

İKTİSADİ ARAŐTIRMALAR VAKFI
PROF. DR. M. ORHAN DİKMEN ARAŞTIRMA ÖDÜLÜ 2020-21

**AKILLI SÖZLEŞMELER,
BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE
SERMAYE PİYASASI ETKİNLİĞİ:
POTANSİYEL BİR DENEME**

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Tuğsal DORUK

Prof. Dr. M. Orhan DİKMEN Araştırma Ödülü Yarışması'nın
2020-2021 yılı değerlendirmesinde, ödüle layık görülmüş ve
İktisadî Araştırmalar Vakfı İktisadi İşletmesi'nce yayınlanmıştır.

İstanbul - 2021

ISBN: 978-605-9310-66-6

Bu kitabın yayın hakları
İktisadî Araştırmalar Vakfı İktisadi İşletmesine aittir.

**AKILLI SÖZLEŞMELER, BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE
SERMAYE PİYASASI ETKİNLİĞİ:
POTANSİYEL BİR DENEME**

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Tuğsal DORUK

İktisadî Araştırmalar Vakfı
İktisadi İşletmesi Yayınları
Yayın No: 82
Sertifika: 50931

İstanbul, Ekim 2021

Kapak Tasarım ve Mizanpaj
Abdullah KIZILKAYA

Baskı - Cilt:
Net Kırtasiye
Tanıtım ve Matbaa San. Tic. Ltd. Şti.
Gümüşsuyu-Taksim/İSTANBUL
Sertifika No: 47334

© Araştırmada yer alan görüşler yazarlara aittir.
İktisadi Araştırmalar Vakfı görüşlerini yansıtmaz.
İktisadi Araştırmalar Vakfı bu kitabın hatasız olarak basılmasında gerekli özeni
göstermekle birlikte kitaptaki olabilecek hatalardan dolayı herhangi bir hukuki
sorumluluk üstlenmemektedir.

**İKTİSADİ ARAŐTIRMALAR VAKFI
İktisadi İşletmesi**

19 Mayıs Cad. No: 3 Golden Plaza Kat: 8 34360 Şişli / İSTANBUL
Tel: (0212) 233 21 07 (pbx) Fax: (0212) 233 21 96
e-mail: info@iav.org.tr www.iav.org.tr
TELG: FOUNDATION İSTANBUL

**AKILLI SÖZLEŞMELER, BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ VE
SERMAYE PİYASASI ETKİNLİĞİ:
POTANSİYEL BİR DENEME**

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Tuğsal Doruk
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
İşletme Fakültesi,
İşletme Bölümü, Finans Anabilim Dalı Başkanı
e-mail: otdoruk@atu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliğini arttırarak firma büyümesi ve ekonomik büyüme üzerine olan etkisi iki ayrı analiz vasıtasıyla ele alınmaktadır. İlk analizde mikro ekonometrik analiz olarak panel dinamik modeller çerçevesinde firma büyümesi için gerekli olan dışsal finansman ihtiyacı, akıllı sözleşmeler- işlem maliyeti ilişkisi çerçevesinden test edilmektedir. İkinci aşamada ise makro ekonometrik analizde Vektör Oto Regresyon (VAR) analizine dayalı simülasyon analizi çerçevesinde sermaye piyasası etkinliğinin ekonomik büyüme ve tasarruflara olan etkisi incelenmektedir. Çalışmanın Türkiye ekonomisi gibi yükselen piyasa ekonomileri için uygulamalı olarak akıllı sözleşmeler-sermaye piyasası etkinliği kanalını inceleyen öncü çalışmalardan birisi olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sermaye Piyasası Etkinliği, Akıllı Sözleşmeler, Panel Dinamik Analiz, VAR modeli

JEL Kodları: G1, G3, G14, L25, E44

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
İÇİNDEKİLER	iii
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
1. BÖLÜM: GİRİŞ	1
2. BÖLÜM: SERMAYE PİYASASI NOKSANLIKLARI, İŞLEM MALİYETİ VE FİNANSA DAYALI BÜYÜMENİN GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER İÇİN İNCELENMESİ	5
2.1. Gelişmekte Olan Ülkelerde Finansal Derinleşme Sorunları ve Sermaye Piyasasının Genel Durumu.....	5
2.2. Genel Yapısı İtibariyle Sermaye Piyasası Noksanlıkları ve İşlem Maliyeti.....	11
3. BÖLÜM: BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİ	13
3.1. Blokzincir Teknolojisinin Genel Kapsamı.....	13
3.2. Akıllı Sözleşmeler.....	16
3.3. Sözleşme Teorisi ve Akıllı Sözleşmeler İlişkisi.....	17
3.4. Genel Değerlendirme.....	18
4. BÖLÜM: TEORİK MODEL, HİPOTEZLER VE BULGULAR	21
4.1. İşlem Maliyetinin Blokzincir Teknolojisi ile Sermaye Piyasaları Açısından Minimize Edilmesi.....	21
4.2. Mikro Ekonometrik Analiz: Akıllı Sözleşmelerin Firma Düzeyi Dışsal Finansman İhtiyacına Sermaye Piyasası Etkinliği Kanalımdan Etkisi.....	25
4.3. Makro Ekonometrik Analiz: Akıllı Sözleşmelerin Sermaye Piyasası Kapitalizasyonu Üzerinden Ekonomik Büyüme ve Tasarruflara Olan Etkisi.....	26

4.4. Hipotezler.....	27
4.5. Veri Seti ve Metodoloji.....	29
4.5.1. Veri Seti.....	29
4.5.2. Metodoloji.....	30
4.5.2.1. Mikro Ekonometrik Metodoloji: Panel GMM...	30
4.5.2.2. Makro Ekonometrik Metodoloji: VAR Analizine Dayalı Simülasyon Analizi.....	34
4.6. Uygulama Sonuçları.....	35
4.6.1. Mikro Ekonometrik Analiz Sonuçları.....	35
4.6.2. Makro Ekonometrik Analiz Sonuçları.....	42
4.6.3. Sağlıklik Kontrolleri.....	47
4.6.3.1. Mikro Ekonometrik Analize İlişkin Sağlıklik Kontrolleri.....	47
4.6.3.1.1. Sağlıklik Kontrolü I: Firma Ölçeğinin Gecikmeli Değeriinin Analize Dahil Edilmesi.....	47
4.6.3.1.2. Sağlıklik Kontrolü II: Maddi Duran Varlıkların (Ya da Teminat olarak Kullanılabilecek Varlıkların) Hesaba Katılması.....	48
4.6.3.1.3. Sağlıklik Kontrolü III: Farklı Sağlamlik Kontrolü Denemeleri.....	50
4.6.3.2. Makro Ekonometrik Modele İlişkin Sağlıklik Kontrolleri.....	50
4.7. VAR Modellerine Dayalı Simülasyon Modelinin Dayandığı Ana Hesaplamalar.....	50
4.8. Uzun Vadeli Akıllı Sözleşmeler ve Dışsal Finansman Etkileşiminin Firma Büyümesine Lineer Olmayan (non-linear) etkisi.....	51
4.9. Genel Tartışma.....	52

5. BÖLÜM: GENEL SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	55
5.1. Genel Sonuç.....	55
5.2. Çalışmanın Genel Potansiyelinin Değerlendirilmesi.....	56
5.3. Çalışmanın Kısıtları.....	56
5.4. Gelecek Çalışmalara Öneriler.....	57
KAYNAKÇA	59
EK	65
EK A. VAR modeli sonuçları.....	65
EK B. Sağlıklık Kontrolü: GXY'nin dahil edildiği VAR modeli.....	70

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Analizde Kullanılan Değişkenlere İlişkin Bilgiler.....	28
Tablo 2. İşlem Maliyetine İlişkin Özet Bilgiler.....	33
Tablo 3. Açıklayıcı İstatistikler.....	34
Tablo 4. Korelasyon Analizi Sonuçları.....	35
Tablo 5. GMM Modelleri Sonuçları.....	35
Tablo 6. VAR analizinde kullanılan değişkenler.....	37
Tablo 7. Açıklayıcı İstatistikler.....	37
Tablo 8. Tahmin edilen VAR modeline ilişkin Akıllı Sözleşme Etkisi dahil edilen Senaryo 1 tahmin sonuçları: Ekonomik Büyüme.....	38
Tablo 9. Tahmin edilen VAR modeline ilişkin Akıllı Sözleşme Etkisi dahil edilen Senaryo 1 tahmin sonuçları: Tasarruflardaki Değişme.....	39
Tablo 10. Sağlık Kontrolü: Gecikmeli Firma Büyümesi Etkisi.....	41
Tablo 11. Sağlık Kontrolü Sonuçları: Maddi Duran Varlık Oranı Dahil Edilen Modeller.....	42
Tablo 12. Akıllı Sözleşmelerin İşlem Maliyetine Katkısına Dair Hesaplamalar.....	44
Tablo 13. Akıllı Sözleşmelerin Olmadığı durumda PD/DD ve EFN/A etkileşiminin firma büyümesine olan etkisi ile akıllı sözleşmelerin olduğu durumda PD*/DD ve EFN/A etkileşiminin firma büyümesine olan etkisi.....	45
Tablo 14. Çalışmanın Hipotezleri, Beklenen Sonuç ve Elde Edilen Sonuç İlişkisi.....	45
Tablo A1. VAR İstikrar Testi sonuçları.....	55
Tablo A2. Varyans Ayırıştırma Analizi Sonuçları.....	56
Tablo A3. VAR modeli teşhis testi sonuçları.....	58

Tablo B1. Açıklayıcı İstatistikler: GXY.....	61
Tablo B2. Korelasyon Analizi Sonuçları.....	61
Tablo B3. GXY'nin dahil edildiği model sonuçlarına göre simülasyon sonuçları: Ekonomik Büyüme.....	62
Tablo B4. GXY'nin dahil edildiği model sonuçlarına göre simülasyon sonuçları: Tasarruflar.....	63

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	Geniş Tanımlı Para Arzının GSYİH'ya oranı, %, 1960-2017.....	9
Şekil 2.	Sermaye Piyasası Kapitalizasyon Oranı/GSYİH, %, 1960-2017.....	10
Şekil 3.	Hisse Senedi El Değiştirme Oranı, %, 1960-2017.....	11
Şekil 4.	10000 Kişi Başına Düşen Sermaye Piyasasında Yer Alan Firma Sayısı, 1960-2017.....	11
Şekil 5.	Hisse Senedi Piyasasında Yer alan Varlıkların Toplam Değeri/GSYİH Oranı ve Kredi Piyasası Bilgi Endeksi Arasındaki İlişkiye Dair sSerpilme Grafikleri, 2014-2018....	12
Şekil 6.	Hisse Senedi Piyasasında Yer alan Varlıkların Toplam Değeri/GSYİH Oranı ve Kredi Piyasası Bilgi Endeksi Arasındaki İlişkiye Dair Serpilme Grafikleri, 2014-2018.....	13
Şekil 7.	Dünya Genelinde Blokzincir Cüzdan Kullanıcı Sayısı, milyon kişi.....	16
Şekil 8.	Çalışmanın Hipotezlerinin Dayandığı Temel İlişki.....	25
Şekil 9.	Yıllara Göre Hisse Başı İşlem Maliyeti, 2013-2020, TL.....	31
Şekil 10.	Finans Dışı Şirketler İçin Yıllara Göre Hisse Başı İşlem Maliyeti, 2013-2020, TL.....	31
Şekil 11.	Hizmet Sektörü İçin Yıllara Göre Hisse Başı İşlem Maliyeti, 2013-2020, TL.....	32
Şekil 12.	İmalat Sanayi İçin Yıllara Göre Hisse Başı İşlem Maliyeti, 2013-2020, TL.....	33
Şekil 13.	GGDPP'de % Değişiklik, Akıllı Sözleşmelere Dayalı Sermaye Piyasası Kapitalizasyon Etkisinin Dahil Edildiği Model.....	39
Şekil 14.	Tasarruflardaki % Değişiklik, Akıllı Sözleşmelere Dayalı Sermaye Piyasası Kapitalizasyon Etkisinin Dahil Edildiği Model.....	40

Şekil A1. Etki Tepki Analizi Sonuçları.....	57
Şekil A2. Tarihsel Varyans Ayrıştırma Sonuçları.....	59
Şekil B1. Etki Tepki Analizi Sonuçları.....	60

1. BÖLÜM:

GİRİŞ

Fon arz eden ile fon talep edenler (ya da ekonomik birimler) arasında piyasadaki fon akışını sağlayan finansal aracılardan, ekonomik büyüme ve kalkınmadaki rolü oldukça önemlidir. Finansal sektörün büyümeyi ekonomik birimlerin finansman ihtiyacının gidererek etkin kaynak tahsisi çerçevesinde destekleyeceği görüşü finansa dayalı büyüme¹ yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır.

Finansa dayalı büyüme yaklaşımı Bagehot (1873) ve Schumpeter (1911)'e kadar dayanmaktadır. Ancak modern finans literatüründe finans ile ekonomik büyüme ilişkisini araştıran uygulamalı çalışmalar özellikle 1970'li yıllardan sonra önemli düzeyde bir gelişme göstermiştir (bu çalışmalardan bazıları için bkz. Levine ve Zervos, 1998; Levine, 1997; McKinnon, 1973; Shaw, 1973; Rajan ve Zingales, 1998). Literatürdeki bu gelişmenin İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde tasarruf bolluğu ile birlikte finansal piyasaların öneminin artmasından kaynaklandığı yorumu yapılabilir.

Finans ile büyüme arasındaki ilişkinin yönünün, diğer bir deyişle finans ile büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi bulmaya yönelik uygulamalı çalışmalarının 1990'lı yıllardan itibaren artış gösterdiği görülmektedir (bkz. Akimov vd., 2009; Hermes ve Lensink, 2000; Lensink, 2001; Levine, 1997; Levine ve Zervos, 1998; Rajan ve Zingales, 1998). 1990'lı yıllarda finansa dayalı büyüme ilişkisinin tartışılmasının altında yatan temel nedenlerden birisi olarak gelişmekte olan ülkelerin büyüme dinamiklerinde finansal sektörün önemli ve tartışmalı bir yerinin bulunduğu söylenebilir (Stiglitz, 2000; Demir, 2009, 2013). Finansal serbestleşmenin gelişmekte olan ülkeler

1 Finansa dayalı büyüme ve yabancı kaynağa dayalı büyüme bu çalışmada aynı anlamda kullanılmaktadır.

için finans ve büyüme arasındaki etkinliği istenilen düzeyde sağlayamaması bu literatürün farklı noktalardan tartışmaya açılmasına da öncülük etmiştir. Dolayısıyla mevcut literatürde yer alan Levine ve Zervos, (1998); Levine, (1997); McKinnon, (1973); Shaw, (1973); Rajan ve Zingales, (1998) gibi çalışmaların temelinde savunduğu finans ile büyüme arasındaki ilişkinin olumlu olması varsayımına dayanmaktadır. Çalışmada bu ilişkinin, gelişmekte olan ülkeler açısından neden istenilen boyutta olmadığı görülmektedir. Das (2003) ve Stiglitz (2000) tarafından sermaye piyasası noksanlıkları, gelişmekte olan ülkeler açısından finansa dayalı büyümenin önündeki engellerden birisi olarak gösterilmektedir. Çalışmada bu çerçevede sermaye piyasası etkinliği üzerinde durularak, önemli bir yükselen piyasa ekonomisi olan Türkiye için akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliği üzerine olan potansiyel etkisi mikro ve makro ölçekte araştırılmaktadır.

Bu çerçevede bu çalışmada önemli bir dağıtık defter olan blokzincir teknolojisinin akıllı sözleşmelere dayalı uygulamalarıyla, sermaye piyasası noksanlıkları arasında büyük önem arz eden işlem maliyetinin minimize edilebilmesi konusu teorik bir model eşliğinde incelenmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın, Türkiye ekonomisi açısından blokzincir ve sermaye piyasaları ilişkisine yönelik olan önemli bir boşluğu doldurabilecek bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada iki ayrı analiz çerçevesinde akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliğine olan potansiyel katkısı araştırılmaktadır. İlk analizde panel dinamik modeller çerçevesinde akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliğini işlem maliyeti üzerinden arttırarak dışsal finansmana ulaşımı kolaylaştırması üzerinde durulmaktadır. İşlem maliyetinin, akıllı sözleşmeler vasıtasıyla ortadan kaldırılması sonucunda firmaların dışsal finansman kanalını etkin kullanarak mevcut döneme görece olarak daha fazla büyüebileceği, mikro ekonometrik analizin bulgularıdır. Bu çerçevede akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliği kanalından dışsal finansmana daha ucuz/kolay erişim (ya da finansal kısıtların azaltılması) sonucunda firma büyümesini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgular, akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliği kanalından firma büyümesi için önemli ve olumlu bir kaldıraç etkisi yapabileceğini göstermektedir.

İkinci analizde ise akıllı sözleşmeler üzerinden mikro ekonometrik analizde olduğu gibi sermaye piyasası etkinliğinin işlem maliyeti kanalından arttığı varsayımı üzerinde durulmuştur. Bu çerçevede Vektör Oto Regresyon (VAR) analizine dayalı simülasyon analizi vasıtasıyla sermaye piyasası kapitalizasyon oranının akıllı sözleşmeler vasıtasıyla artmasının ekonomik büyümeye ve tasarruflara olan etkisi makro ekonometrik analiz vasıtasıyla araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar akıllı sözleşmelerin işlem maliyeti kanalından sermaye piyasası kapitalizasyonu/GSYİH oranını arttırarak ekonomik büyümeyi ve tasarrufları arttırma potansiyelinin olduğunu göstermektedir. Akıllı sözleşmelerin bu çerçevede işlem maliyetini sermaye piyasalarında ortadan kaldırarak daha etkin bir sermaye piyasası oluşturması beklenmektedir. Diğer bir deyişle çalışmada elde edilen analizler çerçevesinde akıllı sözleşmelerin oldukça etkin bir sermaye piyasası ortaya çıkarabileceği görülmektedir. Aynı zamanda etkin sermaye piyasalarının yanı sıra daha çok gelişmekte olan ülkelerde görülen yarı etkin ve zayıf formdaki sermaye piyasalarında bile akıllı sözleşmelerin işlem maliyeti kanalından oldukça faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada ele alınan analizler çerçevesinde blokzincir teknolojisi çalışmanın merkezine alınarak sermaye piyasası etkinliğinin firma büyümesi, ekonomik büyüme ve tasarruflar üzerine olan etkisi araştırılmaktadır. Çalışma bu anlamda Türkiye ekonomisi ve sermaye piyasaları açısından daha önce ele alınmamış bir konuyu ele almakta ve bu anlamda öncü bir çalışma olma potansiyeline sahiptir.

Çalışmanın ikinci bölümünde sermaye piyasası noksanlıkları, ülkeler düzeyinde karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Bu bölümde sermaye piyasası noksanlıkları çerçevesinde finansa dayalı büyüme yaklaşımı karşılaştırmalı olarak gelişmekte olan ülkeler açısından incelenmektedir. Üçüncü bölümde blokzincir teknolojisinin ana noktaları ele alınarak akıllı sözleşmelerin genel yapısı incelenmektedir. Çalışmanın dördüncü bölümünde teorik ve uygulamalı model ele alınarak veri seti, hipotezler ve uygulama sonuçlarına yer verilmektedir. Çalışmanın son bölümünde ise çalışmanın elde ettiği genel çıkarımlar ışığında mevcut literatüre yaptığı katkı, çalışmanın kısıtları ve gelecek çalışmalara yönelik tavsiyelere yer verilmektedir.

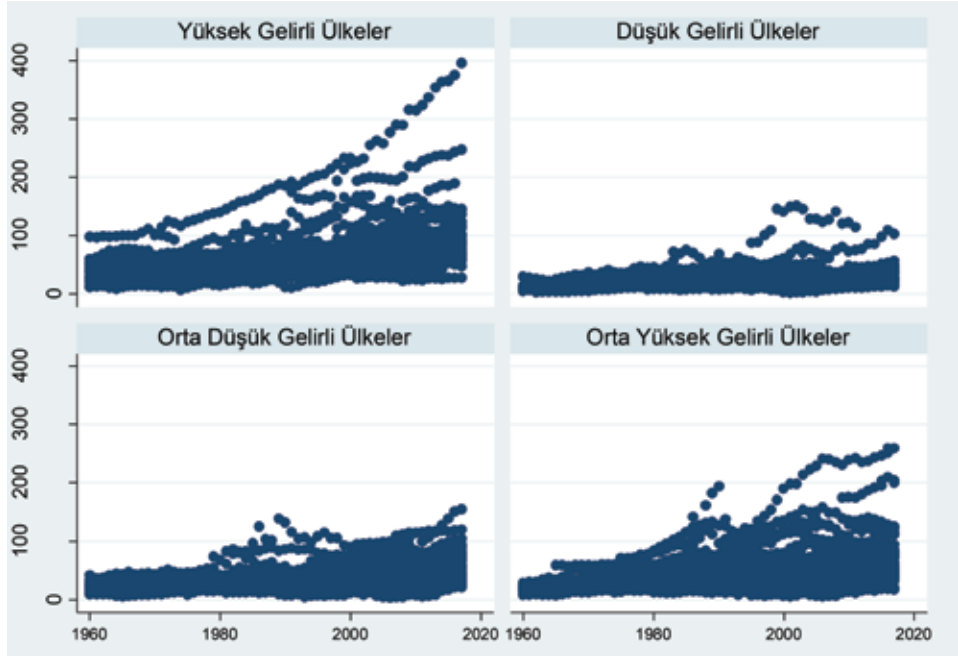
2. BÖLÜM:

SERMAYE PİYASASI NOKSANLIKLARI, İŞLEM MALİYETİ VE FİNANSA DAYALI BÜYÜMENİN GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER İÇİN İNCELENMESİ

2.1. Gelişmekte Olan Ülkelerde Finansal Derinleşme Sorunları ve Sermaye Piyasasının Genel Durumu

Finansal serbestleşme, gelişmekte olan ülkelerin finansal piyasalarını dışarıya açmaları olarak 1970’li yıllardan itibaren küresel finans ajandasında yer alan bir konu olma özelliğindedir. Ancak gelişmekte olan ülkelerde finansal gelişmenin ekonomik büyümeyi destekleme açısından istenilen seviyeye gelememesi, finansal piyasaların büyümeyi desteklemesi açısından önemli bir engel teşkil etmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin finansal gelişmesini ölçen önemli göstergelerden birisi olan para arzının GSYİH (Gayri-safi Yurtiçi Hasıla)’ya oranı Şekil 1’de yer almaktadır. Şekil 1’de görüldüğü üzere düşük gelirli ülkelerin finansal derinleşmesi, yüksek gelirli ülkelerin ortalamasının oldukça altında yer almaktadır.

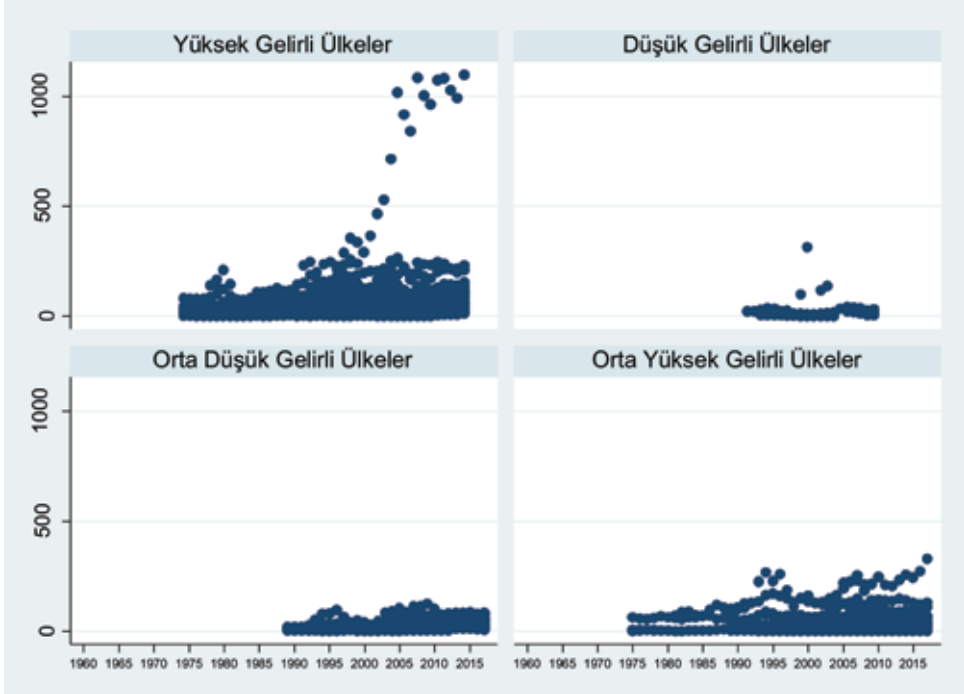
Şekil 1. Geniş Tanımlı Para Arzının GSYİH'ya oranı, %, 1960-2017



Kaynak: Beck vd., 2019 veri tabanından yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

Bu noktada Das (2003) tarafından ifade edilen gelişmekte olan ülkelerin finansal gelişmesi için önemli bir sorun olarak sermaye piyasalarının derinleşmesinin istenilen düzeyde olmaması gösterilmektedir. Dolayısıyla çalışmanın bu kısmında sermaye piyasası gelişmemişliği (ya da sığılığı) üzerinde karşılaştırmalı göstergeler yorumlanarak gelişmekte olan ülkeler açısından karşılaştırmalı olarak finansal gelişme-büyüme ilişkisi üzerine bir çıkarım yapılmaya çalışılmaktadır.

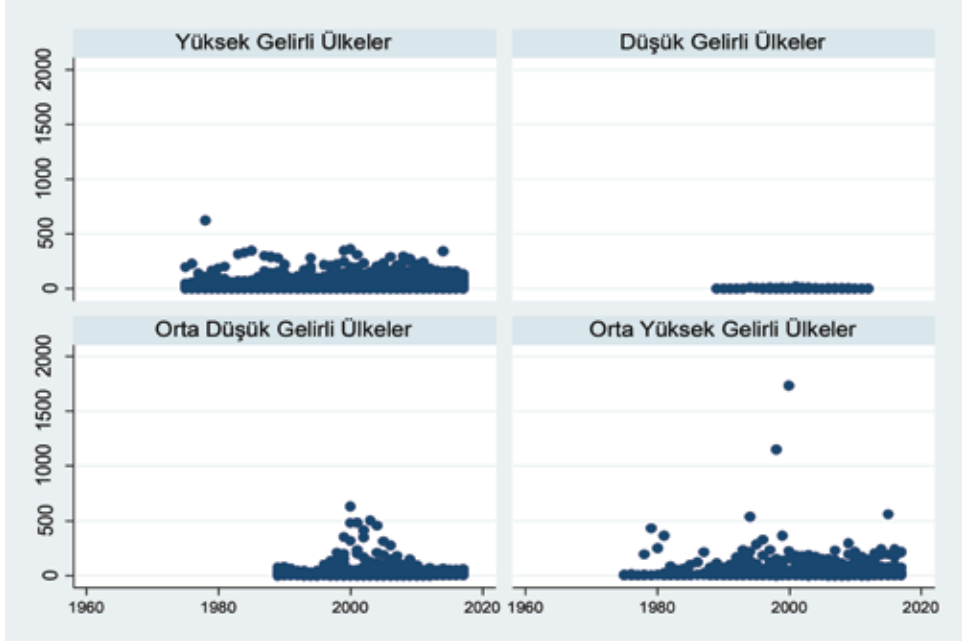
Şekil 2. Sermaye Piyasası Kapitalizasyon Oranı/GSYİH,%, 1960-2017



Kaynak: Beck vd., 2019 veri tabanından yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

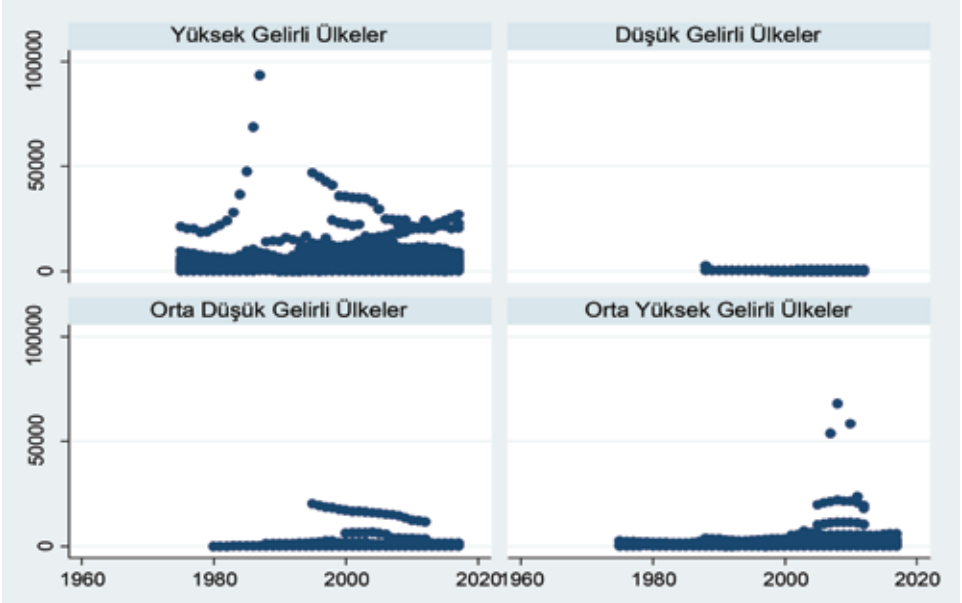
Şekil 2’de yer alan ve bu çalışmanın makro ekonometrik analizinde de ele alınan sermaye piyasası kapitalizasyon oranları/GSYİH oranının, gelir düzeyi yüksek olan ülkeler için düşük gelirli ülkelere göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Sermaye piyasalarının sağlığının diğer bir göstergesi olan hisse senedi devir sayısının düşük gelirli ülkeler için diğer ülkelere göre oldukça düşük olduğu Şekil 3’te görülmektedir.

Şekil 3. Hisse Senedi El Değişirme Oranı, %, 1960-2017



Kaynak: Beck vd., 2019 veri tabanından yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

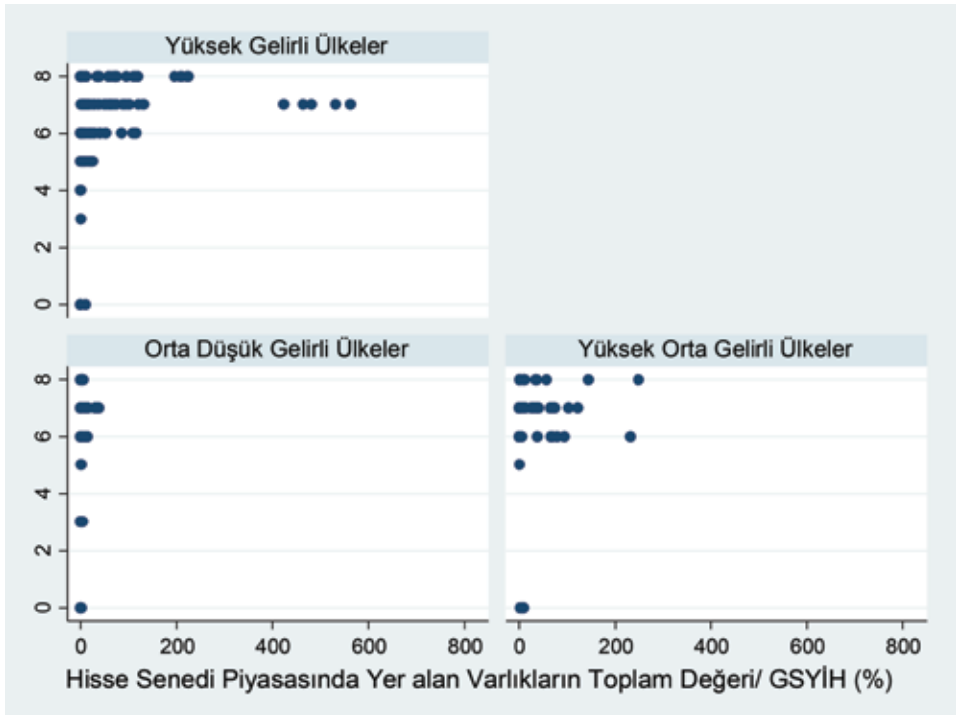
Şekil 4. Bin Kişi Başına Düşen Sermaye Piyasasında Yer Alan Firma Sayısı, 1960-2017



Kaynak: Beck vd., 2019 veri tabanından yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

Şekil 4’te yer alan her bin kişi başına düşen sermaye piyasasında yer alan firma sayısı ülkeler arasında karşılaştırmalı olarak yer almaktadır. Sermaye piyasasında yer alan firma sayısı, sermaye piyasalarının etkin olarak firmalar tarafından dışsal finansman ihtiyacı amacıyla kullanılmasının önemli göstergelerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Her bin kişi başına düşen sermaye piyasasında yer alan firma sayısının düşük gelirli ülkelere göre oldukça az olduğu görülmektedir.

Şekil 5. Hisse Senedi Piyasasında Yer alan Varlıkların Toplam Değeri/ GSYİH Oranı ve Kredi Piyasası Bilgi Endeksi arasındaki ilişkiye dair serpilme grafikleri, 2014-2018

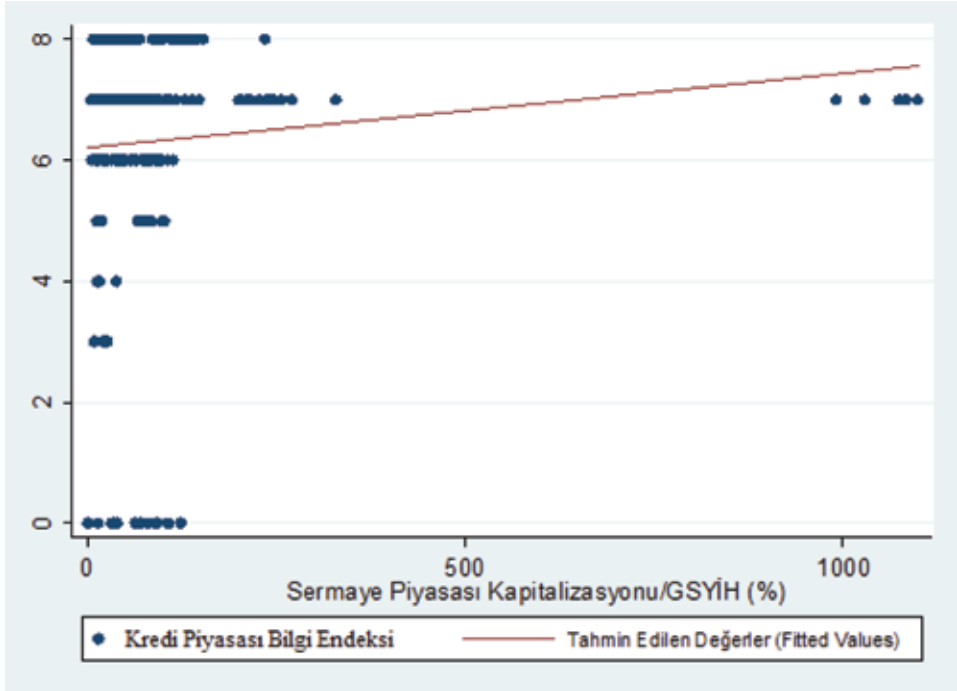


Kaynak: Dünya Bankası, 2019 veri tabanından yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır. Düşük gelirli ülkelere dair grafik, istatistiklerdeki eksiklik/yetersizlikten dolayı verilememiştir.

Şekil 5’te hisse senedi piyasasında yer alan varlıkların toplam değeri/ GSYİH oranı ve kredi piyasası bilgi endeksi arasındaki ilişki karşılaştırmalı olarak yer almaktadır. 2014-2018 yılları arasında ortalaması alınan kredi piyasası bilgi endeksi ile hisse senedi piyasasında yer alan varlıkların toplam

değerinin GSYİH'ya oranı arasındaki ilişkinin düşük gelirli ülkeler açısından pozitif ancak oldukça düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Gelir düzeyi düşük olan ülkelerde hisse senedi piyasasında yer alan varlıkların toplam değerinin /GSYİH oranının oldukça düşük olduğu ve bu durumun sermaye piyasasında bilgi dağılımından kaynaklı önemli bir sorun teşkil ettiğine dair bir yorum, Şekil 6'ya dayalı olarak yapılabilir.

Şekil 6. Sermaye Piyasası Kapitalizasyon Oranı ve Kredi Piyasası Bilgi Endeksi arasındaki ilişkiye dair serpilme grafikleri, 2014-2018



Kaynak: Dünya Bankası, 2019 veri tabanından yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır. Sol eksen, Kredi Piyasası Bilgi Endeksi'ni ifade etmektedir.

Şekil 6'da sermaye piyasası kapitalizasyonu/GSYİH oranı ile kredi piyasası bilgi endeksi arasındaki tahmin edilen regresyon modeline göre sermaye piyasası kapitalizasyonunun GSYİH içerisindeki oranının artmasının, kredi bilgi endeksini arttırdığı görülmektedir. İki değişken arasındaki çift taraflı nedensellik ilişkisinin potansiyel varlığı nedeniyle Şekil 6'da kredi piyasası derinleşmesinden sermaye piyasası kapitalizasyon oranı arasındaki

ilişkiye yönelik bir tahmin daha gerçekleştirilmiştir.² Diğer tahmin edilen modelde de iki değişken arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Dolayısıyla iki taraflı nedensellik ilişkisi bu iki değişken arasında mevcuttur yorumu yapılabilir.³

Çalışmanın bu kısmında ele alınan karşılaştırmalı istatistiklere dayalı olarak gelişmekte olan ülkeler açısından sermaye piyasalarının dış kaynağa dayalı finansman için oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla gelişmekte olan ülkeler açısından finansa dayalı büyümenin istenilen boyutta olmadığını savunan temel argümanın bu istatistikler ışığında doğrulandığı görülmektedir.

2.2. Genel Yapısı İtibariyle Sermaye Piyasası Noksanlıkları ve İşlem Maliyeti

Sermaye piyasası noksanlıkları genel itibariyle gelişmekte olan ülkelerin geç finansal serbestleşmesinden kaynaklı önemli sorunlara dayanan bir yapıdadır (bknz. Stiglitz, 2000). Aynı zamanda bu sermaye piyasası noksanlıklarından kaynaklı ‘bilgi asimetrisi’ sorunlarından kaynaklı ahlaki risk, kredi tayinleme ve ters seçim gibi konular, bu piyasalarda önemli sorunlar olarak ele alınmaktadır (Akerlof, 1970; Hart, 1995; Stiglitz, 2000). Dolayısıyla sermaye piyasası noksanlıklarından kaynaklı işletmelerin katlandığı fazladan bir maliyet ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla işlem maliyetinin de Modigliani ve Miller (1958)’a dayalı içsel ve dışsal finansmanın birbirinin maliyetsiz alternatifi olmasına dayalı temel argümanın geçerli olmasının önündeki önemli engellerden birisi olduğu görülmektedir. İşletmelerin katlandığı işlem maliyeti, potansiyel gelecek büyüme fırsatlarının değerlendirilememesi olarak gösterilebilir. Dolayısıyla Mjers ve Majluf (1984) tarafından da ifade edildiği üzere asimetrik bilgidan kaynaklı olarak işletmelerin ek finansman

2 Bağımlı değişken olarak Y ekseninde sermaye piyasası kapitalizasyon oranı bu ikinci tahminde yer almıştır.

3 Bu çalışmada bu tahmin yönteminde de görüldüğü üzere sermaye piyasalarının diğer değişkenler ile potansiyel etkileşimini iki taraflı nedensellik ilişkileri çerçevesinde hesaba katan analizler tercih edilmiştir. Çalışmanın makro ekonometrik analizde kullandığı VAR analizine dayalı simülasyon analizi ve mikroekonometrik analizde ise GMM yöntemine dayalı dinamik panel analizi bu iki taraflı nedensellik ilişkilerini hesaba katarak daha gerçekçi tahminler yapılmaya çalışılmıştır.

maliyetlerine katlanması gerekmektedir. Bilgiden kaynaklı yaşanan sorunlar olan kredi tayinlaması ya da işlem maliyeti gibi kavramlar firmanın ek finansman yükleri olarak tanımlanabilir.

Sermaye piyasası noksanlıklarının olduğu finansal piyasalarda işletmelerin karşı karşıya olduğu önemli finansmana erişim sorunlardan birisi olan işlem maliyeti, bu çalışmada blokzincir teknolojisi tabanlı akıllı sözleşmeler çerçevesinde ele alınmaktadır. Akıllı sözleşmelerin finansal piyasadaki işlem maliyetinin minimize edilmesine yardımcı olmasına dayalı bu çalışmada finansal piyasaların etkinliğinin akıllı sözleşmeler vasıtasıyla artacağı varsayımı benimsenmektedir. Çalışmanın bu bölümünde finansal piyasaların etkinliği anlamında işlem maliyeti ve ülkeler arasındaki bu finansal piyasaların etkinliğine dair bilgilere yer verildikten sonra takip eden bölümde blokzincir teknolojisi ve akıllı sözleşmelere ilişkin bilgilere yer verilmektedir.

3. BÖLÜM:

BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİ

3.1. Blokzincir Teknolojisinin Genel Kapsamı

Blokzincir teknolojisi genel olarak kripto paralar ile anılan bir kavram olma özelliğindedir. Özellikle Satoshi Nakamoto tarafından 2009 yılında yazılan (bknz. Nakamoto, 2009) ve Bitcoin için bir manifesto olarak sayılan çalışmadan sonra blokzincir teknolojisi gündeme gelmeye başlamıştır. Ancak blokzincir, genel özellikleri vasıtasıyla kripto paralardan daha eski bir geçmişe sahip olan bir dağıtık defter özelliğindedir.⁴

Blokzincir, ihtiva ettiği özellikler açısından birbirine bloklar halinde bağlı olan, bu bloklarda işleme ilişkin endeks bilgisi ve zaman damgası (time stamp) gibi önemli özelliklere sahip olan dağıtık bir veri defteri olarak tanımlanabilir (Karakaya, 2021). Blokzincirde her bir blok bir önceki bloğa bağlıdır ve her verinin bir kopyası, bilgisayar ağında yer alan bilgisayarlarda tutulmaktadır. Bu durum, fiziksel ya da siber saldırı vs. gibi sorunlarda bu verilerin silinmesi ya da zarar görmesi gibi önemli sorunların ortaya çıkmasını engellemektedir.

Blokzincirin genel işleyişi bir veri bloğunun matematiksel bir fonksiyona dönüştürülmesine dayalı bir yapıdadır. Bu matematiksel fonksiyon, sabit uzunluklu değerlere 32, 128 ya da 256 karaktere sahip bir uzunluğa dönüştürülmektedir. Bu uzunluk sayesinde veriler özet değerler haline çevrilerek blok zincirlerde saklanmaktadır. Veriler bu sabit uzunluklu değerler ile şifrenerek özetler halinde birbirine bağlı bilgisayar boğumlarından oluşan blokzincirde saklanmaya başlanmıştır. Özellikle tersine mühendisliğin⁵ oldukça zor hatta imkansız olduğu bir yapıya sahip olan blokzincir

4 Blokzincir genel yapısı itibariyle dağıtık bir veri sistemi olarak ifade edilebilir.

5 Tersine mühendislik kısaca şifrenmiş verinin tamamen geri elde edilmesi olarak ifade edilebilir.

teknolojisi, hash (#) değeri olarak bu bloklarda yer alan bireylerin kimliğinin de tahmin edilmesini oldukça zor bir hale getirmektedir. Bu hash değerleri, açık blokzincir yapısı altında blokzincir içerisinde yer alan bilgisayar boğumlarında yer alan bütün kullanıcıların bu işlemleri görmesine (ancak kimliklerini tanımlayamamasına) olanak tanımaktadır. Son dönemlerde SHA512, SHA1024 gibi önemli düzeyde güvenlik özellikleri bulunan sabit uzunluklu değerler de blokzincir teknolojisinde kullanılmaya başlanmıştır.

Blokzincir teknolojisinin yukarıda da ifade edildiği üzere önemli yenilikler taşıdığı ve açık blokzincir yapısı açısından önemli düzeyde şeffaflığı ortaya koyduğu yorumlanabilir. Ancak bu yapıya güvenmenin altında yatan en önemli noktalar, Merkle ağacı ve zaman damgası olarak görülmektedir (Merkle ağacı için bkz. Merkle, 1980). Bitcoin ile sıkça anılan blokzincir teknolojisinin Bitcoin'den oldukça eski bir geçmişe sahip olmasına neden olan Merkle ağacının kökeni 1980'li yıllara dayanmaktadır.

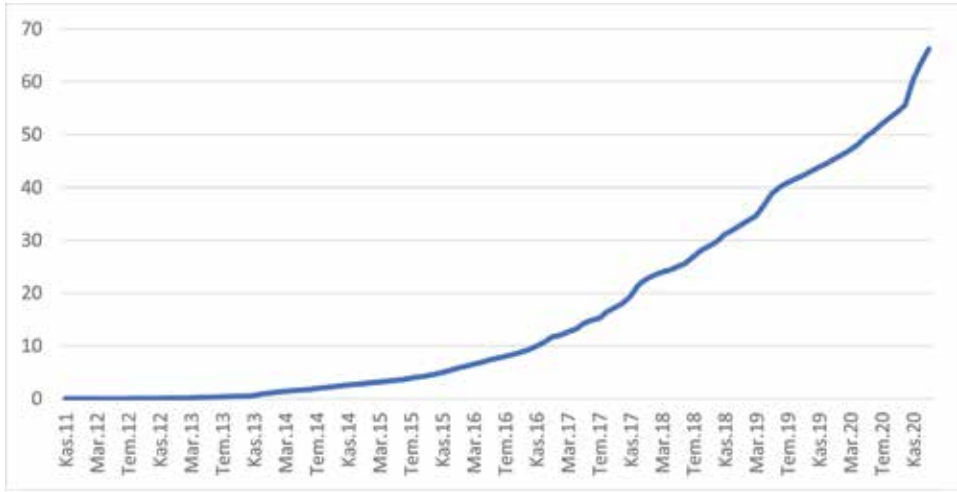
Merkle ağacı, blokzincir teknolojisinde yer alan birbirine bağlı bilgisayarlar arasındaki veri kontrolüne olanak tanıyan önemli bir yapıdır. Merkle ağacı, birbirine bağlı bilgisayarlar arasında bir hash kodu vasıtasıyla işlemlerin saklandığı bloklara yer veren bir yapı özelliğindedir. Merkle ağacı ile birlikte her işlemin ağda yer alan bilgisayarlar tarafından doğrulandığı ve saklandığı bir yapı haline dönüşen blokzincir, Bitcoin işlemlerinde güvenli ödeme gibi önemli bir rolü de üstlenmektedir (Deloitte, 2016).

Merkle ağacında yer alan blokzincir işlemleri bir zaman damgasına sahip olmak zorundadır. Zaman damgasının kökeni ise 1992 yılına dayanmaktadır (Karakaya, 2021). Zaman damgasının blokzincir teknolojisi için önemli bir rolü bulunduğu görülmektedir. Zaman damgası blokzincir içerisinde yer alan boğumlarda işlemlerin tarihine ilişkin önemli bilgilerin dahil edilmesine olanak tanımaktadır. Zaman damgasının, blokzincirin kendi içsel kontrolü açısından oldukça önemli bir rolünün bulunduğu görülmektedir. Zira blokzincirin en önemli avantajlarından birisi blokzincir içerisinde yer alan bilgisayarların zaman damgası ve hash kodu ile birlikte bilgi sorunlarını düzelterek bilgi şeffaflığını sağlamasıdır.

Merkle ağacı ve zaman damgası vasıtasıyla geleneksel olarak elde edilen verilerin merkezileştirilmesi blokzincir teknolojisinde yer almamakta-

dır. Blokzincir teknolojisinde merkezden gelen veriye güvenmek gibi bir durum söz konusu değildir. Blokzincirde yer alan bloklar veriyi kontrol etmektedir. Dolayısıyla birbirine boğumlar halinde bağlı olan bilgisayarlar, her boğumda yer alan diğer bilgisayarlar vasıtasıyla bozuk veriyi kontrol ederek düzeltmekte ve blokzincirde yer alan veri kalitesini oldukça yüksek bir düzeye getirmektedir. Bu çerçevede Merkle ağacının blokzincir teknolojisinde önemli bir yeri olduğu görülmektedir.

Şekil 7. Dünya genelinde Blokzincir cüzdan kullanıcı sayısı, milyon kişi



Kaynak: Statista, 2021

Şekil 7’de Kasım 2011 ile Ocak 2021 yılları arasında blokzincir cüzdanı sahibi olan birey sayısının dünya genelindeki gelişimi yer almaktadır. Blokzincir cüzdanı sahibi olan bireylerin sayısındaki artışın son dönemlerde Bitcoin’e olan önemli ilginin bir sonucu olduğu yorumu yapılabilir. Bitcoin’in özellikle 2008 finansal krizi sonrasında ulusal kurumlara ve yetkili mercilere olan güvene yönelik önemli soru işaretlerinin oluşmasının ardından finansal piyasalarda bağımsız bir para birimi olarak yer alması, finansal piyasalar açısından önemli bir gelişme olarak sayılabilir. Ancak Bitcoin’in herhangi bir kuruma bağlı olmaması ve Bitcoin fiyatlarında yaşanan önemli fiyat dalgalanmaları blokzincir teknolojisinin Bitcoin piyasalarında yaygın olarak kullanılmasına neden olmuştur. Dolayısıyla blokzincir teknolojisinin kökeninin eskiye dayanmasına karşın kripto para piyasaları ile ilgi odağı olduğu yorumu yapılabilir.

3.2. Akıllı Sözleşmeler

Szabo (1997) tarafından geliştirilen akıllı sözleşmeler, Szabo (1997) tarafından taraflar arasındaki bir kripto protokol olarak adlandırılmaktadır. Akıllı sözleşmeler aynı zamanda siber güvenlik anlamında da önemli avantajlara sahiptir (bu konuda oldukça geniş bir araştırma için bknz. Lone ve Naaz, 2021). Akıllı sözleşmeler, blokzincir teknolojisine dayalı olan ve daha önceden belirlenmiş sözleşme koşullarının gerçekleştiği anda devreye giren sözleşmeler olma özelliğindedir.

Akıllı sözleşmeler yapısı itibariyle blokzincir teknolojisinin altyapısını kullanmaktadır.⁶ Akıllı sözleşmeler, blokzincir platformu içerisinde tarafların şartları bu platformda kripto bir sözleşme haline getirilmektedir. Daha sonrasında blokzincir platformu içerisinde yer alan bu sözleşmeler, şartlar gerçekleştiğinde yürürlüğe girmektedir. Dolayısıyla Szabo (1997) akıllı sözleşmelerin kendi kendine gerçekleşme ya da devreye girme özelliği ve sabit (ya da cayılamaz) yapısıyla özellikle üçüncü taraflara izleme ve işlem yaptırma karşılığında ödenen işlem maliyetini azalttığını vurgulamaktadır.

Akıllı sözleşmelere ilişkin olarak Wang vd. (2018), Udokwu vd. (2018), Seijas vd. (2016), Wright ve De Filippi (2015) akıllı sözleşmelere ilişkin gelişmeler, kripto paralar açısından uygulama noktaları, güven olgusu, akıllı sözleşmelerin regülasyonu gibi noktaları ele almaktadır. Hewa vd. (2021), akıllı sözleşmelerin blokzincir teknolojilerin bir uzantısı olduğunu belirtmektedir. Akıllı sözleşmeler blokzincire dayalı bir yapıya sahip olduğu için hem merkeziyetçi olmayan bir platform olma, hem de doğrulanabilen bir yapıya sahiptir. Bu yapıyla akıllı sözleşmeler herhangi bir üçüncü tarafa ihtiyaç duymayan taraflar arası (peer to peer) bir yapıya sahiptir. Hewa vd. (2021)'ya göre akıllı sözleşmeler, önceden belirlenmiş koşullar içeren ve otonom olarak gerçekleşen merkezi olmayan bir sözleşme olma özelliği taşımaktadır. Aynı zamanda akıllı sözleşmeler farklı alanlara uygulanabilecek potansiyele de sahiptir. Bu çerçevede Buterin (2014), akıllı sözleşmelerin blokzincirin finansal piyasalar için önemli uygulamalara ev sahipliği yapabileceğini belirtmektedir. Deloitte (2016)'e göre akıllı sözleşmeler, 2016

6 Ethereum, akıllı sözleşmeleri bu çerçevede kullanan ve bu ölçüde diğer kripto paralardan ayrılan bir kripto para birimidir.

yılıının ilk çeyreğinde dünya genelinde özellikle önemli bir girişim sermayesi unsuru olan risk sermayesi (venture capital) ile ilgili olarak 116 milyon dolarlık bir anlaşma hacmine sahiptir. Deloitte (2016), aynı zamanda ticaret zinciri platformu ve ticaret finansmanı alanında akıllı sözleşmelerin planlanması üzerine çalışan finansal kurumların bulunduğunu belirtmektedir. Blokzincir teknolojisine dayalı önemli bir unsur olan akıllı sözleşmelerin, finansal piyasalar açısından önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Akıllı sözleşmeler genel itibariyle finansal piyasalarda işlemlerin yönetilmesi ve elektronik bir çerçevede yasal altyapısının oluşması açısından önemli bir gelişme olarak sayılabilir. Akıllı sözleşmeler takip eden alt bölümde sözleşme teorisi açısından ele alınmaktadır.

3.3. Sözleşme Teorisi ve Akıllı Sözleşmeler İlişkisi

Sözleşme Teorisi⁷ (Contract Theory), finansal kontratların düzgün işlenmesi, finansal piyasalarda vekil maliyetini azaltma ve bilgi asimetrisinden kaynaklı sorunları gidermek için oldukça önemli bir teori olma özelliğindedir. Asil-vekil sorunlarını (ya da vekalet maliyetini) minimize etmek amaçlı yönetici ve ana hissedarlar arasındaki olası asil vekil sorunu bir sözleşme vasıtasıyla kontrol altına alınabilmektedir. İki tarafın istekleri ve hedefleri, bu çerçevede bir sözleşme vasıtasıyla kontrol altına alınabilmektedir. Finansal sözleşmelerin düzgün bir şekilde uygulanması, piyasalardaki belirsizliği azaltmaya olanak tanımakta ve sermaye piyasalarında bilgi asimetrisinin önüne geçebilecek önemli bir etkidir.

Sözleşme Teorisi'nin uygulama alanı yalnızca vekalet maliyetini azaltma ile sınırlı değildir. Diğer bir uygulama alanı finansal piyasalarda asimetrik bilginin azaltılmasıdır. Finansal piyasalarda sözleşmeler çerçevesinde teminat yapısı, fiyat ve tedarikçiler ya da aracılar ile olan anlaşmalar oldukça önemlidir. Dolayısıyla Sözleşme Teorisi, finansal piyasalarda bilgi asimetrisinden kaynaklı önemli sorunları minimize etme potansiyeline sahiptir. Bu noktada finansal sözleşmelerin akıllı sözleşmeler kanalından bilgiye dayalı sermaye piyasası noksanlıklarını önemli ölçüde azaltması ve

7 Sözleşme Teorisi'ne ilişkin önemli çalışmalar için bkz. Hart (2017), Williamson (1975, 1985). Coase (1937) ise ideal piyasa yapısı için işlem maliyetinin önemli bir engel olduğunu belirtmektedir.

finansman, yatırım ya da kar dağıtım politikalarında oldukça etkin olması *a priori* beklenmektedir.⁸ Dolayısıyla blokzincir teknolojisinin akıllı sözleşmeler vasıtasıyla bilgi dağılımı kanalının oldukça etkin kullanılmasına olanak tanıyarak, sermaye piyasası noksanlıklarını azaltması beklenmektedir. Akıllı sözleşmelerin blokzincir teknolojisine dayalı olması, bilgi suistimali ya da bilgi manipülasyonu açısından akıllı sözleşmelerin oldukça dirençli bir yapıya sahip olabileceğini göstermektedir.⁹

Akıllı sözleşmelerin, Sözleşme Teorisi kapsamında piyasalardaki asimetrik bilgiyi ve işlem maliyetini ortadan kaldırması beklenmektedir. Dolayısıyla Szabo (1997) tarafından da ifade edildiği şekilde işlem maliyeti için akıllı sözleşmelerin potansiyelinin oldukça fazla olması, bu çalışmada Türkiye ekonomisi açısından incelenmektedir. Önemli bir yükselen piyasa ekonomisi olan Türkiye ekonomisi açısından akıllı sözleşmeler sermaye piyasası etkinliğini daha yüksek bir noktaya çekebilecek yapıdadır.

3.4. Genel Değerlendirme

Blokzincir teknolojisi, birbirine bağlı bilgisayarlardan oluşan ve bu ağda yer alan bilgilerin doğruluğunu kendi kendine kontrol eden bir platform olma özelliğine sahiptir. Dolayısıyla bilgi bütünlüğünü sağlayan bir dağıtık defter görünümünde olan blok zincir teknolojisi, merkezizetçilik yapısını da ortadan kaldırmaktadır.

Blokzincir teknolojisinden yararlanan akıllı sözleşmelerin sahip olduğu özellikler nedeniyle önemli bir sermaye piyasası sorunu olan işlem maliyetini ortadan kaldıracabilecek ya da minimize edebilecek bir potansiyele sahip olduğu yorumu yapılabilir. Diğer bir ifadeyle akıllı sözleşmelerin finansal piyasalarda taraflar arasındaki bilgi dağılımından kaynaklı sorunları giderek, işlem maliyetinin azaltılmasına olanak tanıyabileceği varsayılmaktadır. Dolayısıyla akıllı sözleşmelerin etkin bir sermaye piyasasının oluşturulma-

8 Blokzincir teknolojisinin uygulama alanlarından birisi olan akıllı sözleşmelerin, üçüncü taraf olarak tabir edilen finansal araçları, finansal piyasalarda taraflar arası (yalnızca alıcı ve satıcı) bilgi etkinliğini artırarak piyasadan çıkarabilecek potansiyele sahip olduğu varsayılmaktadır.

9 Akıllı sözleşmelerde cayma özelliği mevcut şartlarda bulunmamaktadır. Dolayısıyla ex ante belirlenen şartlar, işlem sonrası değiştirilememektedir.

sına açık bir katkıda bulunabileceği düşünölmektedir.¹⁰ Szabo (1997)'nun varsayımları bu çalışmada bir adım ileri götürölerek blokzincir altyapısına dayalı akıllı sözleşmeler önemli bir yükselen piyasa ekonomisi olan Türkiye ekonomisi açısından makro ve mikro ekonometrik analizler çerçevesinde sermaye piyasası etkinliği çerçevesinde araştırılmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde akıllı sözleşmelerin genel yapısı, blokzincir teknolojisi ile olan bağlantısı ve akıllı sözleşmelerin Sözleşme Teorisi çerçevesinde işlem maliyetine olan etkisine ilişkin genel bilgilere değinilmesinin ardından bir sonraki bölümünde teorik model, hipotez ve bulgulara yer verilmektedir.

10 Etkin piyasa, bilgi dağılımının etkinliğinin yüksek olduğu sermaye piyasasını tanımlamaktadır (bknz. Fama, 1991).

4. BÖLÜM:

TEORİK MODEL, HİPOTEZLER VE BULGULAR

4.1. İşlem Maliyetinin Blokzincir Teknolojisi ile Sermaye Piyasaları Açısından Minimize Edilmesi

Çalışmanın önceki bölümlerinde ele alınan Modigliani ve Miller (1958)'a dayalı içsel finansman ve dışsal finansman arasındaki 'ilişkisizlik' yaklaşımının finansal piyasalardaki uygulamalar açısından tutarlı olmadığı görülmektedir. Modigliani ve Miller (1958)'i takip eden sermaye yapısı literatüründe Myers ve Majluf (1984) tarafından ileri sürülen Finansal Hiyerarşi Teorisi'ne göre yöneticiler içsel finansman kaynaklarını daha etkin olan projelere tahsis ederek, dışsal finansmanı daha sonra tercih etmektedir. Bu yaklaşım, Modigliani ve Miller (1958)'in yaklaşımının aksine asimetric bilgi ve finansal piyasalara erişim konusunda içsel-dışsal finansman ayrımı yaparak, bir 'erişim primi (access premium)' varsayımına sahiptir. Aynı zamanda bu modelde 'limon' olarak tabir edilen düşük kaliteli firmaların yatırımcılar tarafından tespit edilememesi nedeniyle yeni yatırımcılar iyi bir görüntüye sahip olan firmalara yatırım yapmak için bir iyi firma primi talep etmektedir (Myers ve Majluf, 1984; Fazzari vd., 1988). Bu durumda dışsal finansman ile içsel finansman arasındaki fark, firmalar için finansman maliyetini arttırmaktadır. Dolayısıyla firmalar, gelecek büyüme fırsatlarını artan finansman maliyeti nedeniyle değerlendirememektedir ve nihai amacı olan firma büyümesine ulaşamamaktadır. Finans yöneticisi açısından bu noktada içsel finansmanın fırsat maliyeti oldukça önemli bir gösterge olmaktadır. Ancak içsel finansmanın, fırsat maliyetinin üzerinde kalan ve dışsal finansman gerektiren yüksek hacimli yatırım projeleri (sabit sermaye yatırım projeleri ya da Araştırma ve Geliştirme projeleri gibi) için bu dışsal finansman maliyeti oldukça önemli bir engel olmaktadır.

Myers ve Majluf (1984) tarafından üzerinde durulan limon primi yaklaşımı bu çalışmada sermaye piyasası etkinliği ve akıllı sözleşmeler ilişkisi

üzerinden firmaların Piyasa Değeri/Defter Değeri oranına (PD/DD)¹¹ olan etkisi araştırılmaktadır.¹² Bu çalışmada firmaların Myers ve Majluf (1984)'a dayalı olan, asimetrik bilgidен kaynaklı risk primini azaltması açısından akıllı sözleşmelerin oldukça önemli bir rolü bulunabileceği varsayılmaktadır. Bu çerçevede akıllı sözleşmeler açısından Borsa İstanbul'a kote olan işletmelerin hisse teklif fiyatı (bid price) ve hisse satış fiyatı (ask price) arasındaki ilişki ele alınarak akıllı sözleşmelerin Türkiye ekonomisi açısından sermaye piyasası etkinliğine olan etkisi incelenmektedir. Hisse teklif fiyatı ile hisse satış fiyatı arasındaki fark önemli bir işlem maliyeti olma özelliğindedir. Hisse teklif fiyatı ile hisse satış fiyatı arasındaki fark işlem maliyeti olarak ele alınırken Keynes (1936), Tobin (1994) ve Bencivenga vd. (1996)'nın yaklaşımı takip edilmektedir. Bu yaklaşımda hisse teklif fiyatı ile hisse satış fiyatı arasındaki farkın sosyal refahı azaltmaktan ziyade bir kaynak transferi etkisine sahip olduğu vurgulanmaktadır. Çalışmanın temelinde bu yaklaşım yer almaktadır.

FV* işlem maliyeti azaltıldığında firma değeri maksimizasyonunu (ya da optimal firma değerini) ifade ederken, FV ise cari dönemde firma değerini ifade etmektedir. Firma değerinin işlem maliyeti üzerinden maksimize edilmesi Denklem 1'de yer alan eşitlik ile ifade edilebilir:

$$FV^* = (\alpha_{ZP})FV \quad (1)$$

Ele alınan denklemde α_{ZP} hisse teklif fiyatı ile hisse satış fiyatı arasındaki farkı ifade eden işlem maliyetidir. Bu eşitlikte $0 \leq \alpha_{ZP} \leq 1$ varsayımı geçerlidir.

Çalışmada ele alınan teorik modelde hisse teklif fiyatı ile hisse satış fiyatının birbirine eşit olduğu durumda akıllı sözleşmelerin devreye girdiği varsayılmaktadır. Akıllı sözleşmelerin yapısı gereği geri döndürülebilir bir özelliği bulunmamaktadır. Diğer bir ifadeyle akıllı sözleşmelerde

11 PD/DD oranı ilgili literatürde Tobin Q oranının temsili (proxy) değişkeni olarak da ele alan çalışmalar bulunmaktadır (bknz. Black vd., 2003; Drobotz vd., 2004).

12 PD/DD oranının yatırımlar üzerine olan etkisi yalnızca hissedarların refahının artırılması noktasında ortaya çıkan bir durumdur (Fazzari vd., 1988). İyi firmalara yatırım yapmak için hisse senedi ihracı bu refah artışını maksimize edecek ve piyasadaki asimetrik bilgidен dolayı limon primini de içerek yapıda olmalıdır. Bu noktada asimetrik bilgi firmalar açısından ek bir prim ortaya çıkarmaktadır.

cayma hakkı bulunmadığı teorik modelde hesaba katılmaktadır. Bu durum çalışmanın daha önceki bölümünde ifade edildiği üzere akıllı sözleşmelerin, sermaye piyasalarında manipülatif sözleşmelerin varlığını engelleyebilecek bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bu durumda Denklem 1 tekrar ele alınarak akıllı sözleşmelerin rolü ele alınırsa Denklem 2 elde edilmektedir:

$$FV^* = FV \quad (2)$$

$$\alpha_{zP} = 0 \quad (3)$$

$$\alpha_{zP} = 0 \text{ (hisse teklif fiyatı = hisse satış fiyatı koşulu altında)} \quad (4)$$

Denklem 4'te ele alınan koşul, akıllı sözleşmelerin devreye girdiği satış fiyatı ile teklif fiyatını birbirine eşitleyen koşuldur. Bu varsayım, satış fiyatı ile teklif fiyatı arasındaki farkın ortadan kaldırılması yani işlem maliyetinin sıfır olması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla Denklem 2, firmanın sermaye piyasası maksimizasyonu ya da hissedar refahı maksimizasyonu problemi olarak ifade edilebilir. Bu çerçevede firmanın amaç fonksiyonu Denklem 5'te yer aldığı şekilde ifade edilebilir:

$$\text{Max. } FV = FV^* = FV \quad (5)$$

Modigliani-Miller (1958)'in yaklaşımı genel itibariyle sermaye piyasası noksanlıklarının olmadığı finansal piyasa yaklaşımına dayalıdır. Ancak bu yaklaşımın aksine gelişmekte olan ülkelerde bu çalışmanın ikinci bölümünde de yer aldığı gibi sermaye piyasaları noksanlıkları yer almaktadır. Dolayısıyla halka arz edilmiş işletmeler, sermaye piyasası noksanlıkları altında kısa vadeli olarak hissedarlarının refahını maksimize etmeye çalışmaktadır. Bu çerçevede bu çalışmada ele alınan teorik modelde Modigliani-Miller (1958) varsayımlarının geçerli olmadığı, sermaye noksanlıklarının bulunduğu bir sermaye piyasası yaklaşımı ele alınmaktadır.¹³

Modelin ikinci aşamasında firma değerini maksimize eden firma yaklaşımı üzerinden sermaye piyasasından kaynaklı dışsal finansmanı ele alın-

13 Bu çalışmada akıllı sözleşmelerin varlığı, aynı zamanda finansal araçların piyasalarda yer almaması olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla işlem maliyeti sıfır olarak kabul edilmektedir.

mıştır. Dolayısıyla işlem maliyetinin olmadığı durumda firma büyümesi ve dışsal finansman arasındaki gelişim, bu çalışmanın mikro ekonometrik analiz kısmında incelenmektedir. Analizin dayanak noktası Coase (1937)'nin firmalar için ideal piyasa modelidir.¹⁴

İlk aşamada firmanın hisse senedi fiyatının teklif fiyatı ile satış fiyatının eşit olmadığı durumda işlem maliyeti üzerinden elde ettiği akıllı sözleşme öncesi *ex ante* öz kaynakları Denklem 6'da yer aldığı şekilde ifade edilmektedir:

$$CE^*=(\alpha_{zp})CE \quad (6)$$

Ele alınan denklemde daha önce Denklem 1'de de ifade edildiği üzere α_{zp} teklif fiyatı ile satış fiyatı arasındaki farkı ifade eden işlem maliyetidir ve $0 \leq \alpha_{zp} \leq 1$ varsayımı geçerlidir. CE^* ise sermaye piyasalarından elde edilebilecek optimal fon miktarını gösterirken CE ise cari dönemde (ya da mevcut durumda) elde edilen öz kaynak miktarını ifade etmektedir. Bu varsayımda $\alpha_{zp} > 0$ olduğu varsayılırsa işlem maliyetinin varlığı kabul edilmektedir. Akıllı sözleşmelerin bu piyasalarda yer alarak teklif fiyatı ile satış fiyatını birbirine eşitlediği noktada işlem maliyeti bu piyasada ortadan kalkarak firma için $CE^*=CE$ koşulu geçerli hale gelmektedir. Firma bu koşul altında sermaye piyasalarından edinebileceği optimal fon miktarını elde edebilecektir. Dolayısıyla CE^* , firmaların PD^*/DD' ye ulaşmasını sağlayarak, dışsal finansman kanalının firma büyümesine optimal düzeyde etki etmesine olanak tanıyabilecektir. Bu çalışmada firma dinamikleri ve PD^*/DD değişkeninin dışsal finansman kanalı üzerinden firma büyümesine olan etkisi diğer dönemler de dikkate alınarak dinamik çerçevede analiz edilmektedir. Bu yaklaşım aynı zamanda teorik modelin hesaplama hatalarının azaltılması çerçevesinde, teorik modelin daha gerçekçi tahmin edilmesine olanak tanıyabilmektedir.

14 Coase (1937)'nin yanı sıra bu durum Williamson (1975; 1985) ve Hart (2016)'ın çalışmalarında da üzerinde durulan bir durumdur. Dolayısıyla akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliği açısından bu çalışmada da ele alındığı şekilde önemli konu olduğu görülmekte iken, aynı zamanda endüstriyel organizasyon literatürü

4.2. Mikro Ekonometrik Analiz: Akıllı Sözleşmelerin Firma Düzeyi Dışsal Finansman İhtiyacına Sermaye Piyasası Etkinliği Kanalıyla Etkisi

Bu çalışmanın mikro ekonometrik analiz kısmında akıllı sözleşmelerin sermaye piyasalarının etkinliği üzerinden firma büyümesinin finansmanı açısından daha istikrarlı bir fon kaynağını sağlayabileceği varsayımında bulunmaktadır. Bu çerçevede analizin ilk aşamasında Khurana vd. (2006)'ye dayanarak firma büyümesi için dışsal finansman ihtiyacı (EFN) hesaplanmaktadır:¹⁵

$$EFN=[g_t \times A_t] - [(1+g) \times (E_t \times b_t)] \quad (7)$$

Denklem 7'de g_t t zamanında firma büyümesini, A_t ise t zamanında firmanın varlıklarını, E_t firmanın nakit akışı ya da gelirini ve b_t ise alıkonulan karları ya da tekrar yatırım¹⁶ için kullanılabilir fon miktarını ifade etmektedir. Denklem 7'de eşitliğin sağ tarafı firma büyümesi için gerekli olan dışsal finansman ihtiyacını ifade etmektedir. Bu hesaplamadaki amaç, çalışmanın teorik model kısmında da ifade edildiği üzere akıllı sözleşmelere dayalı olarak işlem maliyetinin olmadığı koşullarda artan PD*/DD oranının firma büyümesine dışsal finansman kanalı üzerinden etkisinin araştırılmasıdır. Dolayısıyla sermaye piyasası etkinliğinin artması ile işlem maliyetinin akıllı sözleşmeler vasıtasıyla ortadan kaldırılarak firmanın dışsal finansman kanalını firma büyümesi için daha etkin olarak kullandığı varsayılmaktadır.¹⁷ İkinci aşamada $EFN=f(PD/DD^*, X)$ fonksiyonu ele alınmaktadır. X ise EFN'ye, diğer bir deyişle firmanın büyümesi için gerekli olan dışsal finansman ihtiyacına etkide bulunabilecek kontrol değişkenlerini ifade etmektedir.

15 Khurana vd. (2006)'nin yaklaşımında önemli varsayımlar bulunmaktadır. Bu varsayımlar varlıkların satışlara oranı (ya da varlık döngü oranı) ve satışlara göre karın sabit kabul edilmesidir. Aynı zamanda bu yaklaşımda amortisman ve itfa payları finansal tablolarda yer aldığı şekliyle kabul edilmektedir.

16 Burada yatırım ile kast edilen reel (ya da sabit sermaye) yatırımdır.

17 Bu çalışmada ilgili literatüre de uygun olarak dışsal finansman içsel olarak firmanın faaliyetleri sonucundaki nakit akışlarının dışarısında kalan bütün kalemler olarak kullanılmaktadır.

4.3. Makro Ekonometrik Analiz: Akıllı Sözleşmelerin Sermaye Piyasası Kapitalizasyonu Üzerinden Ekonomik Büyüme ve Tasarruflara Olan Etkisi

Çalışmada makro ekonometrik analiz çerçevesinde akıllı sözleşmeler kanalıyla mikro düzeyde PD*/DD oranının sermaye piyasası etkinliğini arttırmasının makro düzeyde sermaye piyasası kapitalizasyonu kanalından Türkiye ekonomisine olan etkisi analiz edilmektedir. Bu çerçevede makro ekonometrik analizde kullanılan VAR analizine dayalı simülasyon analizi çerçevesinde akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası kapitalizasyonu kanalıyla ekonomik büyüme ve tasarruflar üzerine olan etkisi araştırılmaktadır. Dolayısıyla bu analiz çerçevesinde uzun vadeli olarak akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası kapitalizasyonu üzerinden ekonomik büyüme ve tasarruflar üzerine olan etkisi analiz edilmektedir. Bu noktada makro ekonometrik analiz çerçevesinde oluşturulan analizde ele alınan temel varsayımlar aşağıda yer almaktadır:

- I. *Ceteris paribus* akıllı sözleşmelerin $PD/DD=PD^*/DD$ koşulu altında sermaye piyasası kapitalizasyonu/GSYİH oranındaki artış üzerinden ekonomik büyüme ve tasarruflara olan etkisi araştırılmaktadır. Dolayısıyla işlem maliyetinin olmadığı (ya da teklif fiyatının satış fiyatına eşit olduğu koşul) etkin bir sermaye piyasası üzerinden bu analiz yapılmaktadır. Mikro ekonometrik analizlerdeki hesaplamalara dayalı olarak akıllı sözleşmelerden kaynaklı bir sermaye piyasası kapitalizasyon oranı artışı hesaplanarak ve GSYİH'ya oranlanarak modele dahil edilmektedir. Diğer bir deyişle sermaye piyasası kapitalizasyonunun GSYİH içerisindeki payının artması, mikro ekonometrik analizde hesaplanan PD*'ye dayanmaktadır. Hesaplanan sermaye piyasası kapitalizasyon oranı/GSYİH oranındaki büyüme oranı modele Senaryo 1 çerçevesinde dahil edilmektedir.
- II. Akıllı sözleşmeler vasıtasıyla sermaye piyasalarında işlem maliyetinin yer almaması, hane halkının ve reel sektörün işlem maliyeti kadar cari döneme göreli olarak daha fazla tasarruf etmesine neden olabilecektir. Bu çerçevede akıllı sözleşmelerin mevcut olduğu etkin bir sermaye piyasası ile tasarrufların artması beklenmektedir. Akıllı söz-

leşmeler vasıtasıyla tasarrufların artmasına paralel olarak, hem tasarrufların daha etkin bir şekilde piyasada tahsisi hem de ülke ekonomisinde tasarruf artışı ile yatırımların da artması beklenmektedir.

4.4. Hipotezler

Çalışmanın ana hipotezi ve alt hipotezleri, çalışmanın daha önceki bölümlerinde yer alan teorik modellere dayalı olarak aşağıda yer aldığı şekilde ifade edilmektedir:

H1: Sermaye piyasalarında akıllı sözleşmeler bilgi asimetrisini ortadan kaldırarak işlem maliyetini piyasadan kaldırmaktadır. Bu durumda, ceteris paribus, sermaye piyasası etkinliği artmaktadır.

Akıllı sözleşmeler, bilgi şeffaflığının sağlanması üzerinden sermaye etkinliğini sağlayarak işlem maliyetini piyasadan kaldırabilecek yapıdadır. Sermaye piyasası etkinliği, özellikle reel sektör firmalarının fon ihtiyacının karşılanması anlamında oldukça önemlidir (bknz. Hicks, 1969). Coase (1937) tarafından ifade edilen firma büyümesi anlamında ideal piyasa yaklaşımına ve Fama (1990) tarafından ifade edilen etkin sermaye piyasasına akıllı sözleşmeler vasıtasıyla ulaşılması mümkündür. Bu çerçevede iki ayrı alt hipotez oluşturularak bu ana hipotez makro ve mikro çerçevede araştırılmaktadır:

H1a: Akıllı sözleşmeler işlem maliyeti kanalından sermaye piyasası etkinliğini artırarak dışsal finansman kanalının firmalar tarafından daha etkin kullanılarak firma büyümesine mevcut döneme nazaran daha fazla katkı sunabilecektir.

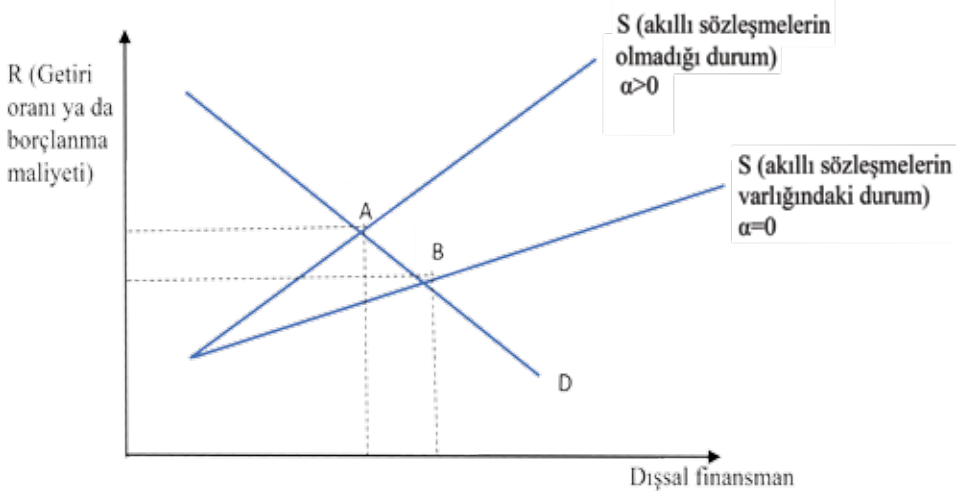
Piyasa kapitalizasyonu artan firmalar açısından PD^*/DD oranının artması firma büyümesinin dışsal finansman kanalının daha etkin kullanılarak finanse edilmesine neden olabilecektir. Firma büyümesi açısından oldukça önemli olan dışsal finansman ihtiyacının akıllı sözleşmeler sonucu artan sermaye piyasa etkinliği vasıtasıyla mevcut duruma göreli olarak daha fazla karşılanması beklenmektedir.

H1b: Sermaye piyasası kapitalizasyon oranı, akıllı sözleşmeler vasıtasıyla artarak *a la Levine ve Zervos* büyümeyi arttırmaktadır.

H1c: Akıllı sözleşmeler vasıtasıyla işlem maliyetinin azalması, sermaye piyasası kapitalizasyon oranının artırarak tasarruf oranlarını arttırmaktadır.

Finansa dayalı büyüme literatüründe sermaye piyasası etkinliği ve büyüme ilişkisini araştıran önemli çalışmalardan birisi olan Levine ve Zervos (1998)'un yaklaşımına göre sermaye piyasası kapitalizasyon oranının artması büyümeyi destekleyecek önemli bir değişkendir. Bu çalışmada da H1b alt hipotezi çerçevesinde işlem maliyetinin azalması ile birlikte akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası kapitalizasyon oranı-ekonomik büyüme ilişkisini arttıracığı beklenmektedir. H1c alt hipotezi çerçevesinde işlem maliyeti ile birlikte tasarruf oranlarının ekonomide artacağı ve tasarrufların da yatırımlar için kullanılabilceği varsayımı yapılmaktadır.

Şekil 8. Çalışmanın hipotez ve alt hipotezlerinin dayandığı temel ilişki



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 8'de çalışmanın hipotezinin ve alt hipotezlerinin dayandığı ana varsayım grafiksel olarak ifade edilmektedir. Bu varsayım göre akıllı sözleşmelerin varlığında firmalar açısından büyüme için gerekli olan dışsal finansman maliyeti azalmaktadır (B noktası). Dolayısıyla bu durumda dışsal finansman talebinin akıllı sözleşmelerin olmadığı duruma (A noktası) göre arttığı ve dışsal finansman maliyetinin azaldığı görülmektedir.

4.5. Veri Seti ve Metodoloji

4. 5.1. Veri Seti

Çalışmanın önceki kısımlarında ifade edilen ana hipotez ve alt hipotezlerin test edilmesi amacıyla iki ayrı veri seti kullanılmıştır. Kullanılan ilk veri seti Thomson Reuters Refinitiv (2021) veri tabanından elde edilmiştir. Blokzincir teknolojisinin akıllı sözleşmeler üzerinden sermaye piyasası etkinliğine olan etkisini test etmek amacıyla Borsa İstanbul'a ait zaman serisi düzleminde her bir firma için son 8 yılda 31 Aralık tarihi itibarıyla hisse senedi teklif fiyatı (bid price) ve hisse senedi satış fiyatı (ask price) verileri elde edilmiştir.

Bu çalışmada uygulanan analiz içerisinde sermaye piyasasında (Ya da Borsa İstanbul'da) hisse senedi teklif fiyatı ve hisse senedi satış fiyatı, her firma için ayrı ayrı ele alınarak akıllı sözleşmelerin sermaye piyasa üzerindeki etkinliği hisse senedi teklif fiyatı ile hisse senedi satış fiyatına eşitlenerek ele alınmaktadır. Çalışmanın teorik model kısmında da açıklandığı üzere bu varsayımda işlem maliyeti sıfır olarak kabul edilmiştir. Dolayısıyla firmaların bu çerçevede PD/DD oranları, akıllı sözleşmelerin etkisi ele alınarak hesaplanmaktadır. Bu modeller içerisinde akıllı sözleşmelerin piyasa etkinliğine olan etkisi PD/DD* kalemi üzerinden ölçülmektedir. Ayrıca Borsa İstanbul'da yer alan tüm firmalar için son 8 yıllık bilançolara¹⁸ dayalı kalemler elde edilerek bu çalışmanın ana ve alt hipotezleri test edilmektedir.

Çalışmada kullanılan ikinci veri seti ise bu çalışmanın alt hipotezleri olan H1b ve H1c'nin test edilmesi amacıyla makro düzeyde akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliği üzerinden ekonomik büyüme ve tasarruflara olan etkisinin test edildiği veri setidir. Makro ekonomik düzeydeki veriler Dünya Bankası (2021)'ndan elde edilmiştir.

Bu çalışmadaki analizler yapılırken akıllı sözleşmelerin olmadığı piyasa yapısı akıllı sözleşmelerin potansiyelinin test edilmesi açısından bir temel model (benchmark model) olarak ele alınmaktadır. Çalışmada kullanılan veri setlerinin açıklanmasının ardından takip eden bölümde bu çalışmada ele alınan metodolojiye ilişkin bilgilere yer verilmektedir.

18 8 yıllık bilançoların alınma nedeni teklif fiyatı ile satış fiyatına dair gözlemlerin Refinitiv veri tabanında son 8 yıla ait olarak bulunmasıdır.

4.5.2. Metodoloji

4.5.2.1. Mikro Ekonometrik Metodoloji: Panel GMM

Çalışmanın mikro ekonometrik analizinde akıllı sözleşmelerin işlem maliyetinin dışsal finansmanın etkinliği kanalından firma büyümesine olan etkisinin varsayan alt hipotezin (H1a) test edilmesi için kullanılan metodoloji panel dinamik genelleştirilmiş momentler metodudur (Panel GMM). Bu metodun tercih edilmesinin önemli nedenleri bulunmaktadır. Bu nedenlerden ilki firma büyümesinin dinamik çerçevede araştırılmasının gerekmesidir. Firma büyümesinin bir dönem önceki düzeyine yakınsama etkisi (the catch-up effect) bu metodolojinin kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Bağımlı değişkenin bir yıl önceki değerinin bağımsız değişken olarak ekonometrik modelde yer alması, standart en küçük kareler yönteminin ya da statik panel modellerinin sapmalı sonuçlar tahmin etmesine neden olmaktadır.¹⁹

Panel GMM yönteminin uygulanmasının ana nedeni ise akıllı sözleşmelerin işlem maliyeti üzerinden firma büyümesine olan etkisi araştırılırken firma düzeyi iki taraflı nedensellik ilişkilerinin göz önüne alınmasıdır. Diğer bir deyişle firma düzeyi bilanço kalemleri arasında iki taraflı bir nedensellik ilişkisi genellikle gözlemlenen bir durumdur. Örneğin firmanın dışsal finansman ihtiyacı firma büyümesini etkilerken, firma büyümesi de firmanın dışsal finansman ihtiyacını etkileyebilmektedir. Dolayısıyla içsellik sorunu (endogeneity) olarak adlandırılan bu durumun ekonometrik modellerde göz önüne alınması gerekmektedir. Panel GMM yöntemine dayalı ekonometrik modellerde firma düzeyi bu değişkenler Arellano-Bond (1991) tarafından ifade edildiği üzere zayıf dışsal (ya da içsel) olarak ele alınabilmektedir. Panel GMM yönteminin bu çalışmada seçilmesine ilişkin diğer nedenler arasında akıllı sözleşmelerin işlem maliyeti üzerinden PD/DD oranı üzerine etkisinin bir zaman uyumsuzluğu ortaya çıkarması ihtimalinin, potansiyel bir analiz sorunu olmasıdır. Diğer bir deyişle akıllı sözleşmelerin

19 Bu durum literatürde Nickell sapması (Nickell's bias) olarak ifade edilen önemli bir ekonometrik sorundur. Detaylı bilgiler için bkz. Nickell (1981), Arellano ve Bond (1991) ve Roodman (2009).

PD/DD oranına etkisinin zaman alması beklenmektedir.²⁰ Bu sorun, Panel GMM yöntemi vasıtasıyla oluşturulan araç değişken matrisi içerisinde PD/DD değişkeninin gecikmelerinin hesaba katılmasıyla çözülebilmektedir. Aynı zamanda Panel GMM yöntemi, firma düzeyi içsel değişkenlerin gecikmelerinin (ya da geçmiş yıllardaki değerlerinin) araç değişken olarak ele alınarak, firma düzeyi kararların daha gerçekçi olarak modellenmesine olanak tanımaktadır. Dolayısıyla Panel GMM yöntemi seçilerek çalışmada yer alan H1a alt hipotezinin daha gerçekçi modeller kullanılarak test edilmesi hedeflenmektedir.

Genel olarak Panel GMM yöntemi kısaca Eşitlik 8’de ifade edildiği gibi matematiksel olarak yazılabilir:

$$Y_{i,t} = X_{i,t} \beta_1 + W_{i,t} \beta_2 + v_{i,t} \quad (8)$$

$$v_{i,t} = u_i + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

Eşitlik 8’de yer alan X vektörü dışsal değişkenleri, W vektörü önceden tanımlanmış (pre determined) ya da zayıf dışsal (ya da içsel) değişkenleri ifade etmektedir. W aynı zamanda $y_{i,t}$ ’nin gecikmeli değerlerini de içermektedir.

Panel GMM yöntemi $y_{i,t}$ ’nin ya da bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin bağımsız değişken olarak eşitliğin sağ tarafında yer almasıyla ortaya çıkan içsellik sorununa etkin bir çözüm getirmektedir. Klasik regresyon metodunda bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin bağımsız değişken olarak eşitlikte yer alması sapmalı sonuçlara neden olmaktadır. Ancak Panel GMM yönteminde bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri araç değişken matrisinde zayıf dışsal (ya da Arellano ve Bond, 1991’e göre GMM araç değişkeni) olarak ele alınarak bu sapmalı sonuçlar giderilmektedir. Diğer bir deyişle Panel GMM yönteminde hata terimi ($\varepsilon_{i,t}$) ile ilişkili olacak olan bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri bu araç değişken matrisi kullanımı ile giderilerek daha etkin tahminler elde edilmektedir.

Panel GMM metodu aynı zamanda firmalar arasındaki ölçek farklılıkları, yönetimsel farklılıklar ve firma dinamiklerinin geçmiş yıllardaki du-

20 Bu beklentinin, finansal piyasalara ilişkin dinamiklere de uygun olduğu düşünülmektedir.

rumunun ya da firmanın tecrübelerinin, içsel değişkenlerin gecikmelerinin alınarak araç değişken matrisine dahil edilmesiyle modellenenmektedir.

Panel GMM modeli Eşitlik 10 ve 11’de ifade edildiği gibi yazılabilir:

$$GS_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 GS_{i,t-1} + \beta_2 F\ddot{O}_{i,t} + \beta_3 (EFN/A)x(PD/DD)_{i,t} + \beta_4 CCE/A_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

$$GS_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 GS_{i,t-1} + \beta_2 F\ddot{O}_{i,t} + \beta_3 (EFN/A)x(PD^*/DD)_{i,t} + \beta_4 CCE/A_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (11)$$

Denklemden yer alan G_s : firma büyümesini ifade etmektedir. $F\ddot{O}$ firma ölçeğini, CCE/A firmanın nakit tuttuğu değerlerin (ya da nakit stokunun) varlıklara oranını ifade etmektedir. PD/DD ise piyasa değerinin defter değerine oranını ifade etmektedir. Eşitlik 10’da yer alan model akıllı sözleşmelerin yer almadığı temel model (benchmark model) olarak ifade edilebilir. Eşitlik 11’de ise işlem maliyetinin sıfır olduğu ve piyasa değerinin akıllı sözleşmelerin etkisi vasıtasıyla oluşan yeni değerinin dahil edildiği PD^*/DD değişkeni yer almaktadır. Eşitlik 10 ve 11’de yer alan $(EFN/A)x(PD/DD)$ etkileşim terimi dışsal finansman kanalı ile PD/DD oranı etkileşimini ifade etmektedir. Eşitlik 11’de yer alan $(EFN/A)x(PD^*/DD)$ değişkeni ise akıllı sözleşmeler vasıtasıyla işlem maliyetinin olmadığı durum için hesaplanan PD^*/DD ile dışsal finansman kanalı etkileşimini ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle işlem maliyetinin akıllı sözleşmeler vasıtasıyla ortadan kaldırılması sonucunda dışsal finansman kanalının firma büyümesi için daha etkin kullanıldığı durumu ifade etmektedir. Eşitlik 10 ve 11’de yer alan $GS_{i,t-1}$ firma büyümesinin bir yıl önceki değerini göstermektedir.

Eşitlik 11, çalışmada H1a alt hipotezinin test edilmesi için oluşturulan ana model olarak adlandırılabilir. Tablo 1’de analizde kullanılan değişkenlere ilişkin bilgilere yer verilmektedir. Panel GMM modelinde kontrol değişkenleri ilgili literatür takip edilerek firma ölçeği (Gibrat, 1931; Dunne vd. 1988; Evans, 1987; Yazdanfar ve Turner 2013), içsel finansman stokunun bir göstergesi olarak nakit tutma (La Rocca ve Cambrea, 2019; Sher, 2014)²¹ ve firma büyümesinin bir dönem önceki değeri seçilmiştir (Ergün ve Doruk, 2020; Goddard vd. 2002; Bottazzi vd., 2007; Ijiri ve Simon 1967; Singh

21 Nakit tutma bu çalışmada içsel finansmanın temsil eden bir stok değişkeni olarak dahil edilmiştir (bkz. Doruk, 2017). Nakit akışları nakit tutma değişkeninin yerine dahil edildiğinde herhangi bir değişiklik olmamıştır.

ve Whittington 1975). Firma büyümesi, Davidsson ve Wiklund (2006)'a dayanan, kısa ve uzun vadeli etkileri temsil etmesi açısından satışların büyümesi olarak hesaplanmaktadır. Tablo 1'de yer alan firma ölçeği değişkeni dışındaki bütün değişkenler içsel olarak ekonometrik modele dahil edilmektedir. Diğer bir ifadeyle firma büyümesi ile firma ölçeği dışında diğer değişkenler arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisi kurulmaktadır. Panel GMM yönteminde iki teşhis testi oldukça önemlidir. Bu testlerden ilki hata terimlerinin farkının ikinci mertebeden otokorelasyona sahip olmadığını test eden AR(2) Testi'dir. Birinci mertebeden otokorelasyon yatay kesitin zaman düzleminden fazla olduğu ($N > T$) durumunda beklenen bir durumdur (bkz. Arellano ve Bond, 1991). Dolayısıyla Panel GMM yönteminde ikinci mertebeden otokorelasyon AR(2) Testi ile test edilmektedir. Panel GMM modelinin geçerliliğini sınavan diğer önemli teşhis testi ise Hansen-Sargan J Testi'dir. Hansen-Sargan J Testi ise kullanılan araç değişken matrisinin geçerliliğini test etmektedir. Bu çalışmada dirençli standart hatalara dayalı ve daha fazla araç değişkene karşı tutarlı sonuçlar veren Hansen Testi kullanıldığı için Hansen Testi raporlanmaktadır.²²

Tablo 1. Analizde Kullanılan Değişkenlere İlişkin Bilgiler

Değişken	Hesaplama Yöntemi	Kaynak
İkinci Aşama/Nihai Model		
$G_{s,t}$	Firma büyümesini ifade etmektedir. Satışların cari değerinin logaritması ile bir dönem önceki satışların logaritması arasındaki farkı ifade etmektedir.	Yazar tarafından Refinitiv (2021) veri tabanı kullanılarak hesaplanmıştır.
$G_{s,t-1}$	Bir dönem önceki firma büyümesini ifade etmektedir. Firma büyümesinin bir önceki dönemi ile cari dönemi arasındaki yakalama (catch-up) etkisini ifade etmektedir.	Yazar tarafından Refinitiv (2021) veri tabanı kullanılarak hesaplanmıştır.
$EFNA_{i,t}$	İlk aşamada hesaplanan firmanın büyüme için dış kaynak ihtiyacını ifade eden EFN'nin varlıklara oranı.	Yazar tarafından Refinitiv (2021) veri tabanı kullanılarak hesaplanmıştır.

22 Sargan Testi, Hansen Testi'nin daha az araç değişken kullanılan durumu için daha tutarlı sonuçlar vermektedir. Literatürde her iki testten dolayı Hansen-Sargan J Testi olarak adlandırılmakta, ancak ayrı ayrı raporlanmaktadır.

$CCE/A_{i,t}$	Nakit tutmayı ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle nakit stoklarını ifade eden kontrol değişkenidir. Nakit ve nakit benzeri kaleminin toplam varlıklara oranı olarak hesaplanmıştır.	Yazar tarafından Refinitiv (2021) veri tabanı kullanılarak hesaplanmıştır.
$PD/DD_{i,t}$	Piyasa değerinin defter değerine oranlanması ile elde edilmiştir. Piyasa değeri toplam hisse senedi sayısının hisse senedi fiyatı ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.	Yazar tarafından Refinitiv (2021) veri tabanı kullanılarak hesaplanmıştır.
$PD^*/DD_{i,t}$	Piyasa değerinin defter değerine oranlanması ile elde edilmiştir. Piyasa değeri toplam hisse senedi sayısının hisse senedi fiyatı ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. Piyasa değeri hesaplanmasında akıllı sözleşmelerin etkisiyle teklif fiyatı ile satış fiyatı arasındaki fark 0 olarak alınmıştır. Ve piyasa değeri akıllı sözleşmelerin işlem maliyeti etkisini gösterecek şekilde hesaplanmıştır.	Yazar tarafından Refinitiv (2021) veri tabanı kullanılarak hesaplanmıştır.
$FÖ_{i,t}$	Firma ölçeğini ifade etmektedir. Toplam varlıkların logaritması alınarak hesaplanmıştır.	Yazar tarafından Refinitiv (2021) veri tabanı kullanılarak hesaplanmıştır.
İlk Aşama		
$EFN_{i,t}$	İlk aşamada hesaplanan firma büyümesi için gerekli dışsal finansmanı ifade etmektedir. Khurana vd. (2006) takip edilerek $EFN=[g_t \times A_t]-[(1+g) \times (E_t \times b_t)]$ olarak hesaplanmıştır. g_t t zamanında firma büyümesini, A_t t zamanında firmanın varlıklarını ifade ederken E_t firmanın nakit akışı ya da gelirini ve b_t ise alıkonulan ve tekrar yatırım ²³ için kullanılacak tutarı ifade etmektedir.	Yazar tarafından Refinitiv (2021) veri tabanı kullanılarak hesaplanmıştır.

4.5.2.2. Makro Ekonometrik Metodoloji: VAR Analizine Dayalı Simülasyon Analizi

Çalışmanın makro ekonomik analiz kısmında kullanılan metodoloji ise VAR analizine dayalı simülasyon analizidir. VAR modeli, Sims (1980)'e dayalı ve teorik olmayan bir analiz yöntemi olma özelliğindedir. VAR mo-

23 Burada yatırım ile kast edilen reel (ya da sabit sermaye) yatırımdır.

delinin önemli avantajları arasında sistem tahmini yaparak değişkenler arasındaki ilişkiyi dinamik modellemeye olanak tanınması, sistem tahmininde yer alan değişkenlerin içsel olarak modellenmesi ile potansiyel içsellik sorununun bertaraf etmesi sayılabilir. Tüm değişkenler için iki taraflı nedensellik (ya da içsellik) sorunu, VAR modelinde hesaba katılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada VAR analizine dayalı simülasyon analizi vasıtasıyla akıllı sözleşmelerin ekonomik büyüme ve tasarruflara olan etkisi analiz edilmektedir.

Makro düzeyde sermaye piyasası kapitalizasyon oranının tasarruflar ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin akıllı sözleşmeler üzerinden etkinliğini varsayan alt hipotezlerin (H1c ve H1d) test edilmesi için VAR analizine dayalı simülasyon analizi kullanılmaktadır.

Standart p düzeyinde bir VAR modeli Denklem 12'deki gibi ifade edilebilir.

$$y_t = \phi_0 + \Phi_1 y_{t-1} + \dots + \Phi_p y_{t-p} + Z_t + \epsilon_t \quad (12)$$

Denklem 12'de ifade edilen eşitlik bir sistem eşitliği olma özelliğindedir. y_t ise değişkenlere ait vektörleri ifade etmektedir. Çalışmada tahmin edilen modelde ana eşitlik $y_t = (ggdpp, gmcapy, gSy)$ olarak ifade edilmektedir. Denklem 12'de yer alan ϕ_0 ; sabit terimler matrisini, ϵ_t ise hata terimlerine ait matrisi ifade etmektedir. Denklemde aynı zamanda dışsal değişkenleri ifade eden Z matrisi de yer almaktadır. VAR analizinde dışsal değişken olarak enflasyon oranı yer almaktadır.

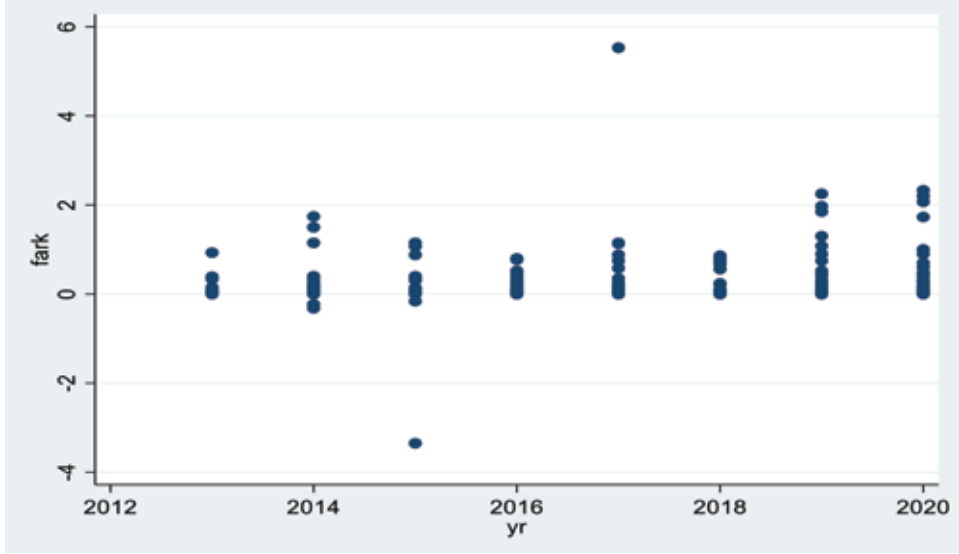
4.6. Uygulama Sonuçları

4.6.1. Mikro Ekonometrik Analiz Sonuçları

İşlem maliyetinin, cari dönemdeki (akıllı sözleşmelerin piyasada yer almadığı) genel durumunun tanımlanması açısından, mikro ekonometrik analizde kullanılan örnekleme dair işlem maliyetinin hesaplanması ve sektörel kırımlarının verilmesi oldukça önemlidir. Şekil 9'da mikroekonometrik analizin örneklemini oluşturan, Borsa İstanbul'da yer alan tüm firmalar açısından işlem maliyetinin 2013 ile 2020 yılları arasındaki gelişimi yer almaktadır.²⁴

24 Bu bölümde yer alan bütün istatistiklerde, aksi belirtilmedikçe, hisse başı işlem maliyeti ifade edilmektedir.

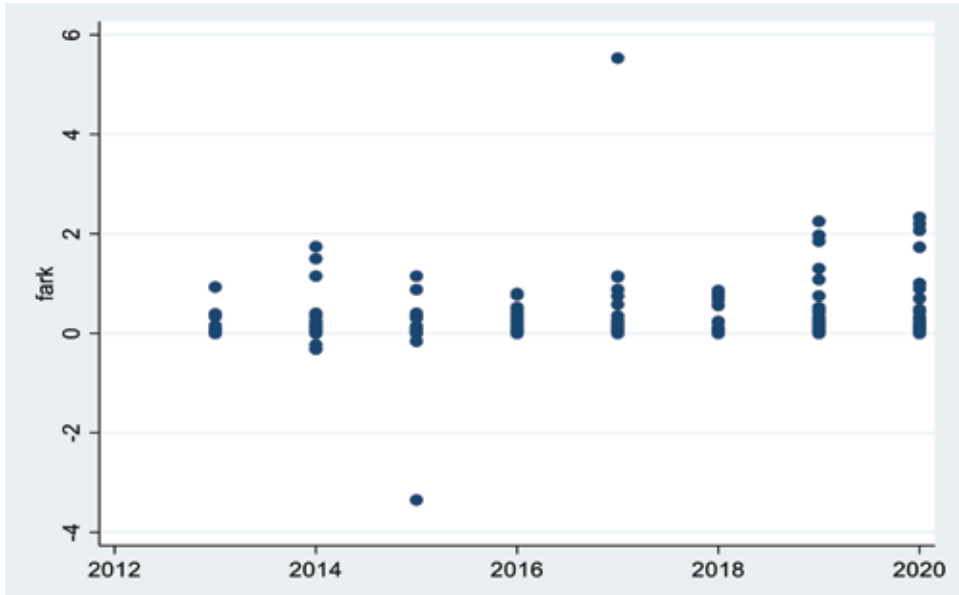
Şekil 9. Yıllara göre hisse başı işlem maliyeti, 2013-2020, TL



Kaynak: Refinitiv veritabanı kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Not: İşlem maliyeti hisse senedi teklif fiyatı ile hisse senedi satış fiyatı arasındaki fark olarak hesaplanmıştır.

Şekil 10. Finans Dışı Şirketler için yıllara göre hisse başı işlem maliyeti, 2013-2020, TL

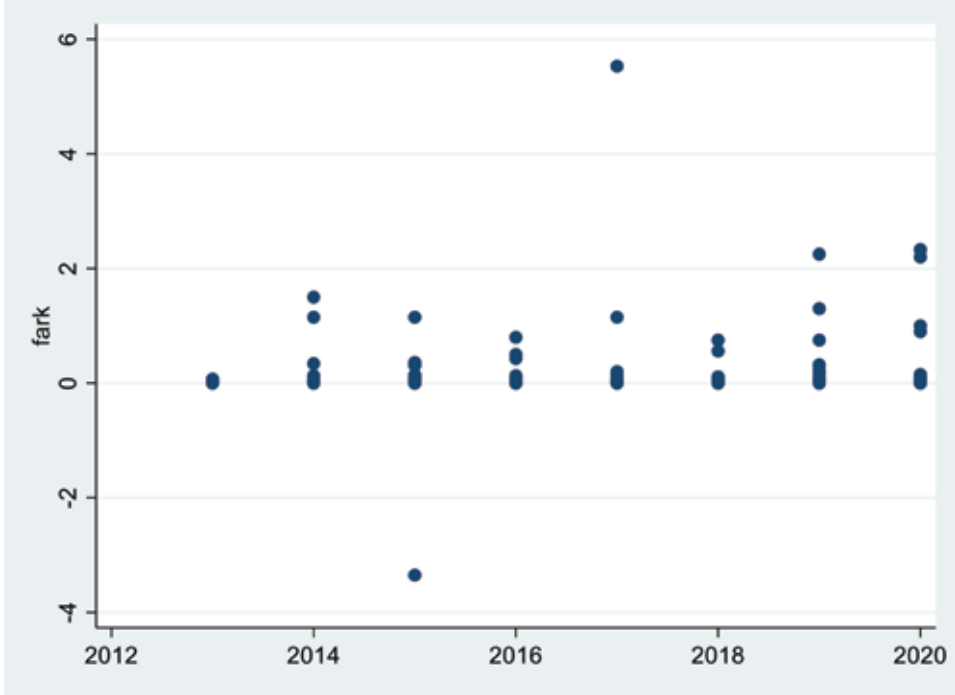


Kaynak: Refinitiv veritabanı kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Not: İşlem maliyeti hisse senedi teklif fiyatı ile hisse senedi satış fiyatı arasındaki fark olarak hesaplanmıştır.

Şekil 10’da finans dışı şirketler için yıllara göre hisse başı işlem maliyetinin genel dağılımı yer almaktadır. Şekil 10’da finans dışı şirketler için işlem maliyetinin imalat sanayi işletmelerine göreli olarak yüksek olduğu görülmektedir.

Şekil 11. Hizmet sektörü için yıllara göre hisse başı işlem maliyeti, 2013-2020, TL

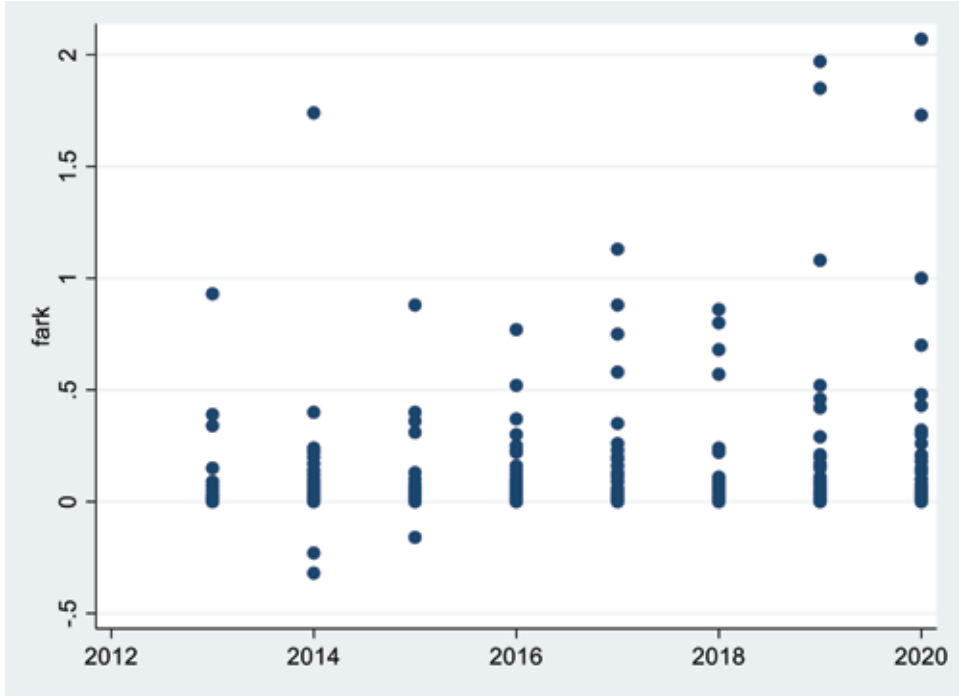


Kaynak: Refinitiv veritabanı kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Not: İşlem maliyeti hisse senedi teklif fiyatı ile hisse senedi satış fiyatı arasındaki fark olarak hesaplanmıştır.

Şekil 11’de ise hizmet sektörü için hisse başı işlem maliyetinin 2013 ile 2020 yılları arasındaki gelişimi yer almaktadır. Şekil 12’de ise imalat sanayi için işlem maliyetinin bu yıllar arasındaki genel gelişimi yer almaktadır. Şekil 10, 11 ve 12’de görüldüğü üzere işlem maliyetinin imalat sanayi firmaları açısından hizmet sektöründe yer alan firmalara göreli olarak daha fazla olduğu görülmektedir.

Şekil 12. İmalat Sanayi için yıllara göre hisse başı işlem maliyeti, 2013-2020, TL



Kaynak: Refinitiv veritabanı kullanılarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Not: İşlem maliyeti hisse senedi teklif fiyatı ile hisse senedi satış fiyatı arasındaki fark olarak hesaplanmıştır.

Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12’de tüm firmalar ve ana sektörlerde yer alan firmalar açısından işlem maliyetinin yıllara göre genel dağılımına yer verildikten sonra Tablo 2’de ise bu çalışmada ele alınan yıllar arasındaki işlem maliyetine ilişkin özet bilgilere yer verilmektedir.

Tablo 2. İşlem Maliyetine İlişkin Özet Bilgiler

Sektör	Ortalama	Std. Sapma	En düşük	En yüksek değer	Gözlemlere ilişkin bilgiler
Hizmet	0.0415275	0.275718	-3.35001	5.530001	N = 910, n = 137, T=6.64
Finans dışı	0.0444151	0.21734	-3.35001	5.530001	N = 2120, n=312, T=6.79
İmalat	0.0465868	0.160074	-0.32	2.070007	N = 1210, n=175, T=6.91

Tablo 2’de yer alan özet bilgilere göre hizmet sektörü, finans dışı sektörler ve imalat sanayi için ortalama işlem maliyetinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Tüm sektörler için hisse başı ortalama işlem maliyetinin 0.04 TL civarında olduğu görülmektedir. Standart sapmanın hizmet sektöründe en yüksek olduğu yani hizmet sektöründe işlem maliyetinin daha heterojen bir dağılıma sahip olduğu görülürken imalat sanayide standart sapmanın en düşük olduğu görülmektedir. En düşük işlem maliyetinin imalat sanayide, en yüksek işlem maliyetinin ise hizmet sektöründe olduğu görülmektedir. Ancak bu işlem maliyeti ortalamasının sektörler arasında birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 3’te GMM analizlerinde kullanılan değişkenlere ilişkin açıklayıcı istatistikler yer almaktadır (GMM modelleri için Eşitlik 10 ve 11’a bakılabilir). Tablo 3’te yer alan açıklayıcı istatistiklere göre örnekleme ortalama firma büyümesi 0.13, firma büyümesine ait standart sapma 0.37, en küçük firma büyümesi (firma küçülmesi) değeri -2.40 ve en yüksek değeri 2.29’dur. Elde tutulan nakit stokunun varlıklara oranının ortalaması 0.04, bu değişkene ait standart sapma 0.08, en küçük değeri 0 ve en yüksek değeri 0.59’dur. Ortalama firma ölçeği 19.91, standart sapması 1.87, en küçük değeri 15.99 ve en yüksek değeri 25.74’dür. Dışsal finansman kanalı üzerinden akıllı sözleşmelerin etkisini gösteren $(EFN/A) \times (PD^*/DD)$ ’ye ait ortalama ile akıllı sözleşmelerin yer almadığı $(EFN/A) \times (PD/DD)$ değişkenine ait ortalamanın birbirinden farklılaştığı görülmektedir. Bu farklılaşmanın temel nedeni teorik modelde de ifade edildiği üzere akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliğini artırmasıdır.

Tablo 3. Açıklayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	En Küçük Değer	En Büyük Değer	Gözlem sayısı
$GS_{i,t}$	0.133638	0.376483	-2.40094	2.293058	N = 1835, n = 315, T=5.82
$(EFN/A)_x$ $(PD^*/DD)_{i,t}$	0.075954	0.410896	-5.10802	3.105498	N = 1725, n=305, T=5.6557
(EFN/A) $x(PD/DD)_{i,t}$	0.075956	0.390845	-5.07609	3.097753	N = 1707, n=304, T=5.61513
$CCE/A_{i,t}$	0.046254	0.084812	0	0.592364	N = 1751, n = 296, T= 5.91554
$FÖ_{i,t}$	19.91259	1.877732	15.99508	25.74282	N = 2229, n = 320, T = 6.96563

Tablo 4'te mikro ekonometrik analizde kullanılan değişkenlere ilişkin korelasyon matrisi yer almaktadır. Tablo 4'te yer alan korelasyon analizi sonuçları, göre bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı sorunu bulunmadığını göstermektedir.

Tablo 4. Korelasyon Analizi Sonuçları

	$GS_{i,t}$	$GS_{i,t-1}$	$FÖ_{i,t}$	(EFN/A) $x(PD/DD)_{i,t}$	(EFN/A) $x(PD^*/DD)_{i,t}$	$CCE/A_{i,t}$
$GS_{i,t}$	1					
$GS_{i,t-1}$	-0.1441	1				
$FÖ_{i,t}$	0.062	0.09	1			
$(EFN/A)_x(PD/DD)_{i,t}$	0.579	-0.0386	-0.0349	1		
(EFN/A) $x(PD^*/DD)_{i,t}$	0.5798	-0.0386	-0.0349	1	1	
$CCE/A_{i,t}$	-0.0086	0.0395	-0.1962	-0.0007	-0.0007	1

Tablo 5. GMM Modelleri Sonuçları

	(1) Gs _{i,t} : Temel (Benchmark) Model	(2) Gs _{i,t} : Akıllı sözleşmelerin dahil edildiği model
Gs _{i,t-1}	-0.206 ⁺ (-1.68)	-0.176 (-1.41)
FÖ _{i,t}	0.0103 (1.15)	0.0122 (1.42)
(EFN/A)x(PD/DD) _{i,t}	0.359* (2.34)	
CCE/A _{i,t}	-0.698 (-0.74)	-0.444 (-0.51)
(EFN/A)x(PD*/DD) _{i,t}		0.383* (2.35)
β ₀	-0.0604 (-0.27)	-0.119 (-0.56)
Yıllara ait Kukla Değişkenler	X	X
N	1121	1130
AR(1)	0.06	0.05
AR(2)	0.28	0.41
AR(3)	0.18	0.18
Hansen J Test, p değeri	0.45	0.28
Wald Test, p değeri	0.00	0.00
Araç değişken sayısı	43	43
Firma sayısı	263	264

Not: Parantez içerisindeki değerler t istatistiklerini ifade etmektedir. ⁺ $p < 0.10$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 'i ifade etmektedir.

Tablo 5'te çalışmada tahmin edilen GMM modelleri yer almaktadır. GMM sonuçlarına göre akıllı sözleşmelerin PD/DD oranı üzerinden dışsal

finansman kanalı üzerinden temel modele kıyasla firma büyümesini arttırdığı görülmektedir. Bu sonucun mikro ölçüde çalışmanın ana hipotezini doğruladığı görülmektedir. Firma ölçeğinin ve nakit tutma değişkeninin firma büyümesine yönelik pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsız bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İlk modelde firma büyümesinin bir dönem önceki değerinin firma büyümesine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülürken, ikinci modelde bu değişkenin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tahmin edilen GMM modelleri sonuçlarına göre AR(2) testi sonuçlarına göre ikinci düzeyden/mertebeden hata terimine dair otokorelasyon sorununun bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Her iki modelde de Hansen Testi sonuçları tahmin edilen araç değişken matrisinin geçerli olduğunu ifade etmektedir.

4.6.2.Makro Ekonometrik Analiz Sonuçları

Çalışmanın ikinci analizi olarak makro ekonometrik analiz tercih edilmiştir. Değişkenler arasındaki içsellik sorunu nedeniyle içsel değişkenler arasında bir sistem çözümüne olanak tanıyan VAR analizine dayalı simülasyon analizi tercih edilmiştir. Dolayısıyla ilk aşamada VAR analizi yapılarak, ikinci aşamada bu VAR analizine dayalı olarak akıllı sözleşmelerin dahil edildiği simülasyon analizi yapılmaktadır. VAR analizinde değişkenlerin seçimi açısından literatürde yer alan önemli bir çalışma olan Levine ve Zervos (1998) takip edilmiştir. VAR analizinde kullanılan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 6’da yer almaktadır.

VAR modeli için gerekli olan gecikme uzunluğunun seçilme noktasında gecikme uzunluğu ilk aşamada bilgi kriterlerinin tespit ettiği 1 olarak seçilmiştir. Ancak gecikme düzeyinin 1 olarak seçildiği VAR modelinde otokorelasyon sorununun tespit edilmesi üzerine gecikme düzeyleri arttırılarak, tüm teşhis testleri tekrar yapılmıştır. Gecikme düzeyinin 2 olarak seçildiği modelde otokorelasyon, istikrarsızlık ve normal dağılım sorunlarının mevcut olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla VAR modelinde uygun gecikme uzunluğu 2 olarak seçilmiştir. VAR modeline ilişkin teşhis testi sonuçları Ek A’da yer almaktadır.

Tablo 6. VAR Analizinde Kullanılan Değişkenler

Değişken	Hesaplama Yöntemi	Kaynak
GGDPP	Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla.	Dünya Bankası (2021) Dünya Kalkınma İstatistikleri.
GMCAPY	Toplam piyasa kapitalizasyonunu ifade etmektedir. Sermaye piyasasının toplam piyasa kapitalizasyonunun GSYİH'ya oranı olarak ele alınmıştır.	1988-1993 arası için: Özçam, (1999) 1993 sonrası için: Dünya Bankası (2021) Dünya Kalkınma İstatistikleri.
GSY	Tasarruf oranının GSYİH'ya oranını ifade etmektedir. Yurtiçi tasarruflar olarak ele alınmıştır.	Dünya Bankası (2021) Dünya Kalkınma İstatistikleri.
INF	Enflasyon oranını ifade etmektedir. GSYİH deflatöründeki değişiklik olarak modele dahil edilmiştir.	Dünya Bankası (2021) Dünya Kalkınma İstatistikleri.

Tablo 7'de VAR analizinde kullanılan değişkenlere ilişkin açıklayıcı istatistikler yer almaktadır. Ele alınan analiz döneminde ortalama tasarrufların GSYİH içerisindeki payının artışı -0.01 oranında azalmaya işaret ettiği, en yüksek 0.23 ve en düşük -0.47 olduğu görülmektedir. Tasarrufların GSYİH içerisindeki payına ait artış oranına ait standart sapma 0.12 düzeyindedir. Kişi başına düşen GSYİH büyümesi ise 0.02'lik bir ortalamaya sahiptir. En düşük kişi başına düşen GSYİH -0.07'lik bir azalışı işaret ederken, en yüksek 0.09'dur. Kişi başına düşen GSYİH artışına ait standart sapma 0.04'tür. Piyasa kapitalizasyonunun GSYİH'ya oranının ortalama artışın ise 0.09 olduğu, en düşük -1, en yüksek 1.44'lük bir artış olduğu görülürken standart sapması 0.62'dir. Örneklem için enflasyon ise ortalama %38, en yüksek %143 ve en düşük %5.44'tür. Enflasyona ait standart sapma %35.58'dir.

Tablo 7. Açıklayıcı İstatistikler

Değişken:	GSY	GGDPP	GMCAPY	INF
Ortalama	-0.010048	0.028345	0.090186	38.96409
Ortanca	0.026505	0.041645	0.087032	23.28928
En Yüksek	0.230768	0.090837	1.449292	143.6397
En Düşük	-0.475511	-0.074162	-1.006629	5.446449
Std. Sapma	0.124680	0.043725	0.624736	35.58752
Gözlem Sayısı	33	33	33	33

Tablo 8. Tahmin edilen VAR modeline ilişkin Akıllı Sözleşme etkisi dahil edilen Senaryo 1 tahmin sonuçları: Ekonomik Büyüme

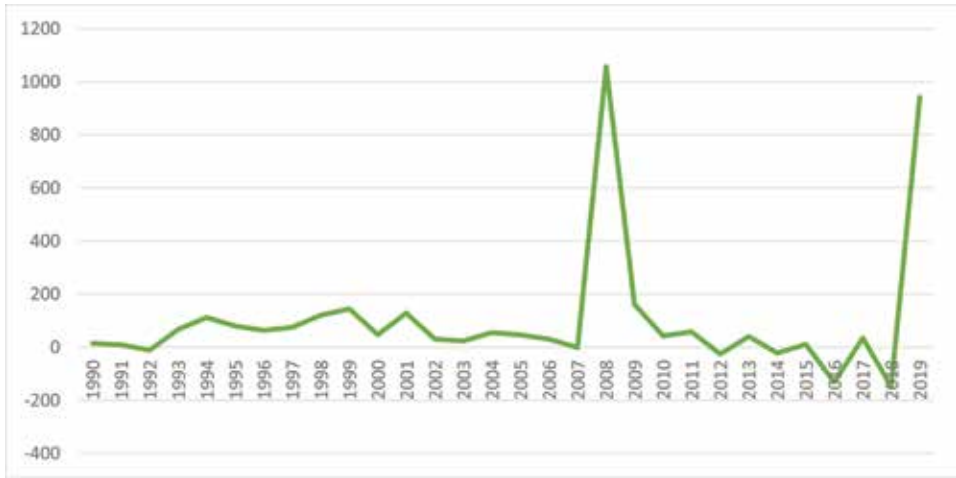
GGDPP	Temel Model (Baz Model)	Akıllı Sözleşmeler Nedeniyle Piyasa Kapitalizasyonu Artışına Dayalı Senaryo	Delta %
1990	0.060212	0.071232	15.46982
1991	-0.00884	-0.00972	9.014657
1992	0.036204	0.032701	-10.7112
1993	0.018817	0.057626	67.3469
1994	0.007531	-0.06375	111.8135
1995	0.011512	0.059938	80.79446
1996	0.020378	0.05531	63.15782
1997	0.013979	0.057194	75.55922
1998	-0.00169	0.008028	121.0436
1999	0.021987	-0.04867	145.1758
2000	0.027007	0.051853	47.9166
2001	0.02108	-0.07416	128.4239
2002	0.032979	0.047745	30.92665
2003	0.031584	0.041645	24.15809
2004	0.035314	0.079606	55.63943
2005	0.039116	0.072876	46.32594
2006	0.037936	0.054684	30.62739
2007	0.037615	0.037276	-0.90924
2008	0.036715	-0.00384	1056.959
2009	0.038486	-0.06217	161.9032
2010	0.038356	0.066907	42.67335
2011	0.037245	0.090837	58.99787
2012	0.038314	0.030444	-25.8492
2013	0.03817	0.064507	40.82785
2014	0.037883	0.031197	-21.4331
2015	0.037862	0.042405	10.71363
2016	0.03781	0.016368	-130.999
2017	0.03681	0.056429	34.76819
2018	0.035276	0.014256	-147.455
2019	0.035949	-0.00427	942.1617

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Tablo 8’de tahmin edilen VAR modeline dayalı simülasyon analizi sonuçları yer almaktadır. İlk aşamada tahmin edilen VAR analizi sonuçları çalışmanın Ek kısmında yer almaktadır. Tablo 8’de yer alan analiz sonuçları akıllı sözleşmelerin dahil edildiği piyasa kapitalizasyonunun işlem maliyetinin olmadığı koşuldaki gelişimi, akıllı sözleşmelerin hesaba katılmadığı cari dönemi ifade eden temel model ile karşılaştırmalı olarak yer almaktadır.

Tablo 8’de yer alan akıllı sözleşmelerin dahil edildiği model sonuçları Şekil 13’te grafiksel olarak ifade edilmiştir. Şekil 13’te akıllı sözleşmeler vasıtasıyla işlem maliyetinin olmadığı koşullarda piyasa kapitalizasyonunun GSYİH içerisindeki payının artmasının kişi başına düşen milli gelire olan etkisi yer almaktadır. Şekil 13’te temel/baz modele göreli (akıllı sözleşmelerin olmadığı cari döneme göreli olarak) değişiklik yer almaktadır. 2008 finansal krizinin etkisi göz ardı edildiğinde akıllı sözleşmelerin genel anlamda finansa dayalı büyüme hipotezini sermaye piyasası etkinliği kanıtladığına dair bir yapıda olduğu görülmektedir.

Şekil 13. GDPP’de % değişiklik, Akıllı Sözleşmelere dayalı Sermaye Piyasası Kapitalizasyon Etkisinin Dahil Edildiği Model



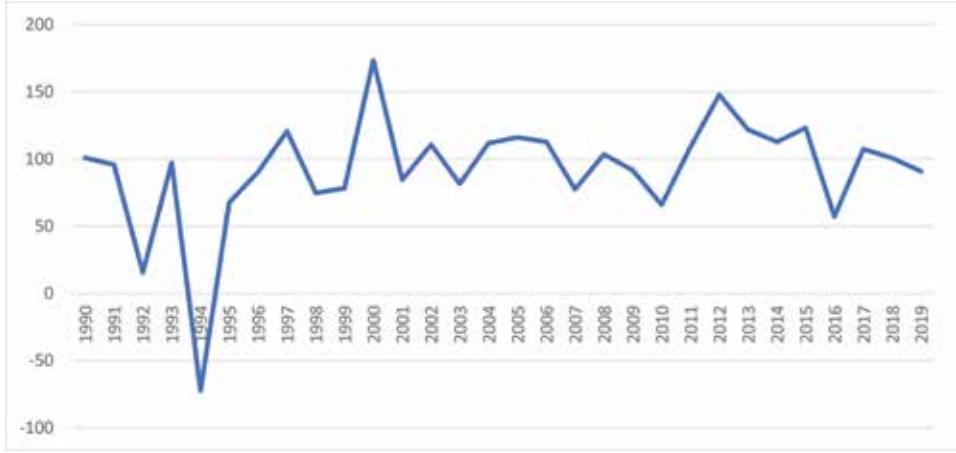
Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Tablo 9. Tahmin edilen VAR modeline ilişkin Akıllı Sözleşme etkisi dahil edilen Senaryo 1 tahmin sonuçları: Tasarruflardaki Değişme

GSY	Temel Model (Baz Model)	Akıllı Sözleşmeler Nedeniyle Piyasa Kapitalizasyonu Artışına Dayalı Senaryo	Delta%
1990	0.001826	-0.20246	100.9017
1991	-0.0077	-0.1864	95.86813
1992	0.02744	0.032571	15.75563
1993	0.000766	0.026505	97.11067
1994	0.035278	0.020454	-72.473
1995	0.008977	0.027769	67.67158
1996	0.010807	0.112614	90.40378
1997	0.014782	-0.07112	120.7848
1998	0.058455	0.230768	74.66958
1999	-0.0334	-0.15305	78.17986
2000	0.005876	-0.008	173.4671
2001	0.00988	0.063796	84.5129
2002	-0.00382	0.035665	110.7115
2003	-0.01004	-0.05458	81.60773
2004	-0.00688	0.057575	111.9456
2005	-0.0068	0.042182	116.1262
2006	-0.00494	0.038635	112.7977
2007	-0.00762	-0.0339	77.53393
2008	-0.00113	0.031841	103.5643
2009	-0.00891	-0.1063	91.61816
2010	-0.00486	-0.0143	66.05412
2011	-0.00464	0.053781	108.6365
2012	-0.00557	0.011637	147.8814
2013	-0.00641	0.029375	121.8248
2014	-0.00477	0.037151	112.8401
2015	-0.00503	0.021666	123.2037
2016	-0.00517	-0.0121	57.29594
2017	-0.00325	0.043603	107.4437
2018	-0.0006	0.07604	100.7923
2019	-0.00494	-0.05449	90.94271

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Şekil 14. Tasarruflardaki % değişiklik, Akıllı Sözleşmelere dayalı Sermaye Piyasası Kapitalizasyon Etkisinin Dahil Edildiği Model



Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

4.6.3. Sağlık Kontroleri

4.6.3.1. Mikro Ekonometrik Analize İlişkin Sağlık Kontroleri

4.6.3.1.1. Sağlık Kontrolü I: Firma Ölçeğinin Gecikmeli Değerinin Analize Dahil Edilmesi

Ana makro ekonometrik ve mikro ekonometrik modellerin tahmin edilmesinin ardından bu modellerin sağlamlığı açısından bir dizi sağlamlık kontrolü uygulanmıştır. GMM modellerinde firma ölçeğinin cari dönem etkisi yerine gecikmeli etkisinin analize dahil edilmesi, mikro ekonometrik analizin ilk sağlamlık kontrolüdür. Tablo 10’da gecikmeli firma büyümesinin dahil edildiği model sonuçlarına göre Tablo 5’te yer alan ana model sonuçlarının değişmediği görülmektedir. Aynı zamanda Arellano ve Bond Testi, ve Hansen Testi sonuçlarına göre GMM modellerinde herhangi bir otokorelasyon ve araç değişken matrisi geçersizliği gibi sorunların olmadığı görülmektedir.

Tablo 10. Sağlıklık Kontrolü: Gecikmeli Firma Büyümesi Etkisi

	(1)	(2)
	$G_{s_{i,t}}$	$G_{s_{i,t}}$
$G_{s_{i,t-1}}$	-0.219*	-0.230*
	(-2.01)	(-2.19)
$F\ddot{O}_{i,t-1}$	0.00809	0.00565
	(0.87)	(0.59)
$(EFN/A)_{i,t}$	0.322**	
	(3.22)	
$CCE/A_{i,t}$	-0.554	-0.799
	(-0.60)	(-0.81)
$(EFN/A)_{i,t}$		0.309***
		(3.36)
β_0	-0.0215	0.0428
	(-0.09)	(0.18)
N	1131	1122
$AR(1)$	0.05	0.05
$AR(2)$	0.24	0.20
$AR(3)$	0.19	0.17
<i>Hansen J Testi, p değeri</i>	0.26	0.30
<i>Wald Test, p değeri</i>	0.00	0.00
<i>Araç değişken sayısı</i>	50	50
<i>Firma sayısı</i>	265	264

Not: Parantez içerisindeki değerler t istatistiklerini ifade etmektedir. + $p < 0.10$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ 'i ifade etmektedir.

4.6.3.1.2. Sağlıklık Kontrolü II: Maddi Duran Varlıkların (Ya da Teminat olarak Kullanılabilecek Varlıkların) Hesaba Katılması

Çalışmada mikro ekonometrik modelin sağlık kontrolü için ele alınan ikinci sağlık kontrolü, maddi duran varlıkların toplam varlıklara oranının ana modele kontrol değişkeni olarak eklenmesidir. Almeida ve Campello (2004) ve Ergün ve Doruk (2020) takip edilerek maddi duran varlıkların toplam varlıklara oranının maddi duran varlıkların teminat olarak

kullanılarak firma büyümesini destekleyebilecek ve dışsal finansmana erişimi kolaylaştırabilecek bir değişken olması nedeniyle bu sağlamlık kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bu yüzden maddi duran varlıkların toplam varlıklara oranı, ana modellere kontrol değişkeni olarak eklenerek tahmin yapılmıştır. Maddi duran varlık oranı, maddi duran varlıkların toplam varlıklara oranı olarak hesaplanmıştır. Tablo 11’de bu model sonuçları yer almaktadır. Maddi duran varlıkların toplam varlıklara oranının dahil edildiği model sonuçları, ana modelde (bknz. Tablo 5) elde edilen sonuçların değişmediğini göstermektedir .

Tablo 11. Sağlamlık Kontrolü Sonuçları: Maddi Duran Varlık Oranı Dahil Edilen Modeller

	(1)	(2)
	Gs _{it}	Gs _{it}
Gs _{it-1}	-0.347**	-0.323*
	(-2.67)	(-2.57)
FÖ _{it}	0.0166	0.0152
	(1.80)	(1.73)
A/K _{it}	-0.127	-0.147
	(-0.99)	(-1.12)
(EFN/A)x(PD*/DD) _{it}	0.682***	
	(4.07)	
CCE/A _{it}	0.254	0.354
	(0.67)	(0.94)
(EFN/A)x(PD/DD) _{it}		0.657***
		(3.65)
β ₀	-	-0.0821
		(-0.31)
N	497	495
AR(1)	0.04	0.04
AR(2)	0.07	0.09
AR(3)	0.18	0.17
Hansen J	0.14	0.11
Wald Test	0.00	0.00
Araç değişken sayısı	57	57
Firma sayısı	162	162

Not: Parantez içerisindeki değerler t istatistiklerini ifade etmektedir. + $p < 0.10$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ ’i ifade etmektedir.

4.6.3.1.3.Sağlamlık Kontrolü III: Farklı Sağlamlık Kontrolü Denemeleri

Mikro ekonometrik analizin sağlamlık kontrolleri arasında Fark GMM modellerinin tahmin edilmesi, firmalar tarafından tutulan nakit değişkeni yerine nakit akışı değişkenlerinin kullanılması gibi farklı sağlamlık kontrolleri yapılmıştır. Ancak elde edilen sonuçların tahmin edilen Sistem GMM modellerinden oldukça zayıf olması (teşhis testlerini geçememesi) nedeniyle çalışmada raporlanmamıştır²⁵. Aynı zamanda bu sağlamlık kontrollerine göre bu çalışmada tahmin edilen modellerin sonuçlarının da oldukça sağlam olduğunu göstermektedir.

4.6.3.2. Makro Ekonometrik Modele İlişkin Sağlamlık Kontrolleri

Makro ekonometrik analizin sağlamlığının test edilmesi amacıyla VAR modelinde farklı Cholesky sınamaları da gerçekleştirilmiştir. Bu Cholesky sıralamalarına göre modelde herhangi bir farklılık bulunamamıştır. Diğer içsel değişken olarak VAR modeline ihracat/ithalat oranındaki büyüme (GXY) dahil edilerek tekrar VAR modeli tahmin edilmiştir. İhracat/İthalat oranındaki büyümenin dahil edildiği VAR analizi sonuçları ve VAR analizine dayalı simülasyon analizi sonuçları EK B’de yer almaktadır. Elde edilen sonuçlar ana modelin sonuçlarını değiştirmemektedir.

4.7. VAR Modellerine Dayalı Simülasyon Modelinin Dayandığı Ana Hesaplamalar

Tablo 12’de VAR modeline dayalı simülasyon analizinde hesaba katılan akıllı sözleşmelere dayalı senaryoya dair toplam katkı hesaplamaları yer almaktadır. Bu katkı hesaplamaları, mikro ekonometrik analizde ele alınan firma düzeyi işlem maliyeti hesaplamalarına (mikro düzeyde işlem maliyeti üzerinden hesaplanan PD* hesaplamaları) dayanmaktadır.

25 Bu sonuçlar yazardan temin edilebilir.

Tablo 12. Akıllı Sözleşmelerin İşlem Maliyetine Katkısına Dair Hesaplamalar

Yıl	Sermaye Piyasası Kapitalizasyonu (Mevcut Durum), TL	Sermaye Piyasası Kapitalizasyonu (Akıllı Sözleşmelerin Dahil edildiği Durum), TL	Akıllı Sözleşmelerin İşlem Maliyeti Üzerinden Sermaye Piyasası Kapitalizasyonu Üzerine Katkısı, TL
2013	384000000000.00	385000000000.00	1000000000.00
2014	497000000000.00	497000000000.00	0.00
2015	454000000000.00	455000000000.00	1000000000.00
2016	510000000000.00	511000000000.00	1000000000.00
2017	770000000000.00	771000000000.00	1000000000.00
2018	665000000000.00	666000000000.00	1000000000.00
2019	1060000000000.00	1060000000000.00	0.00
2020	981000000000.00	983000000000.00	2000000000.00

Not: Hesaplanan katkı oranlarının 2013-2020 yılları arasında Sermaye Piyasası Kapitalizasyonu/GSYİH oranı üzerine %1.5 ile %0.25 oranında katkı sağlayacağı varsayımına ulaşılmıştır.

Tablo 12’de de görüldüğü üzere akıllı sözleşmelerin bu çalışmada mikro ve makro düzeyde ele alındığı çerçevede sermaye piyasası etkinliği oluşturacak potansiyelinin olabileceği görülmektedir. Dolayısıyla akıllı sözleşmeler, Türkiye ekonomisi açısından sermaye piyasası etkinliğini önemli ölçüde arttırabilecektir.

4.8. Uzun vadeli akıllı sözleşmeler ve dışsal finansman etkileşiminin firma büyümesine lineer olmayan (non-linear) etkisi

Çalışmada Panel GMM modelleri sonucunda elde edilen sonuçların uzun vadeli olarak hesaplanması akıllı sözleşmelerin, firma büyümesi-dışsal finansman ilişkisine olan etkisinin kalıcılığını gösterebilecektir. Tablo 13’te yer alan tüm katsayılar, GMM modeline dayalıdır. Elde edilen bulgulara göre uzun dönemli etkiye dair katsayıların kısa döneme ait (bkz. Tablo 5) katsayılardan küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuç, akıllı sözleşmelerin işlem maliyeti üzerinden dışsal finansman ile firma büyümesine olan olumlu etkisinin azalan bir yapıya sahip olduğu sonucunu ortaya çıkarmakta-

dır. Diğer bir deyişle bu hesaplama sonuçları, sermaye piyasalarında akıllı sözleşmelerin dışsal finansman kanalından firma büyümesini cari dönemde daha fazla desteklediğini, ancak uzun dönemde bu etkinin azaldığını göstermektedir. Elde edilen bu sonuçların, finansa dayalı büyüme yaklaşımına dayalı sermaye piyasası kanalının kısa vadede daha etkin olduğu varsayımına uygun olduğuna dair bir yorum yapılabilir.

Tablo 13. Akıllı Sözleşmelerin Olmadığı durumda PD/DD ve EFN/A etkileşiminin firma büyümesine olan etkisi ile akıllı sözleşmelerin olduğu durumda PD*/DD ve EFN/A etkileşiminin firma büyümesine olan etkisi

Değişken	Katsayı (s.hata)	Z istatistiği, p değeri
λ_1	0.29 (0.14)	2.13, 0.03
λ_2	0.32 (0.15)	2.15, 0.03

Not: λ_1 : akıllı sözleşmelerin dahil edilmediği baz modele dayalı dışsal finansman ihtiyacının PD/DD kanalı üzerinden firma büyümesine olan etkisini ilişkin uzun vadeli ilişkiyi, λ_2 : akıllı sözleşmelerin dahil edildiği modele dayalı dışsal finansman ihtiyacının PD/DD kanalı üzerinden firma büyümesine olan etkisini ilişkin uzun vadeli ilişkiyi ifade etmektedir.

4.9. Genel Tartışma

Akıllı sözleşmelerin işlem maliyetinin azaltılması üzerinden sermaye piyasalarında etkinliği arttırabileceği, bu çalışmanın mikro ekonometrik ve makro ekonometrik analiz sonuçlarına göre doğrulanmaktadır. Çalışmanın ana hipotezi, alt hipotezleri ve bulguları Tablo 14'te özetlenmektedir.

Tablo 14. Çalışmanın Hipotezleri, Beklenen Sonuç ve Elde Edilen Sonuç ilişkisi

Hipotezler	Beklenen sonuç	Elde edilen sonuç
H1: Sermaye piyasalarında akıllı sözleşmeler bilgi asimetrisini ortadan kaldırarak işlem maliyetinin azaltmaktadır. Bu durumda, ceteris paribus, sermaye piyasası etkinliği sağlanmaktadır.	+	+ (Mikro ve makro ekonometrik analiz sonuçlarına göre +).

H1a: Akıllı sözleşmeler işlem maliyeti kanalından sermaye piyasası etkinliğini arttırarak dışsal finansman üzerinden firma büyümesine mevcut döneme nazaran daha fazla katkı sunabilecektir.	+	+
H1b: Sermaye piyasası kapitalizasyon oranı, akıllı sözleşmeler vasıtasıyla artarak <i>a la Levine ve Zervos</i> büyümeyi arttırmaktadır.	+	+
H1c: Akıllı sözleşmeler vasıtasıyla işlem maliyetinin azalması, sermaye piyasası kapitalizasyon oranının arttırarak tasarruf oranlarını arttırmaktadır.	+	+

Tablo 14’te yer alan çalışmanın ana hipotezi olan “*sermaye piyasalarında akıllı sözleşmeler bilgi asimetrisini ortadan kaldırarak işlem maliyetinin azaltmaktadır. Bu durumda, ceteris paribus, sermaye piyasası etkinliği sağlanmaktadır*” hipotezi elde edilen mikro ekonometrik ve makro ekonometrik analizler çerçevesinde doğrulanmıştır.

Alt hipotezler değerlendirilecek olursa:

H1a: Akıllı sözleşmeler işlem maliyeti kanalından sermaye piyasası etkinliğini arttırarak dışsal finansman üzerinden firma büyümesine mevcut döneme nazaran daha fazla katkı sunabilecektir.

Akıllı sözleşmeler vasıtasıyla işlem maliyetinin ortadan kalktığı koşullarda PD*/DD oranı artarak, firmaların dışsal finansman kanalını daha etkin kullanmasıyla firma büyümesinin desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla elde edilen bu sonuç, alt hipotez H1a’yı doğrularken aynı zamanda akıllı sözleşmelerin gelişmekte olan ülkeler açısından önemli bir sermaye piyasası sorunu olan işlem maliyetini ortadan kaldırarak, dışsal finansmana erişim sorununun minimize edilmesi açısından katkıda bulunabilme potansiyelinin olduğunu göstermektedir.

H1b: Sermaye piyasası kapitalizasyon oranının akıllı sözleşmeler vasıtasıyla artarak *a la Levine ve Zervos* büyümeyi arttırmaktadır.

Tahmin edilen VAR analizine dayalı simülasyon analizi sonuçlarına göre akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası kapitalizasyon oranı/GSYİH büyüme

oranını arttırması sonucunda kişi başına düşen GSYİH büyümesini desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu noktada akıllı sözleşmelerin işlem maliyetini ortadan kaldırarak sermaye piyasası kapitalizasyon oranı/GSYİH büyüme oranını arttırdığı görülmektedir. Bu kanal üzerinden *a la* Levine ve Zervos sermaye piyasası kapitalizasyonu ve ekonomik büyüme ilişkisini arttırma potansiyelinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla H1b alt hipotezi makro ekonometrik analiz sonucunda kabul edilmiştir.

H1c: Akıllı sözleşmeler vasıtasıyla işlem maliyetinin azalması, sermaye piyasası kapitalizasyon oranını arttırarak tasarruf oranlarını arttırmaktadır.

Tahmin edilen VAR analizine dayalı simülasyon analizi sonuçlarına göre akıllı sözleşmelerin sermaye piyasasındaki etkinliği işlem maliyetini ortadan kaldırarak sağlaması vasıtasıyla tasarruf oranlarındaki büyümeyi arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla H1c alt hipotezi makro ekonometrik analiz sonucunda kabul edilmiştir.

Çalışmada tahmin edilen modeller çerçevesinde ana hipotez ve alt hipotezler doğrulanmıştır. Diğer bir deyişle Türkiye ekonomisi açısından ele alınan mikro ekonometrik analiz sonuçlarına göre akıllı sözleşmelerin işlem maliyeti gibi önemli bir sermaye piyasası sorununu ortadan kaldırarak, firma büyümesi için gerekli olan dışsal finansman ihtiyacını azaltma potansiyelinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Makro ekonometrik analiz sonuçlarında ise akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası kapitalizasyonu/GSYİH oranında artışlar vasıtasıyla ekonomik büyümeyi ve tasarruf artışını desteklediği sonucuna ulaşılmıştır.

5. BÖLÜM:

GENEL SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

5.1. Genel Sonuç

Blokszincir teknolojisi, bilginin şeffaflığını sağlayan dağıtık bir defter olma özelliğindedir. Blokszincir teknolojisi aynı zamanda merkezi bir otoriteye ihtiyaç duymayan, birbirine bağlı bilgisayarların işlemleri onayladığı ve takip ettiği bir yapıya sahiptir. Bu çalışmada blokszincir teknolojisinin önemli bir unsuru olan akıllı sözleşmeler işlem maliyeti açısından ele alınmıştır.

Gelişmekte olan ülkelerde genel itibariyle bankacılık sektörü odaklı finansla dayalı büyüme ilişkisi olduğu görülmektedir. Dolayısıyla gelişmekte olan sermaye piyasalarından kaynaklı sorunlardan dolayı sermaye piyasalarının finansla dayalı büyümeyi destekleyemediği görülmektedir (Das, 2003; Stiglitz, 2000'e bu temel argüman için bakılabilir). Sermaye piyasalarının etkinlik sorununun dışsal finansmana erişim sorunlarına neden olduğu, dışsal finansmana erişimde bir işlem maliyetini ortaya çıkardığı yorumlanabilir. Dolayısıyla sermaye piyasası noksanlıklarının, gelişmekte olan ülkelerde sermaye piyasası etkinliğinin istenilen boyutta olmamasına neden olan önemli unsurlar olduğu görülmektedir. Bu durumun gelişmekte olan ülkeler açısından finansla dayalı büyüme önünde önemli bir engel teşkil ettiği görülmektedir.

Bu çalışmada akıllı sözleşmelerin önemli bir yükselen piyasa ekonomisi olan Türkiye ekonomisinde mikro düzeyde işlem maliyetini ortadan kaldırması üzerinden daha etkin bir sermaye piyasası fırsatını sunarak, firmalar açısından dışsal finansman kanalının etkinliğini sağlaması ve firma büyümesini destekleme potansiyeli ele alınmıştır. Makro düzeyde ise bu sermaye piyasası etkinliğinin artışının makro boyutta büyüme ve tasarruflara olan etkisi ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar, mikro düzeyde akıllı sözleşme-

lerin işlem maliyeti kanalından dışsal finansman etkinliği üzerinden firma büyümesine olabilecek olumlu etkisini göstermektedir. Makro düzeyde ise akıllı sözleşmelerin sermaye piyasası etkinliği üzerinden büyüme ve tasarruflara olumlu bir etkisi olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar, bu çerçevede çalışmanın ana hipotezi ve alt hipotezlerini doğrulamaktadır.

5.2. Çalışmanın Genel Potansiyelinin Değerlendirilmesi

Bu çalışma, akıllı sözleşmeleri temele alarak işlem maliyeti vasıtasıyla sermaye piyasası etkinliği kanalı üzerinden makro düzeyde akıllı sözleşmelerin büyümeye ve tasarrufa olan etkisini, mikro düzeyde ise akıllı sözleşmelerin firma büyümesine olan etkisini analiz etmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın Türkiye ekonomisi ve sermaye piyasaları açısından daha önce ele alınmamış bir konuyu ele almakta ve bu anlamda öncü bir çalışma olma potansiyeline sahip olduğu yorumu yapılabilir. İşlem maliyeti kanalından akıllı sözleşmelerin makro ve mikro düzeyde çalışmanın kullandığı teorik ve uygulamalı analizin oldukça özgün bir yapıda olduğu yorumu yapılabilir. Dolayısıyla çalışmanın elde ettiği sonuçların hem uygulayıcılara hem de politika yapıcılara blokzincir ve sermaye piyasası etkinliği ilişkisinin potansiyeli açısından oldukça önemli çıkarımlara sahip olduğu düşünülmektedir.

Yönetim ve politika çıkarımlarının yanı sıra bu çalışma, akıllı sözleşmeler-finansman etkinliği arasındaki ilişkiyi işlem maliyeti kanalından araştırarak, akademik literatüre de önemli düzeyde bir katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla bu çalışmanın akıllı sözleşmelerin finansal piyasalar ve reel sektör arasındaki ilişkinin artırılması açısından oldukça önemli olmasının üzerinde duran öncü çalışmalardan birisi olması beklenmektedir.

5.3. Çalışmanın Kısıtları

Çalışmanın önemli kısıtı, borsaya kote olan firmaların örneklemede kullanılmasıdır. Bu kısıt, finansal piyasalara bankacılık sektörü kanalından ulaşan ve halka arz edilmeyen firmalar açısından dışsal finansmana erişim sorununun araştırılamamasına neden olmaktadır. İkinci önemli

kısıt ise blokzincirin mevcut uygulamalarının oldukça kısıtlı olması nedeniyle gerekli altyapının modellere dahil edilememesidir (yasal altyapı vs. gibi).

5.4. Gelecek Çalışmalara Öneriler

Gelecek çalışmaların, bu çalışmanın ana kısıtları çerçevesinde yer alan bankacılık sektörü açısından işlem maliyetini ele alarak ya da küçük ölçekli firmalar açısından akıllı sözleşmelerin muhtemel rolünü incelemesi tavsiye edilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akimov, A., Wijeweera, A., & Dollery, B. (2009). Financial development and economic growth: Evidence from transition economies. *Applied Financial Economics*, 19(12), 999–1008. <https://doi.org/10.1080/09603100701857880>.
- Akerlof, G. A. (1970). The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism, *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3), 488-500.
- Almeida H. ve Campello M (2004) Financial constraints, asset tangibility, and corporate investment. *Review of Financial Studies*, 20(5),1429–1460.
- Arellano, M and Bond, S.R. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58, 277–297.
- Bagehot, W. (1873). *Lombard Street: A description of the Money Market* (London: Henry S. King, 1873). Third Edition.
- Beck, T., Demirgüç-Kunt, A. ve Levine, R. (2019). Financial Development and Structure Dataset (updated September 2019), based on Beck, T., Demirgüç-Kunt, A. and Levine, R. (2000). “A New Database on Financial Development and Structure,” *World Bank Economic Review* 14, 597–605.
- Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., ve Maksimovic, V. (2005). Financial and legal constraints to growth: Does firm size matter? *Journal of Finance*, 60(1), 137–177. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2005.00727.x>
- Bencivenga, V.R.; Smith, B.D. & Starr, R.M. (1996). Equity Markets, Transactions Costs, and Capital Accumulation: An Illustration, *The World Bank Economic Review*, 10 (2), A Symposium Issue on Stock Markets and Economic Development (May, 1996), 241-265.

- Black, B., H. Jang, ve Kim, W. (2003). Does Corporate Governance Affect Firms' Market Values? Evidence from Korea, Stanford Law and Economics Working Paper, No. 23, Stanford Üniversitesi, ABD.
- Bottazzi, G., Cefs, E., Dosi, G., ve Secchi, A. (2007). Invariances and diversities in the patterns of industrial evolution: Some evidence from Italian manufacturing industries. *Small Business Economics*, 29(1-2), 137-159.
- Buterin, V. 2014. A next-generation smart contract and decentralized application platform. White Paper 3, 37. Ethereum White Paper.
- Coase, R.H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica* 4(16): 386-405.
- Das, D. K (2003). Financial liberalisation in the emerging market economies. *Journal of Asset Management*, 3(4), 345-359. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jam.2240088>.
- Demir, F. (2009). Financial liberalization, private investment and portfolio choice: Financialization of real sectors in emerging markets. *Journal of Development Economics*, 88(2), 314-324. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2008.04.002>
- Demir, F. (2013). Growth under exchange rate volatility: Does access to foreign or domestic equity markets matter? *Journal of Development Economics*, 100(1), 74-88. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2012.08.001>
- Davidsson P. ve Wiklund, J. (2006). Conceptual and empirical challenges in the study of firm growth. İçinde: *Entrepreneurship and the Growth of Firms*, Delmar, F, Wiklund, J, ve Davidsson, P (Eds.). Edward Elgar Publishing, Birleşik Krallık, 39-61.
- Deloitte. (2016). CFO Insights: Getting smart about smart contracts, Haziran 2016.
- Doruk, Ö. T. (2017). Determinants of Investment in the Manufacturing Sector in Turkey, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi, İstanbul.
- Drobetz, W., A. Schilhofer ve Zimmermann, H. (2004). Corporate Governance and Expected Stock Return: Evidence from Germany. *European Financial Management*, 10 (2), 267-293.

- Dunne T, Roberts MJ, Samuelson L (1988) Patterns of firm entry and exit in U.S. manufacturing industries. *RAND Journal of Economics*, 19, 495–515.
- Dünya Bankası. (2021). Dünya Kalkınma İstatistikleri. Washington, D.C.: ABD.
- Dünya Bankası. (2019). Dünya Kalkınma İstatistikleri. Washington, D.C.: ABD.
- Ergün, B. ve Doruk, Ö.T. (2020). Effect of financial constraints on the growth of family and nonfamily firms in Turkey, *Financial Innovation*, 6:28, <https://doi.org/10.1186/s40854-020-00188-z>
- Evans D (1987) The relationship between firm growth, size and age: estimates for 100 manufacturing industries. *Journal of Industrial Economics*, 35, 567–581.
- Fama, E. F. (1991). Efficient Capital Markets: II. *The Journal of Finance*, 46(5): 1575-1617.
- Fazzari, S., Hubbard, G. ve Petersen, B. (1988) Financing constraints and corporate investment. *Brooking Papers on Economic Activities*, 1, 141–195.
- Gibrat, R. (1931). *Les Inégalités Economiques*. Recueil Sirey, Paris.
- Goddard, J., Wilson, J. ve Blandon, P. (2002). Panel tests of Gibrat’s law for Japanese manufacturing. *International Journal of Industrial Organization*, 20(3), 415–433.
- Hart, O.D. (1995). *Firms, Contracts, and Financial Structure*. Oxford: Oxford University Press.
- Hart, O. D. (2017). Incomplete Contracts and Control, *American Economic Review*, 107(7), 1731–1752.
- Hermes, N., ve Lensink, R. (2000). Financial system development in transition economies. *Journal of Banking and Finance*, 24(4), 507–524. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(99\)00078-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(99)00078-3)
- Hewa, T., Ylianttila, M. ve Liyanage, M.(2021). Survey on blockchain based smart contracts: Applications, opportunities and challenges, *Journal of Network and Computer Applications* 177 (2021) 102857.

- Hicks, J. (1969). *A Theory of Economic History*. Oxford, U.K.: Clarendon
- Ijiri, Y., ve Simon, H. (1967). A model of business firm growth. *Econometrica*, 35(2), 348–355
- Jensen, M. ve Meckling, W. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3, 305–360.
- Karakaya, A. (2021). Blok Zincir Teknolojisi Hakkında Genel Bilgiler Ve Çeşitli Uygulama Alanları. İçinde: Blok Zinciri, Kripto Paralar ve Akıllı Sözleşmelerde Güncel Gelişmeler, Eskiyörük, S. ve Doruk, Ö. T. (Eds.), Ankara: Gazi Kitabevi, 25-37.
- Keynes, J. M. (1964[1936]). *The General Theory of Employment, Money and Interest*. New York: Harcourt Inc.
- Khurana, I. K., Pereira, R. ve Martin, X. (2006). Firm Growth and Disclosure: An Empirical Analysis, *Journal Of Financial And Quantitative Analysis*, 41 (2), 357-380.
- La Rocca, M. ve Cambrea, D. R. (2019). The effect of cash holdings on firm performance in large Italian companies. *Journal of International Financial Management & Accounting*, 30 (1), 30-59.
- Lensink, R. (2001). Financial development uncertainty and economic growth. *Economist*, 149(3), 299–312. <https://doi.org/10.1023/A:1011903008017>
- Levine, R. (1997). Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda. *Journal of Economic Literature*, 35(2), 688–726. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-7470-7.ch003>
- Levine, R., & Zervos, S. (1998). Stock Markets, Banks, and Economic Growth. *American Economic Review*, 88(3), 537–558. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-1690>.
- Lone, A.H. ve Naaz, R. (2021). Applicability of Block chain smart contracts in securing Internet and IoT:A systematic literature review. *Computer Science Review*, 39, 100360.
- McKinnon, R. I. (1973). *Money and Capital in Economic Development*. Washington D.C.: Brookings Institution.
- Merkle, R. C. (1980). Protocols for public key cryptosystems. In 1980 IEEE Symposium on Security and Privacy, IEEE, 122-122.

- Modigliani, F., ve Miller, M. H.. (1958). “The Cost of Capital, Corporate Finance and the Theory of Investment”. *American Economic Review*, 48: 261–297.
- Myers, S. C., ve Majluf, N. S. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics*, 13, 187–221.
- Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Erişim Tarihi: 16.03.2021).
- Nickell, S. (1981). Biases in Dynamic Models with Fixed Effects, *Econometrica* 49 (6), 1417-1426.
- Özçam, M. (1999). Türk Sermaye Piyasalarının Profili:Kriz Eğilimi Açısından Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme, SPK Araştırma Raporu, 30/11/1999.
- Rajan, R. G., ve Zingales, L. (1998). American Economic Association Financial Dependence and Growth. Source: *The American Economic Review*, 88(3), 559–586.
- Roodman D (2009) A note on the theme of too many instruments. *Oxford Bulletin of Economic Statistics*, 71(1),135 158. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00542.x>
- Schumpeter, J.A. (1911) *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge.
- Seijas, P.L., Thompson, S.J. ve McAdams, D., 2016. Scripting smart contracts for distributed ledger technology. *IACR Cryptol. ePrint Archive*. 1156.
- Shaw, E. S. (1973). *Financial Deepening in Economic Development*, New York: Oxford University Press.
- Sher, G. (2014). Cashing in for Growth: Corporate Cash Holdings as an Opportunity for Investment and Growth in Japan, IMF Çalışma Tebliği no. 14/221.
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and Reality, *Econometrica*, 48(1), 1-48.
- Singh, A., ve Whittington, G. (1975). The size and growth of frms. *Review of Economic Studies*, 42(438), 15–26

- Stiglitz, J. (2000). Capital Market Liberalization, Economic Growth, and Instability, *World Development*, 28 (6), 1075-1086.
- Szabo, N. (1997). Smart Contracts: Formalizing and Securing Relationships on Public Networks, *First Monday*, 2 (9) - 1 Eylül 1997.
- Statista, (2021). Bitcoin Cüzdan Kullanıcı İstatistikleri, <https://www.statista.com/statistics/647374/worldwide-blockchain-wallet-users/> (Erişim Tarihi: 20.03.2021)
- Tobin, J. (1994). A Tax on International Currency Transactions. içinde *United Nations, Human Development Report, 1994*. New York: United Nations.
- Udokwu, C., Kormiltsyn, A., Thangalimodzi, K. ve Norta, A., (2018). An Exploration of Blockchain Enabled Smart-Contracts Application in the Enterprise. Technical Report. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36464.97287>.
- Wang, S., Yuan, Y., Wang, X., Li, J., Qin, R., ve Wang, F.-Y., (2018). An overview of smart contract: architecture, applications, and future trends. In: *2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*. IEEE, 108–113.
- Williamson, O (1975). *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*. New York: Free Press.
- Williamson, O (1985). *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: Free Press.
- Wright, A. ve De Filippi, P., 2015. *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*. Available at SSRN 2580664.
- Yazdanfar D, Turner S (2013) The impact of internal finance on growth empirical evidence from Swedish firm level data. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 19(1):51. <https://doi.org/10.1504/ijesb.2013.054311>

EK

EK A. VAR modeli sonuçları

Tablo A1. VAR İstikrar Testi sonuçları

VAR Karakteristik Polinom Kökleri Testi	
İçsel Değişkenler: GGDPPP GMCAPY GSY	
Dışsal değişkenler: C (Sabit terim) INF	
k: 2	
Kök	Modül
-0.141249 - 0.691007i	0.705295
-0.141249 + 0.691007i	0.705295
-0.498366	0.498366
0.361255	0.361255
-0.083928 - 0.185049i	0.203192
-0.083928 + 0.185049i	0.203192

Birim kök içerisinde herhangi bir kök yer almamaktadır. VAR modeli istikrar koşulunu sağlamaktadır.

Tablo A2. Varyans Ayırıştırma Analizi Sonuçları

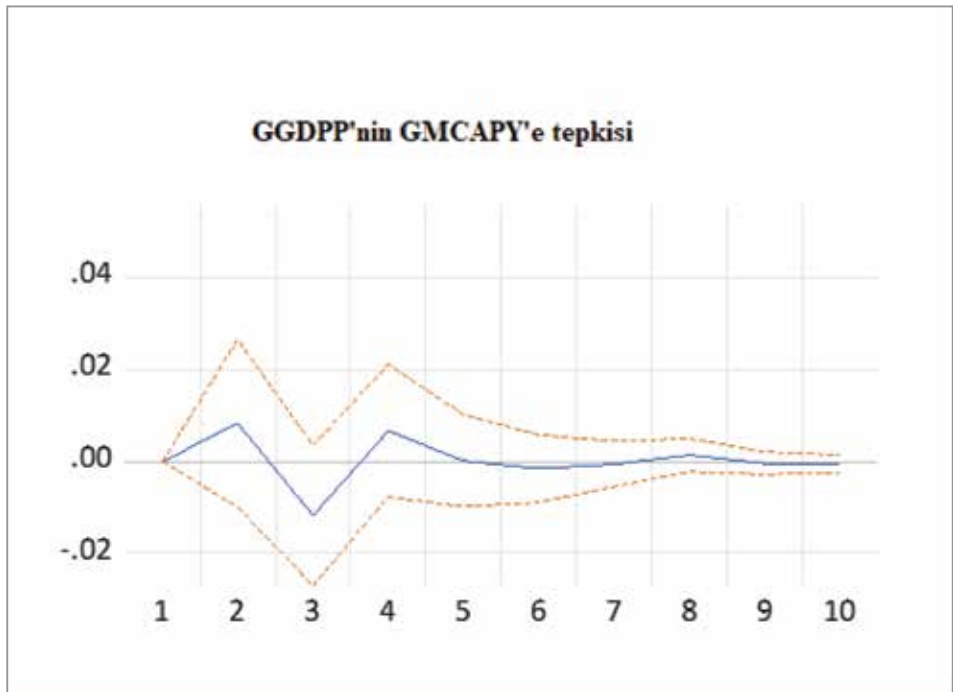
Değişken: GGDPP: t	S.hata	GGDPP	GMCAPY	GSY
1	0.044111	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.045073	96.02248	3.409640	0.567885
3	0.046706	89.87394	9.448391	0.677668
4	0.047339	87.54579	11.18876	1.265445
5	0.047468	87.13192	11.12928	1.738809
6	0.047501	87.02929	11.21707	1.753639
7	0.047518	87.00138	11.22176	1.776867
8	0.047538	86.92935	11.29404	1.776617
9	0.047543	86.91643	11.29632	1.787247
10	0.047547	86.90427	11.30442	1.791306

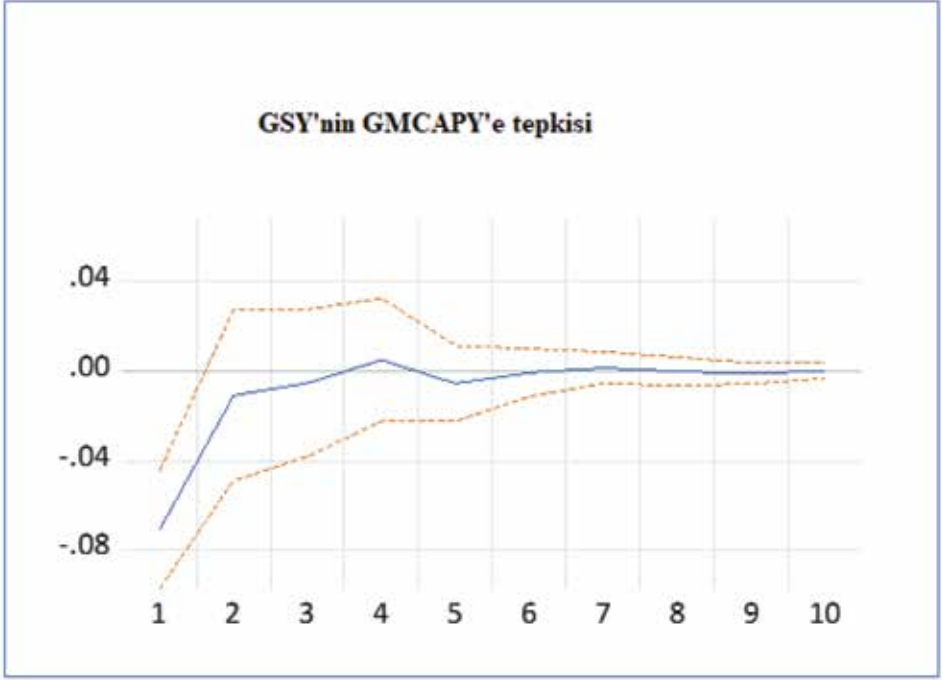
Değişken: GMCAPY: t	S.hata	GGDPP	GMCAPY	GSY
1	0.502138	0.032665	99.96734	0.000000
2	0.605752	0.310693	95.45782	4.231486
3	0.629797	1.628326	88.44226	9.929417
4	0.636979	1.693411	88.17022	10.13637
5	0.639313	2.129399	87.54021	10.33040
6	0.642406	2.118530	87.59272	10.28875
7	0.643422	2.200535	87.44949	10.34998
8	0.643975	2.211328	87.38749	10.40119
9	0.644194	2.223426	87.38007	10.39650
10	0.644310	2.231746	87.35860	10.40965

Değişken: GSY: t	S.hata	GGDPP	GMCAPY	GSY
1	0.091933	6.101795	59.27344	34.62477
2	0.096910	12.00751	54.59441	33.39808
3	0.097074	11.97048	54.68955	33.33997
4	0.097301	12.07531	54.71195	33.21274
5	0.097489	12.07291	54.80677	33.12032
6	0.097523	12.07449	54.77140	33.15411
7	0.097537	12.07172	54.78118	33.14709
8	0.097543	12.07705	54.77457	33.14838
9	0.097550	12.07551	54.77959	33.14490
10	0.097552	12.07633	54.77871	33.14496

Cholesky Sıralaması: GGDPP GMCAPY GSY

Şekil A1. Etki Tepki Analizi Sonuçları

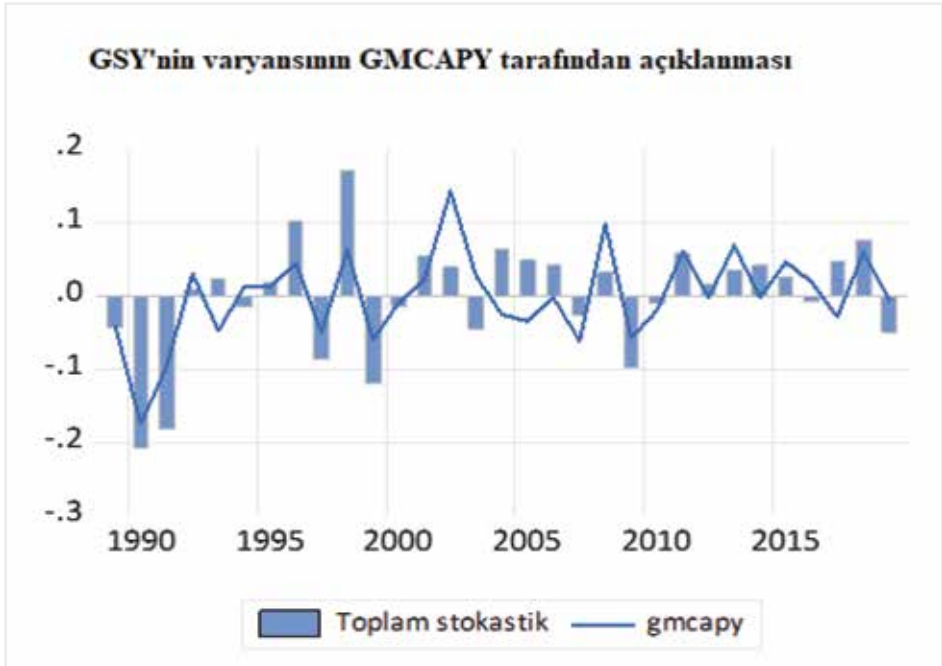
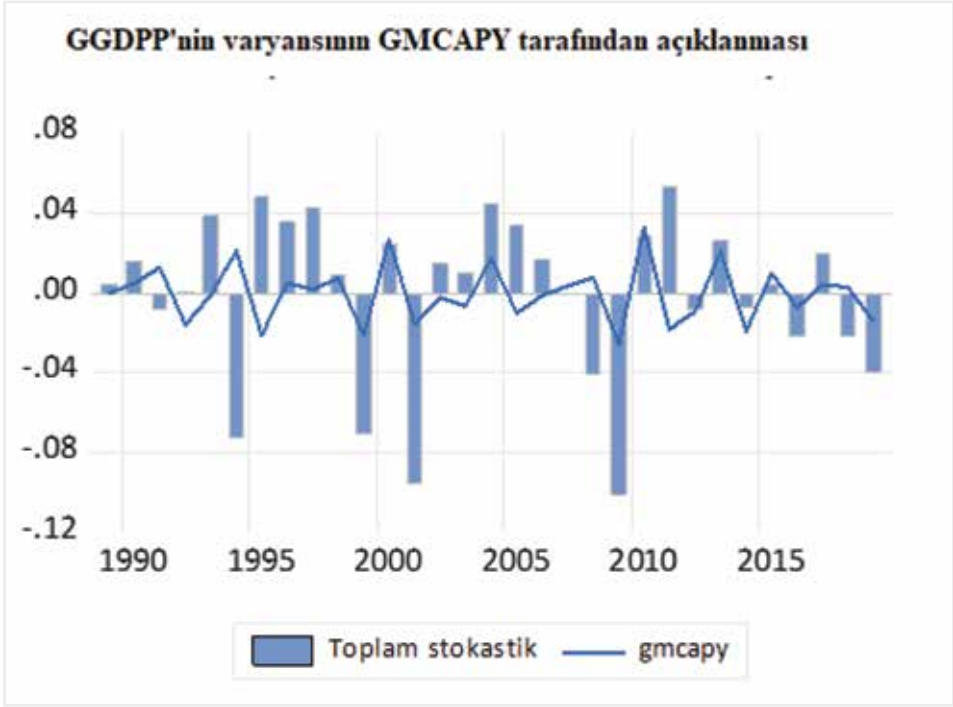




Tablo A3. VAR modeli teşhis testi sonuçları

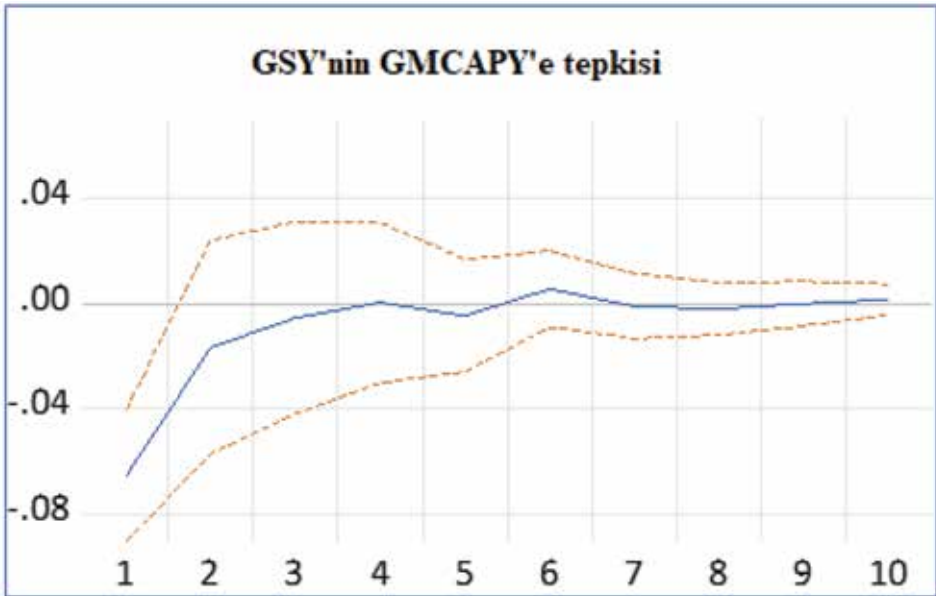
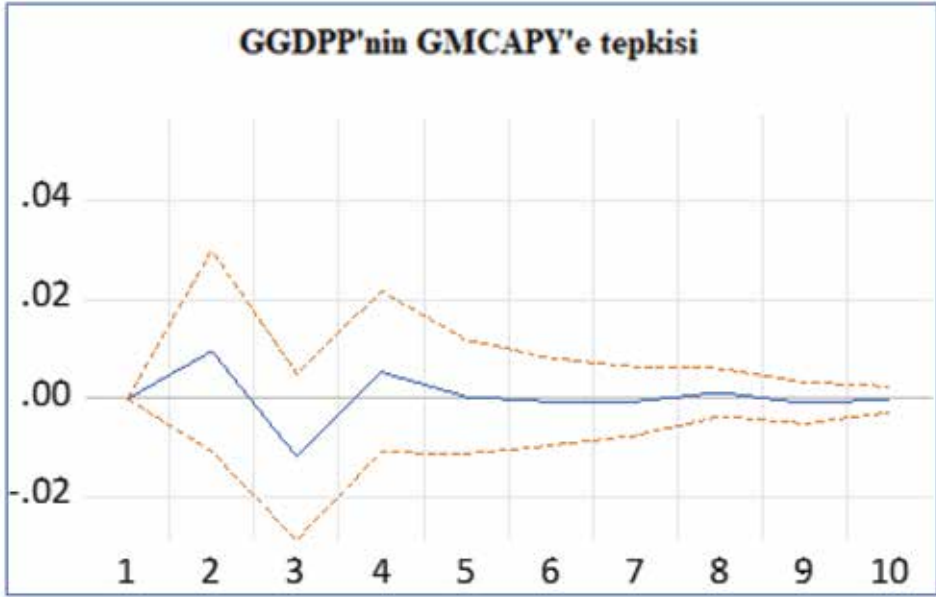
Teşhis Testi	P değeri/ sonuç	Karar
LM Test	AR/MA(1)= Rao F ist.= 1.50, p değeri=0.17	Otokorelasyon sorunu VAR modelinde bulunmamaktadır.
Jarque-Berra Normal Dağılım Testi	3.178352 , p değeri=0.78	VAR modeli normal dağılıma sahiptir.
VAR modeli istikrarı/Polinom kökleri testi sonucu	VAR modelinde elde edilen model sonuçlarına göre birim polinom dışarısında bir değişken bulunmamaktadır.	VAR modelinde herhangi bir istikrarsızlık sorunu bulunmamaktadır.
VAR Hata terimi Heteroscedasticity Test	97.94263, p değeri= 0.14, df=84	VAR modelinde değişen varyans sorunu bulunmamaktadır.

Şekil A2. Tarihsel Varyans Ayrıştırma Sonuçları



EK B. Sağlamlık Kontrolü: GXY'nin dahil edildiği VAR modeli

Şekil B1. Etki Tepki Analizi Sonuçları



Not: Tüm teşhis testleri VAR modelinin sağlamlığını doğrulamaktadır.

Tablo B1. Açıklayıcı İstatistikler: GXY

	GXY
Ortalama	0.022927
Ortanca	0.023314
En Yüksek	0.234575
En Düşük	-0.308077
Standart Sapma	0.100412
Gözlem Sayısı	33

Tablo B2. Korelasyon Analizi Sonuçları

	GSY	GGDPP	GMCAPY	INF	GXY
GSY	1	0.007	-0.620	0.131	-0.016
GGDPP	0.007	1	-0.061	-0.255	0.027
GMCAPY	-0.620	-0.06158931146419462	1	-0.056	-0.065
INF	0.131	-0.2551769872230559	-0.056	1	-0.085
GXY	-0.016	0.027	-0.065	-0.085	1

Tablo B3. GXY'nin dahil edildiği model sonuçlarına göre simülasyon sonuçları: Ekonomik Büyüme

GGDPP	Temel Model (Baz Model)	Akıllı Sözleşmeler Nedeniyle Piyasa Kapitalizasyonu Artışına Dayalı Senaryo	Delta%
1990	0.061268	0.071232	13.98762
1991	-0.0128	-0.00972	-31.6569
1992	0.03365	0.032701	-2.9005
1993	0.016777	0.057626	70.88716
1994	0.004925	-0.06375	107.7262
1995	0.00659	0.059938	89.00477
1996	0.018411	0.05531	66.7134
1997	0.010057	0.057194	82.41539
1998	-0.00808	0.008028	200.6389
1999	0.021087	-0.04867	143.3262
2000	0.027578	0.051853	46.81618
2001	0.020446	-0.07416	127.5695
2002	0.034848	0.047745	27.01208
2003	0.031851	0.041645	23.5172
2004	0.03731	0.079606	53.13221
2005	0.041488	0.072876	43.07095
2006	0.039649	0.054684	27.49373
2007	0.039012	0.037276	-4.65505
2008	0.038161	-0.00384	1094.656
2009	0.040088	-0.06217	164.4797
2010	0.039908	0.066907	40.35371
2011	0.038741	0.090837	57.35119
2012	0.040097	0.030444	-31.7074
2013	0.039688	0.064507	38.47383
2014	0.039419	0.031197	-26.3564
2015	0.039419	0.042405	7.041907
2016	0.039338	0.016368	-140.338
2017	0.038016	0.056429	32.62957
2018	0.036123	0.014256	-153.393
2019	0.03701	-0.00427	967.029

Tablo B4. GXY'nin dahil edildiği model sonuçlarına göre simülasyon sonuçları: Tasarruflar

GSY	Temel Model (Baz Model)	Akıllı Sözleşmeler Nedeniyle Piyasa Kapitalizasyonu Artışına Dayalı Senaryo	Delta%
1990	-0.02818	-0.20246	86.08195
1991	-0.01493	-0.1864	91.99062
1992	0.021603	0.032571	33.67446
1993	-0.00993	0.026505	137.4462
1994	0.033932	0.020454	-65.8923
1995	-0.01526	0.027769	154.9616
1996	-0.0015	0.112614	101.3282
1997	0.007952	-0.07112	111.1816
1998	0.039874	0.230768	82.72139
1999	-0.0536	-0.15305	64.98101
2000	0.012626	-0.008	257.8697
2001	0.009651	0.063796	84.87147
2002	-0.00707	0.035665	119.812
2003	-0.00538	-0.05458	90.1341
2004	0.001111	0.057575	98.07084
2005	-0.00252	0.042182	105.9667
2006	0.002428	0.038635	93.71593
2007	-0.00021	-0.0339	99.37791
2008	0.003736	0.031841	88.26735
2009	-0.00465	-0.1063	95.62144
2010	0.00242	-0.0143	116.917
2011	0.001572	0.053781	97.07716
2012	-0.00026	0.011637	102.2271
2013	-0.00039	0.029375	101.3209
2014	0.001654	0.037151	95.54686
2015	0.000454	0.021666	97.90386
2016	0.00048	-0.0121	103.9637
2017	0.002086	0.043603	95.21625
2018	0.003142	0.07604	95.8676
2019	-0.0016	-0.05449	97.0668