

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GİRİŞİMCİLİK MAAŞ DESTEĞİNİN MAKROEKONOMİK
ETKİLERİNİN SİSTEM DİNAMİĞİ VE GEOMETRİK UZLAŞIK
PROGRAMLAMA YAKLAŞIMIYLA ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

Yusuf Ziya GÖVCE

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

OCAK 2025

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GİRİŞİMCİLİK MAAŞ DESTEĞİNİN MAKROEKONOMİK
ETKİLERİNİN SİSTEM DİNAMİĞİ VE GEOMETRİK UZLAŞIK
PROGRAMLAMA YAKLAŞIMIYLA ANALİZİ

DOKTORA TEZİ

Yusuf Ziya GÖVCE

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Özer UYGUN

OCAK 2025

Yusuf Ziya GÖVCE tarafından hazırlanan “GİRİŞİMCİLİK MAAŞ DESTEĞİNİN MAKROEKONOMİK ETKİLERİNİN SİSTEM DİNAMİĞİ VE GEOMETRİK UZLAŞIK PROGRAMLAMA YAKLAŞIMIYLA ANALİZİ” adlı tez çalışması 23.01.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı :	Prof. Dr. Yılmaz UYAROĞLU Sakarya Üniversitesi	
Jüri Üyesi :	Prof. Dr. Özer UYGUN (Danışman) Sakarya Üniversitesi	
Jüri Üyesi :	Doç. Dr. Alper KİRAZ Sakarya Üniversitesi	
Jüri Üyesi :	Doç. Dr. Buket KARATOP İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	
Jüri Üyesi :	Dr. Öğr. Üyesi Selin YALÇIN Beykent Üniversitesi	



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “GİRİŞİMCİLİK MAAŞ DESTEĞİNİN MAKROEKONOMİK ETKİLERİNİN SİSTEM DİNAMİĞİ VE GEOMETRİK UZLAŞIK PROGRAMLAMA YAKLAŞIMIYLA ANALİZİ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(23/01/2025).

Yusuf Ziya GÖVCE





Aileme,



TEŞEKKÜR

Hayatımın her anında daima yanımda olan annem Emine Gövce'ye ve babam Mustafa Gövce'ye, kardeşlerim Yelda Sevim ile Hatice Kübra'ya, çalışmam boyunca bana her anlamda destek olan sevgili eşim Esra Gövce'ye ve çocuklarım Emine Sırma ile Mustafa Efe'ye gönülden teşekkür ederim.

Hem akademik anlamda hem de sosyal anlamda bilgi birikimi ve tecrübesiyle danışmanlığımı yapan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Özer Uygun'a, öneri ve yorumlarıyla çalışmama destek olan hocalarım Sayın Prof. Dr. Yılmaz Uyaroğlu'na, Sayın Doç. Dr. Alper Kiraz'a ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Enes Furkan Erkan'a teşekkürü bir borç bilirim.

Yusuf Ziya Gövce



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
TABLO LİSTESİ	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
ÖZET	xix
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı	5
1.2. Tezin Kapsamı	7
1.3. Tezin Önemi	8
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	11
3. YÖNTEM	19
3.1. İstatistiksel Yöntemler	20
3.2. Geometrik Uzlaşık Programlama	21
3.3. Sistem Dinamiği	22
4. UYGULAMA	29
4.1. Nedensel Döngü Diyagramı	30
4.2. Akış Diyagramı	35
4.3. Modelin Test Edilmesi	40
4.3.1. Davranış duyarlılığı testi	41
4.3.2. İntegral hata testi	43
4.3.3. Gerçeklik testi	44
4.4. Sistem Dinamiği İle Geometrik Uzlaşık Programlama Entegrasyonu	47
5. BULGULAR	53
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	67
EKLER	73
ÖZGEÇMİŞ	75



KISALTMALAR

Ar-Ge	: Araştırma Geliştirme
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ANOVA	: Varyans Analizi
CO₂	: Karbondioksit
CORFO	: Corporación de Fomento de la Producción de Chile
COVID-19	: Coronavirus Disease of 2019
EC	: Avrupa Komisyonu
GCP	: Geometrik Compromise Programming
GE	: Genel Denge
GEM	: Küresel Girişimcilik İzleme
GUP	: Geometrik Uzlaşık Programlama
GFCF	: Gayri Safi Sabit Sermaye Yatırımı
GSYH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HP	: Hedef Programlama
KOSGEB	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
LEADER	: Liaison Entre Actions de Développement de l'Économie Rurale
MAPE	: Ortalama Mutlak Yüzde Hata
MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
NACE	: Avrupa Topluluğu Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiksel Sınıflaması
OLS	: En Küçük Kareler Yöntemi
ROI	: Yatırım Geri Dönüşü
PSM	: Eğilim Puanı Eşleştirmesi
SD	: Sistem Dinamiği
TL	: Türk Lirası
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UP	: Uzlaşık Programlama



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. İlgili literatürün sınıflandırması.	11
Tablo 4.1. Yeni işletmeler ve kişi başına düşen tasarruf verileri.	32
Tablo 4.2. Yeni işletmeler-Kişi başına düşen tasarruf ilişkisinin regresyon analizi.	33
Tablo 4.3. Yeni işletmeler değişkeninin gerçek verileri ile simülasyon sonuçları.	45
Tablo 4.4. İşçiler değişkeninin gerçek verileri ile simülasyon sonuçları.	46
Tablo 4.5. Seçilen iki fayda amaç değişkenin MAPE değerleri.	46
Tablo 4.6. Seçilen iki fayda amaç değişkenin t-testi p-değerleri.	47
Tablo 4.7. GUP modeli değişkenleri ve SD modelindeki karşılıkları.	48
Tablo 4.8. Destek politikasının stratejik amaçları ve ilgili parametreler.	49
Tablo 5.1. Senaryoların optimum çözümleri.	53
Tablo 5.2. Optimum karar değişkenlerinin hedef değişkenlere etkileri.	54



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. Araştırma metodolojisi.	19
Şekil 4.1. Nedensel döngü diyagramı.	31
Şekil 4.2. İş gücü piyasası alt sistemi akış diyagramı.	37
Şekil 4.3. GUP modeli alt sistemi akış diyagramı.	38
Şekil 4.4. Reel sektör alt sistemi akış diyagramı.	38
Şekil 4.5. Devlet alt sistemi akış diyagramı.	39
Şekil 4.6. Destek oranı girdisiyle davranış duyarlılığı testi.	42
Şekil 4.7. Destek süresi girdisiyle davranış duyarlılığı testi.	42
Şekil 4.8. İntegral hata testi.	44
Şekil 5.1. Yeni işletmeler için yedi vaka, dip ve tepe değer sonuçları.	55
Şekil 5.2. İşçiler için yedi vaka, dip ve tepe değer sonuçları.	56
Şekil 5.3. Tahakkuk eden vergiler için yedi vaka, dip ve tepe değer sonuçları.	56
Şekil 5.4. Toplam maaş desteği ödemesi için yedi vaka ve tepe değer sonuçları.	57
Şekil 5.5. Yeni işletmelerdeki artış için yedi vaka ve tepe değer sonuçları.	58
Şekil 5.6. İşçilerdeki artış için yedi vaka ve tepe değer sonuçları.	59
Şekil 5.7. Tahakkuk eden vergilerdeki artış için yedi vaka ve tepe değer sonuçları.	60
Şekil 5.8. Yedinci (örnek) vakanın amaç değişkenlerinin simülasyon sonuçları.	60



GİRİŞİMCİLİK MAAŞ DESTEĞİNİN MAKROEKONOMİK ETKİLERİNİN SİSTEM DİNAMİĞİ VE GEOMETRİK UZLAŞIK PROGRAMLAMA YAKLAŞIMIYLA ANALİZİ

ÖZET

Girişimcilik, ekonomik kalkınmanın temel taşlarından biri olarak birçok ülkenin politika öncelikleri arasında yer almaktadır. Yeni kurulan işletmelerin sürdürülebilirliği, girişimcilik ekosisteminin başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Devlet destekleri, girişimcilerin karşılaştığı finansal zorlukları hafifletmek ve yeni iş kurma süreçlerini kolaylaştırmak amacıyla sıkça başvurulanan araçlardır. Girişimcilik destekleri, istihdamı artırmak, yeni girişimlerin sürdürülebilirliğini sağlamak ve ekonomik büyümeyi teşvik etmek amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle geri ödemesiz maaş destekleri, girişimcilik ekosisteminin güçlendirilmesi ve yeni istihdam alanlarının oluşturulması açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu destekler, girişimcilerin erken aşama maliyetlerini azaltarak iş süreçlerini sürdürülebilir bir temele oturtmalarına yardımcı olmaktadır.

Devletlerin girişimcilere sağladığı destekler, yalnızca bireysel işletmelerin başarısını artırmakla kalmaz, aynı zamanda makroekonomik hedeflere de katkı sağlar. Yeni kurulan işletmelerin büyük bir kısmının ilk birkaç yıl içinde faaliyetlerini sonlandırdığı düşünüldüğünde, nakit akışının ve maliyet yönetiminin öneminin altı çizilmelidir. Bu bağlamda, maaş destekleri gibi doğrudan maliyet azaltıcı teşvikler, işletmelerin sürdürülebilirliğini artırarak ekonomik istikrara katkıda bulunmaktadır. Bu araştırma, maaş desteğinin iş gücü piyasası, reel sektör ve kamu maliyesi üzerindeki dinamik etkilerini ortaya koymakta ve bu desteklerin makroekonomik hedeflere katkısını değerlendirmektedir.

Girişimcilik ve maaş desteklerinin makroekonomik etkilerini inceleyen çalışmalar, genellikle dinamik denge modelleri, istatistiksel analizler ve sistem dinamiği (SD) metodolojisine dayanmaktadır. Almanya ve Kanada gibi ülkelerde işsiz girişimcilerin desteklenmesi, istihdamın artırılması ve ekonomik entegrasyon gibi hedeflere yönelik politikaların kısa ve uzun vadeli etkileri araştırılmıştır. Diğer yandan, Portekiz, İtalya ve Şili gibi ülkelerde sektörel veya bölgesel destekler, genç ve teknoloji tabanlı işletmelerin sürdürülebilirliği üzerinde etkili bulunmuştur. Tayvan, Çin ve Kore gibi ülkelerde yenilenebilir enerji ve otomotiv sektörlerinde destek programlarının SD modelleriyle analiz edilmesi, politika tasarımı ve geri besleme döngülerinin önemini vurgulamaktadır.

Geleneksel analiz yöntemleri, girişimcilik ve maaş desteklerinin karmaşık etkileşimlerini ve geri besleme mekanizmalarını tam anlamıyla açıklayamamaktadır. SD modelleri ve diğer yenilikçi yöntemler, geleneksel analizlere göre daha kapsamlı çıkarımlar sunmaktadır. Sistem dinamiği (SD) yaklaşımını kullanan çalışmalar, destek programlarının dinamik etkileşimlerini ve geri besleme mekanizmalarını incelemektedir. Literatürdeki eksikliklerin giderilmesi amacıyla geliştirilen bu çalışmadaki yeni yaklaşım, SD metodolojisini geometrik uzlaşık programlama (GUP)

ile birleştirerek, girişimcilik ve maaş desteklerinin daha geniş bir perspektiften analiz edilmesini sağlamaktadır. Bu yenilikçi yöntem, politika yapıcılar için daha etkili ve sürdürülebilir destek mekanizmaları tasarlamaya yönelik önemli ipuçları sunmaktadır. Çalışmanın temel yaklaşımı, sistem bileşenleri arasındaki karşılıklı etkileşimleri anlamak, bu etkileşimlerin zaman içindeki dinamik etkilerini analiz etmek ve politika tasarımı için uygulanabilir çözümler önermektir. Modelleme süreçleri, devlet desteklerinin uzun vadeli etkilerini değerlendirmek ve stratejik öneriler geliştirmek için güçlü bir araç sunar. Bu yöntemler, tez çalışmasında hem teorik derinlik hem de pratik uygulanabilirlik sağlayarak araştırmanın bilimsel katkılarını artırmaktadır.

Girişimcilik, birçok farklı politika alanıyla etkileşim halinde olan dinamik bir süreçtir. Bu nedenle girişimcilik desteklerinin etkinliği, çok boyutlu bir perspektifle ele alınmalıdır. Sistem dinamiği (SD) yaklaşımı, bu tür karmaşık sistemlerin modellenmesi ve analiz edilmesi için güçlü bir yöntem sunmaktadır. Sistem dinamiği, girişimcilik ekosisteminde birbirine bağlı geri besleme döngülerini ve zaman içindeki davranış değişimlerini inceleyerek politika önerilerinin etkilerini öngörmeyi mümkün kılar. GUP, çok kriterli karar verme problemlerinde dengeli çözümler sunarak politika tasarımında önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu alışma, devlet destek politikalarının analizi için yöneylem araştırması yöntemlerini entegre bir çerçevede kullanarak kapsamlı bir yaklaşım benimsemektedir. Sistem parametrelerin belirlenmesi ve doğrulanması aşamasında regresyon analizleri kullanılmıştır. Model doğruluğu, t-testi ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) gibi istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

Modelleme süreci, SD modelinin hedef ve kapsamını tanımlayarak başlamıştır. Veriler, ham, yarı işlenmiş ve işlenmiş olmak üzere üç kategoriye ayrılmış ve modelleme süreçlerinde farklı seviyelerde kullanılmıştır. Ardından nedensel döngü diyagramı oluşturulmuştur. Nedensel döngü diyagramı, bu parametreler arasındaki etkileşimleri görselleştirerek, girişimcilik destek politikalarının sosyoekonomik etkilerini anlamada önemli bir araç sunmaktadır. Akış diyagramı, sistemin daha ayrıntılı bir temsilini sunarak kaynak akışını ve sistemdeki değişimlerin modellenmesini sağlamıştır. Modelin tasarımında, reel sektör, iş gücü piyasası ve devlet alt sistemleri oluşturulmuş, her biri belirli hedeflere hizmet eden bileşenlerle detaylandırılmıştır. Model doğrulama süreci, üç temel testle gerçekleştirilmiştir: davranış duyarlılığı testi, integral hata testi ve gerçeklik testi. Davranış duyarlılığı testi, modelin parametre değişikliklerine verdiği tepkiyi inceleyerek, modelin güvenilirliğini artıran iyileştirmeleri belirlemiştir. İntegral hata testi, modelin uzun vadeli tahminlerde doğruluğunu değerlendirmiş, zaman adımlarındaki değişikliklerin model sonuçları üzerindeki etkisinin minimum olduğunu göstermiştir. Gerçeklik testi ise, modelin gerçek dünya verileriyle uyumunu ölçmek için MAPE ve t-testi gibi yöntemlerle yapılmış ve sonuçlar, modelin yüksek doğrulukla gerçek sistemleri temsil ettiğini doğrulamıştır.

Bu alışma iki ana hedefe odaklanmıştır: Birincisi, destek politikalarının girişimcilik, istihdam ve vergi gelirlerine etkisini analiz etmek, ikincisi ise bu desteğin optimal parametre değerlerini belirleyerek belirlenen hedeflerin verimliliğini artırmaktır. Modelleme sürecinde, destek oranı, destek süresi, destek st sınırı ve desteklenen işletme oranı parametreleri karar değişkeni olarak belirlenmiştir. Modelin fayda değişkenleri olarak yeni işletme sayısı, işçi sayısı ve tahakkuk eden vergi tutarı belirlenmiştir. Ayrıca, modelin maliyet değişkenleri de dikkate alınarak, maaş desteklerinin hükümetler için oluşturduğu mali yük değerlendirilmiştir. Uygulamanın son aşamasında, GUP modeli, SD modelinin optimizasyon kapasitesini tamamlamak

amacıyla entegre edilmiştir. SD modeli ile GUP yöntemi birleştirilerek, karar değişkenlerinin yedi farklı senaryodaki optimum seviyeleri belirlenmiş ve modelin karar değişkenleri üzerinde simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Böylece girişimcilik maaş desteğinin ekonomik sistem üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bu süreç, modelin uygulanabilirliğini artırarak, politika geliştirme süreçlerinde önemli bir araç olmuştur.

Modelleme sürecinde, geçmiş veriler analiz edilmiş ve gelecekteki destek politikalarının tasarımına ışık tutabilecek simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Insight Maker yazılımı kullanılarak oluşturulan SD modelinde farklı senaryolar değerlendirilmiş ve optimizasyon süreçleriyle optimum çözüm değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, tüm vakalar için optimum destek oranının %100, desteklenen işletme oranının ise %100 veya ona yakın olduğunu göstermektedir. İlk üç senaryoda amaç fonksiyonu, fayda ve maliyet değişkenlerinden oluşmuş ve optimum destek süresi 11 ay olarak belirlenmiştir. İkinci üç senaryoda ise, tüm karar değişkenlerinin optimum değerleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Her üç fayda amaç değişkeninin amaç fonksiyonunda yer aldığı son senaryoda ise optimum destek süresi 24 ay, optimum destek üst sınırı 3.991 Türk Lirası (TL) olarak hesaplanmıştır. Yedinci senaryo, her üç fayda değişkeni değerleri açısından en yüksek sonuçları verirken, ikinci ve üçüncü senaryolar en düşük değerleri üretmiştir. Tüm senaryoların grafik analizleri benzer bir model izlerken, normalize edilmiş fayda ve maliyet amaç değişkenlerinin zamanla birbirine paralel hareket ettiği ve uzun vadeli dinamiklerde tutarlı bir davranış sergilediği belirlenmiştir.

Bulgular, girişimcilik maaş desteklerinin kısa vadede sınırlı etkiler gösterse de uzun vadede ekonomik büyüme ve istihdam üzerinde önemli katkılar sağladığını ortaya koymuştur. Özellikle, desteklerin bir yıllık gecikme ile etkili olmaya başladığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, destek programlarının tasarımında zamanlama ve sürenin önemini vurgulamakta ve uzun vadeli planlamaların gerekliliğine işaret etmektedir.

Destek süresinin uzatılması gerektiği durumlarda, üst sınırın düşürülmesinin maliyet etkinliği sağlamak açısından kritik olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın bulguları, destek politikalarının tasarımında denge kurmanın önemine dikkat çekmekte ve maliyet etkinliği ile uzun vadeli faydalar arasında bir uzlaşma sağlanması gerektiğini göstermektedir. Çalışma, desteklerin ekonomik faydalarını optimize ederken maliyet etkinliğini de göz önüne alarak politika yapıcılara rehberlik edecek önemli çıkarımlar sunmuştur.

Gelecek çalışmalarda, girişimcilik maaş desteğinin sektörel ve bölgesel farklılıklar göz önüne alınarak daha etkin tasarlanması önerilmektedir. Ayrıca, girişimcilere sağlanan makine-teçhizat desteği veya kira desteği gibi diğer destek mekanizmalarının benzer bir analitik çerçeve ile değerlendirilmesi faydalı olacaktır. Girişimcilik desteklerinin işletme ölçeği ve sektör bazında daha derinlemesine analiz edilmesi gerektiği, ayrıca Türkiye'deki destek politikalarının uluslararası düzeyde karşılaştırılması gerektiği önerilmektedir. Bu tez, destek politikalarının etkinliğini değerlendirmek ve optimize etmek için entegre bir model sunmakta olup, gelecekteki araştırmalara yol gösterici niteliktedir.



ANALYSIS OF MACROECONOMIC EFFECTS OF ENTREPRENEURSHIP WAGE SUBSIDIES USING THE SYSTEM DYNAMICS AND GEOMETRIC COMPROMISE PROGRAMMING APPROACH

SUMMARY

Entrepreneurship, as one of the cornerstones of economic development, ranks among the policy priorities of many countries. The sustainability of newly established businesses is critically important for the success of the entrepreneurial ecosystem. Government subsidies are frequently utilized as tools to alleviate the financial challenges faced by entrepreneurs and to facilitate the business start-up process. Entrepreneurship support aims to increase employment, ensure the sustainability of new ventures, and stimulate economic growth. In particular, non-repayable wage subsidies hold strategic importance in strengthening the entrepreneurial ecosystem and creating new employment opportunities. These subsidies help entrepreneurs reduce early-stage costs and establish their business processes on a sustainable foundation.

Government-provided support for entrepreneurs not only enhances the success of individual businesses but also contributes to macroeconomic objectives. Considering that a significant portion of newly established businesses cease operations within the first few years, the importance of cash flow and cost management becomes evident. In this context, direct cost-reducing incentives, such as wage subsidies, play a vital role in improving business sustainability and promoting economic stability. This study examines the dynamic effects of wage subsidies on the labor market, the real sector, and public finance, while also evaluating their contributions to macroeconomic goals.

Studies examining the macroeconomic effects of entrepreneurship and wage subsidies often rely on dynamic equilibrium models, statistical analyses, and system dynamics (SD) methodologies. In countries like Germany and Canada, policies aimed at supporting unemployed entrepreneurs, increasing employment, and fostering economic integration have been analysed for their short- and long-term impacts. Similarly, in countries such as Portugal, Italy, and Chile, sectoral or regional subsidy measures have been found effective in enhancing the sustainability of young and technology-based enterprises. In Taiwan, China, and South Korea, the analysis of subsidy programs in renewable energy and automotive sectors using SD models underscores the importance of feedback loops in policy design.

Traditional analytical methods fail to fully capture the complex interactions and feedback mechanisms inherent in entrepreneurship and wage subsidies. In contrast, SD models and other innovative approaches provide more comprehensive insights compared to conventional analyses. Studies employing the SD approach investigate the dynamic interactions and feedback mechanisms of subsidy programs. Addressing gaps in the literature, this study introduces a novel approach by integrating SD methodologies with geometric compromise programming (GCP), enabling a broader analysis of entrepreneurship and wage subsidies. This innovative method offers critical

insights for policymakers aiming to design more effective and sustainable subsidy mechanisms.

The primary focus of the study is to understand the reciprocal interactions among system components, analyse their dynamic impacts over time, and propose actionable solutions for policy design. The modeling processes serve as a robust tool for evaluating the long-term effects of government subsidy and developing strategic recommendations. By providing both theoretical depth and practical applicability, these methodologies enhance the scientific contributions of this research.

Entrepreneurship is a dynamic process that interacts with numerous distinct policy domains, making its analysis inherently complex and multifaceted. Consequently, the effectiveness of entrepreneurship support measures must be addressed through a multidimensional perspective that captures the intricate interplay of various factors. The System Dynamics (SD) approach provides a robust and versatile methodology for modeling and analyzing such complex systems. By examining interconnected feedback loops and behavioral changes over time within the entrepreneurship ecosystem, SD facilitates the prediction of the impacts of policy recommendations with a high degree of reliability.

Geometric Compromise Programming (GCP) further complements this analytical framework by serving as a critical tool in multi-criteria decision-making problems, offering balanced solutions that are particularly valuable for policy design. This methodological synergy allows for the development of comprehensive, evidence-based strategies that align with both immediate and long-term policy objectives.

This study adopts an integrated framework combining operations research methodologies for the analysis of government support policies. By leveraging a combination of regression analyses during the identification and validation of system parameters, the research ensures a robust empirical foundation for the model. Additionally, statistical methods such as the t-test and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) have been employed to rigorously evaluate model accuracy and validity.

The modeling process commenced with the definition of the objectives and scope of the System Dynamics (SD) model. The dataset was categorized into three levels: raw, semi-processed, and processed, allowing for their application at various stages of the modeling process to enhance the precision and robustness of the analysis. Following this, a causal loop diagram was developed. This diagram served as a critical tool for visualizing the interactions among these parameters, offering significant insights into the socioeconomic impacts of entrepreneurship subsidy policies by mapping out the feedback relationships inherent within the system.

Subsequently, a stock and flow diagram was constructed to provide a more detailed representation of the system, enabling the simulation of resource flows and the modeling of dynamic changes within the system over time. In the design of the model, three subsystems—real sector, labor market, and government—were established, each comprising components meticulously designed to address specific objectives. This subsystem structure ensured that the model was comprehensive and aligned with the multidimensional nature of the analysis.

The validation of the model was conducted through a rigorous process involving three core tests: the behavior sensitivity test, the integral error test, and the reality test. The behavior sensitivity test examined the model's response to parameter changes, identifying potential enhancements that increased the reliability and robustness of the

model's outputs. The integral error test assessed the model's accuracy in long-term forecasts, demonstrating that changes in time steps had minimal effects on the model's outcomes, thereby affirming its stability over extended periods. Lastly, the reality test evaluated the model's alignment with real-world data using statistical techniques such as the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and t-tests. The results confirmed that the model accurately represents real-world systems with a high degree of fidelity.

This study focuses on two primary objectives: first, to analyse the impact of subsidy policies on entrepreneurship, employment, and tax revenues; and second, to determine the optimal parameter values of such subsidy mechanisms to enhance the efficiency of achieving the identified objectives. Within the modeling process, key decision variables were defined, including the subsidy rate, subsidy period, subsidy amount limit, and the subsidized new firms ratio. For the model's benefit variables, the number of new firms, the number of workers, and the amount of generated tax revenues were selected. Furthermore, the cost variables associated with the model were incorporated to evaluate the financial burden of wage subsidy programs on governments.

In the final stage of implementation, the GCP model was integrated to complement the optimization capacity of the System Dynamics (SD) model. By combining the SD model with the GCP method, the optimal levels of decision variables across seven distinct scenarios were determined, and simulations were conducted to explore the behavior of these variables. This integrated approach allowed for an in-depth assessment of the economic impacts of entrepreneurship wage subsidy mechanisms on the broader economic system.

The process not only provided valuable insights into the dynamic interactions within the system but also enhanced the applicability of the model as a critical tool in policy formulation and development. Through this methodology, the study delivers a robust framework for evaluating and optimizing entrepreneurship subsidy policies, contributing significantly to the design of effective and sustainable economic interventions.

During the modeling process, historical data were analysed, and simulations were conducted to inform the design of future subsidy policies. Using the Insight Maker software, an SD model was developed to evaluate different scenarios, and optimization processes were applied to determine the optimal solution values. The results revealed that, for all cases, the optimal subsidy rate was 100%, and the subsidized new firms ratio was either 100% or close to it. In the first three scenarios, the objective function comprised benefit and cost variables, with the optimal subsidy period determined to be 11 months. In the subsequent three scenarios, the optimal values for all decision variables produced relatively similar results. In the final scenario, which included all three benefit objective variables in the objective function, the optimal subsidy period was calculated to be 24 months, with an optimal subsidy amount limit of 3991 Turkish Liras (TL). The seventh scenario yielded the highest results in terms of all three benefit variables, while the second and third scenarios produced the lowest values. Graphical analyses of all scenarios followed a similar pattern, indicating that the normalized benefit and cost objective variables moved in parallel over time and exhibited consistent behavior in long-term dynamics.

The findings indicate that while entrepreneurship wage subsidies exhibit limited effects in the short term, they contribute significantly to economic growth and employment in the long term. Notably, it was observed that the impact of these subsidies begins to materialize with a one-year delay. This result underscores the

importance of timing and duration in the design of subsidy programs, highlighting the necessity for long-term strategic planning.

In cases where the extension of the subsidy period is necessary, it has been determined that lowering the upper limit is critical for ensuring cost-effectiveness. The findings of this study emphasize the importance of striking a balance in the design of subsidy policies, demonstrating the need to reconcile cost-effectiveness with long-term benefits. This research provides valuable insights for policymakers, offering guidance on optimizing the economic benefits of subsidy measures while maintaining cost-efficiency.

Future studies are recommended to design entrepreneurship wage subsidy more effectively, taking into account sectoral and regional differences. Additionally, evaluating other subsidy mechanisms provided to entrepreneurs, such as equipment or rental subsidies, within a similar analytical framework would be beneficial. It is also suggested that entrepreneurship subsidy be analysed in greater depth in terms of business scale and sector, and that subsidy policies in Turkey be compared at the international level. This thesis presents an integrated model to assess and optimize the effectiveness of subsidy policies, offering guidance for future research.

1. GİRİŞ

Girişimcilik, bir ekonominin büyüme ve kalkınma sürecinde itici bir güç olarak kritik bir öneme sahiptir. Girişimcilik küresel çapta giderek daha fazla ilgi görmektedir. Dünya'daki uygulamalar incelendiğinde, girişimciliğin kalkınma planları içindeki öneminin de giderek arttığı görülmektedir. Küresel Girişimcilik İzleme (GEM) Raporu (Kelley ve ark., 2012), Avrupa Birliği Komisyonu tarafından hazırlanan Avrupa Birliği 2020 Girişimcilik Eylem Planı (Avrupa Komisyonu [EC], 2020) ve benzeri diğer uluslararası kuruluşların araştırma sonuçları girişimcilik ile ilgili yeni stratejileri vurgulamaktadır. Benzer şekilde, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Çin gibi diğer ülkelerde de girişimcilik politikaları uygulanmaktadır (Dilger, 2016). Küresel Girişimcilik İzleme girişimciliği, bir birey, bir grup ya da mevcut bir işletme tarafından yeni bir iş veya girişim oluşturma, serbest çalışma, yeni bir şirket kurma ya da mevcut bir işletmeyi genişletme yönünde yapılan her türlü çaba olarak tanımlar (Global Entrepreneurship Monitor [GEM], 2020).

Devletler, ekonomi ve kalkınma politikaları doğrultusunda özel sektörde yer alan işletmelere çeşitli destekler vermektedir. Etkin kullanıldığında; ülke ekonomilerinin rekabet gücünün artırılması, ekonomik büyüme ve istihdamın artırılması, çevrenin korunması gibi önemli politikalara katkı sağlayan devlet teşvikleri, devletlerin uygulama kolaylıkları ve hızlı müdahale imkânlarıyla sıkça başvurdukları güçlü araçlardır. Devletler, belirli stratejik hedeflere ulaşmak için özellikle yeni girişimleri desteklemektedir. Bu hedefler arasında girişimcilik kültürünü yaygınlaştırmak, güçlü bir girişimcilik ekosistemi oluşturmak, yeni istihdam alanları oluşturmak, sürdürülebilir işletmelerin kurulmasını sağlamak, yeni işletmeleri haksız rekabetten korumak, ekonomiyi canlandırarak ekonomik durgunluğu aşmak, ihracatı artırmak ve ekonomik büyümeyi hızlandırmak yer alır (Caliendo, 2016; EC, 2008, 2013; Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı [KOSGEB], 2010). Bu sosyal ve ekonomik hedeflere ek olarak, hükümetler vergi gelirlerini artırmak için de yeni işletmeleri destekler.

Öncelikle, hükümetler ülkelerinde girişimcilik kültürünü geliştirmeye ve yaygınlaştırmaya çalışır (EC, 2008). Bu kültürün yaygınlaşmasının ardından girişimciler yeni işler kurmaya teşvik edilir. Girişimcileri yeni işler kurmaya teşvik etmek için hükümetler çeşitli mali destek politikaları uygulamaktadır (Hottenrott ve Richstein, 2020). İşletmeler ekonomide istihdamın temel sağlayıcısıdır. Hükümetler uzun zamandır işsizler için iş fırsatları oluşturmak veya durgunluk dönemlerinde işletmeleri ayakta tutmak için aktif işgücü piyasası politikalarının bir parçası olarak ücret desteklerinden yararlanmaktadır (Caliendo ve Künn, 2011; de Mel ve ark., 2010). Devletlerin yeni işletmeleri desteklemesinin en önemli nedenlerinden biri, girişimciliğin işsizlik sorununa alternatif bir çözüm haline gelmesidir (EC, 2012). Destek ve teşvik politikalarının uygulanmasının nihai ekonomik hedeflerinden biri yeni istihdam alanları oluşturmaktır. Böylece işsizliğin azalması beklenmektedir. Çünkü işsiz bir insan bir işletme kurduğunda o işletmede hem işveren hem de çalışan olur. Girişimci bu işletmesinde bir işçi çalıştırmasa bile, kendisini istihdam etmiş olur. Böylece, devletler girişimciliği destekleyerek işsizliği azaltmayı başarmaktadır.

Bir işletmenin ilk yılları, uzun vadede hayatta kalmasını sağlamak için çok önemlidir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2021) verilerine göre, 2019 yılında kurulan işletmelerin %80,6'sı 2020 yılında hala faaliyet gösterirken, 2015 yılında kurulanların sadece %39,3'ü 2020'ye kadar ayakta kalabilmiştir. Bu dönemde nakit akışının titizlikle planlanması şarttır. Gelir-gider dengesinin sağlanamaması işletmeyi iflasa sürükleyebilir. Çalışanlara verilen ücretler, özellikle yeni kurulan işletmeler için önemli bir maliyettir. Gelir-gider dengesini sağlamak için uygulanan stratejilerden biri personel maliyetlerini düşürmektir. İşletmeler, kuruluş yıllarında çalışan maliyetlerini hafifletmek için genellikle devlet teşvik ve desteklerinden yararlanmaya çalışır.

Firmalara verilen bu destekler geri ödemesiz (hibe) veya geri ödemeli şekilde uygulanabilmektedir. Geri ödemesiz (hibe) destekler; sektör, ölçek vb. yönlerden belirli şartları sağlayan işletmelerin belirlenmiş türdeki harcamalarının belirli bir oranının belirli bir limite kadar devlet tarafından geri alınmaksızın karşılanması olarak tanımlanabilir. Geri ödemeli destekler ise; sektör, ölçek vb. yönlerden belirli şartları sağlayan işletmelerin belirlenmiş türdeki harcamalarının belirli bir oranının belirli bir limite kadar devlet tarafından geri alınmak üzere karşılanmasıdır. Hükümetler, girişimcilik desteği kapsamında makine-teçhizat desteği, kira desteği, enerji giderleri desteği, personel gideri desteği gibi destekler verebilmektedir. Girişimcilere sağlanan

personel gideri desteği, istihdamın artırılması ve ekonomik kalkınmanın hızlandırılması açısından önemli bir politikadır. Bu çalışmada, hem girişimcilik hem de istihdam üzerinde etkisi bulunduğundan dolayı yeni kurulan işletmelere verilen geri ödemesiz maaş desteği incelenmiştir.

Jay W. Forrester tarafından 1950’lerde geliştirilen sistem dinamiği (SD) yaklaşımı karmaşık sistemlerin dinamik davranışlarını modellemek, anlamak ve yönetmek için kullanılan bir yöntemdir (Forrester, 1961). Sistem dinamiği, zaman içinde değişen ve birbirleriyle etkileşim halinde olan geri besleme döngülerinin sistemin genel davranışını nasıl etkilediğini inceleyen disiplinlerarası bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, çeşitli alanlarda kullanılan matematiksel modelleme, simülasyon teknikleri ve kavramsal diyagramları ile sistemlerin uzun vadeli davranışlarını öngörmeyi ve bu sistemler üzerinde politika geliştirmeyi amaçlar (Stermann, 2000). Sistem dinamiği, karmaşık sistemlerin davranışlarını modelleyerek daha iyi kararlar alınmasına yardımcı olan güçlü bir araçtır. İş dünyasından kamu politikalarına, çevresel sürdürülebilirlikten sosyal sistemlere kadar geniş bir uygulama alanı vardır. Sistem dinamiği, birçok farklı disiplinde kullanılmaktadır. İşletme yönetimi alanında organizasyonların stratejik karar alma süreçlerinde; örneğin, envanter yönetimi, insan kaynakları planlaması ve tedarik zinciri yönetiminde kullanılabilmektedir (Stermann, 2000). Ekonomi alanında ekonomik büyüme, sürdürülebilir kalkınma, istihdam ve enflasyon dinamiklerinin modellenmesinde kullanılabilmektedir (Wright ve Meadows, 2008). Sosyal bilimler alanında sağlık, eğitim ve kamu politikaları gibi sosyal sistemlerdeki uzun vadeli etkilerin analizi için sistem dinamiğinden yararlanılmaktadır (Homer ve Hirsch, 2006). evre bilimleri alanında doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi için sistem dinamiğinden yararlanılmaktadır (Angheloiu ve Tennant, 2020; Meadows ve ark, 1972; Sensesel ve ark, 2002). Ancak, bu yöntemden en iyi şekilde yararlanmak için doğru verilerin toplanması, modelin doğru yapılandırılması ve sonuçların eleştirel bir gözle değerlendirilmesi gerekmektedir.

Girişimcilik, diğer birçok politika alanıyla doğrudan veya dolaylı olarak etkileşim halindedir. Bu nedenle sistemsel bir bakış açısıyla irdelenmesi gereken bir konudur. Bu bağlamda, girişimcilere verilen maaş desteğinin ekonomik sürdürülebilirliği ve etkinliği, çok boyutlu bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Sistem dinamiği ve geometrik

uzlaşık programlama (GUP) gibi yöntemler, bu tür destek mekanizmalarının karmaşık yapısını ve sistem üzerindeki etkilerini analiz etmede etkili araçlar sunmaktadır.

Geometrik uzlaşık programlama (GUP), çok kriterli karar verme (MCDM) problemlerinde, çoğu zaman birbirleriyle çelişen birden fazla hedef arasında dengeyi sağlamak amacıyla kullanılan matematiksel bir optimizasyon tekniğidir. Bu yöntem, karar vericilerin her bir hedefin göreceli önemini (ağırlığını) belirleyerek, bu hedefler arasında bir uzlaşma noktası bulmasını sağlar (Zeleny, 1973). GUP yöntemi, hedeflerin geometrik ortalamasını enküçükleyerek (minimize ederek) tüm kriterler arasındaki sapmaları dengelemeyi amaçlar. Geleneksel optimizasyon yöntemlerinin aksine, GUP yöntemi doğrusal olmayan ve karmaşık sistemlerdeki çok amaçlı problemlerin çözümünde etkin bir şekilde kullanılabilir. Bu yaklaşım, özellikle ekonomide, mühendislikte ve sosyal bilimlerde, birbiriyle çelişen makroekonomik hedefler veya politika seçenekleri arasında optimal bir çözüm arayışında tercih edilmektedir (Amiri ve ark, 2011; Ota ve ark, 2019; Salas-Molina ve ark, 2023). Ayrıca, GUP yönteminin esnek yapısı, farklı senaryolarda dinamik ve dengeli çözümler üreterek, politika belirleme süreçlerinde karar destek sistemi olarak önemli bir rol oynamasını sağlamaktadır.

Girişimcilik, yeni iş fikirlerinin ortaya çıkması, inovasyonun teşvik edilmesi ve istihdam sağlaması gibi dinamiklerle ekonomik kalkınmanın temel unsurlarından biri haline gelmiştir. Girişimcilerin, özellikle erken aşamada finansal kaynaklara erişim konusunda yaşadığı zorluklar, devletler tarafından sağlanan çeşitli teşvik ve destek mekanizmalarıyla giderilmeye çalışılmaktadır. Bu mekanizmalardan biri de personel gideri desteğidir. Bu destek, girişimcilerin istihdam ettikleri personelin maaşlarını karşılayarak hem girişimlerin sürdürülebilirliğini hem de ekonomik büyümeyi desteklemeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmanın nihai amacı, girişimcilere sağlanan personel gideri desteğinin ekonomik, finansal ve sosyal etkilerini analiz etmek ve bu etkilerin sistem dinamiği ve geometrik uzlaşık programlama yöntemleri ile optimize edilmesini sağlamaktır.

Bu tez çalışması altı ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, araştırmanın amacı, kapsamı ve önemi detaylı bir şekilde açıklanarak, girişimcilik ekosisteminde personel gideri desteğinin makroekonomik hedeflere olan etkisi ele alınmaktadır. Bu bölümde ayrıca, araştırmanın literatüre ve politika yapıcılarına sunacağı katkılar vurgulanmaktadır. İkinci bölüm ise kapsamlı bir literatür taramasına odaklanmaktadır.

Bu bölümde, girişimcilik ve maaş destekleri, sistem dinamiği (SD) ve geometrik uzlaşık programlama (GUP) yöntemleri incelenmekte, bu kavramların ekonomik sistemlerdeki önemi ve literatürdeki mevcut yaklaşımlar tartışılmaktadır. Üçüncü bölümde, araştırmanın yöntemsel çerçevesi detaylandırılmaktadır. Bu bölümde, tezde kullanılan veri toplama süreci, istatistiki yöntemler, sistem dinamiği modeli ve geometrik uzlaşık programlama tekniği hakkında bilgiler verilmektedir. Bu yöntemlerin çalışmada kullanılma nedenleri ve çalışmaya olan katkıları ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Dördüncü bölüm uygulama kısmını içermektedir. Belirlenen parametreler, modelleme adımları, SD modeli ile GUP modelinin entegrasyonu ve senaryo analizleri bu bölümde sunulmaktadır. Beşinci bölümde, girişimcilere verilen maaş desteğinin farklı seviyelerde ve koşullarda iş gücü piyasası, reel sektör ve kamu maliyesi üzerindeki etkileri, sistem dinamiği modeli ile simüle edilmekte ve elde edilen sonuçlar analiz edilmektedir. Son olarak, altıncı bölümde araştırmanın sonuçları özetlenmekte, politika yapıcılar için öneriler sunulmakta ve gelecekteki araştırmalar için potansiyel çalışma alanları tartışılmaktadır. Bu çalışma, girişimcilere sağlanan personel gideri desteğinin etkinliğini çok boyutlu bir analizle ortaya koyarak, daha sürdürülebilir ve etkili destek mekanizmalarının geliştirilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

1.1. Tezin Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, girişimcilere sağlanan personel gideri desteklerinin makroekonomik hedefler üzerindeki etkilerini sistem dinamiği (SD) ve geometrik uzlaşık programlama (GUP) yöntemlerini kullanarak analiz etmek ve bu desteklerin etkinliğini artıracak politika önerileri geliştirmektir. Girişimcilik, ekonomik büyümenin, istihdam oluşturma ve yenilikçiliğin önemli bir kaynağı olarak kabul edilmektedir. Ancak, girişimciliğe yönelik devlet desteklerinin hangi koşullarda daha verimli ve sürdürülebilir sonuçlar doğurduğuna dair mevcut literatürde kapsamlı ve bütüncül analizler sınırlıdır. Bu çalışmada, girişimcilik maaş desteklerinin farklı seviyelerde ve senaryolarda ekonomi üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde incelenecektir.

Araştırmanın ilk hedefi, girişimcilik maaş desteklerinin iş gücü piyasası, reel sektör ve kamu maliyesi üzerindeki etkilerini dinamik bir perspektifle analiz etmektir. Geleneksel yöntemler, bu etkileri genellikle statik ve doğrusal bir çerçevede

incelemekte, dolayısıyla ekonomik sistemdeki geri besleme döngülerini ve doğrusal olmayan etkileşimleri göz ardı etmektedir. Bu çalışma, SD modeli kullanarak girişimcilik desteklerinin ekonomi üzerindeki uzun vadeli ve dinamik etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Özellikle işsizlik oranı, istihdam düzeyi, yeni girişimlerin sayısı, vergi gelirleri ve devlet bütçesi üzerindeki etkiler analiz edilecektir.

Araştırmanın ikinci hedefi, makroekonomik hedefler arasında denge sağlayan optimal politika seçeneklerini belirlemektir. Girişimcilere verilen maaş desteği, istihdamı artırmak, yeni işletmelerin sayısını artırmak, vergi gelirlerini enbüyüklemek (maksimize etmek) ve devletin destek ödeme maliyetlerini enküçükmek (minimize etmek) gibi birbirleriyle çelişen hedefleri içermektedir. Bu çalışmada, bu hedefler arasındaki dengeyi sağlamak ve optimal çözümü belirlemek için GUP yöntemi kullanılacaktır. GUP yöntemi, birden fazla ve çelişen hedefler arasında uzlaşma sağlamak amacıyla tercih edilmekte ve politika yapıcılarının farklı senaryolar altında en uygun stratejileri belirlemesine yardımcı olmaktadır.

Üçüncü hedef, SD ve GUP yöntemlerini bir araya getirerek literatüre metodolojik bir katkı sunmaktır. Literatürde girişimcilik desteklerinin etkilerini analiz eden çalışmalar genellikle en küçük kareler yöntemi (OLS), genel denge (GE) modelleri ve eğilim puanı eşleştirme (PSM) gibi geleneksel yöntemleri kullanmaktadır. Ancak bu yöntemler, dinamik geri besleme döngülerini ve doğrusal olmayan ilişkileri yeterince dikkate almamaktadır. Bu çalışma, SD ve GUP yöntemlerinin entegrasyonu ile daha kapsamlı ve gerçekçi bir analiz çerçevesi sunarak, girişimcilik desteklerinin ekonomi üzerindeki etkilerini daha iyi anlamayı ve bu alandaki metodolojik boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

Son olarak, bu araştırmanın dördüncü hedefi, politika yapıcılar için bir karar destek sistemi geliştirmektir. Girişimcilik personel gideri desteği, kamu kaynaklarının etkin kullanımını gerektiren önemli bir politika aracıdır. Bu çalışmada geliştirilen sistem dinamiği modeli ve geometrik uzlaşık programlama tekniği, farklı ekonomik koşullar altında politika etkilerini modelleyerek, politika yapıcılarının daha bilinçli ve etkili kararlar almasına katkı sağlayacaktır. Böylece, kamu kaynaklarının daha verimli kullanılması, girişimcilik ekosisteminin güçlendirilmesi ve uzun vadede sürdürülebilir ekonomik büyüme sağlanması hedeflenmektedir.

1.2. Tezin Kapsamı

Bu çalışma, yeni işletmelere sağlanan maaş desteklerini incelemektedir. Bu amaca ulaşmak için, Sistem Dinamiği (SD) modeli ile Geometrik Uzlaşık Programlama (GUP) modeli entegre edilerek bir analiz çerçevesi oluşturulmuştur. Modelin gereksiz bir şekilde karmaşık hale gelmesini önlemek amacıyla, yalnızca ekonomik sistem üzerinde önemli etkisi olan değişkenler modele dahil edilmiştir. Sektörel sınıflandırmada, Avrupa Topluluğu'nda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiksel Sınıflaması (NACE Rev. 2) kullanılmıştır. Çalışmada, "K-Finans ve Sigorta Faaliyetleri," "O-Kamu Yönetimi ve Savunma; Zorunlu Sosyal Güvenlik," "T-Hanehalklarının İşveren Olarak Faaliyetleri," ve "U-Uluslararası Kuruluşların Faaliyetleri" dışındaki tüm sektörler kapsama alınmıştır. Bu kapsamdaki sektörler, çalışma boyunca "reel sektör" olarak adlandırılmaktadır.

Bununla birlikte, bazı parametreler için sektörel bazda veri bulunamaması nedeniyle bu değişkenler tüm ekonomi genelinde ele alınmıştır. Bu parametreler arasında, "Tüm Sektörlerin GSYH'sı", "Tüm Sektörlerin Gayrisafi Sabit Sermaye Yatırımı", "Tüm Sektörlerin Sabit Sermaye Yatırımı Üzerindeki Net Vergi", "Tüm Sektörlerin Net Ürün Vergisi" ve "Tüm Sektörlerin İthalatı" yer almaktadır. Reel sektör terimi, değişkenlerin başlıklarında açıkça vurgulanmasa da bu istisnai parametreler için tüm ekonomiyi kapsadığı belirtilmiştir.

Model simülasyonu, mevcut veri setlerine dayalı olarak 2012 yılından başlayarak 84 ay (7 yıl) boyunca yürütülmüştür. Finansal veriler, enflasyon etkisini ortadan kaldırmak amacıyla, çalışmada kullanılan birçok verisetinde TÜİK tarafından baz yıl olarak kabul edilen 2009 yılı fiyatlarına uyarlanmış ve para birimi olarak Türk Lirası (TL) kullanılmıştır. Gerçek hayatta maaş destekleri genellikle 2 yıllık bir süreyle sınırlı olmakla birlikte, SD modeli kapsamında maksimum destek süresi 36 ay olarak öngörülmüştür. Bu yaklaşım, standart 2 yıllık sürenin ötesinde potansiyel verimlilik artışlarının incelenmesine olanak tanımaktadır.

Başlangıç modelinde, maaş desteği oranı %0 olarak varsayılmıştır. Bu varsayımın üç temel nedeni bulunmaktadır:

1. Girişimcilik maaş destekleri de dahil olmak üzere tüm destek ödemeleri, "Üretim Üzerindeki Destekler" değişkenine dahil edilmiştir.

2. Maaş desteği ödemelerine ilişkin istatistikler, girişimcilik destek programının işletme giderleri içerisinde ayrılamamaktadır.
3. Girişimcilik destek programının işletme giderleri içindeki maaş desteği oranı, toplam destekler içinde ihmal edilebilir düzeydedir.

Modelde, destek programının temel parametreleri karar değişkenleri olarak ele alınmıştır: destek oranı, destek süresi, destek üst sınırı ve desteklenen işletme oranı. Bu değişkenlerden ilk üçü karar vericiler tarafından doğrudan kontrol edilebilmektedir. Ancak desteklenen işletme oranı, genellikle sektör seçimi ve talep tahminlerine dayalı olarak dolaylı bir şekilde belirlenmektedir. Bu çalışmada ise bu oran, doğrudan belirlenebilen bir değişken olarak kabul edilmiştir.

Maaş desteği hesaplamalarında, maaşlar üzerindeki vergiler dikkate alınmamış ve maaş desteklerinin adil olmayan veya yapay istihdam sonuçlarına yol açmayacağı varsayılmıştır. Bu yaklaşım, desteklerin iş gücü piyasasında doğal bir talep artışına neden olacağı ve uzun vadeli istihdam yaratacağı temel varsayımıyla uyumludur.

Bu çalışma, maaş desteklerinin girişimcilik ekosisteminde meydana getirdiği etkileri dinamik bir perspektifle analiz ederek, daha sürdürülebilir ve etkili destek politikalarının geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Geliştirilen SD-GUP entegre modeli, yalnızca sektörel etkileri değil, aynı zamanda makroekonomik düzeydeki geri besleme döngülerini ve doğrusal olmayan etkileşimleri de dikkate alarak politika yapıcılar için kapsamlı bir karar destek sistemi sunmaktadır. Bu sistem, destek mekanizmalarının farklı ekonomik koşullar altında optimize edilmesine olanak tanıyarak, uzun vadeli sürdürülebilir büyüme ve istihdam oluşturma hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunacaktır.

1.3. Tezin Önemi

Girişimcilere sağlanan personel gideri desteği, istihdamın artırılması ve ekonomik kalkınmanın hızlandırılması açısından önemli bir politikadır. Girişimcilik ekosistemi üzerine pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen (Andres ve Poler, 2016; Carayannis ve ark, 2022; Choi ve ark, 2016; Lee ve Von Tunzelmann, 2005; Samara ve ark, 2012; Walrave ve Raven, 2016), bu çalışma konu, kapsam, yöntem ve hedefler açısından önceki çalışmalardan farklılaşmaktadır. Çalışmada, destek parametrelerine bağlı olarak girişimcilik desteği kapsamında yeni işletmelere yönelik sağlanan maaş

desteğinin makroekonomik hedefler üzerindeki etkileri, sistem dinamiği (SD) yaklaşımı ve geometrik uzlaşık programlama (GUP) yöntemiyle incelenmektedir.

Bu çalışma, mevcut literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. İlk olarak bu tez, girişimcilere verilen maaş desteğini SD ile GUP yöntemlerini entegre ederek inceleyen, bilinen ilk çalışma olmasından dolayı metodolojik bir yenilik sunmaktadır. Önceki çalışmalarda girişimcilik veya maaş desteklerinin etkilerini incelemek için çoğunlukla en küçük kareler yöntemi (OLS) (Groh ve ark, 2012), olasılık skoru eşleştirme (PSM) (Caliendo ve Künn, 2011) ve genel denge (GE) analizi (Drautzburg, 2019) gibi geleneksel yöntemler kullanılmıştır. Ancak bu yöntemler, işgücü piyasası, reel sektör ve hükümet politikaları arasındaki karmaşık ve sürekli geri besleme döngülerini büyük ölçüde göz ardı etmektedir. Ekonomik sistemlerde geri besleme döngüsü, çeşitli sistem bileşenleri arasındaki döngüsel etkileşimleri ifade eder. Bir değişkende meydana gelen değişiklik sistem boyunca yayılır ve sonunda ilk değişkeni etkiler. Bu döngüler sürekli ve dinamiktir; iş gücü piyasası, reel sektör ve hükümet politikaları gibi farklı sektörlerin birbiriyle bağlantısını yansıtır. Bununla birlikte, OLS, PSM ve GE modelleri gibi geleneksel yöntemler genellikle statik veya doğrusal bir çerçeve benimseyerek nedensel ilişkileri izole bir şekilde analiz eder. Dolayısıyla, maaş ve girişimcilik desteklerinin ekonomik etkilerini daha iyi anlamak için daha gelişmiş modelleme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, maaş gideri desteğinin girişimcilik ekosistemi üzerindeki uzun vadeli etkilerini modellemek ve bu etkileri dinamik bir bakış açısıyla incelemek için SD modelleme yaklaşımıyla benzetim (simülasyon) yapılmıştır.

Daha sonra SD modelinden elde edilen veriler ışığında, GUP yöntemi ile farklı politika senaryoları için çok kriterli bir analiz gerçekleştirilerek, en uygun destek mekanizmasının belirlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca tez çalışmamızda, birden fazla ve çoğu zaman çelişen makroekonomik hedefleri ele almak için GUP yöntemi kullanılmıştır. Bu hedefler; yeni işletme sayısının, istihdamın ve devletin vergi gelirlerinin enbüyüklenmesi ve devlet tarafından yapılan destek ödemelerinin enküçüklenmesidir. OLS veya GE modelleri gibi geleneksel yöntemler izole sonuçlara ve doğrusal ilişkilere odaklanırken, GUP yöntemi, rekabet halindeki hedefler arasındaki dengeyi göz önünde bulundurarak çok amaçlı bir analiz sunar. GUP yönteminin SD yaklaşımı ile entegre edilmesi, ekonomik sistemdeki dinamik geri

besleme döngülerini ve doğrusal olmayan ilişkileri modelleyerek, gerçek dünya karar alma süreçlerini yansıtan dengeli ve politika açısından uygun çözümler sağlamaktadır.

İkinci katkı olarak, bu çalışma, SD tekniğini kullanarak destek programlarını inceleyen önceki araştırmalardan daha geniş bir kapsamı ele almaktadır. SD yaklaşımını kullanan önceki çalışmalar çoğunlukla; güneş enerjisi sektörü (Chang ve ark, 2013; Hsu, 2012), elektrikli araç endüstrisi (Lu ve ark, 2017) ve geri dönüşüm sektörü (Chang ve ark, 2016; Jia ve ark, 2017; Wang ve ark, 2014) gibi belirli sektörlerle sağlanan destek programlarına odaklanmıştır. Buna karşılık, bu tez çalışması, daha kapsamlı bir destek programının makroekonomik düzeyde, tüm reel ekonomi üzerindeki etkisini incelemektedir.

Bu çalışmanın üçüncü önemli katkısı, işgücü piyasası, reel sektör ve hükümet olmak üzere üç temel yapı taşına dayalı olarak bir ulusal girişimcilik ekosisteminin SD modeli aracılığıyla tanımlanmasıdır. Son olarak, bu çalışma, politika yapıcılar için değerli bir karar destek sistemi sunmaktadır. Bu sistem, politika müdahalelerinin ekonomik etkilerini daha kapsamlı ve bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmeye olanak tanımaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Girişimcilik ve maaş desteklerinin çeşitli makroekonomik değişkenlerle ilişkisini inceleyen birçok çalışma mevcuttur. İlgili literatürün sınıflandırması Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. İlgili literatürün sınıflandırması.

	Girişimcilik desteği	İstihdam desteği	Diğer destekler
İstatiksel analiz	Caliendo ve Künn, 2011; Gennari ve Lotti, 2013; Hottenrott ve Richstein, 2020; Navarro, 2018; Santos ve ark, 2016.	Caliendo ve Künn, 2011; Cassells ve Duncan, 2020; Groh ve ark, 2012; Levinsohn ve Pugatch, 2014.	Hottenrott ve Richstein, 2020.
Sistem dinamiği	-	-	Chang ve ark, 2013; Chang ve ark, 2016; Hsu, 2012; Jeon ve ark, 2015; Jia ve ark, 2017; Kuo ve ark, 2019; Li ve ark, 2022; Li ve ark, 2023; Lu ve ark, 2017; Wang ve ark, 2014; Zhang ve ark, 2022; Zhao ve ark, 2017.
Diğer modelleme yöntemleri	Colombo ve ark, 2013; Drautzburg, 2019; Dvouletý, 2017; Lombardi ve ark, 2018.	Colombo ve ark, 2013; Drautzburg, 2019; Dvouletý, 2017; Lacroix ve Brouillette, 2011; Lombardi ve ark, 2018.	Hirte ve Tscharaktschiew, 2013; Shin ve Kim, 2010; Yang, 2014; Yang ve ark, 2024.

Literatürde girişimcilik, istihdam ve diğer devlet desteklerini istatistiksel yöntemler kullanarak analiz eden çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları girişimcilik desteğini istihdamla ilişkisini dikkate almadan, genellikle yeni kurulan işletmelerin hayatta kalmalarına etkisi yönünden incelemiştir. Gennari ve Lotti (2013),

İtalya'daki 215/1992 sayılı Kanun'un kadın girişimciliğini teşvik etmedeki etkisini incelemiş ve destek alan işletmelerin ilk beş yıl boyunca daha yüksek hayatta kalma oranlarına sahip olduğunu, ancak bu etkinin kalıcı olmadığını ve beş yıldan sonra "balayı etkisi" ile sınırlı kaldığını belirlemiştir. Sonuçta desteklerin uzun vadeli sürdürülebilirlik sağlamadığı sonucuna varılmıştır. Navarro (2018), Şili'nin ana kalkınma ajansı CORFO'nun Seed Capital Programı'na başvuran projelerine ait verileri incelemiştir. Analiz sonucunda, destek alan projelerin satış yapma, büyüme ve hayatta kalma olasılıklarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Santos ve ark. (2016), Portekiz'in Alentejo bölgesindeki LEADER+ Programı kapsamında destek alan firmaların uzun vadeli sürdürülebilirliğini incelemiş ve daha yüksek yatırım tutarı ile bölgesel iş yoğunluğunun hayatta kalma olasılığını artırdığını tespit etmiştir. Ancak, firmaların yaptığı başvuru sayısının hayatta kalma üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Çalışma, yatırım miktarının sürdürülebilirlikte yatırımın sıklığından daha önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Literatürdeki bazı çalışmalar ise maaş desteğini işsizliğe etkisi bakımından tek başına incelemiştir. Cassells ve Duncan'ın (2020) çalışmasının odak noktası Avustralya'nın JobKeeper maaş desteği programının tasarımı ve etkinliğidir. Bu çalışmada, destek programının işveren-çalışan eşleşmelerini ne kadar iyi koruduğu, işletmeler ve çalışanların ihtiyaçlarına ne kadar iyi hedeflendiği ve JobKeeper'ın maaş yerine geçme mekanizması olarak yeterliliği incelenmektedir. Çalışmada, hem orijinal JobKeeper tasarımı, hem de JobKeeper 2.0 ve işletmeler ile çalışanları daha etkin bir şekilde hedefleyen, iş gücünün yeniden tahsis edilmesini teşvik eden ve daha hızlı bir ekonomik toparlanmayı destekleyen alternatif maaş desteği tasarımları tartışılmaktadır. Groh ve ark. (2012), Ürdün'de gerçekleştirilen deneysel bir çalışmada, ücret desteklerinin kısa vadede kadın mezunların istihdamını artırdığını, ancak etkisinin büyük ölçüde kayıt dışı istihdamla sınırlı kaldığını bulmuştur. Kupon desteği başkent dışında istihdamda kalıcı bir artış sağlasa da, bu durumun başka istihdam fırsatlarını engellediği düşünülmektedir. Kişisel gelişim eğitimlerinin ise genel istihdam üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Levinsohn ve Pugatch (2014), Güney Afrika'da genç işsizliğini azaltmak amacıyla işverenlere sağlanan maaş desteğinin etkilerini analiz etmiş ve bu politikanın ortalama ücretleri artırırken, uzun süreli genç işsizliğini %12 oranında azalttığını bulmuştur. Bu bulgular, işveren

teşviklerinin genç işsizliğini azaltmada etkili bir politika aracı olabileceğini göstermektedir.

Literatürdeki çalışmaların bazıları da girişimcilik ve maaş desteklerini girişimcilik-işsizlik ilişkisini göz önüne alarak istatistiksel olarak analiz etmiştir. Caliendo ve Künn (2011), Almanya'da işsizlere yönelik girişimcilik desteklerinin uzun vadeli etkilerini inceleyerek, bu programların beş yıl sonra katılımcıların işgücü piyasasına entegrasyonunu ve gelir düzeylerini önemli ölçüde artırdığını tespit etmiştir. Çalışma, özellikle dezavantajlı gruplar için bu tür desteklerin daha etkili olduğunu belirtmektedir. Hottenrott ve Richstein (2020), 2005-2012 yılları arasında Almanya'da kurulan Ar-ge girişimlerinin, geri ödemesiz (hibe) ve geri ödemeli (kredi) devlet desteklerinden yararlanmalarının performanslarına etkilerini incelemiştir. Sonuçlar, her iki desteğin de somut yatırımları, istihdamı ve gelir artışını desteklediğini, hibelerin ise özellikle Ar-Ge yatırımlarını artırmada daha etkili olduğunu göstermektedir.

Önceki çalışmaların bir kısmı ise girişimcilik, maaş ve diğer devlet desteklerini modelleme yöntemlerini kullanarak incelemiştir. Bazı çalışmalarda modelleme tekniği olarak zamansal etkileşimleri dikkate alan sistem dinamiği yaklaşımını kullanırken, bazılarında diğer modelleme yöntemleri kullanılmıştır. Colombo ve ark. (2013), İtalya'daki yeni teknoloji tabanlı firmalara yönelik devlet desteklerini incelemiş ve özel destek programlarının, özellikle firmanın kuruluşunun erken döneminde sağlandığında, istihdam büyümesi üzerinde genel desteklere kıyasla daha güçlü bir etki sağladığını bulmuştur. Ancak, İtalya'da genç firmalara yönelik bu tür özel desteklerin nadir olduğu belirtilmiş ve bu durumun, ülkenin yüksek teknoloji girişimcilik sektörünün büyümesini destekleme kapasitesine olumsuz yansıdığına işaret edilmiştir. Drautzburg (2019) tarafından yapılan çalışmada girişimcilik riskinin zaman içindeki değişimi ve bunun ABD istihdamı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Bu çalışmada, yeni kurulan işletmelerin, özellikle 1990'larda genişlemeye ve 2007 sonrasında ise istihdam düşüşüne önemli ölçüde katkı sağladığını tespit etmiştir. Dvouletý (2017), Çek Cumhuriyeti'nde işsizlere yönelik girişimcilik desteğinin işsizlik oranlarını düşürdüğünü ve bölgesel istihdam üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu belirlemiştir. Ancak, çalışmanın bölgesel düzeyde yapıldığı ve bireysel düzeyde daha fazla araştırma gerektiği vurgulanmıştır. Lacroix ve Brouillette (2011), Quebec'teki "Action Emploi" programının sosyal yardımdan ayrılma sürelerini uzatarak hedeflenen

bireylerin iş gücü piyasasına entegrasyonunu desteklediğini bulmuştur. Araştırma, programın etkisinin bireylerin gözlemlenemeyen özelliklerine göre değiştiğini ortaya koymaktadır. İsveç'teki 1998-2008 dönemine ait verileri inceleyen Lombardi ve ark. (2018), hedeflenmiş ücret desteğinin işe alım yapan firmaların performansını önemli ölçüde iyileştirdiğini bulmuştur.

Hirte ve Tscharaktschiew (2013), Almanya'da elektrikli araçlara yönelik devlet desteklerinin optimal olup olmadığını analiz etmiş ve elektrikli araçların desteklenmesi yerine vergilendirilmesinin daha uygun olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuç, ulaşım sorunları, maliyetler ve sıfır emisyon varsayımları gibi farklı senaryolar altında dahi değişmemektedir. Çalışma, elektrikli araçların teşvik edilmesinin çevresel veya ekonomik açıdan her durumda optimal olmayabileceğini vurgulamaktadır. Shin ve Kim (2010) hükümetin yerli firmaları ürün kalitesini artırmaya teşvik etmek için uyguladığı farklı destek programı etkinliğini incelemektedir. Araştırmada, firmanın dinamik kâr maksimizasyon problemi simüle edilerek üç farklı destek programı değerlendirilmiştir: sabit destek, kalite eşleştirme desteği ve zaman sınırlı destek. Bulgular, her destek programının ürün kalitesini iyileştirme garantisi sunmadığını, ancak kalite eşleştirme desteğinin sabit destekten daha verimli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, zaman sınırlı destek programı hem ürün kalitesini daha hızlı artırmakta hem de daha düşük maliyetle daha etkili sonuçlar sağlamaktadır. Çalışma, destek miktarı ve süre sınırı arasında optimal bir denge bulunması gerektiğini vurgulamaktadır. Yang (2014), hükümetin tercihine bağlı olarak inovasyon ve ürün desteklerini karşılaştırmış ve ürün desteğinin genellikle daha etkili olduğunu, ancak hükümet harcamalarının inovasyon desteğine göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, desteklerin firmalara simetrik veya asimetrik olarak verilmesinin sonuçlar üzerinde farklı etkiler doğurduğu belirtilmiştir. Yang ve ark. (2024), bir hükümetin acil durum malzemeleri üretimi için esnek bir üretim hattı kurmayı teşvik etmek amacıyla uygulanacak destek stratejilerini analiz etmektedir. Sabit ve marjinal desteklerin etkinlik ve verimlilik üzerindeki etkilerini oyun teorisi modeli ile değerlendiren araştırma, hibrit destek stratejisinin her iki maliyetin yüksek olduğu durumlarda baskın strateji olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu çalışma, Çin'in COVID-19 acil durum malzemeleri için uygulanan destek stratejilerinden örnekler vererek, önerilen stratejilerin etkinliğini tartışmaktadır.

Bu çalışmaların çoğu, girişimcilik ve maaş desteklerinin istatistiksel analizini yapmanın otesine geçememiştir. Çünkü bu çalışmalar genellikle iş gücü piyasası, reel sektör ve hükümet arasındaki dinamik etkileşimleri ve bu etkileşimlerin geri besleme döngülerini tam olarak dikkate almayan geleneksel yöntemler olan OLS, PSM ve GE modellerini kullanmaktadır. Bu bağlamda, girişimcilik ve maaş desteklerinin ekonomik etkilerini anlamak için daha sofistike modelleme tekniklerine ihtiyaç vardır.

Diğer yandan literatürde gerçek hayattaki dinamik etkileşimleri ve bu etkileşimlerin geri besleme döngülerini dikkate alarak sistem dinamiği (SD) yaklaşımıyla destek programlarını inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Hsu (2012), Tayvan hkmetinin CO2 emisyon azaltma hedeflerine ulaşmak amacıyla fotovoltaiik güneş sistemlerine yaptığı sermaye desteği ve alım tarifelerinin etkilerini değerlendiren bir SD modeli geliştirmiştir. Simülasyon sonuçları, alım tarifelerini ve desteklerini artırmanın, ROI (yatırım geri dönüşü) st sınırı sabit olduğunda fotovoltaiik güneş sistemleri uygulamalarının birikimine etkisi olmadığını, ancak daha yüksek destek ve düşük başlangıç alım tarifelerinin daha düşük CO2 emisyon azaltma maliyeti sağladığını göstermektedir. Bu bulgular, Tayvan hkmetinin fotovoltaiik güneş sistemleri için en verimli teşvik politikalarını seçmesine yardımcı olabilir. Güneş enerjisinin enerji ve evre krizlerini hafifletmedeki rolü, Tayvan'ın enerji tasarrufu politikalarında önemli bir yer tutmaktadır. Chang ve ark. (2013), Tayvan hkmetinin güneş enerjili su ısıtıcıları kurulumunu desteklemek için uyguladığı politikaların etkisini incelemiştir. Bu amaçla, Tayvan'daki güneş enerjili su ısıtıcıları ile devlet hibe destekleri arasındaki neden-sonuç ilişkisini açıklayan bir SD modeli tasarlanmıştır. Sonuçlar, hükümetin sağladığı mevcut desteğin, güneş enerjili su ısıtıcılarının kurulum alanlarını 2020 yılına kadar belirlenen hedefe ulaştıracağını göstermektedir.

Wang ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, Çin otomotiv yedek parça sanayisinde uygulanan dört destek programının (başlangıç, geri dönüşüm, Ar-Ge ve üretim desteği) geri dönüşüm ve yeniden üretim faaliyetlerine olan etkileri SD metodolojisi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, karma destek politikalarının daha olumlu etkiler sağladığını, ancak daha yüksek maliyetler içerdiğini göstermektedir. Ayrıca, başlangıç desteğinin, sektörün erken aşamalarında yeniden üretim faaliyetlerini iyileştirmede önemli bir rol oynadığı, geri dönüşüm desteğinin ise "ekirdek eksikliği" sorununu aşmada kritik öneme sahip olduğu tespit edilmiştir. Jeon ve ark. (2015), sadece mali destekleri optimize etmek yerine, yenilenebilir enerji teknolojileri için

mali destekleri ve kamu ar-ge yatırımlarını bir arada optimize etmek için bir yöntem önermektedir. Sistem dinamiği ile reel opsiyon modellerinin birleşimiyle, yatırımcılar, tüketiciler ve politika yapıcılar arasındaki dinamik karmaşık etkileşimlerinin ve enerji, ekonomi ve çevre faktörlerinin gelecekteki belirsizliklerinin yakalanması amaçlanmıştır. Bu yöntem, destek optimizasyonunu daha doğru ve esnek hale getirmiştir. Model Kore fotovoltaik desteğine uyguladığında, hükümetin toplam destek ödemesini 359,5 milyon ABD doları azaltmasına rağmen fotovoltaik yayılım hedefine ulaşabileceği sonucuna varılmaktadır. Bu yöntem, politika yapıcılarının destek bütçesinin tahsislerini optimize etmelerine yardımcı olmakta ve böylece destek verimsizliklerini azaltmaktadır. Chang ve ark. (2016), sistem dinamiği yaklaşımını kullanarak Çin'in geri dönüşüm destek politikasının tüm ürün yaşam döngüsü üzerindeki etkilerini incelemektedir. Geri dönüşüm destek politikasının, geri dönüşüm ve yeniden kullanım süreçlerindeki önleyici ve yenileyici etkileri ile çevresel kirlilik, sosyal refah ve endüstri karlılığı üzerindeki rolü, kapalı döngü bir sistemle modellenmiş ve politikanın etkinliğini artırmaya yönelik öneriler sunulmuştur.

Zhao ve ark. (2017), karbon azaltım programına uyumu teşvik eden devlet destekleri ile ekonomik yaptırımların birleşik etkisini SD yöntemini kullanarak modellemiştir. Sonuçlar, yüksek maliyetli teknolojik planın çevresel performans açısından daha üstün olmasına rağmen, işletmelerin ekonomik nedenlerle düşük maliyetli planı tercih ettiğini göstermektedir. Bu bulgular, işletmelerin düşük karbonlu gelişim için optimal stratejiler belirlemesine ve hükümetlerin sürdürülebilir politika tasarımları yapmasına katkı sağlamaktadır. Lu ve ark. (2017), Çin elektrikli araç endüstrisinde politika yapımına yönelik hükümet, üreticiler, altyapı ve tüketiciler çerçevesinde bir SD modeli geliştirerek mali destek politikalarının etkisini analiz etmiştir. Bulgular, paydaşlara dayalı bir politika yaklaşımının politika sonuçlarını iyileştirdiğini ve “aşağıdan yukarıya” bir politika yapım sürecinin daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu model, SD metodolojisini genişleterek politika araştırmalarına katkıda bulunmaktadır. Kuo ve ark. (2019), Tayvan'da biyoyakıt geliştirilmesi için mali destek politikası, pazar talebi, biyoyakıt üretim maliyeti ve sosyal maliyet unsurlarını dikkate alan bir SD modeli önermektedir. Tayvan'da biyoyakıt kaynaklarının yetersiz olmasına rağmen ticarileştirme potansiyelinin büyük olduğu ve bu sürecin kaynakların etkin kullanımı ve arz-talep dengesiyle yönetilebileceği tespit edilmiştir. Özellikle E3 araçları (yakıt karışımı %3 etanol ve

%97 benzin) üzerinden yapılan analizler, hükümetin mali destek politikalarını pazar talebi ve teknolojik ilerlemelere göre dinamik olarak ayarlamasının önemini vurgulamaktadır. Arazi sınırlamaları ve artık kaynakların sınırlı kullanımı göz önüne alındığında, bu model biyoyakıt tedarik zincirinde risk paylaşımına dayalı bir strateji önerisi sunmaktadır. Li ve ark. (2022), Çin'de yeşil hidrojen endüstrisinin gelişimini desteklemek için devlet destek politikalarına dayalı bir SD modeli geliştirmektedir. Çalışmada, farklı destek senaryolarında (destek türü, yoğunluğu, süresi ve azalma modu) kurulu yeşil hidrojen kapasitesindeki değişimler, yatırım getirisi, karbon emisyonlarının azaltılması ve hükümet harcamaları simüle edilmiştir. Sistem dinamiği modeli kullanılarak yapılan analizde ise Li ve ark. (2023), satın alma ve Ar-Ge desteklerinin hem elektrikli araç talebini artırdığını hem de CO2 emisyonlarını azalttığını, ancak Ar-Ge desteklerinin belirli bir maliyet seviyesinde daha etkili olduğu göstermiştir. Ayrıca, dinamik Ar-Ge desteklerinin statik desteklere kıyasla daha verimli olduğu tespit edilmiş ve elektrikli araç endüstrisini desteklemek için politika yapıcılara öneriler sunulmuştur. Zhang ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan çalışmada, fotovoltaik atık modüllerinin geri dönüşümü için yatırım getirisi, geri kazanım oranı ve destek maliyetinin farklı senaryolar altında simüle edildiği bir SD modeli geliştirilmiştir. Bulgular, geri dönüşümün ilk aşamalarında (2026 öncesi) mali destek olmadan ekonomik fizibilitenin düşük olduğunu, ancak geri dönüşüm teknolojisi maliyetleri ve geri kazanım oranlarındaki değişimler göz önüne alınarak makul destek standartları ve çıkış mekanizmaları belirlenmesi gerektiğini göstermektedir.

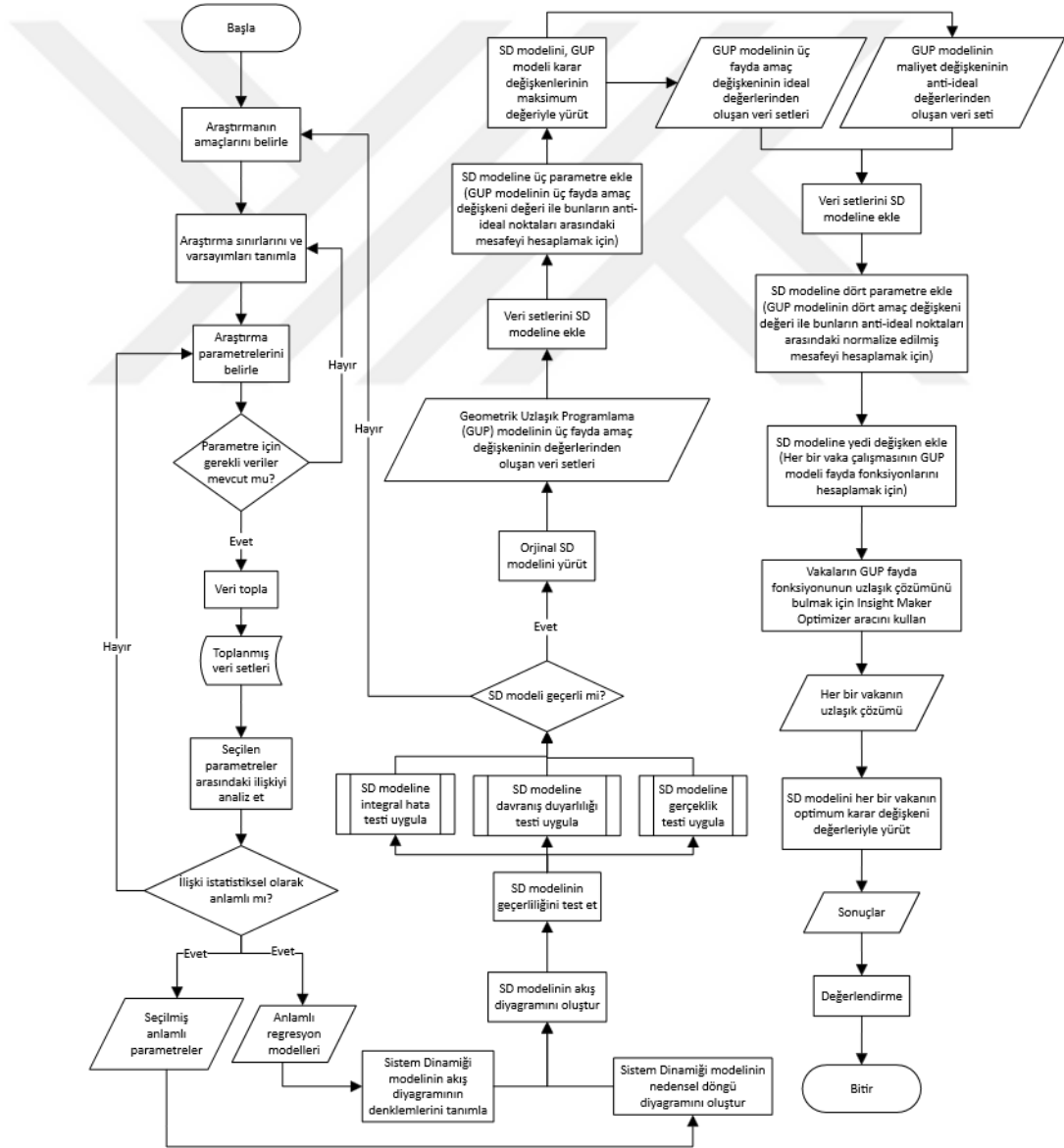
SD yöntemini kullanan bu çalışmalar, belirli destek türlerine odaklanarak dar kapsamlı analizler sunmaktadır. Bu tez ise hem girişimcilik hem de maaş desteklerini kapsayan daha geniş bir analizi ortaya koyarak literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır. Girişimcilik ekosistemini gerçek dünyayla uyumlu bir şekilde simüle eden temel SD modelinin kurulmasının ardından, girişimcilik desteklerinin belirlenen stratejik amaçları sağlayabilmesi adına girişimcilik maaş desteği parametrelerinin hangi değerleri alacağının belirlenmesi amacıyla bu tezde Geometrik Uzlaşık Programlama (GUP) yöntemi ilk kez SD çerçevesine entegre edilmiştir. Geometrik Uzlaşık Programlama (GUP) yöntemi, Hedef Programlama (HP) yöntemlerinden biri olması sebebiyle özellikle seçilmiştir. Bu yenilikçi yaklaşım, destek programlarının etkileşimlerini daha detaylı bir şekilde analiz etmeye olanak tanımaktadır. Böylece, bu

araştırma yalnızca literatürdeki bir boşluğu doldurmakla kalmayıp, aynı zamanda literatüre yeni bir perspektif kazandırarak daha derinlemesine bir politika analizi sunmaktadır. Bu bağlamda, çalışmanın bulguları, politika yapıcılar için daha etkili ve sürdürülebilir destek mekanizmaları tasarlamaya yönelik değerli çıkarımlar sunmaktadır.



3. YÖNTEM

Yöneylem araştırması yöntemleri, devlet desteği politikalarının analizinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Huang ve ark, 2024; Li ve ark, 2024; Ramani ve ark, 2024; Yang ve ark, 2024). Bu çalışma, kapsamlı bir analiz elde etmek amacıyla birden fazla yöntemi entegre ederek bütüncül bir yaklaşım benimsemektedir. Araştırma metodolojisi, Şekil 3.1’de açıklanmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma metodolojisi.

3.1. İstatistiksel Yöntemler

SD yaklaşımı çerçevesinde parametre tahmini için istatistiksel teknikler, uygulanabilir ve yararlı olduğu durumlarda kullanılmalıdır (Stermann, 2002). Bu çalışmada, değişkenler arasındaki ilişkilerin yönünü, gücünü ve etkileşimlerini anlamak amacıyla korelasyon ve regresyon analizleri uygulanmıştır. Korelasyon, iki değişken arasındaki istatistiksel ilişkiyi ifade eder. Regresyon analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki matematiksel ilişkiyi araştırırken, korelasyon analizi ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü değerlendirir. Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi değerlendirmek için Pearson korelasyon katsayısı ile gerçekleştirilmiştir. Pearson korelasyon katsayısı, değişkenler arasındaki ilişkinin pozitif veya negatif yönünü ve ilişkinin büyüklüğünü (-1 ile +1 arasında) ifade eder.

Regresyon analizi, bağımlı değişken ile bağımsız değişken(ler) arasındaki nedensel ilişkiyi modellemek ve tahmin etmek için uygulanmıştır. Çoklu doğrusal regresyon analizi, birden fazla bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, regresyon modelinin anlamlılığı ve tahmin gücü, R^2 (determinasyon katsayısı) ve düzeltilmiş R^2 değerleri ile incelenmiştir. Modelin genel uygunluğu için ANOVA testi yapılmış ve bağımsız değişkenlerin modeldeki anlamlılık düzeyleri, t-testi ile test edilmiştir.

Bu çalışmada, model parametrelerinin belirlenmesi sürecinde neden-sonuç ilişkilerine dair varsayımları incelemek için korelasyon analizi kullanılmıştır. Güçlü korelasyon gösteren değişkenler modele dahil edilirken, zayıf korelasyon gösterenler hariç tutulmuştur. Regresyon analizinde, anlamlı bir ilişki tespit edildiğinde, parametreler için zaman serisi verileri kullanılmıştır. Regresyon analizinde ilişkilerin istatistiksel anlamlılığını değerlendirmek için f-testi uygulanmış ve ardından regresyon denklemi SD modeline entegre edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan veriler, Ek A'da ayrıntılı olarak açıklanan şekilde üç kategoriye ayrılmıştır: ham, yarı işlenmiş ve işlenmiş veriler. Ham veriler, çeşitli kamu kurumları ve meslek gruplarından toplanan işlenmemiş verilerden oluşmaktadır. Bu verilerin yalnızca küçük bir kısmı doğrudan modelde kullanılırken, büyük bir kısmı dolaylı şekilde değerlendirilmiştir. Ham verilerin farklı kaynaklardan gelmesi nedeniyle formatlarında meydana gelen çeşitlilik, ön işlem gerektirmektedir. Bu süreç sonunda elde edilen veriler yarı işlenmiş veri olarak adlandırılmıştır. İşlenmiş veriler kategorisi ise SD modelinde kullanılabilir hale dönüştürülmüş verileri kapsamaktadır.

İki veri seti arasındaki ortalamaların istatistiksel eşitliğini değerlendirmek için t-testi kullanılır. T-testi, özellikle örneklem büyüklüğünün 30'dan küçük olduğu durumlarda, varyans analizi (ANOVA) yöntemi yerine tercih edilmektedir (Gerald, 2018). Modelin geçerliliği, model sonuçlarının gerçek değerlerle karşılaştırıldığı t-testi ile değerlendirilmiştir.

Buna ek olarak, model sonuçları ile gerçek veriler arasındaki uyumu değerlendirmek için ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) yöntemi de yardımcı, ikincil bir yöntem olarak kullanılmıştır. Pozitif ve negatif değerlerin birbirini geçersiz kılması sorununu aşmak için, ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE), belirli bir veri kümesindeki yüzde hatalarının mutlak değerlerinin ortalamasını temsil eder (Small ve Wong, 2002; Wheelwright ve ark, 1998). MAPE, bir tahmin modelinin doğruluğunu değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir hata ölçüm yöntemidir. MAPE, gerçek değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki farkın yüzdesel olarak ortalamasını hesaplar ve tahmin hatasının büyüklüğünü kolay anlaşılır bir şekilde ifade eder. MAPE metriği bir tahminin kesinliğini değerlendirir. MAPE, aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100 \quad (3.1)$$

burada n toplam veri sayısını, y_t gerçek (gözlenen) değeri ve $\hat{y}_t$ tahmin edilen değeri ifade eder ($t = 1, 2, \dots, n$).

3.2. Geometrik Uzlaşık Programlama

Hedef Programlama (HP), doğrusal programlamayı birden fazla hedefi ele alacak şekilde genişleten çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Bu yöntemin amacı, her bir hedef için belirlenen hedef değerlerine aynı anda ulaşmaktır (Jones ve Tamiz, 2003). HP, genellikle mühendislik tasarım operasyonlarında, birden fazla hedef arasında denge sağlayan bir uzlaşma çözümü bulmak için kullanılır. Geleneksel HP yöntemleri, çok hedefli bir problemi, hedeflerden sapmaların ağırlıklı toplamını en aza indirgeyerek tek bir hedefe dönüştürmektedir (Deb, 2001).

Hedef Programlamanın bir türü olan Uzlaşık Programlama (UP) yöntemi çok amaçlı problemleri ele alırken farklı bir yaklaşım benimser. HP, hedef değerlerden sapmaları enküçüklerken, UP, tepe (ideal) noktaya olan uzaklığı enküçükmeye odaklanır ve

uzlaşmayı daha geometrik bir açıdan ele alır. Ayrıca UP, en kötü (dip) noktadan olan uzaklığı enbüyükleyecek şekilde de uyarlanabilir (Zeleny, 2010). Amiri ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada Dip Uzlaşık Programlama olarak adlandırdıkları yaklaşımda, tepe noktaya olan uzaklığı enküçükleme yerine, dip değerlere olan uzaklığı enbüyüklemeye odaklanmıştır. Salas-Molina ve ark. (2023) tarafından önerilen Geometrik Uzlaşık Programlama (GUP), UP yöntemini genişleterek başarı metriği olarak çarpımsal fayda fonksiyonlarını kullanır.

Bu çalışmada, karar değişkenlerinin optimum değerlerini hesaplamak için dip değerlere olan uzaklığı en büyükleyen GUP yaklaşımı benimsenmiştir. Her bir kriter için dip noktaya olan uzaklık şu şekilde normalize edilir:

$$z_k(x) = \begin{cases} 0, & \text{eğer } k \in Y \text{ ve } f_{k,dip} = f_{k,tepe} = f_k(x) = 0 \\ 1, & \text{eğer } k \in M \text{ ve } f_{k,dip} = f_{k,tepe} = f_k(x) = 0 \\ \frac{f_k(x) - f_{k,dip}}{f_{k,tepe} - f_{k,dip}}, & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (3.2)$$

burada $f_{k,tepe}$ and $f_{k,dip}$ sırasıyla tepe (maksimum) ve dip (minimum) değerleri ifade eder; bu değerler, $f_k(x)$ fonksiyonuyla belirlenir ve $k = 1, 2, \dots, n$ kriter setini oluşturur. Y ve M ise sırasıyla fayda ve maliyet kriterlerini temsil eder.

Vaka çalışmaları kapsamında kullanılan GUP yaklaşımı, amaç fonksiyonu olarak aşağıdaki çarpımsal fonksiyonu kullanmıştır:

$$U(z) = \left[\prod_{k=1}^n z_k \right]^{(1/n)} \quad (3.3)$$

burada z_k , bir alternatifin k ölçütüne ilişkin değerlendirmesi ile k bileşeninin dip noktası arasındaki normalize edilmiş farkı ifade eder ($k = 1, 2, \dots, n$). Fark normalize edildiğinde, değer $[0, 1]$ aralığında olur. Kriterler arasında anlamsız karşılaştırmaları önlemek için bunun yapılması gereklidir.

3.3. Sistem Dinamiği

Sistem dinamiği (SD), 1950'lerin sonunda Jay W. Forrester tarafından Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT) geliştirilmiştir. Jay W. Forrester'ın öncülük ettiği sistem dinamiği, ilk olarak endüstriyel sistemlerde tedarik zinciri yönetimini optimize etmek için kullanılmıştır (Forrester, 1958). Forrester sistem dinamiğini, işletme,

ekonomi ve mühendislik gibi karmaşık sistemlerdeki dinamik davranışları anlamak ve analiz etmek için bir metodoloji olarak tanımlamıştır (1961). Bu yöntem, başlangıçta endüstriyel süreçlerin yönetiminde karşılaşılan sorunları ele almak için kullanılmıştır. Daha sonra bu yöntem şehir planlaması ve kentsel büyüme üzerine uygulanmıştır (Forrester, 1969). Sistem dinamiği, karmaşık ve geri bildirim içeren sistemlerin davranışlarını anlamak, analiz etmek ve politika önerileri geliştirmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Zamanla sistem dinamiği, şehir planlaması, enerji yönetimi, çevre politikaları, sağlık sistemleri, ekonomik modelleme ve daha birçok alanda kullanılabilecek esnek bir araç haline gelmiştir.

Sistem dinamiği, sistem bileşenleri arasındaki karşılıklı ilişkileri, bu ilişkilerin geri bildirim döngüleri oluşturmasını ve bu döngülerin zaman içinde sistemin genel davranışını nasıl şekillendirdiğini ele alır (Sterman, 2000). Sistem dinamiği, fiziksel, bilgi tabanlı veya finansal kaynakların bir sistem içindeki akışını modelleyerek, bir değişkenin diğer değişkenler üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini analiz etmeyi mümkün kılar. Bu yaklaşım, özellikle uzun vadeli stratejik kararlar almayı gerektiren karmaşık sorunlar için yararlıdır. Forrester (1958), sistem dinamiğini, zamanla değişen geri besleme döngüleri ve stok-akış ilişkileri üzerine kurarak, karmaşık problemlerin modellenmesini ve anlaşılmasını sağlamıştır. 1960'lar ve 70'ler boyunca bu yöntem, endüstriyel süreçlerin optimizasyonundan şehir planlamasına kadar geniş bir alanda uygulanmıştır (Sterman, 2000).

1970'lerde sistem dinamiği, küresel ölçekli problemlerin modellenmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Meadows ve ark. (1972), SD yöntemini kullanarak küresel nüfus artışı, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik büyüme arasındaki karmaşık etkileşimleri incelemiştir. Bu çalışma, SD yönteminin çevresel politika oluşturma sürecine önemli bir katkı sağladığını göstermiş ve bu yöntemin çevre bilimleri, enerji politikaları ve sosyal bilimler gibi alanlarda kullanımını artırmıştır. 1980'lerden itibaren, bilgisayar teknolojilerinin gelişimiyle birlikte, SD modellerinin uygulanması daha kolay hale gelmiştir. Özellikle enerji yönetimi, sağlık sistemleri, sürdürülebilir tarım ve eğitim politikaları gibi alanlarda kullanım alanı genişlemiştir (Sterman, 2002). Forrester'in geliştirdiği bu yöntem, zamanla çok daha geniş bir uygulama alanına yayılmıştır ve günümüzde hem akademik araştırmalar hem de politika geliştirme süreçlerinde önemli bir araç olarak kabul edilmektedir.

Sistem dinamiği, aşağıdaki temel kavramlar üzerine inşa edilmiştir:

1. Stok ve Akışlar: Stoklar, bir sistemde biriken kaynakları ifade ederken, akışlar bu kaynakların sistem içinde hareketini sağlar. Örneğin, bir şehirdeki su rezervuarları stokları temsil ederken, nehirler ve borular suyun akışını temsil eder.
2. Geri Bildirim Döngüleri: Geri bildirim döngüleri, bir değişkenin diğer değişkenler üzerindeki etkisinin, bir süre sonra kendisine geri dönmesini ifade eder. Geri bildirim döngüleri pozitif (güçlendirici) veya negatif (dengeleyici) olabilir.
3. Zaman Gecikmeleri: Sistemdeki değişimlerin etkilerinin hemen görülmemesi, kararların sonuçlarını öngörmeyi karmaşılaştırır. SD, bu tür zaman gecikmelerini analiz etmeye olanak tanır.
4. Neden-Sonuç İlişkileri: Sistem dinamiği, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini belirlemek için nedensel döngü diyagramları kullanır. Bu diyagramlar, sistemin nasıl işlediğini görselleştirmeye yardımcı olur.

Bu metodoloji, sadece mevcut durumları anlamakla kalmaz, aynı zamanda politika senaryolarının uzun vadeli etkilerini simüle etmek için güçlü bir araç sunar. Bu bağlamda, kapsamlı bir nedensel analiz yapılmasını sağlar ve karmaşık sistemlerdeki belirsizlikleri ve zaman içindeki değişiklikleri ele almak için uygun bir zemin oluşturur (Forrester, 1968).

Sistem dinamiği, sistem düşüncesi ilkelerine dayanan bir modelleme tekniğidir. Bu yaklaşım, sorunları diğer bileşenlerden bağımsız olarak incelemek yerine, unsurların bir bütün olarak nasıl etkileşimde bulunduğunu anlamaya vurgu yapar (Stermann, 2001). Anderson ve Johnson (2007), bu metodolojinin beş temel ilkesini şu şekilde tanımlamıştır:

- i. Büyük resmi dikkate alır ve sorunların kök nedenlerini daha geniş bir bakış açısıyla ele almak için geri adım atmaya sağlar.
- ii. Uzun vadeli ve kısa vadeli perspektifler arasında bir denge kurar (örneğin, çözümü en yakın nedensellikte aramak yerine, diğer unsurlara ve bunların karşılıklı ilişkilerine odaklanır).
- iii. Farklı sistemlerin dinamik, karmaşık ve birbiriyle ilişkili doğasını anlamaya yardımcı olur.
- iv. Sistem analizi sırasında ölçülebilir ve ölçülemeyen unsurları bir arada ele alır.
- v. Modelleyen bakış açısını, sistem içindeki konumunu ve çevresindeki ortamı her zaman dikkate alır.

Sistem düşüncesinin bu felsefeleri, simülasyon tekniği olarak daha da geliştirilen sistem dinamiğinin temelini oluşturur. Sterman'a (2000) göre, sistem dinamiği (SD) modellemesinin ilk adımı, problem tanımıyla ilgili olarak sistemi anlamak ve sınırlarını belirlemektir. Sistem tanımları çeşitlilik göstermekle birlikte, genel olarak bir sistem, tanımlanmış sınırlar içinde organize edilen ve ortak bir amaca hizmet eden birbiriyle bağlantılı parçalardan (bileşenler, unsurlar) oluşan bir bütün olarak kabul edilir (Waring, 1996). Zamanla gelişen sistem unsurları arasındaki sinerji, sistem sınırlarının doğru bir şekilde tanımlanmasının önemini vurgular. Bu sınırlar içinde tanımlanan bileşenlerin etkileşimleri, sistemin yapısını ortaya koyar.

Sistem dinamiği, bir problemin neden-sonuç ilişkilerini görselleştirme, tanımlama ve çözümleme becerisi sunar. Çevresel, sosyal veya ekonomik sistemlerdeki karmaşık ilişkileri analiz etmek için kullanılabilir. Bu yaklaşım, tez çalışmasının daha kapsamlı ve disiplinler arası bir çerçevede ele alınmasına olanak tanır.

Sistem dinamiği modelleri, farklı politika senaryolarını simüle ederek, önerilen politikaların uzun vadeli etkilerini değerlendirme imkânı sağlar. Çevre politikalarının sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi, enerji sektöründeki yatırımların sonuçları veya ekonomik büyüme üzerindeki sosyal reformların etkileri gibi konularda derinlemesine analizler yapılabilir (Richardson, 2011). Tez çalışmasında SD, devlet desteklerinin uzun vadeli etkilerini değerlendirme olanağı sağlayacaktır.

Sistem dinamiği, belirsizlikleri modelleme ve bu belirsizliklerin sistem davranışları üzerindeki etkisini analiz etme yeteneği sunar. Tez kapsamında gelecekteki belirsiz durumların öngörülmesi ve bu durumlara yönelik stratejik öneriler geliştirilmesi açısından SD önemli bir katkı sağlar.

Sistem dinamiği, mühendislik, ekonomi, çevre bilimleri ve sosyal bilimler gibi birçok disiplini bir araya getirerek karmaşık problemleri çözmek için bir çerçeve sağlar. Bu da tez konusunun hem teorik hem de uygulamalı yönlerinin daha kapsamlı bir şekilde ele alınmasına yardımcı olur.

Zaman serileri ve tarihsel veri kullanımıyla geçmişteki eğilimlerin modellenmesi, gelecek öngörülerinin oluşturulması açısından kritik öneme sahiptir (Meadows ve ark, 1972). Bu yönüyle SD, tez çalışmasının teorik bir temele dayanarak geleceğe yönelik öneriler sunmasını mümkün kılar.

Sistem dinamiği, karmaşık sistemlerin analizinde ve politika geliştirme süreçlerinde vazgeçilmez bir araçtır. Bu yöntem, özellikle disiplinler arası konuların ele alınmasında büyük avantajlar sunar ve tez çalışmalarında hem analitik hem de çözüm odaklı bir yaklaşım sağlar. Tez çalışmasında sistem dinamiğinin benimsenmesi, analitik derinlik ve pratik uygulanabilirlik sağlayarak çalışmanın bilimsel ve toplumsal katkılarını artıracaktır.

Sistem dinamiği süreci beş temel adımda açıklanabilir:

1. Sistem dinamiği problemini başlatmak için temel faktörlerin tanımlanması, dahil edilecek ve hariç tutulacak olanların ayırt edilmesi, ilgili sistem sınırlarının belirlenmesi. Ayrıca, problemin varsayılan davranışının ve süresinin belirlenmesi.
2. Sistem yapısını ve ilişkilerini göstermek için nedensel döngü diyagramları ve/veya stok-akış diyagramlarının oluşturulması.
3. Denklemler yapısının kurulması ve modelin yürütülmesi.
4. Model yapısının uygulanabilirliğinin ve doğruluğunun değerlendirilmesi. Çeşitli geri besleme döngülerinin hassasiyetinin değerlendirilmesi (Bu döngüler genellikle parametrelerden daha fazla değişkenlik gösterir). Modelin esnekliğinin, farklı yapıların ve parametre hassasiyetlerinin test edilmesi, böylece parametre doğruluğunun artırılması.
5. Modelle ilgili makul ve mantıklı bir güven düzeyine ulaşıldığında, politika analizinin ve tasarımının gerçekleştirilmesi.

Sistem dinamiği modelleri, nitel bir yaklaşım olarak nedensel döngü diyagramları ya da nicel bir yaklaşım olarak stok-akış diyagramları kullanılarak geliştirilebilir. Bu çalışma, her iki diyagramı da kullanacaktır.

SD, karmaşık zorlukları ve sorunları kavramsallaştırmak, anlamak ve ele almak için kullanılan gelişmiş bir yaklaşım ve bilgisayar simülasyon modelleme aracıdır. Bu yöntem, sorunları etkili bir şekilde çözebilecek karar alma yapıları ve politikalarını belirleyerek karmaşık sistem geri bildirimlerini analiz etmek için etkili bir simülasyon yöntemi olarak hizmet eder (Forrester, 1997; Sterman, 2002). SD, bir değişkendeki değişimlerin diğerlerini fiziksel kaynaklar ve bilgi akışları yoluyla nasıl etkilediğine odaklanır. Bu akışlar genellikle başlangıçtaki miktara geri dönerek bir geri bildirim döngüsü oluşturur. Bu geri bildirim döngüleri, sistemin davranışını düzenler (Azar,

2012). Çoğu durumda, sistem bileşenleri arasındaki ilişkiler, bu bileşenlerin bireysel etkilerinden daha baskın bir rol oynar. Dolayısıyla, sistemi bir bütün olarak anlamak, yalnızca bireysel parçalara odaklanmaktan ziyade bu etkileşimleri incelemeyi gerektirir.

Bu çalışma, vaka analizlerinde hem GUP hem de SD yaklaşımını kullanmaktadır. GUP yönteminden farklı olarak, SD zamansal boyutu da entegre ederek zaman faktörlerini vaka uygulamaları sırasında kritik hale getirir. Bu nedenle, SD çerçevesinde her bir vaka için fayda fonksiyonu serisi şu şekilde ifade edilmektedir:

$$Enb \sum_{i=0}^{84} U_{Sm,i}(z) \quad (3.4)$$

burada $m = 1, 2, \dots, 7$ (senaryo kümesi) ve i simülasyon zamanını ifade eder. Tüm senaryolarda simülasyon, yedi yıl boyunca aylık olarak gerçekleştirilmiş ve toplamda 84 adımda sonuçlanmıştır.



4. UYGULAMA

Bu çalışmada iki temel amaç doğrultusunda sistem dinamiği (SD) temelli bir model geliştirilmiştir. İlk olarak, girişimcilik maaş desteğinin belirli sosyoekonomik hedefler üzerindeki etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu değerlendirme, destek politikalarının girişimciliğe, istihdama ve vergi gelirlerine etkisini ayrıntılı bir şekilde analiz etmeyi hedeflemektedir. İkinci amaç ise, bu desteğin optimal parametre değerlerini belirleyerek, belirlenen sosyoekonomik hedeflerin verimliliğini artırmaktır. Böylece, girişimcilik maaş desteği ile sağlanabilecek maksimum faydanın elde edilmesi ve kaynak kullanımının daha etkin hale getirilmesi öngörülmektedir. İkinci amaç doğrultusunda temel SD modeli GUP modeliyle bütünleştirilmiştir.

Tezin uygulama süreci bir dizi aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak, SD modelinin hedefleri ve kapsamı tanımlanır. Bu aşamada, girişimcilik maaş desteğinin sistem içerisindeki rolü ve bunların farklı değişkenlerle olan ilişkisi ele alınır. Daha sonra, sistemin dinamiklerini ve geri bildirim mekanizmalarını anlamak için nedensel döngü diyagramı oluşturulur. Bu diyagram, desteğin girişimcilik, istihdam ve kamu maliyesi üzerindeki etkilerinin bir bütün olarak nasıl çalıştığını görselleştirir ve analiz eder.

Bir sonraki aşamada, akış diyagramı oluşturularak SD modelinin daha ayrıntılı bir temsili sağlanır. Bu diyagram, kaynakların akışı, karar mekanizmaları ve zaman içerisindeki değişimlerin sistematik bir şekilde modellenmesini mümkün kılar. Akış diyagramı tamamlandıktan sonra, model bir dizi test aracılığıyla doğrulanır. Bu doğrulama süreci, modelin gerçek dünya verileriyle uyumunu kontrol ederek sonuçların güvenilirliğini artırır. Özellikle, modelin öngördüğü değişkenlerin zaman içerisindeki davranışları ile gerçek dünyadaki gözlemler arasındaki uyum, modelin geçerliliğinin kritik bir göstergesi olarak ele alınır.

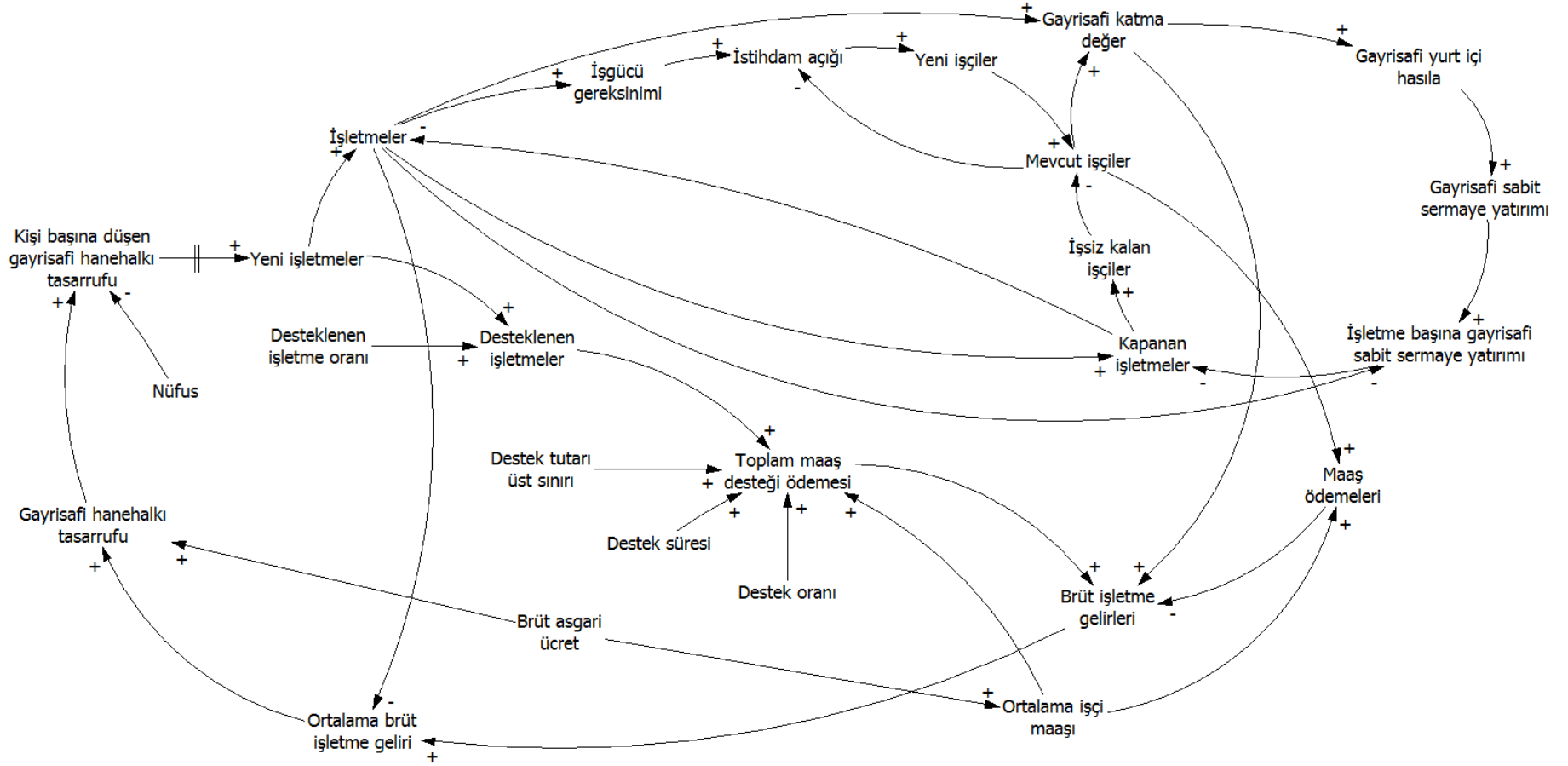
Son aşamada, GUP modeli, SD modeline entegre edilir. Bu entegrasyon, simülasyon sürecinin daha kapsamlı bir şekilde ele alınmasına olanak tanır. GUP yönteminin uyarlanabilir yapısı, çeşitli senaryolarda dinamik ve dengeli çözümler sunarak kurulan modelin politika oluşturma süreçlerinde etkili bir karar destek mekanizması olmasını mümkün kılar.

Sonuç olarak, bu çalışma, girişimcilik maaş desteğinin sosyoekonomik hedeflere etkisini SD modeli aracılığıyla analiz ederken, GUP modelinin dahil edilmesiyle optimal parametre değerlerini belirlemek için kapsamlı bir metodoloji sunmaktadır. Bu metodoloji, hem karar alıcılar için daha etkili politika tasarımı sağlamakta hem de girişimcilik teşviklerinin uzun vadeli ekonomik ve sosyal etkilerini daha iyi anlamaya katkı sunmaktadır.

4.1. Nedensel Döngü Diyagramı

Nedensel döngü diyagramı, sistem dinamiği yaklaşımında sıklıkla kullanılan, karmaşık sistemlerin içsel mekanizmalarını anlamak ve analiz etmek için tasarlanmış güçlü bir görsel araçtır. Bu tür diyagramlar, bir sistemdeki çeşitli değişkenlerin veya faktörlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini ve bu etkileşimlerin nasıl geri bildirim döngüleri oluşturduğunu ortaya koyar. Geri bildirim döngüleri, sistemin davranışını anlamak için kritik öneme sahiptir, çünkü bu döngüler sistemde dengeyi ya da büyümeyi sağlayan temel dinamikleri temsil eder. Genel olarak geri bildirim döngüleri iki türdür: güçlendirici (pozitif geri bildirim) ve dengeleyici (negatif geri bildirim). Güçlendirici döngüler, bir değişkenin etkisini artırarak sistemi ileri taşıırken, dengeleyici döngüler sistemi stabilize etmek ve kontrol altında tutmak için karşıt bir mekanizma sağlar. Bu sayede sistemin uzun vadeli sürdürülebilirliği sağlanabilir.

Şekil 4.1’de yer alan nedensel döngü diyagramı Vensim yazılımı (Vensim PLE 7.3.5) ile oluşturulmuştur. Diyagram, karmaşık ekonomik ve sosyal sistemlerdeki temel ilişkileri görselleştirerek, sistemin davranışını ve bu davranışı etkileyen faktörlerin birbirleriyle olan etkileşimlerini anlamaya olanak sağlar. Parametrelerin tahmini için geniş bir veri setinden yararlanılmıştır. Parametrelerin tahmin edilmesinde istatistiksel veriler, pazar araştırmaları, benzer ürünlerin geçmiş verileri, uzman görüşleri gibi hem nicel hem de öznel veri kaynaklarından yararlanılabilir (Sternan, 2001). Özellikle hem nicel hem de öznel veriler, parametrelerin daha doğru bir şekilde belirlenmesine katkı sağlamıştır. Bu çalışmada, parametrelerin ve bunların sistem içerisindeki bağlantılarının belirlenmesi için önceki araştırmalardan elde edilen bulgular, uzman görüşleri ve regresyon analizi temel alınmıştır.



Şekil 4.1. Nedensel döngü diyagramı.

Çalışmanın temel parametrelerinden biri olan "Yeni işletmeler", ekonomik ve sosyal dinamikler açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, önceki çalışmalar ve uzman görüşleri aracılığıyla yıllık yeni girişim sayısını etkileyen birçok faktör belirlenmiştir. Duran (2018) tarafından yapılan araştırma, kişi başına düşen banka mevduat oranındaki artışın girişimcilik ortamı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada yapılan korelasyon ve regresyon analizleri, kişi başına düşen gayrisafi hanehalkı tasarrufunun bir yıllık gecikmeyle yıllık yeni açılan işletme sayısı üzerinde güçlü ve anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Bağımlı değişken olan yeni açılan işletmeler ile bağımsız değişken olan bir önceki yıl kişi başına düşen gayrisafi hanehalkı tasarrufu arasındaki ilişkinin analizinde kullanılan veriler Tablo 4.1’de sunulmuştur. Bu tabloyla beraber tüm yarı işlenmiş (ham verilerin modelde kullanılabilir hale gelmesi için işlenmiş) ve ham veriler tablolar halinde kaynaklarıyla beraber Ek A’da yer almaktadır.

Tablo 4.1. Yeni işletmeler ve kişi başına düşen tasarruf verileri.

Yeni işletmeler (Bağımlı değişken)		Kişi başına düşen gayrisafi hanehalkı tasarrufu (Bağımsız değişken)	
Yıllar	Yıllık değer (Adet)	Yıllık değer (TL)	Yıllar
2012	298.351	1.066,42	2011
2013	301.639	1.097,67	2012
2014	325.804	1.441,45	2013
2015	314.222	1.660,07	2014
2016	333.383	1.790,41	2015
2017	346.108	1.867,83	2016
2018	348.966	2.182,63	2017
2019	347.007	1.883,63	2018

Tablo 4.1’de verilen değerler üzerinden yapılan regresyon analizinin sonuçları Tablo 4.2’de sunulmuştur. Tabloda R Kare değerinin 1’e yakın bir değere sahip olması, bununla birlikte Anlamlılık F değerinin 0’a yakın bir değere sahip olması, yeni açılan işletmeler ile bir yıl önceki kişi başına düşen gayrisafi hanehalkı tasarrufu arasındaki ilişkinin güçlü ve anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.2. Yeni işletmeler-Kişi başına düşen tasarruf ilişkisinin regresyon analizi.

Regresyon İstatistikleri					
Çoklu R	0,927228938				
R Kare	0,859753504				
Düzeltilmiş R Kare	0,836379088				
Standart Hata	8257,6824				
Gözlem	8				
ANOVA					
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	1	2508127068	2508127068	36,78181743	0,000911604
Fark	6	409135911,7	68189318,62		
Toplam	7	2917262980			
	Katsayılar		Standart Hata	t Stat	P-değeri
Kesişim	249014,997		13175,4456	18,8999298	1,41758E-06
Kişi başına düşen tasarruf	47,9872659		7,912421498	6,064801516	0,000911604

Bu regresyon analiziyle beraber modelin hazırlanması için yapılan tüm regresyon analizleri tablolar halinde Ek A’da sunulmuştur. Tablo 4.2’de yer alan regresyon analizi sonuçları göz önüne alınarak, SD modelinde kullanılmak üzere denklem 4.1 oluşturulmuştur:

$$y = 249015 + 47,99x \quad (4.1)$$

burada y ifadesi, bağımlı değişken olan yıllık yeni işletme sayısını temsil ederken, x ifadesi, bağımsız değişken olan bir önceki yıl kişi başına düşen yıllık gayrisafi hanehalkı tasarrufunu temsil etmektedir. Modelde yer alan denklemler bu şekilde oluşturulup modele eklenmiştir.

İşletme başarısızlığını öngörebilecek güvenilir modeller, ekonomik büyüme ve kalkınmayı desteklemek için politika yapıcılar açısından hayati öneme sahiptir (Beade ve ark, 2024). Çalışmanın bir diğer önemli parametresi olan "Kapanan işletmeler"in, makroekonomik göstergelerle yakından ilişkili olduğu görülmüştür. Altman (1983), Ben Jabeur ve ark. (2021), Hudson (1986), Ilmakunnas ve Topi (1999) çalışmalarında, gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYH) büyümesi ve kişi başına düşen GSYH gibi göstergelerin toplam iflas oranlarıyla ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada yapılan regresyon ve korelasyon analizlerine göre, GSYH'nin harcama bileşenlerinden biri olan gayrisafi sabit sermaye yatırımının (GFCF), yıllık kapanan girişim sayısı ile en güçlü ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Şekil 4.1'deki nedensel döngü diyagramı, birden fazla iç içe geçmiş döngüyü içermektedir. Bu döngülerden en kritik olanı, çalışmanın temel unsurları olan "Yeni işletmeler" ve "Toplam maaş desteği ödemesi" ile ilişkilidir. Bu kritik döngü şu şekilde tanımlanabilir: "Yeni işletmeler → + Desteklenen işletmeler → + Toplam maaş desteği ödemesi → + Brüt işletme gelirleri → + Ortalama brüt işletme geliri → + Gayrisafi hanehalkı tasarrufu → + Kişi başına düşen gayrisafi hanehalkı tasarrufu → + Yeni işletmeler." Bu döngü, sistemin temel dinamiklerini ortaya koyarak, çalışmanın ana hedeflerine ulaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Nedensel döngü diyagramlarının analizi, sistemin dinamiklerini daha iyi anlamak ve etkili politika kararları almak için değerli bir araçtır. Bu analizler, yalnızca sistemin mevcut durumunu anlamayı değil, aynı zamanda olası senaryoları ve politika müdahalelerinin etkilerini de tahmin etmeyi mümkün kılar. Bu bağlamda, çalışmada geliştirilen diyagram, girişimcilik destek politikalarının sosyoekonomik etkilerini anlamak ve bu politikaların etkinliğini artırmak için önemli bir altyapı sunmaktadır.

4.2. Akış Diyagramı

Akış diyagramı, sistem dinamiği (SD) modelleme sürecinin kritik bir aşaması olarak, nedensel döngü diyagramından türetilerek geliştirilmiştir. Bu diyagram, sistem içinde malzeme, enerji, bilgi veya diğer kaynakların akışını detaylı bir şekilde görselleştirmek için kullanılır. Aynı zamanda, bu kaynakların sistemin çeşitli bileşenleri veya süreçleri boyunca nasıl hareket ettiğini ve etkileşimde bulunduğunu anlamak için bir rehber görevi görür. Bu çalışmada, yedi farklı vaka çalışmasını kapsayan kapsamlı bir analiz çerçevesi oluşturulmuş ve her bir senaryo için SD modeli aşamalı olarak geliştirilmiştir.

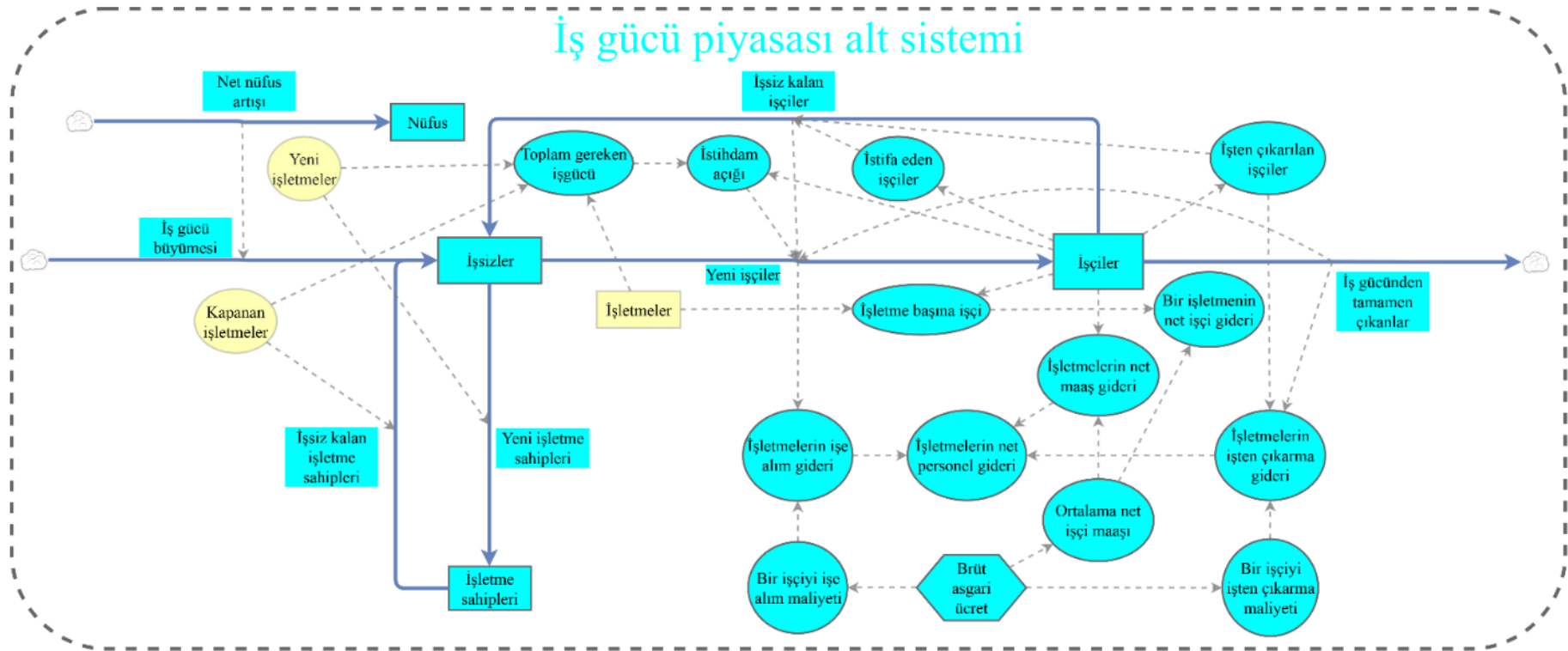
Modelleme süreci, temel bir SD modelinin oluşturulmasıyla başlamaktadır. Bu başlangıç modeli, sistemin genel işleyişini ve temel etkileşimlerini temsil eder. Temel SD modeli üç alt sistemden oluşacak şekilde; reel sektör alt sistemi, iş gücü piyasası alt sistemi ve devlet alt sistemi olarak tasarlanmıştır. Sistemin ana amacına katkı sağlamanın dışında, her bir alt sistem bazı özel amaçlara hizmet etmektedir. Reel sektör alt sistemi ile girişimcilik maaş desteğinin özellikle girişimcilik üzerindeki etkisinin analizi amaçlanmıştır. İş gücü piyasası alt sistemi, girişimcilik maaş desteğinin iş gücü piyasası üzerindeki etkisini analiz etmeye imkan tanımıştır.

Devlet alt sistemi kendi içinde vergi alt sistemi, GSYH alt sistemi ve destek alt sistemi olmak üzere üç alt sistemden oluşmaktadır. Vergi alt sistemi 14 değişkenden oluşmaktadır. Bunlardan yedisi sadece kendisine ait değişkenler iken, diğer yedisi diğer alt sistemlerde de bulunan değişkenlerdir. Vergi alt sistemi, girişimcilik maaş desteğinin özellikle devletin vergi gelirleri üzerindeki etkisini değerlendirebilmek amacıyla tasarlanmıştır. GSYH alt sistemi 13 değişkenden oluşmaktadır. Bu değişkenlerden sekiz tanesi kendi değişkenleri iken, diğer beş tanesi diğer alt sistemlerin tasarımının da yer alan değişkenlerdir. GSYH alt sistemi, GSYH ve ona bağlı bileşenlerin diğer alt sistemlerle olan ilişkisini daha kolay gözlemleyebilmeye olanak tanımıştır. Destek alt sistemi ise 2 stok, 5 akış ve 11 değişkenden oluşmaktadır. Bunlardan 1 stok, 2 akış ve 2 değişken diğer alt sistemlerde de bulunan değişkenlerdir. Modelin karar değişkenleri; destek oranı, destek süresi, destek üst sınırı ve desteklenen işletme oranı bu alt sistemde yer almaktadır. Ayrıca modelin maliyet amaç değişkeninin temeli olan toplam maaş desteği ödemesi de bu alt sistemde yer almaktadır.

Temel SD modelinin kurulmasından sonra, GUP modelinin SD modeline entegrasyonunu sağlamak amacıyla GUP alt sistemi modele eklenmiştir. Akış diyagramı tasarımının bu aşamasında ilk olarak, GUP modelinin üç fayda amaç değişkeni için temel modele üç yeni değişken eklenmiştir. Bu değişkenlerin eklenmesi, sistemin karmaşıklığının daha derinlemesine analiz edilmesine olanak tanımıştır. Temel model, yedi yıllık bir süre boyunca çalıştırılmış ve bu süreçte başlangıç yılı da dahil olmak üzere sekiz yıllık bir veri serisi üretilmiştir. Elde edilen veri setleri, Insight Maker yazılımında “converter” olarak tanımlı değişken türünde modele dahil edilmiştir. Bu değişkenler, "desteksiz (ilgili fayda değişkeni) serisi" ifadesiyle etiketlenmiştir. Bu yaklaşım, fayda değişkenlerinin dip değer serisini tanımlamak için stratejik bir yöntem sunmaktadır.

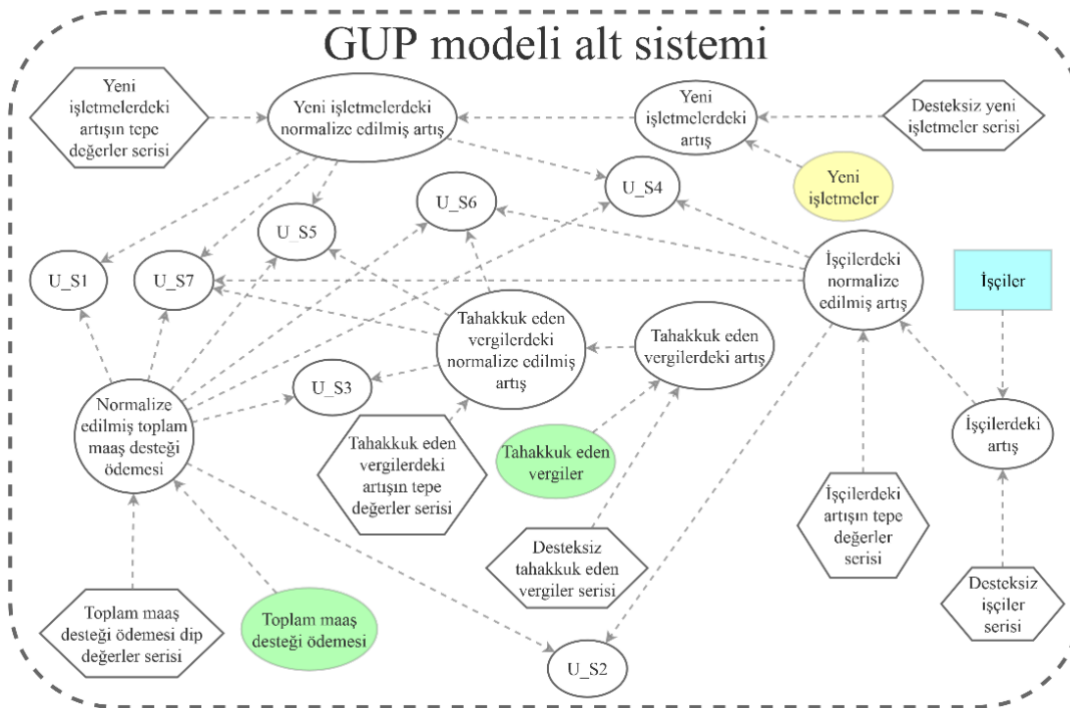
Fayda değişkenleri, özellikle ikisi; işçiler ve tahakkuk eden vergiler, modelde kritik bir önem taşımaktadır. Çalışmanın ana hedeflerinden biri, bu değişkenlerin marjinal etkilerini ölçmek ve değerlendirmektir. Ancak bu değerlendirme sırasında, değişkenlerin ana kitlelerinden ziyade, değişkenlerdeki marjinal artışlara odaklanılmıştır. Bu yöntem, baskın değerlerin modele etkisini azaltarak daha dengeli bir analiz yapılmasını sağlamıştır. Üçüncü aşamada ise, SD modeline "(ilgili fayda değişkeni) deki artış" adı verilen üç yeni değişken eklenmiştir. Bu değişkenler, temel fayda değişkenlerinin gerçekleşen değerleri ile dip değerleri arasındaki mesafeleri ölçmekte ve böylece GUP yöntemi bağlamında fayda analizine katkı sağlamaktadır.

Modelleme sürecinde maliyet değişkenleri de büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda, maaş desteklerinin hükümetler için mali bir yük oluşturduğu göz önünde bulundurularak "toplam maaş desteği ödemesi" değişkeni modelin tek maliyet değişkeni olarak ele alınmıştır. Daha önce belirtildiği üzere temel SD modelinde bu değişkenin başlangıç değerinin sıfır olduğu varsayılmıştır; dolayısıyla vaka çalışmaları kapsamında bu değişkenin artış değeri, gerçekleşen değerine eşit olmuştur. Her bir senaryonun detaylandırılması sırasında, modele ek değişkenler ve veri serileri için Insight Maker yazılımının “converter” olarak isimlendirdiği değişkenler eklenmiştir. Bu değişkenler, sistemin daha kapsamlı bir şekilde analiz edilmesine ve diyagramın gerçekçiliğinin artırılmasına katkı sağlamıştır. Modelin akış diyagramının iş gücü piyasası alt sistemi Şekil 4.2’de sunulmuştur.



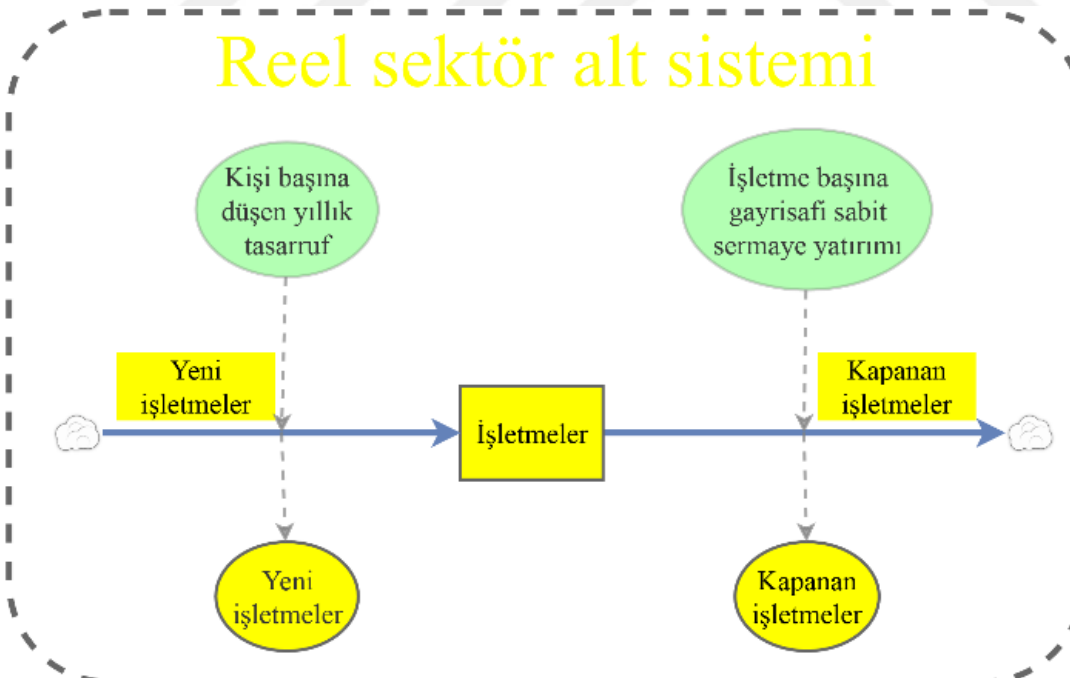
Şekil 4.2. İş gücü piyasası alt sistemi akış diyagramı.

Modelin nihai akış diyagramının iş gücü piyasası alt sistemi Şekil 4.3’de sunulmuştur.



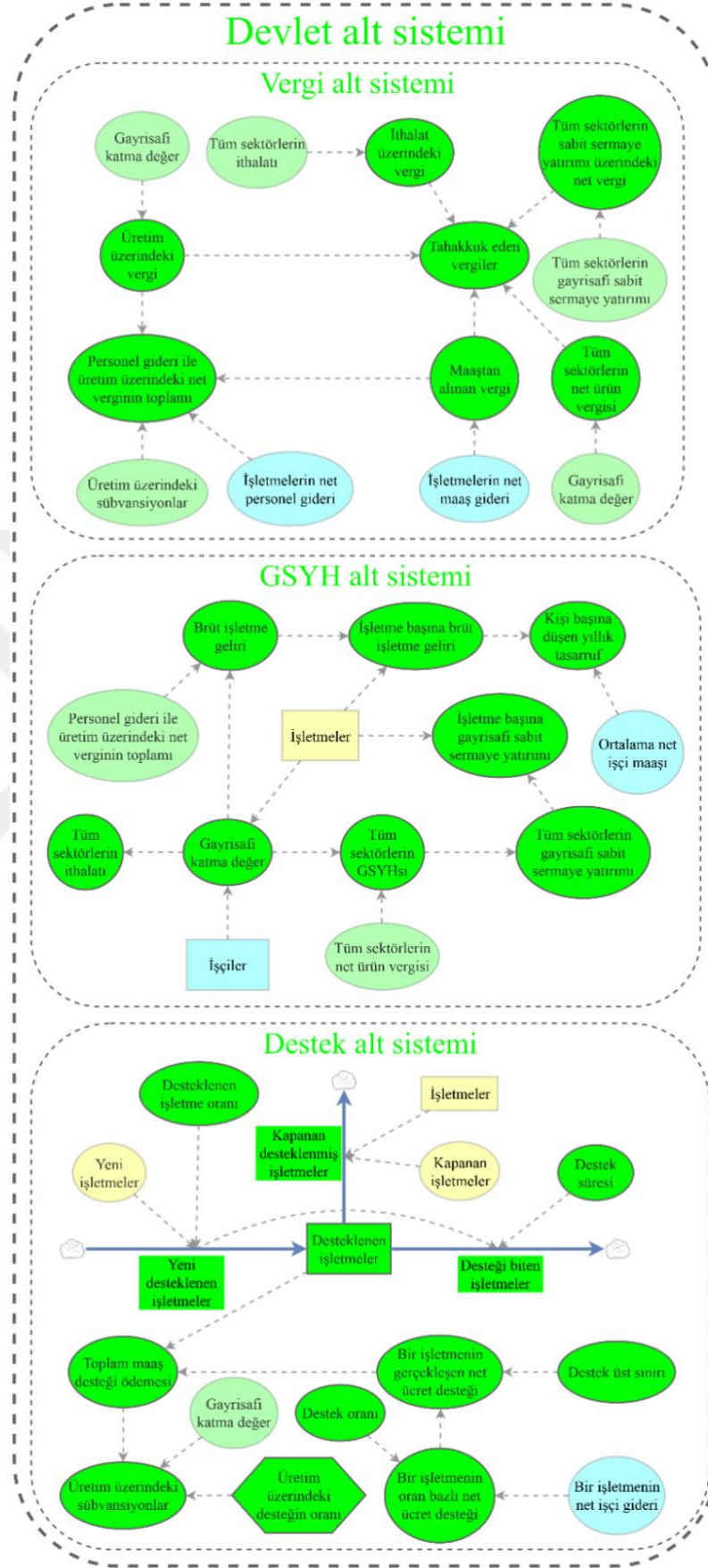
Şekil 4.3. GUP modeli alt sistemi akış diyagramı.

SD modeli akış diyagramının reel sektör alt sistemi Şekil 4.4’de sunulmuştur.



Şekil 4.4. Reel sektör alt sistemi akış diyagramı.

Vergi alt sistemi, GSYH alt sistemi ve destek alt sisteminden oluşan devlet alt sistemi Şekil 4.5’de sunulmuştur.



Şekil 4.5. Devlet alt sistemi akış diyagramı.

Akış diyagramının oluşturulması ve geliştirilmesi sürecinde Insight Maker yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım, tamamen ücretsiz ve çevrimiçi bir sistem modelleme aracı olarak, modelleme sürecinin esnek ve erişilebilir bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanımıştır. Stok başlangıç değerleri, model denklemleri ve diğer “converter” değişkenlerin değerleri detaylı bir şekilde Ek A’da sunulmuş, böylece modelin şeffaflığı ve yeniden üretilebilirliği sağlanmıştır.

Bu süreç, yalnızca modelin bilimsel doğruluğunu artırmakla kalmamış, aynı zamanda araştırma sonuçlarının politika yapıcılar ve akademisyenler için daha uygulanabilir hale getirilmesini sağlamıştır. Akış diyagramının, sistemin karmaşık yapısını görselleştirme ve çözüm önerilerinin etkilerini analiz etme açısından temel bir araç olmuştur.

4.3. Modelin Test Edilmesi

Sistem dinamiği modellemesinde doğrulama, modelin gerçek dünya sistemlerini güvenilir bir şekilde temsil etmesini ve doğru tahminlerde bulunmasını sağlamak için kritik bir öneme sahiptir. Bu amaçla, genel olarak uygulanan üç test vardır: davranış duyarlılığı testi, integral hata testi ve gerçeklik testi.

Davranış duyarlılığı testi, modelin temel parametrelerdeki değişimlere verdiği tepkiyi değerlendirerek, modelin sağlamlılığını test eder. Aşırı duyarlı modeller genellikle yapısal tutarlılıktan yoksundur ve bu durum modelin istikrarını olumsuz etkileyebilir (Coyle, 1977; Pruyt, 2013). Bu test aynı zamanda, model sonuçlarını önemli ölçüde etkileyen kritik parametrelerin belirlenmesine de olanak tanır. Davranış duyarlılığı testi, bu parametrelerin etkisini analiz ederek, modelin güvenilirliğini artırmaya yönelik iyileştirme fırsatları sunar.

İntegral hata testi, modelle elde edilen veriler ile ampirik veriler arasındaki toplam birikimli hatayı nicel olarak değerlendirir. Bu test, modelin belirlenen zaman aralığı içinde gerçek dünya dinamiklerini ne kadar başarılı bir şekilde yeniden ürettiğini ölçer (Forrester, 1961; Oliva, 2003). Böylece, modelin uzun vadeli dönemlerde sistem davranışını doğru bir şekilde temsil edip etmediği anlaşılır. Bu testin sonuçları, modelin dinamik doğruluğu açısından kritik bilgiler sağlar.

Gerçeklik testi, modelin yapısının, varsayımlarının ve sonuçlarının, gerçek sistemin ampirik verileri ve teorik bilgileriyle uyumlu olup olmadığını kontrol eder (Barlas,

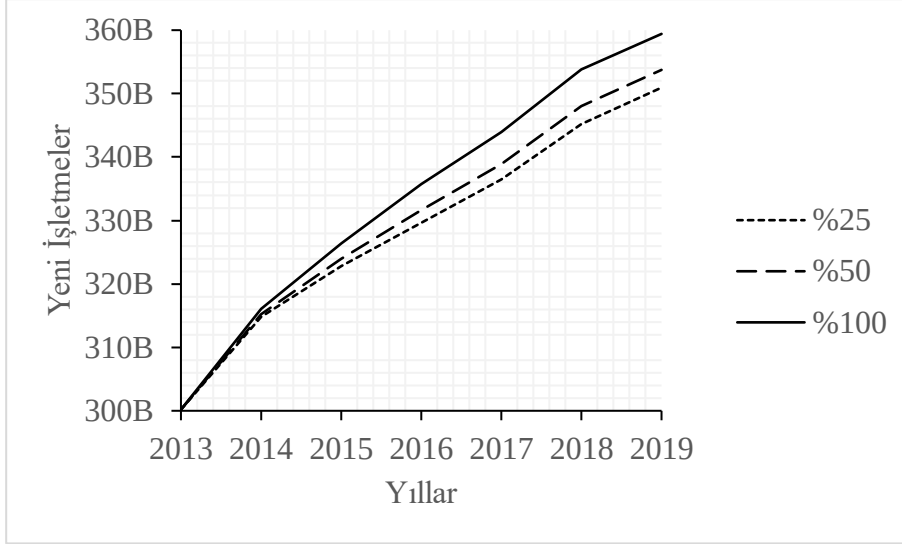
1996). Bu test, modelin mantığının ve davranışlarının gerçek dünya bağlamında pratik anlam ifade edip etmediğini incelemek için kullanılır. Gerçeklik testi, modelin teorik temellerini ve pratik uygulanabilirliğini değerlendiren bir ölçüt olarak öne çıkar.

Bu üç test, model doğrulama sürecine bütüncül bir yaklaşım sağlar: Davranış duyarlılık testi, modelin sağlamlığını garanti altına alırken, integral hata testi, tahmin doğruluğunu kontrol eder. Gerçeklik testi ise modelin gerçek dünya bilgisiyle uyumunu doğrular. Birlikte ele alındığında bu doğrulama testleri, modelin hem teorik hem de pratik açıdan güvenilirliğini sağlamada temel bir araç olarak görev yapar.

4.3.1. Davranış duyarlılığı testi

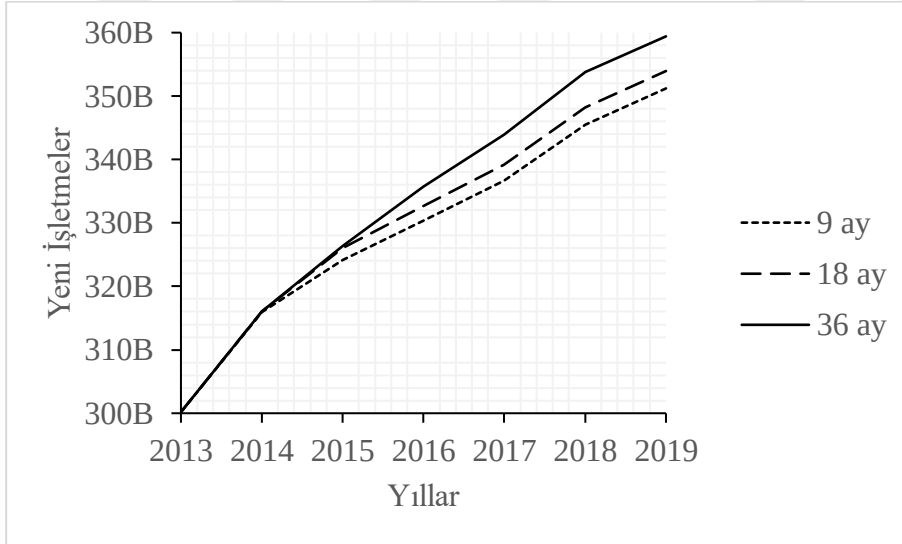
Davranış duyarlılığı testi, bir değişkeni değiştirerek diğer değişkenlerde meydana gelen değişimin makul olup olmadığını değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu test, SD modellerinin genellikle doğrusal olmayan bir yapıya sahip olduğu ve küçük parametre değişikliklerinin orantısız büyüklükte sonuçlara yol açabileceği anlayışına dayanır. Böyle bir durumda, modelin öngörülemez sonuçlar üretebileceği göz önüne alındığında, duyarlılık testi modelin kararlılığı ve sağlamlığı hakkında önemli bilgiler sağlar (Stermann, 2000). Eğer bir model belirli parametrelere karşı aşırı derecede hassassa, bu durum yapısal kusurların ya da modelin aşırı hassas kalibrasyona bağımlı olduğunun bir göstergesi olabilir ve bu durum modelin güvenilirliğini zedeler.

Bu çalışmada, "Yeni işletmeler" isimli bir çıktı değişkeni ile "Destek Oranı" ve "Destek Süresi" isimli iki girdi değişkeni seçilerek davranışsal duyarlılık analizine tabi tutulmuştur. İlk olarak, destek oranı için üç farklı seviye belirlenmiştir: %25, %50 ve %100. Her bir destek oranı için SD modeli çalıştırılmış ve "Yeni işletmeler" değişkeninin çıktıları Şekil 4.6'da sunulmuştur. Bu grafikte, destek oranlarının her biri için benzer davranışı sergileyen üç eğri gözlemlenmektedir.



Şekil 4.6. Destek oranı girdisiyle davranış duyarlılığı testi.

Benzer şekilde, destek süresi de üç seviyeye ayrılmıştır: 9 ay, 18 ay ve 36 ay. Her bir seviye için SD modeli çalıştırılmış ve farklı destek sürelerine karşılık gelen "Yeni işletmeler" değişkeninin çıktıları Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Grafikteki simülasyon eğilimleri, belirgin bir tutarlılık sergileyerek destek süresine ilişkin değişimlerin benzer etkilere sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4.7. Destek süresi girdisiyle davranış duyarlılığı testi.

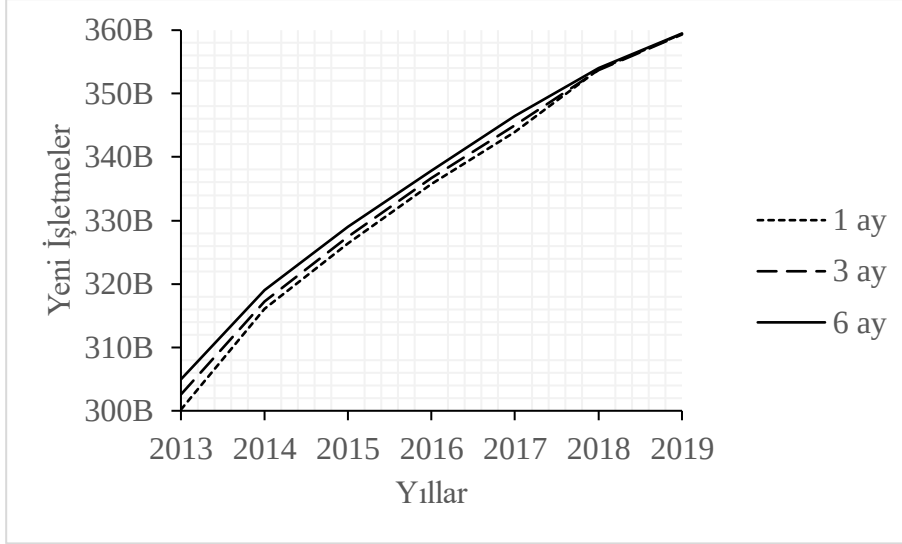
Elde edilen eğriler, "Yeni işletmeler" değişkeninin hem destek oranına hem de destek süresine duyarlı olduğunu göstermektedir. Her iki değişkenin de model üzerindeki etkisi duyarlılık testi ile doğrulanmıştır. Bu bulgular, modelin geçerliliğini destekler niteliktedir (Li ve ark, 2019).

4.3.2. İntegral hata testi

Simülasyon sonuçları üzerindeki zaman adımının önemi, bir integral hata testi ile ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu test, simülasyon modeli tarafından üretilen sonuçların zaman adımındaki değişikliklere ne derece duyarlı olduğunu inceleyerek modelin güvenilirliğini ve doğruluğunu test eder (Samara ve ark, 2012; Song ve ark, 2020). SD yöntemi diferansiyel denklemlere dayalı bir hesaplama temeline sahip olduğundan, bu tür modellerin doğruluğunu test etmek için integral hata testi uygulanması büyük önem taşır (Li ve ark, 2019).

İntegral hata testi kapsamında, model 1 ay, 3 ay ve 6 ay olmak üzere üç farklı zaman adımı kullanılarak çalıştırılmıştır. Bu farklı zaman aralıklarının seçilmesindeki temel amaç, modelin davranışının zaman adımındaki değişimlere olan tepkisini gözlemlemek ve modelin sonuçlarının bu değişikliklerden etkilenip etkilenmediğini tespit etmektir. Zaman adımının küçültülmesi, modelin daha hassas bir hesaplama yapmasını sağlar. Ancak, bu durum simülasyon süresinin uzamasına ve daha fazla hesaplama kaynağının kullanılmasına sebep olur. Dolayısıyla, optimum zaman adımının belirlenmesi, model doğruluğu ile hesaplama verimliliği arasında bir denge kurmayı gerektirir.

Şekil 4.8’de farklı zaman adımlarıyla gerçekleştirilen simülasyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Görüldüğü üzere, zaman adımı 1 aya indirildiğinde bile simülasyon sonuçlarında belirgin bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Tüm zaman adımlarında, modelin ürettiği çıktılar büyük ölçüde tutarlı kalmıştır. Bu sonuç, modelin zaman adımındaki değişikliklere karşı duyarlı olmadığını ve diferansiyel temelli yaklaşımının sağlamlığını ortaya koymaktadır. Zaman adımındaki değişikliklere rağmen benzer eğilimlerin ve çıktıların üretilmesi, modelin integral hata testini başarıyla geçtiğini açıkça göstermektedir.



Şekil 4.8. İntegral hata testi.

Ayrıca, bu sonuçlar, modelin uzun vadeli simülasyonlar için güvenilir bir yapıya sahip olduğunu ve zaman adımının optimize edilmesi yoluyla hem doğruluk hem de işlem verimliliğinin artırılabilirliğini ifade etmektedir. Bu tür testler, sistem dinamiği modellerinde yalnızca matematiksel doğruluğu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda karar alma süreçlerinde kullanılacak modellerin pratik uygulanabilirliğini de destekler. Bu bağlamda, integral hata testinin başarıyla geçilmesi, çalışmanın metodolojik temelini sağlam olduğunu ve modelin güvenilir bir şekilde gerçek sistemlerin dinamiklerini yansıttığını kanıtlamaktadır.

4.3.3. Gerçeklik testi

Gerçeklik testi, SD modellerinin doğruluğunu ve gerçek dünya sistemlerini temsil etme yeteneğini değerlendirmek için önemli bir testtir. Bu test, simülasyon sonuçlarının gerçek dünya verileriyle ne kadar tutarlı olduğunu inceleyerek, modelin güvenilirliğini ve uygulama potansiyelini ölçer. Sterman (2000), gerçeklik testinin önemini vurgulayarak, bir modelin hassasiyet ve hata testlerini başarıyla geçse bile, eğer gerçek dünya olgularını doğru bir şekilde yansıtmıyorsa kusurlu olarak kabul edileceğini ifade etmiştir. Bu bağlamda, gerçeklik testi, modelleme sürecinin temel taşıdır ve nihai olarak modelin doğrulanmasında en kritik adım olarak görülmektedir.

Gerçeklik testi, yalnızca simülasyon sonuçlarının doğruluğunu değil, aynı zamanda modelin yapı taşlarının ve varsayımlarının gerçek sistemle ne ölçüde örtüştüğünü değerlendirir. Bu nedenle, modelin teorik temelleri kadar, uygulama sırasında elde

edilen çıktıların da pratik olarak anlamlı olması gerekir. Bu çalışma kapsamında gerçeklik testi, modelin geçerliliğini değerlendirmek ve güvenilirliğini artırmak amacıyla ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) ve t-testi olmak üzere iki farklı yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bu testleri uygulamak için, modelin fayda amaç değişkenlerinden olan “Yeni işletmeler” ve “İşçiler” seçilmiştir. Bu değişkenler, SD modelinin temel hedeflerini ve etkilerini ölçmek için kilit göstergeler olarak belirlenmiştir. Temel SD modeli, 2012 yılından itibaren yedi yıllık bir süre boyunca aylık olarak çalıştırılmış ve simülasyon sonuçları, gerçek dünya verileriyle karşılaştırılmıştır. Yeni işletmeler değişkeninin gerçek verileri ile temel SD modelinin simülasyon sonuçları Tablo 4.3’de sunulmuştur. İşçiler değişkeninin gerçek verileri ile temel SD modelinin simülasyon sonuçları Tablo 4.4’de sunulmuştur.

Tablo 4.3. Yeni işletmeler değişkeninin gerçek verileri ile simülasyon sonuçları.

Yıllar	Gerçek	Simülasyon
2012	298.351	300.190
2013	301.639	300.190
2014	325.804	314.374
2015	314.222	321.555
2016	333.383	327.687
2017	346.108	333.950
2018	348.966	342.374
2019	347.007	348.174

Gerçeklik testinde kullanılan bu yöntemlerin her biri, modelin farklı yönlerini değerlendirmek için tasarlanmıştır. MAPE, model tarafından üretilen değerlerin gerçek dünya verileriyle ne ölçüde uyumlu olduğunu ölçmek için kullanılan bir hata değerlendirme metriğidir. Bu metrik, modelin simülasyon sonuçları ile gerçek değerler arasındaki farkı yüzde cinsinden ifade ederek, toplam hata oranını net bir şekilde

ortaya koyar. Düşük MAPE değerleri, modelin yüksek doğrulukla çalıştığını ve gerçek dünya dinamiklerini temsil etme konusunda başarılı olduğunu gösterir.

Tablo 4.4. İşçiler değişkeninin gerçek verileri ile simülasyon sonuçları.

Yıllar	Gerçek	Simülasyon
2012	10.900.631	10.900.631
2013	11.610.136	11.735.563
2014	12.324.878	12.223.217
2015	12.968.147	12.620.757
2016	13.055.782	13.019.702
2017	13.583.932	13.455.976
2018	13.688.932	13.953.123

Buna ek olarak, t-testi kullanılarak, model çıktılarının ortalamalarının gerçek dünya verileriyle istatistiksel olarak anlamlı bir uyum içinde olup olmadığı analiz edilmiştir. T-testi, simülasyon sonuçlarının yalnızca bireysel verilerle değil, aynı zamanda bu verilerin genel eğilimleriyle ne kadar tutarlı olduğunu test eder.

Tablo 4.5’de gösterildiği gibi, temsilci değişkenlerin model çıktıları ile gerçek dünya verileri arasındaki MAPE değerleri, %5’in altındadır. Bu sonuç, modelin doğruluğunu ve gerçek dünya sistemlerini temsil etme kapasitesini açıkça ortaya koymaktadır. “Yeni İşletmeler” değişkenine ilişkin MAPE değerinin düşük olması, modelin girişimcilik ortamını gerçekçi bir şekilde temsil ettiğini göstermektedir.

Tablo 4.5. Seçilen iki fayda amaç değişkenin MAPE değerleri.

	Yeni işletmeler	İşçiler
MAPE değeri	%1,80	%1,10

Ayrıca t-testi uygulanarak, simülasyon sonuçlarının ortalamalarının gerçek verilerle uyumlu olup olmadığı değerlendirilmiştir. Tablo 4.6’da sunulan p-değerleri, seçili değişkenler için eşit ortalamalar hipotezinin reddedilemeyeceğini göstermektedir. Bu durum, modelin çıktılarının yalnızca bireysel olarak değil, aynı zamanda genel eğilim düzeyinde de gerçek verilerle örtüştüğünü kanıtlamaktadır.

Tablo 4.6. Seçilen iki fayda amaç değişkenin t-testi p-değerleri.

t-testi	Yeni işletmeler	İşçiler
P(T<=t) tek-uçlu	%36,55	%47,76
P(T<=t) çift-uçlu	%73,11	%95,51

Gerçeklik testinin başarıyla geçilmesi, modelin hem teorik hem de pratik olarak güvenilir olduğunu göstermektedir. Model, yalnızca gerçek dünya sistemlerini temsil etmekle kalmayıp, aynı zamanda bu sistemler üzerinde analiz ve politika önerileri geliştirmek için sağlam bir temel sunmaktadır. Özellikle SD modellerinin politika yapıcılar tarafından kullanımı düşünüldüğünde, gerçeklik testinin önemi daha da artmaktadır. Çünkü bu test, modelin çıktılarına olan güveni artırarak, karar alıcıların doğru ve etkili stratejiler geliştirmesine olanak tanır.

Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında uygulanan gerçeklik testleri, modelin yüksek bir doğruluk düzeyine sahip olduğunu ve gerçek dünya sistemleri üzerinde uygulanabilir analizler sunabileceğini göstermiştir. Modelin, girişimcilik, iş gücü piyasası ve GSYH gibi kilit alanlarda güvenilir sonuçlar üreterek, politika yapıcılar için önemli bir karar destek aracı olabileceği kanıtlanmıştır.

4.4. Sistem Dinamiği İle Geometrik Uzlaşık Programlama Entegrasyonu

Bu çalışmada SD yöntemi ile bütünleşik şekilde GUP yöntemi kullanılmaktadır. SD yaklaşımı optimizasyon (eniyileme) kabiliyeti açısından sınırlıdır. Bu nedenle, önceden belirlenmiş karar değişkenlerinin optimal uzlaşık değerlerinin hesaplanması için kurulan GUP modeli, SD felsefesi bağlamında bir alt sistem olarak tasarlanıp, kurulan temel SD modeline entegre edilmiştir. GUP modelinin ayrıntılı bilgileri Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. GUP modeli değişkenleri ve SD modelindeki karşılıkları.

Vaka No.	Karar değişkenleri	Gerçekleşen değeri arasındaki uzaklık		Hedef değer		Amaç değişkenleri	
		Fayda değişkeni için dip noktası ile	Maliyet değişkeni için tepe noktası ile	Fayda değişkeni	Maliyet değişkeni	Fayda	Maliyet
1	Destek oranı Destek süresi Destek üst sınırı Desteklenen işletme oranı	Yeni işletmelerdeki artış		Yeni işletmelerdeki artışın tepe değerler serisi		Yeni işletmelerdeki normalize edilmiş artış	
2		İşçilerdeki artış		İşçilerdeki artışın tepe değerler serisi		İşçilerdeki normalize edilmiş artış	
3		Tahakkuk eden vergilerdeki artış		Tahakkuk eden vergilerdeki artışın tepe değerler serisi		Tahakkuk eden vergilerdeki normalize edilmiş artış	
4		Yeni işletmelerdeki artış		Yeni işletmelerdeki artışın tepe değerler serisi		Yeni işletmelerdeki normalize edilmiş artış	
		İşçilerdeki artış		İşçilerdeki artışın tepe değerler serisi		İşçilerdeki normalize edilmiş artış	
5		Yeni işletmelerdeki artış		Yeni işletmelerdeki artışın tepe değerler serisi	Toplam maaş desteği	Yeni işletmelerdeki normalize edilmiş artış	Normalize edilmiş
		Tahakkuk eden vergilerdeki artış	Toplam maaş desteği ödemesi	Tahakkuk eden vergilerdeki artışın tepe değerler serisi	dip değerler serisi	Tahakkuk eden vergilerdeki normalize edilmiş artış	toplam maaş desteği ödemesi
6		İşçilerdeki artış		İşçilerdeki artışın tepe değerler serisi		İşçilerdeki normalize edilmiş artış	
		Tahakkuk eden vergilerdeki artış		Tahakkuk eden vergilerdeki artışın tepe değerler serisi		Tahakkuk eden vergilerdeki normalize edilmiş artış	
7		Yeni işletmelerdeki artış		Yeni işletmelerdeki artışın tepe değerler serisi		Yeni işletmelerdeki normalize edilmiş artış	
		İşçilerdeki artış		İşçilerdeki artışın tepe değerler serisi		İşçilerdeki normalize edilmiş artış	
		Tahakkuk eden vergilerdeki artış		Tahakkuk eden vergilerdeki artışın tepe değerler serisi		Tahakkuk eden normalize edilmiş vergilerdeki artış	

Bu çalışma, fayda amaç değişkenleri olarak kabul edilen üç anahtar parametreye odaklanmaktadır. Tablo 4.8, yeni iş girişimlerinin desteklenmesiyle ulaşılması hedeflenen stratejik amaçları ve bu amaçlarla ilişkilendirilen parametreleri detaylı şekilde sunmaktadır.

Tablo 4.8. Destek politikasının stratejik amaçları ve ilgili parametreler.

No.	Parametre Adı	Stratejik Amaç
		Girişimcilik kültürünü yaygınlaştırmak,
1	Yeni işletmeler	Güçlü bir girişimcilik ekosistemi oluşturmak,
		Ekonomik büyümeyi hızlandırmak.
2	İşçiler	Yeni istihdam alanları oluşturmak,
		Ekonomik büyümeyi hızlandırmak.
3	Tahakkuk eden vergiler	Devletin vergi gelirlerini artırmak.

Çalışmanın ilk üç senaryosunda, GUP modellerinin başarı (amaç) fonksiyonları, bu üç fayda değişkeninden sadece birine odaklanmaktadır. İzleyen üç senaryoda ise, üç fayda değişkeni ikiyeşerli olarak amaç fonksiyonunda yer almaktadır. Son olarak, yedinci ve son senaryoda tüm fayda değişkenleri amaç fonksiyonunda yer almaktadır. Yedi senaryonun tamamında bir adet maliyet değişkeni bulunmaktadır.

Bu bölümde “akış diyagramı” bölümünde kısaca bahsi geçen ek işlemler yapılarak model geliştirilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi; destek oranı, destek süresi, destek üst sınırı ve desteklenen işletme oranı olmak üzere modelin dört karar değişkeni bulunmaktadır. İlk olarak SD modeli, dört karar değişkeninin maksimum değerleri kullanılarak yedi yıllık bir dönem için çalıştırılmıştır. Bu işlem sonucunda, hem maliyet kriterindeki hem de her bir fayda kriterindeki artışı değerlendirmek için yedi yıllık veri serisi oluşturulmuştur.

Oluşturulan bu seriler, her bir fayda kriterine ait tepe değerler serisini ve maliyet kriterine ait dip değerler serisini temsil etmektedir. Bunlar, SD modeline "ilgili fayda değişkenindeki artışın tepe değerler serisi" ve "maliyet kriterinin dip değerler serisi" olarak tanımlanarak dahil edilmiştir.

Her bir senaryo için GUP modelinin amaç fonksiyonları, U_{Sm} ($m = 1, 2, \dots, 7$) olarak tanımlanmıştır ve bu fonksiyonlar, şu şekilde ifade edilmektedir:

$$U_{S1}(z) = \sqrt{z_1 z_2} \quad (4.2)$$

$$U_{S2}(z) = \sqrt{z_1 z_3} \quad (4.3)$$

$$U_{S3}(z) = \sqrt{z_1 z_4} \quad (4.4)$$

$$U_{S4}(z) = \sqrt[3]{z_1 z_2 z_3} \quad (4.5)$$

$$U_{S5}(z) = \sqrt[3]{z_1 z_2 z_4} \quad (4.6)$$

$$U_{S6}(z) = \sqrt[3]{z_1 z_3 z_4} \quad (4.7)$$

$$U_{S7}(z) = \sqrt[4]{z_1 z_2 z_3 z_4} \quad (4.8)$$

burada z_1 , "toplam maaş desteği ödemesi" olarak adlandırılan maliyet kriterinin gerçekleşen değeri ile dip noktası arasındaki normalize edilmiş fark iken z_y ($y = 2, 3, 4$), aynı alternatifin fayda kriterleri açısından gerçekleşen değerleri ile dip noktası arasındaki normalize edilmiş farktır. Bu hesaplamaların model dahilinde yapılabilmesi için " U_{Sm} " olarak adlandırılan ek değişkenler, SD modeline "ilgili fayda değişken(ler)i için destek fayda-maliyet göstergesi" açıklamasıyla birlikte dahil edilmiştir. SD modelindeki bu değişkenlere ilgili denklemler (Denklem 4.2'den Denklem 4.8'e kadar) eklenmiştir. Bu değişkenleri kullanabilmek için, SD modeline z_1 ve z_y ($y = 2, 3, 4$) değerlerini hesaplamak amacıyla dört değişken eklenmiştir.

Normalize edilmiş maliyet kriterini hesaplamak için, denklem 3.2'den türetilen denklem 4.9 uygulanmıştır:

$$z_1(x) = \begin{cases} 1, & f_{1,dip} = f_{1,tepe} = f_1(x) = 0 \\ 1 - \frac{f_1(x)}{f_{1,dip}}, & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (4.9)$$

burada, $1 - \frac{f_1(x)}{f_{1,dip}}$ ifadesi, normalize edilmiş maliyet ölçütü olarak adlandırılabilir. Bu denkleme göre, maliyet kriterine ait tüm alternatifler için $f_{1,tepe}$ değeri 0'dır. Normalize edilmiş bir sayı, 0 ile 1 arasında bir değer almak zorundadır; burada normalize edilmiş maliyet ölçütü için "0" mutlak tepe noktayı temsil ederken, "1" mutlak dip noktayı temsil etmektedir. Böylece, denklem 3.2 denklem 4.9'a dönüşmüştür. Bu aşamada, "normalize edilmiş toplam maaş desteği ödemesi" adlı bir yeni değişken SD modeline dahil edilmiş ve bu sayede, normalize edilmiş maliyet kriterini temsil eden $z_1(x)$ değerinin hesaplanması sağlanmıştır.

Normalize edilmiş fayda kriterini hesaplamak için ise, denklem 3.2'den denklem 4.10 türetilmiştir:

$$z_y(x) = \begin{cases} 0, & f_{y,dip} = f_{y,tepe} = f_y(x) = 0 \\ \frac{f_y(x)}{f_{y,tepe}}, & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (4.10)$$

Burada, $\frac{f_y(x)}{f_{y,tepe}}$, ($y = 2, 3, 4$), normalize edilmiş fayda ölçütüdür. Fayda değişkenlerine ait tüm alternatifler için $f_{y,dip}$ değeri 0'dır. Normalize edilmiş fayda değişkenlerinde, "0" mutlak dip değere, "1" ise mutlak tepe değere karşılık gelmektedir. Bu aşamada, "ilgili fayda değişkenindeki normalize edilmiş artış" olarak adlandırılan üç yeni değişken daha SD modeline dahil edilmiştir. Bu değişkenler, fayda kriterlerinin normalize edilmiş değerlerinin hesaplanmasını sağlamaktadır.

5. BULGULAR

Uygulama sürecinde SD modelinin akış diyagramını hazırlamak için kullanılan Insight Maker yazılımı optimizasyon özelliğine de sahiptir. Insight Maker yazılımının bu özelliği, çalışma kapsamında tasarlanmış her bir senaryo için, amaç fonksiyonunun birikimli değerini enbüyüklemeyi amaçlayan karar değişkenlerinin optimum çözümünü hesaplamak amacıyla kullanılmıştır. Tablo 5.1, her bir vaka için elde edilen optimum çözümleri sunmaktadır.

Tablo 5.1. Senaryoların optimum çözümleri.

Vaka no.	Amaç fonksiyonunun nihai değeri	Karar değişkenleri			
		Destek üst sınırı (TL)	Destek oranı (%)	Destek süresi (Ay)	Desteklenen işletme oranı (%)
1	37,85	5334	100	11	99,95
2	44,31	4202	100	11	100,00
3	44,31	4201	100	11	100,00
4	41,02	3925	100	21	99,93
5	41,02	3923	100	21	99,98
6	44,77	4143	100	15	100,00
7	44,37	3991	100	24	99,98

Tablo 5.1 incelendiğinde, yapılan optimizasyon (eniyileme) işlemleri sonucunda tüm vakalar için optimum destek oranının %100 olarak hesaplandığı görülmüştür. Benzer şekilde, desteklenen işletme oranının optimum değeri de tüm senaryolar için %100 veya ona oldukça yakın bir değer olarak hesaplanmıştır. Amaç fonksiyonunun bir fayda amaç değişkeni ile maliyet amaç değişkeninden oluştuğu ilk üç senaryoda,

optimum destek süresi aynı değerde, 11 ay olarak tespit edilmiştir. Bu üç senaryodan ikisinde, ikinci ve üçüncü senaryolarda, destek süresiyle birlikte diğer üç karar değişkeninin optimum değerleri ile amaç fonksiyonun nihai değerlerinin aynı veya birbirine oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Amaç fonksiyonunun iki fayda amaç değişkeni ile maliyet amaç değişkeninden meydana geldiği ikinci üç senaryoda, üç durumun ikisinde, yani dördüncü ve beşinci senaryolarda, benzer sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu iki senaryoda da tüm karar değişkenlerinin optimum değerleri ile amaç fonksiyonun nihai değerleri, birbirine çok yakın veya aynıdır.

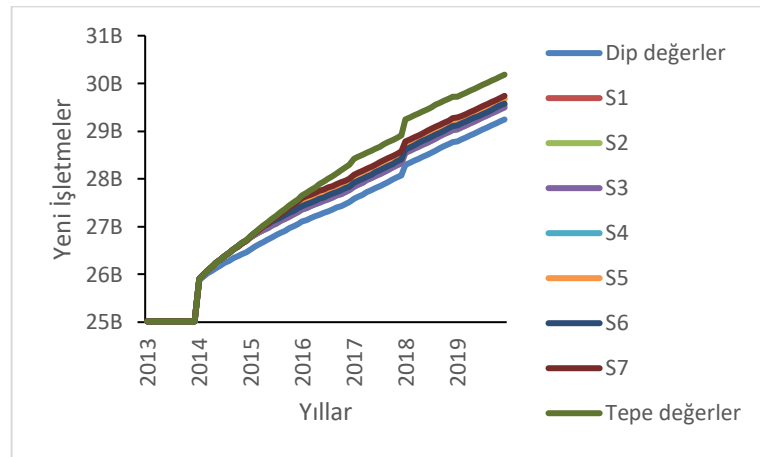
Tablo 5.2 her bir vaka için karar değişkenlerinin optimum değerlerinin hedef değişkenler üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla "ilgili fayda hedef değişkenindeki artış" ve "toplam maaş desteği ödemesi" değerlerini göstermektedir. Tablo 5.2 analiz edildiğinde listelenen tüm senaryolar arasında gerçekleşen değerler bakımından üçüncü senaryo en düşük sonuçları üretirken, yedinci senaryo en yüksek sonuçları elde etmiştir. İkinci senaryo ile üçüncü senaryonun sonuçları arasında ihmal edilebilecek düzeyde bir fark olduğu da görülmektedir.

Tablo 5.2. Optimum karar değişkenlerinin hedef değişkenlere etkileri.

Vaka no.	Yeni işletmelerdeki artış		İşçilerdeki artış		Tahakkuk eden vergilerdeki artış		Toplam maaş desteği ödemesi	
	Gerç.	Norm.	Gerç.	Norm.	Gerç.	Norm.	Gerç.	Norm.
1	18.491	36,50	91.825	45,96	9.519.899.463	45,96	98.158.352.614	44,90
2	16.723	34,42	83.896	44,82	9.014.175.787	44,82	86.532.056.823	47,78
3	16.722	34,42	83.879	44,82	9.012.468.018	44,82	86.513.032.536	47,79
4	26.450	47,21	130.474	55,38	13.173.845.726	55,37	141.352.061.307	32,82
5	26.448	47,21	130.473	55,38	13.173.720.574	55,37	141.350.708.442	32,82
6	21.346	41,05	106.337	51,11	11.146.871.924	51,11	111.879.171.987	40,28
7	29.792	51,56	146.286	58,84	14.495.346.807	58,84	160.830.132.440	27,55

Normalize edilmiş değerler bakımından incelendiğinde fayda değişkenleri için aynı durum mevcutken, maliyet değişkeni olduğundan dolayı "toplam maaş desteği ödemesi" için tam tersi bir durum söz konusudur. Ayrıca şekil 5.1'den şekil 5.8'e kadar olan grafiklerde, her bir vaka için karar değişkenlerinin optimum uzlaşık değerleri altında GUP modelinin her bir değişkeninin zaman içindeki değerleri gösterilmektedir. Bunun yanında, GUP modeli değişkenlerinin dip ve tepe değerler serisi de bu grafiklerde sunulmaktadır.

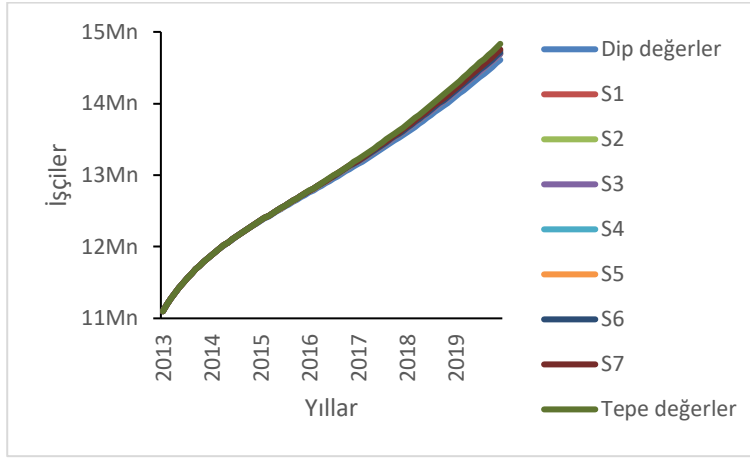
Şekil 5.1, yeni işletmeler değişkeni için dip değerlere, çalışma kapsamında geliştirilen yedi vakaya ve tepe değerlere ilişkin sonuçları göstermektedir. Şekilde yer alan dokuz durumda da yeni işletmelerin davranışında ilk yıl boyunca stabil bir seyir izlenmektedir. Bu dönemin ardından, 2018 yılının (simülasyonun 6. yılının) başında kısa dönemli ani bir büyüme gözlemlenirken, sonrasında daha yavaş bir hızla büyüme devam etmektedir. Dip değerler serisi dışındaki diğer tüm senaryolarda devam eden artış hızı, çeşitli dönüm noktalarına kadar neredeyse aynıdır. Dokuz senaryonun tamamında, bu dönüm noktalarından sonraki simülasyonun geri kalanı için yeni işletmeler değişkeninin davranışı, benzer ve paralel bir yol izlemektedir. Yedi çalışma senaryosu kendi arasında değerlendirildiğinde; simülasyon süresince genel olarak ikinci ve üçüncü senaryolardaki yeni işletmeler değerlerinin en düşük değerler olduğu, yedinci senaryodaki yeni işletmeler değerlerinin ise en yüksek değerler olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.1. Yeni işletmeler için yedi vaka, dip ve tepe değer sonuçları.

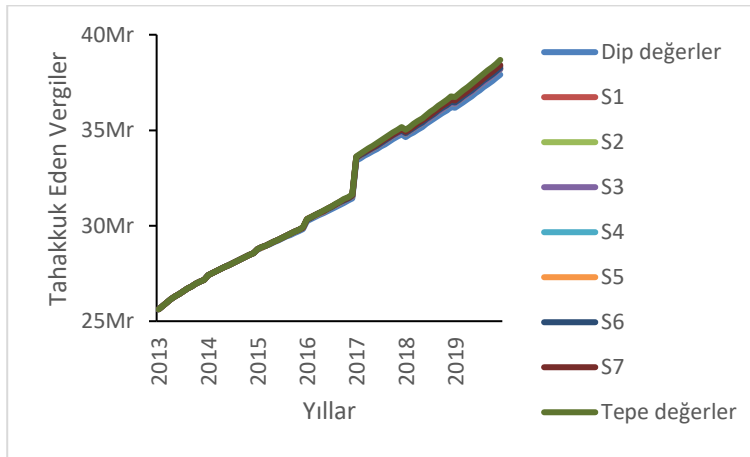
İşçiler parametresine ait dip değerler senaryosu, yedi çalışma senaryosu ve tepe değerler senaryosu için bulgular Şekil 5.2'de gösterilmektedir. Dokuz vakanın ilk yıl işçiler serisi tamamen eşit bir seyir izlemektedir. İlk yılın ardından senaryolar arasında

küçük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, senaryolar arasındaki bu farklılıkların nispeten minimal düzeyde olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 5.2. İşçiler için yedi vaka, dip ve tepe değer sonuçları.

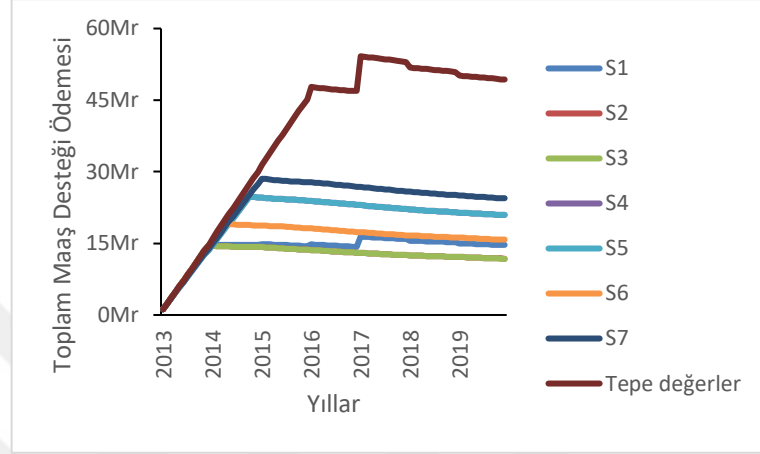
Şekil 5.3, tahakkuk eden vergiler değişkenine ait dip değer senaryosu, yedi çalışma senaryosu ve tepe değer senaryosu sonuçlarını içermektedir. Dokuz durumun ilk yıl tahakkuk eden vergiler serisi birbirinin tamamen aynısıdır. Ancak, ilk yılın ardından vakalar arasında küçük çaplı sapmalar meydana gelmektedir. Tüm senaryolarda 2017 yılının (simülasyonun 5. yılının) başında ani bir yükseliş gözlenmektedir. Bu sapmaların büyüklüğü oldukça sınırlı olup, dönemsel grafik davranışları arasında kayda değer bir tutarlılık gözlemlenmiştir.



Şekil 5.3. Tahakkuk eden vergiler için yedi vaka, dip ve tepe değer sonuçları.

Şekil 5.4, yedi çalışma senaryosu ve tepe değerler senaryosu için toplam maaş desteği ödemesi değişkeninin sonuçlarını göstermektedir. Temel SD modelinde toplam maaş desteği ödemesi sıfır varsayıldığı için Şekil 5.4'de dip değerler senaryosu için bir veri

bulunmamaktadır. Tüm senaryolarda toplam maaş desteği ödemesi değişkeni, belirli dönüm noktalarına kadar doğrusal bir artış eğilimi göstermektedir. Bu dönüm noktalarının ilgili vakadaki destek süresiyle benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu dönüm noktalarından itibaren, simülasyonun sonuna kadar tüm senaryolarda toplam maaş desteği ödemesi genel olarak düşük eğimli bir azalış sergilemektedir.

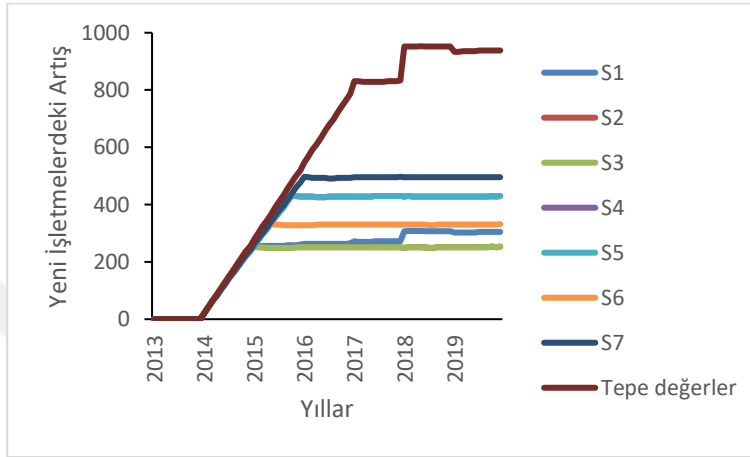


Şekil 5.4. Toplam maaş desteği ödemesi için yedi vaka ve tepe değer sonuçları.

Bununla birlikte, iki istisnai durum bulunmaktadır: birinci senaryo ve tepe değerler senaryosu. Diğer senaryolardan farklı olarak, bu iki senaryoda dönüm noktalarından sonra 2017 yılının (simülasyonun 5. yılının) başında kısa süreli artışlar gözlemlenmiştir. Bu artışlar, diğer senaryolarda gözlenen sürekli düşüş eğiliminden farklı olarak belirli dönemlerde kısa süreli dalgalanmalar oluşturmaktadır. Tepe değerler senaryosu dışındaki diğer yedi çalışma senaryosu incelendiğinde, simülasyon boyunca en yüksek toplam maaş desteği ödemesinin yedinci senaryoda olduğu görülmektedir. Diğer yandan en düşük toplam maaş desteği ödemesinin ikinci ve üçüncü senaryolarda olduğu görülmektedir. Bu iki senaryodaki toplam maaş desteği ödemeleri arasında görece çok az bir farklılık bulunmakla beraber, üçüncü senaryodaki toplam maaş desteği ödemesi ikinci senaryodakinden daha düşüktür. İkinci senaryo sonuçları ile üçüncü senaryo sonuçları arasındaki benzerlik dördüncü senaryo sonuçları ile beşinci senaryo sonuçları arasında da bulunmaktadır.

Şekil 5.5'de, yeni işletmelerdeki artış değişkenine ait bulgular yedi araştırma senaryosu ve tepe değerler senaryosu için sunulmaktadır. Tüm senaryolarda simülasyonun ilk yılı boyunca yeni işletmelerdeki artış değişkeninin değerleri sıfır olarak kalmıştır. Birinci yılın ardından, her bir vakanın Şekil 5.5'deki grafiği, Şekil 5.4'deki ilgili vakanın grafiğine büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Ancak, Şekil 5.4'deki durum

grafikleri dönüm noktalarından sonra düşük oranlı bir şekilde azalma eğilimi gösterirken, buna kıyasla Şekil 5.5'deki grafikler dönüm noktalarından sonra daha istikrarlı bir eğilim sergilemektedir. Şekil 5.5'de dönüm noktalarına ulaşıldıktan sonra eğrilerin eğimi neredeyse sıfır düzeyindedir, bu da daha sabit bir davranış biçimine işaret etmektedir. Bu dönüm noktalarının ilgili vakadaki destek süresinden bir yıl sonrasına denk geldiği tespit edilmiştir.

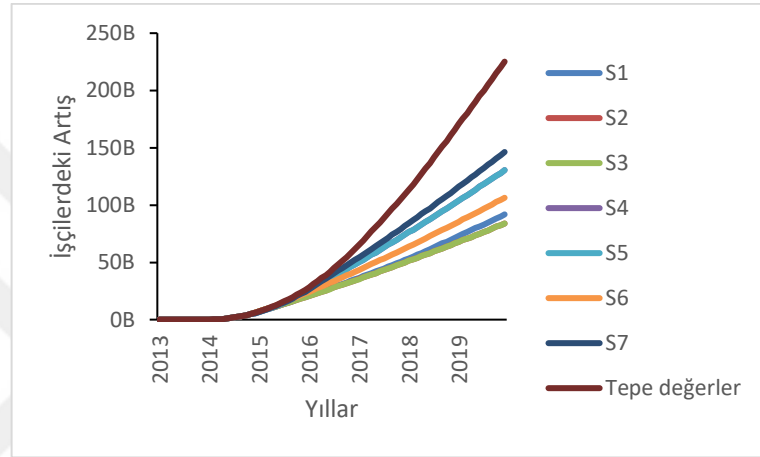


Şekil 5.5. Yeni işletmelerdeki artış için yedi vaka ve tepe değer sonuçları.

Bununla birlikte, birinci senaryo ve tepe değerler senaryosu için Şekil 5.4'de gözlemlenen istisnai davranışlar, aynı senaryolar için benzer şekilde Şekil 5.5'de de gözlemlenmektedir. Bu iki senaryo için ani artışlar Şekil 5.4'de 2017 yılının (simülasyonun 5. yılının) başında görülürken, Şekil 5.5'de 1 yıl sonra 2018 yılının (simülasyonun 6. yılının) başında görülmektedir. Yedi çalışma vakası kendi aralarında kıyaslandığında, simülasyon boyunca yeni işletmelerdeki artış değerinin genel olarak en yüksek seyrettiği vakanın Şekil 5.4'de olduğu gibi yedinci vaka olduğu görülmektedir. Diğer yandan yeni işletmelerdeki artış değerinin en düşük olduğu vakalar da Şekil 5.4 ile benzerlik göstermekte ve bu vakaların ikinci ve üçüncü vakalar olduğu görülmektedir. Şekil 5.5'de Şekil 5.4'den farklı olarak bu iki vakadaki değişken değerleri arasında fark bulunmamaktadır. Aynı şekilde dördüncü senaryo sonuçları ile beşinci senaryo sonuçları arasında da fark bulunmamaktadır.

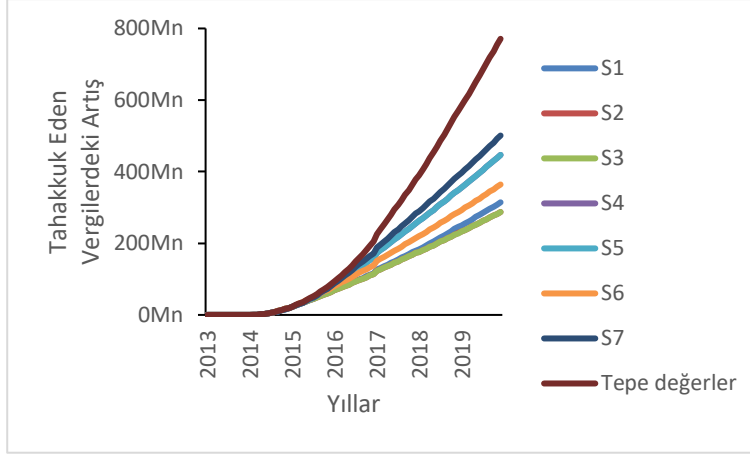
Şekil 5.6, yedi çalışma senaryosu ve tepe değerler senaryosu için işçilerdeki artış değişkeninin sonuçlarını göstermektedir. Tüm vakalar için simülasyonun ilk yılında, Şekil 5.5'de olduğu gibi Şekil 5.6'da da değişken değerlerinin sıfır olduğu görülmektedir. İlk yılın ardından her bir vakada sürekli bir artış kaydedilmiştir. İkinci vaka-üçüncü vaka ikilisi ve dördüncü vaka-beşinci vaka ikilisi arasındaki benzerlikler

dışında, bu artış hızları arasında zamanla farklılıklar belirgin hale gelmiştir. İkinci vaka ile üçüncü vaka arasındaki farklılık zaman içerisinde artmakla beraber, bu farklılık Şekil 5.4’dekine benzer şekilde önemsizmeyecek düzeydedir. Dördüncü vaka-beşinci vaka ikilisi arasındaki farklılık da çok düşük seviyededir. Tepe değerler istisnası dışında, değişken değerlerinin simülasyon genelinde en üst düzeyde gerçekleştiği vaka önceki değişken grafiklerinde olduğu gibi Şekil 5.6’da da yedinci vakadır. Bu değişken için de değişken değerlerinin simülasyon genelinde en düşük düzeyde gerçekleştiği vaka ise üçüncü vakadır.



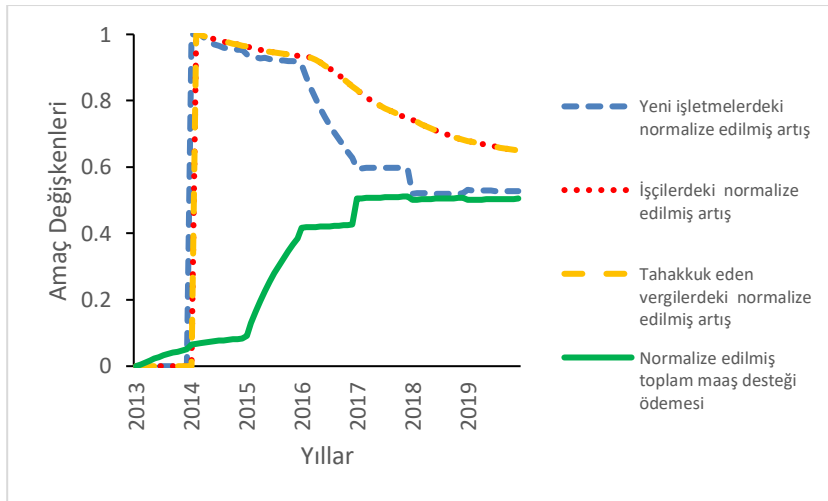
Şekil 5.6. İşçilerdeki artış için yedi vaka ve tepe değer sonuçları.

Şekil 5.7, yedi çalışma senaryosu ve tepe değerler senaryosu için tahakkuk eden vergilerdeki artış değişkeninin sonuçlarını sunmaktadır. Önceki iki değişken grafiğinde olduğu gibi bu değişken grafiğinde de tüm vakalar için simülasyonun ilk yılında değişken değerleri sıfır olarak kaydedilmiştir. Simülasyon ilerledikçe her bir vakanın grafiği, Şekil 5.6'daki karşılığına büyük ölçüde benzer bir yapı sergilemiştir. İkinci-üçüncü senaryolar ve dördüncü-beşinci senaryolar arasındaki farklılık önceki grafiklere benzer şekilde önemsizmeyecek düzeydedir. Üçüncü senaryo değerleri bu değişken için de en düşük değerlerdir. Tepe değerler senaryosu hariç tutulduğunda, kalan yedi çalışma senaryosu arasında değişken değerinin senaryo süresi boyunca genel olarak en yüksek değeri aldığı vaka önceki değişken grafiklerinde olduğu gibi Şekil 5.7’de de yedinci vakadır.



Şekil 5.7. Tahakkuk eden vergilerdeki artış için yedi vaka ve tepe değer sonuçları.

Her senaryo için amaç değişkenlerinin grafikleri genel olarak benzer bir model izlemektedir. Modelin tüm fayda değişkenleri amaç fonksiyonunda yer alan yedinci senaryo örnek seçilerek, Şekil 5.8'de bu senaryonun amaç değişkenlerinin grafikleri sunulmuştur. Fayda amaç değişkenlerinin değerleri, simülasyonun ilk yılında sıfır düzeyinde ilerleyip, ardından ani bir yükseliş göstermiş ve bu yükselişi kademeli bir düşüş izlemiştir. Simülasyonun sonuna yaklaşıldığında, her bir fayda amaç değişkeni için nispeten istikrarlı bir davranış gözlemlenmiştir. Tahakkuk eden vergilerdeki normalize edilmiş artış ile işçilerdeki normalize edilmiş artış değerleri simülasyon boyunca birbirine çok yakın seyrederek aynı davranışı sergilemiş ve simülasyonun sonuna doğru %65 düzeyinde istikrara kavuşmuştur. Diğer yandan, yeni işletmelerdeki normalize edilmiş artış değişkeninin grafiği ile maliyet amaç değişkeninin grafiği simülasyon sonuna doğru %50 seviyelerinde buluşmuştur.



Şekil 5.8. Yedinci (örnek) vakanın amaç değişkenlerinin simülasyon sonuçları.

Buna karşılık, maliyet amaç değişkeni, simülasyonun ilk yılında sıfıra yakın seviyelerde seyretmiştir. Daha sonra, tüm vakalarda kademeli bir artış kaydedilmiş ve simülasyonun sonlarına doğru fayda amaç değişkenleri ile benzer bir istikrar eğilimi göstermiştir. Bu durum, fayda ve maliyet amaç değişkenlerinin zaman içinde birbirine paralel bir şekilde hareket ettiğini ve uzun vadeli dinamiklerde tutarlı bir davranış sergilediğini göstermektedir.





6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, yeni kurulan işletmelere sağlanan maaş desteklerinin etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve bu alanda önemli bulgular ortaya konmuştur. Sistem Dinamiği (SD) modeli ile entegre olarak geliştirilen Geometrik Uzlaşma Programlama (GUP) modelinin, karar değişkenleri ile amaç değişkenleri arasındaki ilişkiyi derinlemesine anlamak ve optimize etmek için güçlü bir çerçeve sunulmuştur. Çalışmanın temel katkıları ve önerileri, politika yapıcılar, akademisyenler ve uygulayıcılar için kritik çıkarımlar sunmaktadır.

Geliştirilen model, geçmiş verileri analiz etmenin ötesinde, gelecekteki destek programlarının tasarımında da yol gösterici bir araç olarak kullanılabilir. Çalışmanın en önemli bulgularından biri, yıllık kişi başına tasarruf tutarının bir yıllık gecikme ile yıllık yeni işletme sayısı üzerinde oldukça anlamlı bir şekilde etkili olmasıdır. Bu bir yıllık gecikmenin modelin genelinde tam anlamıyla etkili olduğu modelin simülasyon sonuçlarında da tespit edilmiştir. Simülasyon sonuçlarında girişimcilik maaş desteği ödemelerinin simülasyonun başından itibaren yapılmaya başlanmasına karşılık, tüm senaryolarda fayda amaç değişkenlerinde ilk yıl artış değerinin sıfır olduğu, ikinci yılın başından itibaren artışın başladığı görülmüştür. Ayrıca, tüm senaryolar için toplam maaş desteği ödeme grafiğinin, yeni işletmelerdeki artış grafiğine birinci yılından sonra davranışsal olarak çok benzer olması da bunun bir göstergesidir. Sonuç olarak, girişimcilik maaş desteğinin dört temel parametresi olan karar değişkenlerinin tüm senaryolarda fayda amaç değişkenlerini bir yıl gecikmeyle etkilediği görülmüştür. Bu zaman gecikmesi, gerçek dünya bağlamında hibe programlarının tasarlanmasında karar alıcılar tarafından dikkate alınması gereken önemli bir unsurdur. Bu durum, desteklerin kısa vadeli etkilerinin sınırlı kalabileceği, ancak uzun vadede ekonomik dinamizmi artırabileceğine işaret etmektedir.

Yapılan vaka analizleri bir arada değerlendirildiğinde, modelin dört karar değişkeninin modelin iki temel fayda parametresi olan işçiler ve tahakkuk eden vergiler üzerindeki etkisinin oldukça sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, söz konusu parametrelerin büyük ölçekli olmalarından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Bu nedenle amaç fonksiyonunda fayda değişkenlerinin ana kitlelerine doğrudan yer

verilmemiş, onun yerine fayda değişkenlerindeki artışlar amaç fonksiyonunda yer almıştır. Amaç fonksiyonunda yapılan bu değişiklik verilen desteğin etkilerinin daha doğru ölçülebilmesine ve optimize edilebilmesine olanak sağlamıştır.

SD modelinde, "İşçiler" parametresi bir stok, "Tahakkuk eden vergiler" parametresi ise bir değişken olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu iki fayda parametresi açısından sonuçlar, senaryolar arasında sayısal ve grafiksel olarak büyük ölçüde benzerdir. Özellikle ikinci vaka sonuçları ile üçüncü vaka sonuçları arasındaki ve dördüncü vaka sonuçları ile beşinci vaka sonuçları arasındaki çarpıcı benzerliklerin de bu iki fayda parametresi arasındaki ilişkiden dolayı olduğu düşünülmektedir. Bu durum, iki değişken arasında yapısal bir tutarlılık olduğunu ve benzer etkilere sahip olduklarını göstermektedir. Modelde gerçek hayatta olduğu gibi, tahakkuk eden vergiler, işçiler ve işletmeler için tahakkuk etmektedir. Her bir simülasyon döneminde, "İşçiler" ve "İşletmeler" olmak üzere iki stokun değerleri, "Tahakkuk eden vergiler" değişkeninin değerinin hesaplanmasında dolaylı olarak kullanılmaktadır. İşçiler ve tahakkuk eden vergiler ile ilgili sonuçlardaki benzerliğin temel olarak bu hesaplama usulü sebebiyle olduğu değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, girişimcilere verilen maaş desteğinin etkinliğini değerlendirmede çalışan sayısı ve vergi gelirlerinin bir arada ele alınması yanıltıcı yorumlara neden olabilir. İki parametre arasındaki ilişki nedeniyle, diğer senaryoların sonuçları, bu değişkenlere bağlı parametrelerin fayda fonksiyonunda birleştirildiği durumlara kıyasla daha büyük bir önem taşımaktadır.

Modelleme sonuçları, amaç fonksiyonundaki fayda amaç değişkenlerinin sayısı arttıkça, optimum destek süresinin uzadığını, ancak optimum destek üst sınırının azaldığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, destek politikalarının tasarımıda önemli bir ipucu sunmaktadır. Uzun vadeli desteklerin, daha geniş fayda parametrelerini kapsayan programlarda daha etkili olabileceği değerlendirilmektedir. Ancak, bu tür programların maliyet etkinliği de dikkate alınmalı ve kamu kaynaklarının verimli kullanımı sağlanmalıdır. Dolayısıyla, politika yapıcılar için, destek süresi ve destek üst sınırı limitleri arasında denge kurmanın kritik olduğu bir kez daha vurgulanmıştır.

Modelin sonuçları desteğin etkileri bakımından incelendiğinde, yeni işletmelerdeki artışın simülasyonun ilk yılları boyunca ilgili senaryodaki optimum destek süresi kadar olduğu, sonrasında daha durağan bir davranış sergilediği görülmektedir. Bunun nedenlerinden en önemlisi, belirlenmiş destek üst sınırının verilen maaş desteği ödemesinin artışına izin vermemesi, sınırlamasıdır. Bu sınırlama maliyet etkinliği için

olması gereken bir durumdur. Diğer yandan destek üst sınırının diğer iki fayda değişkeninde artışın sınırlanmasına neden olmadığı ve bu değişkenlerde artışın sürekli hale geldiği görülmektedir. Bu durum, yeni işletmelerdeki artışın maaş desteğinden doğrudan etkilendiğini, işçilerdeki ve tahakkuk eden vergilerdeki artışın ise dolaylı olarak etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca bu durum girişimcilik maaş desteğinin sadece kısa vadede değil, uzun vadede de ekonomiye ve iş hayatına önemli katkılar sağladığının kanıtıdır.

Modelin amaç değişkenlerinin grafikleri analiz edildiğinde, modelde kullanılan yöntemin sonuçlarda oldukça etkili olduğu görülmektedir. Fayda amaç değişkenlerinde zaman içinde görülen kademeli düşüşün ardından gerçekleşen durağanlık ile maliyet amaç değişkeninde zaman içinde görülen kademeli artışın ardından gerçekleşen durağanlık bir arada düşünüldüğünde GUP yönteminin uzlaştırma yönünün etkisi belirginleşmektedir.

Bu çalışmada girişimcilik destek türlerinden maaş desteği ele alınmıştır. Gelecekte farklı girişimcilik destek türlerinin etkileri de incelenmelidir. Girişimcilere verilen makine-teçhizat desteği, kira desteği, enerji giderleri desteği gibi desteklerin sosyoekonomik etkileri araştırılabilir. Bu tür çalışmalar, farklı destek politikalarının etkinliklerini anlamaya ve karşılaştırmaya yardımcı olacaktır.

Girişimcilik maaş desteğinin etkileri bu tez çalışmasında tüm işletmeler için genel bir çerçevede değerlendirilmiş olup, işletme ölçeği bazında bir ayırım yapılmamıştır. Ancak, mikro, küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerin destek politikalarına verdikleri yanıtların farklılık gösterebileceği dikkate alındığında, bu ayırımın yapılması faydalı olacaktır. Mikro ölçekli işletmeler genellikle sınırlı finansal kaynaklara ve altyapıya sahip olduklarından, girişimcilik destek programlarının bu tür işletmeler üzerinde daha belirgin bir etkisi olabilir. Buna karşılık, büyük ölçekli işletmeler, destekleri farklı operasyonel ihtiyaçlar doğrultusunda kullanabilir ve daha geniş bir ekonomik etki oluşturabilir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, işletme ölçeğine özgü parametreler ekleyerek, farklı ölçeklerdeki işletmelerin girişimcilik destek politikalarına olan duyarlılıklarını analiz edebilir. Bu tür bir analiz, kaynakların daha verimli dağıtılmasını ve her ölçekten işletmenin kendi ihtiyaçlarına göre desteklenmesini sağlayacak daha etkili politika önerileri geliştirilmesine olanak tanıyabilir.

Bu çalışma girişimcilik destek programının etkilerini Türkiye geneli için modellemiş olup, bölgesel farklılıkları göz önüne almamıştır. Ancak, Türkiye'nin farklı bölgeleri, ekonomik gelişmişlik düzeyi, sektörlerin çeşitliliği ve iş gücü potansiyeli açısından önemli farklılıklar göstermektedir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda, girişimcilik destek programının bölgesel farklılıkları dikkate alacak şekilde modellenmesi, daha hedefe yönelik ve etkili politikaların geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bu tür çalışmalar, bölgesel ihtiyaçlara uygun teşvik mekanizmaları oluşturmayı ve bölgesel kalkınma farklarını azaltmayı mümkün kılabilir.

Mevcut çalışmada sektörel bir ayırım yapılmamış olup, hariç tutulan birkaç sektör dışında tüm ekonomik faaliyetler tek bir çerçevede değerlendirilmiştir. Gelecekte, desteklerin sektör bazında etkileri araştırılarak, sektöre özgü destek politikalarının geliştirilmesine katkı sağlanabilir. İmalat, tarım veya hizmet sektörlerine yönelik desteklerin etkileri, sektörlerin özelliklerine göre farklılık gösterebilir ve bu farklılıkların belirlenmesi, politika tasarımı için önemli bir avantaj sağlayabilir. Bununla birlikte imalat sektörünün üretilen ürünün teknoloji seviyesine göre alt kırımlara ayrılarak incelenmesi, imalat ve ihracatta katma değerli ürün payının artmasına katkı sağlayabilir.

Desteklerin kısa vadeli etkilerinin sınırlı olabileceği göz önüne alındığında, uzun vadeli etkilerin daha detaylı analiz edilmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda, modelin daha uzun simülasyon süreleri için yeniden yapılandırılması ve zaman gecikmelerinin etkilerinin daha ayrıntılı bir şekilde ele alınması önerilmektedir.

Türkiye'deki destek uygulamaları ile diğer ülkelerdeki benzer uygulamaların karşılaştırılması, uluslararası iyi uygulamaların belirlenmesine katkı sağlayabilir. Bu tür karşılaştırmalı çalışmalar, çalışmada geliştirilen modelin uluslararası bağlamda geçerliliğini artırabilir ve küresel düzeyde politika önerileri sunabilir.

Bu çalışma, destek politikalarının etkinliğini değerlendirmek ve optimize etmek için bütüncül bir model sunmaktadır. Sonuçlar, desteklerin sosyoekonomik etkilerinin daha iyi anlaşılması ve gelecekteki politikaların daha etkin bir şekilde tasarlanması açısından önemli ipuçları sunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu modelin daha da geliştirilmesine, sektörel bazlı analizlere ve farklı destek türlerinin etkilerinin incelenmesine odaklanmalıdır. Bu sayede, ekonomik büyümeyi ve toplumsal refahı artıracak daha etkili politikalar oluşturulabilecektir.

KAYNAKLAR

- Altman, E.I. (1983). Why businesses fail. *Journal of Business Strategy*, 3(4), 15-21.
<https://doi.org/10.1108/eb038985>
- Angheloiu, C., ve Tennant, M. (2020). Urban futures: Systemic or system changing interventions? A literature review using Meadows' leverage points as analytical framework. *Cities*, 104, 102808.
- Amiri, M., Ekhtiari, M., & Yazdani, M. (2011). Nadir compromise programming: A model for optimization of multi-objective portfolio problem. *Expert Systems with Applications*, 38 (6), 7222–7226.
- Anderson, R., ve Johnson, D. (2007). *Systems thinking basics: From concepts to causal loops*. Pegasus Communications.
- Andres, B., ve Poler, R. (2016). A decision support system for the collaborative selection of strategies in enterprise networks. *Decision Support Systems*, 91, 113-123.
- Avrupa Komisyonu. (2008). "Think Small First", a "small Business Act" for Europe (Vol. 8). Office for Official Publications of the European Communities.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0394&from=EN>
- Avrupa Komisyonu. (2012). Moving youth into employment.
<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=9223&Id=en>.
- Avrupa Komisyonu. (2013). Entrepreneurship 2020 action plan: Reigniting the entrepreneurial spirit in Europe. *European Commission, DG Enterprise & Industry, COM (2012)*, 795.
- Avrupa Komisyonu (2020). Report on the results of public consultation on The Entrepreneurship 2020 action plan. *Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs*.
https://commission.europa.eu/document/download/ad2d0376-7741-4726-8fd8-407e87c4af89_en?filename=annual-activity-report-2020-grow_en.pdf
- Azar, A.T. (2012). System dynamics as a useful technique for complex systems. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 10(4), 377-410.
- Barlas, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 12(3), 183-210.
- Beade, Á., Rodríguez, M., & Santos, J. (2024). Business failure prediction models with high and stable predictive power over time using genetic programming. *Operational Research*, 24(3), 52.
- Ben Jabeur, S., Mefteh-Wali, S., & Carmona, P. (2021). The impact of institutional and macroeconomic conditions on aggregate business bankruptcy. *Structural Change and Economic Dynamics*, 59, 108-119.

- Caliendo, M. (2016). Start-up subsidies for the unemployed: Opportunities and limitations. *IZA World of Labor*.
- Caliendo, M., ve Künn, S. (2011). Start-up subsidies for the unemployed: Long-term evidence and effect heterogeneity. *Journal of Public Economics*, 95(3-4), 311-331.
- Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., & Wurth, B. (2022). OR for entrepreneurial ecosystems: A problem-oriented review and agenda. *European Journal of Operational Research*, 300(3), 791-808.
- Cassells, R., ve Duncan, A. (2020). JobKeeper: The efficacy of Australia's first short-time wage subsidy. *Australian Journal of Labour Economics*, 23(2), 99-128.
- Chang, P. L., Ho, S. P., & Hsu, C. W. (2013). Dynamic simulation of government subsidy policy effects on solar water heaters installation in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 385-396.
- Chang, X., Fan, J., Zhao, Y., & Wu, J. (2016). Impact of China's recycling subsidy policy in the product life cycle. *Sustainability*, 8(8), 781.
- Choi, K., Narasimhan, R., & Kim, S. W. (2016). Opening the technological innovation black box: The case of the electronics industry in Korea. *European Journal of Operational Research*, 250(1), 192-203.
- Colombo, M. G., Giannangeli, S., & Grilli, L. (2013). Public subsidies and the employment growth of high-tech start-ups: Assessing the impact of selective and automatic support schemes. *Industrial and Corporate Change*, 22(5), 1273-1314.
- Coyle, R.G., 1977. *Management System Dynamics*. John Wiley and Sons.
- Deb, K. (2001). Nonlinear goal programming using multi-objective genetic algorithms. *Journal of the Operational Research Society*, 52, 291-302.
- De Mel, S., McKenzie, D., & Woodruff, C. (2010). Wage subsidies for microenterprises. *American Economic Review*, 100(2), 614-618.
- Dilger, R. J. (2016). *The European Union's small business act: a different approach*. Congressional Research Service.
- Drautzburg, T. (2019). Entrepreneurial tail risk: Implications for employment dynamics. *Journal of Monetary Economics*, 104, 85-100.
- Dvouletý, O. (2017). Does the self-employment policy reduce unemployment and increase employment? Empirical evidence from the Czech regions. *Central European Journal of Public Policy*, 11(2), 11-22.
- Duran, H. (2018). Türkiye'de devletin girişimcilik destekleri ve seçilmiş bazı değişkenlerin yeni firma doğum oranı üzerine etkisi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 68-85.
- Forrester, J. W. (1958) Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. *Harvard Business Review*, 36, 37-66.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. The MIT Press.
- Forrester, J. W. (1968). *Principles of Systems*. Productivity Press.
- Forrester, J. W. (1969). *Urban Dynamics*. The MIT Press.

- Forrester, J. W. (1997). Industrial dynamics. *Journal of the Operational Research Society* 48(10), 1037-1041.
- Gennari, E., ve Lotti, F. (2013). *Female entrepreneurship and government policy: evaluating the impact of subsidies on firms' survival* (No. 192). Bank of Italy, Economic Research and International Relations Area.
- Gerald, B. (2018). A brief review of independent, dependent and one sample t-test. *International Journal of Applied Mathematics and Theoretical Physics*, 4(2), 50-54.
- Global Entrepreneurship Monitor (2020). How GEM Defines Entrepreneurship. <https://www.gemconsortium.org/wiki/1149>
- Groh, M., Krishnan, N., McKenzie, D. J., & Vishwanath, T. (2012). Soft skills or hard cash? The impact of training and wage subsidy programs on female youth employment in Jordan. *The Impact of Training and Wage Subsidy Programs on Female Youth Employment in Jordan (July 1, 2012)*. World Bank Policy Research Working Paper, (6141).
- Hirte, G., ve Tscharaktschiew, S. (2013). The optimal subsidy on electric vehicles in German metropolitan areas: A spatial general equilibrium analysis. *Energy economics*, 40, 515-528.
- Homer, J. B., ve Hirsch, G. B. (2006). System dynamics modeling for public health: Background and opportunities. *American journal of public health*, 96(3), 452-458.
- Hottenrott, H., ve Richstein, R. (2020). Start-up subsidies: Does the policy instrument matter?. *Research Policy*, 49(1), 103888.
- Hsu, C. W. (2012). Using a system dynamics model to assess the effects of capital subsidies and feed-in tariffs on solar PV installations. *Applied energy*, 100, 205-217.
- Huang, J., Liu, R., & Zhang, T. (2024). A tripartite evolutionary game model of ginger transaction under the “regulation+ target price insurance” policy. *International Transactions in Operational Research*..
- Hudson, J. (1986). An analysis of company liquidations. *Applied Economics* 18(2), 219-235.
- Ilmakunnas, P., ve Topi, J. (1999). Microeconomic and macroeconomic influences on entry and exit of firms. *Review of Industrial Organization* 15, 283-301.
- Jeon, C., Lee, J., & Shin, J. (2015). Optimal subsidy estimation method using system dynamics and the real option model: Photovoltaic technology case. *Applied energy*, 142, 33-43.
- Jia, S., Yan, G., Shen, A., & Zheng, J. (2017). Dynamic simulation analysis of a construction and demolition waste management model under penalty and subsidy mechanisms. *Journal of cleaner production*, 147, 531-545.
- Jones, D.F., ve Tamiz, M. (2003). Goal programming in the period 1990–2000. *Multiple Criteria Optimization: State of the art annotated bibliographic surveys*, 129-170.
- Kelley, D. J., Singer, S., & Herrington, M. (2012). Global entrepreneurship monitor. *2011 Global Report, GEM 2011*, 7, 2-38.

- Kuo, T. C., Lin, S. H., Tseng, M. L., Chiu, A. S., & Hsu, C. W. (2019). Biofuels for vehicles in Taiwan: Using system dynamics modeling to evaluate government subsidy policies. *Resources, Conservation and Recycling*, 145, 31-39.
- Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı (KOSGEB) Destek Programları Yönetmeliği, 15 Haziran 2010 tarihli ve 27612 sayılı Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100615-4.htm>. Yayın tarihi Haziran 15, 2010. Erişim tarihi Aralık 4, 2021.
- Lacroix, G., ve Brouillette, D. (2011). Assessing the impact of a wage subsidy for single parents on social assistance. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 44(4), 1195-1221.
- Lee, T. L., ve Von Tunzelmann, N. (2005). A dynamic analytic approach to national innovation systems: The IC industry in Taiwan. *Research Policy*, 34(4), 425-440.
- Levinsohn, J., ve Pugatch, T. (2014). Prospective analysis of a wage subsidy for Cape Town youth. *Journal of Development Economics*, 108, 169-183.
- Li, C., Zhang, L., Ou, Z., & Ma, J. (2022). Using system dynamics to evaluate the impact of subsidy policies on green hydrogen industry in China. *Energy Policy*, 165, 112981.
- Li, G., Kou, C., & Wang, H. (2019). Estimating city-level energy consumption of residential buildings: A life-cycle dynamic simulation model. *Journal of environmental management*, 240, 451-462.
- Li, J., He, S., & Zhang, M. (2024). Optimal pricing and warranty strategies of a closed-loop supply chain under government subsidies. *International Transactions in Operational Research*. <https://doi.org/10.1111/itor.13417>
- Li, Y., Liang, C., Ye, F., & Zhao, X. (2023). Designing government subsidy schemes to promote the electric vehicle industry: A system dynamics model perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 167, 103558.
- Lombardi, S., Skans, O. N., & Vikström, J. (2018). Targeted wage subsidies and firm performance. *Labour Economics*, 53, 33-45.
- Lu, C., Liu, H. C., Tao, J., Rong, K., & Hsieh, Y. C. (2017). A key stakeholder-based financial subsidy stimulation for Chinese EV industrialization: A system dynamics simulation. *Technological Forecasting and Social Change*, 118, 1-14.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth; A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Universe Books.
- Navarro, L. (2018). Entrepreneurship policy and firm performance Chile's CORFO Seed Capital Program. *Estudios de economía*, 45(2), 301-316.
- Oliva, R., 2003. Model calibration as a testing strategy for system dynamics models. *European Journal of Operational Research*, 151(3), pp.552-568.
- Ota, R. R., Pati, J. C., & Ojha, A. K. (2019). Geometric programming technique to optimize power distribution system. *Opsearch*, 56(1), 282-299.

- Pruyt, E., 2013. *Small system dynamics models for big issues: Triple jump towards real-world complexity*. Delft: TU Delft Library.
- Ramani, V., Rani Kuiti, M., Ghosh, D., & Swami, S. (2024). Effectiveness of environmental regulations: Firm's decisions and welfare implications. *Journal of the Operational Research Society*, 75(12), 2443–2463.
- Richardson, G. P. (2011). Reflections on the foundations of system dynamics. *System Dynamics Review*, 27(3), 219-243.
- Salas-Molina, F., Pla-Santamaria, D., Vercher-Ferrandiz, M.L., & Garcia-Bernabeu, A. (2023). Geometric compromise programming: Application in portfolio selection. *International Transactions in Operational Research*, 30(5), 2571-2594.
- Samara, E., Georgiadis, P., & Bakouros, I. (2012). The impact of innovation policies on the performance of national innovation systems: A system dynamics analysis. *Technovation*, 32(11), 624-638.
- Santos, A., Neto, P., & Serrano, M. M. (2016). A long-term mortality analysis of subsidized firms in rural areas: An empirical study in the Portuguese Alentejo region. *Eurasian Economic Review*, 6, 125-151.
- Saysel, A. K., Barlas, Y., & Yenigün, O. (2002). Environmental sustainability in an agricultural development project: A system dynamics approach. *Journal of environmental management*, 64(3), 247-260.
- Shin, I., ve Kim, H. (2010). The effect of subsidy policies on the product quality improvement. *Economic Modelling*, 27(3), 687-696.
- Song, Y., Li, G., Wang, Q., Meng, X., & Wang, H. (2020). Scenario analysis on subsidy policies for the uptake of electric vehicles industry in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104927.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw Hill.
- Sterman, J. D. (2001). System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California management review* 43(4), 8-25. <https://doi.org/10.2307%2F41166098>
- Sterman, J.D. (2002). *System Dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2021, 8 Eylül). Girişimcilik ve İş Demografisi, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Girisimcilik-ve-Is-Demografisi-2020-37187> adresinden 5 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Walrave, B., ve Raven, R. (2016). Modelling the dynamics of technological innovation systems. *Research policy*, 45(9), 1833-1844.
- Wang, Y., Chang, X., Chen, Z., Zhong, Y., & Fan, T. (2014). Impact of subsidy policies on recycling and remanufacturing using system dynamics methodology: A case of auto parts in China. *Journal of Cleaner Production*, 74, 161-171.
- Waring, S. (1996). Understanding systems: A conceptual framework for system thinking. *Journal of Management Studies*, 33(3), 347-365. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.1996.tb00110.x>

- Wheelwright, S., Makridakis, S., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: methods and applications*. John Wiley & Sons.
- Wright, D., & Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems*. Earthscan.
- Yang, H., Huang, Y., Chen, J., Chen, B., & Shen, Y. (2024). Subsidy strategy for reserving flexible capacity of emergency supply production. *International Transactions in Operational Research*, 31(1), 316-345.
- Yang, Y. (2014). Government preference and the optimal choice of R&D subsidy policy: Innovation subsidy or product subsidy?. *Journal of Applied Mathematics*, 2014(1), 536370.
- Zhang, L., Chang, S., Wang, Q., & Zhou, D. (2022). Is subsidy needed for waste PV modules recycling in China? A system dynamics simulation. *Sustainable Production and Consumption*, 31, 152-164.
- Zhao, R., Zhou, X., Jin, Q., Wang, Y., & Liu, C. (2017). Enterprises' compliance with government carbon reduction labelling policy using a system dynamics approach. *Journal of Cleaner Production*, 163, 303-319.
- Zeleny, M. (1973). Compromise programming. In *Multiple criteria decision making* (pp. 262–301). University of South Carolina Press.
- Zeleny, M. (2010). Multiobjective optimization, systems design and De Novo programming. In *Handbook of multicriteria analysis* (pp. 243-262). Springer, Berlin, Heidelberg.

EKLER

EK A. Tablolar



EK A. Tablolar

Bu makaleyle ilgili ek veriler şu adreste erişime açılmıştır:
<https://doi.org/10.17632/fc697mst3g.1>

Ek veriler orijinal, yarı işlenmiş, işlenmiş verileri ile model denklemi listesini içerir. Orijinal veriler çeşitli kamu otoritelerinden ve meslek gruplarından toplanan ham verilerden oluşur. Bu verilerin yalnızca küçük bir kısmı doğrudan modelde kullanılmış olup, çoğunluğu dolaylı bir şekilde kullanılmıştır. Çeşitli kaynaklardan temin edilmesinden kaynaklanan orijinal verilerin formatlarındaki farklılıklar nedeniyle bu veriler ön işleme ihtiyaç duyar. Yapılan bu ön işlem neticesinde yarı işlenmiş veriler olarak adlandırılan veriler elde edilir. İşlenmiş veri kategorisi, SD modeli için tamamen kullanılabilir bir forma dönüştürülmüş verileri içerir. Ayrıca, model denklemi listesi nihai SD modelinin başlangıç stok değerlerini, model denklemlerini ve modelin diğer değişkenlerinin değerlerini içerir.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Yusuf Ziya GÖVCE

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2009, İTÜ, İşletme Fakültesi, Endüstri Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2012, İTÜ, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM:

- 2010-2012 yılları arasında Fintek (Ziraat Teknoloji) A.Ş.'de İş Analisti Uzman Yardımcısı olarak çalıştı.
- 2012-2013 yılları arasında Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı'nda (DOĞAKA) Uzman olarak çalıştı.
- 2013-2024 yılları arasında KOSGEB'te KOBİ Uzmanı olarak çalıştı.
- 2024 yılı Mayıs ayından itibaren kendi kurduğu danışmanlık firmasını işletiyor.

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER:

- Gövce, Y. Z., Uygun, Ö. ve Erkan, E. F. (2024). System dynamics and geometric compromise programming: Assessing the impact of entrepreneurship wage subsidies on macroeconomic objectives. *International Transactions in Operational Research*. DOI: 10.1111/itor.13601

DİĞER ESERLER:

- Gövce, Y. Z. (2013). Büyük düşünen KOBİ'lerde toplam kalite yönetimi uygulaması. *Anahtar Dergisi*, Ekim 2013, 25(298), 8-11.
- Gövce, Y. Z. (2013, 10-12, Aralık). KOSGEB hizmet merkezi müdürlüklerinde çalışan verimliliği yönetimi üzerine bir uygulama. IV. Ulusal Verimlilik Kongresi, Ankara, Türkiye.