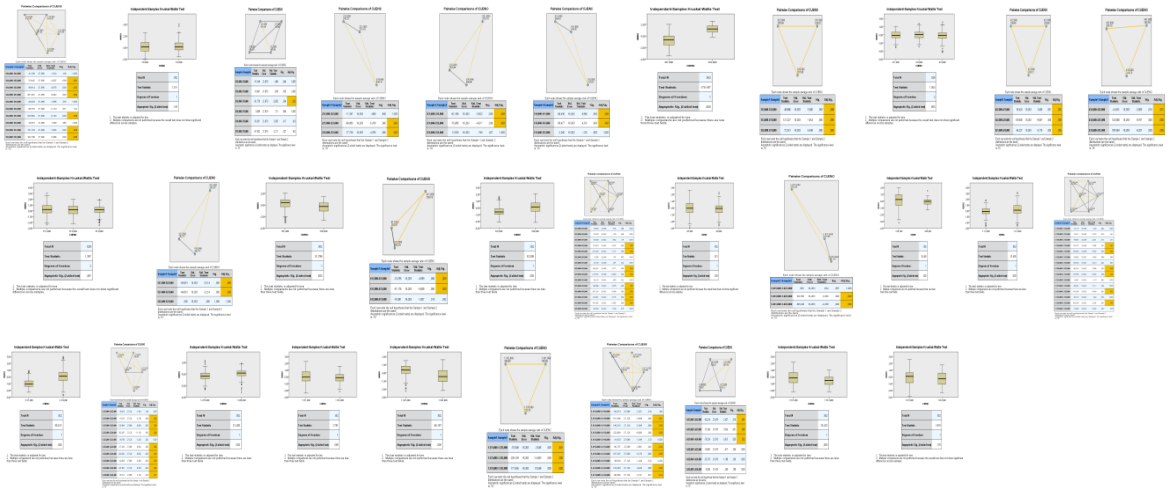
Grafik 3.1.(devamı)



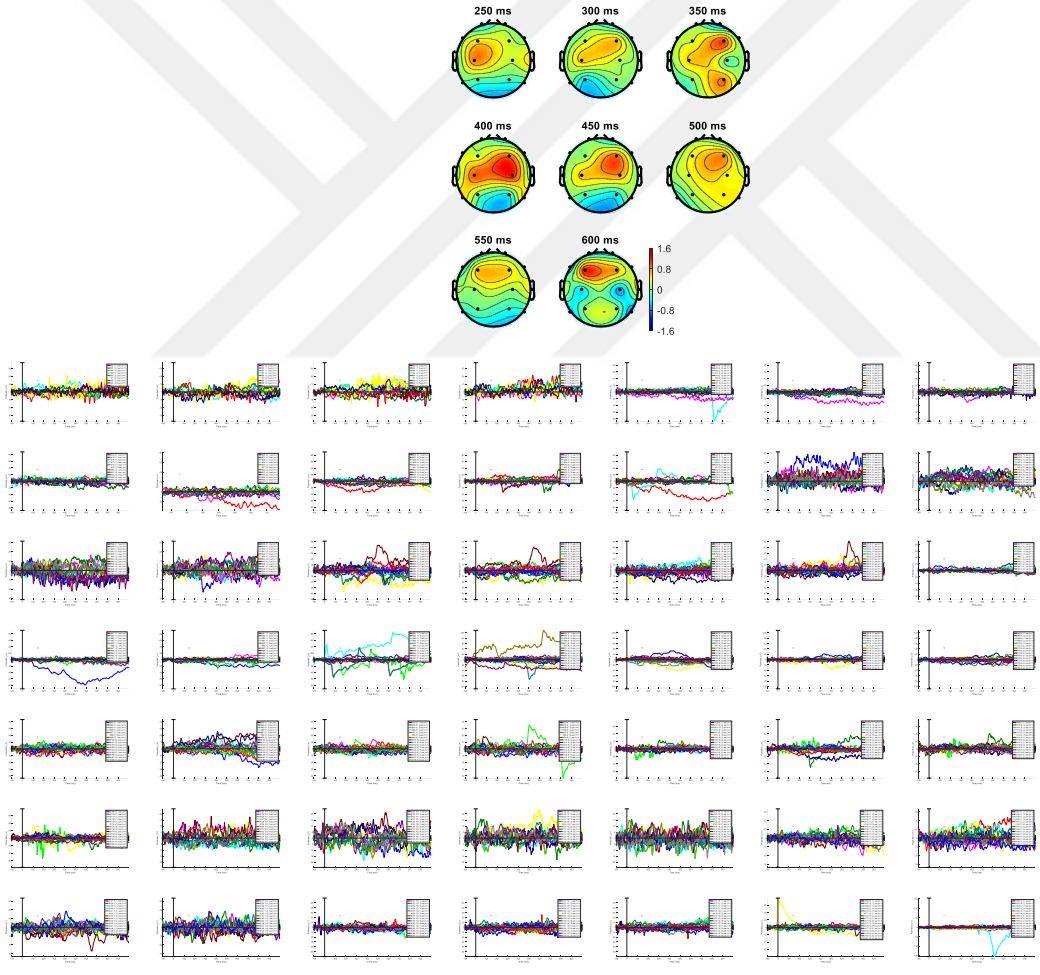
Katılımcı 7



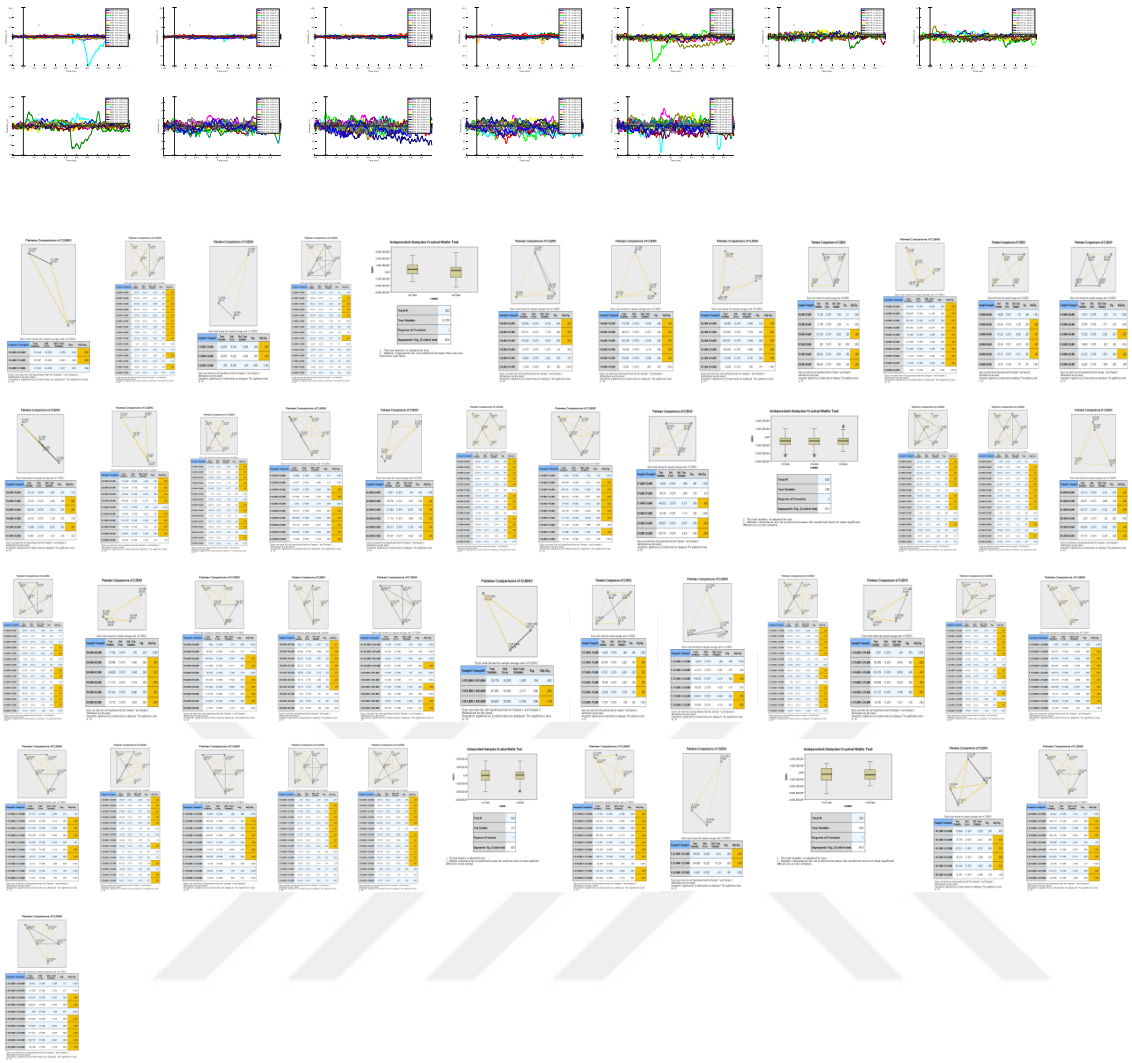
Grafik 3.1.(devamı)



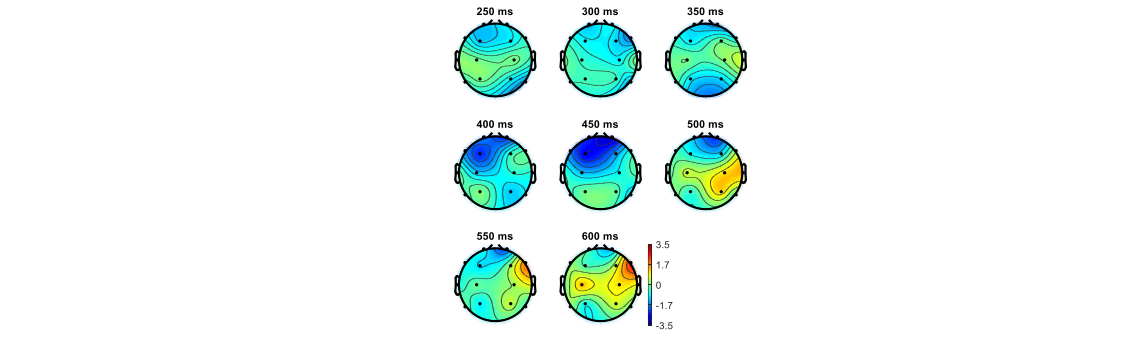
Katılımcı 8

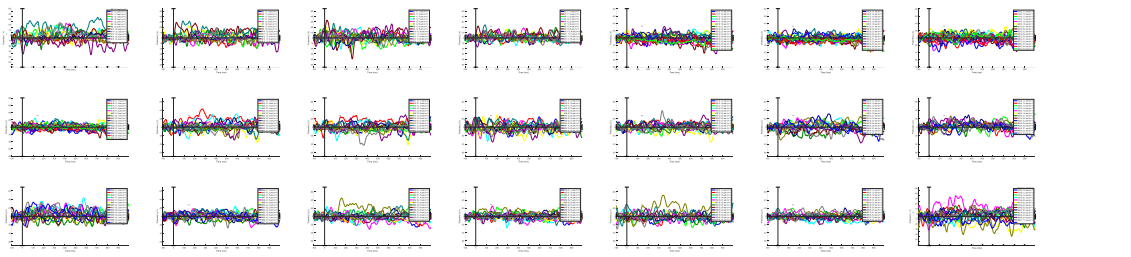


Grafik 3.1.(devamı)



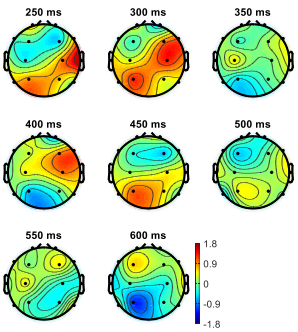
Katılımcı 9



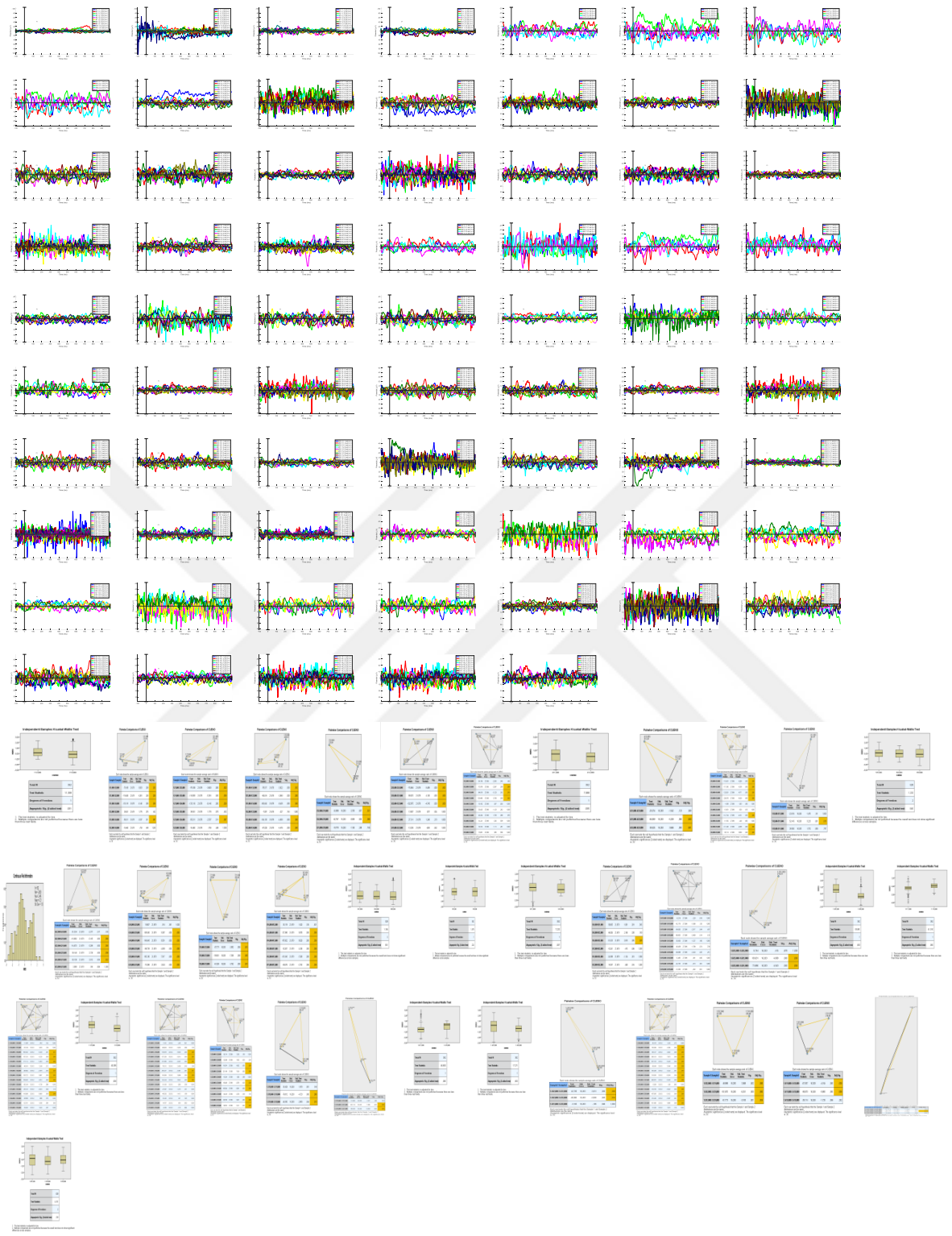


Grafik 3.1.(devamı)

Katılımcı 10



Grafik 3.1.(devamı)

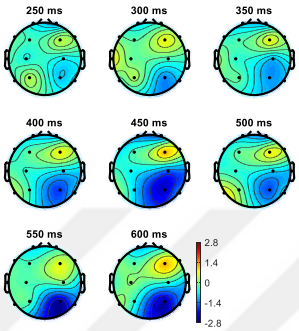


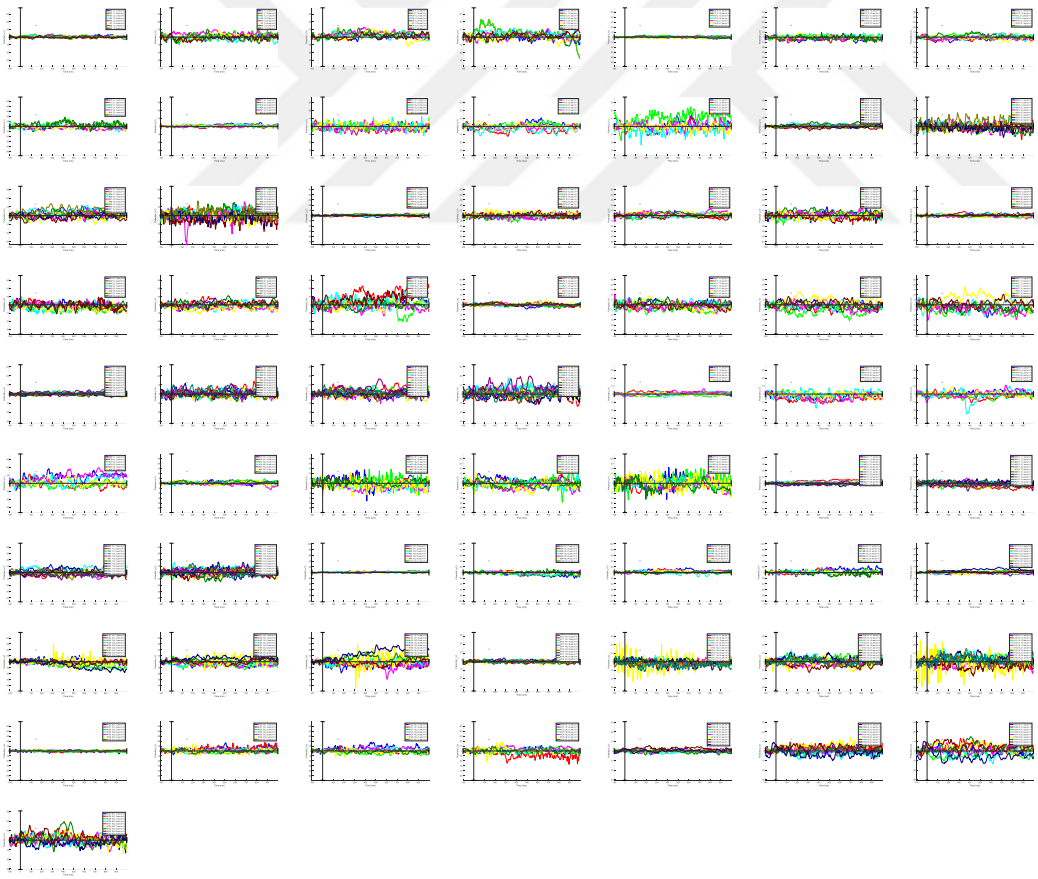
Grafik 3.1.(devamı)

Katılımcı 11

Grafik 3.1.(devamı)

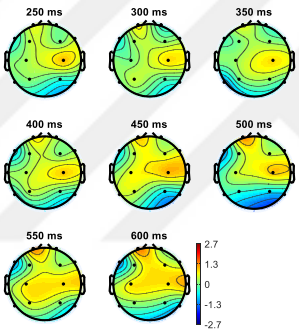
Katılımcı 12

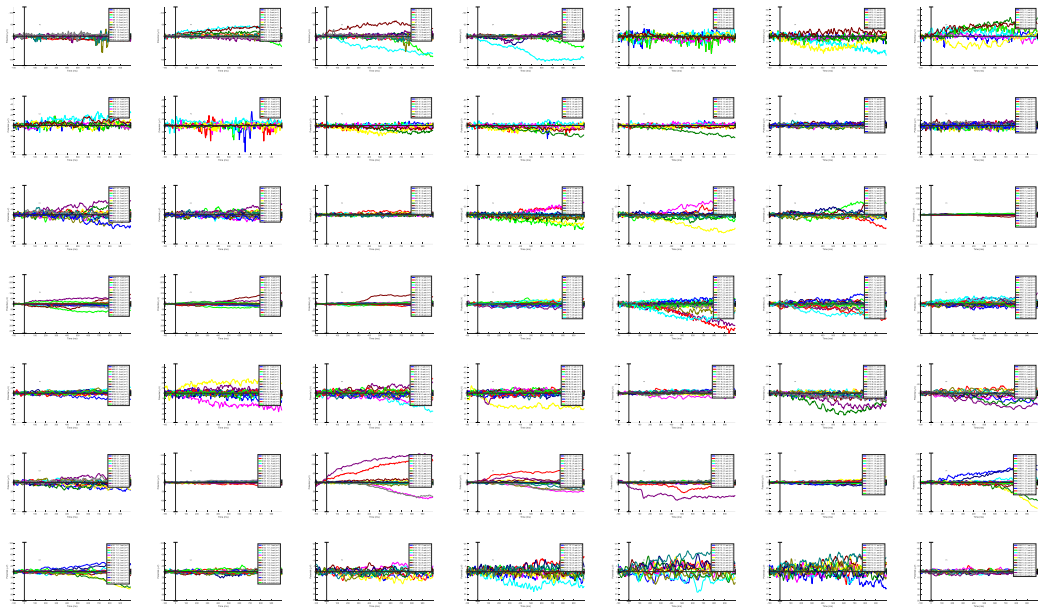




Grafik 3.1.(devamı)

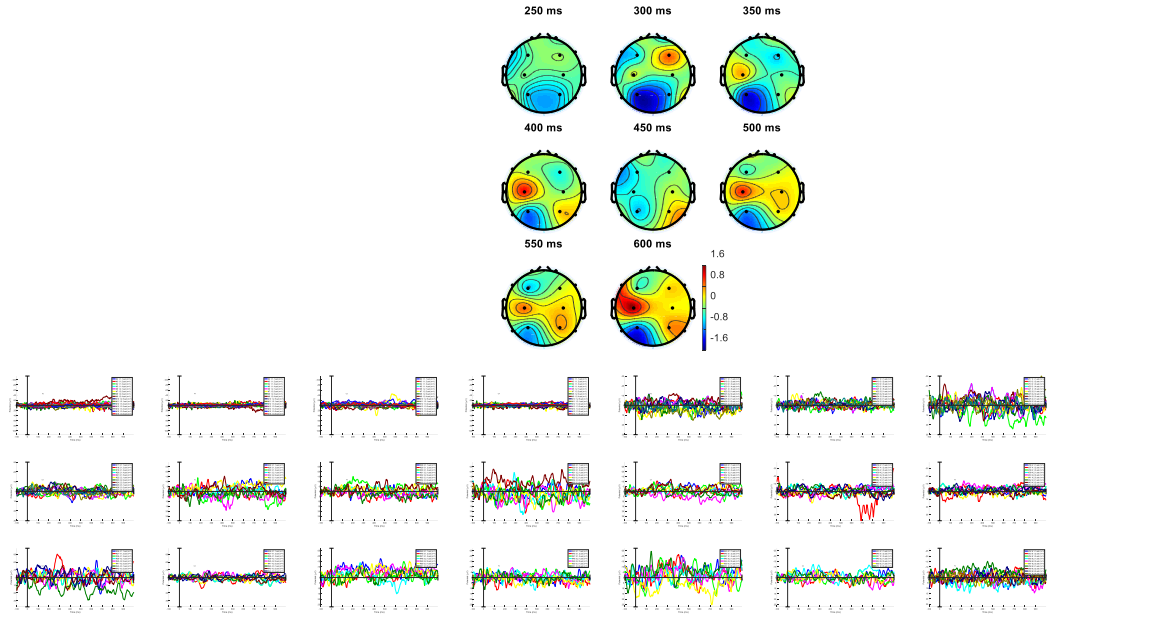
Katılımcı 13



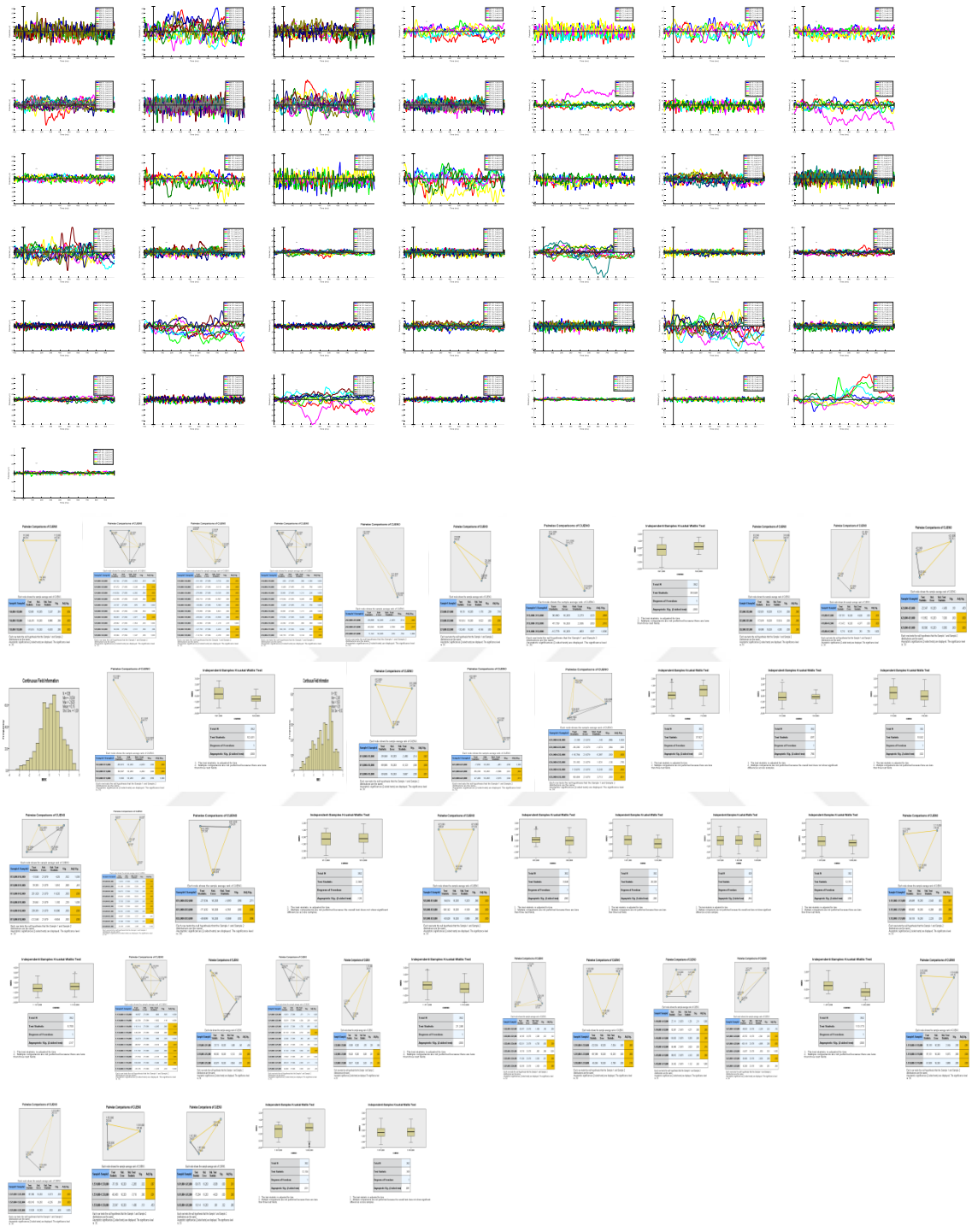


Grafik 3.1.(devamı)

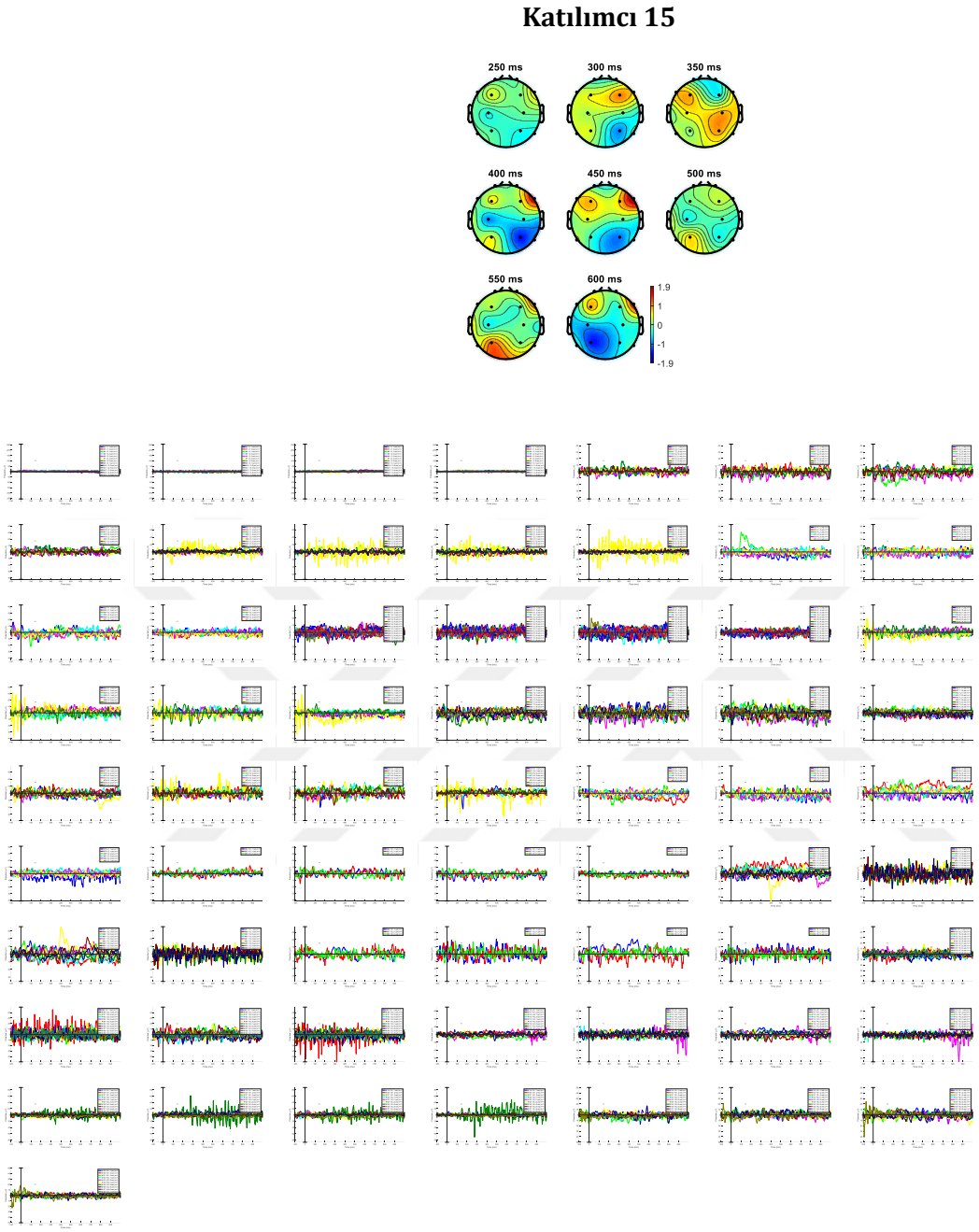
Katılımcı 14



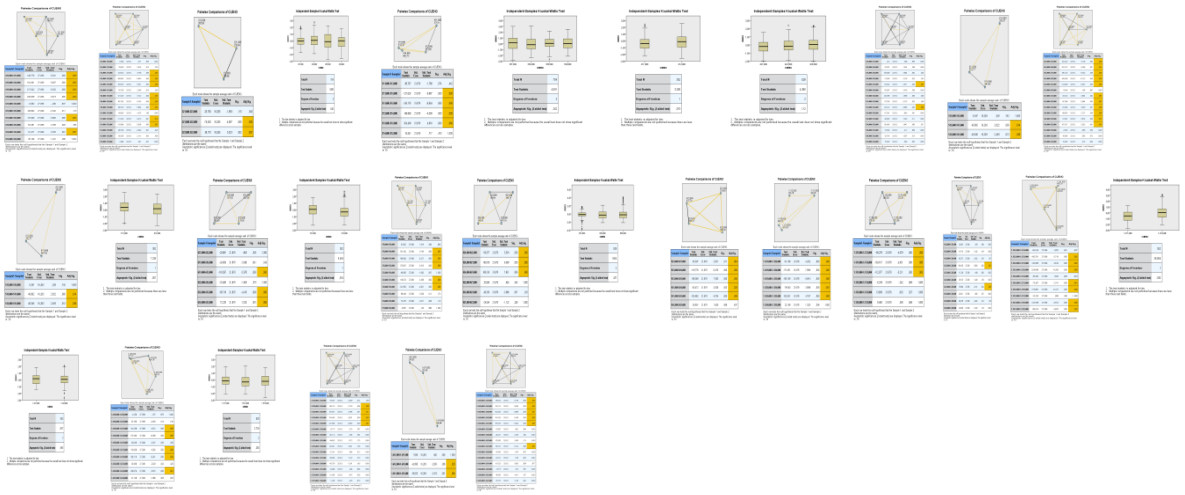
Grafik 3.1.(devamı)



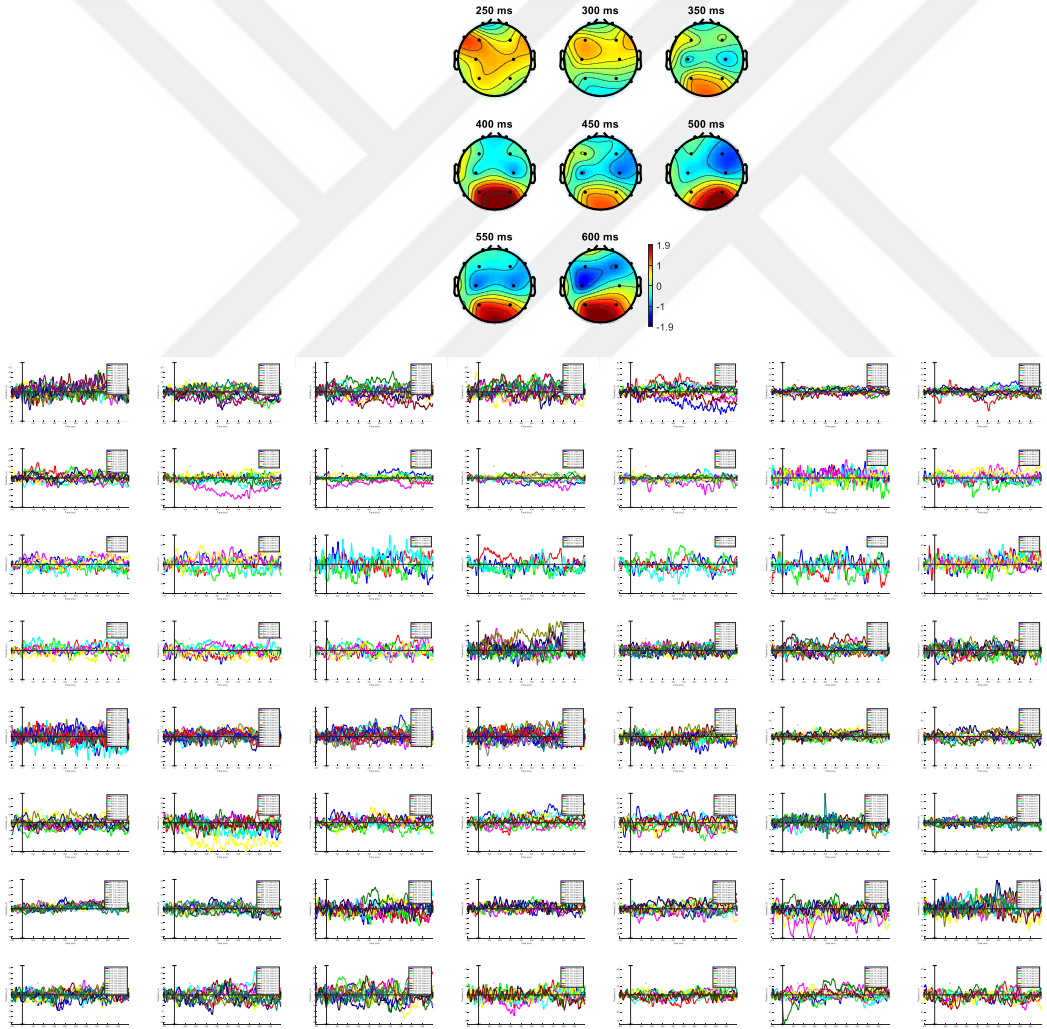
Grafik 3.1.(devamı)



Grafik 3.1.(devamı)

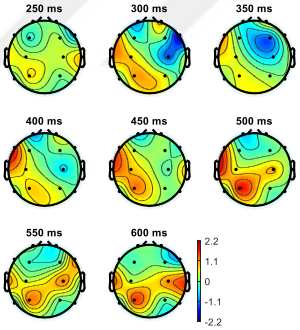


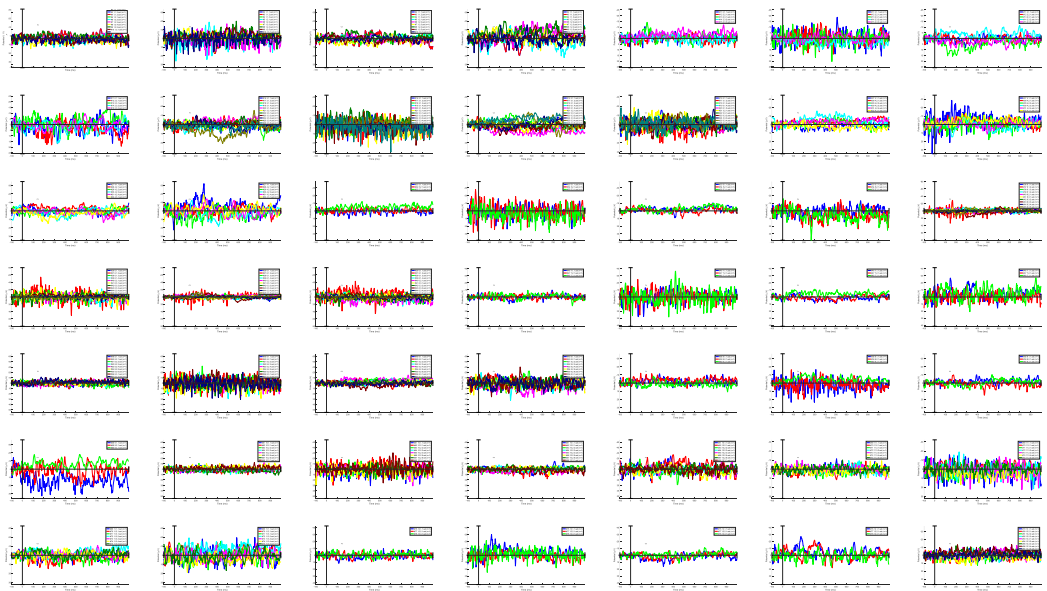
Katılımcı 16

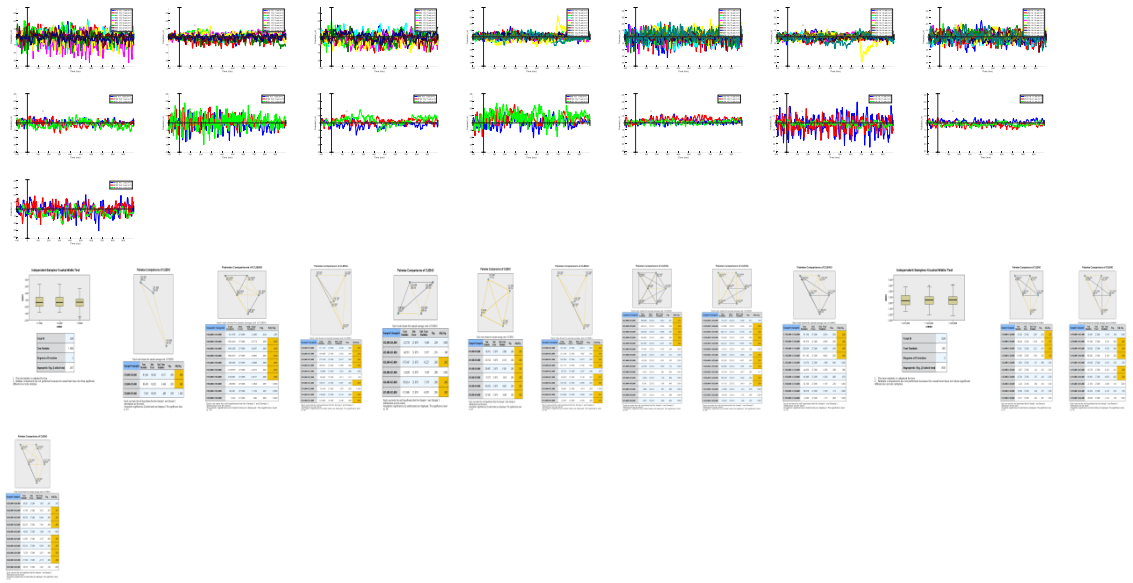


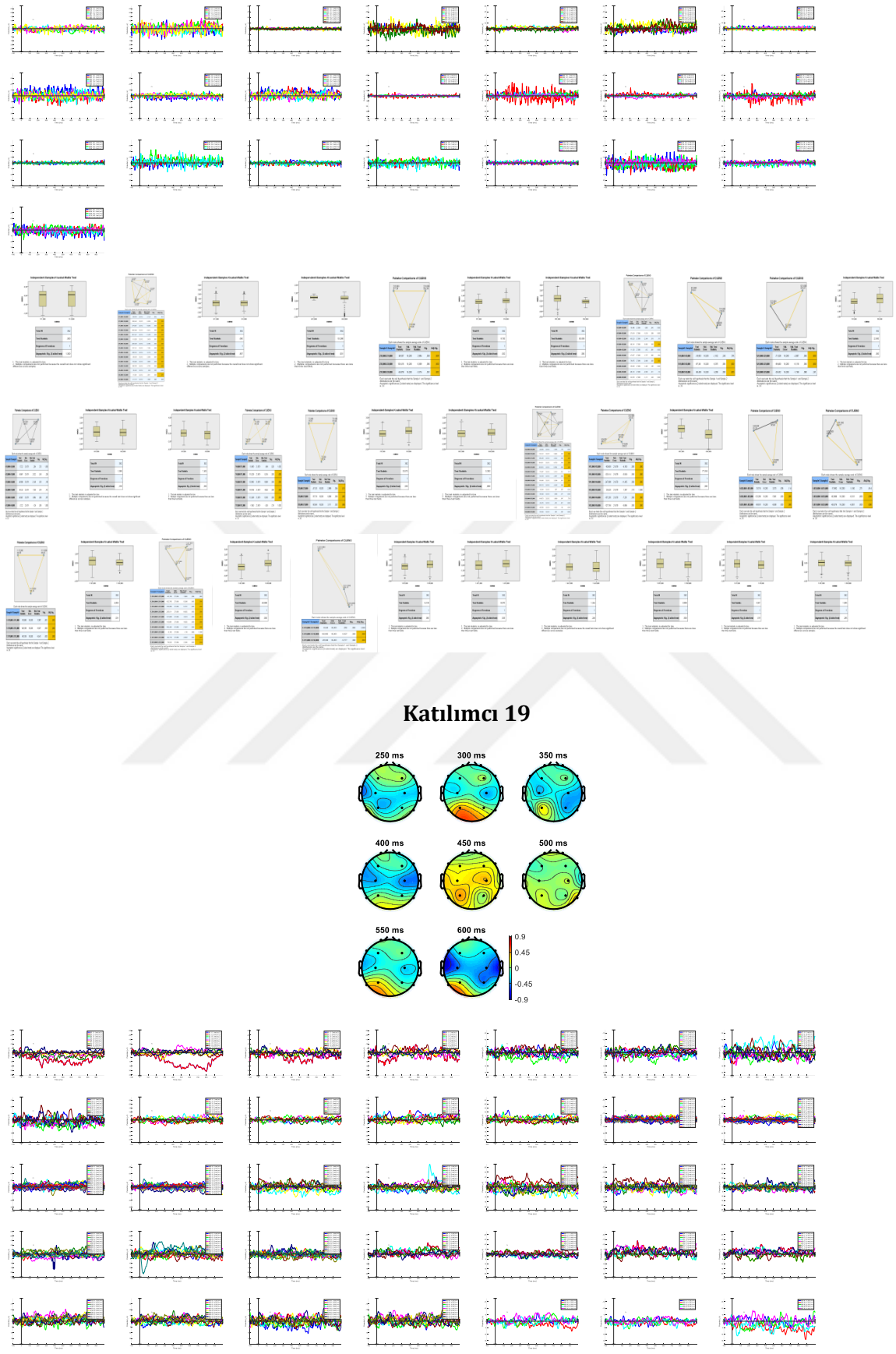
Grafik 3.1.(devamı)

Katılımcı 17



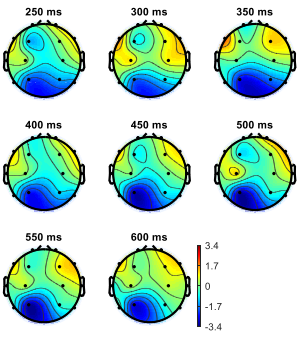


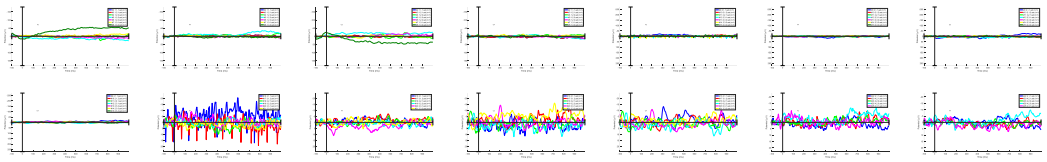




Grafik 3.1.(devamı)

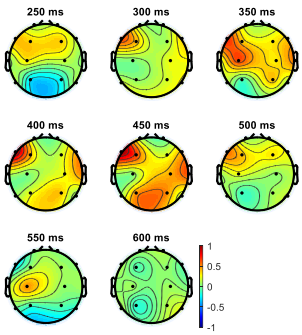
Katılımcı 20





Grafik 3.1.(devamı)

Katılımcı 21



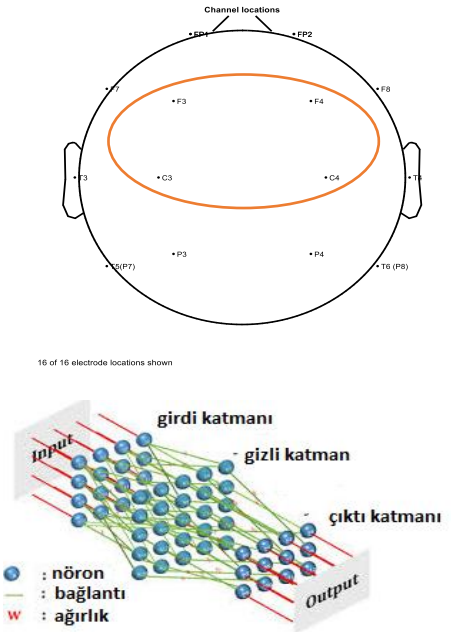
Grafik 3.1.(devamı)

Grafik 3.1'de verilen 21 katılımcıya ait OİP'lerin topolojik analizlerinde DlPFC ve VlPFC bölgelerinide bulunan ve araştırmanın konusuna giren *C3, C4, F3 ve F4* elektrotlarında 250-600. milisaniyelerde belirgin eşzamanlı aktiviteler gözlenmektedir. Bonferroni düzeltmesi yapılmış Kruskal Wallis çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre katılımcı bazında, herbir ipucu OİP

arasında anlamlı farklar gözlenmiştir (Kruskal ve Wallis, 1952; Siegel, 1957; Brown ve Hettmanspenger, 2002; Memnun ve Kalaycı, 2006). Bu durumda, ilgili kortekslerde bulunan elektrotların SOM algoritması ile kümelenme analizinin yapılması uygun olacaktır.

3.2. Self Orginizing Map (SOM) Kümeleme Analizi

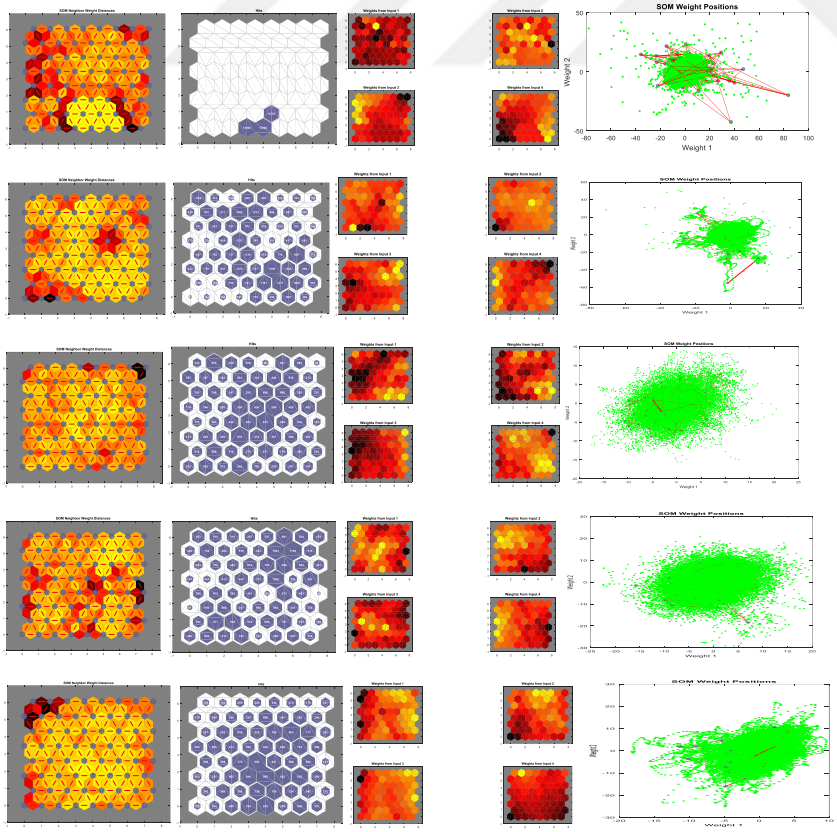
EEG yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde daha önce aktarıldığı üzere, 3 boyutlu bir analiz yönteminin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Katılımcı veya ipucu dikkate alınarak sinyallerin incelenmesi, eeg sinyallerinin zaman içindeki değişimi ve sinyallerin beynin lobları veya kortekslerinde meydana gelen eş anlı aktivitelerin zaman içinde bulunulan ipucuna göre değişimini gösteren elektrotlara ait EEG voltaj değerlerinin birarada incelenmesi gerekliğini doğurmaktadır. Bu çalışmada 35kΩ empedans değeri altında toplanan verilerin, düşük sinyal gürültü oranlı *C3, C4, F3* ve *F4* elektrotlarına ait veriler üzerinde kümelenme ve karar stratejisi analizleri gerçekleştirilmiştir. İlgili kanallarda uzamsal boyutta belirli kümelenmeleri varlığının tespiti böyle bir araştırmanın ön koşulu olmaktadır. Bu amaçla, Matlab R2016a programı kullanılarak SOM kümeleme analizi yapay sinir ağı haritalandırması (Cluster with Self-Organizing Map Neural Network) tekniği ile çalışmada ele alınan 16 adet EEG elektrot içerisinden analizlerimize dâhil edilen 4 adet elektrodun, 250-600 milisaniye aralığındaki tüm ipuçlarına ait *P300* OİP verileri ile ve kümelenme analizi 8x8 topolojik düzlemde gerçekleştirilmiştir. Yapay sinir ağının eğitiminde (training) 200 iterasyon ve 4 öznitelik ile 64'lük bir yapay sinir ağında etkin sonuçlar elde edilmiştir (del R. Millan, v.d., 2002; Ortiz, v.d., 2014; Wang, v.d., 2014). *DBANANA* diziliminde DlPFC ve VlPFC bölgesinde teorik olarak kabul edilen, strateji kullanımı ile bu bölgelere ait EEG OİP'lerin eş zamanlı aktivasyona bağlı ilişkili yapısı, ortaya konulan araştırmanın hipotezine yönelik devam eden analizlerin geçerliliğini desteklemektedir. Aşağıda, Şekil 3.2'de SOM algortimasına konu olan bölgenin kapsama alanı ve Grafik 3.2'de 21 katılımcının, *SOM Komşu Mesafeleri (Neighbor Distances)*, *SOM Örneklem İsabetleri (Sample Hits)*, *SOM Girdi Düzlemleri (Input Planes)*, *SOM Ağırlık Pozisyonları (Weight Positions)* haritalandırma teknikleri ile 4 adet elektroda ait bölgesel aktivitenin ilişkisel yapısı ve kümelenme düzeylerine dair bulguları sunulmuştur. Özellikle SOM Ağırlık Pozisyonları haritası bu elektron grubunda kümelenmenin varlığını göstermiştir. Bu sonuçlar, 4 adet elektrot verisinin bir indeks ile temsil edilerek, uzamsal boyutun bir boyutta incelenmesine imkan suna TBA'ya başvurulmuştur.



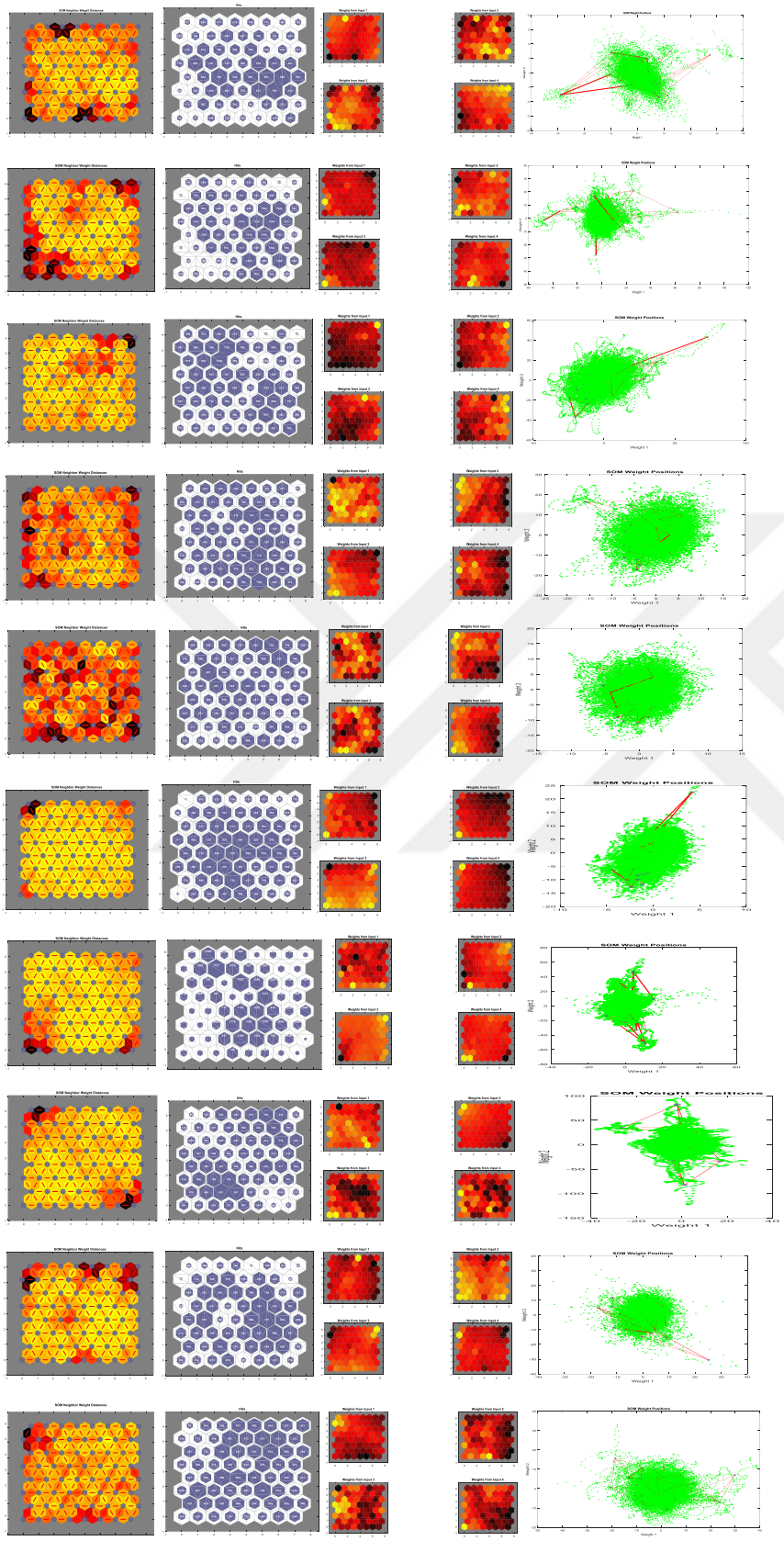
Şekil 3.2. SOM Kümeleme Analizinin Kapsama Alanı ve Yapay Sinir Ağlarının 3 Boyutlu Çalışma Prensibi (Maleki, v.d., 2017).

Grafik 3.2. 21 Katılımcıya ait C3, C4, F3 ve F4 Elektrotlarının Katılımcılar Bazında Yaratılan SOM Algoritma Sonuçları

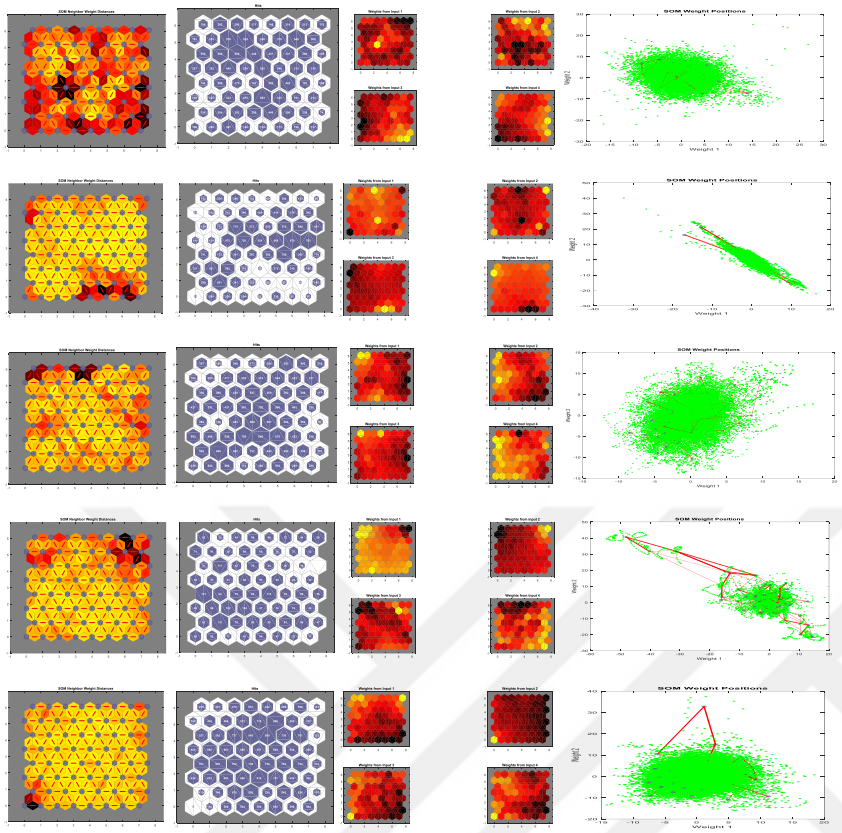
Komşu Mesafeleri Örneklem İsabetleri Girdi Düzlemleri Ağırlık Pozisyonları



Grafik 3.2. (devamı)



Grafik 3.2. (devamı)



SOM algoritması, 21 katılımcıya ait her bir veriden 16 dakika süresince gerçekleştirilen deneyde tüm ipuçları düzeyinde ilgili kortekslerde *C3, C4, F3 ve F4* elektrotlarında istatistiki olarak anlamlı ve gözle görülür kümlenmelerin varlığına işaret etmektedir. Bu durumda, TBA yöntemiyle bu 4 elektrota ait yeni bir endeks değerinin yaratılması anlamlı olduğu görülmektedir. Yeni endeks elektrot verilerinin normal dağılımına yönelik test sonuçları, ortalama veya medyan değerlerine yönelik *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar* Çoklu Karşılaştırma testlerinin yapılması uygun olduğunu göstermektedir.

3.3. Verilerin Normal Dağılım Analizi ve Parametrik Olmayan Çoklu Karşılaştırma Testleri

EEG elektrot değerlerine ait SOM algoritması kümeleme analiz sonuçları bize *C3, C4, F3 ve F4* elektrotlarında ipuçlarına bağlı olarak eş zamanlı bir aktivasyonun bir diğer deyişle anlamlı bir kümlenmenin varlığına işaret etmektedir. Bu aşamada, yaratılan endeks elektrodumuza ait verilerin, normal dağılım serigleyip sergilemediğine dair analizlerin yapılması uygun olacaktır. Zirâ, serilerde normal dağılımın söz konusu olması durumunda parametrik testlerden *ikili örneklem t testinin (paired sample t test)* yapılmasıve sonuçların raporlanaması istatistiki açıdan sorun yaratmamaktadır. Ancak, verilerin normal dağılım sergilememesi durumunda, *t testinin* parametrik olmayan karşılığı *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi*'nin uygulanması uygun

olmaktadır (Wilcoxon, v.d., 1970; Zimmerman, 1998; Rosner, v.d., 2006). Bu aşamada dikkat edilmesi gereken uygulamalardan birisi, *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi p* olasılık değerinin anlamlılığının yorumlanması aşamasında olmaktadır. Tip 1 hata yani çoklu sınamalarda 0.05 olarak belirlenen t testine ait güven aralığı hata payı marjına ait olasılık değerinin her ipucunu temsil eden, örnek olarak 111'den 1611'e kadar olan kısmının 121'den 1621 'e kadar olan kısım ile tek tek eşleştirilerek karşılaştırılması sonucu yarattığı çarpımsal büyüklükle artan hata payını azaltılması gerekliliği olmaktadır. Bu amaçla, literatürde Bonferroni[11] olarak bilinen yöntemle ilgili tez kapsamında Tip 1 hata düzeltilmesi gerçekleştirilmiştir (Nichols ve Hayasaka, 2003; Lehmann ve Romano, 2012).

Bir diğer Tip 1 hata düzeltme yöntemi olarak *Monte Carlo Kümeleme* ile *Permütasyon tabanlı t testi* kullanılmaktadır. Burada iki veya daha fazla grup karşılaştırılırken grup elemanları için bir t eşik değeri belirlenmekte ve anlamlı olan veriler alınmaktadır. Bir sonraki aşamada, veriler satır satır, karşılıklı olarak, yer değiştirilmekte ve bir t değeri kümesi çıkarılmakta ve onbinlerce defa tekrara edilerek elde edilen t değerler kümesinden güven aralıkları belirlenmektedir (Aickin ve Gensler, 1996; Pernet, v.d., 2015; Wichary, v.d., 2017). Birden fazla kanal, ipucu ve zaman boyutlarının varlığında bu yöntem yeterli olabilmektedir. Bu tez kapsamında, STATA analiz program aracılığıyla, F3 F4 C3 C4 kanallarına yönelik TBA yaratılan yeni bir endeks elektrot değişkenine yönelik parametrik olmayan *Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi* uygulanmıştır. Diğer parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testlerinden farklı olarak katılımcıların EEG voltaj ve gecikme değerlerinin grup ortalamalarını karşılaştırmamaktadır. Bunun yerine iki ipucuna ait EEG voltaj ve gecikme değerlerini sıralamakta, iligli değerlerin diğerinden büyük, küçük veya eşit olduğu denemeleri saptamaktadır. Analiz kısmında, bu ve Kruskall Wallis test sonuçlarına dair buglular negatif ve pozitif değerlerin toplam ve ortalama değerleri ayrı tablolar halinde tüm *P300* maksimum ve gecikme değerleri için ayrı ayrı tablo halinde sunulmuştur. Bütün sonuçların özetlendiği Tablo 3.1'de *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi* negatif sıraların katsayısı (T), karşılaştırılan ipucu ve gecikme değerlerinin puanlama sıralarının ortalamalarına ait farklar, p değeri ve r etki büyüklüğü katsayısı raporlanmıştır (Memnun ve Kalaycı, 2006).

Aşağıda ipuçlarının *P300* OİP ve *P300* OİP'lerin gecikme değerlerine ait Normallik dağılım testleri sonuçları gösterilmiştir. *Histogram, varyasyon katsayısı, skewness, kurtosis, detrend, normtest* değişkenleri üzerinden serilerin dağılımlarına yönelik nihai kararlar verilmiştir.

Devam eden kısımlarda, katılımcıların rasyonel ve sezgisel karar stratejilerinin *P300*OİP'lerin değerlendirilmesi yordamıyla belirlenmesi, *karar gecikmesi*, *cinsiyet*, *yaş*, *gelir*,

[11] Bu tez kapsamında incelenen 6'lı grupların 2'li kombinasyonu=15 adet test yapılması sebebiyle oluşacak Tip1 hatanın yanılma payı olarak belirlenen "p" olasılık değerinin 0.05/15=0.0033 olarak güncellenmiştir.

bölüm, *bölümde veya programdaki yıl* değişkenleri ile Ö*zgüven*, *Beck Umutsuzluk* ve *Finansal Okuryazarlık* ölçeklerinden elde edilen tahminciler kullanılmıştır. Ayrıca, her ipucuna ait ayırtedici değer ile strateji türüne ait tahmincilerin *P300* OİP'ler arasında çoklu seviye regresyon modelleri kurularak, katılımcı bilgisi ve alınan ipucu sayısına bağlı olarak gruplar arasında anlamlı farklar olup olmadığına dair analizler sunulmuştur.

Tablo 3.1. EEG Voltaj Değerleri ve Karar Gecikmelerine Ait Normal Dağılım Testleri

Değişken	Histogram	Varyasyon Katsayısı (standard sapma/ortalama <0.3)	Çapıklık Basıklık (2*ÇARPIKLIK) (2* BASIKLIK)	Detrend (örüntü varlığı)	Normallik Testi (p>0.05)
maks1	+	- (0.43)	-(0.15<2.17) -(0.30<37)	-	-(0.00)
latency1	-	-(0.27)	-(0.15<0.54) -(0.30<0.77)	-	-(0.00)
maks2	+	-(0.6)	-(0.15<1.94) -(0.30<20)	-	-(0.00)
latency2	-	-(0.49)	-(0.15<0.78) -(0.30<0.19)	-	-(0.00)
maks3	-	-(0.9)	-(0.15<1.96) -(0.30<25)	-	-(0.00)
latency3	-	-(0.75)	-(0.15<0.26) -(0.30<1.42)	-	-(0.00)
maks4	-	-(1.12)	-(0.15<0.54) -(0.30<0.98)	-	-(0.00)
latency4	-	-(1.08)	-(0.15<0.36) -(0.30<1.53)	-	-(0.00)
maks5	+	-(1.71)	-(0.15<1.40) -(0.30<0.58)	+	-(0.00)
latency5	-	-(1.66)	-(0.15<1.40) -(0.30<0.58)	+	-(0.00)
maks6	-	-(2.8)	-(0.15<2.63) -(0.30<5.74)	-	-(0.00)
latency6	-	-(2.62)	-(0.15<2.39) -(0.30<4.15)	-	-(0.00)

Not: + değerler serinin ilgili test sonucunda normal dağıldığı, - değerler ise serinin ilgili test sonucunda normal dağılmadığına dair bulguları temsil etmektedir.Varyasyon Katsayısı sütunundaki değerler oranlama sonucunda katsayının değerini temsil etmektedir. Çarpıklık ve Basıklık parantez içindeki değerler ilgili standard sapma tablo değerlerinin 2 ile çarpılarak elde edilmekte ve elde edilen değerin istatistik tablo değerin mutlak değerininden büyük olması durumunda normal dağıldığı kabul edilmektedir. Detrend testinde serilerde belirli bir örüntünün (W, S, V vb.) var olmaması durumunda serinin normal dağıldığına karar verilmiştir..Kolmogorov-Simirnov testi gözlem sayısının 50'den fazla olması sebebiyle dikkate alınmıştır. Normallik varsayımına yönelik kararlar ilgili değişkenin + ve – değerleri fazla alması sonucunda ulaşılmıştır.

Normallik dağılımına yönelik uygulanan testlerin tamamı, analize dâhil edilen 12 değişkenin normal dağılma sahip olmadığına işaret etmektedir. Bu sonuçlar, ikili medyan ve ortalama değerlerinin anlamlı farklılığını ortaya koymak ve ikili karşılaştırma testlerinden *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi (ortalama ve medyan)* uygulanmasına imkân sunmaktadır. Normal dağılım göstermeyen serilerde *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi*'nde oluşacak Tip 1

hataya maruz kalınmaması adına, çoklu sınamalarda p=0.05 olarak belirlenen istatistiki hata payına ait olasılık değerinin Bonferroni Düzeltmesi (olasılık değerinin 0.05/15=0.0033 olarak ayarlanmıştır) yapılmış ve ayrıca Monte Carlo Exact (zorlama) testleri uygulanarak sonuçlar tablolaştırılmıştır.

Tablo 3.2. Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi (Bonferroni ve Monte Carlo) p değeri Test Sonuçları

Değişken	**Wilcoxon Testi (Monte Carlo: 2 kuyruklu ve 1 kuyruklu test)**			
	T	**p**	**z**	**r (etki üyüklüğü:Z/$\sqrt{N}$)**
maks1-maks2	304799	0.00	-6.811	-0.21
latency1-latency2	309951	0.00	-7.786	-0.24
maks1-maks3	370382	0.00	-13,15	-0.04
latency1-latency3	376246	0.00	-14.24	-0.44
maks1-maks4	395202	0.00	-18.89	-0.60
latency1-latency4	404066	0.00	-20.00	-0.64
maks1-maks5	468127	0.00	-24.39	-0.76
latency1-latency5	469213	0.00	-24.70	-0.77
maks1-maks6	484084	0.00	-26.34	-0.82
latency1-latency6	486149	0.00	-26.57	-0.83
maks2-maks3	245645	0.00	-8.52	-0.26
latency2-latency3	245192	0.00	-8.76	-0.27
maks2-maks4	298112	0.00	-15.68	-0.5
latency2-latency4	301493	0.00	-16.40	-0.52
maks2-maks5	350284	0.00	-21.88	-0.68
latency2-latency5	351583	0.00	-22.06	-0.69
maks2-maks6	368161	0.00	-24.20	-0.76
latency2-latency6	369400	0.00	-24.47	-0.77
maks3-maks4	169505	0.00	-10.57	-0.33
latency3-latency4	170492	0.00	-11.40	-0.36
maks3-maks5	212793	0.00	-18.18	-0.57
latency3-latency5	212099	0.00	-18.26	-0.57
maks3-maks6	227391	0.00	-21.21	-0.66
latency3-latency6	228314	0.00	-21.50	-0.67
maks4-maks5	95126	0.00	-12.06	-0.38
latency4-latency5	90520	0.00	-11.35	-0.36
maks4-maks6	110241	0.00	-17.14	-0.56
latency4-latency6	108554	0.00	-16.85	-0.53
maks5-maks6	34896	0.00	-10.90	-0.34
latency5-latency6	34205	0.00	-11.04	-0.34

Tablo 3.2'de sunulan kararların gecikmesi (decision latency) ve *P300* OİP'ne (maks) ait serilerin *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi* sonuçlarına göre, ilgili seriler arasında ikili test sınamalarında karşılaştırılan gruplar arasında ortalam ve medyan açısından anlamlı farklar bulunmuştur. *Kruskal Wallis* ve *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar*çoklu karşılaştırma testlerine ait grafiksel sonuçlar ek'ler kısmında detaylı olarak sunulmuştur. Bu aşamada, katılımcıların,

rasyonel ve sezgisel karar stratejileri kullanma sıklık ve durumlarına ait Hiyerarşik Çoklu Seviye regresyon analizlerinin yapılması uygun olacaktır[12].

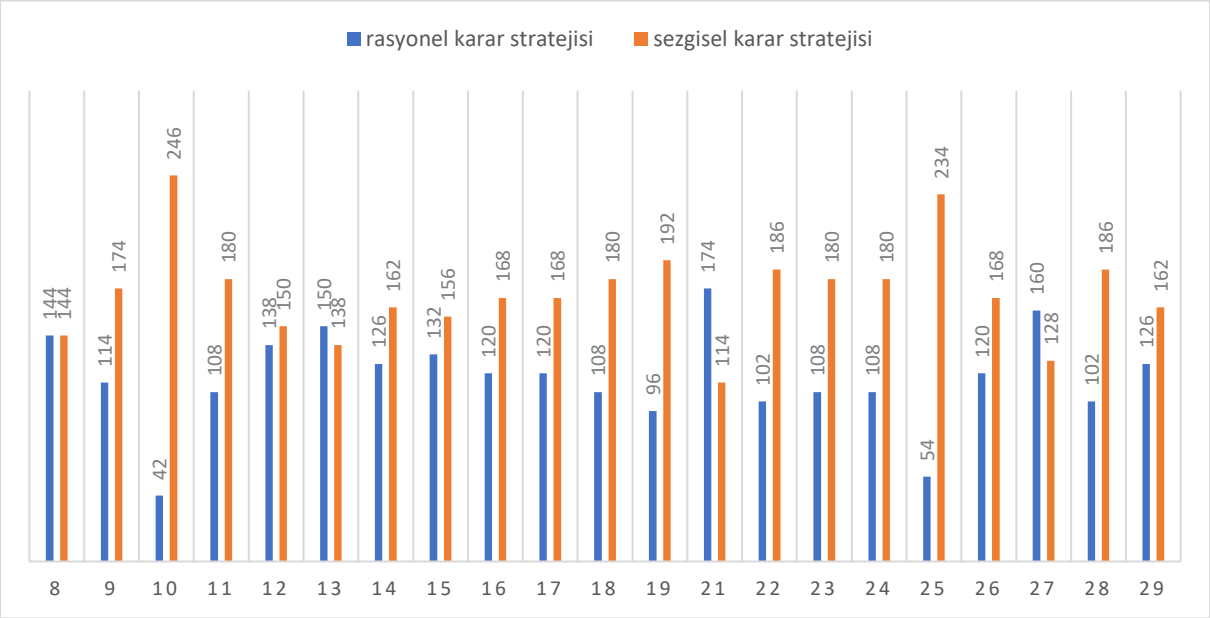
3.4. Hiyerarşik Çoklu Seviye Modeli (Doğrusal Karışık Etkiler Modeli)

Bu çalışma kapsamında sabit etkiler ve rassal etkiler tahmincilerini barındıran modeller ile araştırmacı tarafından en az bir tahmincinin kategorik olarak gruplama veya kümelenmeye yol açtığının tespit edildiği deneysel araştırmalarda, tekli seviye regresyon modelinden daha fazla etkin tahmincilerin varlığına imkân sunan ve son dönemde nöroekonomi, nörofinans, nöropazarlama, davranışsal iktisat ve davranışsal finans alanlarında sıkça kullanılan hiyerarşik çoklu seviye regresyon modellerine başvurulmuştur (Tierney, v.d., 2012; Galecki ve Burzykowski, 2013; Magezi, 2015; Wichary, 2016). Bir önceki bölümde, çoklu karşılaştırma testleri sonuçlarına göre katılımcıların ipuçlarına yönelik olarak OİP'lerine ait çoklu karşılaştırma testlerine dair anlamlı bulgular ele alınmıştır. Bu anlamda, katılımcıların öznitelikleri (kararın gecikmesi, cinsiyet, yaş, gelir, okunulan bölüm, yıl, *Beck Umutsuzluk Ölçek* değeri, *Finansal Okuryazarlık Ölçek* değeri, *Özgüven Ölçek* değeri), ipucunun ayırt edici değeri, karar stratejisi tahmincilerine bağlı olarak *P300* OİP katılımcı ve alınan ipucu sayısına bağlı olarak kümelenmelerin ve ilişkilerin tespiti açısından hiyerarşik çoklu seviye modellerine geçmeden önce, bu ilişkilerin grafik üzerinden görsel olarak tespit edilmesinin doğru bir yaklaşım olacağı düşünülmüştür. Bu amaçla, devam eden kısımda, tahminciler arasındaki ilişkilerden yola çıkarak kümelenmeye bağlı ilişkilerin varlığına dair emareler öncelikle grafikler üzerinden açıklanmaya çalışılacak, sonrasında ise faklı seviyelerde ve yapılarda çoklu seviye modellerine yer verilerek açıklanmaya çalışılmıştır.

Devam eden kısımda, Grafik 3.3'den Grafik 3.23'e kadar olan görseller, Hiyerarşik Çoklu Seviye analizi öncesinde, Level2 gruplandırmasında, katılımcı bilgisi ve alınan ipucu sayısına göre gruplanan katılımcıların ve katılımcılara ait elektrofizyolojik değerlerin, *P300* Amplitüt değeri ile diğer tüm tahminciler arasındaki ilişkinin (regresyon doğrusu aracılığıyla) ve kurulan hiyerarşik modelin anlamlılığının görsel tespiti amacıyla hazırlanmıştır. Matlab Curve Fitting Tool ile çizdirilen grafiklerde, tahmincilerin 3 boyutlu ilişkisel yapıları "Interpolant Cubic" metodu ile araştırılmıştır (Mathews ve Fink, 2004).

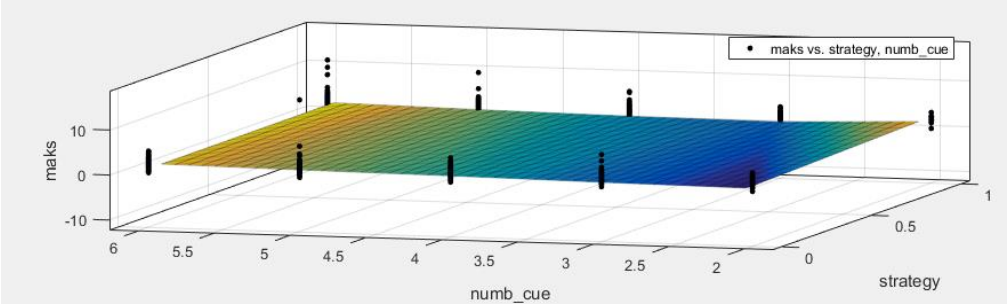
[12] Normallik dağılımı ve Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi sonuçlarına ait grafikler Ek'ler sırasıyla Ek1 ve Ek2 olarak kısmında sunulmuştur

Grafik 3.3. Katılımcıların Rasyonel ve Sezgisel Strateji Kullanım Dağılımı

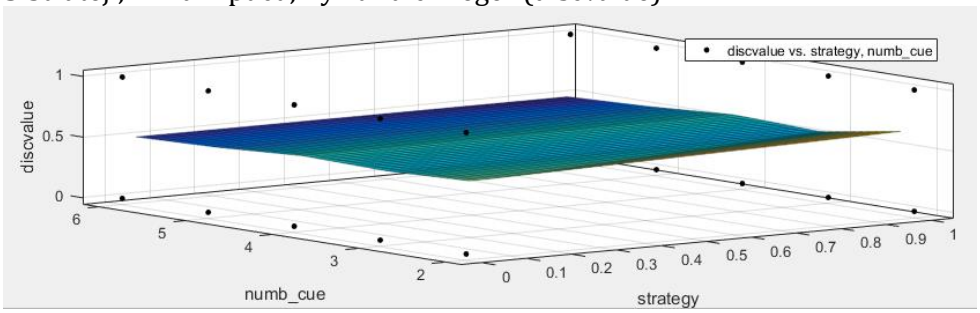


Grafik 3.3'de katılımcıların ağırlıklı olarak sezgisel strateji kullandıkları görülmektedir. Katılımcıların, toplamda 2452 kararda, tüm kararların %40'ında rasyonel karar stratejisi uyguladığı, toplamda 3596 kararda ise, tüm kararların %60'ında, sezgisel karar stratejisine başvurdukları gözlenmiştir. Bu durum, evrensel ipucu değerlerine göre azalan bir şekilde sunulan ipuçlarına eşit düzeyde *P300* OİP ile yanıt vermedikleri, nihai ipuçlarını daha az voltaj değeri ile ağırlıklandıkları, Dolar/TL paritesinin yönü hakkında tahminler sunan teknik göstergelerin tahminlerinden ziyade içgüdüleri ile sezgisel olarak karar verdikleri görülmektedir. Devam eden grafiklerde, katılımcıların öznitelikleri ve ipuçlarının niteliklerine dair oluşturulan tahmincilerin, birbirleri ile olan ilişkileri grafikler aracılığıyla görselleştirilmiş ve hiyerarşik çoklu seviye modellerine aitanalizler, analiz bulguları ve bulgulara yönelik açıklamalar sunulmaktadır.

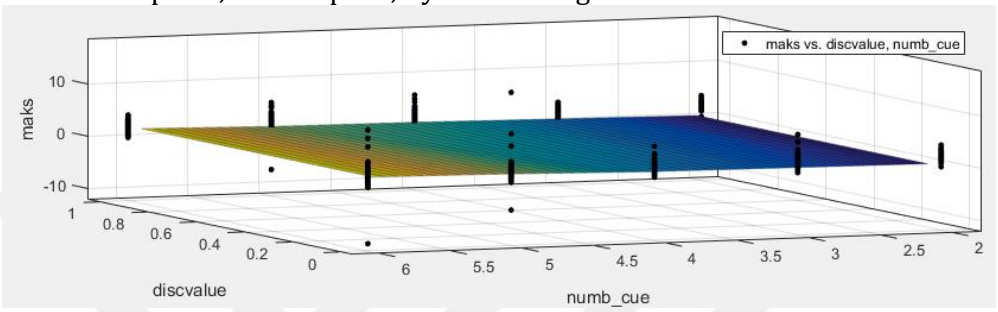
Grafik 3.4. Strateji (Rasyonel ve Sezgisel) (strategy), Alınan İpucu Sayısı (numb_cue), P300 Amplitüt (maks)



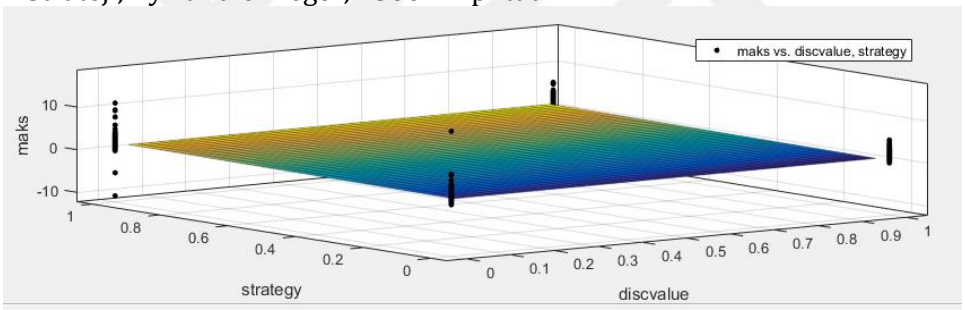
Grafik 3.5. Strateji, Alınan İpucu, Ayırt Edici Değer (discvalue)



Grafik 3.6.P300 Amplitüt, Alınan İpucu, Ayırt Edici Değer



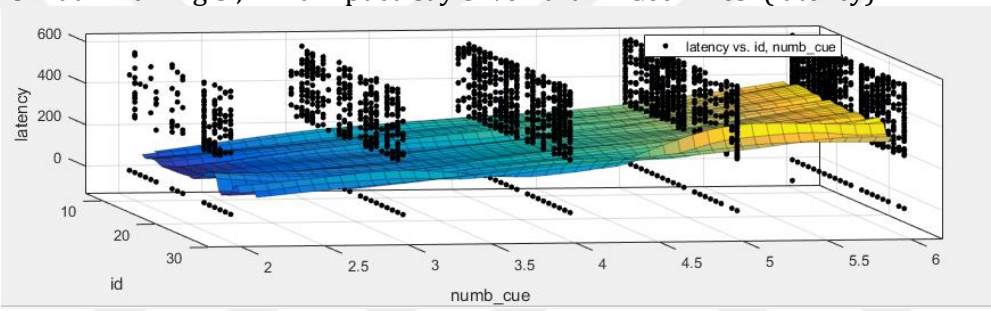
Grafik 3.7. Strateji, Ayırt Edici Değer, P300 Amplitüt



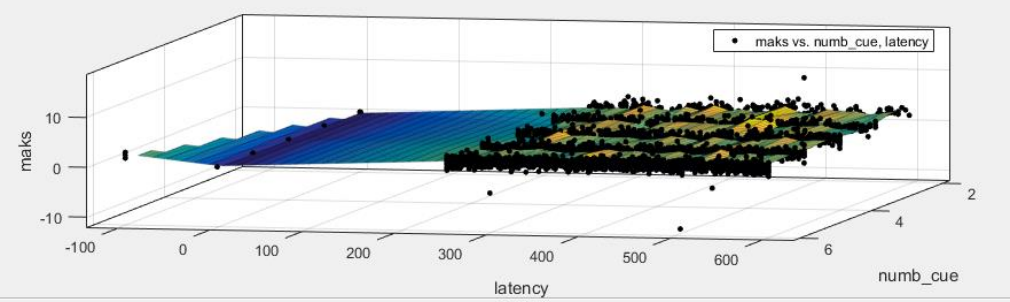
Grafik 3.4'de, katılımcıların genelinde, alınan ipucu sayısının 2 ile 3 aralığında, ve rasyonel karar stratejisinin kullanıldığı durumlar ile nispeten daha fazla ipucunun alındığı ve sezgisel karar stratejisinin benimsendiği kararlarda amplitüt olarak daha yüksek *P300* OİP'li gözlenmiştir. 2 ile 3 aralığında ipucu alınarak verilen kararlarda ortalama 103 rasyonel ve 184 sezgisel karar stratejisi kullanılırken, 4 ile 6 arasında ipucunun alındığı kararlarda ortalama 123 rasyonel ve 164 sezgisel karar stratejisinin kullanıldığı görülmüştür. Katılımcıların geneline bakıldığında, rasyonel karar stratejisi kullanımında ortalama 5 ipucu ile karar verilirken, sezgisel karar stratejisinde ortalama 4 ipucu alınarak karar verilmiştir. Dolayısıyla, alınan kararlar ile birlikte daha fazla ipucu kullanımı, artan eğimli *P300* EEG bileşeni amplitüt seviyelerinin gözlenmesine, RAEK ve SEİS teorik varsayımları ile uygun sonuçlar elde edilmesine imkân sunmuştur. Devam eden grafiklerde, katılımcıların öznitelikleri ile alınan ipucu sayısına göre genel değerlendirmeler yapılmıştır. Grafik 3.5'de ipucunun ayırt edici nitelikte olması, ipucunun evrensel geçerlilik değeri ile birlikte katılımcıların daha az ipucu alarak daha fazla rasyonel kararlar vermesine imkân sağladığı görülmüştür. Bu hem mantıksal açıdan hemde senaryomuzda kullanılan ve ipucu

değerine göre sıralanan teknik analiz göstergelerinin evrensel geçerliliğinin yüksek olduğunun ispatı ve sağlaması niteliğindedir. İpucu değeri ile alınan ipucu sayısının artması daha yüksek *P300* bileşenine neden olurken, bu durum rasyonel ve sezgisel karar stratejilerinin varsayımları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Grafik 3.6'ya göre sezgisel karar stratejisi kullanımında ipucu değerinin etkisinin olmadığı, rasyonel karar stratejisinde azalan ipucu ile birlikte *P300* bileşeninde artışlar gözlenmiştir. Bu durum, azalan geçerlilik değeri ile ekranda gösterilen teknik analiz indikatör ipuçlarının sırası ile değerlendirildiğinin veya bir diğer deyişle ağırlıklandırıldığının nörolojik olarak ispatı niteliğinde olmuştur. Grafik 3.7'ye göre, rasyonel karar stratejisini ağırlıklı kullanan katılımcıların, tüm ipuçlarına eşit veya artan düzeyde önem atfederek birikimsel ipucu değeri üzerinden kararlar aldığı yine araştırmanın bulguları arasında yer almıştır.

Grafik 3.8. Katılımcı Bilgisi, Alınan ipucu sayısı ve Kararın Gecikmesi (latency)

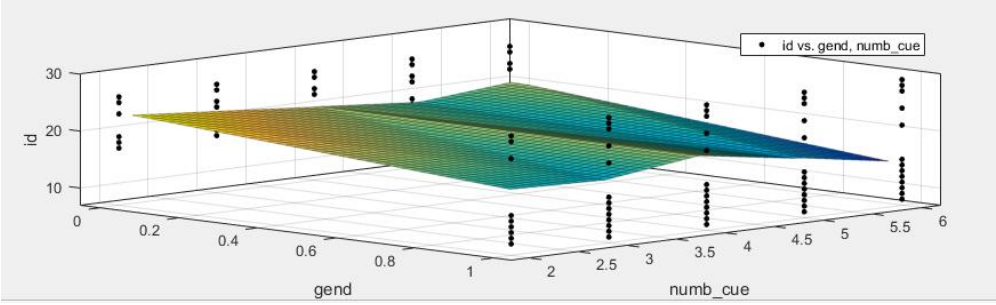


Grafik 3.9. P300 Amplitüt, Karar Gecikmesi, Alınan İpucu Sayısı



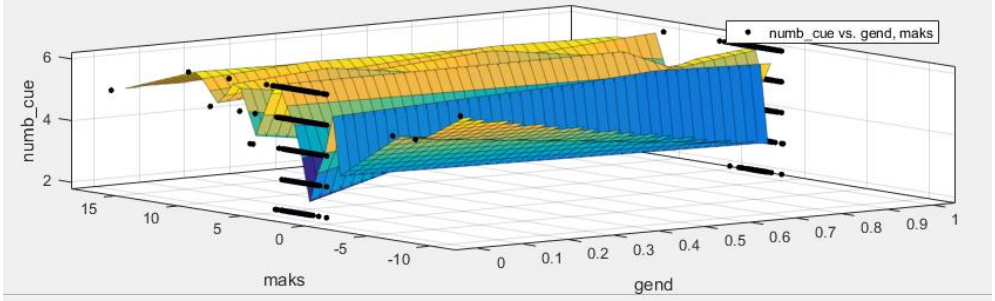
Grafik 3.8 ve Grafik 3.9'da, katılımcıların farklı ipıucu düzeylerinde, alınan ipucu sayısı ile kararın gecikmesi arasında belirgin ilişki görülmektedir. Grafik 9 'da ise yine *P300* Amplitüt ile kararın gecikmesi arasında belirgin pozitif ilişki görülmektedir. Bu durumun alınan ipucu sayısının artması ile karar verme sürelerinin uzaması ve *P300* dalgasındaki gözlemlenen belirgin artış, katılımcı bazında verilen kararın tutarlılığı ile ilgili önemli ipuçları sunmaktadır. Ayrıca, Grafik 3.8 ile Grafik 3.9'da, farklı ipucu sayıları arasındaki anlamlı farklılık çoklu seviye modellerin uygulanmasının metodolojik anlamda geçerli ve anlamlı bir karar olduğunun ve kümelenme etkilerinin dikkate alınmasının gereklilğine işaret etmektedir.

Grafik 3.10. Cinsiyet (gend) , Katılımcı Bilgisi, Alınan İpucu Sayısı



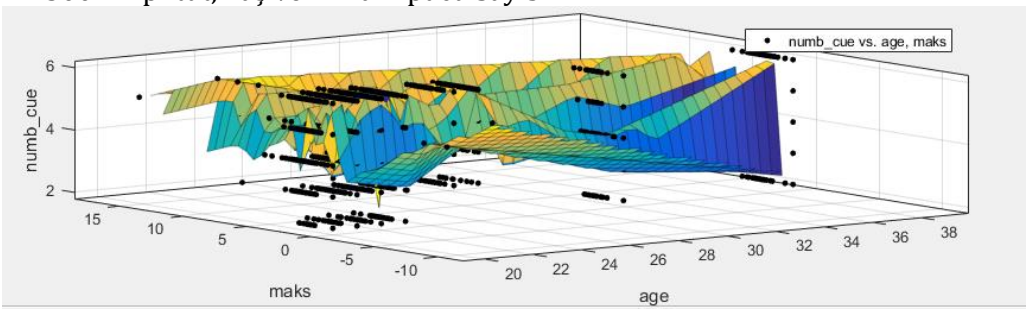
Grafik 3.10'da görüleceği üzere, kadın katılımcıların (0 kodlu grup) ortalama 1.87 özgüven ölçeği puanı ile daha az ipucu alarak karar verdikleri (yaklaşık ortalama 4), erkek katılımcıların (1 kodlu grup) 1.77 özgüven ölçeği puanı ile diğer gruba göre daha az ipucu alarak (yaklaşık ortalama 5) karar verdikleri gözlenmektedir. Bu durum, erkek katılımcıların verecekleri kararlarda daha emin olmak istediklerinin bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır. Bu bilgiler çoklu seviye regresyon modellerinin kullanılmasının uygun olacağına işaret etmektedir.

Grafik 3.11. P300 Amplitüt, Cinsiyet ve Alınan İpucu Sayısı



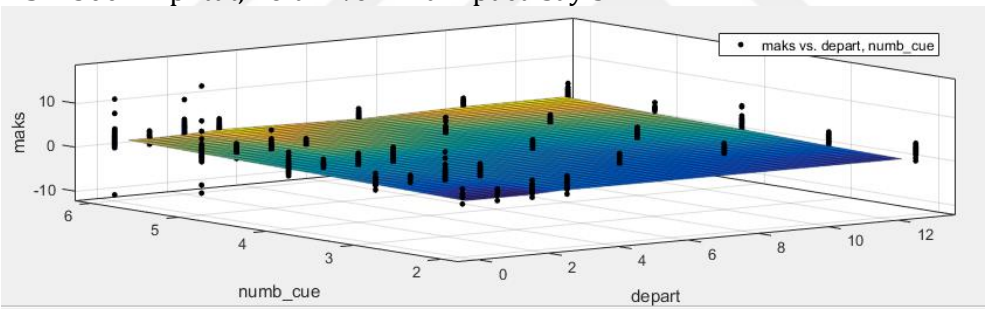
Alınan ipucu sayısına göre erkek katılımcıların, kadın katılımcılara göre daha fazla ipucu almak suretiyle karar verdikleri bir önceki grafikde gösterilmiştir. Grafik. 3.11'de kadın katılmcıların daha az ipucu alarak karar verdikleri, erkek katılımcıların (1 kodlu grup) ise daha çok ipucu ile karar verdikleri gözlenmektedir. Kadın katılımcıların ortalama 103 kararda rasyonel ve yine ortalama 184 karar da sezgisel karar stratejisi ile karar verdikleri gözlenmektedir. Erkek katılımcıların ise ortalama 124 kararda rasyonel, 163 kararda sezgisel karar stratejisi ile karar verdikleri gözlenmektedir.

Grafik 3.12. P300 Amplitüt, Yaş ve Alınan İpucu Sayısı



Grafik 3.12'de yaş ile alınan ipucu arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki görülmektedir. Yaşı daha ileri olan katılımcıların (doktora ve yüksek Lisans programlarından birisinde eğitim gören katılımcıların), daha az ipucu alma eğilimi sergiledikleri görülmektedir. 20-23 yaş arası katılımcıların ortalama 5 ipucu ile karar verdikleri gözlenmektedir. 25-39 yaş arası katılımcıların ise ortalamada 4 ipucu ile karar verdikleri gözlenmektedir. Bu farklılıkların, kişilik özelliklerinden kaynaklı olması ihtimali sebebiyle, ele alınan ölçekler bazında değerlendirmeler yapılmıası bu aşamada uygun görülmektedir. Örnek olarak, ilk yaş grubunda 1,82 olan özgüven düzeyi 1,94 umutsuzluk düzeyi ve 2,23 olan finansal okuryazarlık düzeyi ile ikinci yaş grubundaki katılımcılarda 1,75 özgüven düzeyi, 1,75 umuztsuzluk düzeyi ve 2,25 olan finansal okuryazarlık düzeylerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. İkinci yaş grubundaki katılımcıların, ilk yaş grubundaki katılımcılara göre daha fazla sezgisel karar verdikleri gözlenmiştir EEG amplitüt düzeyindeki değişimleri destekler biçimde, İlk yaş grubundaki 17 katılımcının ortalama 117 kararda rasyonel karar ve 170 kararda sezgisel karar stratejisi kullandıkları, ikinci yaş grubundaki 4 katılımcının 112 kararda rasyonel karar ve 175 kararda sezgisel karar stratejisi kullandıkları gözlenmiştir.

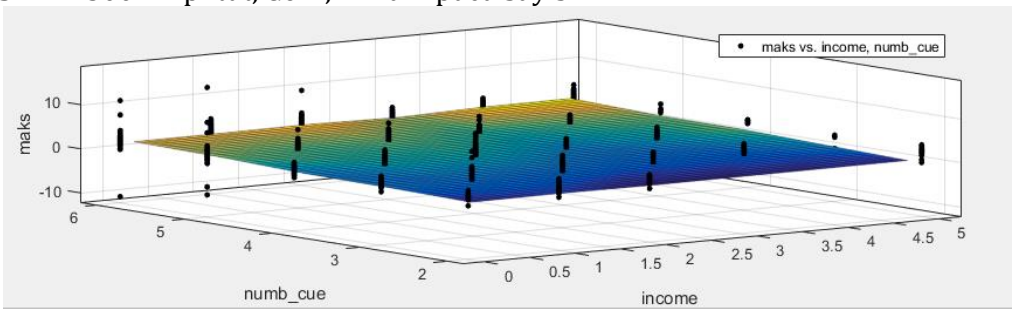
Grafik 3.13. P300 Amplitüt, Bölüm ve Alınan İpucu Sayısı



Grafik 3.13'de okunulan lisans, yüksek lisans ve doktora programına göre alınan ipucu sayısı ile *P300* amplitüt arasındaki ilişki incelenmiştir. Yüksek lisans ve doktora programlarında okuyan katılımcıların daha fazla ipucu alarak, daha yüksek amplitüt ile *P300* EEG bileşenine sahip oldukları görülmüştür. Lisans düzeyindeki katılımcıların ortalama 4 ipucu alarak, 120 kararda rasyonel ve yine ortalama 167 kararda sezgisel karar stratejisine başvurdukları gözlenmiştir. Yüksek lisans ve doktora düzeyindeki katılımcıların 3 ipucu ile ortalama 92 kararda rasyonel, 196 kararda ise sezgisel karar stratejisini kullandıkları gözlenmiştir. Yüksek Lisans ve Doktora düzeyinde karar vericilerin kendine güven ölçeğinde 2, umutsuzluk ölçeğinde 1.66 ve finansal okuryazarlık ölçeğinde 2.33 ile lisans düzeyindeki katılımcılara göre, kendine güven ölçek değeri 1.77, umutsuzluk ölçek düzeyi 1.94, finansal okuryazarlık ölçeğinde 2.22 değeri, daha fazla sezgisel stratejiye başvurmalarını açıklayan ve destekleyen nitelikte bulgular olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, elbetteki sosyoekonomik faktörler ve yaşamsal tecrübenin de etkisini göz alınarak değerlendirildiğinde, Yüksek Lisans ve doktora yapan katılımcıların,

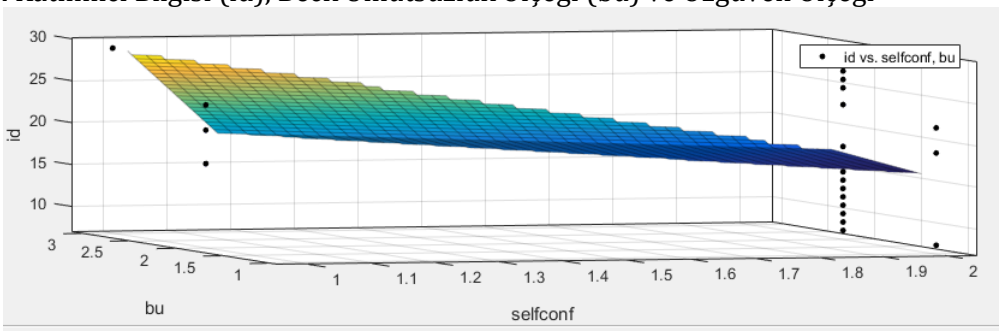
kararlarına daha fazla güvendiği, gelecek riskleri üstlenebildikleri söylenebilmektedir. Bu çalışmada, etik kurallar gereğince ödül ve cezanın senaryoya dâhil edilememesine rağmen, kararlardaki bu anlamlı farklılıkların varlığı, senaryonun farklı versiyonlarında da aynı sonuçların gözlenmesini mümkün kılacağı düşünülmektedir.

Grafik 3.14. P300 Amplitüt, Gelir, Alınan İpucu Sayısı

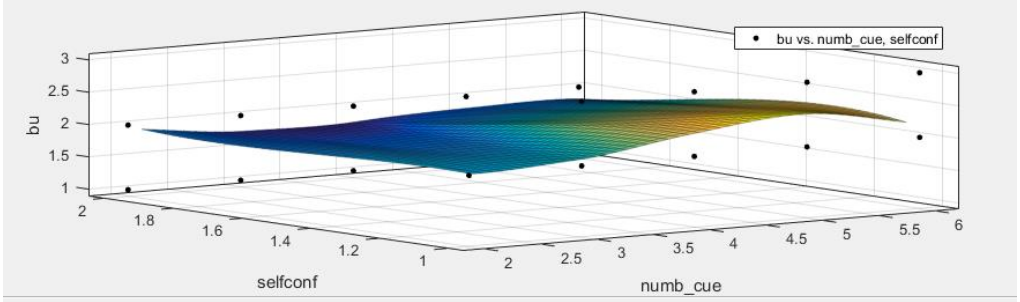


Grafik 3.14'de gelir düzeyi ile *P300* EEG bileşeni ve alınan ipucu arasındaki ilişkiler gösterilmiştir. Daha önce aktarıldığı üzere, etik kurallar gereği ödül ve cezanın olmadığı bu çalışmada, gelir düzeyindeki azalış ile alınan ipucu sayısını ve EEG bileşenini amplitüt değeri anlamlı biçimde artış eğilimi sergilediği gözlenmiştir. Her gelir düzeyinde alınan ipucu sayısındaki artış ile *P300* bileşeni arasında belirgin bir pozitif ilişki gösterilmiştir. 0 ile 2000 TL arasında gelir düzeyi olan katılımcıların, ortalama 4 ipucu alarak, 120 rasyonel ve 167 sezgisel karar stratejisine başvurdukları gözlenmiştir. 2000 ve üzeri gelir düzeyine sahip katılımcıların ortalama 4 ipucu alarak ortalama 78 kararda rasyonel, ortalama 210 kararda ise sezgisel karar strajisine başvurdukları gözlenmiştir. Dolayısıyla, gelir düzeyindeki azalma ile daha fazla ipucunun alınmasına, her ipucuna daha yüksek *P300* bileşeni ve daha fazla rasyonel karar stratejisinin kullanılmasına neden olduğu söylemek mümkündür.

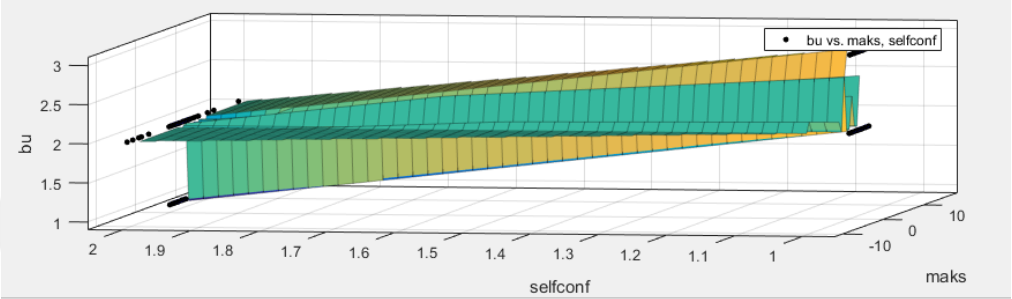
Grafik 3.15. Katılımcı Bilgisi (id), Beck Umutsuzluk Ölçeği (bu) ve Özgüven Ölçeği



Grafik 3.16. Alınan İpucu, Beck Umutsuzluk Ölçeği ve Özgüven Ölçeği

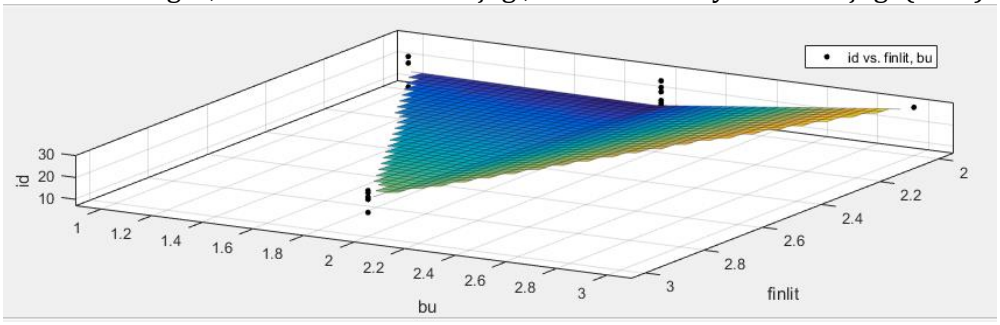


Grafik 3.17. P300 Amplitüt, Beck Umutsuzluk Ölçeği ve Özgüven Ölçeği

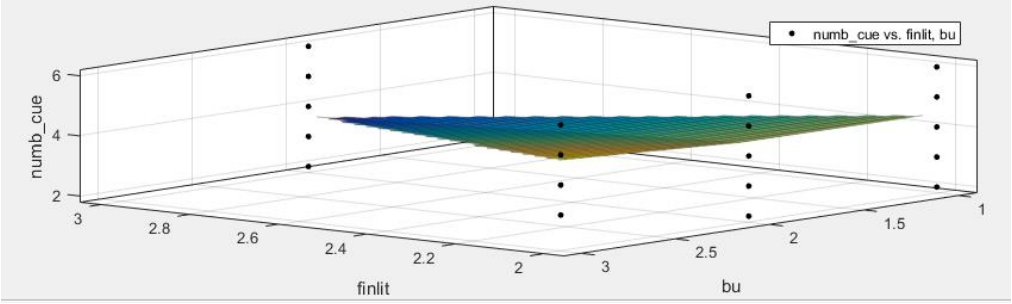


Çalışmanın bir diğer önemli bulgusu, *Beck Umutsuzluk ölçeği* ile *Özgüven Ölçeği* sonuçları arasında gözlemlenen negatif ilişkidir. Bu sonuçların yorumlanması sosyologların ve psikologların alanına girmesine rağmen, genel anlamda finansal piyasalarda yatırım yapan kişilerde, yatırım ufkuna dair, kısa ve orta vadeli getiri beklentilerinin ön planda olduğu ve bu vadelerde bireylerin kendinden emin bir biçimde pozisyonlar açabildiklerinin bir ispatı niteliğinde sayılmaktadır. Uzun vadeli yatırım stratejilerinin başta taşıma maliyeti olmak üzere diğer birçok sistemik ve sitematik risk unsurlarına katlanmaktan kaçındıkları söylenebilmektedir. Grafik 3.16'da görüldüğü üzere, daha düşük özgüven ölçek değeri ile daha yüksek umutsuzluk düzeyi daha fazla ipucu alınmasına neden olmuştur. Sonuçta, Grafik 3.17'de, daha çok ipucu daha yüksek *P300* amplitütü değeri ile oluşmuştur. Katılımcıların, daha düşük özgüven düzeyi (1) ile daha yüksek umutsuzluk ölçek değeri (3) ortalamada 5 ipucu ile 126 rasyonel karar ve 162 sezgisel karar stratejisine başvurduğu gözlenmiştir. Yüksek özgüven ve düşük umutsuzluk ölçek değerlerinde katılımcıların, ortalamada 4 karar ile 113 rasyonel 174 sezgisel karar stratejisine, ilk gruba göre daha fazla sezgisel strateji, başvurduğu gözlenmiştir.

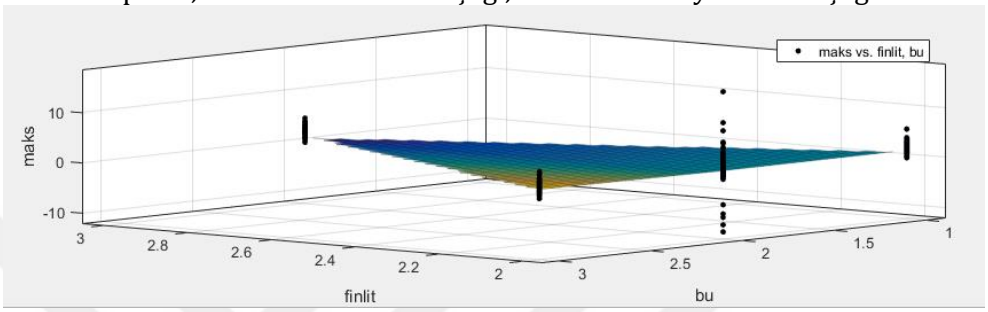
Grafik 3.18. Katılımcı Bilgisi, Beck Umutsuzluk Ölçeği, Finansal Okuryazarlık Ölçeği (finlit)



Grafik 3.19. Alınan İpucu, Beck Umutsuzluk Ölçeği, Finansal Okuryazarlık Ölçeği

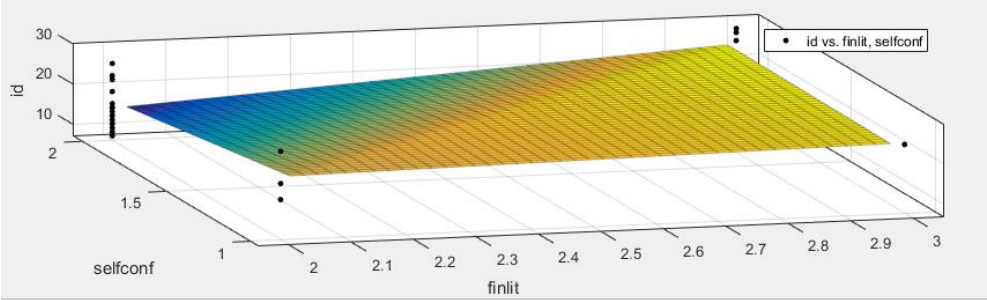


Grafik 3.20. P300 Amplitüt, Beck Umutsuzluk Ölçeği, Finansal Okuryazarlık Ölçeği

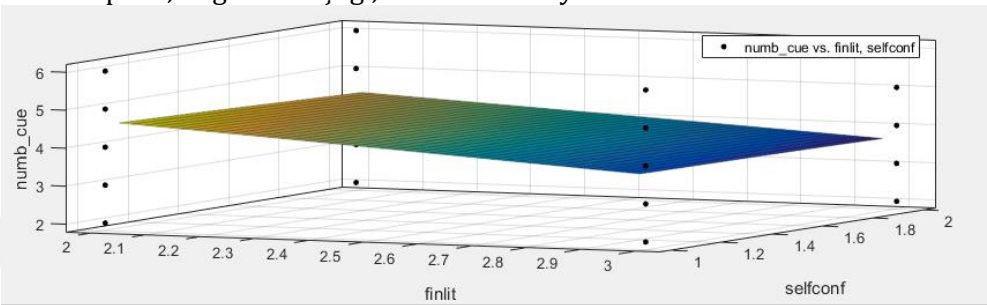


Grafik 3.18, Grafik 3.19 ve Grafik 3.20'de, 1 ve 2 arasında umutsuzluk düzeyine sahip katılımcılarda, umutsuzluk ölçek değerindeki artış, finansal okuryazarlık düzeyindeki artışa paralel iken, 2'den 3'e doğru bir umutsuzluk düzeyindeki artış beraberinde düşük finansal okuryazarlık seviyesine neden olduğu gözlenmiştir. Bu anlamda, orta düzey umutsuzluğa sahip bireylerin finansal kararlarına yön vermek için bütçe ve planlama falliyetlerine özen gösterdikleri söylenebilmektedir. Daha düşük finansal okuryazarlık ile artan umutsuzluk düzeyinin daha fazla ipucu alınmasına neden olduğu görülmüştür. 2 ve 3 düzeyinde umutsuzluk ölçek değerine sahip ve 2 düzeyinde finansal okuryazar olan grubun ortalama alınan ipucu sayısı 4 iken, ortalama 106 kararda rasyonel ve ortalama 181 kararda sezgisel stratejiye başvurduğu, nispeten daha yüksek okuryazarlık ve düşük umutsuzluk düzeyine sahip kişilerde ortalama alınan ipucu sayısı 3 iken ortalama 121 kararda rasyonel 166 kararda sezgisel karar stratejisi tercih edilmiştir. Finansal okuryazarlık düzeyinin artması ve umtusuzluk düzeyinin düşmesi daha fazla rasyonel karar stratejisinin tercih edilmesine neden olmuştur. Bu durum sezgisellik kullanımının azalması ve her ipucuna eşit düzeyde önem veren rasyonel stratejinin kullanıldığının bir göstergesi olarak, bir önceki açıklamada yer alan strateji kullanımının bağlı olduğu umutsuzluk düzeyi ile finansal okuryazarlık seviyesine ait açıklamaların ispatı niteliğinde olmuştur. Umutsuzluk düzeyinin artması ve finansal okuryazarlık düzeyinin azalması ile ipuçlarına gelen *P300* sinyalinin amplitüt değerinde artışlar gözlenmiştir.

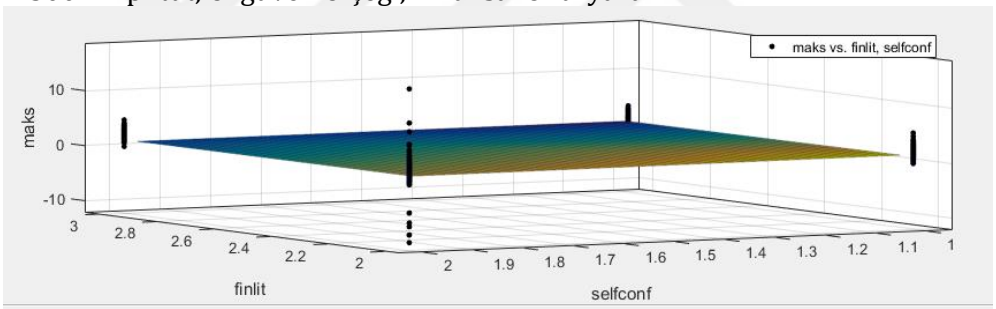
Grafik 3.21. Katılımcı Bilgisi, Özgüven Ölçeği, Finansal Okuryazarlık



Grafik 3.22. Alınan İpucu, Özgüven Ölçeği, Finansal Okuryazarlık



Grafik 3.23. P300 Amplitüt, Özgüven Ölçeği, Finansal Okuryazarlık



Grafik 3.21 ve Grafik 3.22'de finansal okuryazarlık ile özgüven ölçek değerlerinin katılımcılar arasındaki gelişimi gösterilmektedir. Bu grafiklerde, finansal okuryazarlık ölçeğinde yüksek düzeylerin özgüven ölçeğinde de yüksek seviyelere denk geldiği görülmüştür. Her ne kadar bu analiz aralarında nedensel bir ilişkinin varlığı için yetersiz olsa da iki tahmincinin karar stratejilerinde ki rolünün çarpımsal olarak pozitif olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, bir altta Grafik 3.22'de sağlama niteliğinde desteklenmiştir. Alınan ipucu sayısı, finansal okuryazarlık düzeyinin azalması ve özgüven düzeyindeki azalma ile belirgin biçimde artmaktadır. Bilgi ve özgüven anlamında yetersizlik genel anlamda kara verebilmek için daha fazla ipucu alınmasına neden olmuştur. Finansal okuryazarlık düzeyinin ve özgüven ölçek değerinin yüksek olduğu durumlarda ortalama 3 ipucu ile yine ortalama 106 rasyonel karar stratejisi kullanılırken ortalama 182 sezgisel karar stratejisi kullanılmıştır. Bu durum düşük finansal okuryazarlık ve düşük özgüven ölçek değeri durumunda alınan ipucu sayısı ortalama 5'e çıkarken, ortalamada 140 rasyonel ve 148 sezgisel karar stratejisi kullanılmıştır. Yüksek finansal okuryazarlık ve

yüksek özgüven ölçek değeri daha fazla sezgisel kararlara başvurduldulduğunu göstermektedir. Bu durum alınan ipucu sayısı ile ilgili yapılan açıklamaların sağlaması niteliğindedir. Grafik 23'de daha düşük okuryazarlık ile özgüven ölçeği değerlerinde ilgili ipuçlarına yönelik *P300* amplitütünde yükseliş eğilimleri görülmüştür. Bu durum, yukarıda düşük finansal okuryazarlık ve düşük özgüven ölçeği değerine sahip katılımcıların daha fazla rasyonel karar stratejisi kullandığının ispatı niteliğinde olmuştur. Zirâ, bu gruptaki katılımcıların, her ipucuna eşit ağırlıklı önem verdiğinin ve RAEK'in teorik varsayımları ile uygulamanın tutarlılığını temel göstergesi olmuştur.

Grafiksel açıklamaların tamamı, kişi ve alınan ipucu sayısına göre sınıflandırma yapılmasının ve Hiyerarşik Çoklu Seviye modellerinin *P300* EEG bileşenini açıklamada hatalı test istatistiklerinden kurtulmak ve sapmasız tahminciler yaratmak adına en etkin yöntem olduğunu ortaya koymaktadır**.**

Çoklu Seviye Regresyon analizlerini sıradan regresyon modellerinden ayrıştıran en önemli husus, verilerin belirli kümelenmeler sergilemesi durumunda, bu kümelemelerin dikkate alınarak etkin, tutarlı ve sapmasız tahminciler yaratılması olmaktadır. Bu durumda herbir seviyede, veride ki kümelenmeleri dikkate alan modellerin kurulması, t istatistiklerinin, standard sapma değerlerinin ve dolayısıyla parametre tahminlerinin yanlı olmasının önüne geçmektedir. Aşağıda katılımcı bilgisi (id) Level1 kümelenme ve simülasyon boyunca alınan ipucu sayısına göre Level2 kümelenmesine ait modeller formülize edilmiş ve tanımlanmıştır. Katılımcıların ilgili ipuçlarına yönelik *P300* OİP'ni tahminleme aşamasında, karar gecikme süresi (latency), cinsiyet (gender), yaş (age), okudukları bölüm (depart), kaçıncı sınıf oldukları (year), aylık gelir düzeyleri (income), özgüven (selfconf) ölçek değeri, *Beck Umutsuzluk Ölçek* değeri (BU), *Finansal Okuryazarlık Ölçek* değeri (finlit) Level1 tahmincileri olarak kullanılmıştır. Level2 'de ipucuna ait ayırtedici değer (discvalue) ve karar stratejisi (RAEK=1, SEİS=0) seviyeler arası açıklayıcı değişken olarak kullanılmışıtr. Strateji kullanımına bağlı olarak Level1 değişkenlerinin EEG voltajı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bir diğer ifadeyle, bireysel etkenleri temsil eden değişkenlere ait eğim katsayısının, *P300* OİP üzerindeki farklı düzeydeki etkilerinin, kullanılan strateji türüne bağlı olup olmadığı açıklanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, sabit etkili modelden başlamak üzere iki seviyeli çoklu değişkenli modellerden oluşan bir dizi Çoklu Seviye Regresyon modelleri ve test sonuçları sunulmuştur.

Model 1: Varyans Bileşenleri Modeli-Ortalama ve Tahmincinin Dâhil Edilmediği Sabit Etkili Model

Bu temel model Hiyerarşik ÇokluSeviye Regresyon modelinin gerekliliğini tespitine dair bulgular sunmak üzere tasarlanmıştır.

$$maks_{ij}=\beta_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (25)$$

$$\beta_{0j}=\gamma_{00} + \mu_{0j} \quad (26)$$

Bileşik Model:

$maks_{ij}=\gamma_{00} + \mu_{0j}+ \varepsilon_{ij}$ (27)

Model 2: Sabit Etkiler Tahmincili ve Rassal Olarak Değişen Ortalamalara Sahip İki Seviyeli Model

P300 OİP'lerinin kişilik özellikleri, sosyoekonomik göstergeler ile çalışmada uygulanan ölçeklerin yannı sıra ve karar verme aşamasında yaşanan gecikmeler ile kontrol edildiği bir model olarak tasarlanmıştır.

Level1 tanımlayıcısı= id (katılımcı)

Level2 tanımlayıcısı = numbcue (alınan ipucu sayısı)

Level1 çıktısı (katılımcı level)=maks

Level1 tahmileyicileri= latency, gender, age, depart, year, income, selfconf, bu, finlit

$maks_{ij}=\beta_{0j}+ \beta_{1j}Latency_{ij}+ \beta_{2j}Gender_{ij} +\beta_{3j}Age_{ij}+ \beta_{4j}Depart_{ij}+\beta_{5j}Income_{ij}+\beta_{6j}SelfConf_{ij}+$

$\beta_{7j}BU_{ij} +\beta_{8j}FinLit_{ij} +\beta_{9j}Year_{ij}+ \varepsilon_{ij}$ (28)

$\beta_{0j}=\gamma_{00} + \mu_{0j}$ (29)

$\beta_{kj} = \gamma_{k0}$ (k=1:9) (30)

Bileşik Model:

$maks_{ij}=\gamma_{00} + \mu_{0j}+ \gamma_{10}Latency_{ij}+ \gamma_{20}Gender_{ij} +\gamma_{30}Age_{ij}+$

$\gamma_{40}Depart_{ij}+\gamma_{50}Income_{ij}+\gamma_{60}SelfConf_{ij}+ \gamma_{70}BU_{ij} +\gamma_{80}FinLit_{ij} +\gamma_{90}Year_{ij}+ \varepsilon_{ij}$ (31)

Model 3: Sabit Etkiler Tahmincili, Rassal Olarak Değişen Ortalamalara ve Tahmincilere Sahip İki Seviyeli Model

Model 3, *P300* OİP'nin, Level2 tahmincileri olarak, ipucuna ait ayırtedici değer ile katılımcının RAEK ile SEİS kullanımı ile modelde ikinci seviye kümelenmeyi temsil edecek şekilde verilerin sınıflanlandırılabileceği, daha dışsal açıklayıcı değişkenlerin olduğu bir model olarak tasarlanmıştır.

Level1 tanımlayıcısı= id (katılımcı)

Level2 tanımlayıcısı = numbcue (alınan ipucu sayısı)

Level1 çıktısı (katılımcı level)=maks

Level1 tahmileyicileri= latency, gender, age, depart, year, income, selfconf, bu, finlit

Level2 tahminleyicileri = discvalue, startegy

$maks_{ij}=\beta_{0j}+ \beta_{1j}Latency_{ij}+ \beta_{2j}Gender_{ij} +\beta_{3j}Age_{ij}+ \beta_{4j}Depart_{ij}+\beta_{5j}Income_{ij}+$

$\beta_{6j}SelfConf_{ij}+ \beta_{7j}BU_{ij} +\beta_{8j}FinLit_{ij} +\beta_{9j}Year_{ij}+ \varepsilon_{ij}$ (32)

$\beta_{0j} = \gamma_{00}+\gamma_{01}DiscValue +\gamma_{02}Strategy+ \mu_{0j}$ (33)

$\beta_{kj} = \gamma_{k0}$(k=1:9) (34)

Bileşik Model:

$maks_{ij}=\gamma_{00}+\gamma_{01}DiscValue+\gamma_{02}Strategy+\mu_{0j}+\gamma_{10}Latency_{ij}+\gamma_{20}Gender_{ij}+\gamma_{30}Age_{ij}$
$+\gamma_{40}Depart_{ij}+\gamma_{50}Income_{ij}+\gamma_{70}BU_{ij}+\gamma_{80}FinLit_{ij}+\gamma_{90}Year_{ij}+\varepsilon_{ij}$ (35)

Model 4: Sabit Etkiler Tahmincili, Rassal Olarak Değişen Ortalamalara, Tahmincilere ve Eğim Katsayısına Sahip İki Seviyeli Model

Model4, Level1'de yer alan katılımcının özniteliklerine ait tahmincilerin eğim katsayısına Level2'de eklenen γ_{kj} katsayısı *P300* OİP ile bu tahminciler arasındaki ilişkinin bir kısmının gruplar arası farklılıklardan kaynaklandığına dair bulguların tespiti amacıyla oluşturulmuştur. Bir başka ifadeyle, kişilik özelliklerinin fonksiyonu olan *P300* EEG bileşeni alınan ipucuna göre farklılaşan ve kümelenme olan Level2 düzeyindeki gruplara göre farklılıklar göstermiş olduğuna dair grafiksel bulguların desteklenmesi amacıyla oluşturulmuştur.

Level1 tanımlayıcısı= id (katılımcı)

Level2 tanımlayıcısı = numbcue (alınan ipucu sayısı)

Level1 çıktısı (katılımcı level)= maks

Level1 tahmileyicileri= latency, gender, age, depart, year, income, selfconf, bu, finlit

Level2 tahminleyicileri = discvalue, startegy

$maks_{ij}=\beta_{0j}+\beta_{1j}Latency_{ij}+\beta_{2j}Gender_{ij}+\beta_{3j}Age_{ij}+\beta_{4j}Depart_{ij}+\beta_{5j}Income_{ij}+$
$\beta_{6j}SelfConf_{ij}+\beta_{7j}BU_{ij}+\beta_{8j}FinLit_{ij}+\beta_{9j}Year_{ij}++\varepsilon_{ij}$ (36)

$\beta_{0j}=\gamma_{00}+\gamma_{01}DiscValue+\gamma_{02}Strategy+\mu_{0j}$ (37)

$\beta_{kj}=\gamma_{k0}+\mu_{kj}$ (k=1:9) (38)

Bileşik Model:

$maks_{ij}=\gamma_{00}+\gamma_{01}DiscValue+\gamma_{02}Strategy+\mu_{0j}+\gamma_{10}Latency_{ij}+\mu_{1j}Latency_{ij}+$
$\gamma_{20}Gender_{ij}+\mu_{2j}Gender_{ij}+\gamma_{30}Age_{ij}+$
$\mu_{3j}Age_{ij}+\gamma_{40}Depart_{ij}+\mu_{4j}Depart_{ij}+\gamma_{50}Income_{ij}+\mu_{5j}Income_{ij}+\gamma_{60}SelfConf_{ij}+$
$\mu_{6j}SelfConf_{ij}+\gamma_{70}BU_{ij}+\mu_{7j}BU_{ij}+\gamma_{80}FinLit_{ij}+\mu_{8j}FinLit_{ij}+\gamma_{90}Year_{ij}+$
$\mu_{9j}Year_{ij}+\mu_{0j}+\varepsilon_{ij}$ (39)

Model 5: Sabit Etkiler Tahmincili, Rassal Olarak Değişen Ortalamalara, Tahmincilere ve Eğim Katsayısına Level2 Tahmincisinin Dâhil Edildiği Model(Etkileşimli Tahminciler)

ModeL 5, model 4'ün katılımcıların öznitelik tahmincileri ile ipuçlarına ait tahmincilerin etkileşimli olarak ele alındığı daha kapsamlı bir versiyonu olan bir model olarak tasarlanmıştır.

Level1 tanımlayıcısı= id (katılımcı)

Level2 tanımlayıcısı = numbcue (alınan ipucu sayısı)

Level1 çıktısı (katılımcı level)=maks

Level1 tahmileyicileri= latency, gender, age, depart, year, income, selfconf, bu, finlit

Level2 tahminleyicileri = discvalue, startegy

$$maks_{ij}=\beta_{0j}+\beta_{1j}Latency_{ij}+\beta_{2j}Gender_{ij}+\beta_{3j}Age_{ij}+\beta_{4j}Depart_{ij}+\beta_{5j}Income_{ij}+\beta_{6j}SelfConf_{ij}+\beta_{7j}BU_{ij}+\beta_{8j}FinLit_{ij}\gamma_{90}Year_{ij}+\mu_{90}Year_{ij}+\varepsilon_{ij} \quad (40)$$

$$\beta_{0j}=\gamma_{00}+\gamma_{01}DiscValue+\gamma_{02}Strategy+\mu_{0j} \quad (41)$$

$$\beta_{1j}=(\gamma_{10}+\gamma_{11}Strategy+\mu_{1j})Latency_{ij} \quad (42)$$

$$\beta_{2j}=(\gamma_{20}+\gamma_{21}Strategy+\mu_{2j})Gender_{ij} \quad (43)$$

$$\beta_{3j}=(\gamma_{30}+\gamma_{31}Strategy+\mu_{3j})Age_{ij} \quad (44)$$

$$\beta_{4j}=(\gamma_{40}+\gamma_{41}Strategy+\mu_{4j})Depart_{ij} \quad (45)$$

$$\beta_{5j}=(\gamma_{50}+\gamma_{51}Strategy+\mu_{5j})Income_{ij} \quad (46)$$

$$\beta_{6j}=(\gamma_{60}+\gamma_{61}Strategy+\mu_{6j})SelfConf_{ij} \quad (47)$$

$$\beta_{7j}=(\gamma_{70}+\gamma_{71}Strategy+\mu_{7j})BU_{ij} \quad (48)$$

$$\beta_{8j}=(\gamma_{80}+\gamma_{81}Strategy+\mu_{8j})FinLit_{ij} \quad (49)$$

<u>Bileşik Model</u>**:**

$$maks_{ij}=\gamma_{00}+\gamma_{01}DiscValue+\gamma_{02}Strategy+\mu_{0j}+(\gamma_{10}+\gamma_{11}Strategy+\mu_{1j})*Latency_{ij}+(\gamma_{20}+\gamma_{21}Strategy+\mu_{2j})*Gender_{ij}+(\gamma_{30}+\gamma_{31}Strategy+\mu_{3j})*Age_{ij}+(\gamma_{40}+\gamma_{41}Strategy+\mu_{4j})*Depart_{ij}+(\gamma_{50}+\gamma_{51}Strategy+\mu_{5j})*Income_{ij}+(\gamma_{70}+\gamma_{71}Strategy+\mu_{7j})*BU_{ij}+(\gamma_{80}+\gamma_{81}Strategy+\mu_{8j})*FinLit_{ij}(\gamma_{90}+\gamma_{91}Strategy)*Year_{ij}+\varepsilon_{ij} \quad (50)$$

Tablo 3.3. Çoklu Seviye Hiyerarşik Model Tahmin Sonuçları

Model1 ***Sabit Etkiler Tahmini***						
Varyans Bileşenleri Model(ortalama ve tahminci yok)		Tahmin	Std. Hata	t	Anlam.	Parametre Sayısı
	Intercept	1,07	0,22	4,84	0,05	3
	Kovaryans Parametreleri Tahmini					
		Tahmin	Std. Hata	Wald Z	Anlam.	Parametre Sayısı
	Residual	1,21	0,02	54,96	0,00	3
	Intercept	0,24	0,15	1,57	0,11	3
	Sınıflararası Korelasyon Katsayısı(ICC)					
	0.16 [0,24/(0,24+1,21)]					
	-2 Log Likelihood					
	18366					
Model 2 ***İki Seviyeli Model***						
Sabit Etkiler Tahmincili ve Rassal Olarak Değişen Ortalamalara Sahip İki Seviyeli Model		Tahmin	Std. Hata	t	Anlam.	Parametre Sayısı
	Intercept	-0,15	0,13	-1,15	0,25	12
	Latency	0,004	0,00	84,95	0,00	12
	Gend	-0,007	0,02	-0,03	0,74	12
	Age	-0,004	0,005	-0,73	0,46	12
	Depart	0,009	0,007	1,23	0,21	12
	Year	0,05	0,019	2,55	0,01	12
	Income	0,04	0,012	3,27	0,001	12
	Selfconf	-0,029	0,03	-0,095	0,33	12
	Bu	0,04	0,02	1,53	0,12	12
	Finlit	0,06	0,02	2,38	0,01	12
	Kovaryans Parametreleri Tahmini					
		Tahmin	Std. Hata	Wald Z	Anlam.	Parametre Sayısı
	Residual	0,56	0,01	54,96	0,00	12
	Intercept	0,03	0,002	1,3	0,19	12
	Sınıflararası Korelasyon Katsayısı(ICC)					
	0.05 [0,03/(0,03+0,56)]					
	-2 Log Likelihood					
	13725					
Model 3 ***İki Seviyeli Model***						

Tablo 3.3. (devamı)

Sabit Etkiler Tahmincili ve Rassal Olarak Değişen Ortalamal ara ve Tahmincile re Sahip İki Seviyeli Model		Tahmin	Std. Hata	t	Anlam.	Parametre Sayısı
	Intercept	-0,16	0,13	-1,17	0,24	14
	Latency	0,004	0,00	84,53	0,00	14
	Gend	-0,007	0,02	-0,32	0,74	14
	Age	-0,004	0,005	-0,76	0,44	14
	Depart	0.01	0,007	1,38	0,16	14
	Year	0.05	0,019	2,69	0,00	14
	Income	0.04	0,012	3,22	0,00	14
	Selfconf	-0,031	0,03	-1,04	0,29	14
	Bu	0,04	0,027	1,58	0,11	14
	Finlit	0,06	0,026	2,46	0,014	14
	Discvalue	0,015	0,019	0,77	0,44	14
	Strategy	-0,03	0,021	-1,83	0,067	14
	Kovaryans Parametreleri Tahmini					
		Tahmin	Std. Hata	Wald Z	Anlam.	Parametre Sayısı
	Residual	0,56	0,01	54,96	0,00	14
	Intercept	0,004	0,003	1,33	0,18	14
	Sınıflararası Korelasyon Katsayısı(ICC)					
	0.007 [0,004/(0,004+0,56)]					
	-2 Log Likelihood					
	13721					
Model 4 ***İki Seviyeli Model***						
Sabit Etkiler Tahmincili ve Rassal Olarak Değişen Ortalamal ara, Tahmincile re ve Eğim Katsayısın a Sahip İki Seviyeli Model		Tahmin	Std. Hata	t	Anlam.	Parametre Sayısı
	Intercept	-0,06	0,13	-0,45	0,65	23
	Latency	0,004	0,004	11,44	0,00	23
	Gend	0,003	0,003	0,14	0,88	23
	Age	-0,006	0,006	-1,06	0,29	23
	Depart	0,01	0,007	1,68	0,09	23
	Year	0,05	0,01	2,62	0,00	23
	Income	0,04	0,01	3,46	0,00	23
	Selfconf	-0,04	0,04	-0,97	0,35	23
	Bu	0,04	0,02	1,58	0,11	23
	Finlit	0,08	0,04	1,74	0,12	23
	Discvalue	0,008	0,01	0,45	0,65	23
	Strategy	-0,03	0,02	-1,65	0,09	23
	Kovaryans Parametreleri Tahmini					
		Tahmin	Std. Hata	Wald Z	Anlam.	Parametre Sayısı
	Residual	0,54	0,009	0,00		23
	Intercept+Latency+ +Gend+Age+Depart+ Year+Income+SelfCo nf +BU+Finlit	0,00	-	-	-	23

Tablo 3.3. (devamı)

	Sınıflararası Korelasyon Katsayısı(ICC)					
	-					
	-2 Log Likelihood					
	13514					
Model 5 ***İki Seviyeli Model***						
Sabit Etkiler Tahmincili, Rassal Olarak Değişen Ortalamalara, Tahmincilere ve Eğim Katsayısına Level2 Tahmincisinin Dâhil Edildiği Model(Etkileşimli Tahminciler)		Tahmin	Std. Hata	t	Anlam.	Parametre Sayısı
	Intercept	-0,09	0,17	-0,53	0,59	32
	Latency	0,004	0,00	13,56	0,00	32
	Gend	-0,04	0,03	-1,30	0,19	32
	Age	-0,001	0,007	-0,22	0,82	32
	Depart	-0,003	0,009	-0,03	0,73	32
	Year	0,003	0,25	0,14	0,88	32
	Income	0,04	0,16	2,48	0,01	32
	Selfconf	0,01	0,05	0,26	0,79	32
	Bu	0,07	0,03	2,12	0,03	32
	Finlit	0,07	0,47	1,50	0,15	32
	Discvalue	0,005	0,019	0,30	0,75	32
	Strategy	0,06	0,29	0,21	0,83	32
	Latency*Strategy	-0,00	0,00	-2,26	0,02	32
	Gend*Strategy	0,09	0,04	1,95	0,05	32
	Age*Strategy	-0,11	0,012	-0,87	0,38	32
	Depart*Strategy	0,03	0,014	2,44	0,01	32
	Year*Strategy	0,11	0,039	2,96	0,00	32
	Income*Strrategy	0,008	0,026	0,33	0,73	32
	SelfConf*Strategy	-0,13	0,06	-2,20	0,02	32
	BU*Strategy	-0,08	0,05	-1,57	0,11	32
	Finlit*Strategy	0,02	0,05	0,37	0,70	32
	Kovaryans Parametreleri Tahmini					
		Tahmin	Std. Hata	Wald Z	Anlam.	Parametre Sayısı
	Residual	0,54				32
	Intercept+Latency+ +Gend+Age+Depart+ Year+Income+SelfConf +BU+Finlit	0,00	-	-	-	32
	Sınıflararası Korelasyon Katsayısı(ICC)					
	-					
	-2 Log Likelihood					
	13494					

Model 1 Sabit Etkiler Tahmini'ne göre, Level1 Residual ve Level2 Intercept katsayılarına ait varyansların kovaryans parametreleri tahminine yönelik (%11 düzeyinde*) WALD Z* test istatistiği sonuçlarına göre, verilerde gruplar bazında kümelenmelerin olduğu ve buna bağlı olarak çoklu seviye regresyon analizlerinin yapılmasının uygun olacağı görülmektedir. Sınıflararası korelasyon katsayısı ise yine Level2 düzeyinde bir kümelenmeye işaret etmektedir.

P300 OİP'deki varyasyonların %16'sının alınan ipuçları sayısındaki farklılıklardan kaynaklandığı bu model kapsamında tespit edilmektedir. *Model 2, İki Seviyeli Model*sonuçlarına göre, karar süresinin gecikmesi, sınıf düzeyi, gelir düzeyi, *Beck Umutsuzluk Ölçeğ i*(yaklaşık %10 düzeyinde) ve *Finansal Okuryazarlık Ölçek* değeri anlamlı ve pozitif biçimde *P300* OİP'ne katkı sunmaktadır. Sınıflararası korelasyon katsayısı ise yine Level2 düzeyinde bir kümelenmeye işaret etmektedir. EEG voltajındaki varyasyonların %5'inin alınan ipuçları sayısındaki ve katılımcılara ait özniteliklerdeki farklılıklardan kaynaklandığı bu modelde gösterilmiştir.

Alınan ipuçları arasında, *Model 1*'e göre dramatik bir düşüş, halen anlamlı farklılıkların varlığına işaret etmektedir. *Log Likelihood* bilgi kriterinin, bu modellerde sapma istatistiği olarak yorumlanması mümkün olup, *Model 1'*e göre uyum iyiliği belirgin biçimde yükselmiştir. *Model 3 İki Seviyeli Tahminciler'*in olduğu modele göre, kararın gecikme süresi, sınıf düzeyi, gelir, *Beck Umutsuzluk Ölçeği* (yaklaşık %10 düzeyinde), *Finansal Okuryazarlık Ölçeği*ve kullanılan strateji tahmincileri pozitif ve anlamlı biçimde *P300* OİP'de artışları etkilemiştir. Sınıflararası korelasyon katsayısı neredeyse sıfır düzeyinde bulunmuştur (%0,7). Bazı tahmincilerin istatistiki olarak anlamlılık düzeylerindeki iyileşmeler, sınıflararası korelasyon katsayısının değeri ve Log Likelihood katsayısındaki düşüş ekstra bir kümelenmenin varlığına ve bu seviyede daha fazla senaryoya bağlı unsurların, bir diğer deyişle dışsal tahmincilerin (discvalue ve stretegy), eklenmesinin doğruluğunu ortaya koymuştur.

Model 4 ve *Model 5* rassal olarak değişen tahminci, ortalama ve eğim parametre sonuçlarına kovaryans parametreleri hesaplaması türü olarak seçilen Köşegen (Diagonal) Kovaryans türü sebebiyle hesaplamalar yapılamamış ve sınıflararası kovaryans katsayısı hesaplanamamıştır. Ancak, Log Likelihood bilgi kriterindeki dramatik düşüş modelin sapmalara dair istatistikleri azaldığını göstermiştir. *P300* OİP üzerinde, karara ait gecikme süresi, okunulan bölüm, yıl, gelir, *Beck Umutsuzluk* ve *Finansal Okuryazarlık* düzeyi ile (%10'a yakın düzeyde), strateji tahmincileri anlamlı ve pozitif olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, katılımcıların öznitelikleri ile stratejilerine bağlı olarak gruplar arasında farklılıklara işaret etmektedir. *Model 5* kapsamında Finlit*Strategy ile Income*Strategy etkileşimli değişkenleri hariç etkileşimli tahmincilerin tamamı anlamlı olarak bulunmuştur. Bu anlamda kararın gecikme süresi, cinsiyet, yaş, sınıf düzeyi, kendine güven düzeyi ile *Beck Umutsuzluk Ölçeği* düzeyleri açısından *P300* EEG bileşeni starteji türüne, rasyonel veya sezgisel, bağlı olarak anlamlı grupsal farklılıklar sergilemiştir. Bir diğer ifadeyle, katılımcının cinsiyeti, yaşı, okunulan bölümdeki yıl düzeyi, *Özgüven Ölçek* değeri ile *Beck Umutsuzluk Ölçek* değerleri alt grupları için strateji tahmincisinin aldığı değere göre (1:rasyonel, 2:sezgisel) *P300* EEG bileşenini farklı düzeyde etkilediklerine dair yukarıdaki grafiksel açıklamaları destekler mahiyette anlamlı bulgulara ulaşılmıştır.

4. SONUÇ

19.yy'da A. Marshall'ın teorileri ile gelişme gösteren ve piyasada fiyatın oluşumuna dair günümüze kadar süre gelen tartışmalarda, alıcı ve satıcı tarafından verilen kararların etkinliği ve etkin piyasa hipotezleri önemli bir yer almıştır. Bu tartışmaların neredeyse tamamı, karar vericilerin, ister alıcı ister satıcı tarafında olsun, rasyonel veya sezgisel karar stratejilerinden hangisi ile hareket ettiklerinin ortya konulması anlamında önem taşımaktadır. Bu tartışmaların sonucunda elde edilen bulgular neticesinde, oluşan fiyatların etkinliği ile hem reel hem de finansal piyasalarda balon fiyat hareketleri ve etkin piyasalar hipotezinin varlığını sınamaya yönelik kararlar verilmektedir.

Finansal piyasalarda, başta döviz kuru ve sermaye piyasası krizleri olmak üzere, reel tabanlı faktörlerin de etkin rol oynadığı spekülatif ve manipiülatif harketlerin oynaklık üzerinde yarattığı baskının insanların mevcut durumu elindeki göstergeleri dikkate alarak ekonominin ve piyasaların genel gidişatına göre değerlendirmeksizin, belirli yanlılıklar (kayıptan kaçınma, sürü psikolojisi, batık maliyet yanılgısı, aşırı güven vb.) ile hareket ederek sistemik riskleri sistematik risklere dönüştürmelerine, bunun sonucunda kaotik zararlara katlanmalarına yol açabilmektedir. Bu tür piyasa bozucu hareketler, temel ve teknik göstergelerden uzak karar vericilerin belirli yanlılıklar üzerinden sezgileri ile verdikleri kararlardan kaynaklanmaktadır. Bu kararların kitlelere sirayet etmesi krizlerin derinleşmesine yol açmaktadır.

Bu tez, amaç ve kapsam itibariyle krizlerin oluşumundan ziyade derinleşmesine yol açan, kitlelerin istatistiki ve mantıksal karar veme mekanizmalarının yetersiz kaldığı yerde hangi güdüleri ve sezgilerinin etkisinde pozisyon aldıklarını ve bu güdülerin elektrofizyolojik ve nörolojik bulgularının neler olduğuna dair açıklamalar getirmektedir. Ayrıca, kişilerin sosyoekonoimik durumları ile yatırım yapma becerilerine dair literatürde kullanılan ölçeklerin alım satım kararları üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Sezgisel veya insancıl düşünce ve davranış sistemi, reel dünyanın karmaşık yapısını anlamaya yönelik kurulan belirli varsayımlara dayalı iktisadi, finansal ve ekonometrik modellerin güvenilirliğini sarsacak gibi görünmektedir. Bu anlamda, her birisi literatüre birbirinden eşsiz ve değerli katkılar sunmuş olan, Bernoulli'nin 18.yy'da ortaya koyduğu geleneksel finansal teorilerinnin günümüze dek uzanan ihtişamlı serüveni ile günümüzde modern finansal modeller olarak anılan yöntemlerin davranışsal ve nörolojik değişkenleri barındıran sentetik ve disiplinlerarası kantitatif analiz yöntemlerine doğru evrimleşmesi kaçınılmaz olmaktadır. Zirâ, kompütasyonel ve makine öğrenmesi modellerine dayalı tahmin yöntemleri bu değişkenlerdeki değişimleri an ve an ölçebilen ve tahmin gücümüzü arttıran ve kolaylaştıran hızlara imkân vermektedir. Bu çalışmada, oluşturulan *sanal borsa işlem platformu*'na dayalı simülasyonlar aracılığıyla, azalan belirsizlikler altında (evrensel ipucu geçerlilik değerine sahip ipuçlarının sunulduğu deneysel bir tasarım), katılımcıların karar verme

meknanizmalarının ve risk eğilimlerinin EEG yöntemiyle fizyolojik olarak tanımlanması, bu anlamda öneriler geliştirilmesi ve hesaplanan parametrelerin ilerleyen çalışmalarda bilişsel hesaplama analiz modellerine girdi olarak sunulması, ayrıca Lucas (1980)'ın eleştirilerine paralel olarak uygulamalı iktisada katkılar sunulması amaçlanmaktadır.

Bu tezde, ayrıca Carl (2010)'da belirttiği üzere parasal iktisat ve reel iktisat arasında, reel ve nominal büyüklüklere ait değişkenler itibariyle kurulan ilişkilerde nominal döviz kurlarında yaşanan atakların esas temeli olan yatırımcıların (karar verici) davranışsal ve nörolojik ve iktisadi tutumlarının aydınlatılarak bu alanlara katkı sunulması amaçlanmaktadır. Zirâ, piyasa katılımcılarının, Nelson ve Katzenstein (2014)'de ifade ettiği üzere rasyonel hesaplama yöntemlerinin diğer bazı yöntemler ile ikame edilerek hareket ettikleri bilinmektedir. Bu durum politika yapıcıların, etkin bir politika modeli geliştirmesi ve istenilen çıktılara ulaşılması, bu politikadan etkilenen nihai taraf olan piyasa katılımcılarının tutum ve davranışları ile doğrudan ilişkili olmaktadır. Literatür çalışması boyunca, bilinç ve bilinçdışı durumların toplamı olan bilişsel süreçlerde, beynin alınan kararlar esnasında birtakım yanlılıklar sergilediğine dair ampirik çalışmalar açıkça ortaya konulmuştur.

Bu yanlılıkların çalışma kapsamında tespiti amacıyla, Toros Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde, iktisat (uluslararası finans), işletme, uluslararası ticaret ve lojistik ile psikoloji lisans bölümleri ile işletme yüksek lisans ve doktora programlarında okumakta olan, hali hazırda finansal konulara ilgi duyan 29 gönüllü katılımcıya ait veriler, Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu izinleri doğrultusunda, çalışmanın örneklem kapsamını oluşturmuştur. EEG çekiminde yukarıda sunulan sınırlılıklar itibariyle gelişen durumlar sebebiyle, 21 gönüllü katılımcının verisi analiz kapsamına dahil edilmiştir. Tez'in araştırma değişkeni kapsamı Dolar/TL paritesi ile sınırlandırılmıştır. Dolar/TL paritesinin seçilmesindeki temel amaç, ülkemizde her bireyin yakından bireysel veya profesyonel düzeyde ekonomiyi bu parite üzerinden takip etmesidir. Zirâ, Dolar/TL ve diğer pariteler, kısaca döviz kuru paritesindeki yaşanan ani yükseliş ve düşüşler, iktisadi ve finansal olayların gelişmesinde üretim değişkeninden sonra, dış ticarete dayalı büyüme modellerini benimsemiş rekabetçi ülke ekonomilerde büyümeye yön veren en önemli bileşenlerde bir tanesi olmaktadır. Tez'in temel hipotezi, *sanal borsa işlem platformu*'nda pozisyon alan katılımcıların, çalışmanın genelinde ele alınan yanlı ve sezgisel davranış türlerine ait nörolojik emarelerin tespit edilmesi olmuştur. Bu anlamda, rasyonel ve sezgisel karar stratejilerinden hangisini ağırlıklı olarak kullandığının ve bu stratejilerin nörolojik çıktılarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Yatırım kararları, gerçekten rasyonel olarak piyasaya ait tüm bilgi akışları ve bu bilgi akışlarının kümülatif olasılıkları dikkate alınarak RAEK stratejisine bağlı kalınarak mı alınmaktadır? Yoksa, kişiler analiz yöntemlerinde bilişsel düzeyde daha az zaman ve enerji harcayarak SEİS stratejisine mi bağlı kalmaktadır? Dolar/TL paritesine yönelik tasarlanan zaman aralığında etkin tahmin yöntemleri olarak tespit

edilen teknik analiz yöntemlerine ait bilgi paketleri azalan belirsizlikleri ve bilgi akış mekanizmasının en önemli unsurları olarak belirlenmiştir.

Nöroekonomi alanında yapılan ve literatür taramasında sunulan çalışmalar itibariyle, rasyonel karar stratejisi uygulayan karar vericilerin EEG milivolt değerleri incelendiğinde, bir dizi bilgi paketi olarak sunulan nihai ipuçlarına artan veya eşit düzeyde *P300* OİP ve amplitüt değeri ile karşılık verdikleri gözlenmiştir. Bunun yansıra sezgisel karar stratejisine başvurulan durumlarda karar vericilerin bir dizi bilgi paketinde nihai ipuçlarına azalan seviyede *P300* OİP ve amplitüt değeri ile karşılık verdikleri gözlenmiştir. Bu stratejilerin EEG elektrotlarındaki değişimlerinin gözlenmesi ve anlamlı farklılıkların ortaya konulması amacıyla, EEG sürekli sinyalleri bağımsız bileşen analizi yöntemiyle artifaktlardan arındırılmış, sürekli veriler epoklara ayrıştırılarak OİP değerlerine yönelik uzamsal boyutta topografik bulgular ile grafikler sunulmuştur.

Ayrıca kümelenme analizi neticesinde gözlemlenen DlPFC ve VlPFC bölgesine ait elektrot değerleri TBA ile yaratılan yeni endeks elektroduna dönüşütürülmüş, yeni endeks elektrodu üzerinden çoklu karşılaştırma testleri ve hiyerarşik çoklu seviye regresyon modelleri uygulanmıştır. RAEK ve SEİS karar stratejisinin tespitine yönelik geliştirilen sıralama algoritması ile karar stratejilerinin katılımcı ile ipucu bazında ve katılımcılar arasında ne sıklıkta kullanıldığına dair bulgular sunulmuştur. Yaratılan yeni endeks elektron değerleri ile hiyerarşik çoklu seviye modelleri üzerinden katılımcıların öznitelikleri ile ipuçlarına yönelik değişkenlerin dâhil edildiği regresyon modelleri kurulmuştur. Bu değişkenlere yönelik kümelenmeler ve değişkenler arasındaki anlamlı farklılıkların OİP ile karar statejilerine ait grafiksel analizler sunulmuştur.

21 gönüllü katılımcıya ait topolojik haritalar ve SOM kümelenme algoritması bulguları incelendiğinde, 250-600. ms arasında *C3, C4, F3 ve F4* elektrotlarında belirgin ve anlamlı aktiviteler gözlenmiştir. *Kruskall Wallis* ve *Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Testi* sonuçlarına göre her ipucuna ait *P300* OİP'i temsil eden gruplar arasında ortalama ve medyan cinsinden anlamlı farklar gözlenmiştir. RAEK ve SEİS kullanım sıklığı incelendiğinde, gönüllü katılımcıların %60'a %40 gibi bir oranda daha yoğun sezgisel karar stratejisine başvurdukları gözlenmiştir. Bu durum, katılımcıların ipucu geçerlilik değerlerine göre sıralanan ve Dolar/TL paritesinin yönü hakkında ipuçları sunan teknik indikatörlerin tahminlerinin ne olduğundan ziyade, kendi içgüdüsel ve sezgisel yönlendirmeleri ile fiyat hareketlerinin yönünü tahmin etmeye çalıştıklarını göstermiştir.

Rasyonel karar stratejisi kullanan katılımcıların daha fazla ipucu (ortalama 5 ipucu) ile karar verdikleri, sezgisel karar stratejisi kullanan katılımcıların daha az ipucu (4 ipucu) ve ortalamada daha düşük amplitüt değer ile karar verdikleri gözlenmiştir. Ayrıca ipuçlarının evrensel geçerlilik değerinin katılımcıların nörolojik aktivitelerinde yarattığı anlamlı farklılıklar,

ipuçlarının yeterli düzeyde bir temsil gücüne sahip olduğunu da göstermiştir. Alınan ipucu sayısının artması ile karar verme sürelerinin uzaması ve *P300* dalgasındaki belirgin artış verilen kararın tutarlılığı ve çoklu seviye modellerinin kullanılmasının geçerliliğine dair kanıt niteliğinde olan önemli bulgular arasında yer almıştır.

Kadın katılımcıların daha yüksek bir özgüven ölçek değeri ile birlikte daha az ipucuna başvurdukları erkek katılımcıların ise daha fazla ipucu alarak verdikleri kararlarda daha emin olmak istedikleri gözlenmiştir. Bu durum kadın katılımcıların ortalama ipucu sayısı ve karar stratejisi olara daha fazla sezgisel karar stratejisi kullanımlarını da beraberinde getirmiştir. Yaşı ileri katılımcıların daha az ipucu, daha yüksek özgüven ve finansal okuryazarlık, daha düşük umutsuzluk ölçek değeri ile daha fazla sezgisel karar stratejisine başvudrukları bulgular arasında yer almıştır. Klinik Etik Kurul kararaları gereği, ödül ve cezanın yer almadığı bu deney kapsamında, gelir düzeyi ile alınan ipucu sayısı, *P300* amplitüt ve strateji tercihi arasındaki ilişkinin incelenmesine sınırlamalar getirse de, bulgular gelir düzeyindeki azalma ile daha fazla ipucunun alındığını, her ipucuna daha yüksek *P300* OİP ile yanıt verildiğini ve daha fazla rasyonel karar stratejisinin kullanılmasına neden olduğunu göstermiştir. Gelirin, riskli işlemlerde daha doğru ve etkin kararlar verilmesinde etkili olduğunun söylenmesi mümkün olmaktadır.

Çalışmada yer alan katılımcıların *Beck Umutsuzluk Ölçeği* ile *Özgüven Ölçeği* sonuçları arasında gözlemlenen negatif ilişki, finansal piyasalarda yatırım yapan kişilerde, yatırım ufkuna dair, kısa ve orta vadeli getiri beklentilerinin ön planda olduğu ve bu vadelerde bireylerin kendinden emin bir biçimde pozisyonlar açabildiklerinin bir ispatı niteliğindedir. Uzun vadeli yatırım stratejilerinin gerektirdiği başta taşıma maliyeti olmak üzere diğer birçok sistemik ve sitematik risk unsurlarına katlanmaktan kaçındıkları söylemek mümkündür. Deney süresince, daha düşük özgüven ölçek değeri ile daha yüksek umutsuzluk düzeyine sahip katılımcıların daha fazla ipucu aldıkları, daha çok ipucu alarak daha yüksek *P300* amplitütü ile daha fazla sezgisel karar stratejisine başvurdukları gözlenmektedir. Finansal okuryazarlık düzeyinin artması ve umtusuzluk düzeyinin düşmesi ile katılımcıların rasyonel karar stratejisini daha fazla tercih etmesine neden olduğu gözlenmiştir. Finansal okuryazarlık ölçeğinde yüksek düzeylerin özgüven ölçeğinde de yüksek seviyelere denk geldiği ve iki tahmincinin karar stratejilerinde ki rolünün çarpımsal olarak pozitif olduğunu bulgular arasındadır. Katılımcıların, finansal okuryazarlık düzeyinin ve özgüven ölçek değerinin yüksek olduğu durumlarda ortalama daha az ipucu ile daha fazla sezgisel karar stratejisine başvurdukları gözlenmiştir. Çalışmada, 5 farklı çoklu seviye modeli aracılığıyla, Level2 düzeyinde, katılımcı bilgisi ve alınan ipucu sayısı kümelenme katmaları olarak belirlenmiştir. Katılımcıların öznitelikleri ile ipuçları ve karar stratejilerine ait tahminciler için tanımlanan iki hiyerarşik kümelenme grubunda, sınıflararası korelasyon katsayısı ve Log Likelihood katsayısı bu sınıflandırmaların açıklayıcı nitelikte ve istatistiki olarak anlamlı olduklarını göstermiştir. Bu anlamda, kararın gecikme süresi, cinsiyet, yaş, sınıf düzeyi,

Özgüven ile *Beck Umutsuzluk Ölçeği* düzeyleri açısından *P300* OİP'nde starteji türüne, rasyonel veya sezgisel, bağlı olarak anlamlı grupsal farklılıklar gözlenmiştir. Bir diğer ifadeyle, katılımcıların cinsiyeti, yaşı, okunulan bölüm/programdaki yıl düzeyi, *Özgüven* ile *Beck Umutsuzluk Ölçek* değeri tahmincilerinin, alt gruplarıiçin strateji tahmincisinin aldığı değere göre (rasyonel:1, sezgisel:0) *P300* OİP'ni farklı düzeylerde etkilediklerine dair yukarıdaki grafiksel açıklamaları destekler mahiyette anlamlı bulgulara ulaşılmıştır.

Bu tez kapsamında, azalan belirsizlikler altında finansal piyasaların önemli bir türü olan döviz kuru piyasasında, rasyonel ve sezgisel karar stratejilerinin kullanımına dair davranışsal, demografik, nörofizyolojik olarak elde edilen bulguların ve parametrelerin başta bilişsel hesaplama, makine öğrenme ve yapay zekâ karar modellerinde birer girdi veya parametre olarak kullanılmasına uygun veriler olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulguların, politika yapıcıların, başta Türkiye'de olmak üzere, İngiltere ve ABD'de örnekleri bulunan davranışsal öngörü ve bilim takımı adı altında, kurulması planlanan oluşumlarda, uygulanacak politikaların tespiti ve uygulama gecikmelerinin en aza indirgenmesi ile politika etkinliğinin en yüksek düzeye çıkarılması anlamında geliştirilecekleri modellere yönelik önemli bulgular sunduğu düşünülmektedir.

Gelecek çalışmaların finans piyasalarının kapsamının genişletilerek, sermaye piyasalarını da kapsayan analizlerin yapılması, bu piyasalarda diğer yanlılık türlerinin ele alınması, EEG yöntemine ek olarak diğer biyolojik ölçümlerin analizlere dâhil edilmesi ile bireyin karar mekanizmasına dair detaylı ve kapsamlı bulgular elde edilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

[1]. Aickin, M., ve Gensler, H. (1996). Adjusting for multiple testing when reporting research results: the Bonferroni vs Holm methods. *American Journal Of Public Health, 86*(5), 726-728.

[2]. Akın, A. (2007). Öz-güven ölçeği'nin geliştirilmesi ve psikometrik özellikleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7*(2), 167-176.

[3]. Aldred, J. (2003). The money pump revisited. *Risk Decision and Policy, 8*(1), 59-76.

[4]. Altunöz, U. (2014). Egemen neo klasik iktisata eleştirisel yaklaşım: post otistik iktisatve 2008 küresel krizinin post otistik analizi*. The Journal of International Social Research, 7*(29), 14-22.

[5]. Andreou, C. (2,17). *Dynamic Choice, The Stanford encyclopedia of philosophy*, (ed. Edward N. Zalta), 12 Temmuz 2018 tarihinde https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/dynamic-choice/>. adresinden erişilmiştir.

[6]. Au, G. (2014). *pt: An R package for Prospect Theory Version 1.0*. Tech. rept. Melbourne School of Psychological Sciences.

[7]. Hatunoğlu, B. (2010) Kodlamanın Kalbine Doğru. Blog yazısı. 15 Temmuz 2018 tarihinde https://e-bergi.com/y/derleyiciler/ . adresinden erişilmiştir.

[8]. Baily, M. N., Bekker, W., veHolmes, S. E. (2015). The big four banks: The evolution of the financial sector*Economic Studies at Brookings*. 1-13.

[9]. Banerjee, A. V. (1992). A simple model of herd behavior. *Quarterly Journal of Economics, 107*, 797–817.

[10]. Bar-Hillel, M. (1973). On the subjective probability of compound events. *Organizational behavior and human performance, 9*(3), 396-406.

[11]. Barth, J. R., ve Whilborg, C. (2016). Too big to fail and too big to save: dilemmas for banking reform. *National Institute Economic Review*, *235*(1), 1-95.

[12]. Baykan, B. (2018). *Elektroensefalografi.* Retrieved. 4 Ağustos 2018 tarihinde, http://www.itfnoroloji.org/semi2/eeg.htm adresinden erişilmiştir.

[13]. Bentham, J. (1789). *An introduction to the principles of morals*. London: Athlone.

[14]. Bergstrom, T. (2011). *Lecture notes on separable preferences*. UCSB Econ A, 210.

[15]. Bernoulli, D. (1954). Exposition of a new theory on the measurement of risk. *Econometrica*, 22, No. 1 , 23-36.

[16]. Berridge, K. C., ve Robinson, T. E. (1998). *What is the role of dopamine in reward: hedonic impact, reward learning, or incentive salience?.* Brain research reviews, 28(3), 309-369.

[17]. Botvinick, M., Nystrom, L. E., Fissell, K., Carter, C. S., ve Cohen, J. D. (1999). *Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex*. Nature, 402(6758), 179.

[18]. Box, G.E.P., ve Jenkins G.M. Reinsel, G. C. (2014).*Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day.: Wiley Publishing.

[19]. *Brain map: temporal lobes*. (2017). 20 Mayıs 2018 tarihinde https://www.health.qld.gov.au/abios/asp/btemporal_lobes adresinden erişilmiştir.

[20]. Breiter, H. C., Aharon, I., Kahneman, D., Dale, A., ve Shizgal, P. (2001). Functional imaging of neural responses to expectancy and experience of monetary gains and losses. *Neuron*, *30*(2), 619-639.

[21]. Brown, B. M., ve Hettmansperger, T. P. (2002). Kruskal–Wallis, multiple comparisons and Efron dice. *Australian ve New Zealand Journal of Statistics*, 44(4), 427-438.

[22]. Busch, Glen (2016). *Fourfold pattern ve end of life decisions*. 10 Ağustos 2018 tarihinde https://medium.com/@GlennBusch/fourfold-pattern-end-of-life-decisions-400a87d03285 adresinden erişilmiştir.

[23]. Canessa, N., Crespi, C., Motterlini, M., Baud-Bovy, G., Chierchia, G., Pantaleo, G., ve Cappa, S. F. (2013). The functional and structural neural basis of individual differences in loss aversion. *Journal of Neuroscience, 33*(36), 14307-14317.

[24]. Carl, E. W. (2010). *Monetary theory and policy*., (3. Ed). Massachusetts: MIT Press.

[25]. Chandrakumar, D., Feuerriegel, D., Bode, S., Grech, M., ve Keage, H. A. (2018). *Event-related potentials in relation to risk-taking: a systematic review*. Frontiers in behavioral neuroscience, 12.

[26]. Channa, P. 2017. *Investment analysis and portfolio management*. Mc Graw Hill India,(5. Edit). 1-608.

[27]. Choquet, G. (1954). Theory of capacities. In *Annales de l'institut Fourier 5*,131-295).

[28]. Chu, B. (Kasım 9 2017). What is 'nudge theory' and why should we care? Explaining Richard Thaler's Nobel economics prize-winning concept. *The Independent.* 15 Ağustos 2018 tarihinde *https://www.independent.co.uk/news/business/analysis-and-features/nudge-theory-richard-thaler-meaning-explanation-what-is-it-nobel-economics-prize-winner-2017-a7990461.html* adresinden erişilmiştir.

[29]. Cohen, J. B., ve Goldberg M. E. (1970). The dissonance model in post-decision product evaluation. *Journal of Marketing Research, 7*(3), 315-321.

[30]. Collura, T. F. (1993). History and evaluation of electroencephalographic instruments and techniques*. Journal of Clinical Nuerophysiolgy, 10*(4), 476-504.

[31]. Colunga, E. (2011). *A Primer on computational modeling veconnectionist networks*. University of Colorado, Department of Psychology and Computer Science Department. Ders Notu. 31 Ağustos 2018 tarihinde http:// psych.colorado.edu/ ~colunga/P4684/ modelingprimer.pdf adresinden erişilmiştir.

[32]. Congedo, M. (2018). *The analysis of event-related potentials.* In Computational EEG Analysis (pp. 55-82). Springer, Singapore.

[33]. Cubitt, R. P., ve Sugden, R. (2001*).* On money pumps. *Games and Economic Behavior*, 37(1), 121-160.

[34]. Cutchberson, A. (Nisan 9 2018). Facebook: *how to find out ıf* Cambridge Analytica *used your personal data.*Retrieved Nisan 17, 2018. from, https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/news/facebook-cambridge-analytica-users-personal-data-how-to-find-out-information-shared-a8295836.html.

[35]. Daigle, R. J., Pinsker, R. E.,vePitre, T. J. (2014). The ımpact of order effects on nonprofessional ınvestors' belief revision when presented a long series of disclosures in an experimental market setting. *Accounting Horizons*, 29:2, 313-326.

[36]. Daşdağ, S. (2008). *Elektroensefalografinin Biyofizik Temelleri.* Biyofizik Anabilim Dalı, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi. Retrieved Ağustos 12, 2018, from https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http://www.dicle.edu.tr/a/dasdag/EEG.ppt

[37]. Davidson, D., McKinsey, J. C. C., ve Suppes, P. (1955). Outlines of a formal theory of value, *I. Philosophy of science, 22*(2), 140-160.

[38]. De Martino, B., Camerer, C. F., ve Adolphs, R. (2010). Amygdala damage eliminates monetary loss aversion. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 107*(8), 3788-3792.

[39]. Dean, M. (2017). *Subjective expected utility theory*. Davranışsal İktisat ders notları. Department of Economics. Columbia University. 18 Eylül 2018 tarihinde http://www.columbia.edu/~md3405/BE_Risk_4_17.pdf adresinden erişilmiştir.

[40]. Debreu, G. (1959). *Topological methods in cardinal utility theory*. Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University.

[41]. Deckee, L. (2012). There are conscious and unconscious agendas in the brain and both are ımportant—our will can be conscious as well as unconscious. *Brain Sci., 2*(3), 405–420.

[42]. Değirmen, S., Pabst, J., ve Songur, M. (2012). Are the models of herding behaviour different in (developed and developing) financial markets. *Middle Eastern Finance and Economics, 16*, 138-150.

[43]. del R Millan, J., Mouriño, J., Franzé, M., Cincotti, F., Varsta, M., Heikkonen, J., ve Babiloni, F. (2002*).* A local neural classifier for the recognition of EEG patterns associated to mental tasks. *IEEE transactions on neural networks*, 13(3), 678-686.

[44]. Deviren, A., ve Buyru, N. (2018). *Genetik terimler sözlüğü*. Türkiye Klinikleri Medical Genetics-Special Topics, 3(2), 53-64.

[45]. Dhami, S. (2016). *The foundations of behavioral economic analysis*. Oxford University Press.

[46]. Diecidue, E., ve Wakker, P. P. (2001). On the intuition of rank-dependent utility. *Journal of Risk and Uncertainty, 23*(3), 281-298.

[47]. Dixon, M. L., veChristoff, K. (2014). The lateral prefrontal cortex and complex value-based learning and decision making. *Neurosci. Biobehav., 45*, 9-18.

[48]. Dolan, P., ve Metcalfe, R. (2010). 'Oops…I did it again': Repeated focusing effects in reports of happiness. *Journal of Economic Psychology, 31*(4), 732-737.

[49]. Donchin, E. (1981). Surprise!… surprise?. *Psychophysiology, 18*(5), 493-513.

[50]. Dong, H., Ren, J., ve Nickerson, J. V. (2016). Information *bias and the stock market*. 20 Ekim 2018 tarihinde https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=financeforum17vepaper_id=118 . adresinden erişilmiştir.

[51]. Dubra, J., Maccheroni, F., ve Ok, E. A. (2004). Expected utility theory without the completeness axiom. *Journal of Economic Theory, 115*(1), 118-133.

[52]. Durak, A., ve Palabıyıkoğlu, R. (2006). Beck umutsuzluk ölçeği geçerlilik çalışması. *Kriz Dergisi, 2*(2), 311-319.

[53]. Dutta, N. (2018). *National ıncome: Definitions, circular flow and concepts* (With Diagram). 28 Aralık 2018 tarihinde http://www.economicsdiscussion.net/national-income/national-income-definitions-circular-flow-and-concepts-with-diagram/6171 adresinden erişilmiştir.

[54]. Edwards, W. (1954). The theory of decision making. *Psychological Bulletin, 51*(4):380-417.

[55]. Edwards, W. (1962). Subjective probabilities inferred from decisions. *Psychological Review, 69*, 109-135.

[56]. Ekern, S. (1980). Increasing Nth degree risk. *Economics Letters, 6*(4), 329-333.

[57]. Ellsberg, D. (1961). Risk, ambiguity, and the Savage axioms. *The quarterly journal of economics, Vol. 75, No.4,* 643-669.

[58]. Eroğlu, A. (2012). Henri Bergson'da Bilinç-Sezgi İlişkisi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 27, 81-102.

[59]. Falkenstein, M., Hohnsbein, J., Hoormann, J., ve Blanke, L. (1991). Effects of crossmodal divided attention on late ERP components. *II.* Error processing in choice reaction tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 78*(6), 447-55.

[60]. Fama, E. (1970). Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. *Journal of Finance, 25*(2), 383-417.

[61]. Fama, E. F., ve French, K. R. (2004). The capital asset pricing model: Theory and evidence. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 18, No. 3, 25-46.

[62]. Fellows, L. K. ve Farah, M. J. (2003). Ventromedial frontal cortex mediates affective shifting in humans: evidence from a reversal learning paradigm. *Brain, 126*(8), 1830–1837.

[63]. Fenton-O'Creevy, M., Lins, J. T., Vohra, S. Richards, D. W. Davies, G., ve Schaaff, K. *(*2012). Emotion regulation and trader expertise: heart rate variability on the trading floor. *Journal of Neuroscience, Psychology, ve Economics, 5*(4), 227-237.

[64]. Festinger, L. (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance.* Stanford University Press; 1.

[65]. Fiegenbaum, A., ve Thomas, H. (1985). Risk attitudes and risk return paradox: Prospect theory explanation. *BEBR Faculty Working Paper*, No. 214. University of Illinois.

[66]. FitzGerald, T. H., Seymour, B., ve Dolan, R. J. (2009). The role of human orbitofrontal cortex in value comparison for incommensurable objects. *Journal of Neuroscience*, *29*(26), 8388-8395.

[67]. Fox, C. R. (1999). Strength of evidence, judged probability, and choice under uncertainty. *Cognitive Psychology, 38*(1), 167-189.

[68]. Fox, C. R., ve Tversky, A. (1995). Ambiguity aversion and comparative ignorance. *The quarterly journal of economics, 110*(3), 585-603.

[69]. Francesca P. (2017). *Neuro-finance: Can neurosciences explain financial crises?*. Philosophy and Economics LUISS University, Lisans bitirme tezi, BA in Politics. 15 ocak 2019 tarihinde https://www.tk.org.tr/APA/apa_2.pdf adresinden erişilmiştir.

[70]. Friedman, D., Pommerenke, K.,veLukose, R. (2007). Searching for the sunk cost fallacy. *Experimental Economics, 10*. 79-104.

[71]. Gächter, S., Johnson, E. J., ve Herrmann, A. (2007). Individual-level loss aversion in riskless and risky choices*. IZA DP No. 2961,* 1-25.

[72]. Gałecki, A., ve Burzykowski, T. (2013). Li*near mixed-effects model.* Linear Mixed-Effects Models Using R içinde (245-273)*.* Springer, New York, NY.

[73]. Garcia, J. A. (2017). *A bit about the St. Petersburg paradox*. 28 ocak 2019 tarihinde https://www.math.tamu.edu/~david.larson/garcia13.pdf adresinden erişilmiştir.

[74]. Garcia-Retamero, R., ve Dhami, M. K. (2009). Take-the-best in expert-novice decision strategies for residential burglary. *Psychonomic Bulletin ve Review, 16*(1), 163-169.

[75]. Garland, H.,veConlan, D.E. (1998). Too close to quit: The role of project completion in maintaining commitment. *Journal of Applied Social Psychology, 28*(22), 2025–2048.

[76]. Gehring, W. J., ve Willoughby, A. R. (2002). The medial frontal cortex and the rapid processing of monetary gains and losses. *Science, 295*(5563), 2279-2282.

[77]. Geman, S., Bienenstock, E.,veDoursat, R. (1992). Neural networks and the bias/variance dilemma. *Neural Comput., 4*:1–58.

[78]. Gigerenzer, G., ve Gaissmaier, W. (2011). Heuristic Decision Making. *Annu. Rev. Psychol., 62*, 451–82.

[79]. Gigerenzer, G., ve Goldstein, D. G. (1996). Reasoning the fast and frugal way: models of bounded rationality. *Psychological review, 103*(4), 650.

[80]. Gigerenzer, G., ve Todd, P. M. (1999). *Simple heuristics that make us smart*. Oxford University Press, USA.

[81]. Gilovich, T. Griffin, ve D. Kahneman, D. (2002). *Heuristic and Bias*. Cambridge University Press. Cambridge U.K.

[82]. Glimcher, P. W., Camerer, C. F., Fehr, E., ve Poldrack, A. R. (2009). *Neuroeconomics: decision making and the brain*. London: Academic Press.

[83]. Goldberg, E., ve Podell, K. (1999). Adaptive versus veridical decision making and the frontal lobes. *Consciousness and Cognition, 8*(3), 364-377.

[84]. Goldtein, D. (2014). *Visualize prospect theory*. 10 Şubat 2019 tarihinde http://www.decisionsciencenews.com/2014/12/05/visualize-prospect-theory/ adresinden erişilmiştir.

[85]. Gouuier, W., Barker, A., ve Musso, M. (2010). *Ecological validity*. Encyclopedia of research design. Sage Publications Inc, US, 400-405.

[86]. Grant, S. 2007. Microeconomic Theory: Choice under uncertainity. Lecture Notes. Rice University. Department of Economics. 11 Mart 2019 tarihinde http://www.owlnet.rice.edu/~econ501/lectures/L061030ChoiceUnderUncertaintyWEB.pdf adresinden erişilmiştir.

[87]. Grazzini, J. (2017). *Experimental macroeconomics and agent-based modeling.* Proposed Syllabus. 18 Nisan 2019 tarihinde https://scuoledidottorato.unicatt.it/defap-syllabus2017_2018_Grazzini.pdf adresinden erişilmiştir.

[88]. Green, R. T. (1956). Surprise as a factor in the von Restorff effect. *Journal of Experimental Psychology, 52*(5), 340-344.

[89]. Gupta, S. M. (2016). *The promise of cognitive computing.* 25 Haziran 2018 tarihinde https://www.arcweb.com/blog/promise-cognitive-computing adresinden erişilmiştir.

[90]. Güntekin, B., ve Başar, E. (2010). A new interpretation of P300 responses upon analysis of coherences. *Cognitive neurodynamics, 4*(2), 107-118.

[91]. Hadar, J. ve Russell, W. (1969). Rules for ordering uncertain prospects. *American Economic Review. 59* (1), 25–34.

[92]. Harbaugh, W. T., Krause, K., ve Vesterlund, L. (2009). The fourfold pattern of risk attitudes in choice and pricing tasks. *The Economic Journal, 120*(545), 595-611.

[93]. Hawkins, J. Subutai, ve A. Cui, Y. (2017). A theory of how columns in the neocortex enable learning the structure of the world. *Front Neural Circuits. 11*(81), 1-18.

[94]. He, F., Guan, H., Zhao, Z., ve Cao, R. (2013). Neural Mechanisms of Risky Decision Making in Monetary Gain and Loss Situations. *Social Behavior and Personality: An International Journal, 41*(10), 1725–1736.

[95]. Heath, C., ve Tversky, A. (1991). Preference and belief: Ambiguity and competence in choice under uncertainty. *Journal of risk and uncertainty, 4*(1), 5-28.

[96]. Hebb, D. (1949). *The organization of behavior: A neuropsyhological theory*. John Wiley and Son, Newyork. 1-365.

[97]. Hicks, J. R., ve Allen, R. G. (1934). A reconsideration of the theory of value. Part I. *Economica*, *1*(1), 52-76.

[98]. Hirshleifer S. B., ve D. Welch I. (1992) Theory of fads, fashion, custom, and structural change as informational cascades. *Journal of Political Economy, 100*, 992–1026.

[99]. Hogarth, R. M., ve Karelaia, N. (2006). Regions of rationality: Maps for bounded agents. *Decision Analysis, 3*(3), 124-144.

[100].Howarth, C., Gleeson, P., ve Attwell, D. (2012). Updated energy budgets for neural computation in the neocortex and cerebellum. *Journal of Cereb Blood Flow Metab.32*(7), 1222-1232.

[101]. Huang, K. 2013. Three Hundred Years Of The St. Petersburg Paradox. Master's report, master of science In Mathematical Sciences, Michigan Technological University.

[102]. *Human brain functions - functioning of human brain with diagram*. (2018). 28 Mayıs 2018 tarihinde.http://www.humanbrainfacts.org/human-brain-functions.php adresinden erişilmiştir

[103]. Humphrey, T. M. (1992). *Cross diagrams and their uses before Alfred Marshall: The origins of supply and demand geometry*. PRB Richmond Economic Review, Vol. 78, No. 2, 3-23.

[104]. Hwang, M. I. (1994). Decision making under time pressure: A model for information systems research. *Information ve Management, 27*(4), 197–203.

[105]. István, S. N. (1997). *What Is Connectionism?* Lousiana Üniversitesi, Berkeley "The PHIL 341 (Mind ve Cognition) Ders Notu. Retrieved Mayıs 22, 2018 from. http://www.ucs.louisiana.edu/~isb9112/dept/phil341/wisconn.html .

[106].İpbüker, C., Göksel, Ç., ve Deniz, R. (2017). *Mühendislik Etiği*. Geometri Mühedisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi. Retrieved Eylül 16, from http://akademi.itu.edu.tr/buker/DosyaGetir/42146/etik_DersNotlari.pdf

[107]. Jeffrey, R. (1983). Bayesianism With a Human Face. In Testing Scientific Theories, John Earman (ed.), Minneapolis: University of Minnesota Press, ss. 133–156.

[108]. Johnston, V. S., Miller, D. R., ve Burleson, M. H. (1986). Multiple P3s to emotional stimuli and their theoretical significance. *Psychophysiology,* 23, 684–694.

[109]. Kahneman, D. (2003). Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics. *The American Economic Review, 93*, 1449-1475.

[110]. Kahneman, D., Knetsch, J. L., ve Thaler, R. H. (1991). Anomalies: The endowment effect, loss aversion, and status quo bias. *Journal of Economic perspectives, 5*(1), 193-206.

[111]. Kahneman, D., ve Tversky, A. (1972). Subjective probability: A judgment of representativeness. *Cognitive psychology, 3*(3), 430-454.

[112]. Kahneman, D., ve Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica, 47*, 263-291.

[113]. Kahneman, D., ve Tversky, A. (1982). *The simulation heuristic*. In D. Kahneman, P. Slovic, ve A. Tversky (Eds.), Judgment under uncertainty: Heuristics and biases içinde (pp. 201-208). New York: Cambridge University Press.

[114]. Kahneman, D., ve Tversky A. (1984). Choices, values and frames. *American Psychologist, 39*(4), 341-350.

[115]. Kahneman, D., Wakker, P. P., ve Sarin, R. (1997). Back to Bentham? Explorations of experienced utility. *The quarterly journal of economics, 112*(2), 375-406.

[116]. Kaku, M. (2015). *Zihnin geleceği* (Çev. E. Kumral). Ankara. (Orijinal çalışma 2014'te yayınlandı).

[117]. Kapoor, S. Prosad, J. M. (2017). Behavioral finance: A reivew. *Procedia Computer Science 122*. 50–54.

[118]. Kardos, Z., Tóth, B., Boha, R., File, B., ve Molnár, M. (2017). Age-dependent characteristics of feedback evaluation related to monetary gains and losses. *International Journal of Psychophysiology, 122*, 42-49.

[119]. Karmarkar, U. S. (1978). Subjectively weighted utility: A descriptive extension of the expected utility model. *Organizational behavior and human performance, 21*(1), 61-72.

[120]. Kevinbinz (26 Ekim 2016). An Introduction to Prospect Theory. 8 Haziran 2019 tarihinde https://kevinbinz.com/2016/10/26/prospect-theory/ adresinden erişilmiştir.

[121]. Knight F. H. (1921*). Risk, uncertainly and profit*. Library of Economics and Liberty;

[122]. Knutson, B., Fong, G. W., Bennett, S. M., Adams, C. M., ve Hommer, D. (2003). A region of mesial prefrontal cortex tracks monetarily rewarding outcomes: characterization with rapid event-related fMRI. *NeuroImage, 18*(2), 263–272.

[123]. Kononowicz, T. W., ve Penney, T. B. (2016*).* The contingent negative variation (CNV): timing isn't everything. *Current Opinion in Behavioral Sciences, 8*, 231-237.

[124]. Kourouxous, T., ve Bauer, T. (2019). Violations of dominance in decision-making. *Business Research, 12*(1), 209-239.

[125]. Krawczyk, D. C. (2002). Contributions of the prefrontal cortex to the neural basis of human decision making. *Neuroscience ve Biobehavioral Reviews, 26*(6), 631-664.

[126]. Kreps, D. M. (1979). A representation theorem for preference for flexibility. *Econometrica: Journal of the Econometric Society,* 565-577.

[127]. Kreps, D. M. (2013). *Microeconomic foundations I: choice and competitive markets* (Vol. 1). Princeton university press.

[128]. Kruskal, W. H., ve Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association*, 47(260), 583-621.

[129]. McFadden, K. L., ve Rojas, D. C. (2013). Electrophysiology of autism. Fitzgerald, Recent Advances in Autism Spectrum Disorders içinde *(*pp. 73-102*)*. Volume II, 1173.

[130]. Kydland, F. E. ve Prescott, E. C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica, 50* (6), 1345-1370.

[131]. LeBaron, B. (2000). Agent-based computational finance: Suggested readings and early research. *Journal of Economic Dynamic and Control, 24*, 679-702.

[132]. LeBaron, B. (2006). *Agent-based computaional finance*. Tesfatsion, l. Kenneth,L. J. Handbook of Computational Economics. Agent Based Computational Economics Volume 2 içinde 24. bölüm, North Holland Press 1.ed. , 1188-1227.

[133]. Lee, C. (2001). Market efficiency and accounting research: a discussion of capital market research in accounting' by S.P. Kothari. *Journal of Accounting and Economics 31* (2001) 233–253.

[134]. Lehmann, E. L., ve Romano, J. P. (2012). *Generalizations of the familywise error rate*. In Selected Works of EL Lehmann içinde (pp. 719-735). Springer, Boston, MA.

[135]. Lien, K. (2008). *Day trading and swing trading the currency market: technical and fundamental strategies to profit from market moves* 431. John Wiley ve Sons.

[136]. Lintner, J. (1965a). The valuation of risk assets and the selection of risky ınvestments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics, 47*, 13–37.

[137]. Lintner, J. (1965b). Security prices, risk and maximal gains from diversification. *Journal of Finance, 20,* 587–615.

[138]. Lockwood, P. L., ve Wittmann, M. K. (2018). Ventral anterior cingulate cortex and social decision-making. *Neuroscience ve Biobehavioral Reviews, 92*, 187-191.

[139]. Lucas, E. R. (1972). Expectations and the neutrality of money. *Journal of Economic Theory, 4*,(2), 103-124.

[140]. Lucas, R.(1976). *Econometricpolicy evaluation: a critique. ın brunner k.-meltzer, a. the phillips curve and labor markets.* Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. 1, New York, American Elsevier. 19–46.

[141]. Lucas, R. Jr. (1980). Methods and problems in business cycle theory. *Journal of Money, Credit and Banking, 12*, 696-715.

[142]. Ma, Y., Jiang, G., Chang, T., ve Guo, L. (2017, April). *Research on feature extraction and classification of P300 EEG signals.* In 2017 2nd International Conference on Electrical, Automation and Mechanical Engineering (EAME 2017). Atlantis Press.

[143]. Magezi, D. A. (2015). Linear mixed-effects models for within-participant psychology experiments: an introductory tutorial and free, graphical user interface (LMMgui). *Frontiers in psychology, 6(2)*, 2, 1-7.

[144]. Maleki, E., Babashah, H., Koohi, S., ve Kavehvash, Z. (2017). High-speed all-optical DNA local sequence alignment based on a three-dimensional artificial neural network. *JOSA A, 34*(7), 1173-1186.

[145]. Malmivuo, J., ve Plonsey, R., (1995). *Electroencephalography.* Bioelectromagnetism - Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetis Fields içinde. Bölüm 13. Oxford University Press. Rerrieved, Ağustos 18, 2017, from http://www.bem.fi/book/13/13.htm .

[146]. Mandelbrot, B. (1963). The variation of certain speculative prices. *The Journal of Business 36*(4), 394–419.

[147]. Mandelbrot, B. (1966). Forecasts of future prices, unbiased markets, and "martingale" models. *Journal of Business 39*(1), 242–255.

[148]. Manove, M. (2005). *Uncertainity: Microeconomic Theory. Lecture Notes. Massachusetts Institute of Technology*, Department of Economics. http://sites.bu.edu/manove/files/2013/05/MicroSlides5UncertaintyF05x2.pdf

[149]. Marciukaityte, D. Szewczyk, S. H., ve Varma, R.(2005). Investor overoptimism and private equity placements. *Journal of Financial Research, Southern Finance Association;Southwestern Finance Association, 28*(4), 591-608.

[150]. Markowitz H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance. 7*(1), 77-91.

[151]. Marr, B. (2016). *What Everyone Should Know About Cognitive Computing*. *Forbes*. Retrieved 25 Haziran 2018 tarihinde https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/03/23/what-everyone-should-know-about-cognitive-computing/#2f9934005088 . adresinden erişilmiştir.

[152]. Marshall, A. (1879a). *The Pure Theory of Foreign Trade*. (1987). The Pure Theory of Foreign Trade, the Pure Theory of Domestic Values (Reprints of economic classics). Augustus m Kelley Pubs.

[153]. Marshall, A. (1879b). *The Pure Theory of Domestic Values*. (1987). The Pure Theory of Foreign Trade, the Pure Theory of Domestic Values (Reprints of economic classics). Augustus m Kelley Pubs.

[154]. Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. (2006). Principles of Economics: Cosimo Classics; Abridged edition.

[155]. Martin, T. L., Yu, C. T., Martin, G. L., ve Fazzio, D. (2006). On choice, preference, and preference for choice. *The behavior analyst today, 7*(2), 234-241.

[156]. Martin-Acena, P. (2013). *The saving bank crisis in Spain: When and How?*. ESBG Perspectives 66, 85-98.

[157].Martinez-Correa, J. (2012). *Decisions under risk, uncertainty and Ambiguity: theory and experiments*. Dissertation, Georgia State University.

[158]. Marx, K. (2015). *Das kapital* (Çev. N. Satlıgan ve E. Özalp ve M. Selik). İstanbul. (Orijinal çalışma 1867'de yayınlandı).

[159]. Mathews, J. H., ve Fink, K. D. (2004). *Numerical methods using MATLAB* (Vol. 4). Upper Saddle River, NJ: Pearson prentice hall.

[160]. May, K. O. (1954). *Intransitivity, utility, and the aggregation of preference patterns*. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1-13.

[161]. Mayor, J., Gomez, P., Chang, F., ve Lupyan, G. (2014). Connectionism coming of age: legacy and future challenges. *Frontiers in psychology*, 5, 187.

[162]. McCarthy, A. M., ve Schoorman, F. D., ve Cooper, A. C. (1993). Reinvestment decisions by entrepreneurs: Rational decisionmaking or escalation of commitment? *Journal of Business Venturing, 8,* 9-24.

[163]. McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., ve Hinton, G. E. (1988). *The appeal of parallel distributed processing*. In A. M. Collins ve E. E. Smith (Eds.), Readings in cognitive science: A perspective from psychology and artificial intelligence (pp. 52-72). San Mateo, CA, US: Morgan Kaufmann. (Reprinted from McClelland, J. L., D. E. Rumelhart, ve G. E. Hinton, "The Appeal of Parallel Distributed Processing," in D. E. Rumelhart, J. L. McClelland and the PDP Research Group (eds.), "Parallel Distributed Processing," vol. 1:3-40, (1986).

[164]. McCulloch, W. S., ve Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, *5*(4), 115-133.

[165]. Memnun, D. S. (2013). (2006). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri.* Kalaycı, Ş.(Ed.). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

[166]. Mercenary Trader. (2010, Aralık 28). Book Review: The Psychology of the Stock Market. Business Insider. 10 Ocak 2019 tarihinde http://www.businessinsider.com/book-review-the-psychology-of-the-stock-market-2011-1 adresinden erişilmiştir.

[167]. Metzger, J. M., Flanagin, A. J., ve Medders R. B. (2010). *Social and heuristic approaches to credibility evaluation online*. Journal of Communication*, 60*,3, 413-439.

[168]. Mill, J. S. (1844). *Essays on some unsettled questions in political economy*. 1-92. 10 Eylül 2019 tarihinde http://www.gutenberg.org/ebooks/12004?msg=welcome_stranger adresinden erişilmiştir.

[169]. Mill, J.S. (1848). *Principles of political economy with some of their applications to social philosophy.* Longmans, Green and Co. Ltd. London.1-450. 10 Eylül 2019 tarihinde http://oll.libertyfund.org/titles/mill-principles-of-political-economy-ashley-ed adresinden erişilmiştir.

[170]. Mlambo, L. (2012). Adaptive and rational expectatıons hypotheses: revıewıng the crıtıques*. Journal of Economic Behavior, 2*, 3-15.

[171]. Modigliani, F., Miller, ve M. H. (1958). T*he cost of capital, corporation finance and the theory of ınvestment*. *The American Economic Review, 48* (3), 261-297.

[172]. Mossin, J. (1966). Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica, 35*, 768–783.

[173]. Muth, J. F. (1961). Rational expectations and theory of price movements*. Econometrica, 29* (3), 315-335.

[174]. Müller B. Schiappacasse P. (2014). *Industry 4.0 Why the city matters Perspectives for international development cooperation*. GIZ/acatech/INAE Symposium on Advanced Manufacturing, Logistics and Urban Development: New Perspectives for International Development Cooperation? Yeni Delhi. Retrieved Mayıs 14, 2018, from http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Symposium_Advanced_Manufacturing/2014-09-04/2._Presentation_by_Prof._Dr._B_Mueller.pdf

[175]. Näätänen, R., Gaillard, A.W.K., ve Mäntysalo, S. (1978). Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica, 42*, 313-329.

[176]. Nelson, S.C., ve Katzenstein P. J. (2014). Uncertainty, risk, and the financial crisis of 2008. *Journal of International Organization, 68*(02), 361 – 392.

[177]. Nichols, T., ve Hayasaka, S. (2003). Controlling the familywise error rate in functional neuroimaging: a comparative review. *Statistical methods in medical research, 12*(5), 419-446.

[178]. Nieuwenhuis, S., Aston-Jones, G., ve Cohen, J. D. (2005). Decision making, the P3, and the locus coeruleus--norepinephrine system. *Psychological bulletin, 131*(4), 510.

[179]. O'Doherty, J., Kringelbach, M.L., Rolls, E.T., Hornak, J., Andrews, C., 2001. Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nature Neurosci. 4*, 95–102.

[180]. Olshavsky, R.W. (1979). Task complexity and contingent processing in decision making: a replication and extension. *Organizational Behavior and Human Performance, 24*, 300-316.

[181]. Ortiz, A., Gorriz, J. M., Ramirez, J., ve Salas-Gonzalez, D. (2014). Improving MR brain image segmentation using self-organising maps and entropy-gradient clustering. *Information Sciences, 262*, 117-136.

[182]. Oxford Big Ideas Geography/History 9, Chapter 5.3. "What were the short and Long Terms Impacts of Industrial Revolution". (Kasım 1, 2013). Retrieved Nisan 24, 2018, from https://www.oup.com.au/__data/assets/pdf_file/0021/58071/Oxford-Big-Ideas-Geography-History-9-ch5-Industrial-revolution.pdf

[183]. Özatay, F. (2011). *Parasal iktisat kuram ve politika*. (2. Bas. Ankara:Efil Yayınevi.

[184]. Park, S. A., Sestito, M., Boorman, E. D., ve Dreher, J. C. (2019). *Neural computations underlying strategic social decision-making in groups*. Nature communications, 10(1), 1-12.

[185]. Paseran, M. H. (2005). *Market Efficiency Today*. Institute of Economic Policy Research University Of Southern California. IEPR Working Paper 05.41. 1-15.

[186]. Payne, J. W. Bettman, J. R. and Johnson E. J. (1988). *Adaptive strategy selection in decision making.* Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition, 14:3, 534-552.

[187]. Payne, J. W., Bettman, J. R., ve Johnson, E. J. (1993). *The adaptive decision maker*. Cambridge, England, Cambridge University Press.

[188]. Payne, W. (1976). Task complexity and contingent processing in decision making: an information earch and protocol analysis. *Organizational Behavior and Human Performance, 16*, 366-387.

[189]. Percival,S. S. (2012). *The Impact of the Sunk Cost Fallacy and Other Behavioural Biases on Individual Irish Investors*. Yüksek Lisans Tezi, Dublin Business School, İrlanda.

[190]. Pernet, C. R., Latinus, M., Nichols, T. E., ve Rousselet, G. A. (2015). Cluster-based computational methods for mass univariate analyses of event-related brain potentials/fields: A simulation study. *Journal of neuroscience methods, 250*, 85-93.

[191]. Perold, F. A. (2004). The capital asset pricing model. *Journal of Economic Perspectives, 18*, (3), 3–24.

[192]. Picton, T. W. (1992). The P300 wave of the human event-related potential. *Journal of clinical neurophysiology, 9*(4), 456-479.

[193]. Pinsker, R. (2011). Primacy or recency? A study of order effects when nonprofessional investors are provided a long series of disclosures. *Behavioral Research in Accounting: Spring, 23*, (1), 161-18.

[194]. Pisauro, M. A., Fouragnan, E., Retzler, C., ve Philiastides, M. G. (2017). Neural correlates of evidence accumulation during value-based decisions revealed via simultaneous EEG-fMRI. *Nature communications, 8*, 15808, 1-9.

[195]. Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology, 118*(10), 2128-2148.

[196]. Pratt, J. W. (1964). Riskaversion in the small and in the large. *Econometrica, 32*, 122-136.

[197]. Preston, M. G. and Baratta, P. (1948). An experimental study of the auction-value of an uncertain outcome. *American Journal of Psychology, 61*, 183-193.

[198]. Puglisi-Allegra, S., ve Ventura, R. (2012). Prefrontal/accumbal catecholamine system processes high motivational salience. *Frontiers in behavioral neuroscience, 6*, 31, 1-13.

[199]. Pylyshyn, Z. W. 1980. Computation and cognition:issues in the foundations of cognitive science. *The Behavioral and Brain Siences, 3*, 111-169.

[200]. Quiggin, J. (1981). Risk Perception and Risk Aversion among Australian Fanners. *Australian Journal of Agricultural Economics, 25*, 160-16.

[201]. Quiggin, J. (1982). A theory of anticipated utility. *Journal of Economic Behavior and Organization, 3*(4), 324-343.

[202]. Quiggin, J. (1985). Subjective utility, anticipated utility, and the Allais paradox. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 35*(1), 94-101.

[203]. Quiggin, J. (1993). Generalized expected utility theory: *The rank dependent model*. Kluwer, Boston, MA.

[204]. Ramele, R., Villar, A., ve Santos, J. (2018). EEG waveform analysis of P300 ERP with applications to brain computer interfaces. *Brain sciences, 8*(11), 199, 1-24.

[205]. Rao, S. (2019). The philosophical paradigm of financial market contagion research. *International Journal of Management Concepts and Philosophy, 12*(3), 278-295.

[206]. Regenwetter, M., Dana, J., ve Davis-Stober, C. P. (2011). Transitivity of preferences. *Psychological review, 118*(1), 42-56.

[207]. Rieger, M., Wang, M. ve Hens, T.(2017). Estimating cumulative prospect theory parameters from an international survey. *Theory and Decision, 82*, 4, 567-596.

[208]. Rieskamp, J., ve Hoffrage, U. (1999). *When do people use simple heuristics, and how can we tell?* In G. Gigerenzer, P. M. Todd, ve The ABC Research Group, Evolution and cognition. Simple heuristics that make us smart (pp. 141-167). New York, NY, US: Oxford University Press.

[209]. Rigotti, L. (2018). Lecture Notes: Advanced Microeconomic Theory 1: Preference Relations and Choice Rules. University of Pittsburgh. Department of Economics, U.K.

[210]. Rogers, T. T. (2009). *Connectionist models*. *Encyclopedia of Neuroscience, 3*, 75-82.

[211]. Roorda, F. V. (2014). *The influence of predictive value of cues in the endogenous orienting paradigm examined with event-related lateralizations* (Bachelor's thesis, University of Twente).

[212]. Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychol. 65,* 386-408.

[213]. Rosner, B., Glynn, R. J., ve Lee, M. L. T. (2006). The Wilcoxon signed rank test for paired comparisons of clustered data. *Biometrics, 62*(1), 185-192.

[214]. Rothschild, M. ve Stiglitz, J. E. (1970). Increasing risk: I. A definition. *Journal of Economic Theory. 2* (3), 225–243.

[215]. Rottenstreich, Y., ve Tversky, A. (1997). Unpacking, repacking, and anchoring: advances in support theory. *Psychological review, 104*(2), 406-405.

[216]. Rumelhart, D. E., McClelland, J. L. (1986*). Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*. Vol. 1 Cambridge, MA: Foundations MIT Press

[217]. Rustichini, A. (2009). *Neuroeconomics: Formal models of decision making and cognitive neuroscience. In Neuroeconomics: Decision Making and The Brain*. Academic Press. London. 33-46.

[218]. Samuelson, P. A. (1948). Consumption theory in terms of revealed preference. *Economica, 15*(60), 243-253.

[219]. Samuelson, P. A. S. (1965). Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review, 6*, 41- 49.

[220]. Samuelson, W., ve Zeckhauser, R. (1988). Status quo bias in decision making. *Journal of risk and uncertainty, 1*(1), 7-59.

[221]. Sargent, T. (1987). *Some of Milton's Friedman scientific contributions to macro economics*. Retrieved Ağustos 11, 2017, from http://www.tomsargent.com/research/Sargent_on_Friedman.pdf

[222]. Sargent, T. J. ve Wallace, N. (1975). Rational expectations, the optimal monetary instrument, and the optimal money supply rule. *The Journal of Political Economy*, Vol.83, No.2, 241-254.

[223]. Sarıgül, H. (2015). Finansal okuryazarlık tutum ve davranış ölçeği geliştirme, geçerlik ve güvenirlik. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 13*(1), 200-218.

[224]. Savage, L. J. (1954). *The foundations of statistics.* DoverPress, New York.

[225]. Sayan, E. (2012). Analitik zihin felsefesinin temel problemlerine bir bakış. *Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Felsefe Dergisi, 19*, 38-54.

[226]. Scheinkman, J., ve Xiong, W. (2002). Overconfidence and speculative bubbles. *The Journal of Political Economy; 111*, 6; ABI/INFORM Global, 1183-1219.

[227]. Schmeidler, D. (1989). Subjective probability and expected utility without additivity. *Econometrica, 57*, 571-587.

[228]. Schumacher, E. H., Elston, P. A., ve D'esposito, M. (2003). Neural evidence for representation-specific response selection. *Journal of cognitive neuroscience*, *15*(8), 1111-1121.

[229]. Selden, G. C. (1912). *Psychology of stock market*. Ticker Publishing Company, Newyork, 1-120. Retrieved Mayıs 28, 2018, from https://archive.org/stream/psychologyofstoc00seldrich#page/n9/mode/2up

[230]. Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance. 19*(3), 425–442.

[231]. Shefrin, H. Statman, M. (1994). Behavioral capital asset pricing model. *Journal of Financial and Quantitative Analysis, 29*(3), 323-349.

[232]. Shleifer, A. (2000). *Inefficient markets: An ıntroduction to behavioral finance*. Oxford University Press, 1. Baskı, New York.

[233]. Shuford, E. H. (1966). A comparison of subjective probabilities for elementary and compound events. Master Thesis, Central Washington University, *Psychom. Lab. Rep*.

[234]. Siegel, S. (1957). Nonparametric statistics. *The American Statistician, 11*(3), 13-19.

[235]. Silva, E. N. Silva, M. T., Pereira, M. G. (2016). *Analytical models in economic evaluation studies*. Epidemiol. Serv. Saúde vol.25 no.4 Brasília Oct./Dec. 2016: 1-3).

[236]. Simon, H. T. (1955). A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics, 69*(1), 99-118.

[237]. Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An Experimental Analysis*. New York: Appleton-Century.

[238]. Skinner, B. F. (1948). Superstition' in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology, 38*(2), 168-172.

[239]. Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York: Macmillian.

[240]. Skinner, B. F. (1963). Operant behavior. *American psychologist, 18*(8), 503.

[241]. Slovic, P., Finucane, M. L., Peters, E., ve MacGregor, D. G. (2002). *The affect heuristic*. In T. Gilovich, D. Griffin, ve D. Kahneman (Eds.), Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment içinde (pp. 397-420). New York: Cambridge University Press.

[242]. Smith, V., Suchanek L. G., ve Williams A. W. (1988). Bubbles, crashes, and endogenous expectations in experimental spot asset markets. *Econometrica, 56*(85), 1119-1151.

[243]. Solomon, J. (Kasım 2 2014). Warren Buffett is buying stocks this week. Retrieved Aralık 11, 2017 from, http://money.cnn.com/2014/10/02/investing/warren-buffett-buying-the-stock-dip/index.html)

[244]. Stearns, S. C. (2000). Daniel Bernoulli (1738): evolution and economics under risk. *Journal of Bioscience, 25*, 221-228.

[245]. Steele, K. ve Stefánsson, H. O.,(2016). *Decision Theory*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2016 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/decision-theory/ .

[246]. Sternberg, R.(2005). WICS: A model of positive educational leadership comprising wisdom, ıntelligence, and creativity synthesized. *Educational Psychology Review, 17*(3), 191-262.

[247]. Strzalecki, T. (2017). *Lecture notes. Decision theory.* Harvard University, Department of Economics

[248].S ur, S., ve Sinha V. K. (2009). Event related potential. *Journal of Industrial Pssychiatry. 18*, (1), Page 70-73.

[249]. Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., ve John, E. R. (1965). Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science, 150*(3700), 1187-1188.

[250]. Taşdemir, M. (2007). Belirsizlik altında tercihler ve beklenen fayda modelinin yetersizlikleri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 7* (1), 307-318.

[251]. Taylor, J. G. (2009).Cognitive computation. *Journal of Cognitive Computation, 1* (1), 4-16.

[252]. Tekin, B. (2016). Beklenen fayda ve beklenti teorileri bağlamında geleneksel finans–davranışsal finans ayrımı. *Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies 2*(4),75-107.

[253]. Thaler, R. (1980). Toward a positive theory of consumer choice. *Journal of Economic Behavior and Organization, 1*, 39-60.

[254]. Thaler, R. H. (1985). Mental accounting and consumer choice. *Marketing Science, 4*, 199-214.

[255]. Thaler, R. Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press. New Haven ve London.

[256]. The international 10/20 system of electrode placement, (2018). 20 Haziran 2018 tarihinde https://sleeptechstudy.wordpress.com/category/1020-system/ adresinden erişilmiştir.

[257]. The nudge unit – has it worked so far?*The Guardian.* (Mayıs 2 2013). 28 Mayıs 2018, tarihinde https://www.theguardian.com/politics/2013/may/02/nudge-unit-has-it-worked . adresinden erişilmiştir.

[258]. Tierney, A. L., Gabard-Durnam, L., Vogel-Farley, V., Tager-Flusberg, H., ve Nelson, C. A. (2012). Developmental trajectories of resting EEG power: an endophenotype of autism spectrum disorder. *PloS one*, 7(6):e39127.

[259]. Tobin, J. (1970). Money and income: Post hoc ergo proctor hoc?. *Quarterly Journal of Economics 84*(2), 301–317.

[260]. Tom, S. M., Fox, C. R., Trepel, C., ve Poldrack, R. A. (2007). The neural basis of loss aversion in decision-making under risk. *Science, 315*(5811), 515-518.

[261]. Trepel, C., Fox, C. R., ve Poldrack, R. A. (2005). Prospect theory on the brain? Toward a cognitive neuroscience of decision under risk. *Cognitive brain research, 23*(1), 34-50.

[262]. Treynor, J. L. (1962). *Toward a theory of market value of risky assets*. Treynor on Institotional Investing kitabı 6. Bölüm, 2015, Jack L. Treynor Wiley; 1 edition, 49-59.

[263]. Tseng K.C. (2006). Behavioral finance, bounded rationality. Neuro Finance, and Traditional Finance. *Journal of Investment Management and Financial Innovations, 3*(4), 8-18.

[264]. Tversky, A., ve Kahneman, D. (1971). Belief in the law of small numbers. *Psychological bulletin*, *76*(2), 105.

[265]. Tversky, A. ve Kahneman, D. (1973). Availability: A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive Psychology, 5* (2), 207-232.

[266]. Tversky, A. ve Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: heuristics and biases. *Science, New Series, 185 (4157)*, 1124-1131.

[267]. Tversky, A., ve Kahneman, D. (1977). Causal thinking in judgment under uncertainty. *In Basic problems in methodology and linguistics* içinde (pp. 167-190). Springer, Dordrecht.

[268]. Tversky, A. ve Kahneman, D. (1981). The framing of decision and the psychology of choice. *Science, 211* (4481), 453-458

[269]. Tversky, A., ve Kahneman, D. (1991). Loss aversion in riskless choice: A reference-dependent model. *The quarterly journal of economics, 106*(4), 1039-1061.

[270]. Tversky, A., ve Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty, 5*, 297-323.

[271]. Tversky, A., ve Koehler, D. J. (1994). Support theory: A nonextensional representation of subjective probability. *Psychological review, 101*(4), 547-567.

[272]. Van Vugt, M., Simen, P., ve Cohen, J. (2011). Finding neural correlates of drift diffusion processes in EEG oscillations. *In Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 33* (33), 2439-2444.

[273]. Venkatraman, V., Payne, J. W., Bettman, J. R., Luce, M. F., ve Huettel, S. A. (2009). Separate neural mechanisms underlie choices and strategic preferences in risky decision making. *Neuron, 62*(4), 593-602.

[274]. Venkatraman, V., ve Huettel, S. A. (2012). Strategic control in decision-making under uncertainty. *European Journal of Neuroscience, 35*(7), 1075-1082.

[275]. Verleger, R., Jaśkowski, P., ve Wascher, E. (2005). Evidence for an integrative role of P3b in linking reaction to perception. *Journal of Psychophysiology, 19*(3), 165-181.

[276]. Vieito, J. P. , Pownal, R. A. J., Rocha, A. F.,veRocha, F. T. (2014). *The neural behaviour of investors.* American Economic Association Conference, ss. 1-46. Retrieved Nisan 14, 2018, from https://www.aeaweb.org/conference/2015/retrieve.php?pdfid=883 .

[277]. Vieito, J. P. Rocha, A. F., ve Rocha, F. T.(2015) Brain activity of the ınvestor's stock market financial decision. *Journal of Behavioral Finance, 16*(3), 220-230.

[278]. Volz, K. G., ve Gigerenzer, G. (2012). Cognitive processes in decisions under risk are not the same as in decisions under uncertainty. *Frontiers in Neuroscience*, *6*, 105.

[279]. Von Neumann, J. (1948). *The Computer and the Brain*. New Haven and London: Yale University Press. 'den aktaran Amit, J. D. (1992). *Modeling Brain Function: The World of Attractor Neural Networks*. Cambridge University Press. 1- 524.

[280]. Von Neumann, J., ve Morgenstern, O. (1944). *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press.

[281]. Von Neumann, ve J. Morgenstern, O. (1953). *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press. 3. Baskı.

[282]. Walter, W. G., Cooper, R., Aldridge, V. J., McCallum, W. C., ve Winter, A. L. (1964). Contingent negative variation: an electric sign of sensori-motor association and expectancy in the human brain. *Nature*, *203*(4943), 380-384.

[283]. Wang, L., Zheng, J., Huang, S., ve Sun, H. (2015). *P300 and decision making under risk and ambiguity*. Computational intelligence and neuroscience, 1.

[284]. Wang, Y. K., Chen, S. A., ve Lin, C. T. (2014). An EEG-based brain–computer interface for dual task driving detection. *Neurocomputing, 129*, 85-93.

[285]. Watson, J. B., ve Morgan, J. J. B. (1917). Emotional reactions and psychological experimentation. *American Journal of Psychology, 28*(2), 163–174.

[286]. Watson, J. B., ve Rayner, R. (1920). Conditioned emotional reactions. *Journal of Experimental Psychology, 3*(1), 1–14.

[287]. Wichary, S., Magnuski, M., Oleksy, T., ve Brzezicka, A. (2017). Neural signatures of rational and heuristic choice strategies: a single trial ERP analysis. *Frontiers in human neuroscience, 11*, 401.

[288]. Wichary, S., ve Smolen, T. (2016). Neural underpinnings of decision strategy selection: a review and a theoretical model. *Frontiers in neuroscience, 10*, 500. 1-100.

[289]. Wilcoxon, F., Katti, S. K., ve Wilcox, R. A. (1970). Critical values and probability levels for the Wilcoxon rank sum test and the Wilcoxon signed rank test. *Selected tables in mathematical statistics, 1*, 171-259.

[290]. Wilkowski, B. M., ve Robinson, M. D. (2016). *Cognitive control processes underlying individual differences in self-control.* In Self-regulation and ego control (pp. 301-324). Academic Press.

[291]. Wright, P. (1974). The harassed decision maker: Time pressures, distractions, and the use of evidence. *Journal of applied psychology, 59*(5), 555.

[292]. Wu, C., Wu, C., ve Liu, V. (2009). The conservatism bias in an emerging stock market: Evidence from Taiwan. *Pacific-Basin Finance Journal 17*, 494–505.

[293]. Yay, G. G. (1989). Yeni-klasik makroiktisat okulu. *İktisat Dergisi, 292*, 31-45.

[294]. Zhu, C., Jingjing, P., Wang, Y. W., Li, J., ve Wang, P. (2019). Neural dynamics underlying the evaluation process of ambiguous options during reward-related decision-making. *Frontiers in psychology, 10*, 1979, 1-10.

[295]. Zimmerman, D. W. (1998). Invalidation of parametric and nonparametric statistical tests by concurrent violation of two assumptions. *The Journal of experimental education, 67*(1), 55-68.

[296]. Zindel, M. L. Zindel, ve T. Quirino, M. G. (2014). Cognitive bias and their implications on the financial market. *International Journal of Engineering ve Technology IJET-IJENS 14*(03), 11-17.

EKLER

Ek 1: Normallik Dağılımı Testleri(P300 ve Karar Gecikme Testleri) Sonuçları

maks1

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
maks1	1008	99,9%	1	0,1%	1009	100,0%

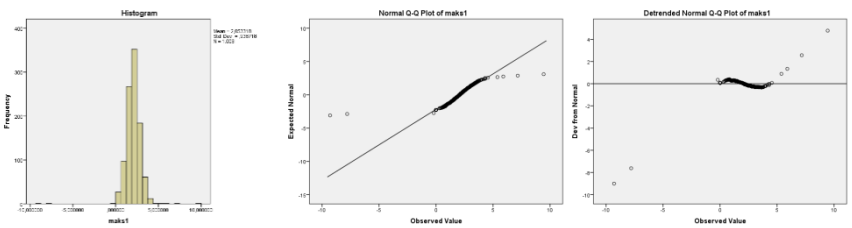
Descriptives

			Statistic	Std. Error
maks1	Mean		2,05331782	,029566851
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1,99529812	
		Upper Bound	2,11133751	
	5% Trimmed Mean		2,06066875	
	Median		2,06631700	
	Variance		,881	
	Std. Deviation		,938718428	
	Minimum		-9,299934	
	Maximum		9,443376	
	Range		18,743310	
	Interquartile Range		,935155	
	Skewness		-2,179	,077
	Kurtosis		37,028	,154

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
maks1	,075	1008	,000	,813	1008	,000

a. Lilliefors Significance Correction



Latency1

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
latency1	1008	99,9%	1	0,1%	1009	100,0%

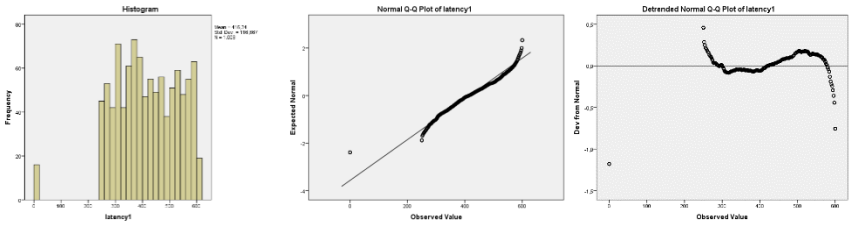
Descriptives

			Statistic	Std. Error
latency1	Mean		416,34	3,675
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	409,13	
		Upper Bound	423,55	
	5% Trimmed Mean		419,98	
	Median		413,00	
	Variance		13611,294	
	Std. Deviation		116,667	
	Minimum		0	
	Maximum		600	
	Range		600	
	Interquartile Range		184	
	Skewness		-,541	,077
	Kurtosis		,772	,154

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
latency1	,061	1008	,000	,946	1008	,000

a. Lilliefors Significance Correction



maks2

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
maks2	1009	100,0%	0	0,0%	1009	100,0%

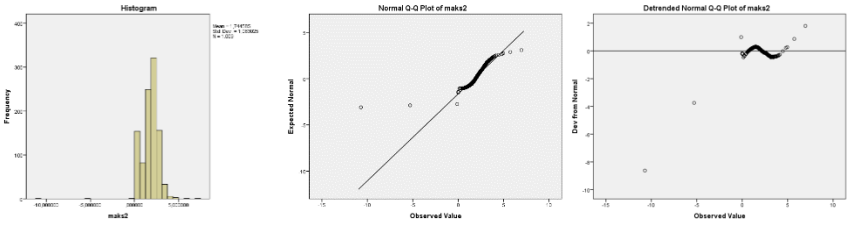
Descriptives

			Statistic	Std. Error
maks2	Mean		1,74458526	,033465548
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1,67891514	
		Upper Bound	1,81025539	
	5% Trimmed Mean		1,75653426	
	Median		1,89746600	
	Variance		1,130	
	Std. Deviation		1,063025121	
	Minimum		-10,710893	
	Maximum		6,952261	
	Range		17,663154	
	Interquartile Range		1,051503	
	Skewness		-1,994	,077
	Kurtosis		20,259	,154

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
maks2	,119	1009	,000	,859	1009	,000

a. Lilliefors Significance Correction



latency2

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
latency2	1009	100,0%	0	0,0%	1009	100,0%

Descriptives

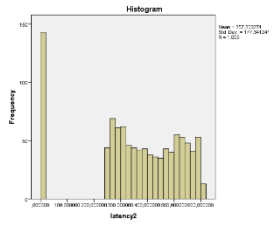
			Statistic	Std. Error
latency2	Mean		357,30327056	5,582955431
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	346,34772430	
		Upper Bound	368,25881683	
	5% Trimmed Mean		364,11210219	
	Median		376,00000000	
	Variance		31449,916	
	Std. Deviation		177,341241318	
	Minimum		,000000	
	Maximum		600,000000	

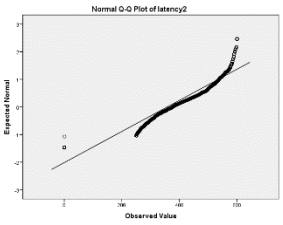
	Range	600,000000	
	Interquartile Range	224,000000	
	Skewness	-,786	,077
	Kurtosis	-,197	,154

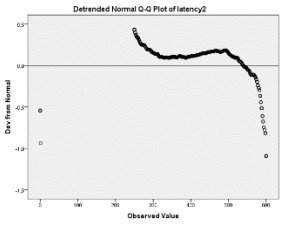
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
latency2	,131	1009	,000	,891	1009	,000

a. Lilliefors Significance Correction







latency3

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
maks3	1009	100,0%	0	0,0%	1009	100,0%

Descriptives

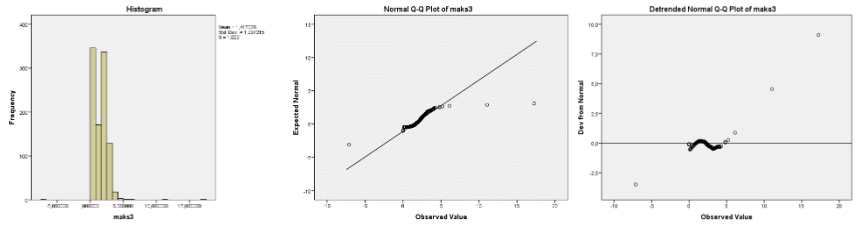
			Statistic	Std. Error
maks3	Mean		1,41502642	,040838176
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1,33488884	
		Upper Bound	1,49516400	
	5% Trimmed Mean		1,35838949	
	Median		1,63527700	
	Variance		1,683	
	Std. Deviation		1,297214876	
	Minimum		-7,115640	
	Maximum		17,232340	

	Range	24,347980	
	Interquartile Range	2,259240	
	Skewness	1,965	,077
	Kurtosis	25,228	,154

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
maks3	,184	1009	,000	,797	1009	,000

a. Lilliefors Significance Correction



latency3

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
latency3	1009	100,0%	0	0,0%	1009	100,0%

Descriptives

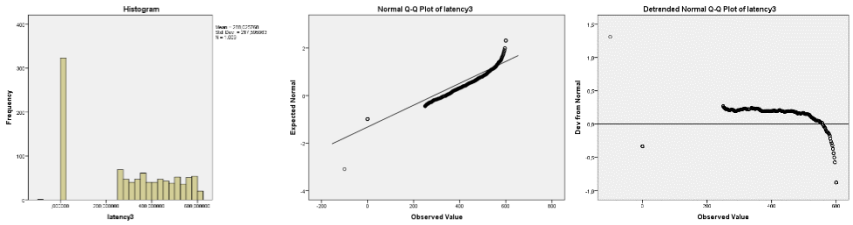
			Statistic	Std. Error
latency3	Mean		288,02576809	6,850231547
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	274,58342029	
		Upper Bound	301,46811589	
	5% Trimmed Mean		287,09745623	
	Median		340,00000000	
	Variance		47348,003	
	Std. Deviation		217,595963436	
	Minimum		-100,000000	
	Maximum		600,000000	

	Range	700,000000	
	Interquartile Range	474,000000	
	Skewness	-,263	,077
	Kurtosis	-1,425	,154

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
latency3	,228	1009	,000	,855	1009	,000

a. Lilliefors Significance Correction



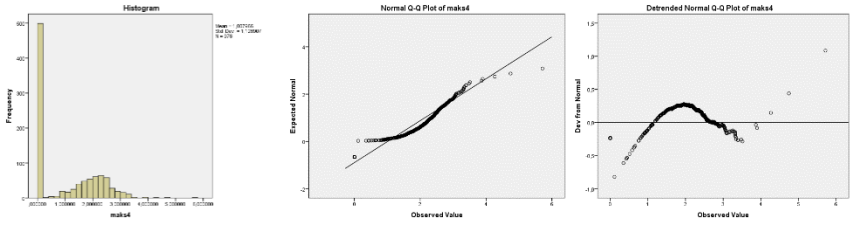
maks4

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
maks4	976	96,7%	33	3,3%	1009	100,0%

Descriptives

			Statistic	Std. Error
maks4	Mean		1,00796597	,036135443
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	,93705378	
		Upper Bound	1,07887817	
	5% Trimmed Mean		,94014147	
	Median		,00000000	
	Variance		1,274	
	Std. Deviation		1,128907331	
	Minimum		,000000	
	Maximum		5,713914	
	Range		5,713914	
	Interquartile Range		2,066535	
	Skewness		,542	,078
	Kurtosis		-,985	,156



latency4

Case Processing Summary

	Cases

	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
latency4	976	96,7%	33	3,3%	1009	100,0%

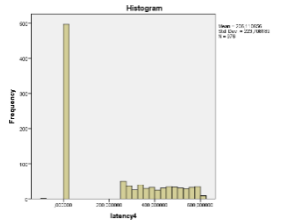
Descriptives

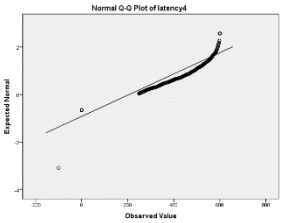
			Statistic	Std. Error
latency4	Mean		206,11065574	7,160724639
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	192,05844931	
		Upper Bound	220,16286216	
	5% Trimmed Mean		196,42987250	
	Median		,00000000	
	Variance		50045,354	
	Std. Deviation		223,708189159	
	Minimum		-100,000000	
	Maximum		600,000000	
	Range		700,000000	
	Interquartile Range		419,500000	
	Skewness		,361	,078
	Kurtosis		-1,535	,156

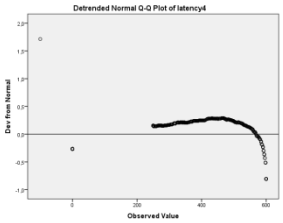
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
latency4	,332	976	,000	,785	976	,000

a. Lilliefors Significance Correction







maks5

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
maks5	1009	100,0%	0	0,0%	1009	100,0%

Descriptives

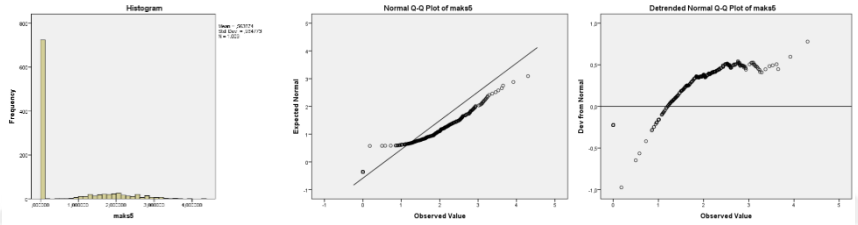
			Statistic	Std. Error
maks5	Mean		,56387447	,030372430
		Lower Bound	,50427404	

	95% Confidence Interval for Mean	Upper Bound	,62347491	
	5% Trimmed Mean		,45905760	
	Median		,00000000	
	Variance		,931	
	Std. Deviation		,964772946	
	Minimum		,000000	
	Maximum		4,299986	
	Range		4,299986	
	Interquartile Range		1,240799	
	Skewness		1,401	,077
	Kurtosis		,583	,154

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
maks5	,438	1009	,000	,632	1009	,000

a. Lilliefors Significance Correction



latency5

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
latency5	1009	100,0%	0	0,0%	1009	100,0%

Descriptives

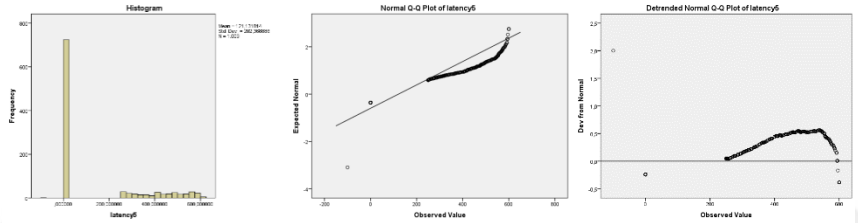
		Statistic	Std. Error
latency5	Mean	121,13181368	6,370861422

	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	108,63014356	
		Upper Bound	133,63348379	
	5% Trimmed Mean		102,59960357	
	Median		,00000000	
	Variance		40953,166	
	Std. Deviation		202,368886293	
	Minimum		-100,000000	
	Maximum		600,000000	
	Range		700,000000	
	Interquartile Range		277,000000	
	Skewness		1,227	,077
	Kurtosis		-,198	,154

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
latency5	,444	1009	,000	,625	1009	,000

a. Lilliefors Significance Correction



maks6

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
maks6	1009	100,0%	0	0,0%	1009	100,0%

Descriptives

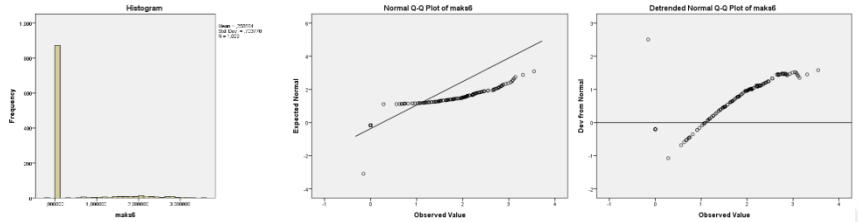
		Statistic	Std. Error
maks6	Mean	,25886428	,022155670

	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	,21538776	
		Upper Bound	,30234080	
	5% Trimmed Mean		,14209082	
	Median		,00000000	
	Variance		,495	
	Std. Deviation		,703769561	
	Minimum		-,154872	
	Maximum		3,547146	
	Range		3,702018	
	Interquartile Range		,000000	
	Skewness		2,639	,077
	Kurtosis		5,743	,154

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
maks6	,510	1009	,000	,417	1009	,000

a. Lilliefors Significance Correction



Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
latency6	1009	100,0%	0	0,0%	1009	100,0%

Descriptives

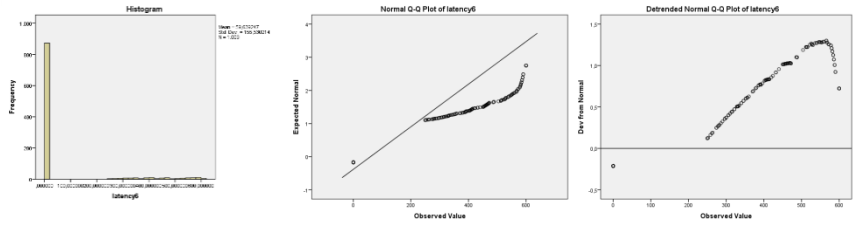
			Statistic	Std. Error
latency6	Mean		59,63924678	4,896313160
		Lower Bound	50,03111252	

	95% Confidence Interval for Mean	Upper Bound	69,24738104	
	5% Trimmed Mean		35,32353265	
	Median		,00000000	
	Variance		24189,648	
	Std. Deviation		155,530214125	
	Minimum		,000000	
	Maximum		600,000000	
	Range		600,000000	
	Interquartile Range		,000000	
	Skewness		2,392	,077
	Kurtosis		4,159	,154

Tests of Normality

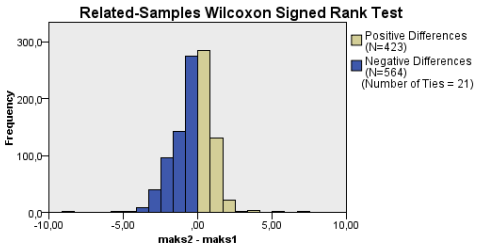
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
latency6	,514	1009	,000	,425	1009	,000

a. Lilliefors Significance Correction



Ek 2: Wilcoxon Eşlenmiş İşaretli Sıralar Toplam Testi

maks1-maks2



Total N	1.008
Test Statistic	182.779,000
Standard Error	8.958,081
Standardized Test Statistic	-6,811
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks2 - maks1	Negative Ranks	564[a]	540,42	304799,00

	Positive Ranks	423[b]	432,10	182779,00
	Ties	21[c]		
	Total	1008		

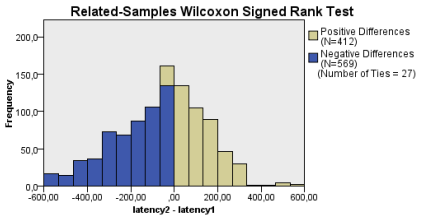
a. maks2 < maks1 b. maks2 > maks1c. maks2 = maks1

Test Statistics[a,c]

			maks2 - maks1
Z			-6,811[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99,9% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,001
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99,9% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,001

a. Wilcoxon Signed Ranks Testb. Based on positive ranks. c Based on 10000 sampled tables with starting seed 299883525.

latency1-latency2



Total N	1.008
Test Statistic	171.720,000
Standard Error	8.876,504
Standardized Test Statistic	-7,786
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency2 - latency1	Negative Ranks	569[a]	544,73	309951,00
	Positive Ranks	412[b]	416,80	171720,00
	Ties	27[c]		
	Total	1008		

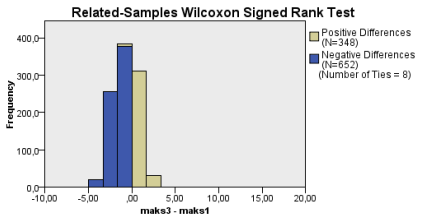
a. latency2 < latency1b. latency2 > latency1c. latency2 = latency1

Test Statistics[a,c]

			latency2 - latency1
Z			-7,786[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Testb. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1502173562.

maks1-maks3



Total N	1.008
Test Statistic	130.118,000
Standard Error	9.135,555
Standardized Test Statistic	-13,150
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks3 - maks1	Negative Ranks	652[a]	568,07	370382,00
	Positive Ranks	348[b]	373,90	130118,00
	Ties	8[c]		
	Total	1008		

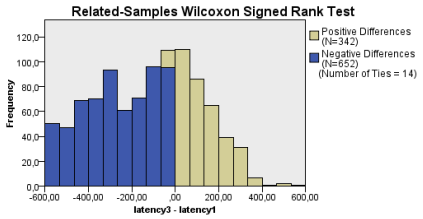
a. maks3 < maks1b. maks3 > maks1c. maks3 = maks1

Test Statistics[a,c]

			maks3 - maks1
Z			-13,150[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Testb. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 743671174.

latency1-latency3



Total N	1.008
Test Statistic	118.268,500
Standard Error	9.053,465
Standardized Test Statistic	-14,247
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency3 - latency1	Negative Ranks	652[a]	577,07	376246,50
	Positive Ranks	342[b]	345,81	118268,50
	Ties	14[c]		
	Total	1008		

a. latency3 < latency1b. latency3 > latency1 c. latency3 = latency1

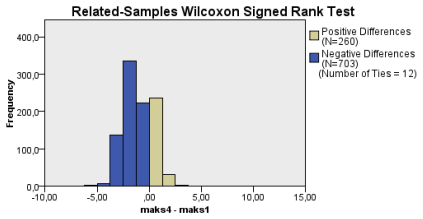
Test Statistics[a,c]

			latency3 - latency1
Z			-14,247[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Testb. Based on positive ranks c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 957002199.

.

maks1-maks4



Total N	975
Test Statistic	68.964,000
Standard Error	8.633,500
Standardized Test Statistic	-18,894
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks4 - maks1	Negative Ranks	703[a]	562,17	395202,00
	Positive Ranks	260[b]	265,25	68964,00
	Ties	12[c]		
	Total	975		

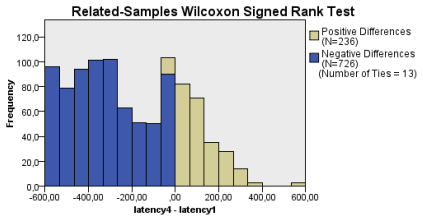
a. maks4 < maks1b. maks4 > maks1c. maks4 = maks1

Test Statistics[a,c]

			maks4 - maks1
Z			-18,894[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Testb. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

latency1-latency4



Total N	975
Test Statistic	59.136,500
Standard Error	8.620,036
Standardized Test Statistic	-20,007
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency4 - latency1	Negative Ranks	726[a]	556,57	404066,50
	Positive Ranks	236[b]	250,58	59136,50
	Ties	13[c]		
	Total	975		

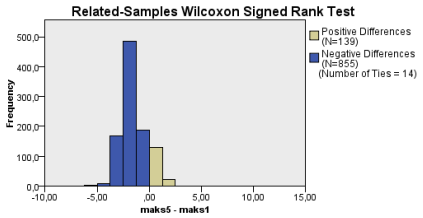
a. latency4 < latency1b. latency4 > latency1c. latency4 = latency1

Test Statistics[a,c]

			latency4 - latency1
Z			-20,007[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Testb. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 299883525.

maks1-maks5



Total N	1.008
Test Statistic	26.388,000
Standard Error	9.053,500
Standardized Test Statistic	-24,396
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks5 - maks1	Negative Ranks	855[a]	547,52	468127,00
	Positive Ranks	139[b]	189,84	26388,00
	Ties	14[c]		
	Total	1008		

a. maks5 < maks1b. maks5 > maks1 c. maks5 = maks1

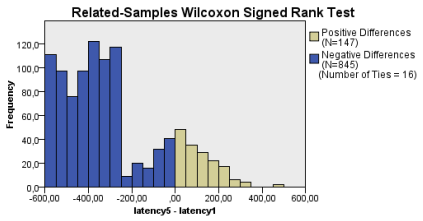
Test Statistics[a,c]

			maks5 - maks1
Z			-24,396[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Testb. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 926214481

.

latency1-latency5



Total N	1.008
Test Statistic	23.315,000
Standard Error	9.026,170
Standardized Test Statistic	-24,700
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency5 - latency1	Negative Ranks	845[a]	555,28	469213,00
	Positive Ranks	147[b]	158,61	23315,00
	Ties	16[c]		
	Total	1008		

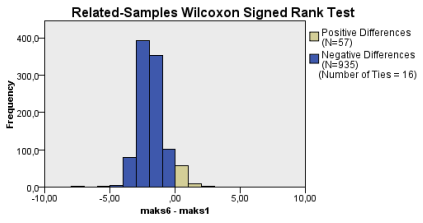
a. latency5 < latency1 b. latency5 > latency1 c. latency5 = latency1

Test Statistics[a,c]

			latency5 - latency1
Z			-24,700[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. . Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1314643744

maks1-maks6



Total N	1.008
Test Statistic	8.444,000
Standard Error	9.026,203
Standardized Test Statistic	-26,348
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks6 - maks1	Negative Ranks	935[a]	517,74	484084,00
	Positive Ranks	57[b]	148,14	8444,00
	Ties	16[c]		
	Total	1008		

a. maks6 < maks1 b. maks6 > maks1 c. maks6 = maks1

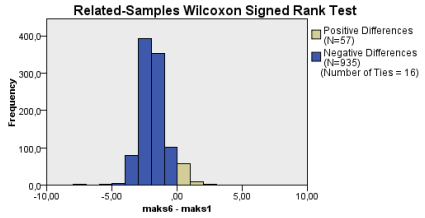
Test Statistics[a,c]

			maks6 - maks1
Z			-26,348[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Testb. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 624387341

.

latency1-latency6



Total N	1.008
Test Statistic	8.444,000
Standard Error	9.026,203
Standardized Test Statistic	-26,348
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency6 - latency1	Negative Ranks	912[a]	533,06	486149,50
	Positive Ranks	80[b]	79,73	6378,50
	Ties	16[c]		
	Total	1008		

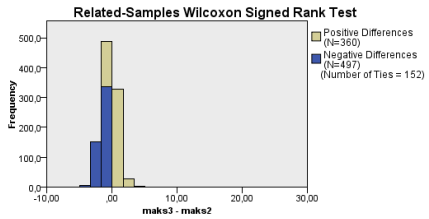
a. latency6 < latency1 b. latency6 > latency1 c. latency6 = latency1

Test Statistics[a,c]

			latency6 - latency1
Z			-26,577[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 334431365.

maks2-maks3



Total N	1.009
Test Statistic	122.008,000
Standard Error	7.248,706
Standardized Test Statistic	-8,528
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks3 - maks2	Negative Ranks	497[a]	494,26	245645,00
	Positive Ranks	360[b]	338,91	122008,00
	Ties	152[c]		
	Total	1009		

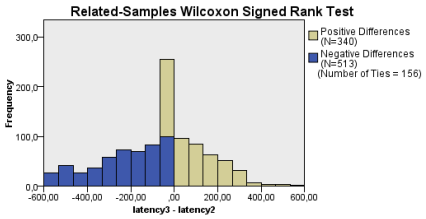
a. maks3 < maks2b. maks3 > maks2 c. maks3 = maks2

Test Statistics[a,c]

			maks3 - maks2
Z			-8,528[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

latency2-latency3



Total N	1.009
Test Statistic	119.038,500
Standard Error	7.198,009
Standardized Test Statistic	-8,763
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency3 - latency2	Negative Ranks	513[a]	477,96	245192,50
	Positive Ranks	340[b]	350,11	119038,50
	Ties	156[c]		
	Total	1009		

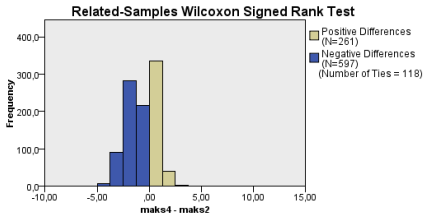
a. latency3 < latency2 b. latency3 > latency2 c. latency3 = latency2

Test Statistics[a,c]

			latency3 - latency2
Z			-8,763[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 299883525.

maks2-maks4



Total N	976
Test Statistic	70.399,000
Standard Error	7.261,389
Standardized Test Statistic	-15,680
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks4 - maks2	Negative Ranks	597[a]	499,35	298112,00
	Positive Ranks	261[b]	269,73	70399,00
	Ties	118[c]		
	Total	976		

a. maks4 < maks2 b. maks4 > maks2 c. maks4 = maks2

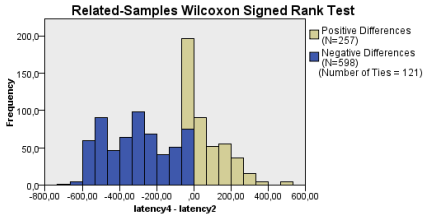
Test Statistics[a,c]

			maks4 - maks2
Z			-15,680[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1314643744.

.

latency2-latency4



Total N	976
Test Statistic	64.447,000
Standard Error	7.223,334
Standardized Test Statistic	-16,408
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency4 - latency2	Negative Ranks	598[a]	504,17	301493,00
	Positive Ranks	257[b]	250,77	64447,00
	Ties	121[c]		
	Total	976		

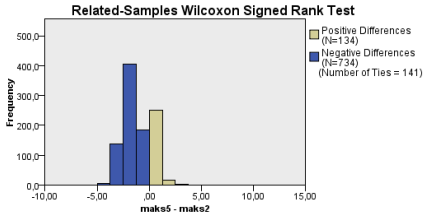
a. latency4 < latency2 b. latency4 > latency2 c. latency4 = latency2

Test Statistics[a,c]

			latency4 - latency2
Z			-16,408[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 624387341.

maks2-maks5



Total N	1.009
Test Statistic	26.862,000
Standard Error	7.388,632
Standardized Test Statistic	-21,886
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks5 - maks2	Negative Ranks	734[a]	477,23	350284,00
	Positive Ranks	134[b]	200,46	26862,00
	Ties	141[c]		
	Total	1009		

a. maks5 < maks2 b. maks5 > maks2 c. maks5 = maks2

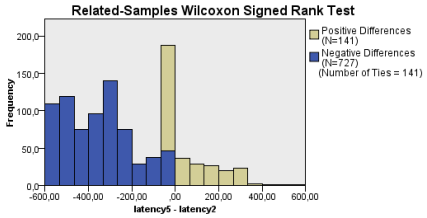
Test Statistics[a,c]

			maks5 - maks2
Z			-21,886[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000

Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.	Upper Bound	,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 334431365.

latency2-latency5



Total N	1.009
Test Statistic	25.563,000
Standard Error	7.388,602
Standardized Test Statistic	-22,062
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency5 - latency2	Negative Ranks	727[a]	483,61	351583,00
	Positive Ranks	141[b]	181,30	25563,00
	Ties	141[c]		
	Total	1009		

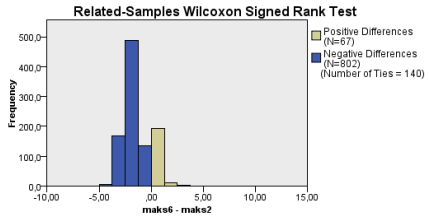
a. latency5 < latency2 b. latency5 > latency2 c. latency5 = latency2

Test Statistics[a,c]

			latency5 - latency2
Z			-22,062[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1502173562.

maks2-maks6



Total N	1.009
Test Statistic	9.854,000
Standard Error	7.401,396
Standardized Test Statistic	-24,205
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks6 - maks2	Negative Ranks	802[a]	459,05	368161,00
	Positive Ranks	67[b]	147,07	9854,00
	Ties	140[c]		
	Total	1009		

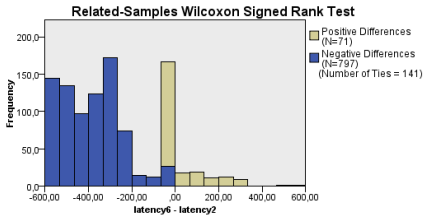
a. maks6 < maks2 b. maks6 > maks2 c. maks6 = maks2

Test Statistics[a,c]

			maks6 - maks2
Z			-24,205[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 743671174.

latency2-latency6



Total N	1.009
Test Statistic	7.746,000
Standard Error	7.388,586
Standardized Test Statistic	-24,474
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency6 - latency2	Negative Ranks	797[a]	463,49	369400,00
	Positive Ranks	71[b]	109,10	7746,00
	Ties	141[c]		
	Total	1009		

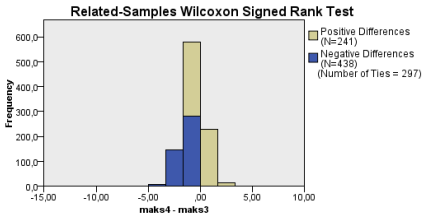
a. latency6 < latency2 b. latency6 > latency2 c. latency6 = latency2

Test Statistics[a,c]

			latency6 - latency2
Z			-24,474[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 957002199.

maks3-maks4



Total N	976
Test Statistic	61.355,000
Standard Error	5.113,207
Standardized Test Statistic	-10,576
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks4 - maks3	Negative Ranks	438[a]	387,00	169505,00
	Positive Ranks	241[b]	254,59	61355,00
	Ties	297[c]		
	Total	976		

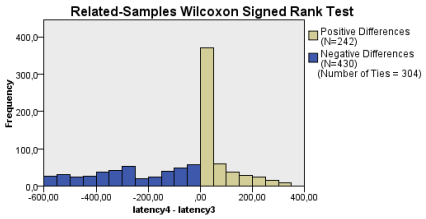
a. maks4 < maks3 b. maks4 > maks3 c. maks4 = maks3

Test Statistics[a,c]

			maks4 - maks3
Z			-10,576[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

latency3-latency4



Total N	976
Test Statistic	55.635,500
Standard Error	5.034,373
Standardized Test Statistic	-11,407
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency4 - latency3	Negative Ranks	430[a]	396,49	170492,50
	Positive Ranks	242[b]	229,90	55635,50
	Ties	304[c]		
	Total	976		

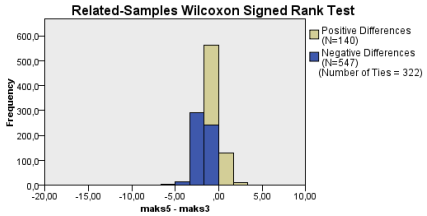
a. latency4 < latency3 b. latency4 > latency3 c. latency4 = latency3

Test Statistics[a,c]

			latency4 - latency3
Z			-11,407[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 299883525.

maks3-maks5



Total N	1.009
Test Statistic	23.535,000
Standard Error	5.203,772
Standardized Test Statistic	-18,185
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks5 - maks3	Negative Ranks	547[a]	389,02	212793,00
	Positive Ranks	140[b]	168,11	23535,00
	Ties	322[c]		
	Total	1009		

a. maks5 < maks3 b. maks5 > maks3 c. maks5 = maks3

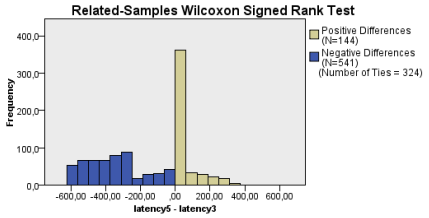
Test Statistics[a,c]

			maks5 - maks3
Z			-18,185[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 926214481.

latency3-latency5



Total N	1.009
Test Statistic	22.856,000
Standard Error	5.181,059
Standardized Test Statistic	-18,263
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency5 - latency3	Negative Ranks	541[a]	392,05	212099,00
	Positive Ranks	144[b]	158,72	22856,00
	Ties	324[c]		
	Total	1009		

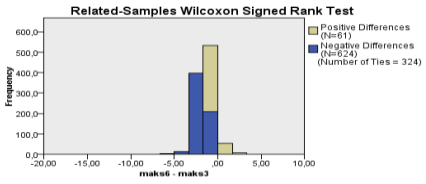
a. latency5 < latency3 b. latency5 > latency3 c. latency5 = latency3

Test Statistics[a,c]

			latency5 - latency3
Z			-18,263[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 334431365.

maks3-maks6



Total N	1.009
Test Statistic	7.564,000
Standard Error	5.181,081
Standardized Test Statistic	-21,214
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks6 - maks3	Negative Ranks	624[a]	364,41	227391,00
	Positive Ranks	61[b]	124,00	7564,00
	Ties	324[c]		
	Total	1009		

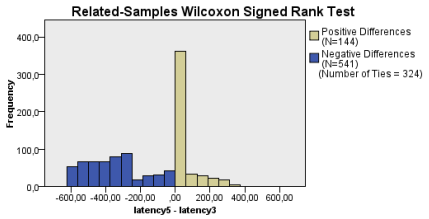
a. maks6 < maks3 b. maks6 > maks3 c. maks6 = maks3

Test Statistics[a,c]

			maks6 - maks3
Z			-21,214[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1502173562.

latency3-latency6



Total N	1.009
Test Statistic	22.856,000
Standard Error	5.181,059
Standardized Test Statistic	-18,263
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency6 - latency3	Negative Ranks	614[a]	371,85	228314,00
	Positive Ranks	70[b]	85,09	5956,00

	Ties	325[c]		
	Total	1009		

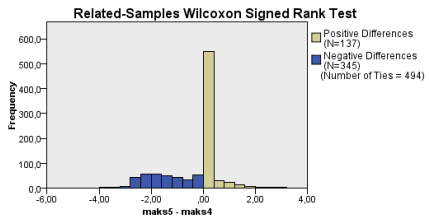
a. latency6 < latency3 b. latency6 > latency3 c. latency6 = latency3

Test Statistics[a,c]

			latency6 - latency3
Z			-21,506[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 1314643744.

maks4-maks5



Total N	976
Test Statistic	21.277,000
Standard Error	3.059,532
Standardized Test Statistic	-12,069
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks5 - maks4	Negative Ranks	345[a]	275,73	95126,00
	Positive Ranks	137[b]	155,31	21277,00
	Ties	494[c]		
	Total	976		

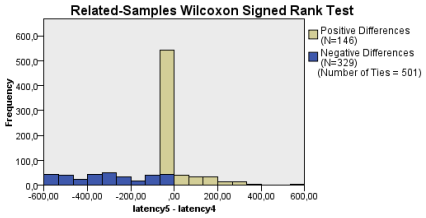
a. maks5 < maks4 b. maks5 > maks4 c. maks5 = maks4

Test Statistics[a,c]

			maks5 - maks4
Z			-12,069[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 624387341.

latency4-latency5



Total N	976
Test Statistic	22.529,500
Standard Error	2.993,179
Standardized Test Statistic	-11,358
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency5 - latency4	Negative Ranks	329[a]	275,14	90520,50
	Positive Ranks	146[b]	154,31	22529,50
	Ties	501[c]		
	Total	976		

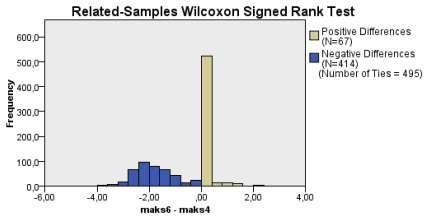
a. latency5 < latency4 b. latency5 > latency4 c. latency5 = latency4

Test Statistics[a,c]

			latency5 - latency4
Z			-11,358[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 957002199.

maks4-maks6



Total N	976
Test Statistic	5.680,000
Standard Error	3.050,026
Standardized Test Statistic	-17,141
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks6 - maks4	Negative Ranks	414[a]	266,28	110241,00
	Positive Ranks	67[b]	84,78	5680,00
	Ties	495[c]		
	Total	976		

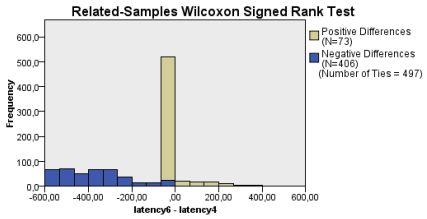
a. maks6 < maks4 b. maks6 > maks4 c. maks6 = maks4

Test Statistics[a,c]

			maks6 - maks4
Z			-17,141[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 112562564.

latency4-latency6



Total N	976
Test Statistic	6.405,500
Standard Error	3.031,024
Standardized Test Statistic	-16,851
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency6 - latency4	Negative Ranks	406[a]	267,38	108554,50
	Positive Ranks	73[b]	87,75	6405,50
	Ties	497[c]		
	Total	976		

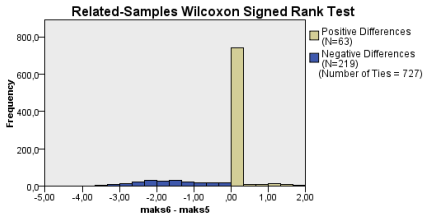
a. latency6 < latency4 b. latency6 > latency4 c. latency6 = latency4

Test Statistics[a,c]

			latency6 - latency4
Z			-16,851[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test
b. Based on positive ranks.
c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 743671174.

maks5-maks6



Total N	1.009
Test Statistic	5.007,000
Standard Error	1.370,680
Standardized Test Statistic	-10,903
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

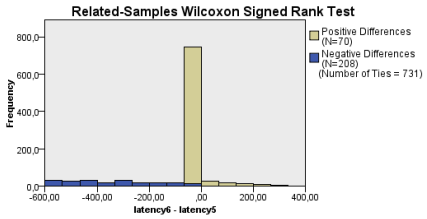
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
maks6 - maks5	Negative Ranks	219[a]	159,34	34896,00
	Positive Ranks	63[b]	79,48	5007,00
	Ties	727[c]		
	Total	1009		

a. maks6 < maks5 b. maks6 > maks5 c. maks6 = maks5

Test Statistics[a,c]			
			maks6 - maks5
Z			-10,903[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 92208573.

latency5-latency6



Total N	1.009
Test Statistic	4.575,500
Standard Error	1.341,661
Standardized Test Statistic	-11,042
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
latency6 - latency5	Negative Ranks	208[a]	164,45	34205,50
	Positive Ranks	70[b]	65,36	4575,50
	Ties	731[c]		
	Total	1009		

a. latency6 < latency5 b. latency6 > latency5 c. latency6 = latency5

Test Statistics[a,c]

			latency6 - latency5
Z			-11,042[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)			,000
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000
Monte Carlo Sig. (1-tailed)	Sig.		,000
	99% Confidence Interval	Lower Bound	,000
		Upper Bound	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 303130861.

Ek 3: Demografik Anket

Cinsiyet	Kadın ( )	Erkek ( )			
Yaş	18-22 ( )	23-27 ( )	28-32 ( )		
	33-37 ( )	38-42 ( )	43-47 ( )	48 ve üstü ( )	
Bölüm	**Lisans**	İşletme ( )	İktisat ( )	UTL ( )	Psikoloji ( )
		Çalışma Ekonomisi ( )	Kamu Yönetimi ( )	Diğer ( )	
	Yüksek Lisans	İşletme ( )	İktisat ( )	Psikoloji ( )	Çalışma Ekonomisi ( )
		Kamu Yönetimi ( )	Diğer ( )		
	Doktora	İşletme ( )	İktisat ( )	Psikoloji ( )	Diğer ( )
Üniversitedeki Yıl	1 ( )	2 ( )	3 ( )	4 ( )	5 ( )
	5 ve üzeri ( )				
Gelir Düzeyi	0-500 TL ( )	501-1000 TL ( )	1001-1500 TL ( )	1500-2000 TL ( )	2000-2500 TL ( )
	2500 TL ve üzeri ( )				

Ek 4: Özgüven Ölçeği

Bu bir test değildir. Doğru ya da yanlış cevap yoktur. Bütün maddeleri olabildiğince içtenlikle cevaplamaya çalışınız. Her bir maddenin yanında yer alan rakamlardan size uygun olanı işaretleyin.

1= Hiçbir zaman

2= Nadiren

3= Bazen

4= Genellikle

5=Her zaman

1	Kendimi başarılı bir insan olarak görürüm.	1	2	3	4	5
2	Başkalarının yanında heyecanımı kontrol edebilirim.	1	2	3	4	5
3	Seçimlerimde başkalarına bağımlı değilimdir.	1	2	3	4	5
4	Yaşamdaki zorluklarla baş edebilirim.	1	2	3	4	5
5	Benim için aşılamayacak sorun yoktur.	1	2	3	4	5
6	Başkalarının görüşlerine saygı gösteririm.	1	2	3	4	5
7	Problemlerimin üstesinden gelebileceğime inanırım.	1	2	3	4	5
8	Sosyal etkinliklere katılmaktan çekinmem.	1	2	3	4	5
9	Verdiğim kararların arkasında dururum.	1	2	3	4	5
10	Kendi kendime yetebileceğime inanırım.	1	2	3	4	5
11	Aktif birisi olduğumu düşünürüm.	1	2	3	4	5
12	Öz-eleştiri yapabilirim.	1	2	3	4	5
13	Anlamadığım konularda başkalarına soru sorabilirim.	1	2	3	4	5
14	Yeni girdiğim ortamlara uyum sağlarım.	1	2	3	4	5

15	Kendimle barışık bir insanım.	1	2	3	4	5
16	Gerektiğinde sonuna kadar hakkımı savunurum.	1	2	3	4	5
17	İstediğim şeyleri elde etmek için mücadele edebilirim.	1	2	3	4	5
18	Kendimi rahat bir şekilde ifade edebilirim.	1	2	3	4	5
19	Kendimi ve başkalarını olduğu gibi kabul ederim.	1	2	3	4	5
20	Çevremde yeteri kadar güvenebileceğim insan vardır.	1	2	3	4	5
21	Sorumluluk almaktan çekinmem.	1	2	3	4	5
22	Diğer insanların eleştirilerini anlayışla karşılayabilirim.	1	2	3	4	5
23	Sıkıntılı anlarımda bile olumlu düşünmeye çalışırım.	1	2	3	4	5
24	Ön plana çıkmaktan korkmam.	1	2	3	4	5
25	Başarısız olduğumda hemen pes etmem.	1	2	3	4	5
26	Başka insanlarla kolaylıkla iletişim kurabilirim.	1	2	3	4	5
27	Değerli birisi olduğuma inanırım.	1	2	3	4	5
28	Kolay arkadaş edinebilirim.	1	2	3	4	5
29	Düşüncelerimi ifade ederken başkalarından çekinmem.	1	2	3	4	5
30	Kolay karar verebilirim.	1	2	3	4	5
31	Sosyal bir insan olduğuma inanırım.	1	2	3	4	5
32	Kendimi severim.	1	2	3	4	5
33	Başka insanların övgülerini hak ettiğime inanırım.	1	2	3	4	5

Ek 5: Beck'ın Umutsuzluk Ölçeği

	Aşağıdaki ifadeleri okuyarak bunların size yakın hissetkleriniz için evet, hissetmedikleriniz için ise hayır kutucuğunu işaretleyiniz	Evet	Hayır
1	Geleceğe umut ve çoşku İle bakıyorum		
2	Kendim ile ilgili şeyleri düzelltitiğime göre çabalamayı bıraksam iyi olur		
3	İşler kötüye giderken bile herşeyin hep böyle kalmayacağını bilmek beni rahatlatıyor		
4	Gelecek on yıl içinde hayatımın nasıl olacağını hayal bile edemiyorum		
5	Yapmayı en çok istediğim şeyleri gerçekleştirmek için yeterli zamanım var		
6	Benim için çok önemli konularda ileride başarılı olacağımı umuyorum		
7	Geleceğimi karanlık görüyorum		
8	Dünya nimetlerinden sıradan bir insandan daha çok yararlanacağımı umuyorum		
9	İyi fırsatlar yakalayamıyorum. Gelcekte yakalayacağıma inanmam için de hiçbir neden yok		
10	Geçmiş deneyimlerim beni geleceğe iyi hazırladı		
11	Gelecek benim için, hoş şeylerden çok tatsızlıklarla dolu görünüyor		
12	Gerçekten özlediğim şeylere kavuşabileceğimi ummuyorum		
13	Geleceğe baktığımda şimdikine oranla daha mutlu olacağımı umuyorum		
14	İşler bir türlü benim istediğim gibi gitmiyor		
15	Geleceğe büyük inancım var		
16	Arzu ettiğim şeyleri elde edemediğime göre birşeyler istemek aptallık olur		
17	Gelecekte gerçek doyuma ulaşmam olanaksız gibi		

18	Gelecek bana bulanık ve belirsiz görünüyor		
19	Kötü günlerden çok, iyi günler bekliyorum		
20	İstediğim her şeyi elde etmek için çaba göstermenin gerçekten yararı yok, nasıl olsa onu elde edemeyeceğim		

Skor Grupları

0-3 Minimal

4-8 puan Hafif

9-14 puan Orta(sık takip)

>15 Şiddetli(kesin intihara meyilli)

Ek 6: Finansal Okuryazarlık Tutum ve Davranış Ölçeği

		Tamamen katılıyorum	Oldukça fazla katılıyorum	Kısmen katılıyorum	Çok az katılıyorum	Hiç katılmıyorum
1.	Para ile ilgili konular karmaşıktır.					
2.	Planlanmamış harcamalar için köşede para bulundurulmalıdır.					
3..	Finansal planlama ve bütçe çok parası olanlar için gereklidir.					
4.	Günlük ve haftalık gibi kısa dönemler için harcama planı yapmak gereksizdir.					
5.	Ne yaparsam yapayım finansal durumumda bir değişiklik olmaz.					
6..	Finans konularında eğitim almak isterim.					
7.	Alışveriş yapmak mutluluğum için çok önemlidir.					
8..	Para, harcanmak içindir, biriktirmek için değil.					

		Her zaman	Genellikle	Ara sıra	Çok Nadiren	Hiçbir zaman
9.	Harcamalarımı kontrol etmekte zorlanırım.					
10	Haftalık ve aylık harcama planları yaparım.					
11.	Paramın nasıl bittiğini anlamam.					
12.	Alışveriş yaparken fiyatları kıyaslarım.					
13.	Bir şey satın alırken finansal durumumu dikkate alırım.					

14. Gazetelerin ve televizyonların ekonomi ve finans haberlerini izlerim.					

Ek 7: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Bu çalışmada, Excel VBA programındahazırlanan, tamamiyle sanal bir borsa işlem platformunda, sizin bir yatırımcı olarak Dolar/TL kuruna yönelik sunulan ipuçlarını takiben, Dolar/TL kurunun yükseliş ve düşüş senaryolarında, aldığınız yatırım kararlarınızdaki rasyonel ve sezgiselkarar stratejisi ve eğilimlerinizi tespit etmek amacıyla Elektroensefalografik Görüntüleme (EEG) tekniği üzerinden bir araştırma yapılacaktır. Bu araştırma, toplam 12(oniki) ay sürecektir. Ayrıca, bu çalışmaya sizden başka 28(yirmisekiz) kişi daha katılacaktır.

Bu çalışmaya sizin de katılmanızı istiyoruz, ancak katılmaya karar vermeden önce bazı şeyleri bilmeniz ve anlamanız gerekiyor. Size öncelikle çalışma sırasında neler olacağı açıklanacaktır. Size söylenen herşeyi anladıktan sonra bu çalışmaya katılıp katılmayacağınıza karar vermelisiniz.

Doktorunuz Prof. Dr. Ş. Hakan KALEAĞASI (Nörolog), size bilgileri dikkatli bir şekilde okuyacaktır. Çalışmada neler olacağını anlatabilmek için anlayamayacağınız sözler kullanmamız gerekebilir. Eğer anlamadığınız bir şey olursa doktorunuza istedğiniz kadar soru sorabilirsiniz.

Çalışmaya katılmaya "evet" derseniz ve isterseniz bu formu imzalayabilirsiniz. Çalışmaya katılmayı ya da katılmamayı seçebilirsiniz. İstemediğiniz zaman çalışmadan ayrılabilirsiniz.

Eğer çalışma sırasında size anlatılan durumlar dışında farklı bir durum gelişirse size hemen haber verilecektir. O zaman da istediğinizde doktorunuzaçalışmadan ayrılmak istediğinizisöyleyebilirsiniz. Kimse sizi zorlayamaz.

Bu çalışmaya neden ben seçildim?

Çalışmamız kapsamında Toros Üniversitesi İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi evrenine sahip olması ve bu evrende belirli bir Finansal Okuryazarlık düzeyine sahip kişilerden örneklem oluşturulmuş olması nedeniyle bu çalışmada yer almaktasınız.

Bu çalışmaya katılmamın yararları nelerdir?

İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi'nden mezun olacak bireyler olarak risk alma iştahınıza dair bilişsel açıklamalar getirilecek bu çalışmada, yatırım iştahınızın yatırım yapmaya imkân veren sanal ortamlarda üzerinden tanımlanabilmesi ve bu sanal ortamlarda işlem yapan diğer bireylere yardımcı olacak bilgiler edinilmesi umulmaktadır.

Bu çalışmada bana ne olacak?

Eğer bu çalışmaya katılmayı kabul ederseniz, sizesadece EEG çekimi esnasında bilgisayar ekranında görünecek uyaranlara karşı beyninizden gelen tepkilerin elektrotlara iletilmesini kolaylaştırılacak ve insan sağlığına hiçbir etkisi olmayan yıkandığında kolaylıkla geçen bir jel sürülerek uygulama yapılacaktır. Anlamadığınız bir şey olursa tekrar tekrar doktorunuza sorabilirsiniz. İkinci senaryo kapsamında yine

bilgisayar ekranına gelen Dolar/TL paritesine dair ipucuçlarına ait uyaranlara her 3 saniye içerisinde,20.-25.; 4.0-45.; 60.-65. saniyeler için hazırlanmış butonlara basarak cevap vermeniz istenmektedir.

Bu çalışmaya katılmak zorunda mıyım?

Bu çalışmaya katılıp katılmamak isteğinize bağlıdır. Kararınızı vermeden önce, bu araştırmaya katıldığınız için size para veya hediye verilmeyeceğini bilmeniz gerekir. Şimdi "evet" deseniz de, istediğiniz zaman "istemiyorum" diyerek bu araştırmadan çıkabilirsiniz. Bunu yalnızca doktorunuza söylemeniz yeterlidir.

Bu çalışmaya katıldığımı başkaları da bilecek mi?

Sizin dışınızda yalnızca tıbbi kayıtlarınıza doğrudan erişebilecek olan kişiler (araştırma ekibindeki kişiler dışında araştırmanın yapılmasına onay ve izin verecek olan Etik Kurul ve Sağlık Bakanlığı gibi) bu çalışmaya katıldığınızı bilecektir. Ancak, çalışmanın her aşamasında olduğu gibi çalışmanın sonuçları yayınlanırken bile bütün bilgileriniz gizli tutulacaktır. Bu form sizin tarafınızdan imzaladığında sizinle ilgili bütün bilgilere ulaşabileceksiniz. Bu çalışmadansorumlu doktorunuza sorduktan sonra, eğer o izin verirse, bu araştırmaya katıldığınızı kendi özel doktorunuza söyleyebilirsiniz.

Ne yapmak zorundayım?

Size yapılacak herşeyi anladıysanız, şimdi sizden bu araştırmaya katılmak istediğinize ilişkin imza atmanız istenecektir. Bu size açıklandığı haliyle çalışmaya özgürce katıldığınızı gösterecektir. Bu imzaladığınız kağıdın birisi de sizde kalacaktır.

Canınızı sıkan veya merak ettiğiniz bir şey olursa mesai saatleri içinde…(iş telefonu) ve … (cep telefonu) numaralı telefonlardanProf. Dr. Ş. Hakan KALEAĞASI'ını arayabilir ve istediklerinizi sorabilirsiniz.

Olur verme beyanı

Toplam 3sayfa olan bu formdaki tüm açıklamalarıokudum. Bana yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırmayla ilgili yazılı ve sözlü açıklamaProf. Dr. Ş. Hakan KALEAĞASI adlı doktor tarafından yapıldı. Bu araştırmanın amacını ve ne yapılacağını anladım. Bu çalışmada bana ne olacağını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi, kimlik bilgilerimin gizli tutulacağını ve imzaladığım bu formun bir kopyasının bana verileceğini biliyorum. Bu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın gönüllü olarak katıldığımı kabul ediyorum.

Gönüllünün

Adı Soyadı :

Tarih (Gün/Ay/Yıl) :

İmzası :

Bağımsız tanığın[gönüllü okur-yazar olmadığı için imzalı onay veremiyorsa vb. durumlarda]

Adı Soyadı :

Tarih (Gün/Ay/Yıl) :

İmzası :

Bu çalışmadabenden alınan verinin:

□ Yalnızca yukarıda adı geçen araştırmada kullanılmasına izin veriyorum.

□ İleride yapılması planlanan araştırmalarda kullanılmasına izin veriyorum.

□İleride yapılması planlanan araştırmalarda hiçbir koşulda kullanılmasına izin vermiyorum.

Formdaki bilgileri vererek gerekli açıklamaları yapan ve olur alan araştırmacının

Adı Soyadı : Ömür SALTIK

Tarih (Gün/Ay/Yıl) :

İmzası :

Adresi : Mersin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Telefon numarası :

Acil tıbbi durumlarda iletişime geçilecek kişinin

Adı Soyadı : Prof. Dr. Ş. Hakan KALEAĞASI

Tarih (Gün/Ay/Yıl) :

İmzası :

Adresi : Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı

Telefon numarası :

Araştırmaya onay veren Etik Kurulun

Adı : T.C. Mersin Üniversitesi Rektörlüğü Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Adresi : Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Prof. Dr. Uğur ORAL Kültür Merkezi 1. Kat Etik Kurullar Odası 33343, Yenişehir, Mersin

Telefon numarası : +90 324 3610001 / 14417

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Ömür SALTIK

Doğum Tarihi : 29.06.1988

E-mail : omursaltik09@gmail.com

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	İşletme	Dokuz Eylül Üni.	2007-2012
Yüksek Lisans	Finansal İktisat	Dokuz Eylül Üni.	2012-2014
Doktora	İktisat	Mersin Üni.	2014-2020

Görevler :

Görev Ünvanı	Görev Yeri	Yıl
Araştırma Görevlisi	Mersin Üniversitesi İktisadi , İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi– İşletme	2015-2018
Araştırma Görevlisi	Mersin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi– İktisat	2018-2020

ESERLER (Makale, Bildiri ve Kitap Bölümü, Proje)

Makaleler

1. Saltik, O., Degirmen, S., and Ural, M. (2016). *Volatility modelling in crude oil and natural gas prices*. Procedia economics and finance, *38*(1), 476-491.

2. Degirmen, S., and Saltik, O. (2017). *Impacts of realized volatility of oil price over foreign trade related activities in Turkey*. Economic Change and Restructuring, *50*(3), 193-209.

3. Değirmen, S., and Saltik K, Ö. (2019). Could Nuclear Energy Production and Economic Growth Relationship for Developed Countries Be An Incentive for Developing Ones?: A Panel ARDL Evidence Including Cointegration Analysis. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *6*, 1-28.

Kitap Bölümleri

1. Member of Translation Board for Chapter 6. M. Melvin and S.C. Norrbin."International Money and Finance". Eight Edition, Waltham, Massachusetts, Academic Press ,2012.

Bildiriler

1. Ö. Saltık, S. Değirmen . 2015. *Volatility Modelling In Crude Oil and Natural Gas Markets*. İstanbul Ekonomi ve Finans Kongresi. ICEF 2015, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

2. S. Değirmen and Ö. Saltık, (2016). *Impacts of Realized Volatility of Oil Price over Macroeconomic Activities in Turkey.* In 25.th Annual International Conference on Macroeconomic Analysis and International Finance (ICMAIF). University of Crete, Greece.

3. Tag, M. N., Degirmen, S., ve Saltik, O. (2016). *Do institutions of economic freedom attract foreign direct investment? Evidence from panel data*. In 25.th Annual International Conference on Macroeconomic Analysis and International Finance (ICMAIF). University of Crete, Greece.

4. Değirmen, S., İldokuz, B. Saltık, S. (2019). *Credit Default Swap And Capital Flow Estimatıon Power Of Currency Crisis In Emerging Market-An Logistic Regression Analysis*. Ecomod 2019 International Conference On Economic Modelling and Data Science, Azores University, Portugal.

5. Değirmen, S., Tunç, C. Saltık, S. (2019). *Do oil price shocks differently matter for macroeconomic variables in oil exporter and importer developing countries?* Ecomod 2019 International Conference On Economic Modelling and Data Science, Azores University, Portugal.

6.Karaçoban, A., Saltık, Ö., Degirmen, S. (2019). *The Effects of Financial Innovation on Economic Growth in The Banking Sector: Case of Regions and Provinces.* 11. Uluslararası İstatistik Kongresinde sunulan bildiri, Giresun Üniversitesi, Giresun.

7. Saltık, Ö., Söyü, R., ve Değirmen, S. (2019). *Predicting Loss Aversion Behaviour with Machine Learning Methods.* 11. Uluslararası İstatistik Kongresinde sunulan bildiri, Giresun Üniversitesi, Giresun.

Projeler

1. Mersin Üniversitesi Bilimsel Araltırma Birimi TP3 (BAP) Doktora Destek Projesi. "Azalan Belirsizlikler Altında Yatırım Kararlarının İncelenmesi: Nöroekonomik Bir Yaklaşım" başlıklı Doktora Tezi.