

Bir Mikroekonomistin El Kitabı

*Nedensel Analiz Yöntemleri, Uygulamalar
ve Kodlarla Pratik Bir Rehber*

Dr. Mustafa Özer

 **ÖZGÜR**
YAYINLARI

Bir Mikroekonomistin El Kitabı

*Nedensel Analiz Yöntemleri,
Uygulamalar ve Kodlarla Pratik
Bir Rehber*

Dr. Mustafa Özer



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şhitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozguruyinlari.com

✉ info@ozguruyinlari.com

Bir Mikroekonomistin El Kitabı

Nedensel Analiz Yöntemleri, Uygulamalar ve Kodlarla Pratik Bir Rehber

Dr. Mustafa Özcer

Language: Turkish

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-5646-53-8

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub793>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Özcer, M. (2025). *Bir Mikroekonomistin El Kitabı Nedensel Analiz Yöntemleri, Uygulamalar ve Kodlarla Pratik Bir Rehber*. Özgür Publications. DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub793>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozguruyinlari.com/>



Ön Söz

Bu kitap, mikroekonomide nedensel analiz yöntemlerine ilgi duyan herkes için hazırlanmıştır. Ancak bu bir ders kitabı değildir. Aynı zamanda yalnızca akademisyenlere veya ileri düzey iktisat eğitimi almış kişilere yönelik de değildir. Kitap, nedensel analiz kavramlarını öğrenmek isteyen, veriyle çalışmayı seven, ekonometrik analizlere merak duyan herkesin anlayabileceği bir dilde, sade bir anlatımla kaleme alınmıştır.

Kitapta, nedensel çıkarımın temel kavramları, karşıt-gerçeklik yaklaşımı, korelasyon ile nedensellik arasındaki farklar gibi temel metodolojik başlıkların yanı sıra; araç değişkenler, farkların farkı, eğilim skoru eşleştirme, regresyon kesit tasarımı, doğal deneyler ve sentetik kontrol yöntemi gibi ileri düzey analiz tekniklerine de yer verilmiştir. Tüm bu yöntemler yalnızca kuramsal olarak anlatılmakla kalmamış, Stata kodları ve uygulamalı örneklerle desteklenerek okuyucunun doğrudan uygulamaya geçmesini kolaylaştıracak şekilde sunulmuştur.

Bu kitabı yazma fikri, doktora eğitimim sırasında ve sonrasında yürüttüğüm akademik yayınlar, edindiğim bilgi birikimi ve saha tecrübem ile şekillendi. Süreç içerisinde fark ettim ki, mikroekonomide nedensel analiz konularını sistematik biçimde ele alan, Türkçe yazılmış kapsamlı ve uygulamaya dönük bir kaynak halen bulunmamaktadır. Bu eksikliği gidermek ve Türkçe literatüre nitelikli bir katkı sunmak amacıyla bu çalışmayı kaleme aldım.

Temennim, bu kitabın yalnızca araştırmacılar için değil; aynı zamanda sosyal bilimlere, politika analizine ya da veri temelli düşünmeye ilgi duyan herkes için başucu niteliğinde bir rehber olabilmesidir.

Teşekkürler

Bu kitabın hazırlanma sürecinde doğrudan ve dolaylı katkılarıyla destek veren tüm kişi ve kurumlara teşekkürü bir borç bilirim.

Öncelikle, eğitim ve mesleki hayatım boyunca her daim yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme teşekkür ederim. Sevgili eşim **Büşra Özer**, annem **Salime Özer**, babam **Erdoğan Özer**, babaannem **Ümmühan Özer** ve oğlum **Melih Arden Özer**, göstermiş oldukları sabır, anlayış ve moral desteğiyle bu çalışmanın tamamlanmasına büyük katkı sunmuşlardır.

Akademik çalışmalarında birlikte üretme imkânı bulduğum ve bilimsel düşünme pratiğime önemli katkılarda bulunan **Prof. Dr. Jan Fidrmuc**'a, bu kitap özelinde sağladığı yapıcı geri bildirim ve yönlendirmeler için teşekkür ederim. Ayrıca çalışmanın çeşitli aşamalarında yapıcı değerlendirmeleriyle katkı sağlayan **Prof. Dr. Mehmet Ali Eryurt**'a da teşekkürü borç bilirim.

Akademik gelişimin bir süreç ve sürekli bir öğrenme hali olduğunun bilinciyle, doktora eğitimim sırasında **University of Portsmouth**'ta birlikte çalışma fırsatı bulduğum öğretim üyelerine ve doktora adayı arkadaşlarıma; yüksek lisans döneminde **University College London**'da bilgi paylaşımında bulunduğum akademisyen ve sınıf arkadaşlarıma; ve halen görev yapmakta olduğum **Kilis 7 Aralık Üniversitesi**'ndeki değerli mesai arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

İçindekiler

Ön Söz	iii
Teşekkürler	v
1. Giriş: Mikro Ekonomide Nedensel Çıkarımın Temel Rolü	1
2. Nedensel Çıkarım: Teori, Korelasyon ve OLS Üzerine Bir Değerlendirme	7
2.1 Karşıt-Gerçeklik Çerçevesi ve Potansiyel Sonuçlar Modeli	7
3. Nedensel Çıkarımın Önündeki Engeller: Teorik ve Ekonometrik Sorunlar	19
Seçim Yanlılığı ve Öz-Seçim Problemleri	20
Göz Ardı Edilen Değişken Problemi (OVb)	22
Ters Nedensellik ve Eşzamanlılık Yanlılığı	25
Örneklem Seçim Yanlılığı	28
Ölçüm Hatası Yanlılığı	31
Endojenlik Problemi	33
4. Deneyssel ve Yarı-Deneyssel Yöntemler	37
Deneyssel Yöntemler	38
Yarı-Deneyssel Yöntemler	50
5. Farkların Farkı (DiD) Tahmin Yöntemi	65
Farkların Farkı (DiD) Yönteminin Teorik Temelleri ve Varsayımları	66
Üçlü Fark (DiDiD) Yöntemi	72
Stata ile Farkların Farkı (DiD), Olay Çalışması, Plasebo Testi ve Üçlü Fark (DiDiD) Analizi: Tekrarlanan Kesitsel Veri Uygulaması	74

6. Araç Değişken Yöntemi (IV)	77
Araç Değişkenler Yönteminin Teorik Temeli	79
İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS) Yöntemi	80
Stata ile 2SLS (IV) Uygulanması: Eğitim ve Gelir İlişkisi	81
Geçerli Araç Değişkenleri Bulma Stratejileri	83
Araç Değişken Yönteminin Çalışma Ekonomisi, Sağlık Politikaları ve Eğitim Araştırmalarındaki Uygulamaları	85
IV Yönteminin Sınırlılıkları: Yerel Ortalama Tedavi Etkisi (LATE) Yorumu	88
7. Regresyon Kesit Tasarımının (RDD)	91
Regresyon Kesit Tasarımının Teorik Temelleri	92
Keskin RDD	93
Bulanık RDD	93
Regresyon Kesit Tasarımının Stata ile Uygulanması	94
RDD'nin Uygulama Zorlukları ve Avantajları	96
RDD Uygulamaları	98
8. Sentetik Kontrol Yöntemi (SCM)	103
Sentetik Kontrol Yönteminin Çalışma Prensibi	104
SCM Uygulamaları	109
9. Son Değerlendirme ve Gelecek Araştırma Önerileri	113
Ana Bulguların Özeti: Ne Öğrendik?	113
Nedensel Çıkarımda Karşılaşılan Başlıca Zorluklar	114
Gelecek Araştırma Önerileri	114
Son Düşünceler: Buradan Nereye Gidiyoruz?	115
Kaynakça	117

1. Giriş: Mikro Ekonomide Nedensel Çıkarımın Temel Rolü

Ekonomik araştırmaların temel amacı, değişkenler arasındaki yüzeysel istatistiksel ilişkileri belirlemekten ziyade, bu değişkenler arasındaki nedensel bağları ortaya koymaktır. Bir değişkendeki değişimin başka bir değişkende gerçekten bir farklılığa yol açıp açmadığını tespit etmek, ekonomik analizlerin güvenilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Nedensel ilişkilerin doğru bir şekilde belirlenmesi, yalnızca akademik çalışmalar için değil, aynı zamanda politika yapıcılar, özel sektör yöneticileri ve piyasa aktörleri için de kritik bir gerekliliktir. Eğer bir politika veya müdahalenin belirli bir ekonomik sonuç üzerindeki etkisi doğru bir şekilde analiz edilemezse, yanlış kararlar alınabilir ve beklenmeyen olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilir.

Mikroekonomi, ekonomik aktörlerin karar alma süreçlerini, piyasa mekanizmasının işleyişini ve değişen ekonomik koşullara verilen tepkileri analiz eden bir bilim dalıdır. Fiyat değişimlerinin tüketici talebi üzerindeki etkisinden, vergi politikalarının firma yatırımları üzerindeki sonuçlarına kadar geniş bir araştırma alanı bulunmaktadır. Örneğin, tüketici tercihlerinin belirlenmesi, firmaların maliyet yapılarının analizi veya kamu teşviklerinin piyasa dengeleri üzerindeki etkisinin incelenmesi, mikroekonomik çalışmaların temel araştırma konuları arasındadır. Mikroekonomik analizler, ekonomik süreçlerin daha iyi anlaşılmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda gelecekte uygulanacak ekonomi politikalarının ve stratejilerin daha bilinçli ve etkin bir şekilde şekillendirilmesine katkıda bulunur. Bahsettiğimiz nedenlerden ötürü, mikroekonomik araştırmalarda nedensel ilişkilerin belirlenmesi büyük bir önem taşımaktadır.

Doğa bilimlerinde araştırmacılar, kontrollü deneyler yoluyla değişkenleri doğrudan manipüle edebilir ve belirli bir müdahalenin etkisini doğrudan gözlemleyebilirler. Örneğin, fizik, kimya ve biyoloji gibi alanlarda deneysel ortam sıkı bir şekilde denetlenebilir, bu da bir değişkendeki değişimin diğer değişkenler üzerindeki etkisini izole etmeyi ve nedensel ilişkileri güvenilir bir şekilde belirlemeyi mümkün kılar. Ekonomistler, çoğu zaman deneysel koşulları doğrudan kontrol edemez. Ekonomi bilimi büyük ölçüde gözlemsel verilere dayanır. Örneğin, bir vergi reformunun hane halkı harcamaları üzerindeki etkisini değerlendirmek isteyen bir araştırmacı, bu reformu laboratuvar ortamında test edemez. Bunun yerine, reform öncesi ve sonrası dönemlere ait verileri analiz ederek bir çıkarım yapmak durumundadır. Bu durum, nedensel ilişkilerin belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Çünkü gözlemlenen ilişkiler, yalnızca bağımsız (etkileyen) ve bağımlı (sonuç) değişkenler arasındaki doğrudan bir etkiden kaynaklanmayabilir. Çoğu zaman, bu değişkenleri aynı anda etkileyen dışsal faktörler analizleri yanıltabilir. Örneğin, eğitim süresi ile gelir düzeyi arasındaki pozitif ilişki, eğitimin kazançları artırmasından kaynaklanabileceği gibi, daha yüksek gelir elde etme potansiyeline sahip bireylerin daha uzun süre eğitim alabilmesiyle de açıklanabilir. Bu tür faktörler, gözlemsel verilere dayalı analizlerin dikkatli bir şekilde ele alınmasını gerektirir ve ekonomistlerin nedenselliği güvenilir bir şekilde belirleyebilmek için ileri ekonometrik yöntemler kullanmasını zorunlu kılar.

Örneğin, mikroekonomide sıklıkla ele alınan şu temel soruları göz önünde bulunduralım:

- Asgari ücret artışı istihdam seviyelerini azaltır mı? Asgari ücret politikalarının iş gücü piyasası üzerindeki etkisi, ekonomik literatürde uzun süredir tartışılan konular arasındadır. Asgari ücretin artırılması, iş gücü maliyetlerini yükselterek işverenlerin daha az işçi çalıştırmasına neden olabilir ve bu durum özellikle düşük vasıflı işçiler için istihdam kayıplarına yol açabilir. Ancak, bu etkinin büyüklüğü ve yönü, çeşitli piyasa dinamiklerine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, daha yüksek ücretlerin işçi verimliliğini artırması, firmaların maliyetlerini fiyatlara yansıtabilmesi ve toplam talepteki artış gibi faktörler, istihdam üzerindeki olumsuz etkileri sınırlandırabilir. Bunun yanı sıra, asgari ücret artışı iş gücü arzını da teşvik edebilir. Daha yüksek ücretler, iş gücüne katılım oranlarını artırarak özellikle düşük gelirli bireyleri çalışma hayatına dâhil edebilir. Bu durum, bazı sektörlerde yaşanan iş gücü açığını giderebilir ve firmaların ihtiyaç duyduğu iş gücüne daha kolay erişmesini sağlayabilir. Sonuç olarak, asgari ücretin istihdam üzerindeki net etkisi tek yönlü değildir; sektörel farklılıklar, piyasa yapısı,

işveren stratejileri ve ekonomik konjonktür gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

- Üniversite eğitimi almak bireylerin gelirini artırır mı, yoksa üniversiteye giden bireyler zaten daha yüksek gelir elde etmeye eğilimli mi? Eğitim ve gelir arasındaki ilişki, beşeri sermaye teorisi çerçevesinde ele alınmakta ve eğitimin bireylerin üretkenliğini artırarak daha yüksek ücret elde etmelerini sağladığı öne sürülmektedir. Ancak, bireylerin üniversite eğitimi alıp almama kararları yalnızca ekonomik faktörlere değil, aynı zamanda aile geçmişi, sosyoekonomik durum, bilişsel yetenekler ve bireysel tercihler gibi faktörlere de bağlı olabilmektedir. Dolayısıyla, üniversite mezunlarının daha yüksek gelir elde etmesi yalnızca eğitimin doğrudan bir sonucu olmayabilir. Üniversiteye devam eden bireylerin başlangıçta yüksek gelir elde etme potansiyeline sahip olması da bu farkı açıklayabilir.
- Sağlık sigortasına erişimin genişletilmesi bireysel sağlık sonuçlarını iyileştirir mi? Sağlık sigortası, bireylerin sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırarak tıbbi bakımı daha erişilebilir ve uygun maliyetli hale getirebilir. Bu bağlamda, sigorta kapsamının genişletilmesi, bireylerin daha erken teşhis ve tedavi imkânlarına sahip olmasını sağlayarak bireyleri daha sağlıklı hale getirebilir. Ancak, sigorta kapsamının genişletilmesi, sağlık hizmetlerine olan talebi artırabilir ve bu da sağlık sisteminde aşırı yüklenmeye yol açarak hizmet kalitesinde düşüşe neden olabilir. Ayrıca, bireylerin sağlık sigortası kapsamında olması, sağlıklı yaşam alışkanlıkları üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı sağlık sigortasına erişimin genişletilmesinin sağlık üzerindeki nedensel etkisini analiz etmek zorlaşacaktır.
- İş gücü eğitim programlarına katılım, gelecekteki istihdam olanaklarını artırır mı? Mesleki eğitim programları, bireylerin iş gücü piyasasında daha rekabetçi hale gelmesine yardımcı olabilir ve istihdam edilebilirliklerini artırabilir. Ancak, iş gücü eğitim programlarının etkinliğini değerlendirmek için bu programlara katılan bireylerin başlangıç koşullarının dikkate alınması gerekmektedir. Eğer bu programlara katılan bireyler zaten daha yüksek motivasyona, daha fazla iş deneyimine veya daha iyi eğitim geçmişine sahipse, programların doğrudan nedensel etkisini belirlemek zorlaşacaktır.
- Vergi indirimleri şirketlerin yatırım kararlarını nasıl etkiler? Kurumlar vergisi oranlarının düşürülmesi veya yatırım teşvikleri sağlanması, firmaların yatırım yapma motivasyonunu arttırabilir. Teorik olarak, vergi indirimleri sermaye maliyetlerini azaltarak yeni yatırımları teş-

vik eder ve ekonomik büyümeye katkı sağlayabilir. Ancak, firmaların yatırım kararları yalnızca vergi politikalarına bağlı değildir; ekonomik belirsizlik, finansman koşulları ve piyasa beklentileri gibi çeşitli faktörler de yatırım dinamiklerini belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle, vergi indirimlerinin yatırım düzeyi üzerindeki etkisi, ülkenin mevcut ekonomik koşulları, sektör dinamikleri ve firmaların finansal yapıları dikkate alınmadan genel geçer bir şekilde değerlendirilemez.

- Devlet destekli çocuk bakım hizmetleri kadınların iş gücüne katılımını artırır mı? Çocuk bakım hizmetlerinin maliyetinin düşmesi, annelerin iş gücüne katılımını artıracak önemli bir teşvik mekanizmasıdır. Daha erişilebilir bakım hizmetleri, kadınların istihdam kararlarını doğrudan etkileyerek iş piyasasına girişlerini kolaylaştırabilir. Ancak, bu etkinin boyutu ve yönü, yalnızca ekonomik faktörlere değil, aynı zamanda toplumsal normlar, aile içi sorumluluk dağılımı ve iş gücü piyasasındaki esneklik gibi unsurlara da bağlıdır. Bu nedenle, çocuk bakım hizmetlerinin yaygınlaştırılması, kadın istihdamını artırmada tek başına belirleyici bir unsur olmayabilir. İş gücü piyasasında esnek çalışma modellerinin yaygınlaştırılması, ebeveynlerin iş-yaşam dengesini sağlamalarına katkı sunarken, toplumsal cinsiyet rollerine ilişkin algıların değişmesi de kadınların istihdamda kalıcılığını güçlendirebilir. Dolayısıyla, çocuk bakım politikalarının etkinliği yalnızca hizmet sunum maliyetlerine indirgenmemeli, iş gücü piyasasının yapısal dinamikleri ve toplumsal faktörlerle birlikte değerlendirilmelidir.
- Tüketicilere sunulan doğrudan nakit transferleri harcama davranışlarını nasıl etkiler? Nakit transferleri, bireylerin harcanabilir gelirlerini artırarak tüketim harcamalarını doğrudan etkileyebilir. Ancak, bireylerin bu ek geliri nasıl değerlendirdiği, gelir düzeyi, ekonomik belirsizlikler ve tasarruf eğilimleri gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Örneğin, ekonomik durgunluk dönemlerinde nakit transferleri tüketimi teşvik ederek toplam talebi artırabilir. Buna karşın, ekonomik istikrarın olduğu dönemlerde bireylerin geleceğe yönelik belirsizlik algıları azalmaktadır. Bu da nakit transferlerini tasarrufa yönlendirebilir. Bu nedenle, nakit transferlerinin bireyler üzerindeki etkileri sabit ve öngörülebilir değildir.
- Reklam harcamaları tüketici talebini ne ölçüde artırır? Reklam, firmaların ürün ve hizmetlerine olan talebi artırmak için kullandıkları temel araçlardan biridir. Ancak, reklam harcamalarının tüketici davranışları üzerindeki etkisi, sektörel dinamikler, marka bilinirliği ve tüketici tercihlerinin yanı sıra, reklamın içeriği, sunum şekli ve hedef kitlenin

demografik özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Dolayısıyla, reklam yatırımlarının etkinliği her zaman doğrudan satış artışıyla sonuçlanmayabilir. Reklamın piyasa talebi üzerindeki etkisi, tüketicilerin reklama verdiği tepkiye, firmanın rekabet konumuna ve genel ekonomik koşullara göre farklılık gösterebilir.

Bu soruların tümü, nedensel analiz gerektiren konular olup, doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşabilmek için ileri ekonometrik yöntemlerin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Basit karşılaştırma yöntemleri, örneğin belirli bir politikadan etkilenen bireylerle etkilenmeyen bireyleri doğrudan kıyaslamak, çoğu zaman yanıltıcı sonuçlara yol açabilir. Çünkü bu iki grup, yalnızca politika etkisine maruz kalma durumları açısından değil, aynı zamanda demografik özellikler, ekonomik koşullar ve geçmiş deneyimler gibi temel faktörler bakımından da farklılık gösterebilir. Bu tür yanlılıkları ortadan kaldırmak ve daha sağlıklı nedensel tahminler yapabilmek için ekonometrisyenler, gözlemsel verilerle çalışırken deneysel yöntemlere benzer analitik yaklaşımlar geliştirmiştir.

Bu doğrultuda, rastgele kontrollü deneylerin (RCT'ler) uygulanmasının mümkün olmadığı durumlarda, yarı-deneysel yöntemler nedensel ilişkileri analiz etmeye olanak tanımaktadır. Doğal deneyler olarak da bilinen yarı-deneysel yöntemler, rastlantısal olarak ortaya çıkan politika değişiklikleri, doğal afetler veya piyango sonuçları gibi olayları, deneysel bir çerçevede değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır. Bu tür yöntemler, gözlemsel verilerle yapılan analizlerde nedenselliğin daha güvenilir şekilde belirlenmesine katkı sağlamakta ve mikroekonomik araştırmalarda güçlü ampirik kanıtlar sunmaktadır.

2. Nedensel Çıkarım: Teori, Korelasyon ve OLS Üzerine Bir Değerlendirme

2.1 Karşıt-Gerçeklik Çerçevesi ve Potansiyel Sonuçlar Modeli

Ekonomistler, nedenselliği biçimsel olarak tanımlamak ve nedensel ilişkileri ölçmek amacıyla Potansiyel Sonuçlar Çerçevesini kullanmaktadır. Bu çerçeve, nedensel çıkarım yaparken temel bir referans noktası olarak kabul edilmekte ve Rubin Nedensel Modeli olarak da bilinmektedir (Rubin, 1974). Modelin merkezinde, bir müdahalenin veya politika değişikliğinin etkisini değerlendirebilmek için yalnızca gözlemlenen verinin yeterli olmadığı, aynı zamanda gerçekleşmemiş senaryoların da dikkate alınması gerektiği fikri yer almaktadır.

Potansiyel sonuçlar yaklaşımı, bir bireyin belirli bir müdahaleye maruz kaldığında gözlemlenen çıktısıyla, aynı bireyin bu müdahaleye maruz kalmadığında ortaya çıkacak olası sonucunun karşılaştırılması gerektiğini öne sürer. Ancak, aynı bireyin hem müdahale edilen hem de edilmeyen durumları aynı anda gözlemlenemeyeceğinden, bu karşılaştırma doğrudan yapılamaz. Bu durumda, bireyin alternatif koşullar altında nasıl bir sonuç elde edeceğini tahmin etmek gerekmektedir. İşte bu tahmin, nedensel çıkarımın temel problemini oluşturmaktadır. Karşıt-gerçeklik olarak adlandırılan bu tahmin, doğrudan gözlemlenemediği için ekonometrik yöntemler kullanılarak dolaylı olarak elde edilmeye çalışılır.

Bu çerçevede, bir bireyin belirli bir müdahaleye maruz kalması (örneğin, üniversiteye gitmesi) veya kalmaması (örneğin, üniversiteye gitmemesi) durumunda elde edeceği sonuçlar şu şekilde ifade edilir:

Y_i^1 : Birey i'nin müdahaleyi aldığı (örneğin, üniversiteye gittiği) durumda elde edeceği sonuç.

Y_i^0 : Birey i'nin müdahaleyi almadığı (örneğin, üniversiteye gitmediği) durumda elde edeceği sonuç.

Buna göre, birey i için nedensel etki şu şekilde tanımlanır:

$$\Delta_i = Y_i^1 - Y_i^0$$

Potansiyel sonuçlar çerçevesi, nedensel analizlerde yalnızca bireysel etkilerin ölçülmesini değil, aynı zamanda ortalama tedavi etkisinin (ATE) ve heterojen tedavi etkilerinin (HTE) değerlendirilmesini de mümkün kılmaktadır. Gerçek dünyada, bir müdahalenin tüm bireyler üzerinde aynı etkiye sahip olması beklenemez; bireylerin farklı başlangıç koşullarına, yetenek düzeylerine, sosyoekonomik geçmişlerine veya dışsal faktörlere bağlı olarak, aynı müdahaleden farklı şekillerde etkilendiği gözlemlenmektedir. Bu durum, nedensel analizlerin yalnızca genel bir politika veya müdahalenin etkinliğini belirlemekle sınırlı kalmayıp, hangi bireyler veya grupların söz konusu müdahaleden daha fazla fayda sağladığını ortaya koymasını da gerekli kılmaktadır.

Örneğin, üniversite eğitiminin gelir üzerindeki etkisi ele alındığında, bu etkinin tüm bireyler için homojen olmadığı açıktır. Bireylerin bilişsel becerileri, eğitim öncesindeki sosyoekonomik durumları ve işgücü piyasasındaki fırsatlara erişimleri, eğitimin getirisini belirleyen temel faktörler arasında yer almaktadır. Aynı şekilde, bir iş gücü eğitim programının etkinliği değerlendirildiğinde, bu programdan yüksek vasıflı işçilerin mi yoksa düşük vasıflı işçilerin mi daha fazla fayda sağladığı sorusu, programın başarısının farklı boyutlarını analiz etmeyi gerektirmektedir. Dolayısıyla, potansiyel sonuçlar modeli yalnızca nedensel etkiyi tahmin etmeye yönelik bir araç değil, aynı zamanda müdahalelerin kime, hangi koşullar altında daha büyük etkiler sunduğunu belirlemeye yönelik analitik bir çerçeve sunmaktadır.

2.2 Korelasyon ve Nedensellik: Gözlemsel Verilerin Sorunları

Ekonomik analizlerde karşılaşılan en temel metodolojik zorluklardan biri, korelasyon ile nedensellik arasındaki farkı belirlemektir. İki değişken arasında gözlemlenen istatistiksel bir ilişki, doğrudan bir nedensel bağlantıya işaret etmeyebilir. Bu yüzden, korelasyonun varlığı bir değişkenin diğerini doğrudan etkilediği anlamına gelmez. Ekonomi, finans, sağlık ve sosyal bilimlerde yapılan birçok çalışmada, değişkenler arasındaki istatistiksel ilişkilerin nedensel olup olmadığını belirlemek için dikkatli bir analiz yapılması gerekir.

Yanlış çıkarımlar, yalnızca akademik araştırmaların güvenilirliğini tehlikeye atmakla kalmaz, aynı zamanda politika yapıcıları, yatırımcıları ve işletmeleri yanlış yönlendirebilir. Örneğin, yanlış nedensel çıkarımlara dayanan bir ekonomik politika, beklenen refah artışını sağlamadığı gibi, kamu kaynaklarının boşa harcanmasına da neden olabilir. Benzer şekilde, yanlış bir ilişkiyi nedensellik gibi yorumlayan bir işletme, etkisiz stratejilere yönelerek maliyetlerini artırabilir ve rekabet gücünü kaybedebilir.

Bu noktada, iki değişken arasındaki ilişkiyi anlamamanın ilk adımı korelasyonu ölçmektir. Korelasyon, değişkenlerin birlikte nasıl hareket ettiğini gösterir ancak nedenselliği garanti etmez (Anderson ve Geras, 2022). İkinci aşama ise En Küçük Kareler (OLS) yöntemiyle regresyon tahmini yapmaktır. Ancak OLS yöntemi de doğrudan nedenselliği belirleyemez ve belirli varsayımlara dayanır (Słoczyński, 2022).

Korelasyonun Matematiksel Tanımı ve Stata ile Hesaplanması

İki değişkenin birlikte ne kadar değiştiğini ölçen korelasyon katsayısı, matematiksel olarak şu şekilde tanımlanır:

$$\rho_{XY} = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \text{ Burada:}$$

$Cov(X, Y)$, X ve Y değişkenleri arasındaki kovaryansı ifade eder.

σ_X ve σ_Y , sırasıyla X ve Y değişkenlerinin standart sapmalarıdır.

Eğer $\rho_{XY} > 0$ değişkenleri arasında pozitif korelasyon vardır, yani biri arttığında diğeri de artma eğilimindedir. $\rho_{XY} < 0$ ise, negatif korelasyon söz konusudur, yani biri arttığında diğeri azalma eğilimindedir. Ancak, bu ilişki doğrudan nedensel bir ilişkiyi göstermez, yalnızca değişkenlerin birlikte nasıl hareket ettiğini açıklar.

Örneğin, özel okullara giden öğrencilerin devlet okullarına giden öğrencilere kıyasla daha yüksek standart test puanlarına sahip olduğu gözlemlenebilir. Eğer yalnızca bu gözleme dayanarak özel okul eğitiminin akademik başarıyı artırdığı sonucuna varılırsa, bu durum nedensellik açısından hatalı bir çıkarım olabilir. İki değişkenin birlikte hareket etmesi, özel okula gitmenin doğrudan başarıyı artırdığı anlamına gelmez.

Özel okul örneğinde gözlemlenen pozitif korelasyonun birkaç farklı nedeni olabilir:

- Sosyoekonomik Faktörler: Özel okullara giden öğrenciler genellikle daha yüksek gelirli ailelerden gelir. Bu aileler, çocuklarının akademik

başarısını artırmak için özel dersler, ek materyaller veya daha iyi çalışma ortamları sağlayabilir. Bu durumda, gözlenen başarı farkı özel okulun doğrudan etkisi değil, ailelerin sunduğu ek fırsatların bir sonucu olabilir.

- Akademik Yatkınlık: Özel okullara giden öğrenciler, zaten akademik olarak daha başarılı olabilir. Özel okullara kayıt yaptırmadan önce de başarılı olma eğilimindedirler ve özel okul eğitimi yalnızca bu farkı sürdürebilir, ancak yaratmayabilir.
- Seçim Yanlılığı: Ebeveynler, çocuklarının başarılı olduğunu gözlemledikten sonra onları özel okullara kaydettirebilir. Bu durumda, özel okulun öğrencileri daha başarılı hale getirdiği değil, zaten başarılı öğrencilerin özel okullara gittiği görülebilir.

Bu tür dışsal faktörler, ekonometrik analizlerde gizil değişken yanlılığı olarak adlandırılır. Eğer analizde bu faktörler kontrol edilmezse, özel okulun akademik başarı üzerindeki etkisi olduğundan farklı tahmin edilebilir ve yanıltıcı sonuçlar elde edilebilir. Ancak, ilk aşamada yalnızca iki değişken arasındaki ilişkiyi görmek için korelasyonu hesaplamak faydalı olabilir. Bu korelasyonu Stata kullanarak hesaplamak için şu kodu çalıştırabiliriz:

correlatetest _puanı özel _okul

Bu kod, özel okulda okuma ile test puanı arasındaki korelasyonu hesaplayarak iki değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü gösterir.

OLS Regresyonu ve Stata ile Tahmin Edilmesi

Ekonomik analizlerde en yaygın kullanılan yöntemlerden biri En Küçük Kareler (OLS) regresyonudur. OLS modeli, bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçmeye çalışır. Matematiksel olarak temel doğrusal regresyon modeli şu şekilde ifade edilir:

$$Y_i = \beta_o + B_1X_i + \varepsilon_i$$

Burada:

Y_i : Bağımlı değişken (örneğin, öğrencinin standart test puanı),

X_i : Bağımsız değişken (örneğin, öğrencinin özel okulda okuyup okumadığı),

β_o : Sabit terim (intercept),

B_1 : X değişkeninin Y değişkeni üzerindeki etkisini ölçen katsayı,

ε_i : Hata terimi (modelde gözlemlenemeyen tüm diğer faktörleri temsil eder).

OLS yönteminde amaç, hata terimlerinin karelerinin toplamını minimize edecek şekilde β_0 ve β_1 parametrelerini tahmin etmektir. Bu, aşağıdaki fonksiyonun minimize edilmesi ile sağlanır:

$$\min_{\beta_0, \beta_1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2$$

Stata'da bu modeli tahmin etmek için şu kod kullanılır:

reg test _puanı özel _okul

Bu modelde:

test _puanı bağımlı değişken (öğrencinin standart testten aldığı puan),
özel _okul bağımsız değişken (öğrencinin özel okulda okuyup okumadığı, genellikle 0 = devlet okulu, 1 = özel okul).

Stata bu regresyonu çalıştırdığında, *özel _okul* değişkeninin katsayısı, β_1 , özel okula gitmenin akademik başarı üzerindeki etkisini gösterecektir. Ancak bu model, nedenselliği doğrudan belirlemek için yeterli değildir, çünkü modelde seçim yanlılığı, gizil değişkenler ve diğer metodolojik sorunlar göz ardı edilmiştir.

Örneğin, özel okula gitmenin etkisi aslında öğrencinin ailesinin sosyoekonomik durumu nedeniyle olabilir. Eğer özel okulda okuyan öğrencilerin aileleri daha yüksek gelirli ve daha eğitilmiş ise, akademik başarı farkı özel okulun eğitiminin bir sonucu değil, öğrencilerin yetiştikleri ortamın bir sonucu olabilir. Bu tür dışsal faktörler, gizil değişken yanlılığı (confounding bias) olarak adlandırılır.

reg test _puanı özel _okul aile _gelir anne _egitim baba _egitim

Bu model, özel okulun etkisini hesaplarken aile gelirini ve ebeveyn eğitimi düzeylerini sabit tutarak, özel okulun akademik başarı üzerindeki etkisini daha doğru bir şekilde tahmin etmemizi sağlar. Ancak yine de, bu model nedenselliği ortaya çıkarmaz, sadece daha kapsamlı bir ilişki analizi yapmamıza yardımcı olur.

OLS modeli neden doğrudan nedenselliği belirleyemez?

OLS regresyonunun temel varsayımlarından biri, bağımsız değişkenlerin hata terimi ile ilişkisiz olmasıdır. Matematiksel olarak:

$$E(\varepsilon_i | X_i) = 0$$

Bu varsayım sağlandığında, OLS tahminleri saptırılmamış ve tutarlıdır. Ancak, gerçek dünyadaki ekonomik ve sosyal veriler çoğunlukla karmaşık ilişkiler içerdiğinden, bu varsayım çoğu zaman ihlal edilir. Bu durumda OLS tahminleri yanlı ve tutarsız hale gelir, yani gerçek parametre değerlerini yansıtmaz.

Aşağıda OLS modelinde yaygın olarak karşılaşılan metodolojik problemler açıklanmaktadır:

- **Gizil Değişken Yanlılığı (OVV):** Eğer modele dahil edilmeyen fakat bağımsız ve bağımlı değişkeni etkileyen üçüncü bir değişken varsa, OLS tahminleri yanlı hale gelir (Wilms ve ark., 2021). Örneğin, özel okul eğitiminin akademik başarı üzerindeki etkisini incelerken, öğrencinin ailesinin eğitim seviyesi modele dahil edilmemişse, tahmin edilen β_1 katsayısı gerçekte özel okulun etkisinden daha büyük veya küçük olabilir. Sonuç olarak, OVB problemi, bağımsız değişken ile hata terimi arasında bir ilişki oluşturur ve OLS tahminlerini yanlı hale getirir.
- **Öz-seçim Yanlılığı:** Eğer bireyler kendi seçimleri doğrultusunda bağımsız değişkeni belirliyorsa, hata terimi ile bağımsız değişken arasında bir ilişki oluşabilir (Charroin ve ark., 2022). Örneğin, özel okul öğrencileri akademik olarak zaten başarılı olma eğiliminde olabilirler ve bu durumda model, özel okula gitmenin gerçek etkisini olduğundan farklı tahmin edebilir. Sonuç olarak, öz-seçim yanlılığı, nedenselliği doğru şekilde ölçmeyi engeller.
- **Eşzamanlılık Yanlılığı:** Nedensellik yönü belirsizse, bağımsız değişken bağımlı değişkeni etkileyebileceği gibi, bağımlı değişken de bağımsız değişkeni etkiliyor olabilir (Qin, 2019). Örneğin, daha başarılı öğrencilerin özel okula gitme ihtimali daha yüksekse, özel okulun başarı üzerindeki etkisi yanlış tahmin edilebilir. Sonuç olarak, eşzamanlılık yanlılığı, OLS tahminlerinin gerçek nedensel ilişkiyi yansıtmamasını engeller.
- **Endojenlik Problemi:** Endojenlik, bağımsız değişkenlerin hata terimiyle ilişkili olduğu durumlarda ortaya çıkar ve OLS tahminlerini yanlı ve tutarsız hale getirir (Bun ve Harrison, 2019). Ekonomik ve sosyal analizlerde sıkça karşılaşılan bir sorundur çünkü birçok bağımsız değişken, modelde yer almayan ancak bağımlı değişkeni de etkileyen faktörlerden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenebilir. Örneğin, özel okulda okumak ve akademik başarı arasındaki ilişkiyi ele alalım. Eğer öğrencinin motivasyonu veya aile desteği gibi gözlemlenemeyen

faktörler hem özel okul seçiminde hem de akademik başarıda etkiliyse, modelde bu faktörlerin yokluğu endojenliğe yol açar. Bu durumda, OLS tahminleri gerçek nedensel ilişkiyi yansıtmaz ve yanıltıcı olabilir.

- **Ters Nedensellik:** Ters nedensellik, bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni etkilediği gibi, bağımlı değişkenin de bağımsız değişkeni etkilemesi durumunda ortaya çıkar (Leszczensky ve Wolbring, 2022). Bu, özellikle ekonomi, sağlık ve eğitim gibi alanlarda yaygın bir sorundur. Örneğin, gelir düzeyi ve sağlık arasındaki ilişkiyi incelediğimizi düşünelim. Daha yüksek gelirli bireylerin daha iyi sağlık hizmetlerine erişimi olduğu için daha sağlıklı olmaları beklenebilir. Ancak, aynı zamanda sağlıklı bireylerin daha fazla çalışabilme kapasitesine sahip olmaları nedeniyle daha yüksek gelir elde edebileceği de göz önüne alınmalıdır. Bu durumda, nedenselliğin hangi yönde işlediği belirsiz hale gelir ve OLS modelinin sunduğu tahminler yanıltıcı olabilir.
- **Ölçüm Hatası Yanlılığı:** Ölçüm hatası, bağımsız ve bağımlı değişkenin yanlış ölçülmesi durumunda ortaya çıkan bir sorundur ve OLS tahminlerini yanlış hale getirir (Angrist and Kolesár, 2024). Verilerin anketlerden veya idari kayıtlardan elde edildiği çalışmalarda sıkça karşılaşılar. Örneğin, bireylerin gelir seviyelerini inceleyen bir çalışmada, gelir bilgileri ankete dayalı olarak toplanıyorsa, bireyler gelirlerini olduğundan daha yüksek veya düşük bildirebilir. Benzer şekilde, eğitim seviyesi veya iş deneyimi gibi değişkenlerde de eksik veya hatalı veri girişleri olabilir. Ölçüm hataları, özellikle sistematik bir şekilde gerçekleştiğinde, modelin tahmin gücünü zayıflatır ve yanlış çıkarımlara yol açar.
- **Örneklem Seçimi Yanlılığı:** Örneklem seçimi yanılılığı, analiz edilen verilerin, çalışılmak istenen popülasyonu doğru şekilde temsil etmediği durumlarda ortaya çıkar (Vella, 1998). Veri toplama sürecinde belirli grupların sistematik olarak örnekleme dâhil edilmemesi, tahmin sonuçlarının genellenebilirliğini bozabilir. Örneğin, üniversite mezunlarının maaşlarını analiz eden bir çalışmada sadece çalışan bireyler incelenirse, işsiz mezunlar dışarıda bırakılmış olur. Bu durumda, ortalama maaş seviyesi olduğundan yüksek tahmin edilebilir ve model gerçek ekonomik koşulları tam olarak yansıtamaz. Özellikle işgücü piyasası, sağlık ve eğitim ekonomisi çalışmalarında örneklem seçimi yanılılığı ciddi bir sorundur ve analiz sonuçlarını yanıltıcı hale getirebilir.

Bu durumlar, gözlemsel verilerle yapılan tüm araştırmalarda karşılaşılabilecek bir sorundur. Gözlenen ilişkinin gerçekten nedensel

olup olmadığını anlamak için, belirli bir değişkene dışsal bir müdahalede bulunulduğunda diğer değişkenin nasıl tepki verdiğini incelemek gerekir. Matematiksel olarak, bir değişkenin diğerini doğrudan etkilediğini kanıtlamak için koşullu olasılık dağılımları kullanılır. Eğer X değişkeninin Y üzerindeki etkisi nedensel ise, Y 'nin koşullu olasılığı şu şekilde ifade edilir:

$$P(Y | do(X)) \neq P(Y)$$

Burada $do(X)$ operatörü, X değişkeninin dışsal bir müdahale ile değiştirildiğini gösterir. Eğer yalnızca $P(Y|X)$ kullanılırsa, bu sadece gözlemlenen korelasyonu yansıtır ve neden-sonuç ilişkisini doğru şekilde belirlemek mümkün olmayabilir.

Bu tür metodolojik sorunlar nedeniyle, OLS tahminleri tek başına nedenselliği belirlemek için yeterli değildir. Gerçek dünyada ekonomik ve sosyal süreçler çoğu zaman karmaşıktır ve birçok değişken birbiriyle etkileşim içindedir. Bu nedenle, bir değişkenin diğerini üzerindeki doğrudan etkisini ölçmek için daha sistematik yaklaşımlara ihtiyaç duyulur. Daha güvenilir sonuçlar elde edebilmek için, verilerin nasıl toplandığı, değişkenler arasındaki ilişkilerin yönü ve modelin hangi faktörleri içerip hangi faktörleri dışarıda bıraktığı dikkatle değerlendirilmelidir. Ayrıca, bağımsız değişkenin yalnızca bağımlı değişken üzerinde etkili olup olmadığı değil, aynı zamanda dışsal faktörlerin modele nasıl dâhil edileceği de önemlidir. Analiz sürecinde, modelleme tekniklerinin dikkatli seçilmesi, potansiyel yanlışlıkların belirlenmesi ve düzeltilmesi için ek yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Bu çerçevede, ekonometrik analizlerde nedenselliği test eden özel yöntemler geliştirilmiş ve ampirik araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin:

- Araç Değişkenler (IV) yöntemi, bağımsız değişkenin hata terimi ile ilişkili olduğu durumlarda ortaya çıkan endojenlik problemini çözmek için kullanılan bir yaklaşımdır (Angrist ve Kolesár, 2024). OLS tahminleri, bağımsız değişkenlerin hata terimi ile ilişkisiz olduğu varsayımına dayanır. Ancak, bu varsayım sıklıkla ihlal edilir ve OLS tahminleri yanıltıcı hale gelebilir. Bu yöntemde, bağımsız değişkenin doğrudan hata terimiyle ilişkili olması yerine, onun dışsal bir değişken aracılığıyla tahmin edilmesi sağlanır. Araç değişken, bağımsız değişken ile güçlü bir ilişkiye sahip olmalı, ancak bağımlı değişkeni yalnızca bağımsız değişken aracılığıyla etkilemelidir. Böylece, bağımsız değişkenin yalnızca dışsal nedenlerle değişmesi sağlanarak, nedensel etkinin daha doğru tahmin edilmesine yardımcı olunur. Ekonomi ve sosyal bilimlerde yaygın olarak kullanılan bu yöntem, özellikle gizil değişken

yanlılığı ve ters nedensellik gibi sorunların olduğu durumlarda tercih edilir. İlerleyen bölümlerde, araç değişkenler yönteminin teorik çerçevesi ve nasıl uygulandığı detaylı olarak ele alınacaktır.

- **Farkların Farkı (DiD) yöntemi**, belirli bir müdahalenin veya politikanın etkisini değerlendirmek için kullanılan güçlü bir ekonometrik tekniktir (Hausman ve Kuersteiner, 2008). Bu yöntem, zaman içinde meydana gelen değişiklikleri gözlemleyerek, yalnızca dışsal bir müdahaleye maruz kalan bir grup ile bu müdahaleden etkilenmeyen bir kontrol grubunun sonuçlarını karşılaştırır. Böylece, gözlemlenen değişimin yalnızca zamana bağlı genel eğilimlerden mi kaynaklandığını yoksa gerçekten müdahalenin bir sonucu olup olmadığını test etmeye yardımcı olur. Bu yaklaşımın temel mantığı, müdahale edilen ve edilmeyen grupların müdahale öncesinde benzer eğilimlere sahip olduğu varsayımına dayanır. Eğer bu varsayım geçerliyse, kontrol grubundaki değişimler genel ekonomik, sosyal veya dönemsel faktörlerden kaynaklanan etkileri gösterirken, yalnızca müdahale edilen gruptaki farklılaşmış değişim müdahalenin gerçek etkisini yansıtacaktır. DiD yöntemi, kamu politikalarının, eğitim reformlarının, sağlık uygulamalarının veya ekonomik teşviklerin etkisini ölçmek için yaygın olarak kullanılır. Örneğin, bir ülkede asgari ücret artırıldıktan sonra istihdam oranlarının nasıl değiştiğini analiz ederken, asgari ücretin arttığı bölgeler ile değişiklikten etkilenmeyen bölgeler karşılaştırılarak müdahalenin istihdam üzerindeki gerçek etkisi tahmin edilebilir. Bu yöntem, özellikle gizil değişken yanlılığı ve zaman içinde değişmeyen gözlemlenemeyen faktörleri kontrol etmek için kullanışlıdır. Ancak, yöntemin sağlıklı uygulanabilmesi için müdahale edilen ve edilmeyen grupların müdahale öncesinde benzer eğilimlere sahip olması gerekmektedir. İlerleyen bölümlerde, bu yöntemin teorik yapısı ve nasıl uygulanacağı daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.
- **Eğilim Skoru Eşleştirme (PSM) yöntemi**, gözlemsel verilerle yapılan analizlerde seçim yanlılığını azaltmaya yardımcı olan bir istatistiksel tekniktir (Abadie ve Imbens, 2016). OLS regresyonu, bağımsız değişkenlerin rastgele dağıldığı varsayımına dayanır. Ancak, bireyler veya firmalar belirli bir müdahaleye veya programa kendi tercihleriyle katılabilir. Bu durum, öz-seçim yanlılığına yol açarak nedensel ilişkinin doğru tahmin edilmesini zorlaştırır. PSM yöntemi, bu sorunu çözmek için müdahaleye maruz kalan bireyleri, müdahaleye katılmayan ancak benzer gözlemsel özelliklere sahip bireylerle eşleştirerek karşılaştırır. Bu eşleştirme, müdahaleye katılma olasılığını tahmin eden bir eğilim skoru kullanılarak yapılır. Eğilim skoru, bireylerin veya gözlemlerin

belirli bir müdahaleye katılma ihtimalini ölçen bir olasılık değeridir ve genellikle lojistik regresyon gibi yöntemlerle tahmin edilir. Bu yöntemin temel amacı, karşılaştırılan grupların benzer başlangıç özelliklerine sahip olmasını sağlayarak seçim yanlılığını en aza indirmek ve böylece müdahalenin gerçek etkisini daha iyi tahmin etmektir. Örneğin, özel okul eğitiminin akademik başarı üzerindeki etkisini analiz ederken, özel okula giden öğrenciler, devlet okuluna giden ancak aynı sosyoekonomik arka plana, aile eğitim seviyesine ve akademik geçmişi sahip öğrencilerle eşleştirilebilir. Bu sayede, özel okula gitmenin etkisi, başlangıç koşullarındaki farklılıklardan kaynaklanmadan daha doğru bir şekilde ölçülebilir. PSM, özellikle sağlık ekonomisi, eğitim politikaları ve sosyal programların değerlendirilmesi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, yöntemin sağlıklı uygulanabilmesi için tüm önemli gözlemsel faktörlerin modele dahil edilmesi ve karşılaştırma gruplarının yeterince büyük olması gerekmektedir. İlerleyen bölümlerde, bu yöntemin teorik yapısı ve nasıl uygulandığı daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

- Rastgele Kontrollü Deneyler (RCTs), nedenselliği belirlemede en güvenilir yöntemlerden biridir (Stolberg ve ark., 2004). Bu yöntemde, araştırmaya dâhil edilen bireyler veya birimler rastgele iki gruba ayrılır: müdahale (tedavi) grubu ve kontrol grubu. Rastgele atama sayesinde, gruplar arasında başlangıçta sistematik bir fark olmadığı varsayılır. Böylece, zaman içinde gözlemlenen farklılıkların yalnızca müdahaleden kaynaklandığı düşünülebilir. Bu yöntem, özellikle kamu politikaları, sağlık ekonomisi ve eğitim alanında etkili sonuçlar üretmek için yaygın olarak kullanılır. Örneğin, yeni bir eğitim programının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini ölçmek isteyen bir araştırmacı, öğrencileri rastgele iki gruba ayırabilir. Bir grup programa dâhil edilirken, diğer grup edilmez. Program sonrası test sonuçları karşılaştırıldığında, ortaya çıkan farkın programın gerçek etkisini yansıttığı söylenebilir. Rastgele kontrollü deneyler, seçim yanlılığı, gizil değişken yanlılığı ve ters nedensellik gibi sorunları büyük ölçüde ortadan kaldırarak, en güvenilir nedensellik analizlerinden birini sunar. Ancak, uygulama zorlukları ve etik sınırlamalar nedeniyle her alanda kullanımı mümkün olmayabilir. Örneğin, büyük ölçekli deneylerin maliyeti yüksek olabilir ve bazı durumlarda bireyleri rastgele bir müdahaleye maruz bırakmak etik sorunlara yol açabilir.
- Regresyon Kesit Tasarımı (RDD), belirli bir eşik değeri etrafında oluşan farklılıkları kullanarak nedensel etkiyi ölçmeye çalışan bir yöntemdir (Hahn ve ark., 2001). Bu yöntemin temel mantığı, bir bireyin

belirli bir müdahaleye maruz kalmasının, bir eşiği geçip geçmemesine bağlı olduğu durumlarda, eşik etrafındaki bireylerin birbirine benzediği varsayımına dayanır. Bu yöntem genellikle eğitim, sağlık ve kamu politikaları araştırmalarında kullanılır. Örneğin, devletin sunduğu bir burs programının yalnızca belirli bir not ortalamasının üzerinde olan öğrencilere verildiğini düşünelim. Eğer burs almanın öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etkisini ölçmek istiyorsak, burs alan öğrenciler ile eşiğin hemen altında kalan öğrencileri karşılaştırabiliriz. Not ortalaması 2.99 olan bir öğrenci ile 3.00 olan bir öğrenci büyük ihtimalle çok benzer özelliklere sahiptir. Ancak, yalnızca 3.00 üzerindeki öğrenciler bursa hak kazandığı için, burs alıp almamanın yarattığı etkiyi ölçmek mümkün hale gelir. RDD, doğal deney ortamı sunarak gizil değişkenlerin etkisini azaltan güçlü bir yöntemdir. Ancak, yöntemin sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için yeterli sayıda gözlem bulunması ve bireylerin eşiği manipüle edememesi gereklidir. Ayrıca, yöntemin yalnızca eşik etrafındaki gözlemler için geçerli olması, bulguların genellenebilirliğini sınırlayabilir.

- Doğal Deneyler, rastgele kontrollü deneylere benzer şekilde çalışsa da, rastgele atamanın araştırmacılar tarafından değil, gerçek dünyadaki dışsal olaylar tarafından gerçekleştirildiği durumları ifade eder (Cantoni ve Yuchtman, 2021). Bir politika değişikliği, doğal afet, ani bir ekonomik kriz veya diğer dışsal olaylar, araştırmacılar için bir doğal deney ortamı sağlayabilir. Bu yönetime iyi bir örnek, asgari ücretin belirli bir bölgede yükseltilmesi ve diğer bir bölgede aynı kalması durumudur. Eğer iki bölge, asgari ücret değişikliği öncesinde benzer iş gücü dinamiklerine sahipse, asgari ücret artışının istihdam üzerindeki etkisi, iki bölgenin karşılaştırılmasıyla ölçülebilir. Burada, araştırmacılar bölge seçiminde rastgele bir atama yapmaz, ancak politika değişikliği doğal olarak iki grup oluşturur. Doğal deneyler, seçim yanlılığı ve gizil değişken problemlerini azaltmada güçlü bir yöntemdir. Ancak, müdahalenin gerçekten dışsal olup olmadığını belirlemek ve kontrol grubunun uygun bir karşılaştırma sağlayıp sağlamadığını analiz etmek önemlidir. Doğal deneylerin başarısı, müdahalenin rastgele mi yoksa sistematik mi gerçekleştiğine bağlıdır.
- Sentetik Kontrol Yöntemi (SCM), bir müdahalenin etkisini ölçmek için gerçek bir kontrol grubu olmadığında yapay bir karşılaştırma grubu oluşturarak kullanılan bir tekniktir (Gilchrist ve ark., 2023). Bu yöntemde, müdahale edilen birim için, geçmiş eğilimleri ve yapısal özellikleri dikkate alarak bir “sentetik” kontrol grubu oluşturulur. Bu yöntem, özellikle büyük ölçekli politika değişiklikleri ve bölgesel ana-

lizler için güçlü bir araçtır. Örneğin, bir ülkede tütün yasakları yürürlüğe girdikten sonra sigara tüketiminde ne gibi değişiklikler olduğunu analiz etmek istiyorsak, bu ülkeyi, yasak yürürlüğe girmemiş ancak benzer ekonomik ve demografik özelliklere sahip ülkelerin geçmiş verilerini kullanarak oluşturulan bir sentetik kontrol grubu ile karşılaştırabiliriz. Sentetik kontrol yöntemi, geleneksel farkların farkı yöntemine kıyasla daha esnek ve müdahalenin dışsal olup olmadığını test etmek için daha iyi bir yapı sunar. Ancak, yöntemin doğru çalışabilmesi için sentetik grubun müdahale edilen grup ile uyumlu olması ve verilerin doğru şekilde modellenmesi gereklidir.

Nedenselliği belirlemek için kullanılan yöntemler, uygulama koşulları, veri gereksinimleri ve metodolojik zorluklar açısından birbirinden farklıdır. Rastgele kontrollü deneyler, nedenselliği belirlemede en güçlü yöntemlerden biri olsa da, gerçek dünyada etik ve pratik sınırlamalar nedeniyle her zaman uygulanamaz. Alternatif olarak, araç değişkenler, farkların farkı, eğilim skoru eşleştirme, regresyon kesit tasarımı, doğal deneyler, panel veri modelleri ve sentetik kontrol yöntemi gibi teknikler, nedensel etkileri gözlemsel verilerden çıkarmak için geliştirilmiş yöntemlerdir. İlerleyen bölümlerde, bu yöntemlerin teorik çerçevesi, uygulanabilirlik koşulları ve Stata ile nasıl kullanılabileceği detaylı olarak ele alınacaktır.

3. Nedensel Çıkarımın Önündeki Engeller: Teorik ve Ekonometrik Sorunlar

Ekonomik ve sosyal bilimlerde nedensel ilişkileri belirlemek, araştırmacıların en temel hedeflerinden biridir. Ancak gözlemsel verilerle yapılan analizlerde, nedenselliği doğru bir şekilde tespit etmek çeşitli metodolojik engeller nedeniyle son derece zordur. Nedensel etkinin yanlış tahmin edilmesi, hem bilimsel araştırmaların güvenilirliğini hem de politika önerilerinin doğruluğunu ciddi şekilde tehlikeye atabilir.

Geleneksel ekonometrik yöntemler, özellikle En Küçük Kareler (OLS) regresyonu, iki değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü tahmin etmek için sıklıkla kullanılır. Ancak, OLS'nin nedensel etkiyi doğru tahmin edebilmesi için belirli varsayımlarının sağlanması gerekir. Bu varsayımlardan herhangi birinin ihlali, tahminlerin yanlı ve tutarsız olmasına yol açabilir. Özellikle, bağımsız değişkenlerin hata terimiyle ilişkili olması (endojenlik), göz ardı edilen değişkenlerin modele dahil edilmemesi, ölçüm hataları ve seçim yanlılığı gibi metodolojik sorunlar, analiz sonuçlarını çarpıtabilir.

Bu bölümde, nedensel çıkarımı zorlaştıran temel sorunları ele alacağız. İlk olarak, seçim yanlılığı, göz ardı edilen değişken yanlılığı ve ters nedensellik gibi sorunların nedensellik analizine nasıl zarar verdiğini inceleyeceğiz. Ardından, bu problemlerin ekonometrik modellere nasıl yansıdığını ve regresyon tahminlerinde nasıl endojenlik, ölçüm hataları, eşzamanlılık yanlılığı ve örneklem seçimi yanlılığı gibi sorunlara yol açtığını tartışacağız. Böylece, nedensel analizde karşılaşılan bu metodolojik engellerin hem teorik hem de ekonometrik düzeyde nasıl ele alınması gerektiğini kapsamlı bir şekilde ele almış olacağız.

3.1. Seçim Yanlılığı ve Öz-Seçim Problemleri

Seçim yanlılığı ve öz-seçim yanlılığı, gözlemsel verilerle yapılan ekonometrik analizlerde karşılaşılan en büyük metodolojik engeller arasındadır. Bu yanlılıklar, belirli bir örnekleme yer alan bireylerin, analiz edilmek istenen sonuç değişkeniyle ilişkili sistematik farklılıklara sahip olması durumunda ortaya çıkar. Bu tür yanlılıklar, tahmin edilen regresyon katsayılarının sadece bağımsız değişkenin etkisini değil, aynı zamanda örnekleme sürecindeki sistematik bozulmaların etkisini de içermesine neden olur. Bu da yanıltıcı nedensel sonuçlara yol açar ve yanlış politika önerilerine sebep olabilir.

Seçim yanlılığı, genellikle iki farklı şekilde ortaya çıkar: Birincisi, veri toplama sürecinde belirli bir grubun örnekleme dahil edilmemesi ya da belirli bir grubun orantısız şekilde temsil edilmesi sonucu meydana gelir. İkincisi ise bireylerin kendi seçimleri doğrultusunda belirli bir duruma maruz kalmalarıdır ki bu durumda öz-seçim yanlılığı ortaya çıkar. Her iki tür yanlılık da ampirik çalışmalarda ciddi metodolojik zorluklara neden olur ve dikkate alınmazsa analiz sonuçlarını güvenilmez hale getirebilir.

Seçim yanlılığının klasik bir örneği, işgücü piyasasında kadınların erkeklere kıyasla daha düşük ücret aldığını gösteren çalışmalar olabilir. Eğer sadece çalışan kadınların ve erkeklerin maaşları karşılaştırılırsa, işgücü piyasasında çalışmayı tercih eden kadınların belirli özelliklere sahip olması (örneğin, daha yüksek eğitim seviyesine veya belirli sektörlerde çalışma eğilimine sahip olmaları) göz önüne alınmaz. Bu durumda, çalışma kararı bağımlı değişken olan ücret düzeyiyle ilişkili olduğu için, tahmin edilen ücret farkı yalnızca cinsiyetin etkisini değil, aynı zamanda çalışma kararına yol açan bireysel özelliklerin etkisini de içerebilir. Böyle bir durumda seçim yanlılığının varlığı, kadınların ücret dezavantajını gerçekte olduğundan daha fazla veya daha az gösterebilir.

Öz-seçim yanlılığı, seçim yanlılığının özel bir türüdür ve bireylerin kendi tercihlerine bağlı olarak belirli bir grup içinde yer alması durumunda ortaya çıkar. Örneğin, üniversite eğitiminin bireylerin gelir düzeyi üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, üniversiteye gitmeyi seçen bireylerin akademik başarı, aile geçmişi, motivasyon veya yetenek gibi faktörler açısından sistematik olarak farklı olması mümkündür. Eğer bu bireysel özellikler hem eğitim kararını hem de gelecekteki gelir seviyesini etkiliyorsa, üniversitenin gerçek getirisini ölçmek zorlaşır. Basit bir karşılaştırmada, üniversite mezunlarının daha yüksek gelir elde etmesi, eğitimin nedensel etkisinden ziyade, bu bireylerin başlangıçtaki avantajlarını yansıtır olabilir. Bu durumda, eğitimin getirisini tahmin etmek için kullanılan regresyon

katsayısı yalnızca eğitim değişkeninin etkisini değil, aynı zamanda bireylerin doğal yeteneklerini, ailelerinin ekonomik durumlarını ve sosyal çevrelerini de içerebilir.

Seçim yanlılığını daha iyi anlamak için güncel örnekler üzerinden ilerleyelim. Örneğin, sağlık hizmetlerine erişimin bireylerin sağlık sonuçları üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmayı ele alalım. Eğer yalnızca sağlık sigortasına sahip bireylerin sağlık durumları incelenirse, sigortalı bireylerin genellikle daha yüksek gelir grubundan gelmesi, daha sağlıklı yaşam tarzlarına sahip olması veya düzenli sağlık kontrollerine gitme eğiliminde olması gibi faktörler göz ardı edilir. Bu durumda, sağlık sigortasının sağlık sonuçlarına olan etkisi gerçekte olduğundan daha büyük tahmin edilebilir, çünkü bu etkide bireylerin başlangıçtaki avantajları da yer almaktadır.

Benzer şekilde, hükümet tarafından uygulanan bir iş bulma programının istihdam üzerindeki etkisini değerlendiren bir çalışmayı düşünelim. Eğer programa katılan bireylerin hâlihazırda iş bulma olasılığı yüksek olan, daha eğitilmiş veya daha deneyimli bireylerden oluştuğu göz ardı edilirse, programın istihdam yaratma etkisi abartılmış olabilir. Böyle bir durumda, programın başarısı olarak görülen istihdam artışı, programdan ziyade bireylerin başlangıçtaki avantajlarından kaynaklanabilir. Başka bir örnekte, çevrimiçi kurslara katılımın bireylerin kariyer gelişimi üzerindeki etkisini değerlendiren bir çalışma ele alındığında, kurslara katılan bireylerin zaten kendilerini geliştirme konusunda daha motive olması veya daha fazla boş zamana sahip olması nedeniyle bu seçimi yapmış olabileceği dikkate alınmalıdır. Eğer bu faktörler modele dâhil edilmezse, kurslara katılımın gerçek etkisi olduğundan daha yüksek tahmin edilebilir.

Seçim yanlılığı ayrıca girişimcilik çalışmalarında da sıkça karşımıza çıkar. Örneğin, yeni kurulan girişim şirketlerinin yatırım almasının şirket büyümesi üzerindeki etkisini değerlendiren bir çalışma düşünelim. Eğer yatırım alan şirketler zaten daha iyi iş modellerine sahip, daha deneyimli kuruculara sahip veya daha güçlü ağlara bağlı şirketlerse, yatırımın büyümeye etkisi gerçekte olduğundan daha fazla tahmin edilebilir. Burada gözlemlenemeyen faktörler (şirketin başlangıçtaki avantajları) hesaba katılmazsa, yatırımın nedensel etkisi yanlış tahmin edilmiş olur.

Bu tür yanlılıklar, sadece nedensel ilişkiyi yanlış yorumlamamıza neden olmakla kalmaz, aynı zamanda ekonometrik modellerin temel varsayımlarını ihlal ederek tahmin sonuçlarını sistematik olarak çarpıtır. Regresyon analizinde seçim yanlılığı ciddi bir sorundur, çünkü bağımsız değişken ile hata terimi arasında bir korelasyon yaratır ve en küçük kareler tahminlerini yanlış hale getirir.

Şimdi bu durumu bir örnekle daha derinlemesine açıklayalım. Eğitim araştırmalarında, üniversite mezunları ile mezun olmayan bireylerin gelirlerini karşılaştırırken sıkça seçim yanlılığıyla karşılaşırız. Örneğin, bir araştırmacı “Üniversite eğitimi gelir düzeyini artırır mı?” sorusunu yanıtlamak istiyor olsun. Bu soruya en basit yaklaşım, üniversite mezunları ile lise mezunlarının ortalama gelirlerini karşılaştırmaktır. Ancak, üniversiteye gitmeyi seçen bireyler rastgele bir grup değildir. Aksine, üniversiteye devam eden bireyler genellikle belirli özelliklere sahiptir:

- Daha yüksek bilişsel yeteneklere sahip olabilirler.
- Daha yüksek sosyoekonomik statüye sahip ailelerden gelebilirler.
- Akademik başarıya daha fazla önem veren bireyler olabilirler.

Seçim yanlılığı, tahmin edilen regresyon katsayılarının sadece bağımsız değişkenin etkisini değil, aynı zamanda bireylerin başlangıçtaki avantajlarını da içermesine neden olur. Regresyon analizinde bu sorun şu şekilde ifade edilir:

$$Y_i = \beta_o + B_1 Edu_i + \varepsilon_i$$

burada Y_i , bireyin gelirini, Edu_i , eğitim seviyesini (örneğin, üniversite mezunu olup olmadığını) ve ε_i , gözlemlenemeyen faktörleri temsil etmektedir. Eğer bireyin yeteneği veya ailesinin sosyal statüsü hem eğitim seviyesini hem de gelirini etkiliyorsa, hata terimi (ε_i) bağımsız değişken (Edu_i) ile ilişkili olur ve klasik OLS varsayımlarından biri olan

$$E(\varepsilon_i | X_i) = 0$$

koşulu ihlal edilir. Bu durumda, OLS tahminleri tutarsız hale gelir ve eğitim katsayısı gerçekte yalnızca eğitimin değil, eğitime etki eden gözlemlenemeyen faktörlerin de etkisini içerir. Bu nedenle, üniversite eğitiminin gelir üzerindeki etkisini doğru bir şekilde tahmin etmek için, seçim yanlılığını göz önünde bulundurmak gerekir. Seçim yanlılığını düzeltecek yöntemler uygulanmazsa, model yanıltıcı sonuçlar üretebilir.

3.2. Göz Ardı Edilen Değişken Problemi (OVB)

Nedensel analizde karşılaşılan en büyük metodolojik sorunlardan biri, göz ardı edilen değişken yanlılığıdır. Bu problem, bağımlı değişkeni etkileyen ancak modele dâhil edilmeyen bir değişkenin bağımsız değişkenle ilişkili olması durumunda ortaya çıkar. Eğer modelde yer almayan bir faktör, hem bağımsız değişkenin hem de bağımlı değişkenin üzerinde etkiliyse, tahmin edilen regresyon katsayıları yalnızca ilgilenilen değişkenin etkisini değil, aynı zamanda gözlemlenemeyen değişkenin etkisini de içerecektir. Bu durum,

nedensel ilişkinin hatalı tahmin edilmesine ve yanlış politika önerilerine yol açabilir.

Göz ardı edilen değişken yanlılığı genellikle veri eksikliği nedeniyle ortaya çıkar. Analiz yapılırken, bağımlı değişkeni etkileyen tüm faktörlerin modele dâhil edilmesi gerekir. Ancak, bazı değişkenler doğrudan gözlemlenemeyebilir ya da veri setinde yer almayabilir. Böyle bir durumda, regresyon modeli eksik bilgi ile tahmin edilir ve modelde olmayan değişkenin etkisi bağımsız değişkenlere yanlış şekilde atfedilir. Eğer göz ardı edilen değişken bağımsız değişkenle pozitif korelasyonlu ve aynı zamanda bağımlı değişkeni de pozitif yönde etkiliyorsa, regresyonda bağımsız değişkenin tahmin edilen etkisi gerçekte olduğundan daha büyük olur. Eğer göz ardı edilen değişken bağımsız değişkenle negatif korelasyonluysa, bağımsız değişkenin etkisi olduğundan daha küçük tahmin edilir.

Bu durumu matematiksel olarak ifade etmek mümkündür. Basit bir doğrusal regresyon modeli düşünüldüğünde, bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişki şu şekilde modellenenir:

$$Y_i = \beta_o + B_1 X_i + \varepsilon_i$$

Burada bağımlı değişken Y_i ve bağımsız değişken X_i arasındaki ilişki tahmin edilmektedir. Ancak, eğer modelde yer almayan fakat hem bağımlı hem de bağımsız değişkeni etkileyen başka bir değişken U_i varsa, gerçek model şu şekilde olmalıdır:

$$Y_i = \beta_o + B_1 X_i + B_2 U_i + \varepsilon_i$$

Eğer bu ek değişken modele dâhil edilmezse, U_i değişkeninin etkisi hata terimine yansır ve bağımsız değişken ile hata terimi arasında bir ilişki oluşur. OLS regresyonunun klasik varsayımlarından biri olan

$$E(\varepsilon_i | X_i) = 0$$

koşulu ihlal edilir ve tahmin edilen katsayılar yanlı hale gelir. Yanlılık miktarı, göz ardı edilen değişken ile bağımsız değişken arasındaki korelasyonun yönüne ve büyüklüğüne bağlıdır. Eğer göz ardı edilen değişken bağımsız değişkenle güçlü şekilde ilişkiliyse, OLS tahminleri ciddi şekilde bozulabilir.

Bu durumu gerçek dünyadan bir örnekle açıklamak gerekirse, diyelim ki bir ekonomist, bir hükümetin sunduğu iş gücü eğitimi programının bireylerin istihdam durumu üzerindeki etkisini değerlendirmek istiyor. Araştırmacı, bu programın gerçekten bireylerin istihdam edilme olasılığını artırıp artırmadığını analiz etmek için bir regresyon modeli kuruyor. En basit haliyle, model şu şekilde yazılabilir:

$$Employment_i = \beta_0 + \beta_1 Training_i + \varepsilon_i$$

Burada,

$Employment_i$, bireyin istihdam durumunu gösteren bir ikili değişkendir (1 = çalışıyor, 0 = işsiz).

$Training_i$, bireyin eğitim programına katılıp katılmadığını gösteren bir ikili değişkendir (1 = katıldı, 0 = katılmadı).

ε_i , modelde yer almayan gözlemlenemeyen faktörleri içeren hata terimidir.

Ancak, iş gücü eğitimine katılım rastgele bir süreç değildir. Eğitim programına katılmayı seçen bireyler genellikle daha motive, daha eğitilmiş veya daha güçlü iş bağlantılarına sahip olabilir. Eğer bu faktörler modele dâhil edilmezse, tahmin edilen β_1 katsayısı yalnızca eğitimin etkisini değil, aynı zamanda bireylerin başlangıçtaki avantajlarını da içerir.

Bu durumda, modelde motivasyon (U_i) gibi önemli bir değişken eksik olabilir. Motivasyon hem eğitim programına katılımı hem de istihdam olasılığını etkileyebileceği için, gerçek ilişki aslında şu şekilde olmalıdır:

$$Employment_i = \beta_0 + \beta_1 Training_i + \beta_2 U_i + \varepsilon_i$$

Eğer U_i modeli oluşturan araştırmacı tarafından gözlemlenemiyorsa, hata terimi şu hale gelir:

$$\varepsilon_i^* = \beta_2 U_i + \varepsilon_i$$

Bu durumda, bağımsız değişken ile hata terimi arasında bir korelasyon oluşur:

$$E(\varepsilon_i^* | X_i) \neq 0$$

Bu, klasik OLS varsayımlarından biri olan

$$E(\varepsilon_i | X_i) = 0$$

koşulunun ihlal edildiğini ve dolayısıyla tahmin edilen β_1 katsayısının yanlı hale geldiğini gösterir.

Yanlılığın yönü ve büyüklüğü şu formülle hesaplanır:

$$E[\beta_1^{OLS}] = \beta_1 + \beta_2 \cdot \text{Corr}(Training_i, U_i)$$

Eğer motivasyon (U_i) eğitim programına katılım ile pozitif ilişkili ve aynı zamanda istihdam olasılığını artırıyorsa, β_1^{OLS} gerçekte olduğundan daha büyük tahmin edilir. Bu durumda, eğitim programının gerçek etkisi fazla tahmin edilir ve programın iş bulma üzerindeki etkisi abartılmış olur. Eğer

ters yönde bir ilişki varsa, bağımsız değişkenin tahmini etkisi olduğundan küçük olabilir.

Benzer şekilde, sağlık sigortasının bireylerin sağlık durumları üzerindeki etkisini ölçmek isteyen bir çalışma düşünelim. Eğer analiz yalnızca sağlık sigortasına sahip bireyleri içeriyorsa, sigortalı bireylerin zaten sağlık konusunda daha bilinçli olma veya daha yüksek gelire sahip olma eğilimleri göz ardı edilebilir. Sigorta sahibi olmanın sağlık üzerindeki etkisi, bireylerin sağlık konusundaki davranışlarıyla karışabilir ve tahmin edilen etki yanlış hale gelebilir.

Göz ardı edilen değişken yanlışlığı yalnızca eğitim veya sağlık ekonomisinde değil, birçok farklı alanda karşılaşılan bir sorundur. Örneğin, asgari ücretin işsizlik üzerindeki etkisini analiz eden bir çalışmada, eğer modelde bölgesel ekonomik büyüme faktörleri kontrol edilmezse, asgari ücretin işsizliğe etkisi yanlış tahmin edilebilir. Ekonomik olarak daha güçlü bölgelerde asgari ücretin daha yüksek olması muhtemeldir ve bu bölgelerde işsizlik oranı düşük olabilir. Eğer model bu durumu kontrol etmezse, asgari ücret artışlarının işsizliği düşürdüğüne dair yanlış bir sonuca ulaşılabilir.

Bu tür sistematik hatalar, göz ardı edilen değişken yanlışlığının nedensel analizde ciddi problemlere yol açtığını gösterir. Göz ardı edilen değişkenler, tahmin edilen katsayıları çarpıtarak yanıltıcı sonuçlara sebep olabilir. Göz ardı edilen değişken yanlışlığı, aynı zamanda, regresyon analizinde endojenliğin en yaygın nedenlerinden biridir. Endojenlik, bağımsız değişkenin hata terimiyle ilişkili olduğu durumlarda ortaya çıkar ve tahmin edilen katsayıları yanlış ve tutarsız hale getirir. Ancak, endojenlik yalnızca göz ardı edilen değişkenlerden kaynaklanmaz; ters nedensellik ve ölçüm hataları gibi farklı mekanizmalarla da oluşabilir. Bu nedenle, ilerleyen bölümlerde endojenlik kavramını daha detaylı inceleyerek, bu problemin farklı kaynaklarını ve çözüm yollarını ele alacağız.

3.3. Ters Nedensellik ve Eşzamanlılık Yanlışlığı

Ters nedensellik ve eşzamanlılık yanlışlığı, gözlemsel çalışmalarda karşılaşılan temel metodolojik sorunlardan biridir. Nedensel analizlerde en büyük zorluklardan biri, değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü doğru bir şekilde belirleyememektir. OLS regresyonu, bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni etkilediğini ve bu ilişkinin tek yönlü olduğunu varsayar. Ancak, ekonomik ve sosyal süreçlerde değişkenler genellikle karşılıklı etkileşim içindedir. Bu durumda, bağımlı değişken yalnızca bağımsız değişkenden etkilenmekle kalmaz, aynı zamanda bağımsız değişken de bağımlı değişkeni

etkileyebilir. Böyle bir durumda, OLS regresyonu ile elde edilen tahminler yanlış hale gelir ve yanlış nedensel çıkarımlara yol açar.

Ters nedensellik, bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni etkilediği gibi, bağımlı değişkenin de bağımsız değişkeni etkileyebildiği durumlarda ortaya çıkar. Genel olarak, bir regresyon modeli aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$Y_i = \beta_o + B_1 X_i + \varepsilon_i$$

Burada Y_i , bağımlı değişkeni; X_i , bağımsız değişkeni ve ε_i , modelde yer almayan diğer faktörleri temsil etmektedir. OLS regresyonunun temel varsayımlarından biri, bağımsız değişkenin hata terimiyle ilişkisiz olmasıdır:

$$E(\varepsilon_i | X_i) = 0$$

Ancak, ters nedensellik durumunda, bağımlı değişken Y_i de bağımsız değişken X_i 'yi etkileyebilir. Bu durumda, bağımsız değişkenin de bir denklemlerle belirlenmesi gerekir:

$$X_i = \gamma_o + \gamma_1 Y_i + \vartheta_i$$

Bu durumda, X_i artık hata terimi ile ilişkilidir ve OLS tahminleri yanlış hale gelir:

$$E(\varepsilon_i | X_i) \neq 0$$

Bu ihlal, nedensellik yönünün belirsiz olduğunu ve OLS'nin yanlış tahminler üreteceğini gösterir. Örneğin, bireylerin gelir düzeyi ile sağlık durumu arasındaki ilişki incelendiğinde, genellikle yüksek gelirli bireylerin daha sağlıklı olduğu gözlemlenir. Bu bulgu, gelirin sağlık üzerinde doğrudan olumlu bir etkisi olduğu şeklinde yorumlanabilir. Daha yüksek gelir, bireylere daha iyi sağlık hizmetlerine erişim sağlama, sağlıklı gıdalara ulaşma ve daha az stresli bir yaşam sürme imkânı tanıyabilir. Ancak, nedensellik yönü ters de olabilir; yani daha sağlıklı bireyler daha üretken olabilir ve dolayısıyla daha yüksek gelir elde edebilir. Eğer araştırmada sağlık durumu bağımsız bir değişken olarak ele alınmazsa, gelir katsayısı hem gelirin sağlık üzerindeki etkisini hem de sağlığın gelir üzerindeki etkisini içereceğinden, OLS tahminleri yanıltıcı olacaktır.

Benzer bir durum, polis sayısı ve suç oranları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda da görülmektedir. Eğer bir araştırmacı belirli bölgelerde daha fazla polis memuru olduğunu ve bu bölgelerde suç oranlarının daha yüksek olduğunu tespit ederse, yüzeysel bir yorumla polis sayısının suç oranını artırdığı sonucuna varabilir. Ancak, gerçek ilişki tam tersi olabilir. Yetkililer, yüksek suç oranına sahip bölgelere daha fazla polis memuru görevlendirme eğiliminde olduğundan, polisin suç üzerindeki etkisini doğru bir şekilde

ölçmek için bu çift yönlü ilişki dikkate alınmalıdır. Gerçek ilişkiyi göstermek için iki denklemlili bir sistem kullanmak gerekir:

$$Crime_i = \beta_o + B_1 Police_i + \varepsilon_i$$

$$Police_i = \gamma_o + \gamma_1 Crime_i + \vartheta_i$$

Bu durumda, bağımsız değişken olarak düşünülen polis sayısı aslında bağımlı değişken olan suç oranıyla belirlenmektedir. Bu tür bir ilişki göz ardı edilirse, polisin suç oranına etkisi yanlış tahmin edilebilir.

Eşzamanlılık yanlılığı ise, bağımsız değişken ile bağımlı değişkenin aynı anda birbirini etkilemesi durumunda ortaya çıkar. Çoğu ekonomik değişken, yalnızca bir diğerini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda kendisi de etkilenebilir. Örneğin, piyasada fiyat ve talep arasındaki ilişkiyi ele alalım. Genel olarak, fiyatların artması talebi azaltan bir etki yaratırken, aynı zamanda yüksek talep de fiyatların yükselmesine neden olabilir. Eğer bir araştırmacı fiyatların talep üzerindeki etkisini ölçmek istiyorsa ve bu karşılıklı etkileşimi göz ardı ederse, fiyat değişimlerinin gerçek talep üzerindeki etkisini yanlış tahmin edebilir. Fiyat ve talep aynı anda belirlendiğinden, OLS regresyonu bu karşılıklı etkileşimi dikkate almadığında yanıltıcı sonuçlar verebilir.

Bu durumu matematiksel olarak ifade etmek gerekirse, talep ve fiyat arasındaki ilişki şu şekilde modellenabilir:

$$Talep_i = \beta_o + B_1 Fiyat_i + \varepsilon_i$$

$$Fiyat_i = \gamma_o + \gamma_1 Talep_i + \vartheta_i$$

Burada, her iki denklem de birbirini eşanlı olarak belirlemektedir ve eşzamanlılık sorunu ortaya çıkmaktadır. Eğer bu çift yönlü ilişkiyi göz ardı ederek OLS regresyonu kullanılırsa, tahmin edilen fiyat katsayısı yanlış olacaktır.

Benzer bir sorun, işsizlik oranı ve ücretler arasındaki ilişkide de ortaya çıkar. Düşük ücretlerin işsizliği artırabileceği öne sürülebilir; düşük ücretli işler, işçilerin iş gücüne katılımını azaltarak işsizliğin yükselmesine yol açabilir. Ancak, işsizlik oranının yüksek olduğu bir ekonomide, iş gücündeki rekabetin artması nedeniyle firmalar ücretleri düşürebilir. Bu durumda, işsizlik ve ücretler birbirini eşzamanlı olarak etkileyen değişkenlerdir. Eğer bir ekonometrik model, bu çift yönlü ilişkiyi göz ardı ederse, ücretlerin işsizlik üzerindeki etkisini olduğundan daha büyük ya da daha küçük tahmin edebilir.

Bu tür metodolojik sorunlar, ekonometrik analizlerde nedenselliğin doğru bir şekilde belirlenmesini güçleştiren en önemli engeller arasındadırlar. Ters

nedensellik, bağımlı değişkenin bağımsız değişkeni etkileyebildiği durumlarda tahmin edilen katsayıları yanlış hale getirirken, eşzamanlılık yanlılığı ise iki değişkenin aynı anda birbirini etkilemesi nedeniyle regresyon analizlerini tutarsız hale getirebilir. Bu tür problemler göz ardı edildiğinde, elde edilen sonuçlar yalnızca istatistiksel korelasyonu yansıtacak, ancak değişkenler arasındaki gerçek nedensel ilişkiyi tam olarak ortaya koyamayacaktır. Bu nedenle, ekonometrik analizlerde yalnızca veri seti üzerinde yapılan basit regresyonlarla nedenselliği belirlemek yeterli değildir; modelleme sürecinde teorik çerçevenin güçlü bir şekilde oluşturulması ve potansiyel metodolojik yanlılıkların dikkate alınması gerekmektedir. Ekonomik süreçler genellikle dinamik ve çok yönlü etkileşimlere sahip olduğundan, analizlerde kullanılan yöntemlerin bu tür ilişkileri doğru bir şekilde yakalayabilmesi büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde, yanlış çıkarımlara dayalı politika önerileri geliştirilerek uygulamaya konulabilir ve bu da ekonomik karar alma süreçlerinde ciddi hatalara yol açabilir. Bu bağlamda, ilerleyen bölümlerde, ters nedensellik ve eşzamanlılık yanlılığını ortadan kaldırmaya yönelik kullanılan ekonometrik yöntemler detaylı olarak ele alınacaktır.

3.4. Örneklem Seçim Yanlılığı

Ekonometrik analizlerde karşılaşılan en büyük metodolojik sorunlardan biri, veri toplama sürecinde örneklem seçim yanlılığının meydana gelmesi ve bunun tahmin edilen regresyon katsayılarını yanıltıcı hale getirmesidir. Örneklem seçim yanlılığı, belirli bir popülasyonun tamamını temsil etmek yerine, belirli bir alt kümesine dayalı tahminler yapıldığında ortaya çıkar. Eğer örnekleme dâhil edilen gözlemler, analiz edilmek istenen değişkenle sistematik olarak ilişkilirse, regresyon sonuçları yalnızca eksik bir bilgi setine dayalı olacak ve genellenebilirlik açısından ciddi sorunlar yaratacaktır.

Örneklem seçim yanlılığı, özellikle gözlemsel verilerle yapılan çalışmalarda yaygın olarak görülür. Çünkü ekonometrik modeller genellikle rastgele seçilmiş gözlemler yerine, belirli bir sürecin sonucunda örnekleme dâhil edilen bireyler veya firmalar üzerinden tahmin edilir. Eğer bu seçim süreci rastgele değilse ve modele dâhil edilmeyen bireyler sistematik olarak farklı özelliklere sahipse, OLS tahminleri yalnızca gözlemlenen veriler üzerinden hesaplanacağı için yanlış hale gelir ve hata terimi bağımsız değişkenle ilişkili olabilir. Bu durumda, tahmin edilen katsayılar yalnızca seçilen alt grup için geçerli olup, popülasyonun tamamına genellenemez.

Matematiksel olarak örneklem seçim yanlılığı şu şekilde ifade edilebilir. Basit bir regresyon modeli ele alalım:

$$Y_i = \beta_o + B_1X_i + \varepsilon_i$$

Burada:

Y_i : Bağımlı değişken (örneğin, öğrencinin standart test puanı),

X_i : Bağımsız değişken (örneğin, öğrencinin özel okulda okuyup okumadığı),

ε_i : Hata terimi (modelde gözlemlenemeyen tüm diğer faktörleri temsil eder).

Ancak, analiz yalnızca belirli bir örneklem grubunu içeriyorsa ve örnekleme dâhil edilme süreci rastgele değilse, seçim sürecini açıklayan ek bir denklem gereklidir:

$$S_i^* = Z_i\gamma + \mu_i$$

Burada:

S_i^* , bir gözlemin örnekleme dâhil edilme olasılığını belirleyen gizli (latent) bir değişkendir.

Eğer $S_i^* > 0$ ise, gözlem seçilir ve örnekleme dâhil edilir; aksi takdirde gözlem hariç tutulur.

Z_i , seçim sürecini etkileyen değişkenler kümesini,

μ_i ise seçim sürecindeki hata terimini ifade eder.

Eğer μ_i hata terimi, bağımlı değişkenin hata terimiyle (ε_i) ilişkiliyse, OLS tahminleri yanlı hale gelir. Bu durum, bağımsız değişken ile hata terimi arasında bir korelasyon oluşmasına neden olur:

$$E(\varepsilon_i | X_i, S_i^*) \neq 0$$

Bu ihlal, OLS'nin en önemli varsayımlarından biri olan bağımsız değişken ile hata terimi arasındaki ilişkisizliği bozduğu için, tahmin edilen katsayılar güvenilir olmaz ve elde edilen sonuçlar yalnızca gözlemlenen bireyler için geçerli olur.

Örneklem seçim yanlılığının klasik bir örneği, işgücü piyasasında kadınların erkeklere kıyasla daha düşük ücret aldığını gösteren çalışmalarda görülmektedir. Eğer yalnızca çalışan kadınların ve erkeklerin maaşları karşılaştırılırsa, işgücü piyasasında çalışmayı tercih eden kadınların belirli özelliklere sahip olması (örneğin, daha yüksek eğitim seviyesine veya belirli sektörlerde çalışma eğilimine sahip olmaları) göz ardı edilebilir. Bu durumda, çalışma kararı bağımlı değişken olan ücret düzeyiyle ilişkili olduğu için, tahmin edilen ücret farkı yalnızca cinsiyetin etkisini değil, aynı zamanda çalışma kararına yol açan bireysel özelliklerin etkisini de içerebilir. Eğer işgücüne katılımın sistematik bir seçim süreci olduğu göz önünde

bulundurulmazsa, kadınların ücret dezavantajı olduğundan daha büyük veya daha küçük tahmin edilebilir.

Benzer bir sorun, üniversite mezunlarının ortalama gelirlerini analiz eden çalışmalarda da görülmektedir. Eğer analiz yalnızca çalışan mezunları içeriyorsa, işsiz mezunlar hariç tutulmuş olur. Bu durumda, ortalama maaş seviyesi olduğundan yüksek tahmin edilebilir ve model, eğitim seviyesinin gerçek etkisini olduğundan fazla gösterebilir. Eğer işsizlik durumu da modele dâhil edilmese, eğitim ve gelir arasındaki ilişki olduğundan güçlü tahmin edilebilir.

Sağlık ekonomisinde, hastane verilerini kullanarak bir tedavinin etkinliğini inceleyen bir araştırmacı, yalnızca hastaneye başvuran hastaları analiz ederse, genel popülasyonun tamamına uygulanabilir bir sonuca ulaşamayabilir. Çünkü hastaneye giden hastalar, sağlık hizmetlerine erişimi olan, hastalığı daha ağır seyreden veya belirli sosyo-ekonomik özelliklere sahip bireyler olabilir. Eğer model, hastaneye gitmeyen bireyleri dikkate almazsa, tedavinin etkinliği konusunda yanıltıcı sonuçlar elde edilebilir.

Örneklem seçim yanlılığı, yalnızca tahmin edilen katsayıları değil, aynı zamanda nedensel analizleri de doğrudan etkileyen bir sorundur. Eğer seçim süreci modelleme aşamasında kontrol edilmezse, bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişki yanlış tahmin edilebilir ve nedensellik yanlış yorumlanabilir. Bu durum, kamu politikalarının etkinliğini değerlendiren çalışmalarda özellikle kritik hale gelir. Örneğin, bir istihdam programının işsizlik üzerindeki etkisini analiz eden bir çalışmada, programa katılan bireylerin zaten iş bulma olasılığı yüksek olanlardan oluştuğunu göz ardı edersek, programın gerçek etkisini olduğundan büyük tahmin edebiliriz. Eğer bu tür bir seçim süreci modele dâhil edilmese, politika yapıcılar yanıltıcı sonuçlar üzerinden karar alabilir ve etkin olmayan politikalar uygulamaya konulabilir.

Sonuç olarak, örneklem seçim yanlılığı, ekonometrik analizlerde nedenselliği doğru bir şekilde belirlemenin önündeki en önemli engellerden biridir. Yanlış seçilmiş bir örneklem, bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki gerçek ilişkiyi çarpıtabilir ve tahmin edilen katsayıların yalnızca belirli bir alt grup için geçerli olmasına neden olabilir. Bu durum, analiz sonuçlarının genellenebilirliğini sınırlandırarak yanlış politika önerilerine ve hatalı ekonomik yorumlara yol açabilir. Özellikle gözlemsel verilerle yapılan çalışmalarda, seçim sürecinin rastgele olup olmadığı titizlikle incelenmeli ve potansiyel yanlılık kaynakları belirlenmelidir. Bu nedenle, seçim yanlılığını düzeltmeye yönelik ekonometrik yöntemlerin kullanımı büyük önem

taşımakta olup, güvenilir ve geçerli tahminler elde edebilmek için modelleme sürecinde seçim sürecinin dikkate alınması gerekmektedir.

3.5. Ölçüm Hatası Yanlılığı

Ölçüm hatası yanlılığı, ekonometrik analizlerde en önemli metodolojik sorunlardan biridir ve verilerin doğru bir şekilde ölçülmemesi nedeniyle tahmin edilen katsayıların yanlı ve tutarsız hale gelmesine neden olur. Ekonomik analizlerde kullanılan değişkenlerin doğrudan gözlemlenememesi veya ölçüm sürecinde hatalar içermesi, bağımsız değişkenler ile hata terimi arasında sistematik bir ilişki oluşturarak regresyon analizinin temel varsayımlarını ihlal edebilir. Bu durum, yalnızca tahmin edilen katsayıların güvenilirliğini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda nedensel analizlerin doğruluğunu da ciddi şekilde etkiler.

Ölçüm hatası, genellikle iki temel biçimde ortaya çıkar: bağımlı değişkende ölçüm hatası ve bağımsız değişkende ölçüm hatası. Bağımlı değişkende meydana gelen ölçüm hatası, genellikle hata teriminin varyansını artırarak modelin tahmin gücünü zayıflatırken, bağımsız değişkende ölçüm hatası daha ciddi bir problem yaratır çünkü bağımsız değişken ile hata terimi arasında korelasyon oluşturur. Bu durum, klasik OLS varsayımlarından biri olan bağımsız değişkenin hata terimiyle ilişkisiz olması koşulunu ihlal eder ve tahmin edilen regresyon katsayılarının yanlı hale gelmesine yol açar.

Matematiksel olarak, ölçüm hatasını içeren bir regresyon modeli şu şekilde ifade edilebilir. Gerçek bağımsız değişken X_i^* ölçüm hatasına maruz kaldığında, gözlemlenen bağımsız değişken X_i şu şekilde modellenir:

$$X_i = X_i^* + v_i$$

Burada v_i , bağımsız değişkenin ölçüm hatasını ifade eden hata terimidir. Eğer ölçüm hatası sıfır ortalamalı ve bağımsız değişken ile ilişkili değilse, yani:

$$E[v_i] = 0, \text{ ve } E[v_i X_i^*] = 0,$$

koşulları sağlanıyorsa, ölçüm hatasının klasik biçimde rastgele olduğu söylenebilir. Ancak, bu hata terimi regresyon denkleminde dâhil edildiğinde, hata terimi ile bağımsız değişken arasında sistematik bir ilişki oluşabilir. Temel regresyon modeli:

$$Y_i = \beta_0 + B_1 X_i^* + \varepsilon_i$$

şeklinde ifade edildiğinde, ancak X_i^* doğrudan gözlemlenemediğinde ve yerine $X_i = X_i^* + v_i$ kullanıldığında, regresyon modeli şu hale gelir:

$$Y_i = \beta_0 + B_1 (X_i - v_i) + \varepsilon_i$$

$$Y_i = \beta_0 + B_1 X_i + (\varepsilon_i - B_1 v_i)$$

elde edilir. Burada, $(\varepsilon_i - B_1 v_i)$ yeni hata terimini temsil etmektedir. Eğer ölçüm hatası X_i ile ilişkisiz değilse, yani $E[v_i X_i^*] \neq 0$ ise bağımsız değişken ile hata terimi arasında sistematik bir ilişki oluşur ve klasik OLS varsayımı olan:

$$E(\varepsilon_i | X_i) = 0$$

koşulu ihlal edilir. Bu durum, tahmin edilen B_1 katsayısının yanlış hale gelmesine neden olur ve klasik zayıflama yanlılığı (attenuation bias) etkisi ortaya çıkar. Özellikle ölçüm hatası bağımsız değişkenin varyansını küçültür ve regresyon katsayısını sıfıra doğru çeker, yani gerçek nedensel etkinin olduğundan küçük tahmin edilmesine neden olur.

Ölçüm hatası yanlılığının en yaygın görüldüğü alanlardan biri, anket verileriyle yapılan ekonomik ve sosyal araştırmalardır. Örneğin, bireylerin yıllık gelirlerini içeren bir çalışmada, gelir verileri anketler aracılığıyla toplanıyorsa, bireylerin gelirlerini olduğundan daha yüksek veya daha düşük bildirme olasılığı vardır. Eğer yüksek gelirli bireyler gelirlerini eksik raporlama eğiliminde, düşük gelirli bireyler ise gelirlerini fazla raporlama eğiliminde olursa, gelir değişkenindeki ölçüm hatası sistematik hale gelir ve gelir ile hata terimi arasında doğrudan bir ilişki oluşur. Bu durumda, gelir düzeyinin harcama veya sağlık üzerindeki etkisi olduğundan küçük veya büyük tahmin edilebilir.

Benzer bir sorun, eğitim seviyesinin bireylerin işgücü piyasasındaki başarısı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda da ortaya çıkmaktadır. Eğer bireylerin beyan ettiği eğitim seviyesi ile gerçek eğitim seviyesi arasında sistematik bir farklılık varsa, eğitim katsayısının tahmini yanıltıcı hale gelebilir. Örneğin, üniversite mezunu olmayan bireyler, kendilerini üniversite mezunu olarak beyan etme eğilimindeyse, modelde eğitim katsayısının işgücü piyasasındaki etkisi yanlış tahmin edilir ve eğitim ile gelir arasındaki gerçek ilişki çarpıtılmış olur.

Ölçüm hatası yalnızca ekonomik analizlerde değil, sağlık ekonomisi, psikoloji ve sosyal bilimler gibi birçok alanda da önemli bir metodolojik sorundur. Örneğin, bireylerin stres seviyeleri veya sağlık durumlarını raporladıkları anket çalışmaları incelendiğinde, kişilerin kendi sağlık durumlarını farklı algılayabilmesi nedeniyle ölçüm hatası ortaya çıkabilir. Eğer sağlık durumunu olduğundan iyi bildirme eğiliminde olan bireyler aynı zamanda yüksek gelirli bireylerse, gelir ile sağlık arasındaki ilişki yanlış tahmin edilebilir ve sağlık politikalarına yönelik çıkarımlar hatalı olabilir.

Sonuç olarak, ölçüm hatası yanlışlığı, yalnızca tahmin edilen katsayıların güvenilirliğini değil, aynı zamanda yapılan nedensel çıkarımların doğruluğunu da ciddi şekilde etkileyen bir sorundur. Özellikle gözlemsel verilerle yapılan analizlerde, bağımsız değişkenlerdeki ölçüm hataları tahmin edilen katsayıları çarpıtarak yanıltıcı sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle, ekonometrik modelleme sürecinde ölçüm hatalarının varlığı dikkatlice incelenmeli ve gerekli düzeltme yöntemleri uygulanmalıdır.

3.6. Endojenlik Problemi

Ekonometrik analizlerde en büyük metodolojik zorluklardan biri endojenlik problemidir. Endojenlik, bağımsız değişkenlerin hata terimiyle ilişkisinin olması durumunda ortaya çıkar ve tahmin edilen katsayıların yanıltıcı ve tutarsız hale gelmesine neden olur. Klasik OLS regresyonunun temel varsayımlarından biri, bağımsız değişkenlerin hata terimiyle ilişkisiz olmasıdır. Ancak, bu varsayım ihlal edildiğinde, OLS tahminleri yanıltıcı olur ve elde edilen sonuçlar yalnızca istatistiksel bir ilişkiyi yansıtırken gerçek nedensel ilişkiyi ortaya koyamaz. Endojenlik problemi düzeltilmeden yapılan ekonometrik analizler, yanlış politika önerilerine yol açabilir ve ekonomik karar alma süreçlerini olumsuz etkileyebilir.

Endojenlik genellikle üç temel mekanizma ile ortaya çıkar. Bunlardan ilki göz ardı edilen değişken yanlışlığıdır. Eğer modele dahil edilmeyen ancak hem bağımsız değişkeni hem de bağımlı değişkeni etkileyen bir faktör varsa, bu durum bağımsız değişken ile hata terimi arasında bir korelasyon oluşturur. Sonuç olarak, bağımsız değişken yalnızca ilgilenilen değişkenin etkisini değil, aynı zamanda göz ardı edilen değişkenin etkisini de içerir. İkinci mekanizma ölçüm hatasıdır. Eğer bağımsız değişken yanlış ölçülmüşse, bu ölçüm hatası hata terimiyle bağımsız değişken arasında sistematik bir ilişki doğurur ve katsayı tahminleri yanıltıcı hale gelir. Üçüncü mekanizma ise eşzamanlılık yanlışlığıdır. Çoğu ekonomik değişken karşılıklı olarak birbirini etkiler. Eğer bağımlı değişken bağımsız değişken tarafından belirlenirken, bağımsız değişken de bağımlı değişken tarafından belirleniyorsa, bu durum modelde bir içsellik problemi yaratır ve tahmin edilen katsayılar güvenilir olmaktan çıkar.

Matematiksel olarak, endojenlik problemi klasik OLS regresyon modeliyle ifade edilebilir. Basit bir doğrusal regresyon modeli şu şekildedir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

Burada Y_i , bağımlı değişkeni; X_i , bağımsız değişkeni ve ε_i , modelde yer almayan diğer faktörleri temsil etmektedir. OLS tahminlerinin tutarlı olabilmesi için temel varsayım şu şekildedir:

$$E(\varepsilon_i | X_i) = 0$$

Ancak, eğer bağımsız değişken hata terimiyle ilişkili hale gelirse, bu koşul ihlal edilir:

$$E(\varepsilon_i | X_i) \neq 0$$

Bu durumda OLS tahminleri yanlı hale gelir ve tahmin edilen katsayılar gerçek nedensel ilişkiyi doğru bir şekilde yansıtmaz. Endojenliğin ekonometrik analizler üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için bazı örnekler ele alınabilir.

Örneğin, tarımsal verimlilik ve gübre kullanımı arasındaki ilişkiyi ele alalım. Bir araştırmacı, gübre kullanımının tarımsal verimlilik üzerindeki etkisini ölçmek için şu modeli tahmin etmek istesin:

$$Verimlilik_i = \beta_o + B_1 Gübre_i + \varepsilon_i$$

Burada, bağımsız değişken olan gübre kullanımı, bağımlı değişken olan tarımsal verimlilik üzerindeki etkisi incelenmektedir. Ancak, tarımsal verimlilik yalnızca gübre kullanımına bağlı değildir; toprak kalitesi, çiftçinin deneyimi, hava koşulları ve tarımsal teknolojilerin kullanımı gibi faktörler de verimliliği etkileyebilir. Eğer bu faktörler modele dahil edilmezse, özellikle toprak kalitesi hem gübre kullanımını hem de tarımsal verimliliği etkiliyorsa, bağımsız değişken olan gübre kullanımı ile hata terimi arasında bir ilişki oluşur. Toprak kalitesi yüksek olan çiftçiler hem daha fazla gübre kullanabilir hem de doğal olarak daha yüksek verim alabilirler. Eğer bu durum kontrol edilmezse, gübre kullanımının etkisi gerçekte olduğundan daha büyük tahmin edilebilir.

Diğer bir örnekte de, asgari ücretin işsizlik oranı üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmayı düşünelim. Model şu şekilde olsun:

$$İşsizlikOranı_i = \beta_o + B_1 AsgariÜcret_i + \varepsilon_i$$

Bu model, asgari ücret artışlarının işsizlik oranı üzerindeki etkisini ölçmeye çalışmaktadır. Ancak, hükümetlerin asgari ücret politikaları genellikle ekonomik büyüme ve işgücü piyasasındaki koşullara bağlıdır. Örneğin, ekonomik büyüme dönemlerinde hükümetler asgari ücreti artırabilir, ancak aynı dönemde işsizlik oranları zaten düşük olabilir. Bu durumda, asgari ücret ve işsizlik oranı arasında karşılıklı bir ilişki oluşabilir ve bağımsız değişken hata terimiyle ilişkili hale gelir. Eğer bu durum modele dâhil edilmezse, asgari ücretin işsizlik üzerindeki gerçek etkisini olduğundan büyük ya da küçük tahmin etme riski ortaya çıkar.

Kamu yatırımlarının bölgesel ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen bir model de endojenlik problemiyle karşılaşabilir:

$$BölgeselBüyüme_i = \beta_o + B_1KamuYatırımı_i + \varepsilon_i$$

Bu model, kamu yatırımlarının bölgesel ekonomik büyümeye katkısını ölçmeye çalışmaktadır. Ancak, hükümetler genellikle kamu yatırımlarını zaten ekonomik olarak daha güçlü bölgelere yönlendirme eğilimindedir. Yani, kamu yatırımı bağımlı değişken olan büyümeyi etkilediği gibi, büyüme de bağımsız değişken olan kamu yatırımlarının düzeyini belirleyebilir. Eğer bu karşılıklı ilişki göz ardı edilirse, kamu yatırımlarının etkisi yanlış tahmin edilir ve model yanıltıcı çıkarımlara yol açar.

Bireylerin sağlıklı beslenme alışkanlıklarının obezite üzerindeki etkisini inceleyen bir araştırmayı da ele alalım:

$$Obezite_i = \beta_o + B_1SağlıklıBeslenme_i + \varepsilon_i$$

Bu model, sağlıklı beslenmenin obezite üzerindeki etkisini ölçmeye çalışmaktadır. Ancak, bireylerin sağlıklı beslenme alışkanlıkları yalnızca bilinçli tercihlere bağlı değildir; aynı zamanda gelir seviyeleri, eğitim düzeyleri ve yaşam tarzları tarafından da belirlenebilir. Eğer yüksek gelirli bireyler hem daha sağlıklı beslenmeye yatkınsa hem de obezite riski daha düşükse, bu durumda sağlıklı beslenme değişkeni hata terimiyle ilişkili hale gelir. Sonuç olarak, sağlıklı beslenmenin obezite üzerindeki etkisi olduğundan farklı tahmin edilebilir.

Benzer bir sorun, yenilenebilir enerji teşviklerinin karbon emisyonları üzerindeki etkisini ölçmeye çalışan bir çalışmada da görülebilir. Model şu şekilde olabilir:

$$KarbonEmisyonları_i = \beta_o + B_1YenilenebilirEnerjiTeşvikleri_i + \varepsilon_i$$

Eğer yenilenebilir enerji teşvikleri daha önce zaten karbon emisyonlarını azaltma eğiliminde olan ülkelerde daha fazla uygulanıyorsa, bu teşviklerin etkisi gerçekte olduğundan büyük tahmin edilebilir. Çünkü model yalnızca teşviklerin etkisini değil, önceden var olan çevresel düzenlemelerin de etkisini içerebilir. Bu durumda, bağımsız değişken hata terimiyle ilişkili hale gelir ve OLS tahminleri yanıltıcı olur.

Sonuç olarak, ekonometrik analizlerde endojenlik problemi göz ardı edilirse, modelin tahmin gücü ciddi şekilde bozulur ve elde edilen sonuçlar yalnızca istatistiksel bir korelasyonu verebilir, ancak değişkenler arasındaki gerçek nedensel ilişkiyi tam olarak gösteremez. Bu nedenle, her ekonometrik modelde endojenlik riski dikkatlice değerlendirilmeli ve uygun yöntemler kullanılarak bu sorunun etkileri minimize edilmelidir.

4. Deneyssel ve Yarı-Deneyssel Yöntemler

İktisat bilimi, ekonomik aktörlerin karar alma süreçlerini ve bu kararların ekonomik çıktılar üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik çeşitli yöntemler geliştirmiştir. Geleneksel olarak gözlemsel veriler ve teorik modeller aracılığıyla yürütülen analizler, ekonomik ilişkilerin doğasını anlamada önemli bir rol oynamıştır. Ancak, nedensellik ilişkilerinin kesin olarak tespit edilmesi her zaman mümkün olmamış, bu da iktisadi analizlerde metodolojik sınırlılıklara yol açmıştır. Son yıllarda, bu sorunu aşmak ve nedensel çıkarımları daha güvenilir bir şekilde yapabilmek amacıyla deneyssel ve yarı deneyssel yöntemlerin kullanımı giderek yaygınlaşmıştır.

Deneyssel ve yarı deneyssel yöntemler, iktisadi analizlerde daha güçlü nedensel tahminler yapmayı mümkün kılan yöntemsel araçlar sunmaktadır. Deneyssel yöntemler, özellikle rastgele atama ilkesi çerçevesinde oluşturulan kontrollü deneyler yoluyla, belirli bir müdahalenin etkisini doğrudan ölçmeye olanak tanımaktadır. Yarı deneyssel yöntemler ise, deney koşullarının sağlanamadığı durumlarda, dışsal değişkenler veya doğal deneyler yoluyla nedensel etkileri tahmin etmeye imkân vermektedir. Bu yöntemlerin iktisat literatürüne katkısı, gözlemsel verilerle yapılan analizlere kıyasla daha güvenilir ve geçerli nedensel sonuçlara ulaşmayı sağlamalarıdır.

Deneyssel ve yarı deneyssel yöntemler, iktisat literatüründe özellikle politika analizleri, mikroekonomik karar alma süreçleri ve piyasa mekanizmalarının işleyişine ilişkin çalışmalarda yaygın biçimde kullanılmaktadır. Gerek bireysel düzeyde ekonomik kararların anlaşılması gerekse makro düzeyde politika etkilerinin ölçülmesi açısından sundukları avantajlar, bu yöntemlerin iktisat bilimi içindeki önemini giderek artırmaktadır. Bu bölümde, deneyssel ve yarı deneyssel yöntemlerin temel metodolojik çerçevesi, iktisat disipliniindeki yeri

ve sağladığı analitik imkânlar ele alınacak; ayrıca, bu yöntemlerin ampirik uygulamalarını destekleyen güncel literatür incelenecek ve STATA kodları üzerinden pratik kullanımları analiz edilecektir.

4.1. Deneyssel Yöntemler

4.1.1. Tanım ve Temel Özellikler

Deneyssel yöntemler, iktisat biliminde nedensel ilişkileri analiz etmek ve belirli müdahalelerin etkilerini ölçmek amacıyla kullanılan en güvenilir yöntemler arasında yer almaktadır. Geleneksel ekonometrik modeller genellikle gözlemsel verilerden hareketle tahminler yaparken, deneyssel yöntemler belirli bir müdahalenin etkisini izole ederek nedensel çıkarımlarda bulunmayı mümkün kılar. Özellikle sosyal bilimlerde gözlemlenen veriler üzerinde yapılan analizlerde, nedenselliği kurmak oldukça zordur çünkü bireyler, firmalar veya ülkeler arasında belirli bir müdahaleye maruz kalma olasılığı sistematik olarak farklılık gösterebilir. Bu durum, seçim yanlılığı ve gözlemlenemeyen değişkenlerin etkileri nedeniyle, bir müdahalenin gerçek etkisinin doğru bir şekilde ölçülmesini güçleştirir. Deneyssel yöntemler, bu tür sorunları aşmak amacıyla tasarlanmış metodolojik araçlar sunmaktadır.

İktisat disiplininde deneyssel yöntemler, özellikle Rastgele Kontrollü Deneyler (RCTs) şeklinde uygulanmaktadır. RCT'ler, müdahalenin etkisini izole edebilmek için analiz birimlerinin rastgele olarak deney (tedavi) ve kontrol gruplarına atanmasını esas alır. Bu rastgele atama süreci, sistematik yanlılığı ortadan kaldırarak araştırmanın iç geçerliliğini güçlendirir. İç geçerliliğin sağlanması, deney grubunda meydana gelen değişimlerin yalnızca uygulanan müdahaleden kaynaklandığını garanti altına almak açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, deneyssel yöntemler gözlemsel veriye dayalı analizlerde karşılaşılan birçok metodolojik sınırlılığı ortadan kaldırarak, politika değerlendirmeleri ve ampirik analizlerde güçlü nedensel çıkarımlar yapılmasına imkân tanımaktadır.

Deneyssel Yöntemlerin Avantajları ve Önemi

Deneyssel yöntemler, özellikle kamu politikalarının, sosyal programların ve ekonomik teşviklerin etkinliğini değerlendirmek açısından güçlü analitik avantajlar sunmaktadır. Geleneksel ekonometrik modellerde genellikle gözlemlenen değişkenler arasındaki ilişkiler istatistiksel korelasyonlara dayanarak incelenirken, deneyssel yöntemler neden-sonuç ilişkilerini doğrudan test etmeye imkân tanımaktadır. Bu bağlamda, deneyssel yöntemlerin sunduğu başlıca avantajlar şu şekilde özetlenebilir:

- Seçim yanlılığını önleme: Seçim yanlılığı, gözlemsel çalışmalarda sıkça karşılaşılan ve nedensel ilişkilerin doğru bir şekilde belirlenmesini zorlaştıran temel metodolojik sorunlardan biridir. Bir müdahaleye maruz kalan bireylerin ya da grupların belirli özellikler açısından sistematik olarak farklılık göstermesi, tahmin edilen etkinin müdahaleden mi yoksa bu farklılıklardan mı kaynaklandığını ayırt etmeyi güçleştirir. Deneyssel yöntemlerde uygulanan rastgele atama, bu sorunu doğrudan çözerek deney ve kontrol gruplarının başlangıç koşulları itibarıyla istatistiksel olarak benzer olmasını sağlar. Rastgele atama sürecinde, bireyler, firmalar veya diğer analiz birimleri, belirli bir müdahaleye maruz kalıp kalmayacaklarını belirleyen herhangi bir sistematik faktörden bağımsız olarak, tamamen rastlantısal bir şekilde deney ve kontrol gruplarına dağıtılır. Bu yöntem, her iki grubun ortalamada benzer başlangıç koşullarına sahip olmasını garanti ederek, gözlemlenemeyen değişkenlerin yanıltıcı etkilerini minimize eder. Örneğin, bir eğitim programının öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, programa katılan öğrenciler ile katılmayan öğrenciler arasındaki fark yalnızca programın kendisinden kaynaklanmalı, öğrencilerin bireysel özelliklerinden veya ailelerinin sosyoekonomik durumlarından bağımsız olmalıdır. Rastgele atama, bu tür dışsal faktörlerin etkisini bertaraf ederek, programın gerçek etkisini daha güvenilir bir şekilde ölçmeye olanak tanır.
- Gözlemlenemeyen faktörlerin etkisini minimize etme: Gözlemlenemeyen faktörlerin varlığı, ekonometrik analizlerde karşılaşılan en büyük metodolojik zorluklardan biridir. Bu faktörler, genellikle doğrudan ölçülemeyen veya veriye dâhil edilmesi zor olan bireysel ya da çevresel değişkenlerden oluşur ve bir müdahalenin etkisini tahmin ederken ciddi yanlılıklara yol açabilir. Bireylerin bilişsel yetenekleri, motivasyon seviyeleri, risk algıları, kişilik özellikleri, geçmiş ekonomik deneyimleri ve ailelerinin sosyoekonomik geçmişleri gibi faktörler, birçok ekonomik karar üzerinde belirleyici rol oynayabilir. Çoğu zaman, bireylerin belirli bir programa katılımı veya belirli bir politika değişikliğinden etkilenme ihtimali sistematik faktörlere bağlı olabilir. Örneğin, işsizlik maaşı alan bireylerin iş bulma süresi üzerine yapılan bir araştırmada, işsizlik maaşı alan ve almayan bireylerin iş arama motivasyonu veya geçmiş iş deneyimleri farklılık gösterebilir. Eğer bu tür faktörler gözlemlenemeyen değişkenler olarak modele dahil edilemezse, politika müdahalesinin gerçek etkisi olduğundan daha büyük veya daha küçük tahmin edilebilir. Deneyssel tasarım ve rastgele atama, bu tür sorunları ortadan kaldırarak, analiz edilen değişkenin

gerçekten incelenen müdahaleden kaynaklanıp kaynaklanmadığını test etmeyi mümkün kılar. Rastgele atama, deney ve kontrol gruplarının başlangıçta yalnızca gözlemlenebilen değişkenler açısından değil, aynı zamanda gözlemlenemeyen değişkenler açısından da istatistiksel olarak benzer olmasını sağlar. Örneğin, eğitim reformlarının öğrencilerin akademik performansı üzerindeki etkisini inceleyen bir deneyde, öğrencilerin bilişsel yeteneklerini veya ailelerinden aldıkları akademik desteği tam anlamıyla ölçmek zor olabilir. Ancak rastgele atama sayesinde, bu faktörlerin hem deney hem de kontrol grubunda ortalamada benzer olacağı varsayılır. Böylece, analiz edilen müdahalenin etkisi, bireylerin doğuştan gelen yetenekleri veya geçmiş deneyimlerinden bağımsız olarak ölçülebilir hale gelir.

- İç geçerliliği artırma: İç geçerliliği artırma, deneysel araştırmaların en önemli metodolojik avantajlarından biri olup, elde edilen sonuçların gerçekten uygulanan müdahaleden kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirleme gücünü ifade eder. İç geçerlilik, bir araştırmada neden-sonuç ilişkisini doğru bir şekilde belirleme kapasitesiyle doğrudan bağlantılıdır. Eğer bir deneyde gözlemlenen farklılıkların yalnızca müdahale nedeniyle olduğundan emin olunabiliyorsa, bu deneyin iç geçerliliği yüksek kabul edilir. Ekonometrik modelleme yöntemleri genellikle gözlemsel verilere dayanır ve gözlemlenen değişkenler arasındaki ilişkileri istatistiksel olarak analiz eder. Ancak, bu tür analizlerde seçim yanlılığı, gözlemlenemeyen değişkenlerin etkisi, ters nedensellik ve dışsal faktörlerin müdahale ile karışması gibi sorunlar iç geçerliliği zayıflatabilir. Örneğin, işgücü piyasasında bir eğitim programının çalışanların gelir seviyeleri üzerindeki etkisini ölçmeye çalışan bir gözlemsel çalışmada, programa katılan bireylerin başlangıçta daha yüksek motivasyona veya beceri seviyelerine sahip olması, programın etkisini olduğundan daha büyük gösterebilir. Bu tür yanlılıklar, müdahalenin gerçek etkisinin doğru bir şekilde ölçülmesini engelleyerek yanlış politika çıkarımlarına yol açabilir. Deneysel yöntemlerde kullanılan rastgele atama, iç geçerliliği artırmada kritik bir rol oynar. Rastgele atama sayesinde, deney ve kontrol grupları başlangıç koşulları itibarıyla ortalamada istatistiksel olarak benzer hale gelir. Böylece, herhangi bir farklılığın yalnızca uygulanan müdahaleden kaynaklandığını belirlemek çok daha kolay hale gelir. Örneğin, bir nakit transfer programının yoksul hanelerin tüketim harcamaları üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, programdan yararlanan ve yararlanmayan hanelerin rastgele belirlenmesi, iki grup arasındaki başlangıç farklılıklarını ortadan kaldırır. Sonuç olarak, deney süresince gözlemlenen tüke-

tim harcamalarındaki değişimler, yalnızca nakit transfer programının etkisine bağlanabilir. Deneyssel tasarımların iç geçerliliği artırmadaki bir diğer avantajı, müdahalenin uygulanma biçiminin kontrollü olmasıdır. Gözlemsel çalışmalarda, bireylerin müdahaleye nasıl ve ne zaman maruz kaldığı araştırmacının kontrolü dışında gelişebilir ve bu da farklı değişkenlerin etkilerinin birbirine karışmasına neden olabilir. Oysa deneyssel tasarımlarda, müdahalenin ne zaman, hangi koşullar altında ve hangi gruplara uygulanacağı açıkça tanımlandığından, dışsal faktörlerin etkisi en aza indirilmiş olur.

- Politika analizlerinde daha sağlam çıkarımlar yapılmasını sağlama: Deneyssel yöntemler, kamu politikalarının etkinliğini değerlendirme konusunda güçlü bir araç sunarak, gözlemsel verilerle yapılan analizlerin karşılaştığı metodolojik sınırlamaları aşar ve daha güvenilir nedensel çıkarımlar yapılmasını mümkün kılar. Geleneksel ekonometrik analizler, belirli bir politika müdahalesinin etkisini ölçerken gözlemlenen ve gözlemlenemeyen birçok faktörün analizi yanıltıcı hale getirmesi riskiyle karşı karşıyadır. Bu durum, özellikle politika müdahalesine maruz kalan bireylerin veya kurumların belirli sistematik özellikler taşıdığı durumlarda ortaya çıkar. Örneğin, düşük gelirli bireyler genellikle sosyal yardım programlarından faydalanırken, bu bireylerin mali durumundaki değişikliklerin tamamen programdan mı yoksa başka dışsal faktörlerden mi kaynaklandığını belirlemek gözlemsel verilerle zor olabilir. Deneyssel yöntemler, özellikle rastgele kontrollü deneyler (RCTs) kullanılarak, politika müdahalelerinin etkisini daha doğru bir şekilde ölçmeye olanak tanır. Örneğin, bir eğitim politikasının öğrenci başarısı üzerindeki etkisini değerlendiren bir çalışmayı ele alalım. Geleneksel ekonometrik yöntemlerle yapılan analizlerde, bir eğitim programına katılan öğrenciler ile katılmayan öğrenciler arasında gözlemlenen farkın, öğrencilerin akademik geçmişi, ailelerinin sosyoekonomik durumu veya bireysel motivasyon gibi faktörlerden kaynaklanıp kaynaklanmadığını kesin olarak belirlemek zordur. Eğer eğitim programına katılım gönüllülük esasına dayanıyorsa, programa katılan öğrenciler zaten akademik olarak daha başarılı olabilir ve bu durumda programın gerçek etkisi olduğundan daha büyük tahmin edilebilir. Tam tersi durumda, programa yalnızca akademik başarıda geri kalan öğrenciler katılıyorsa, programın etkisi gerçekte olduğundan daha düşük görünebilir. Bu tür yanlılıkları ortadan kaldırmak için rastgele kontrollü deneyler, öğrencilerin eğitim programına rastgele atanmasını sağlar. Böylece, hem programa katılan hem de katılmayan öğrencilerin başlangıç özellikleri ortalamada benzer olur ve programın yarat-

tığı etkiler izole edilerek ölçülebilir. Sonuç olarak, elde edilen bulgular, yalnızca gözlemlenen akademik sonuçlardaki değişikliklerin programdan kaynaklandığını ve diğer dışsal faktörlerden bağımsız olduğunu gösterir. Bu metodolojik avantaj, yalnızca eğitim politikalarıyla sınırlı olmayıp, işgücü piyasası politikaları, sağlık reformları, yoksullukla mücadele programları ve kalkınma politikaları gibi geniş bir yelpazede kullanılabilir. Örneğin, işsizlik sigortasının iş bulma süresi üzerindeki etkisini ölçmek için deneysel bir çalışma yapıldığında, bireylerin işsizlik ödeneği almaya rastgele atanması, farklı motivasyon seviyelerinin etkisini kontrol etmeye yardımcı olur. Benzer şekilde, sağlık sigortası kapsamındaki değişikliklerin bireylerin sağlık hizmetlerine erişimi ve sağlık sonuçları üzerindeki etkisini inceleyen bir deneyde, bireylerin sigorta kapsamına rastgele dâhil edilmesi, sigorta sahiplerinin zaten sağlıklı olup olmadığından bağımsız bir analiz yapılmasını sağlar.

Deneysel Yöntemlerin Dezavantajları

Deneysel yöntemler, nedensellik ilişkilerini belirlemede güçlü bir araç olsa da, her araştırma sorusu için uygulanabilirliği her zaman mümkün değildir. Bu yöntemlerin kullanımı, etik kaygılar, yüksek maliyetler, ölçek kısıtları ve dış geçerlilik sorunları gibi çeşitli faktörlerle sınırlandırılabilir. Bazı durumlarda deney yapmanın pratik veya ahlaki açıdan uygun olmaması, ekonomistleri alternatif yöntemler arayışına yönlendirmektedir. Bu tür sınırlamaların varlığı, özellikle makroekonomik politikalar, uzun vadeli sosyal değişimler ve geniş ölçekli düzenlemeler söz konusu olduğunda, deneysel araştırmaların uygulanabilirliğini kısıtlayabilmektedir.

- **Etik Kaygılar ve Müdahalenin Adaletsiz Dağılımı:** Deneysel yöntemlerin karşılaştığı en önemli sınırlamalardan biri etik kaygılardır. Rastgele kontrollü deneyler (RCT'ler), bireyleri deney ve kontrol gruplarına rastgele atayarak belirli bir müdahalenin etkisini ölçmeyi amaçlar. Ancak, bazı durumlarda bireylere ya da gruplara belirli bir politikaya erişim sağlamamak veya kasıtlı olarak bazı bireyleri dışlamak etik açıdan kabul edilemez olabilir. Örneğin, bir ülkede sağlık sigortasının bireylerin sağlık durumu üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla bir deney yapmak istendiğinde, bazı bireylere sigorta sağlanırken diğerlerine sağlanmaması temel insan haklarına aykırı olarak değerlendirilebilir. Benzer şekilde, eğitimde fırsat eşitliğini artırmayı amaçlayan bir burs programının rastgele belirlenen bazı öğrencilere verilmesi ve diğer öğrencilere verilmemesi, uzun vadeli sosyal adaletsizlik sorunlarına yol açabilir.

- **Yüksek Maliyetler ve Operasyonel Zorluklar:** Deneyssel yöntemler genellikle yüksek maliyetli ve zaman alıcıdır. Özellikle geniş ölçekli deneylerin uygulanması büyük finansal kaynaklar gerektirebilir. Bir deneyin tasarlanması, uygulanması ve sonuçlarının analiz edilmesi uzun süreli bir süreç olup, araştırmacılar için önemli operasyonel zorluklar barındırabilir. Örneğin, işgücü piyasasında asgari ücret artışının istihdam üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla bir deney tasarlamak istendiğinde, işverenlerin ve çalışanların katılımını sağlamak, verileri düzenli olarak toplamak ve sürecin tarafsız bir şekilde yönetilmesini güvence altına almak oldukça maliyetli ve karmaşık olabilir. Ayrıca, bazı deneylerde katılımcıların uzun yıllar boyunca takip edilmesi gerekebilir, bu da zaman ve kaynak açısından önemli bir kısıt yaratır. Bunun yanı sıra, deneyler genellikle finansman kaynağına bağımlıdır ve çoğu durumda kamu kurumları, uluslararası kuruluşlar veya büyük ölçekli araştırma fonları tarafından desteklenmektedir. Ancak, fon sağlayıcıların politik ve kurumsal çıkarları, deneyin tarafsızlığını tehdit edebilir ve bulguların bağımsızlığını zayıflatır.
- **Ölçek ve Dış Geçerlilik Sorunları:** Deneyssel yöntemlerin bir diğer önemli sınırlaması, dış geçerliliğin sınırlı olmasıdır. Bir deneyin belirli bir bağlamda başarılı olması, aynı etkinin farklı bölgelerde, farklı zaman dilimlerinde veya farklı demografik gruplar üzerinde geçerli olacağını garanti etmez. Örneğin, belirli bir mikro kredi programının küçük ölçekli girişimciler üzerindeki etkisini ölçmek için Hindistan'da yapılan bir deney, benzer bir programın Afrika'daki bir ülkede aynı sonuçları vereceğini göstermeyebilir. Kültürel faktörler, kurumsal yapılar ve ekonomik koşullar farklı bağlamlarda deney sonuçlarının genellenebilirliğini sınırlayabilir. Benzer şekilde, küçük ölçekli bir pilot programın başarılı olması, programın geniş çapta uygulanabilirliğini garanti etmez. Diğer bir ifadeyle, küçük bir bölgede yürütülen bir eğitim reformunun etkili olması, bu reformun ulusal düzeyde benzer şekilde çalışacağı anlamına gelmez.
- **Makroekonomik Politikalar Üzerinde Deney Yapmanın Zorlukları:** Deneyssel yöntemler, genellikle bireyler, haneler veya küçük gruplar üzerinde uygulanabilse de, büyük ölçekli makroekonomik politikalar için bu yöntemi kullanmak çoğu zaman mümkün değildir. Özellikle para politikaları, maliye politikaları, döviz kuru rejimleri veya ülke genelinde uygulanan vergi reformları gibi geniş kapsamlı müdahaleler, rastgele atanmış deneyssel gruplarla test edilemez. Örneğin, bir ülkenin merkez bankasının faiz oranlarını artırıp artırmamasının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ölçmek amacıyla rastgele bir deney

yapmak mümkün değildir. Benzer şekilde, bir ülkenin asgari ücreti artırmasının işsizlik oranları üzerindeki etkisini incelemek için rastgele olarak bazı bölgelerde asgari ücret artırılırken diğerlerinde artırılması, politik ve hukuki açıdan mümkün olmayabilir.

Bu tür durumlarda, iktisatçılar yarı deneysel yöntemleri kullanarak, doğal deneyler veya dışsal değişkenler aracılığıyla nedensellik ilişkilerini analiz etmeye çalışmaktadır. Deneysel tasarımların mümkün olmadığı durumlarda makroekonomik politikaların etkilerini incelemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. İlerleyen bölümlerde yarı deneysel yöntemler detaylı olarak incelenecektir.

4.1.2. Deneysel Yöntemlerin Matematiksel Modellemesi

Deneysel yöntemlerin nedensel etkileri doğru bir şekilde ölçebilmesi için matematiksel bir çerçeveye oturtulması gerekmektedir. Bu bağlamda, deneysel tasarımların temelini oluşturan potansiyel sonuçlar çerçevesi ve tedavi etkisinin tahmini üzerinde durulacaktır.

Deneylerde temel amaç, bir müdahalenin (tedavinin) bireyler veya birimler üzerindeki etkisini ölçmek ve nedenselliği istatistiksel olarak test etmektir. Ancak, aynı anda hem müdahale uygulanmış hem de uygulanmamış bir bireyi gözlemlemek mümkün değildir. Bu nedenle, tedavi ve kontrol gruplarındaki gözlemler üzerinden ortalama tedavi etkisi (ATE) tahmin edilmektedir.

Potansiyel Sonuçlar Çerçevesi

Deneysel yöntemlerin matematiksel çerçevesi, daha önceki bölümlerde detaylandırdığımız potansiyel sonuçlar modeli temel alınarak oluşturulmaktadır. Bu modele göre, her birey (veya analiz birimi) için iki farklı durum tanımlanır:

$Y_i(1)$: Müdahale (tedavi) uygulandığında bireyin sonucu

$Y_i(0)$: Müdahale (tedavi) uygulanmadığında bireyin sonucu

Tedavi etkisi ($\hat{\theta}_i$) şu şekilde tanımlanır:

$$\hat{\theta}_i = Y_i(1) - Y_i(0)$$

Ancak, aynı anda hem $Y_i(1)$ hem de $Y_i(0)$ değerlerini gözlemleyemediğimiz için bireysel tedavi etkisi doğrudan hesaplanamaz. Bunun yerine, deneysel yöntemler, ortalama tedavi etkisini tahmin etmek için kullanılır.

Ortalama Tedavi Etkisi (ATE) ve Deneyisel Tahmin

Deneyisel tasarımda en yaygın kullanılan ölçütlerden biri ortalama tedavi etkisi (ATE)'dir ve şu şekilde tanımlanır:

$$ATE = E[Y(1)] - E[Y(0)]$$

Burada $E[\cdot]$ beklenti operatörünü ifade etmektedir. Bu ifadeden hareketle, deneyisel yöntemde rastgele atama yapıldığında, deney ve kontrol gruplarının başlangıç koşullarının istatistiksel olarak eşit olduğu varsayılabilir. Bu durumda, ortalama tedavi etkisi şu şekilde tahmin edilir:

$$ATE = \frac{1}{N_1} \sum_{i \in D=1} Y_i - \frac{1}{N_0} \sum_{i \in D=0} Y_i$$

Burada:

$D_i = 1$ tedavi grubundaki bireyleri,

$D_i = 0$ kontrol grubundaki bireyleri,

N_1 ve N_0 sırasıyla tedavi ve kontrol gruplarındaki birey sayısını ifade eder.

Bu formül, rastgele atama varsayımının geçerli olduğu durumlarda deneyisel tahminin tarafsız olmasını sağlar. Ancak, rastgele atama olmadan yapılan analizlerde seçim yanlılığı ve gözlemlenemeyen değişkenlerin etkisi nedeniyle yanlı tahminler ortaya çıkabilir.

Rastgele Atamanın İstatistiksel Özellikleri

Deneyisel tasarımlar, rastgele atama sayesinde gözlemlenen ve gözlemlenemeyen faktörlerin etkisini minimize eder. Eğer rastgele atama düzgün bir şekilde gerçekleştirilmişse, aşağıdaki özellikler sağlanır:

$E[Y(1)|D=1] = E[Y(1)|D=0]$ (Tedavi ve kontrol grupları ortalamada benzerdir)

$E[Y(0)|D=1] = E[Y(0)|D=0]$ (Tedavi edilmemiş bireylerin davranışı deney ve kontrol gruplarında aynıdır)

Bu eşitlikler sağlandığında, seçim yanlılığı ortadan kalkar ve tahmin edilen etki (ATE) gerçek ortalama tedavi etkisine yakınsar.

Deneyisel Tahminlerde Kullanılan Regresyon Modeli

Deneyisel analizlerde etkileri tahmin etmek için basit bir regresyon modeli kullanılabilir. En yaygın kullanılan model şu şekildedir:

$$Y_i = \alpha + \beta D_i + \varepsilon_i$$

Burada:

Y_i :Bağımlı değişken (çıktı değişkeni),

D_i :Tedavi değişkeni (1 = tedavi grubu, 0 = kontrol grubu),

α : Kontrol grubunun ortalama sonucu,

β : Müdahalenin etkisi (tahmini tedavi etkisi),

ε_i : Hata terimi.

Bu modelde β katsayısı, ortalama tedavi etkisini (ATE) temsil eder. Eğer D rastgele atanmışsa, β katsayısı tarafsız bir tahmincidir.

Deneyssel çalışmaların istatistiksel gücünü artırmak için, ek bağımsız değişkenler veya sabit etkiler içeren genişletilmiş modeller de kullanılabilir:

$$Y_i = \alpha + \beta D_i + \gamma X_i + \varepsilon_i$$

Burada X_i gözlemlenen kontrol değişkenlerini ifade eder. Rastgele atamanın başarılı olduğu varsayıldığında, X_i değişkenlerini modele eklemek tahminin kesinliğini artırabilir, ancak nedensel tahminler açısından zorunlu değildir.

4.1.3. STATA ile Deneyssel Analiz: Temel Uygulamalar

Tedavi Etkisinin Homojenliği ve STATA Uygulaması

Bir deneyde tedavi etkisini tahmin etmek için en yaygın kullanılan yöntemlerden biri basit fark analizi ve regresyon tabanlı tahminlerdir. Aşağıda, STATA kullanarak bir deneyssel analiz nasıl yapılır adım adım gösterilecektir. Örnek olarak, bir eğitim programının öğrenci başarısı üzerindeki etkisini değerlendiren bir rastgele kontrollü deneyi (RCT) ele alalım. Burada:

score : Bağımlı değişken (öğrenci başarısı),

treatment : Tedavi değişkeni (1 = eğitim programına katılanlar, 0 = kontrol grubu),

age,gender,income : Kontrol değişkenleridir.

Öncelikle veri setini yükleyerek tedavi ve kontrol grupları için temel özet istatistikleri inceleyelim:

```
use experimental_data.dta,clear //Veri setini yükleme
```

```
sum score if treatment==1 //Tedavi grubunun başarı ortalaması
```

```
sum score if treatment==0 //Kontrol grubunun başarı ortalaması
```

Bu analiz, tedavi ve kontrol gruplarının bağımlı değişken (öğrenci başarısı) açısından ortalama değerlerini gösterir.

Tedavi etkisinin tahmini iki farklı yöntemle yapılabilir. Eğer rastgele atama başarılı bir şekilde yapıldıysa, basit ortalama farkı testi ile tedavi etkisini tahmin edebiliriz:

$$ttest\ score, by(treatment)$$

Bu komut, tedavi grubundaki ve kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama başarı seviyeleri arasındaki farkı test eder. P-değeri (p-value) 0,05 anlamlılık seviyesinden düşükse, tedavi etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir.

Diğer bir yöntem, tedavi etkisinin regresyon ile tahminidir. Daha güçlü bir tahmin için regresyon modeli kullanabiliriz:

$$reg\ score\ treatment$$

Bu model:

$$score_i = \alpha + \beta treatment_i + \varepsilon_i$$

şeklinde olup, β katsayısı, tedavi etkisini (ATE) temsil eder.

Daha iyi bir tahmin için kontrol değişkenlerini ekleyelim:

$$reg\ score\ treatment\ age\ gender\ income$$

Burada:

age : Öğrencinin yaşı

gender : Cinsiyet (0 = kadın, 1 = erkek)

income : Aile geliri

Eğer rastgele atama düzgün yapıldıysa, bu kontrol değişkenleri tahmini büyük ölçüde değiştirmeyecektir. Bu nedenle, deneysel yöntemlerle yapılan nedensel tahminlerde ilave kontrol değişkeni ekleme zorunluluğu bulunmamaktadır.

Tedavi Etkisinin Heterojenliği ve STATA Uygulaması

Deneysel yöntemlerle yapılan analizlerde, tedavi etkisinin tüm bireyler için aynı olmadığı gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır. Tedavi etkisinin heterojenliği, aynı müdahaleye tabi tutulan bireylerin farklı tepkiler vermesi anlamına gelir. Bu farklılıklar, bireylerin sosyoekonomik durumu, eğitim seviyesi, yaş, cinsiyet, geçmiş deneyimleri veya bilişsel yetenekleri gibi değişkenlerden kaynaklanabilir.

Deneyssel analizlerde genellikle ortalama tedavi etkisi (ATE) hesaplanarak bir müdahalenin genel etkisi tahmin edilmeye çalışılır. Ancak bu yaklaşım, müdahalenin belirli gruplar üzerindeki farklı etkilerini göz ardı edebilir. Oysa bazı bireyler müdahaleden çok daha fazla faydalanırken, bazıları üzerinde çok az veya hiçbir etkisi olmayabilir. Bu tür farklılıkları analiz etmek, politikaların daha hedeflenmiş ve verimli hale getirilmesini sağlar.

Örneğin, bir eğitim programının öğrenci başarısı üzerindeki etkisini inceleyen bir deneyde, düşük gelirli öğrencilerin bu programdan daha fazla yararlanma ihtimali yüksektir. Çünkü ekonomik kaynakları sınırlı olan öğrenciler için ek destek, öğrenme sürecinde daha büyük bir fark yaratabilir. Buna karşın, halihazırda yüksek akademik başarıya sahip öğrenciler için aynı programın etkisi daha düşük olabilir. Benzer şekilde, işgücü piyasasında beceri geliştirme programlarının etkisi de bireyler arasında farklılık gösterebilir. Örneğin, teknik beceri eksikliği olan bireyler programdan daha fazla fayda sağlarken, programın zaten yeterli donanımına sahip bireyler üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemsiz olabilir.

Sonuç olarak, heterojen tedavi etkilerinin analiz edilmesiyle beraber, kaynaklar daha verimli tahsis edilebilir ve politikalar daha hedefe yönelik hale getirilebilir. Bu tür farklılıkları sistematik olarak analiz edebilmek için regresyon modellerine etkileşim terimleri eklenerek tedavi etkisinin belirli alt gruplar için nasıl değiştiği test edilebilir. Örneğin, tedavi etkisinin cinsiyete göre değişip değişmediğini test edelim:

reg score treatment ## gender age income

Burada *treatment ## gender* ifadesi, tedavi etkisinin cinsiyetle etkileşimini inceler. Eğer *treatment # gender* katsayısı istatistiksel olarak anlamlıysa, eğitim programının erkekler ve kadınlar üzerinde farklı etkileri olduğu sonucuna varabiliriz.

STATA'da tedavi etkisinin alt gruplar üzerindeki farklılıklarını görmek için aşağıdaki yöntemi de kullanabiliriz:

bysort gender : reg score treatment age income

Bu komut, cinsiyet gruplarına göre ayrı ayrı regresyonlar çalıştırarak, kadınlar ve erkekler için ayrı tedavi etkileri tahmin eder.

4.1.4. Deneyssel Yöntemlerin İktisat Bilimine Katkıları: Örnek Vakalar ve Analizler

Deneyssel yöntemler, iktisat biliminde teorik modellerin geçerliliğini test etmek ve bireylerin ekonomik kararlarını daha iyi anlamak amacıyla giderek

artan bir şekilde kullanılmaktadır. Aşağıda, bu yöntemleri uygulayan önemli çalışmalardan bazı detaylı örnekler sunulmuştur:

Piyasa Mekanizmalarının Laboratuvar Deneyleriyle İncelenmesi: Vernon L. Smith'in Çalışmaları (Smith, 1976).

Vernon L. Smith, deneysel iktisat alanının kurucularından biri olarak, piyasa mekanizmalarının nasıl işlediğini anlamak amacıyla laboratuvar ortamında kapsamlı deneyler gerçekleştirmiştir. 1962 yılında yayımladığı çalışmaları, ekonomik teorilerin deneysel olarak test edilmesine olanak tanımış ve rekabetçi piyasaların etkinliğini ampirik olarak değerlendirmiştir (Smith, 1976). Bu çerçevede, fiyat oluşum süreçleri, alıcı-satıcı etkileşimleri ve piyasa dengesi gibi temel konular deneysel yöntemlerle analiz edilmiştir.

Smith'in en önemli katkılarından biri, çift yönlü açık artırma piyasalarının nasıl çalıştığını ortaya koymasıdır. Bu deneylerde, alıcılar ve satıcılar aynı anda fiyat teklifleri sunmakta ve piyasa işlemleri belirli kurallar çerçevesinde gerçekleşmektedir. Bulgular, katılımcıların sınırlı bilgiye sahip olsa bile, fiyatların hızlı bir şekilde rekabetçi denge seviyelerine ulaştığını göstermektedir (Smith, 1976). Bu sonuçlar, geleneksel iktisat teorilerinin laboratuvar ortamında da geçerli olduğunu ortaya koyarak, piyasa mekanizmalarının tahmin edilebilir ve istikrarlı olduğunu desteklemiştir.

Smith'in deneysel yöntemleri, piyasa tasarımı, düzenleyici politikalar ve açık artırma sistemleri gibi alanlarda da aktif olarak kullanılmıştır. Örneğin, elektrik piyasalarının deregülasyonu sürecinde, farklı piyasa tasarımlarının etkinliğini test etmek için laboratuvar deneylerinden yararlanılmıştır (Rassenti ve ark., 2003). Benzer şekilde, hükümetlerin kaynak tahsisleri ve kamu kaynaklarının satışında en uygun açık artırma formatlarını belirlemek için deneysel analizler uygulanmıştır. Ayrıca, 2002 yılında Nobel Ekonomi Ödülü'ne layık görülen Vernon L. Smith, deneysel metodolojiyi kurumsallaştırarak iktisat biliminde yeni bir araştırma alanı oluşturmuştur (Smith, 2003). Günümüzde, finansal piyasalardaki balonların oluşumu, enerji piyasalarının verimliliği ve mekanizma tasarımı gibi geniş bir yelpazede Smith'in geliştirdiği deneysel tekniklerden yararlanılmaktadır (Smith, Suchanek & Williams, 1988).

Davranışsal İktisat ve Deneysel Yöntemler: Daniel Kahneman ve Amos Tversky'nin Araştırmaları (Kahneman ve Tversky, 2013)

Daniel Kahneman ve Amos Tversky, bireylerin karar alma süreçlerinde rasyonellikten sistematik olarak sapmalar gösterdiğini ortaya koyarak iktisat ve psikoloji arasındaki bağlantıyı güçlendirmiştir. Geleneksel iktisat teorileri, bireylerin tam rasyonel ve fayda maksimizasyonuna dayalı kararlar

aldığını varsayarken, Kahneman ve Tversky (2013) deneysel çalışmalarında insanların bilişsel önyargılar ve sezgisel kısa yollar kullanarak karar verdiğini göstermiştir.

Özellikle, geliştirdikleri Beklenti Teorisi, bireylerin risk ve belirsizlik altında nasıl karar verdiklerini açıklamaktadır (Kahneman & Tversky, 2013). Bu teoriye göre, insanlar kazanç ve kayıpları simetrik olarak değerlendirmemekte, kayıpların psikolojik etkisini daha büyük algılamakta ve kayıplardan kaçınma eğiliminde olmaktadır. Örneğin, 1000 TL kazanmak ile 1000 TL kaybetmek arasında duygusal açıdan aynı büyüklükte bir etki yoktur; kayıplar daha ağır hissedilir. Bu olgu, “kayıptan kaçınma” olarak tanımlanmıştır.

Alan Deneyleriyle Eğitim Politikalarının Değerlendirilmesi: Duflo, Banerjee ve Kremer’in Çalışmaları(Duflo ve ark., 2015).

Abhijit Banerjee, Esther Duflo ve Michael Kremer, gelişmekte olan ülkelerde eğitim politikalarının etkinliğini değerlendirmek için rastgele kontrollü deneyler kullanmışlardır. Kenya’da yürüttükleri bir çalışmada, eğitim sübvansiyonlarının ve HIV/AIDS farkındalık programlarının öğrenci başarısı ve okul terk oranları üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir (Duflo ve ark., 2015). Yedi yıl süren bu deney, eğitim sübvansiyonlarının kız öğrencilerin okulu bırakma, erken gebelik ve evlilik oranlarını azalttığını, ancak cinsel yolla bulaşan enfeksiyon oranlarını etkilemediğini göstermiştir. Buna karşılık, hükümetin HIV eğitim programı, öğrencilerin sağlık davranışları üzerinde anlamlı bir etki yaratmamıştır (Duflo ve ark., 2015).

Bu tür deneysel yaklaşımlar, hangi eğitim politikalarının etkili olduğunu belirlemekte ve politika yapıcılara bilimsel kanıtlar sunmaktadır. Banerjee, Duflo ve Kremer, bu katkılarından dolayı 2019 yılında Nobel Ekonomi Ödülü’ne layık görülmüştür.

4.2. Yarı-Deneysel Yöntemler

Ekonomi bilimi, bireylerin, firmaların ve devletlerin kararlarını incelerken büyük ölçüde gözlemsel verilere dayanır. Ancak, gözlemsel veriler kullanılarak yapılan analizlerde nedensel ilişkileri belirlemek her zaman kolay değildir. Kontrollü deneylerin uygulanabilir olmadığı birçok durumda, araştırmacılar yarı-deneysel yöntemlerden yararlanarak nedenselliği belirlemeye çalışır. Yarı-deneysel yöntemler, rastgele kontrollü deneylere tam olarak uymasa da, belirli istatistiksel teknikler kullanarak nedensel çıkarımlar yapmaya olanak tanır. Bu nedenle, ekonomide yarı-deneysel yöntemlerin ve doğal deneylerin önemi büyüktür.

Yarı-deneyssel yöntemlerin önemli bir alt kümesi, doğal deneylerdir. Doğal deneyler, dışsal bir olayın veya politika değişikliğinin bireyler veya gruplar üzerinde rastgele veya rastgeleye yakın bir şekilde farklı etkiler yaratması durumunda ortaya çıkar. Ekonomistlerin çeşitli yöntemlerle nedensel etkileri ölçebilmeleri, politika müdahalelerinin etkinliğini değerlendirmelerine olanak tanır. Doğal deneyler, özellikle iş gücü piyasası, eğitim, sağlık ekonomisi ve kamu politikaları gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır. Örneğin, hükümetin belirli bir bölgede yeni bir politika uygulaması ya da doğal bir afetin bazı bireyleri etkileyip diğerlerini etkilememesi, doğal deneyler için uygun ortamlar oluşturur.

Bu bölümde, aşağıdaki konular ele alınacaktır:

- Doğal deneylerin yarı-deneyssel yöntemler içindeki rolü, tanımı ve temel özellikleri,
- Doğal deneylerin tarihsel ve çağdaş örnekleri,
- Doğal deneylerin avantajları, sınırlamaları ve diğer nedensellik yöntemleri ile karşılaştırmalı analizi.

4.2.1. Doğal Deneylerin Yarı-Deneyssel Yöntemler İçindeki Rolü, Tanımı ve Temel Özellikleri

Doğal deneyler, araştırmacının kontrolü dışında gelişen ve katılımcıları rastgele (veya rastgeleye yakın) bir şekilde tedavi ve kontrol gruplarına ayıran olaylar ya da politikalar üzerinden gerçekleşen deneylerdir. Bu yöntem, klasik deneyssel tasarımların şartlarını sağlayamayan durumlarda nedensel ilişkileri incelemek için kullanılır.

Doğal deneyler, yarı-deneyssel yöntemler içinde kritik bir role sahiptir ve bilimsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Gerçek dünya olaylarından kaynaklanan şoklar veya politika değişiklikleri, bireyleri veya grupları rastgele ya da rastgeleye yakın bir şekilde etkileyerek kontrol ve tedavi gruplarını oluşturarak deneyssel tasarıma benzer bir ortam sağlar. Özellikle Farkların Farkı, Araç Değişken, Regresyon Kesit Tasarımı gibi yarı-deneyssel yöntemlerle entegre edilerek daha sağlam analizler yapılabilir.

Doğal deneylerin belirgin özellikleri şunlardır:

- Dışsal Bir Olay veya Politika Değişikliği: Araştırmacının kontrolü dışında gelişen bir olay veya politika değişikliği, belirli bir grup bireyin veya birimlerin diğerlerine kıyasla farklı şekillerde etkilenmesine yol açar. Bu tür dışsal faktörler genellikle ani gelişir ve rastgele veya rastgeleye yakın bir dağılım gösterir. Örneğin, ani bir doğal afet, yeni

bir yasa değışikliğı veya beklenmedik bir ekonomik kriz gibi olaylar, bireyleri veya bölgeleri farklı şekillerde etkileyerek kontrol ve tedavi gruplarının olduğı deneysel bir ortamın oluşmasını sağlar.

- **Rastgele veya Rastgeleye Yakın Dağılım:** Doğal deneylerin geçerliliğı açısından, bireylerin veya grupların dışsal bir müdahaleden rastgele ya da rastgeleye yakın bir biçimde etkilenmesi kritik bir unsurdur. Gerçek dünyada mutlak rastgelelik nadiren sağlanabildiğinden, rastgeleye yakın dağılım, belirli kriterler doğrultusunda oluşan doğal farklılıkların bilimsel bir çerçevede değerlendirilmesine imkan verir. Bu durum, deneysel tasarımlara benzer şekilde karşılaştırılabilir grupların oluşmasını mümkün kılar ve nedensel ilişkilerin analizine olanak tanır. Örneğın, belirli bir kamu politikasının yalnızca belirli gelir düzeyine sahip bireyleri etkilemesi veya coğrafi konumları dolayısıyla farklı bölgelerde farklı zaman dilimlerinde uygulanması, rastgeleye yakın bir deney ortamı yaratabilir. Bu tür durumlarda, tedavi ve kontrol gruplarının sistematik farklılıklar taşıması gözetilerek, nedensel çıkarımların güvenilirliğı artırılabilir.
- **Gerçek Dünya Bağlamında Veri Kullanımı:** Doğal deneyler, kontrollü laboratuvar deneylerinden farklı olarak, sosyal ve ekonomik olayları gerçek koşullar altında inceleme fırsatı sunar. Gerçek dünyadan elde edilen veriler, geniş ölçekli müdahalelerin etkisini değerlendirmede güçlü bir araç olup, güvenilirliğı yüksek bulgular sağlar. Örneğın, ani bir yasal düzenleme, bir doğal afet veya ekonomik dalgalanmalar gibi olayların analizi, deneysel yöntemlerle kurgulanamayacak kadar büyük ve karmaşık sosyal dinamiklerin anlaşılmasına katkı sunar ve politika tasarımlarında kanıta dayalı karar alma süreçlerini destekler.
- **Dışsal Geçerlilik:** Kontrollü laboratuvar ortamlarında elde edilen bulgular, belirli koşullar altında geçerli olabilirken, doğal deneyler toplumun geniş kesimlerine uygulanabilir sonuçlar üretme potansiyeline sahiptir. Özellikle geniş çaplı politika değışiklikleri, ekonomik krizler veya doğal afetler gibi büyük ölçekli olaylar, geniş bir örneklem üzerinde etkiler yaratarak bulguların daha geniş bir bağlamda geçerli olmasına imkân tanır. Bununla birlikte, dışsal geçerliliğın sağlanması için, doğal deneylerin incelenen popölasyon ve bağlamlar arasında tutarlılık göstermesi önemlidir. Bir doğal deneyin belirli bir grup ya da coğrafi bölge için geçerli olması, aynı etkinin başka bir zaman diliminde veya farklı bir nüfus üzerinde aynı şekilde gözlemlenebileceğı anlamına gelmez. Örneğın, belirli bir ülkede uygulanan bir sosyal politika değışikliğının sonuçları, başka bir ülkeye doğrudan genellene-

meyebilir; çünkü kültürel, ekonomik ve kurumsal farklılıklar önemli rol oynayabilir. Bu nedenle, elde edilen sonuçların başka ortamlara veya dönemlere genellenebilirliği dikkatle değerlendirilmelidir ve farklı bağlamlarda doğrulama çalışmaları yapılmalıdır.

- **Mekanik Müdahalenin Olmaması:** Doğal deneylerin en önemli sınırlamalarından biri, araştırmacının deney koşullarını doğrudan belirleyememesidir. Kontrollü deneylerde araştırmacı, tedavi ve kontrol gruplarını rastgele atayarak içsel geçerliliği yüksek bir analiz yapabilirken, doğal deneylerde dışsal bir olay ya da politika değişikliği kendiliğinden meydana gelir. Bu durum, araştırmacının sürece müdahale edemediği anlamına gelir ve sonuçları etkileyebilecek bazı yanlılıkların veya bozan değişkenlerin varlığına neden olabilir. İçsel geçerlilik, araştırmada gözlemlenen ilişkinin gerçekten nedensel olup olmadığını belirleyen en kritik unsurlardan biridir. Bu bağlamda, doğal deneylerde içsel geçerliliğin düşük olması önemli bir metodolojik zordur. Örneğin, belirli bir bölgede uygulanan yeni bir vergi politikasının tüketici harcamaları üzerindeki etkisini inceleyen bir araştırmacı, bölgedeki demografik farklılıklar, ekonomik dalgalanmalar veya yerel yönetim politikaları gibi dışsal faktörlerin de sonuçları etkileyebileceğini göz önünde bulundurmalıdır. Bu nedenle, içsel geçerliliği artırmak amacıyla araştırmacılar, farkların farkı, araç değişken yöntemi, eğilim skoru eşleştirme veya regresyon kesit tasarımı gibi ileri istatistiksel yöntemleri kullanarak araştırmayı bozan değişkenlerin etkisini kontrol etmeye çalışmalıdır. Ancak, tamamen rastgele bir deney tasarımı olmaması nedeniyle, doğal deneylerin içsel geçerliliği her zaman deneysel yöntemlere kıyasla daha düşük olabilir.
- **Grupların Karşılaştırılabilirliği:** Doğal deneylerde, tedavi edilen ve edilmeyen grupların tüm ilgili özellikler bakımından benzer olması, yalnızca müdahaleye maruz kalma açısından farklılık göstermesi beklenir. Bu durum, doğal deneylerin geçerliliği açısından kritik bir unsurdur, çünkü tedavi ve kontrol grupları arasındaki sistematik farklılıklar, gözlemlenen etkilerin gerçekten müdahaleden mi yoksa başka faktörlerden mi kaynaklandığını belirlemeyi zorlaştırabilir. İdeal bir doğal deneyde, dışsal bir olay veya politika değişikliği bireyleri ya da grupları rastgele etkilediğinde, tedavi ve kontrol grupları başlangıçta benzer niteliklere sahip olabilir. Ancak gerçek dünyada tam rastgelelik nadiren sağlanabildiği için, karşılaştırılabilirlik koşulu bazen ihlal edilebilir. Bu durumda, araştırmacılar farkların farkı, eğilim skoru eşleştirme veya araç değişken gibi yöntemler kullanarak grupların başlangıç koşullarındaki farklılıkları kontrol altına almaya çalışırlar. Örneğin,

bir eğitim reformunun öğrenci başarısı üzerindeki etkisini değerlendiren bir doğal deneyde, reformdan etkilenen okullardaki öğrenciler ile etkilenmeyen okullardaki öğrenciler arasında sosyoekonomik durum, aile yapısı veya önceki akademik başarı açısından farklılıklar bulunabilir. Eğer bu tür faktörler göz ardı edilirse, elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilir ve müdahalenin gerçek etkisini belirlemek güçleşir. Bu nedenle, grupların karşılaştırılabilirliği doğal deneylerin güvenilirliği açısından titizlikle değerlendirilmelidir.

- **Tekrarlanabilirlik:** Doğal deneyler, tekrarlanabilen randomize kontrollü deneylerin aksine, genellikle benzersiz olaylara dayanır ve bu olayların birebir tekrar edilmesi çoğu durumda mümkün değildir. Ancak, doğal deneylerde kullanılan metodolojik çerçeve, benzer nitelikteki gelecekteki olaylara uygulanabilir. Bu durum, araştırmacıların geçmişte yaşanmış dışsal şokları veya politika değişikliklerini analiz ederek, benzer koşullar altında farklı zaman dilimlerinde veya farklı bağlamlarda tekrar eden etkileri incelemelerine olanak tanır. Örneğin, belirli bir ülkede aniden uygulamaya konulan yeni bir vergi reformunun ekonomik sonuçları incelendiğinde, aynı metodolojik yaklaşım başka bir ülkede benzer bir vergi reformu gerçekleştiğinde de kullanılabilir. Bu sayede, doğal deneylerin tekrarlanabilirliği doğrudan olayların tekrar yaşanmasıyla değil, yöntemin benzer olaylara uygulanabilirliği ile sağlanmış olur. Ancak, her doğal deneyin kendine özgü bağlamsal dinamikleri olduğundan, tekrarlanabilirliğin sağlanabilmesi için çalışmanın genellenebilirliğinin dikkatlice değerlendirilmesi gerekir.

Sonuç olarak, doğal deneyler, yarı-deneyssel yöntemler arasında önemli bir yere sahiptir ve nedensellik analizlerinde kritik bir rol oynar. Deneyssel olmayan ortamlarda, politika etkilerini ve toplumsal olayların sonucunu anlamak için güçlü bir araç olarak kullanılabilir. Ancak, iyi bir doğal deney tasarımı için dışsal şokların uygun bir şekilde belirlenmesi ve uygun istatistiksel yöntemlerle desteklenmesi gerekmektedir.

4.2.2 Doğal Deney Türleri

Doğal deneyler, dışsal değişkenliğin doğasına bağlı olarak farklı kategorilere ayrılmaktadır. Aşağıda, doğal deneylerin başlıca türleri açıklanmaktadır:

- **Politika Temelli Doğal Deneyler:** Hükümet politikaları veya kurumsal değişiklikler, belirli bireyleri veya grupları doğrudan etkilerken, diğerlerini etkilemez. Bu durum, doğal bir tedavi ve kontrol grubu oluşturarak, nedensel ilişkilerin incelenmesine imkân tanır. Örneğin, asgari

ücret artışları, vergi reformları veya sosyal güvenlik politikalarındaki değişiklikler belirli bölgelerde farklı etkiler yaratarak doğal bir deney ortamı sunabilir. Araştırmacılar, bu tür politika değişikliklerini kullanarak ekonomik büyüme, istihdam veya gelir dağılımı gibi makro ve mikro ölçekli sonuçları inceleyebilirler.

- **Coğrafi veya Çevresel Şoklar:** Doğal afetler, göç hareketleri veya doğal kaynak keşifleri gibi olaylar, belirli bölgelerdeki ekonomik ve sosyal koşullarda ani ve öngörülemeyen değişiklikler yaratır. Bu tür olaylar, belirli grupların rastgele veya rastgeleye yakın bir şekilde etkilenmesiyle doğal deney ortamı oluşturur. Örneğin, bir kasırga veya deprem gibi büyük ölçekli doğal afetlerin bölgesel ekonomik faaliyet, istihdam ve refah düzeyleri üzerindeki etkisi, coğrafi temelli doğal deneyler yoluyla analiz edilebilir. Benzer şekilde, bir bölgedeki ani petrol veya maden keşfi, gelir dağılımı ve işgücü dinamikleri üzerinde önemli değişiklikler yaratabilir ve bu değişimler sosyal bilimlerde araştırılabilir. Bu değişimler sosyal bilimlerde kullanılabilir.
- **Piyango veya Rastgele Atama Mekanizmaları:** Kamu politikaları veya programları kapsamında bazı kaynakların rastgele tahsis edilmesi, doğal deney ortamı oluşturabilir. Özellikle eğitim ve sağlık hizmetlerine erişimde kullanılan piyango sistemleri, bireyleri rastgele tedavi ve kontrol gruplarına ayırarak müdahalelerin etkisini ölçmeye olanak tanır. Örneğin, belirli bir okul programına veya burs sistemine kabul edilen öğrenciler ile edilmeyen öğrenciler arasındaki akademik başarı farkları analiz edilerek, eğitim politikalarının etkileri değerlendirilebilir. Benzer şekilde, sağlık sigortası programlarına erişimin piyango yoluyla belirlenmesi, sağlık hizmetlerinin bireylerin refahı üzerindeki etkisini incelemek için kullanılabilir.
- **Tarihsel veya Kurumsal Şoklar:** Belirli dönemlerde yaşanan ani tarihsel gelişmeler veya kurumsal değişimler, bazı grupları diğerlerinden farklı şekilde etkileyerek doğal bir deney ortamı yaratır. Örneğin, bir ülkenin eğitim sistemindeki kapsamlı bir reform, farklı öğrenci gruplarını farklı zamanlarda etkileyerek eğitim çıktıları analiz etme fırsatı sunabilir. Benzer şekilde, büyük ölçekli savaşlar, siyasi rejim değişiklikleri veya sanayi politikalarındaki dönüşümler, bireylerin ve kurumların ekonomik ve sosyal davranışları üzerindeki etkilerini değerlendirmek için doğal deney yaklaşımıyla incelenebilir.
- **Ekonomik Şoklar ve Piyasaya Müdahaleleri:** Ekonomik krizler, ani piyasa dalgalanmaları veya merkez bankası politikaları, belirli firmalar veya hane halkları üzerinde farklı etkiler yaratabilir ve doğal deneyler

için uygun bir zemin oluşturabilir. Örneğin, döviz kuru dalgalanmaları ithalat ve ihracat yapan işletmeleri farklı derecelerde etkileyerek rekabet dinamiklerini değiştirebilir. Benzer şekilde, bir ülkenin faiz oranlarını aniden yükseltmesi, kredi piyasalarına erişimi kısıtlayarak bireylerin ve firmaların finansal kararlarını nasıl değiştirdiğini analiz etmek için bir doğal deney fırsatı sunabilir.

Bu farklı doğal deney türleri, araştırmacılara çeşitli bağlamlarda nedensel ilişkileri analiz etme imkânı tanımaktadır. Ancak, her bir türün avantajları ve sınırlamaları dikkate alınmalı ve metodolojik yaklaşımlar, çalışmanın bağlamına uygun şekilde seçilmelidir. Özellikle dışsal şokların rastgelelik düzeyi ve içsel geçerliliğin korunması gibi unsurlar, doğal deneylerin güvenilirliğini belirleyen kritik faktörlerdir.

4.2.3 Tarihsel Örnekler ve Önemi

Angrist ve Krueger (1991): Zorunlu Eğitim Yasaları ve Eğitimin Getirisi

Araştırma Sorusu: Ek eğitim süresi bireylerin gelirlerini artırır mı, yoksa daha yüksek kazanca sahip bireyler mi daha fazla eğitim alır? (Angrist ve Krueger, 1991).

Yöntem:

- Doğum Çeyreği ve Eğitim Süresi: ABD'deki zorunlu eğitim yasaları, öğrencilerin belirli bir yaşa kadar okulda kalmasını zorunlu kılmaktadır. Bu yasalar, yılın farklı çeyreklerinde doğan bireylerin okula başlama yaşlarında ve dolayısıyla toplam eğitim sürelerinde farklılık yaratmaktadır. Yılın son çeyreğinde doğan öğrenciler, okula bir yıl geç başlamaya zorlanırken, yılın başlarında doğanlar daha erken yaşta eğitime başlamaktadır. Sonuç olarak, zorunlu eğitim yasaları nedeniyle yılın başında doğan bireyler, eğitimlerini daha erken yaşta tamamlarken, yılın ilerleyen dönemlerinde doğan bireyler eğitimlerini daha geç yaşta tamamlayarak daha uzun süre eğitim alabilmektedir.
- Araç Değişken Yaklaşımı: Doğum çeyreği, bireylerin eğitim sürelerini etkileyen ancak doğrudan gelirlerini etkilemeyen bir faktör olarak kullanılmıştır. Bu sayede, eğitim ile gelir arasındaki nedensel ilişkiyi daha doğru bir şekilde tahmin etmek mümkün olmuştur.

Bulgular:

- Eğitimin Getirisi: Çalışma, eklenen her bir eğitim yılının, bireylerin kazançlarını %7 ila %10 oranında artırdığını göstermiştir. Bu bulgu, eğitim getirisi konusunda nedensel bir ilişki kuran ilk güvenilir ampirik tahminlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Angrist ve Krueger (1991)'in bu çalışması, doğal deney yönteminin eğitim ekonomisi bağlamında nasıl uygulanabileceğini göstermesi açısından çığır açıcudur. Araştırmacılar, bireylerin doğum tarihlerini dışsal bir değişken olarak kullanarak, eğitim ile gelir arasındaki ilişkiye dair daha güvenilir nedensel tahminler yapabilmektedir. Bu yöntem, eğitim süresinin bireylerin ekonomik refahı üzerindeki etkisini anlamak için daha sonraki birçok çalışmaya temel teşkil etmiştir. Ayrıca, politikacıların eğitim politikalarını şekillendirirken dikkate alabileceği önemli bulgular sunarak, zorunlu eğitim sürelerinin ekonomik getirilerini daha sistematik bir şekilde değerlendirmeye olanak tanımıştır.

Card ve Krueger (1994): Asgari Ücret ve İstihdam

Araştırma Sorusu: Asgari ücretin artırılması istihdamı azaltır mı? (Card ve Krueger, 1994).

Yöntem:

- Doğal Deney Tasarımı: 1992 yılında New Jersey eyaletinde asgari ücret saatlik 4,25 dolardan 5,05 dolara yükseltilmiştir. Komşu eyalet Pennsylvania'da ise asgari ücret aynı dönemde değişmeden 4,25 dolar olarak kalmıştır. Bu durum, iki eyalet arasında karşılaştırma yaparak asgari ücret artışının etkilerini incelemek için doğal bir deney ortamı oluşturmuştur (Card ve Krueger, 1994).
- Veri Toplama: Araştırmacılar, New Jersey ve Pennsylvania'daki 410 fast-food restoranından veri toplamışlardır. Bu veriler, asgari ücret artışından önce ve sonra olmak üzere iki dönemi kapsamaktadır.
- Farkların Farkı (DiD) Yöntemi: Bu yöntem, iki grubun (New Jersey ve Pennsylvania) politika değişikliği öncesi ve sonrası istihdam düzeylerindeki değişimleri karşılaştırarak, asgari ücret artışının istihdam üzerindeki etkisini izole etmeyi amaçlamıştır.

Bulgular:

- İstihdam Etkisi: Klasik ekonomik modellerin öngörülerinin aksine, New Jersey'de asgari ücret artışından sonra istihdamda bir azalma gözlenmemiştir. Hatta bazı durumlarda, istihdamda hafif bir artış tespit edilmiştir.

Önemi:

- Politika Tartışmaları: Çalışma, asgari ücret artışlarının istihdam üzerindeki etkileri konusundaki geleneksel görüşleri sorgulamış ve bu alanda devam eden tartışmalara önemli bir katkı sağlamıştır.

- Metodolojik Katkı: Farkların Farkı (DiD) yönteminin uygulamalı mikroekonomi çalışmalarında popülerleşmesine yardımcı olmuş ve doğal deneylerin politika analizlerinde nasıl kullanılabileceğini göstermiştir.

Sonuç olarak, Card ve Krueger (1994) çalışması, asgari ücret politikalarının istihdam üzerindeki etkilerini anlamada önemli bir dönüm noktasıdır. Çalışma, doğal deney ve DiD yöntemlerinin politika analizlerinde nasıl kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca, asgari ücret artışlarının istihdam üzerindeki etkileri konusundaki geleneksel görüşleri sorgulamış ve bu alanda devam eden tartışmalara önemli bir katkı sağlamıştır.

Finkelstein (2007) ve Finkelstein ve McKnight (2008): Medicaid Genişlemesi ve Sağlık Sonuçları

Finkelstein (2007) ve Finkelstein ve McKnight (2008) çalışmaları, sağlık sigortasına erişimin genişletilmesinin sağlık hizmeti kullanımı ve sağlık sonuçları üzerindeki etkilerini inceleyen önemli bir doğal deney örneğidir.

Araştırma Sorusu: Sağlık sigortasına erişimin genişletilmesi, sağlık hizmeti kullanımını ve sağlık sonuçlarını iyileştirir mi?

Yöntem:

- Doğal Deney Tasarımı: 2008 yılında Oregon eyaleti, Medicaid programını düşük gelirli yetişkinleri kapsayacak şekilde genişletmiştir. Ancak, mevcut bütçe kısıtlamaları nedeniyle, programa olan talep arzı aşmıştır. Bu nedenle, eyalet yetkilileri, programa başvuranlar arasında bir piyango sistemi kullanarak rastgele seçim yapmıştır. Bu durum, rastgele kontrollü bir deneye benzer bir doğal deney ortamı oluşturmuştur.
- Veri Toplama: Araştırmacılar, piyango yoluyla Medicaid'e erişim hakkı kazananlar ile kazanamayanlar arasında karşılaştırmalar yapmıştır. Veri kaynakları arasında hastane kayıtları, anketler ve sağlık taramaları yer almıştır.

Bulgular:

- Sağlık Hizmeti Kullanımı: Medicaid kapsamına alınan bireylerde sağlık hizmeti kullanımı artmıştır. Özellikle, hastane yatışları, reçeteli ilaç kullanımı ve poliklinik ziyaretlerinde artış gözlenmiştir.
- Finansal Risk Azalması: Medicaid, bireylerin finansal risklerini azaltmış, tıbbi borçlanma olasılığını düşürmüş ve büyük çaplı sağlık harcamalarıyla karşılaşma riskini azaltmıştır.

- Fiziksel Sağlık Sonuçları: İki yıllık bir dönemde, Medicaid kapsamı, depresyon oranlarını azaltmış ancak kan basıncı, kolesterol seviyeleri veya diyabet kontrolü gibi fiziksel sağlık ölçütlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme sağlamamıştır.

Önemi:

- Nedensel Kanıt: Çalışma, sağlık sigortasının bireylerin sağlık hizmeti kullanımı, finansal durumu ve bazı sağlık sonuçları üzerindeki etkilerine dair nedensel kanıtlar sunmuştur.
- Doğal Deney Yaklaşımı: Piyango tabanlı atamanın doğal bir deney olarak kullanılabileceğini göstermiş ve bu tür yöntemlerin sağlık politikası araştırmalarında nasıl uygulanabileceğine dair önemli bir örnek oluşturmuştur.

Sonuç olarak, Finkelstein (2007) ve Finkelstein ve McKnight (2008) çalışmaları, sağlık sigortası kapsamının genişletilmesinin bireylerin sağlık hizmeti kullanımı ve finansal durumu üzerindeki etkilerini anlamada önemli bir katkı sağlamıştır. Ayrıca, doğal deneylerin sağlık politikası analizlerinde nasıl kullanılabileceğini göstermiştir.

4.2.4 Doğal Deneylerin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Doğal deneyler, nedensel ilişkileri analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır çünkü belirli bir ölçüde deney ve kontrol gruplarına rastgele atama sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu yöntemin bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Doğal Deneylerin Güçlü Yönleri

- Seçim Yanlılığını Azaltma: Doğal deneylerde tedaviye maruz kalma bireylerin kendi seçimlerine bağlı olmadığı için, seçim yanlılığı önemli ölçüde azalır. Rastgele kontrollü deneylerde olduğu gibi, bireylerin kendilerini bir gruba dâhil etme eğiliminden kaynaklanan sistematik farklılıklar ortadan kalkar veya minimize edilir. Bu durum, özellikle bireylerin eğitim, sağlık hizmetleri veya sosyal yardımlardan faydalanma gibi belirli eğilimlere sahip olduğu alanlarda büyük önem taşır. Örneğin, yüksek gelirli bireylerin özel sağlık sigortasına daha fazla yönelmesi nedeniyle sağlık sigortasının etkilerini ölçen gözlemsel çalışmalarda seçim yanlılığı oluşabilir. Ancak, doğal deneylerde politika değişiklikleri, dışsal olaylar veya piyango gibi rastgele mekanizmalar aracılığıyla bireyler belirli bir tedaviye maruz bırakıldığından, bu tür yanlılıklar en aza indirilmiş olur. Bu da nedensel çıkarımların daha güvenilir hale gelmesini sağlar ve elde edilen bulguların içsel geçerliliğini artırır.

- Gerçek Politika Alakası: Doğal deneyler genellikle gerçek politika değişikliklerini ele aldığı için, elde edilen bulgular politika yapıcılar ve karar alıcılar için büyük önem taşır. Rastgele kontrollü deneyler (RCT) genellikle belirli bir popülasyon üzerinde kontrollü koşullarda gerçekleştirilirken, doğal deneyler gerçek dünya bağlamında ortaya çıkan değişimleri analiz eder. Bu, elde edilen sonuçların doğrudan politika tasarımlarına uygulanmasını mümkün kılar. Örneğin, eğitim reformları, vergi değişiklikleri veya sağlık sigortası genişlemeleri gibi büyük ölçekli politika girişimleri, doğal deney yöntemiyle değerlendirilerek, bu politikaların etkileri üzerine güvenilir nedensel çıkarımlar yapılabilir.
- Uygulanabilirlik ve Maliyet Avantajı: Rastgele kontrollü deneyler, genellikle yüksek maliyet gerektiren ve etik sınırlamalar içeren araştırmalardır. Büyük ölçekli toplumsal veya ekonomik bir politika değişikliğinin etkisini ölçmek için deneysel bir ortam oluşturmak, çoğu zaman pratik değildir. Özellikle sağlık, eğitim veya işgücü piyasasına yönelik müdahalelerde, bireyleri belirli bir politikaya rastgele atamak etik açıdan sakıncalı olabilir. Buna karşılık, doğal deneyler zaten gerçekleşmiş olaylardan yararlandıkları için ek bir maliyet oluşturmazlar ve etik kısıtlamalar olmaksızın uygulanabilirler. Örneğin, bir ülkenin sağlık sigortası sisteminde yapılan reformun bireylerin sağlık sonuçlarına etkisini değerlendirmek için kontrollü bir deney yapmak hem maliyetli hem de etik açıdan problemli olabilirken, bu reform doğal bir deney olarak ele alındığında, hiçbir müdahaleye gerek kalmadan etkileri ölçülebilir. Aynı şekilde, belirli bir bölgede uygulanan asgari ücret artışı veya vergi indirimi gibi politika değişiklikleri, doğal deneyler aracılığıyla düşük maliyetle analiz edilerek, ekonomiye yönelik çıkarımlarda bulunulabilir.

Doğal Deneylerin Zayıf Yönleri

- Rastgeleliğin Yetersizliği: Dışsal şoklar veya politika değişiklikleri belirli bir düzeyde rastgele dağılım sağlasa da, tam anlamıyla rastgelelik çoğu zaman mümkün değildir. Rastgele kontrollü deneylerde, tedavi ve kontrol grupları araştırmacı tarafından önceden belirlenen kurallara göre rastgele atanırken, doğal deneylerde müdahale grubu genellikle dışsal faktörler tarafından şekillendirilir. Bu durum, doğal deneylerin içsel geçerliliğini zayıflatır ve gözlemlenen ilişkinin nedensel olup olmadığı konusunda belirsizlik yaratabilir. Örneğin, bir doğal afetin belirli bir bölgede yaşayan bireyleri rastgele mi etkilediği yoksa bazı yapısal faktörlere mi bağlı olduğu sorgulanmalıdır. Eğer müdahale

grubuna dahil olma süreci tam anlamıyla rastgele değilse, sonuçları etkileyebilecek başka faktörler devreye girebilir. Bunun sonucunda, doğal deneylerde sistematik yanlışlık riski artar ve elde edilen sonuçların güvenilirliği azalır.

- **Genellenebilirlik Sorunları:** Tek bir doğal deneyden elde edilen sonuçlar, farklı bağlamlara veya popülasyonlara doğrudan genellenemeyebilir. Doğal deneyler belirli bir zaman diliminde, belirli bir yer ve popülasyon üzerinde gerçekleştiği için, elde edilen bulguların başka bağlamlarda aynı şekilde geçerli olup olmadığı tartışmalıdır. Örneğin, bir ülkede asgari ücret artışının istihdam üzerindeki etkileri, işgücü piyasasının esnekliği, sendikal yapılar veya sektör kompozisyonu gibi faktörlere bağlı olarak başka bir ülkede farklı sonuçlar doğurabilir. Benzer şekilde, eğitim reformları üzerine yapılan doğal deneyler, ülkeler arasında eğitim sistemleri ve kültürel farklılıklar nedeniyle farklı etkiler yaratabilir. Bu durum, dışsal geçerliliği sınırlayarak, belirli bir doğal deneyin sonuçlarının diğer bağlamlara uygulanabilirliğini azaltır. Ayrıca, doğal deneylerde genellikle yerel ortalama tedavi etkisi (LATE) elde edilir. LATE, yalnızca belirli bir alt grup için geçerli olan tedavi etkisini ifade eder (**Angrist ve Imbens, 1995**), ve genel popülasyon için çıkarım yapmayı zorlaştırır. Örneğin, eğitim süresinin gelir üzerindeki etkisini inceleyen bir doğal deneyde, zorunlu eğitim yasaları nedeniyle eğitim süreleri değişen bireyler üzerinde etkiler ölçülebilir, ancak gönüllü olarak eğitim süresini uzatan bireyler için aynı sonuçların geçerli olup olmadığı belirsizdir. Bu nedenle, doğal deneylerden elde edilen sonuçların yalnızca belirli bir grup için geçerli olabileceği ve genellenebilirliğin sınırlı olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Araştırmacılar genellenebilirlik sorunlarını gidermek için farklı coğrafi bölgelerde veya zaman dilimlerinde benzer doğal deneyleri analiz edebilir ve meta-analizlerle farklı çalışmaların sonuçlarını karşılaştırarak bulguların daha geniş bir çerçevede geçerli olup olmadığını değerlendirebilir.
- **Ölçüm Zorlukları:** Doğal deneyler genellikle gözlemsel verilere dayanır ve bu tür veriler eksiklikler veya ölçüm hataları içerebilir. Deneysel ortamda araştırmacılar veri toplama sürecini sıkı bir şekilde kontrol edebilirken, doğal deneylerde veriler genellikle idari kayıtlar, anketler veya üçüncü taraf kaynaklardan elde edilir. Bu durum, veri doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebilecek bazı hatalara yol açabilir. Örneğin, sağlık politikalarındaki değişikliklerin bireylerin sağlık durumlarına etkisini inceleyen bir doğal deneyde, araştırmacılar hastane kayıtlarına veya sigorta verilerine dayanmak zorundadır. Ancak, bu

tür veriler eksik veya hatalı olabilir, bireylerin kendi bildirdiği sağlık sonuçları yanıltıcı olabilir ve bazı hastalıklar kayıt altına alınmamış olabilir. Benzer şekilde, istihdam politikaları ile ilgili bir doğal deneyde, resmi istihdam kayıtları yalnızca kayıtlı çalışanları içerdiğinden, kayıt dışı çalışanlar gözden kaçabilir ve sonuçlar eksik bir popülasyona dayandırılabilir. Bu tür ölçüm hataları, sonuçların doğruluğunu zayıflatır ve yanlış tahminlere yol açabilir. Araştırmacılar bu sorunu minimize etmek için çoklu veri kaynakları kullanabilir, veri temizleme teknikleri uygulayabilir ve eksik veri analiz yöntemlerinden faydalana bilir. Ancak, doğal deneylerde ölçüm zorluklarının her zaman bir risk oluşturduğu unutulmamalıdır.

- Endojenite Sorunları: Bazı doğal deneylerde gözlemlenemeyen değişkenler, tedavi ve sonuç değişkenlerini aynı anda etkileyebilir. Bu durum, nedensel ilişkinin doğruluğunu tehdit ederek endojenite sorunlarına yol açabilir ve içsel geçerliliği zayıflatır. Rastgele kontrollü deneylerde, tedavi ve kontrol gruplarının rastgele atanması sayesinde bu tür sorunlar büyük ölçüde önlenirken, doğal deneylerde bu rastgelelik tam olarak sağlanamayabilir. Örneğin, bir doğal deney kapsamında bir bölgede uygulanan yeni bir vergi indiriminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ölçmek isteyen bir araştırmacı, vergi indiriminin yalnızca ekonomik olarak zaten daha hızlı büyüyen bölgelerde uygulanmış olabileceğini göz önünde bulundurmalıdır. Eğer tedaviye maruz kalma süreci tam anlamıyla rastgele değilse, ekonomik büyümenin nedeninin vergi indirimi mi yoksa zaten var olan bölgesel farklılıklar mı olduğu belirsiz hale gelir. Benzer şekilde, eğitim süresinin gelir üzerindeki etkisini ölçen bir doğal deneyde, zorunlu eğitim yasalarının sadece belirli sosyoekonomik grupları etkilemesi, gerçek eğitim etkisini izole etmeyi zorlaştırabilir. Doğal deneylerde endojenite sorununu azaltmak için araştırmacılar, araç değişkenler, farkların farkı ve regresyon kesit tasarımı gibi ileri istatistiksel yöntemleri kullanarak gözlemlenemeyen değişkenlerin etkisini kontrol etmeye çalışırlar. Ancak, bu yöntemler her zaman kusursuz değildir ve endojenite sorunu tamamen ortadan kaldırılamaz. Bu nedenle, doğal deneylerin sunduğu nedensel çıkarımlar dikkatli bir şekilde yorumlanmalı ve sonuçların içsel geçerliliği konusunda ihtiyatlı olunmalıdır.

Doğal deneyler güçlü bir metodolojik araç olmakla birlikte, bu sınırlamaların farkında olmak ve uygun istatistiksel tekniklerle bu sorunları minimize etmek, daha güvenilir sonuçlara ulaşmak için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, araştırmacılar içsel geçerliliği artırmak için farkların farkı, araç değişkenler, regresyon kesit tasarımı gibi ileri istatistiksel yöntemlerden

faydalanmalı ve genellenebilirlik sorunlarını gidermek için farklı bağlamlarda benzer doğal deneyleri analiz etmelidirler. Ayrıca, doğal deneylerde gözlemlenen etkilerin sadece belirli bir alt grup için geçerli olabileceği (LATE) dikkate alınmalı ve sonuçların geniş bir popülasyona uygulanabilir olup olmadığı titizlikle değerlendirilmelidir. Tüm bu sınırlamalara rağmen, doğal deneyler politika değişikliklerini analiz etme ve gözlemsel çalışmalara kıyasla daha güçlü nedensel çıkarımlar yapma imkânı sunduğu için sosyal bilimler, ekonomi ve sağlık politikaları gibi alanlarda değerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

5. Farkların Farkı (DiD) Tahmin Yöntemi

Ekonometrik analizlerde nedensel ilişkilerin doğru bir şekilde belirlenmesi, politika yapıcılar ve araştırmacılar için büyük bir önem taşımaktadır. Ancak, birçok durumda rastgele kontrollü deneyleri uygulamak mümkün olmamakta ve nedensel etkiyi doğrudan gözlemlemek güçleşmektedir. Bu tür durumlarda, gözlemsel verilerle nedenselliği belirlemek için çeşitli ekonometrik yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri olan Farkların Farkı (DiD) yöntemi, belirli bir müdahalenin (örneğin bir politika değişikliği, ekonomik şok veya sosyal program) etkisini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan güçlü bir nedensel çıkarım tekniğidir.

Farkların Farkı yöntemi, bir müdahaleye maruz kalan tedavi grubu ile bu müdahaleden etkilenmeyen kontrol grubunun zaman içindeki değişimlerini karşılaştırarak nedensel etkinin izole edilmesini sağlar. Bu yöntem, müdahale öncesi ve sonrası dönemlerde iki grup arasında meydana gelen farklılıkları analiz ederek, yalnızca müdahaleden kaynaklanan değişimin etkisini ölçmeyi amaçlar. Böylece, hem tedavi hem de kontrol grubunu etkileyebilecek ortak dışsal faktörlerin neden olabileceği yanlışlıkların önüne geçilir.

Bu bölümde, Farkların Farkı yönteminin teorik temelleri, dayandığı varsayımlar ve uygulama alanları ele alınacaktır. Ayrıca, yöntemle alakalı bir stata uygulamasına yer verilecektir. Bunun yanı sıra, DiD yönteminin ötesine geçerek Üçlü Fark yöntemi ve Olay Çalışmaları gibi yöntemler de incelenecektir.

5.1 Farkların Farkı (DiD) Yönteminin Teorik Temelleri ve Varsayımları

5.1.1.Farkların Farkı (DiD) Yönteminin Teorik Çerçevesi

Farkların Farkı (DiD) yöntemi, nedensel etkileri belirlemek için kullanılan güçlü bir ekonometrik tekniktir. Bu yöntem, belirli bir politika değişikliği veya dışsal müdahalenin etkisini değerlendirmek amacıyla, müdahaleye maruz kalan grup (tedavi grubu) ile müdahaleden etkilenmeyen grup (kontrol grubu) arasında zaman içindeki değişimleri karşılaştırır. Yöntemin temel varsayımı, müdahale olmaması durumunda tedavi ve kontrol grubunun benzer eğilimler göstereceği ve zaman içinde aynı trendi takip edeceğidir. Bu varsayım, paralel trendler varsayımı olarak adlandırılır ve yöntemin geçerliliği açısından kritik bir rol oynar.

Farkların Farkı yöntemi, analiz edilen veri setinde aşağıdaki dört temel bileşeni içerir:

Tedavi Grubu ($T = 1$): Müdahaleye veya politika değişikliğine maruz kalan grup.

Kontrol Grubu ($T = 0$): Müdahaleden etkilenmeyen, ancak tedavi grubuyla benzer özellikler taşıyan karşılaştırma grubu.

Müdahale Öncesi Dönem ($Post = 0$): Müdahalenin henüz gerçekleşmediği dönem.

Müdahale Sonrası Dönem ($Post = 1$): Müdahalenin uygulandığı ve etkisinin incelendiği dönem.

Bu dört bileşeni içeren temel DiD modeli, bireysel gözlemler için şu şekilde ifade edilir:

$$Y_{it} = \alpha + \gamma Post_t + \delta(T_i * Post_t) + \varepsilon_{it}$$

Burada:

Y_{it} : Birey i için t zamanında gözlemlenen bağımlı değişken (örneğin, istihdam durumu, gelir, tüketim harcamaları vb.).

α : Bağımlı değişkenin ortalama başlangıç düzeyi (sabit terim).

T_i : Tedavi grubunu belirten kukla değişken; eğer birey tedavi grubundaysa 1, değilse 0.

$Post_t$: Müdahale sonrası dönemi belirten kukla değişken; eğer t dönemi müdahale sonrasıysa 1, değilse 0.

δ : Farkların Farkı tahmincisi olarak adlandırılan katsayı; müdahalenin nedensel etkisini temsil eder.

ε_{it} : Hata terimi, modelin açıklayamadığı diğer faktörleri içeren rastgele hata bileşeni.

Bu model, tedavi ve kontrol grubundaki bireylerin zaman içindeki değişimlerini değerlendirerek müdahalenin etkisini ölçmeyi amaçlar. Buradaki anahtar parametre δ , müdahalenin etkisini temsil eden katsayıdır. Eğer δ istatistiksel olarak anlamlı ve sıfırdan farklı ise, bu müdahalenin bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu gösterir.

DiD tahmincisi, δ , şu şekilde hesaplanır:

$$\delta = (E[Y|T=1, Post=1] - E[Y|T=1, Post=0]) - (E[Y|T=0, Post=1] - E[Y|T=0, Post=0])$$

Burada:

- İlk parantez içindeki ifade, tedavi grubundaki değişimin ortalama değerini ifade eder.
- İkinci parantez içindeki ifade, kontrol grubundaki değişimin ortalama değerini ifade eder.
- Bu iki farkın farkı alınarak, ortak zamansal etkiler (ekonomik dalgalanmalar, genel trendler) elimine edilir ve yalnızca müdahalenin doğrudan etkisi ölçülmüş olur.

Eğer bir sonraki bölümde anlatacağımız paralel trendler varsayımı sağlanıyorsa, kontrol grubundaki değişim, tedavi grubu için karşıt-gerçeklik olarak yorumlanabilir. Yani, müdahale olmamış olsaydı tedavi grubunun izleyeceği eğilim, kontrol grubunun trendine benzeyecektir.

5.1.2. Paralel Trendler Varsayımı

Farkların Farkı (DiD) yönteminin geçerli ve güvenilir sonuçlar üretebilmesi için sağlanması gereken en temel varsayımlardan biri paralel trendler varsayımıdır (Ryan ve ark., 2019). Bu varsayım, müdahale gerçekleşmemiş olsaydı, tedavi ve kontrol gruplarının zaman içindeki değişimlerinin birbirine paralel olarak ilerleyeceğini öngörür. Başka bir deyişle, iki grup arasında başlangıçta sistematik bir fark olabilir, ancak zaman içindeki değişim oranlarının benzer olması gerekir. Bu varsayım sağlanmazsa, DiD tahmincisi yanıltıcı olabilir ve müdahalenin etkisi hatalı şekilde ölçülebilir.

Paralel trendler varsayımının matematiksel gösterimi şu şekilde ifade edilir:

$$E[Y_{treatment, post}^0 - Y_{treatment, pre}^0] = E[Y_{control, post}^0 - Y_{control, pre}^0]$$

Burada:

Y^0 : Müdahale olmaması durumunda gözlemlenecek karşıt-gerçeklik (counterfactual) sonucu ifade eder.

$E[Y_{treatment, post}^0 - Y_{treatment, pre}^0]$: Müdahale olmasaydı, tedavi grubunun zaman içindeki ortalama değişimi.

$E[Y_{control, post}^0 - Y_{control, pre}^0]$: Müdahale olmasaydı, kontrol grubunun zaman içindeki ortalama değişimi.

Bu eşitlik sağlandığında, tedavi grubunun değişimi kontrol grubunun değişimi ile aynı olur ve yalnızca müdahalenin nedensel etkisi izole edilebilir. Ancak, eğer bu koşul sağlanmazsa, DiD tahmincisi müdahaleden bağımsız diğer faktörlerden etkilenebilir ve yanlış tahminler üretebilir.

Paralel trendler varsayımı her durumda sağlanamayabilir. Aşağıda, bu varsayımın ihlal edilmesine neden olan yaygın faktörler ele alınmaktadır:

- Tedavi Grubu, Müdahale Öncesinde Zaten Farklı Bir Trend İzliyorsa: Farkların Farkı (DiD) yöntemi, tedavi ve kontrol gruplarının zaman içindeki değişimlerinin benzer olduğu varsayımına dayanır. Ancak, bazı durumlarda tedavi grubu müdahale öncesinde kontrol grubuna kıyasla farklı bir eğilim gösterebilir. Bu durum, DiD modelinin güvenilirliğini tehlikeye atar çünkü yöntem, bu doğal eğilimi yanlışlıkla müdahalenin etkisi olarak yorumlayabilir. Eğer tedavi grubundaki değişim zaten müdahale öncesinde başlamışsa, DiD tahmincisi yanıltıcı olabilir ve müdahalenin gerçek etkisini olduğundan büyük veya küçük tahmin edebilir. Örneğin, bir hükümet işsizlik oranlarını azaltmak için belirli şehirlerde bir istihdam teşvik programı başlattığında, araştırmacılar bu programın istihdam üzerindeki etkisini değerlendirmek isteyebilir. DiD yöntemini kullanarak, teşvik uygulanan şehirleri tedavi grubu, teşvikten etkilenmeyen şehirleri ise kontrol grubu olarak belirleyebiliriz. Ancak, tedavi grubundaki şehirlerin müdahale öncesinde de istihdam oranlarını artıran bir eğilim içinde olması mümkündür. Örneğin, bu şehirlerde ekonomik büyüme, sanayi yatırımları veya nüfus artışı gibi nedenlerle istihdam program başlamadan önce de yükseliyor olabilir. Eğer bu durum dikkate alınmazsa, DiD modeli zaten artış eğiliminde olan istihdamı yanlışlıkla teşvik programının etkisiymiş

gibi yorumlayabilir. Bu tür bir hata, müdahalenin etkisini olduğundan büyük tahmin etmemize neden olabilir.

- **Müdahale Döneminde Başka Politikalar veya Dışsal Şoklar Yaşanıyorsa: Farkların Farkı (DiD) yöntemi, tedavi ve kontrol gruplarını etkileyen diğer faktörlerin zaman içinde benzer şekilde değiştiğini varsayar.** Ancak, müdahale dönemi sırasında sadece belirli bir grubu etkileyen farklı bir politika değişikliği, makroekonomik şok veya sosyal faktör devreye girerse, DiD modeli bu ek değişkenlerin etkisini ayırt edemeyebilir. Böyle bir durumda, DiD yöntemi yalnızca incelenen müdahalenin etkisini ölçmek yerine, bu dışsal faktörlerin de modele dahil olmasına neden olabilir ve sonuçlar yanıltıcı hale gelebilir. Örneğin, bir ülkede eğitim reformunun öğrenci başarısı üzerindeki etkisini incelemek isteyen bir araştırmacı, eğitim reformunun uygulandığı bölgeleri tedavi grubu, reformdan etkilenmeyen bölgeleri ise kontrol grubu olarak belirleyebilir. Ancak, analiz dönemi içinde yalnızca belirli bölgelerde ek bir eğitim desteği programı, okul altyapı yatırımları veya öğretmen teşvikleri gibi başka bir politika devreye girerse, DiD modeli reformun etkisini doğru bir şekilde izole edemeyebilir. Bu ek politikalar öğrenci başarısını etkileyebilir ve reformun etkisiyle karışabilir. Böyle bir durumda, DiD yöntemi reformun etkisini olduğundan büyük veya küçük tahmin edebilir ve politika değerlendirmesinde hatalara yol açabilir. Bu tür sorunları önlemek için müdahale dönemi içinde yaşanan diğer politika değişiklikleri ve dışsal faktörler dikkatlice incelenmelidir. Analizde ilave kontrol değişkenleri kullanılarak bazı etkiler kontrol edilebilir, ancak eğer ek politikalar yalnızca tedavi grubunu etkiliyorsa, DiD modeli yanıltıcı sonuçlar üretebilir.
- **Tedavi Grubu Müdahalenin Gelecekte Gerçekleşeceğini Önceden Öngörerek Davranışlarını Değiştirirse: Farkların Farkı (DiD) yönteminin doğru sonuçlar üretebilmesi için, tedavi grubunun yalnızca müdahalenin gerçekleştiği dönemde etkilenmesi ve müdahale öncesinde davranışlarını değiştirmemesi gerekir.** Ancak bazı durumlarda, tedavi grubundaki bireyler veya kurumlar, gelecekte bir politika değişikliği yaşanacağını önceden tahmin edebilir ve müdahale yürürlüğe girmeden önce kararlarını bu beklenti doğrultusunda şekillendirebilir. Bu duruma beklenti etkisi denir ve bu durum meydana geldiğinde, DiD yöntemi geleceğe dönük bu davranış değişikliklerini yanlışlıkla müdahalenin doğrudan bir sonucu olarak yorumlayabilir. Örneğin, bir hükümetin belirli sektörlerde faaliyet gösteren firmalara yönelik vergi indirimi uygulayacağını duyurduğunu düşünelim. Eğer bu firmalar, vergi indiriminin ilerleyen aylarda yürürlüğe gireceğini önceden öğ-

renir ve bu beklentiyle yatırım kararlarını öne çekerse, yatırım artışı aslında müdahale öncesinde başlamış olur. Ancak, DiD yöntemi bu yatırım artışını sadece vergi indirimine bağlı bir gelişme olarak değerlendirebilir ve yanıltıcı sonuçlara yol açabilir. Gerçekte, firmalar yalnızca gelecekteki maliyet avantajlarını öngörerek davranışlarını değiştirmiştir, ancak DiD modeli bu değişimi müdahale sonrası dönemde gerçekleşmiş gibi yorumlayabilir. Bu tür sorunları önlemek için, müdahale öncesindeki veriler dikkatlice analiz edilmeli ve tedavi grubundaki bireylerin veya kurumların müdahaleden önce davranışlarını değiştirip değiştirmediği incelenmelidir.

5.1.3 Paralel Trendler Varsayımının Geçerliliğini Test Etme Yöntemleri

Farkların Farkı (DiD) yönteminin güvenilir sonuçlar verebilmesi için, tedavi ve kontrol gruplarının müdahale öncesinde benzer eğilimlere sahip olması gerekmektedir. Ancak bu varsayımın doğruluğu her zaman açık değildir ve yanlış varsayımlar, analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebilir. Bu nedenle, paralel trendler varsayımının sağlanıp sağlanmadığını test etmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Müdahale Öncesi Trend Analizleri ve Olay Çalışmaları

Paralel trendler varsayımının geçerliliğini test etmenin en yaygın yöntemlerinden biri, müdahale öncesinde tedavi ve kontrol gruplarının bağımlı değişkende benzer eğilimler gösterip göstermediğini analiz etmektir. Bu süreçte olay çalışmaları yöntemi kullanılarak, müdahaleden önceki dönemlerde bağımlı değişkende hareketler incelenir (**Roth, 2022**). Eğer tedavi grubundaki gözlemler müdahaleden önce zaten sistematik olarak farklı bir eğilim sergiliyorsa, DiD modeli yanıltıcı tahminler üretebilir.

Olay çalışmaları yönteminde tahmin edilen regresyon modeli şu şekildedir:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{k=-K}^K \beta_k D_{it-k} + X_{it} + \lambda_i + \delta_t + \varepsilon_{it}$$

Burada kullanılan değişkenler aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

Y_{it} : Birey i için t zamanında gözlemlenen bağımlı değişken (örneğin, istihdam durumu, ücret, harcama vb.).

D_{it-k} : Müdahale anına göre her dönem için tedavi durumunu belirten kukla değişkenler. Eğer birey ya da gözlem $t = k$ yılında tedaviye maruz

kalmışsa, ilgili yıl için bu değişken 1 olur, aksi takdirde 0 olur. Burada k müdahale zamanına göre yılları ifade eder.

Eğer $k = 0$ ise, bu tedavinin gerçekleştiği yılı temsil eder.

Eğer $k < 0$ ise, müdahale öncesindeki yılları temsil eder.

Eğer $k > 0$ ise, müdahale sonrasındaki yılları temsil eder.

β_k : Tedavinin her k yılı için etkisini gösteren katsayılar. Müdahale öncesindeki β_k katsayıları istatistiksel olarak sıfırdan farklı ise, bu paralel trendler varsayımının sağlanmadığını gösterebilir.

X_{it} : Bireyin veya gözlemin kontrol değişkenleri (örneğin yaş, eğitim seviyesi, sektör, bölgesel etkiler vb.).

λ_i : Bireysel sabit etkiler (her bireyin ya da birimin zaman içinde sabit kalan özelliklerini kontrol eder).

δ_t : Zaman sabit etkileri (genel makroekonomik değişkenleri ve dönemsel şokları kontrol eder).

ε_{it} : Hata terimi, modelde açıklanmayan diğer faktörleri içeren rastgele hata bileşeni.

Bu model tahmin edildikten sonra β_k katsayılarının zaman içindeki değişimi grafik üzerinde incelenir. Eğer tedavi öncesindeki $k < 0$ katsayıları istatistiksel olarak anlamlı şekilde sıfırdan farklıysa, bu durum tedavi grubunun zaten müdahaleden önce farklı bir eğilim izlediğini gösterir ve paralel trendler varsayımı sağlanmıyor olabilir.

Örneğin, bir çalışmada asgari ücret artışının istihdam üzerindeki etkisi araştırılmak istenmektedir. Bu kapsamda, belirli bir yılda (örneğin 2018) asgari ücret artırılmış ve bu artışın istihdam üzerindeki etkisi incelenmiştir. Asgari ücret artışının uygulandığı bölgelerdeki iş gücü piyasası tedavi grubu olarak belirlenirken, asgari ücretin değişmediği, benzer ekonomik ve demografik özelliklere sahip bölgeler kontrol grubu olarak seçilmiştir. Olay çalışması yöntemi kullanılarak 2018 yılı müdahale yılı olarak belirlenmiş ve her yıl için istihdam oranları analiz edilmiştir. Eğer 2014, 2015, 2016 ve 2017 yılları için tahmin edilen katsayılar istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif ise, bu durum tedavi grubundaki istihdamın zaten 2018'den önce artış eğiliminde olduğunu gösterir. Böyle bir durumda, DiD modeli asgari ücret artışının etkisini olduğundan büyük tahmin edebilir, çünkü gözlemlenen istihdam artışı kısmen önceki trendin devamı olabilir.

Plasebo Testleri ile Paralel Trendler Varsayımının Geçerliliğini Kontrol Etme

Plasebo testinde, gerçek müdahale yılı yerine daha önceki bir yıl sahte müdahale yılı olarak tanımlanır ve model bu yıl üzerinden tahmin edilir (Eggers ve ark., 2024). Böylece, tedavi ve kontrol grupları arasında gözlemlenen farkların gerçekten müdahaleden kaynaklanıp kaynaklanmadığı değerlendirilir. Eğer plasebo döneminde anlamlı bir tedavi etkisi tespit edilirse, bu durum paralel trendler varsayımının ihlal edildiğini ve DiD modelinin yanlış pozitif sonuçlar üretebileceğini gösterir.

Plasebo testi için kullanılan model şu şekilde ifade edilir:

$$Y_{it} = \alpha + \gamma T_i + \lambda Post_t^{placebo} + \delta^{placebo} (T_i * Post_t^{placebo}) + \varepsilon_{it}$$

Burada, Y_{it} birey i için t yılında gözlemlenen bağımlı değişkeni, T_i tedavi grubunu belirten kukla değişkeni, $Post_t^{placebo}$ ise gerçek müdahale yılı yerine daha önceki bir yılda tanımlanan sahte müdahale kukla değişkenini göstermektedir. $\delta^{placebo}$ katsayısı, plasebo müdahale yılı için tahmin edilen tedavi etkisini temsil eder. Eğer bu katsayı istatistiksel olarak anlamlı çıkarsa, bu durum modelin sistematik hata içerdiğini ve paralel trendler varsayımının ihlal edilmiş olabileceğini gösterir.

Sonuç olarak, plasebo testleri, paralel trendler varsayımının sağlanıp sağlanmadığını test etmek için kritik bir araçtır. Eğer plasebo döneminde anlamlı bir etki bulunmazsa, paralel trendler varsayımının büyük ölçüde sağlandığı ve DiD modelinin güvenilir olduğu sonucuna varılabilir. Ancak anlamlı bir plasebo etkisi tespit edilirse, modelin sistematik hata içerdiği düşünülerek alternatif yöntemler değerlendirilmelidir.

5.2. Üçlü Fark (DiDiD) Yöntemi

Farkların Farkı (DiD) yöntemi, bir müdahalenin etkisini belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir nedensel analiz yöntemidir. Ancak, bazı durumlarda müdahalenin farklı alt gruplar üzerindeki etkilerinin değişip değişmediğini incelemek gerekebilir. Örneğin, bir politika değişikliğinin yalnızca belirli demografik gruplar veya farklı çalışma koşullarına sahip bireyler üzerindeki etkilerini ayırt etmek istiyorsak, Üçlü Fark (DiDiD) yöntemi kullanılmalıdır.

Bu yöntem, aşağıdaki gibi üç seviyede karşılaştırma yapmaktadır:

- Müdahale öncesi ve sonrası değişimler (Tedavi sonrası/tedavi öncesi)
- Tedavi ve kontrol grubu arasındaki farklar (Tedavi/kontrol)
- Alt grup farkları (Eğitim seviyesi düşük/eğitim seviyesi yüksek gibi)

Bu ilave fark, politikaların belirli alt gruplar üzerindeki etkisini daha iyi anlamamızı sağlar ve heterojen tedavi etkilerinin ölçülmesine olanak tanır.

5.2.1. Üçlü Fark (DiDiD) Modelinin Matematiksel Gösterimi

DiDiD yöntemi, standart farkların farkı (DiD) modeline üçüncü bir etkileşim terimi ekleyerek genişletilir. Temel model aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$Y_{ist} = \alpha + \gamma T_i + \lambda Post_t + \theta Subgroup_s + \delta_1 (T_i * Post_t) + \delta_2 (T_i * Subgroup_s) + \delta_3 (Post_t * Subgroup_s) + \delta_4 (T_i * Post_t * Subgroup_s) + X_{ist} \beta + \varepsilon_{ist}$$

Y_{ist} : Birey i için t yılında gözlemlenen bağımlı değişken (örneğin istihdam durumu).

T_i : Tedavi grubunu belirten kukla değişken (tedavi grubu için 1, kontrol grubu için 0).

$Post_t$: Müdahale sonrası dönemi belirten kukla değişken (müdahale sonrası yıllar için 1, öncesi için 0).

$Subgroup_s$: Alt grup değişkeni (örneğin eğitim seviyesi; 12 yıl ve üzeri eğitim alanlar için 1, daha az eğitim alanlar için 0).

$(T_i * Post_t)$: Standart DiD tahmincisi.

$(T_i * Subgroup_s)$: Tedavi grubundaki alt grupların başlangıç seviyesindeki farkını ölçen etkileşim terimi.

$(Post_t * Subgroup_s)$: Müdahale sonrası dönemde alt gruplar arasındaki farkı gösteren etkileşim terimi.

$(T_i * Post_t * Subgroup_s)$: Üçlü fark (DiDiD) tahmincisi. Bu katsayı, müdahalenin farklı alt gruplar üzerindeki etkisini ölçer.

X_{ist} : Demografik ve ekonomik kontrol değişkenleri.

ε_{ist} : Hata terimi.

Burada δ_4 katsayısı, müdahalenin belirli bir alt grup üzerindeki farklı etkisini gösterir. Eğer bu katsayı istatistiksel olarak anlamlı ve pozitifse, müdahalenin belirli alt grup üzerinde daha güçlü bir etkisi olduğu söylenebilir. Örneğin, asgari ücret artışının en az 12 yıl eğitim almış bireyler üzerindeki istihdam etkisinin daha büyük olduğu sonucuna ulaşılabilir. Eğer katsayı negatif ve anlamlıysa, müdahalenin belirli alt grup için olumsuz sonuçlar doğurduğu söylenebilir. Örneğin, asgari ücret artışının yüksek eğitilmiş bireyler üzerindeki etkisinin olumsuz olduğu anlamına gelebilir.

Eğer δ_4 katsayısı istatistiki olarak anlamsızsa, müdahalenin alt gruplar arasında anlamlı bir farklılık yaratmadığı sonucuna varılabilir. Sonuç olarak, bu analiz, politikaların homojen bir etkisi olup olmadığını test etmek ve müdahalenin belirli kesimler üzerindeki farklı etkilerini anlamak için kritik bir araçtır.

5.3. Stata ile Farkların Farkı (DiD), Olay Çalışması, Plasebo Testi ve Üçlü Fark (DiDiD) Analizi: Tekrarlanan Kesitsel Veri Uygulaması

Bu bölümde, asgari ücret artışının istihdam üzerindeki etkisini incelemek için farkların farkı (DiD), olay çalışması, plasebo testi ve Üçlü Fark (DiDiD) yöntemleri uygulanmaktadır. Analizlerde tekrarlanan kesitsel veri kullanıldığı varsayılmaktadır. Tekrarlanan kesitsel veride, bireyler veya bölgeler her dönemde rastgele seçildiğinden, birey sabit etkileri kullanılamaz. Bunun yerine, zaman ve bölge sabit etkileri ile demografik ve ekonomik kontrol değişkenleri modele dahil edilmelidir.

Öncelikle, analizlerimizde kullanacağımız veri setinde aşağıdaki değişkenlerin bulunduğu varsayılmaktadır:

region : Bölge kimlik numarası.

year : Yıl (2010-2020 arası verileri içerdiği varsayılmaktadır).

treated : Asgari ücret artışına tabi olup olmadığını belirten kukla değişken (Tedavi Grubu = 1, Kontrol Grubu = 0).

employment : İstihdam durumu (1 = istihdamda, 0 = işsiz).

post : Müdahale sonrası dönemleri belirten kukla değişken (2018 ve sonrası için 1, öncesi için 0).

X : Demografik ve ekonomik kontrol değişkenleri (yaş, cinsiyet, eğitim seviyesi vb.).

Bölgesel farklılıkları ve dönemselsel eğilimleri kontrol etmek için bölge sabit etkileri (*i.region*) ve yıl sabit etkileri (*i.year*) modele dahil edilmelidir.

Daha sonra, Farkların Farkı (DiD) modeli aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$employment_{it} = \alpha + \gamma T_i + \lambda Post_t + \delta (T_i * Post_t) + X_{it} \beta + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

Bu modeli Stata'da tahmin etmek için:

logit employment treated ## post i.year i.region X, cluster(region)

Alternatif olarak, OLS modeli şu şekilde tahmin edilebilir:

reg employment treated ## post i.year i.region X, cluster(region)

Elde edilen δ katsayısı, asgari ücret artışının istihdam üzerindeki nedensel etkisini gösterir. Aşağıda, farklı olası sonuçlar tartışılmaktadır:

Eğer δ katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıysa ($p < 0.05$), bu sonuç asgari ücret artışının istihdamı azalttığını gösterir. Bu bulgu, geleneksel arz-talep teorisini destekleyebilir ve işverenlerin artan işgücü maliyetleri nedeniyle istihdam seviyelerini düşürdüğünü öne sürebilir.

Eğer δ katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıysa ($p < 0.05$), asgari ücret artışının istihdamı artırdığı sonucuna varılabilir. Bu durum, işçilerin gelirlerinin artmasıyla birlikte tüketim harcamalarının yükselmesi ve böylece toplam talepteki artışın işgücü talebini artırması gibi mekanizmalarla açıklanabilir.

Eğer δ katsayısı istatistiksel olarak anlamsızsa, asgari ücret artışının istihdam üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı sonucu çıkarılabilir. Bu bulgu, işverenlerin asgari ücret artışını daha fazla çalışma saatleri veya verimlilik artırıcı tedbirler yoluyla dengelediğini gösterebilir.

Farkların Farkı analiz sonuçlarının asgari ücret ile istihdam arasındaki nedensel ilişkiyi gösterip göstermediğini anlamak için önce olay çalışması, ardından da plasebo testleri uygulanarak sonuçlar test edilmektedir. Buna ilişkin Stata uygulaması ve kodları aşağıda sunulmaktadır.

İlk olarak, Paralel trendler varsayımının geçerliliğini test etmek için *olay çalışmaları* yöntemi kullanılacaktır.

Olay çalışması modeli şu şekilde yazılabilir:

$$employmen_{it} = \alpha + \sum_{k=-K}^K \beta_k event_time_{it-k} + X_{it} + \lambda_i + \varepsilon_{it}$$

Bu modeli Stata'da tahmin etmek için, aşağıdaki Stata kodlarını çalıştırmak gerekiyor:

gen event _time = year - 2018

replace event _time = -5 if event _time < -5

replace event _time = 5 if event _time > 5

gen event _time _d = event _time

xi: reg employment i.event _time _d i.year i.region X, cluster(region)

Elde edilen β_k katsayıları, müdahale öncesi eğilimlerin paralel olup olmadığını test etmek için incelenir. Eğer katsayılar müdahale öncesi dönem için istatistiki olarak anlamsızsa tedavi ve kontrol gruplarında benzer eğilimler görülüyor demektir. DiD modeli yansızdır.

İkinci olarak, uygulanan yöntemin veri setine uygunluğunu ve sağlamlığını kontrol etmek için *plasebo testi* uygulanacaktır. Plasebo testi, müdahale gerçekleşmeden önce sahte bir müdahale yılı tanımlayarak DiD modelinin yanlış pozitif sonuçlar üretip üretmediğini test eder.

Plasebo yılı olarak 2016 seçildiğinde model Stata’da şu şekilde tanımlanır ve tahmin edilir:

gen post _placebo = (year >= 2016)

reg employment treated ## post _placebo i.year i.region X, cluster(region)

Eğer ***treated#post_placebo*** etkileşim değişkeninin önündeki katsayı istatistiki olarak anlamlıysa, modelin sistematik hata içerdiği ve paralel trendler varsayımının ihlal edildiği düşünülebilir. Ama eğer katsayı anlamsızsa, paralel trendler varsayımı büyük ölçüde sağlanmaktadır ve DiD modeli güvenilir sonuçlar üretebilir.

Diyelim ki model sonuçları anlamlıdır ve paralel trend varsayımı geçerlidir. Bir sonraki aşamada, müdahalenin belirli alt gruplarda nasıl farklılaştığını incelemek istiyoruz. Bu durumda kullanılması gereken yöntem, Üçlü Fark (DiDiD) yöntemidir. Bu yöntem, belirli bir alt grup (örneğin eğitim seviyesi) için müdahalenin farklı etkilerini analiz etmeye olanak tanır.

DiDiD modeli Stata’da şu şekilde yazılabilir:

gen subgroup = (education >= 12)

reg employment treated ## post ## subgroup i.year i.region X, cluster(region)

Elde edilen üçlü etkileşim değişkeninin katsayısı, müdahalenin alt gruplar üzerindeki etkisini göstermektedir. Eğer üçlü etkileşim değişkeninin katsayısı anlamlı ve pozitifse, asgari ücret artışının etkisinin en az 12 yıl eğitim almış bireyler için daha güçlü olduğu sonucuna varılabilir. Öte yandan, üçlü etkileşim değişkeninin katsayısı anlamlı ve negatifse, müdahalenin yüksek eğitim seviyesine sahip gruplar üzerinde olumsuz etkiler yarattığı söylenebilir.

6.Araç Değişken Yöntemi (IV)

Ampirik ekonomide en büyük metodolojik zorluklardan biri, nedensel ilişkileri doğru bir şekilde belirlemektir. Çoğu ekonomik çalışmada, politika yapıcılar ve araştırmacılar bir değişkenin başka bir değişken üzerindeki doğrudan etkisini ölçmek ister. Ancak gözlemsel verilerle çalışırken, bir değişkendeki değişimin gerçekten başka bir değişkene neden olup olmadığını belirlemek oldukça zordur. Endojenite (endogeneity) adı verilen bu problem, bağımsız değişkenin hata terimiyle ilişkili olduğu durumlarda ortaya çıkar ve En Küçük Kareler (OLS) tahminlerinin yanlı ve tutarsız olmasına neden olur.

Bu durum, politika önerilerinin ve ekonomik tahminlerin güvenilirliğini ciddi şekilde tehlikeye atar. Eğer bağımsız değişken hata terimiyle ilişkiliyse, OLS regresyonu ile elde edilen katsayılar nedensel ilişkiyi yansıtmaz, yalnızca gözlemlenen korelasyonu gösterir. Dolayısıyla, yanlış politika kararları alınabilir veya etkisiz ekonomik reformlar uygulanabilir.

Bu tür hatalardan kaçınmak ve nedensel analizleri güvenilir hale getirmek için ekonomistler Araç Değişkenler (IV) yöntemini kullanır (Angrist ve ark., 1996). IV yöntemi, bağımsız değişkenin yalnızca dışsal ve rastlantısal değişimlerden kaynaklanan kısmını kullanarak nedenselliği belirlemeye çalışır. Bu sayede, endojenite problemini ortadan kaldırarak bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki gerçek etkisini izole edebiliriz.

Endojenite, genellikle üç ana nedenden kaynaklanır:

- Göz Ardı Edilen Değişken Yanlılığı: Ekonomik modellerde her zaman tüm etkili faktörleri doğrudan gözlemlemek mümkün değildir. Eğer bağımlı değişkeni etkileyen ancak modele dahil edilmeyen bir

değişken aynı zamanda bağımsız değişkenle de ilişkiliyse, yanlış tahminler ortaya çıkar. Örneğin, Eğitim ve gelir arasındaki ilişkiyi inceleyen, bireyin bilişsel yetenekleri (IQ) modele dahil edilmese, eğitim seviyesinin gelir üzerindeki etkisi abartılmış olabilir. Çünkü daha yüksek IQ'ya sahip bireyler hem daha fazla eğitim alabilir hem de iş piyasasında daha başarılı olabilir. Diğer bir örnekte, sınıf büyüklüğü ve öğrenci başarısı ilişkisini ele alalım. Eğer daha başarılı öğrenciler daha küçük sınıflara yerleştiriliyorsa, OLS ile yapılan bir analiz, küçük sınıfların başarıyı artırdığı sonucuna varabilir. Ancak, burada küçük sınıfların etkisini mi yoksa zaten başarılı öğrencilerin etkisini mi ölçtüğümüz belirsizdir.

- **Ters Nedensellik:** Bazı ekonomik değişkenler karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilir. Yani, bağımsız değişken yalnızca bağımlı değişkeni etkilemekle kalmaz, bağımlı değişken de bağımsız değişken üzerinde etkili olabilir. Bu durumda, nedenselliğin yönünü belirlemek zorlaşır. Örneğin, gelir ve sağlık arasındaki ilişki: Daha yüksek gelire sahip bireylerin daha iyi sağlık hizmetlerine erişimi olabilir, bu da onların sağlık düzeylerini artırabilir. Ancak, daha sağlıklı bireylerin de daha fazla çalışarak daha yüksek gelir elde etmesi mümkündür. Bu durumda, sağlığın mı geliri, yoksa gelirin mi sağlığı etkilediği sorusu ortaya çıkar. Diğer bir örnekte, polis sayısı ve suç oranlarıyla alakalıdır. Daha fazla polisin olduğu bölgelerde suç oranlarının yüksek olduğu gözlemlenebilir. Ancak bu, polis varlığının suçu artırdığı anlamına mı gelir, yoksa suç oranları yüksek olduğu için mi daha fazla polis görevlendirilmiştir?
- **Ölçüm Hatası:** Eğer bir bağımsız değişken yanlış ölçülmüşse, tahmin edilen katsayılar gerçeği yansıtmayabilir. Bu tür hatalar özellikle anket verileri veya kendini raporlama yöntemiyle toplanan verilerde sık görülür. Örneğin, bireylerin gelir düzeyleri genellikle anketler yoluyla ölçülür. Ancak, katılımcılar gelirlerini yanlış bildirebilir (özellikle yüksek gelirli bireyler gelirlerini düşük, düşük gelirli bireyler ise yüksek gösterebilir). Mesela, araştırmacı alkol tüketimi veya sigara kullanımı ile sağlık arasındaki ilişkiyi araştırırken, bireyler gerçek tüketim düzeylerini olduğundan farklı rapor edebilir. Ölçüm hataları genellikle bağımsız değişkenin etkisinin gerçekte olduğundan daha küçük görünmesine yol açar.

6.1 Araç Değişkenler Yönteminin Teorik Temeli

Araç Değişkenler (IV) yöntemi, endojenite nedeniyle yanlış hale gelen OLS tahminlerini düzeltmek için kullanılan bir ekonometrik tekniktir. IV yönteminin temel amacı, bağımsız değişkenin dışsal ve rastlantısal bir değişken (araç değişken) aracılığıyla belirlenen kısmını kullanarak gerçek nedensel etkiyi tahmin etmektir (Angrist ve ark., 1996)

Bir regresyon modeli aşağıdaki gibi tanımlansın:

$$Y_i = \beta_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$$

Burada Y_i , bağımlı değişkeni; X_i , bağımsız değişkeni ve ε_i , modelde yer almayan diğer faktörleri temsil etmektedir. OLS regresyonunun en önemli varsayımlarından biri, bağımsız değişken X_i ile hata terimi ε_i arasında hiçbir ilişki olmamasıdır:

$$E(\varepsilon_i | X_i) = 0$$

Ancak, endojenite problemi ortaya çıktığında bu varsayım ihlal edilir ve bağımsız değişken hata terimi ile ilişkili hale gelir:

$$E(\varepsilon_i | X_i) \neq 0$$

Bu durumda, OLS tahminleri yanlış ve tutarsız olur, yani B_1 1 parametresi gerçek nedensel etkiyi yansıtmaz.

Endojeniteyi gidermek için, ekonomistler dışsal bir değişken olan araç değişken (Z_i) kullanır. Araç değişken, bağımsız değişkenin rastlantısal ve dışsal varyasyonunu yakalayarak, bağımlı değişken üzerindeki etkisini temiz bir şekilde ölçmemizi sağlar.

Bir araç değişkenin geçerli olabilmesi için iki temel koşulu karşılaması gerekir:

- İlgililik (Relevance) Koşulu: Araç değişkenin, bağımsız değişken ile güçlü bir doğrusal ilişkiye sahip olması gerekir. Matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$Cov(Z_i, X_i) \neq 0$$

- Dışsallık (Exogeneity) Koşulu: Araç değişken, hata terimi ile ilişkisiz olmalıdır. Yani, araç değişken bağımlı değişkeni yalnızca bağımsız değişken aracılığıyla etkilemelidir. Matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$Cov(Z_i, \varepsilon_i) = 0$$

Bu koşullar sağlandığında, Z_i değişkeni bağımsız değişken X_i üzerindeki dışsal şoku temsil eder ve nedenselliği temiz bir şekilde tahmin etmemizi sağlar.

6.2. İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS) Yöntemi

Araç Değişkenler (IV) yöntemi, endojeniteyi düzeltmek için en yaygın olarak İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS) yöntemi ile uygulanır (Mogstad ve ark., 2021). 2SLS yöntemi, bağımsız değişkenin hata terimi ile ilişkili olmayan kısmını izole ederek, gerçek nedensel ilişkiyi tahmin etmeyi amaçlar.

Endojenite problemi nedeniyle OLS ile tahmin edilen katsayıların güvenilir olmaması durumunda, 2SLS yöntemi şu adımları takip eder:

Öncelikle, bağımlı değişken (Y_i) yerine bağımsız değişken (X_i) için bir regresyon modeli kurulur. Burada, endojen bağımsız değişken X_i bir veya birden fazla araç değişken (Z_i) kullanılarak tahmin edilir.

Aşağıdaki ilk aşama regresyon modeli kullanılır:

$$X_i = \pi_0 + \pi_1 Z_i + v_i$$

Burada:

X_i endojen bağımsız değişkendir (örneğin, eğitim düzeyi).

Z_i araç değişkendir (örneğin, zorunlu eğitim yasaları nedeniyle minimum eğitim süresi).

π_0 sabit terimdir.

π_1 araç değişkenin bağımsız değişken üzerindeki etkisini gösterir.

v_i hata terimidir.

Bu regresyon sonucunda elde edilen tahmini bağımsız değişken ($\hat{X}_i$), hata terimiyle ilişkisiz olup sadece araç değişken tarafından belirlenen kısmı içerir.

İkinci aşamada, bağımlı değişken (Y_i) için bir regresyon modeli kurulur. Ancak burada, orijinal X_i yerine, birinci aşamada tahmin edilen $\hat{X}_i$ kullanılır:

$$Y_i = \beta_0 + B_1 \hat{X}_i + u_i$$

Burada:

Y_i bağımlı değişkendir (örneğin, bireyin geliri).

$\hat{X}_i$ bağımsız değişkenin tahmin edilen versiyonudur (yani, araç değişken tarafından belirlenen eğitim süresi).

B_1 , bağımsız değişkenin gerçek nedensel etkisini gösteren katsayıdır.

u_i hata terimidir.

Bu ikinci aşama regresyonu, bağımsız değişkenin hata terimiyle doğrudan ilişkili olmadığı dışsal bileşenini kullanarak çalışır. Böylece, endojenite sorunu çözülmüş olur ve B_1 katsayısı gerçek nedensel etkiyi tahmin eder.

6.3. Stata ile 2SLS (IV) Uygulaması: Eğitim ve Gelir İlişkisi

Bu uygulamada:

Gelir ($Gelir_i$) bağımlı değişken.

Eğitim süresi ($Eğitim_i$) endojen bağımsız değişken.

Zorunlu Eğitim Reformu (Z_i) araç değişken.

İlk olarak, eğer elimizde bir veri seti varsa onu yükleyelim. Eğer veriniz zaten yüklüyse, bu adımı atlayabilirsiniz.

use mydata.dta, clear

Eğer Stata'nın varsayılan veri setlerinden birini kullanmak isterseniz, şu komutla eğitim ve gelir değişkenleri içeren Card (1995) verisini kullanabilirsiniz:

use http://fmwww.bc.edu/ec-p/data/wooldridge/card.dta, clear

Bu veri setinde:

lwage = Logaritmik gelir (bağımlı değişken - Y_i)

educ: Eğitim süresi (bağımsız değişken- X_i)

nearc4 = 16 yaşında liseye yakın olma durumu (araç değişken- Z_i)

OLS ile karşılaştırma için, Önce endojeniteyi dikkate almadan basit bir OLS regresyonu yapalım.

reg lwage educ exper expersq black south married

Bu modelde:

- lwage = Gelir düzeyi (log cinsinden)
- educ = Eğitim süresi (endojen olabilir!)
- exper = İş tecrübesi

- expersq = İş tecrübesinin karesi
- black , south , married gibi diğer kontrol değişkenleri

Eğer eğitim süresi endojen ise, bu tahmin yanlı (biased) ve tutarsız (inconsistent) olacaktır.

Bu nedenle, OLS regresyonu tahmin edildikten sonra, 2SLS tahminin ilk aşaması olan bağımsız değişken tahmin edilecektir. Önce eğitim süresini araç değişken (IV) ile tahmin eden ilk aşama regresyonunu çalıştırıyoruz:

reg educ nearc4 exper expersq black south married

Burada:

- educ bağımsız değişken (bağımlı değişken olarak regresyonun sol tarafında!)
- nearc4 araç değişken (Zorunlu eğitim reformunu temsil eden ikili değişken)
- exper , expersq , black , south , married gibi kontrol değişkenleri

Bu regresyon sonucunda stata, eğitim süresi için tahmin edilen değerleri oluşturacaktır. İkinci aşamada, tahmin edilen eğitim süresi ile ikinci aşama regresyonu yapalım.

reg lwage educ _hat exper expersq black south married

Burada:

- educ_hat , önceki regresyondan elde edilen tahmin edilmiş eğitim süresidir.
- lwage bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

Ancak bunu manuel olarak yapmak zorunda değiliz. Stata'nın içinde ivregress komutu ile tek adımda IV tahmini yapabiliriz.

Yukarıdaki iki aşamayı tek komutla yapmak için:

ivregress 2sls lwage(educ = nearc4) exper expersq black south married

2SLS tahminleri yapıldıktan sonra, araç değişkenin güvenilirliği ve geçerliliğiyle alakalı bir dizi test yapmak gerekmektedir. Öncelikle, araç değişkenin bağımsız değişkenle güçlü bir ilişkisi olup olmadığını test etmek için ilk aşama regresyonunun F-istatistiğini kontrol etmeliyiz. Stata'da aşağıdaki komutu çalıştırarak F-istatistiğini elde edebiliriz.

estat firststage

Eğer $F > 10$ ise, araç değişken güçlüdür. Eğer $F < 10$ ise, araç değişken zayıf olabilir ve IV tahmini güvenilir olmayabilir.

İkinci olarak, eğer birden fazla araç değişken varsa, araç değişkenlerin geçerli olup olmadığını test etmek için Sargan-Hansen testi uygulanır. Stata'da aşağıdaki komutu çalıştırarak Sargan-Hansen testi uyulabiliriz.

estat overid

Bu test, araç değişkenlerin hata terimiyle ilişkisiz olup olmadığını kontrol eder. $P < 0.05$ çıkarsa, araç değişken geçersiz olabilir.

Son olarak, OLS ve 2SLS sonuçlarını karşılaştırmak için, aşağıdaki Stata kodlarını çalıştırmak gerekmektedir.

estimates store ols

ivregress 2sls lwage(educ=nearc4)exper expersq black south married

estimates store iv

*estimates table ols iv,stats(r2 N)star(*0.10 **0.05 ***0.01)*

Bu komutla:

- OLS ve IV tahminleri yan yana kıyaslanır.

R^2 ve gözlem sayıları (N) görüntülenir.

Katsayılar istatistiksel anlamlılık yıldızları eklenir (*, **, ***).

6.4. Geçerli Araç Değişkenleri Bulma Stratejileri

Araç Değişkenler (IV) yönteminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için en kritik aşamalardan biri, geçerli bir araç değişken bulmaktır (Hall ve Peixe, 2003). Geçerli bir araç değişken seçmek genellikle ekonometrik analizlerin en zor kısmıdır çünkü araç değişkenin hem ilgililik hem de dışsalılık koşullarını sağlaması gerekmektedir (Donald, 2009). Bu bölümde, geçerli araç değişkenleri bulmak için kullanılan stratejileri tartışacağız.

Coğrafi veya Kurumsal Farklılıklardan Yararlanma

Örnekler:

- Hastane Uzaklığı: Sigorta kapsamının sağlık harcamaları üzerindeki etkisini ölçerken, bireylerin en yakın hastaneye olan uzaklığı araç değişken olarak kullanılabilir.
- Mahkeme Hakimleri: Ceza sisteminde, hakimlerin ceza verme eğilimleri bağımsız bir değişken olabilir. Örneğin, daha katı hakimlerin atan-

dığı bölgelerde ceza süresinin suç işleme oranları üzerindeki etkisini analiz etmek için, hakim sertliği bir araç değişken olarak kullanılabilir.

- Okul Açılış Tarihleri: Üniversite eğitiminin iş gücü piyasasındaki başarı üzerindeki etkisini ölçmek için, bazı ülkelerde veya bölgelerde üniversite açılış tarihlerindeki rastlantısal farklılıklar kullanılabilir.

Coğrafi ve kurumsal farklılıklar genellikle önceden belirlenmiş olduğu için, endojen değişkenin tahmininde güçlü araçlar sunabilir.

Politika Değişikliklerini Kullanma

Örnekler:

- Vergi Reformları: Vergi politikalarındaki değişiklikler, bireylerin harcamaya veya yatırım kararlarını nasıl etkilediğini analiz etmek için araç değişken olarak kullanılabilir.
- Asgari Ücret Artışları: Asgari ücretin iş gücü piyasasındaki istihdam üzerindeki etkisini tahmin ederken, farklı ülkelerde veya eyaletlerde gerçekleşen asgari ücret artışları araç değişken olarak kullanılabilir.
- Sigorta Kapsamındaki Değişiklikler: Sağlık sigortasının sağlık harcamaları üzerindeki etkisini analiz etmek için, belirli bölgelerde sigorta politikalarında yapılan reformlar dışsal bir araç olabilir.
- Zorunlu Eğitim Reformları: Eğitim süresinin gelir üzerindeki etkisini ölçerken, farklı yıllarda yürürlüğe giren eğitim reformları bireyin aldığı eğitim süresi için araç değişken olarak kullanılabilir.
- Askerlik Zorunluluğu: Askerlik yapmanın bireylerin kariyerleri üzerindeki etkisini ölçmek için, doğum yılına bağlı olarak zorunlu askerlik hizmetine tabi olma durumu araç değişken olarak kullanılabilir.
- Göçmen Politikaları: Göçmenlerin işgücü piyasası üzerindeki etkisini ölçerken, göç politikalarındaki değişiklikler dışsal şoklar yaratabilir.

Politika değişiklikleri genellikle rastlantısal gruplar yaratabileceği için, ekonometrik analizlerde güçlü bir araç değişken kaynağı olabilir.

Rastgele Şansa Bağlı Rastlantısal Faktörler Kullanma

Örnekler:

- Piyango Kazanımları: Gelirin tüketim veya mutluluk üzerindeki etkisini ölçmek için, piyango kazanma durumu araç değişken olabilir.
- Doğum Ayı: Eğitim reformlarının etkisini ölçerken, bireylerin doğum ayı araç değişken olarak kullanılabilir (çünkü bazı eğitim sistemlerinde belli yaş grupları farklı eğitim sürelerine tabi olabilir).

- İklim Şokları: Tarımsal üretimin ekonomik göstergeler üzerindeki etkisini ölçerken, yağış miktarları veya sıcaklık değişimleri araç değişken olarak kullanılabilir.

Bu tür rastlantısal faktörler genellikle bağımsız değişkenle ilişkili ancak hata terimiyle ilişkisiz olduğu için, IV analizlerinde güçlü adaylar olabilir.

Sonuç olarak, özetlemek gerekirse, Araç Değişkenler (IV) yöntemi, ekonometrik analizlerde endojenite sorununu aşmak ve nedensel ilişkileri güvenilir şekilde tahmin etmek için kritik bir araçtır. OLS tahminlerinin yanlış ve tutarsız olduğu durumlarda, IV yöntemi bağımsız değişkenin hata terimi ile ilişkili olmayan kısmını kullanarak tutarlı tahminler elde edilmesini sağlar. Ancak, bu yöntemin başarıyla uygulanabilmesi için araç değişkenin ilgili ve dışsal olması gereklidir. Uygun bir araç değişken bulunmadığında veya zayıf bir araç kullanıldığında, 2SLS tahminleri güvenilir olmayabilir ve zayıf araç yanlışlığı ortaya çıkabilir.

IV yönteminin etkinliği, geçerli araç değişkenlerin seçimine bağlı olduğundan, ampirik analizlerde araç değişkenlerin ekonometrik testlerle doğrulanması büyük önem taşımaktadır. Sargan-Hansen testi (**Kiviet ve Kripfganz, 2021**) gibi fazladan tanımlama testleri, araç değişkenlerin bağımlı değişkeni yalnızca bağımsız değişken aracılığıyla etkileyip etkilemediğini kontrol etmek için kullanılmalıdır. Ayrıca, araç değişkenlerin bağımsız değişken üzerindeki gücünü değerlendirmek için ilk aşama regresyonunun F-istatistiği dikkate alınmalıdır (**Keane ve Neal, 2023**).

Sonuç olarak, IV yöntemi, özellikle gözlemsel verilerle çalışan ekonomistler için güçlü bir nedensel analiz aracıdır. Ancak, araç değişkenin geçerliliği titizlikle test edilmelidir. Uygun bir araç bulunamadığında, rastgele kontrollü deneyler veya panel veri yöntemleri gibi alternatif nedensellik analiz teknikleri de değerlendirilmelidir.

6.5. Araç Değişken Yönteminin Çalışma Ekonomisi, Sağlık Politikaları ve Eğitim Araştırmalarındaki Uygulamaları

Araç Değişkenler (IV) yöntemi, özellikle çalışma ekonomisi, sağlık politikaları ve eğitim araştırmaları gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan güçlü bir ekonometrik araçtır. Bu alanlarda araştırmacılar, bireylerin ve toplumların ekonomik ve sosyal kararlarını etkileyen faktörleri analiz ederken endojenite sorunuyla sık sık karşılaşır.

Bu bölümde, IV yönteminin bu üç alandaki uygulamalarını ampirik çalışmalardan örnekler vererek tartışacağız.

Çalışma Ekonomisinde IV Kullanımı

Çalışma ekonomisi, bireylerin istihdam, ücret, çalışma saatleri, eğitim ve üretkenlik gibi konulardaki kararlarını analiz eden bir alandır. Ancak bu alanda yapılan çalışmalar genellikle endojenite sorunlarıyla karşı karşıya kalır.

Örneğin, eğitim Süresi ve ücret İlişkisi yaygın olarak işlenen bir konudur. Ekonomist David Card (1993), eğitim süresinin bireylerin gelir düzeyine etkisini ölçerken araç değişken olarak lise yakınlığını (nearc4) kullanmıştır.

Problem:

- Eğitim süresi ve gelir arasındaki ilişki endojen olabilir çünkü bireylerin zihinsel yetenekleri, aile geçmişleri veya sosyoekonomik durumları hem eğitim alma kararlarını hem de iş gücü piyasasındaki başarılarını etkileyebilir.
- Bu durumda, OLS tahminleri eğitim süresinin gerçek etkisini olduğundan büyük veya küçük gösterebilir.

Çözüm:

- Card (1993), bireylerin 16 yaşında liseye yakın olup olmamasını araç değişken olarak kullanmıştır.
- Çünkü bireyin yaşadığı yere bağlı olarak liseye yakınlığı, eğitim süresini etkileyen dışsal bir faktördür.
- Ancak, bireyin yeteneği veya motivasyonu gibi gözlemlenemeyen faktörlerle doğrudan ilişkili değildir.

Sonuçlar:

- OLS tahminlerine kıyasla, IV yöntemiyle eğitimin gelir üzerindeki etkisinin daha büyük olduğu bulunmuştur.
- Bu sonuç, eğitimin gerçekten bireylerin gelir seviyesini artırdığını göstermektedir.

Sağlık Politikalarında IV Kullanımı

Sağlık politikaları alanında yapılan çalışmalar genellikle sigorta kapsamı, sağlık hizmetlerine erişim ve sağlık sonuçları arasındaki ilişkileri incelemektedir. Ancak bireylerin sağlık sigortası veya sağlık hizmeti alma kararları genellikle endojen olduğundan OLS tahminleri yanıltıcı olabilir.

Örneğin, Finkelstein ve McKnight (2008), sağlık sigortasının bireylerin sağlık sonuçları üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışma yapmıştır.

Problem:

- Sağlık sigortası satın alma kararı bireylerin gelir düzeyi, sağlık bilinci veya risk alma eğilimleri ile ilişkili olabilir.
- Bu durumda, sigortası olan bireyler zaten daha sağlıklı olabilir ve bu durum sigortanın gerçek etkisini ölçmeyi zorlaştırır.

Çözüm:

- Araç değişken olarak Medicare uygulamasına hak kazanma yaş sınırı (65 yaş) kullanılmıştır.
- 65 yaşına giren bireylerin otomatik olarak Medicare'e dahil edilmesi, sigorta kapsamındaki artışı dışsal bir şekilde belirlemiştir.

Sonuçlar:

- Sigorta kapsamı arttıkça sağlık hizmeti kullanımı artmış, ancak sağlık sonuçları üzerindeki etkinin daha sınırlı olduğu görülmüştür.
- Bu durum, sigortanın sağlık hizmetlerine erişimi artırdığı ancak sağlık sonuçları üzerindeki etkisinin beklendiği kadar büyük olmayabileceğini göstermektedir.

Eğitim Araştırmalarında IV Kullanımı

Eğitim araştırmalarında sınıf mevcudu, öğretmen kalitesi, okul kaynakları, eğitim süresi ve sınav sonuçları gibi değişkenlerin öğrenci başarısı üzerindeki etkileri sıkça incelenmektedir. Ancak, bu faktörler genellikle bireylerin aile yapısı, ekonomik durumu ve diğer gözlemlenemeyen faktörlerle ilişkili olduğundan OLS tahminleri yanıltıcı olabilir.

Örneğin, Angrist ve Lavy (1999), sınıf mevcudunun öğrenci başarısı üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada IV yöntemini kullanmıştır.

Problem:

- Küçük sınıflarda eğitim alan öğrenciler genellikle daha yüksek akademik başarıya sahiptir. Ancak, bu durum küçük sınıfların etkisi mi, yoksa daha iyi öğrencilerin küçük sınıflara yerleştirilmesi nedeniyle mi ortaya çıkmaktadır?
- Eğer daha başarılı öğrenciler küçük sınıflara yönlendiriliyorsa, OLS tahminleri yanıltıcı olabilir.

Çözüm:

- Araç değişken olarak İsrail'de uygulanan sınıf büyüklüğü sınırlandırıcıları (Maimonides Kuralı) kullanılmıştır.

- İsrail’de sınıfların belli bir öğrenci sayısını aşması durumunda sınıfın ikiye bölünmesi gerekiyordu.
- Bu durum, öğrenci sayısının sınıf mevcudu üzerindeki etkisini dışsal bir şekilde belirlemiştir.

Sonuçlar:

- IV yöntemiyle küçük sınıfların öğrenci başarısını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.
- Ancak, OLS tahminleri bu etkiyi olduğundan büyük göstermektedir, çünkü başarıyı yüksek öğrencilerin zaten daha küçük sınıflara yönlendirildiği gözlemlenmiştir.

6.6. IV Yönteminin Sınırlılıkları: Yerel Ortalama Tedavi Etkisi (LATE) Yorumu

IV yöntemi, nedensel ilişkiyi belirlemede güçlü bir araç olmasına rağmen, elde edilen tahminin tüm popülasyonu temsil etmediği unutulmamalıdır. IV yöntemiyle hesaplanan etki, yalnızca araç değişkenin bağımsız değişken üzerindeki etkisine duyarlı olan bireyler için geçerlidir ve bu, politika analizleri ve ekonomik modellerde önemli bir sınırlılıktır. Bu durum, literatürde yerel ortalama tedavi etkisi (LATE) olarak adlandırılmaktadır (Angrist ve Imbens, 1995). Daha önce tartışıldığı gibi, IV yöntemi, bağımsız değişkenin sadece dışsal bir bileşenini kullanarak nedensel etkiyi tahmin etmeye çalışırken, bu dışsal bileşenin yalnızca belirli bir birey grubu için geçerli olduğu durumlarla karşılaşılabilir. Bu da tahminlerin genelleştirilebilirliğini sınırlandırmaktadır.

LATE’in temel problemi, IV yöntemiyle tahmin edilen etkinin yalnızca araç değişkenin kararlarını etkilediği bireyler için geçerli olmasıdır. Bu bireyler, uyumlular olarak adlandırılmaktadır ve araç değişkenin varlığına bağlı olarak davranışlarını değiştiren kişileri ifade etmektedir. Ancak popülasyonda her zaman araç değişkenden etkilenmeyen bireyler de bulunmaktadır. Örneğin, her koşulda tedaviye katılan bireyler ve hiçbir koşulda tedaviye katılmayan bireyler için IV yöntemi geçerli bir tahmin üretmez. Bu nedenle IV tahmini, popülasyonun tamamını temsil eden bir Ortalama Tedavi Etkisi (ATE) sunmaz, yalnızca belirli bir alt grup için geçerli olan LATE’yi tahmin eder.

Bu sınırlılık, özellikle politika analizlerinde önemli bir sorun yaratabilir. Örneğin, eğitim süresinin gelir üzerindeki etkisini ölçmek için zorunlu eğitim reformlarını araç değişken olarak kullanan bir çalışmada, IV tahmini yalnızca eğitim reformu nedeniyle eğitim süresini artıran bireyler için geçerli olacaktır. Ancak, zaten uzun süre eğitim almayı planlayan bireyler veya reformdan etkilenmeyerek düşük eğitim seviyesinde kalan bireyler

için IV yöntemi herhangi bir bilgi sağlamaz. Dolayısıyla, eğitim süresinin gelir üzerindeki genel etkisini ölçmek yerine, yalnızca reformun etkilediği bireyler için bir tahmin yapılmış olur. Benzer şekilde, sağlık sigortasının sağlık sonuçları üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, IV tahmini yalnızca sigorta sistemindeki değişikliklere bağlı olarak sigorta kapsamına giren bireyler için geçerlidir. Sigorta kapsamına zaten sahip olan bireyler veya hiçbir şekilde sigorta yaptırmayan bireyler için IV yöntemiyle herhangi bir sonuç çıkarılamaz.

LATE sorunu aynı zamanda farklı araç değişkenlerin farklı tahminler üretmesine de neden olabilir. Eğer farklı araç değişkenler kullanılırsa, her biri farklı bir grup uyumlu birey için etki tahmin edecektir. Örneğin, eğitim süresinin gelir üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada zorunlu eğitim yasaları araç değişken olarak kullanıldığında belirli bir grup için tahmin yapılırken, okul açılış tarihlerindeki farklılıklar araç değişken olarak kullanıldığında farklı bir grup için tahmin yapılabilir. Bu durum, farklı araç değişkenlerin farklı LATE tahminleri üretebileceği ve bu tahminlerin doğrudan karşılaştırılamayacağı anlamına gelir.

Bunun yanı sıra, IV yöntemiyle elde edilen tahminlerin tedavi etkisinin heterojen olduğu durumlarda yorumlanması daha da zorlaşmaktadır. Eğer bağımsız değişkenin etkisi farklı bireyler için değişiyorsa, IV yöntemi yalnızca belirli bir alt grup için ortalama bir etki sağlayacaktır. Örneğin, eğitim süresinin gelir üzerindeki etkisi düşük eğitim seviyesine sahip bireyler için farklı, yüksek eğitim seviyesine sahip bireyler için farklı olabilir. Ancak IV yöntemi, bu heterojen etkileri doğrudan belirleyemez ve yalnızca araç değişkenin etkilediği bireyler için ortalama bir tahmin sunar.

IV yönteminin LATE sınırlılığını aşmak için bazı alternatif yöntemler geliştirilmektedir. Genelleştirilmiş IV (GIV) ve IV ağırlıklandırma gibi yöntemler, IV tahminlerini genel popülasyona genişletmeyi amaçlamaktadır. Bunun yanı sıra, farklı araç değişkenlerin kullanıldığı çalışmalarda tahminlerin nasıl değiştiği analiz edilerek, LATE'in hangi gruplar için geçerli olduğu daha iyi anlaşılabilir.

Sonuç olarak, IV yöntemi nedensel analizlerde güçlü bir araç olmasına rağmen, elde edilen tahminlerin yalnızca belirli bir alt grup için geçerli olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle, politika yapıcılar ve araştırmacılar, IV yöntemiyle elde edilen tahminleri yorumlarken bu sınırlamaları göz önünde bulundurmalı ve alternatif yöntemleri değerlendirmelidir.

7. Regresyon Kesit Tasarımının (RDD)

Regresyon Kesit Tasarımı (RDD), uygulamalı ekonometrinin en güçlü yarı-deneysel yöntemlerinden biri olup, deney grubuna dahil olmanın belirli bir eşik değere bağlı olarak değiştiği durumlarda nedensel etkileri tahmin etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Cattaneo ve Titiunik, 2022). Diğer bir ifadeyle, RDD, belirli bir kesit noktasının hemen altındaki ve üstündeki bireyleri karşılaştırarak müdahalenin etkisini güvenilir bir şekilde ölçmeyi sağlar. Burada, eşik değerine yakın bireylerin gözlemlenmeyen özellikler bakımından benzer olduğu varsayımı altında, gözlenen farklılıkların yalnızca tedaviye atfedilebileceği düşünülmektedir. Bu özellik, RDD'yi rasgele deneylere benzer bir nedensellik çerçevesi sunan güçlü bir yöntem haline getirmektedir.

Birçok politika, program veya uygulama, önceden belirlenmiş bir eşik değerin üzerine veya altına düşen bireylere farklı muamele göstererek uygulanmaktadır. Örneğin, öğrencilerin burs almaya hak kazanması, belirli bir sınav puanının üzerinde olmalarına bağlı olabilir; politikacıların seçimi kazanıp kazanmaması, oy oranlarının %50'nin üzerinde olup olmadığına göre belirlenebilir; ya da bir hane halkının sosyal yardım programına dâhil edilip edilmemesi, belirli bir gelir seviyesinin altında olup olmadığına bağlı olabilir. Bu tür keskin eşik kuralları, kesite yakın bireylerin benzer özelliklere sahip olduğu varsayımı altında, nedensel etkinin güvenilir bir şekilde ölçülmesine olanak tanımaktadır.

Bu bölümde, Regresyon Kesit Tasarımının teorik temelleri, keskin ve bulanık RDD arasındaki farklar, politikaların değerlendirilmesinde RDD'nin kullanımı, yöntemin uygulanmasındaki zorluklar ve en iyi uygulamalar ele

alınacaktır. Ayrıca, RDD'nin avantajları ve sınırlılıkları tartışılarak, yöntemin nedensel analize nasıl katkı sağladığı incelenecektir.

7.1. Regresyon Kesit Tasarımının Teorik Temelleri

Regresyon Kesit Tasarımı (RDD), belirli bir eşik değerine dayalı olarak müdahaleye tabi tutulan ve tutulmayan bireyleri karşılaştırarak nedensel etkileri tahmin etmeye olanak tanıyan güçlü bir yarı-deneyssel yöntemdir. Özellikle deneyssel yöntemlerin uygulanamadığı durumlarda, belirli bir kesit noktasının etrafındaki bireylerin benzer gözlemlenmeyen özelliklere sahip olduğu varsayımı altında, kesitsel farklılıklar nedensel bir etkiyi ölçmek için kullanılabilir.

RDD'nin temel mantığı, bir bireyin tedaviye tabi tutulup tutulmamasının belirli bir eşik değere (c) bağlı olması ilkesine dayanır (Cattaneo ve Titiunik, 2022). Eğer bir bireyin tedaviye maruz kalması, belirli bir değişken (X) tarafından belirlenen bir sınır değerine (c) bağlıysa, bu durumda tedavi durumu şu şekilde modellenebilir:

$$D_i = \begin{cases} 1, \text{eğer } X_i \geq c \text{ ise (tedavi edilen grup)} \\ 0, \text{eğer } X_i < c \text{ ise (kontrol grubu)} \end{cases}$$

Burada:

D_i bireyin tedaviye tabi olup olmadığını gösteren gösterge değişkendir.

X_i bireyin belirleyici kriteri (örneğin, gelir seviyesi, sınav puanı) temsil eden değişkendir.

c tedavinin uygulandığı eşik değeridir.

RDD'nin temel amacı, eşik değeri etrafındaki bireylerin bağımlı değişken (Y) üzerindeki tedavi etkisini (τ) ölçmektir. Bu bağlamda, temel regresyon modeli aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$Y_i = \alpha + \tau D_i + f(X_i) + \varepsilon_i$$

Burada:

- Y_i bağımlı değişkeni (örneğin, gelir, başarı puanı) ifade eder.
- τ tedavi etkisini tahmin etmek istediğimiz katsayıdır.
- $f(X_i)$ bağımsız değişken (X_i) ile bağımlı değişken arasındaki sürekli fonksiyonu ifade eder.
- ε_i hata terimidir.

7.2. Keskin RDD

Keskin RDD’de tedaviye tabi tutulma tamamen belirlenen eşik değerine bağlıdır(Arai ve Ichimura, 2018; Otsu ve ark., 2015). Bu durumda, belirli bir kesit noktasının hemen altındaki ve üstündeki bireyler karşılaştırılarak tedavinin etkisi ölçülür. Eşik değerinin hemen üstünde yer alan bireyler tedaviye tabi tutulurken, hemen altında kalan bireyler kontrol grubunu oluşturur. Eğer eşik değerinin her iki tarafındaki bireyler, gözlemlenemeyen özellikler bakımından büyük ölçüde benzerse, tedavi edilen ve edilmeyen gruplar arasındaki farkın yalnızca müdahalenin varlığından kaynaklandığı varsayılabilir.

Matematiksel olarak:

$$P(D_i = 1 | X_i \geq c) = 1, \quad P(D_i = 0 | X_i < c) = 0$$

Bu yaklaşım, tedavi etkisini ölçmek için kesit noktasına yakın bireylerin bağımlı değişken üzerindeki ortalama değerlerini karşılaştırır. Eşik değerinin hemen altındaki bireylerin oluşturduğu kontrol grubunun sonuçları ile hemen üstündeki bireylerin oluşturduğu tedavi grubunun sonuçları arasındaki fark, müdahalenin nedensel etkisini temsil eder. Burada temel varsayım, kesit noktasının her iki tarafında bireylerin rastgele dağılmış olduğu ve gözlemlenmeyen faktörlerin ani bir değişiklik göstermediğidir. Ayrıca, bu yöntem, kesit noktasına yeterince yakın bireyleri içeren bir analiz çerçevesi oluşturarak, dışsal faktörlerin etkisini minimize eder ve müdahalenin doğrudan etkisini izole etmeyi sağlar. Böylece, gözlenen farklılık yalnızca tedaviye maruz kalıp kalmamaktan kaynaklanır.

7.3. Bulanık RDD

Bireylerin tedaviye tabi tutulma durumu her zaman kesin bir şekilde belirlenmeyebilir. Örneğin, bireyler bazı durumlarda eşik değerin üzerinde olsalar bile tedaviye katılmayabilir veya eşik değerin altında kalsalar da tedaviye erişebilirler. Bu durum, bulanık RDD olarak adlandırılır.

Matematiksel olarak, bulanık RDD’de eşik değeri tedaviye atanma olasılığını etkiler, ancak kesin bir belirleyici değildir(Otsu ve ark., 2015):

$$P(D_i = 1 | X_i \geq c) > P(D_i = 0 | X_i < c)$$

Burada tedaviye tabi tutulma olasılığı bir olasılık fonksiyonu olarak modellenir ve bireylerin tedaviye uyum oranları dikkate alınarak analiz yapılır. Bu tip bir analizde, araç değişkenler (IV) yöntemi kullanılarak nedensel etki tahmin edilir.

Bulanık RDD'nin temel formülasyonu aşağıdaki gibi iki aşamalı bir model üzerinden oluşturulabilir:

Tedaviye atanma olasılığını tahmin eden ilk aşama regresyonu aşağıdaki gibi modellenir.

$$D_i = \alpha + \tilde{a}Z_i + f(X_i) + v_i$$

Burada:

Z_i bireyin eşik değeri aşıp aşmadığını gösteren gösterge değişkendir.

$\tilde{a}$ eşik değerinin tedaviye atanma üzerindeki etkisini ölçen katsayıdır.

Bağımlı değişken üzerindeki tedaviye katılmanın etkisini gösteren ikinci aşama regresyonu aşağıdaki gibi modellenir:

$$Y_i = \alpha + \tau\hat{D}_i + f(X_i) + \varepsilon_i$$

Burada $\hat{D}_i$, ilk aşama regresyonundan tahmin edilen tedaviye atanma değişkenidir ve araç değişkenler yöntemiyle elde edilir. Bu model, eşik değerinin bağımlı değişken üzerindeki doğrudan etkisini temizleyerek, yalnızca tedavinin gerçek etkisini tahmin etmeyi sağlar.

Sonuç olarak, RDD, belirli bir eşik değerinin belirlediği tedavi etkilerini ölçmek için güçlü bir yöntem sunar. Keskin RDD, tedavinin yalnızca kesit noktasına bağlı olduğu durumlar için geçerliken, bulanık RDD, eşik değerinin tedaviye atanma olasılığını etkilediği durumları kapsar ve araç değişkenler yöntemi ile tahmin edilir. Gerçek dünyada birçok politika uygulaması bulanık RDD'ye daha yakın olsa da, yöntemlerin etkinliği eşik değerinin doğru tanımlanmasına ve varsayımların sağlanmasına bağlıdır. Doğru bir uygulama ile her iki yaklaşım da sağlam nedensel çıkarımlar elde etmek için güçlü bir analitik çerçeve sunmaktadır.

7.4. Regresyon Kesit Tasarımının Stata ile Uygulanması

Regresyon Kesit Tasarımı (RDD), belirli bir eşik değerine bağlı olarak bir müdahalenin etkisini ölçmek için kullanılan güçlü bir ekonometrik yöntemdir. Bu yöntemin Stata programında nasıl uygulanacağı, keskin ve bulanık RDD yaklaşımlarına uygun olarak ele alınmaktadır. Bu analiz, bir burs programının öğrenci başarısı üzerindeki etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle, analiz için uygun bir veri seti hazırlanmalıdır. Bu veri setinde, bağımsız değişken olarak öğrencinin sınav puanı, bağımlı değişken olarak akademik başarısı ve tedavi değişkeni olarak burs alıp almadığı kullanılmaktadır. Eğer elimizde uygun bir veri seti bulunmuyorsa, rastgele

oluşturulmuş bir veri seti ile analiz gerçekleştirilebilir. Aşağıdaki kodlar, öğrencilerin sınavdan aldıkları puanları normal dağılıma uygun olarak üretmekte, belirli bir kesit değerinin üzerinde olanlara burs ataması yapmakta ve akademik başarıyı belirleyen bir bağımlı değişken oluşturmaktadır:

```
clear
set obs 200
gen score=round(rnormal(50,15))
gen scholarship=(score>=60)
gen gpa=2.5+0.05*score+0.3*scholarship+rnormal(0,0.3)

save rdd_data.dta, replace
```

Veri seti oluşturulduktan sonra, Stata'ya yüklenerek analiz edilebilir:

```
use rdd_data.dta, clear
```

RDD'nin uygulanabilirliğini değerlendirmek için öncelikle kesit noktasında belirgin bir sıçrama olup olmadığı incelenmelidir. Bunun için bağımlı değişkenin (akademik başarı) kesit değişkeni (puan) ile dağılımı görselleştirilmelidir:

```
twoway(scatter gpa score, mcolor(blue)) ///
      (lfit gpa score if score<60, lcolor(red)) ///
      (lfit gpa score if score>=60, lcolor(green)), ///
      title("RDD Görselleştirme : Puan & Akademik Başarı") ///
      legend(order(2 "Kontrol Grubu" 3 "Tedavi Grubu"))
```

Bu grafik, kesit noktasının sağında ve solunda bulunan bireylerin akademik başarı düzeyleri arasındaki farklılıkları görselleştirmek için kullanılır. Eğer burs programının etkisi belirginse, kesit noktasının üstündeki bireylerin ortalama akademik başarısının, altındaki bireylere kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek olması beklenir.

Keskin RDD modeli, kesit noktasının tam olarak belirlediği tedaviye atanma durumlarında uygulanmaktadır. Keskin RDD'de burs alıp almama tamamen belirlenen kesit noktasına bağlı olduğundan, bu durumda tedavi etkisini ölçmek için aşağıdaki model tahmin edilebilir:

```
reg gpa scholarship if score>=40 & score<=80, robust
```


Gerçek dünyada, t

tedaviye atanma her zaman keskin olmayabilir; bazı öğrenciler eşik değerin altında olmalarına rağmen burs alabilirken, bazıları eşik değerin üstünde olmalarına rağmen burs alamayabilir. Bu tür durumlar bulanık RDD kapsamında değerlendirilir. Bulanık RDD, tedavi değişkeninin belirli bir olasılık dağılımına sahip olduğu ve kesin bir belirleyici olmadığı durumlarda, araç değişkenler yöntemiyle uygulanır. Bu bağlamda, eşik değeri tedaviye atanmayı belirleyen bir araç değişken olarak kullanılarak aşağıdaki model tahmin edilir:

ivregress 2sls gpa (scholarship = score) if score >= 40 & score <= 80, robust

RDD analizinin geçerliliğini kontrol etmek için çeşitli doğrulama testleri uygulanmalıdır. Kesit noktasında gözlemlerin rastgele dağıldığını doğrulamak amacıyla bir manipülasyon testi yapılabilir:

rddensity score, c(60)

Eğer kesit noktasında anormal bir kümelenme varsa, bu durum öğrencilerin burs alabilmek için sınav puanlarını değiştirdiğini gösterebilir ve modelin güvenilirliğini azaltabilir. Ayrıca, parametrik ve parametrik olmayan modelleri karşılaştırarak RDD modelinin güvenilir olup olmadığı test edilebilir:

rdrobust gpa score, c(60) p(1)

Bu analiz, RDD'nin temel varsayımlarını test ederek, yöntemin uygulanabilirliği konusunda ek bilgi sağlar. Elde edilen sonuçlara göre burs programının akademik başarıya etkisi değerlendirilebilir. Eğer kesit noktasının sağındaki bireylerin başarı düzeyi anlamlı şekilde yüksekse, bursun başarı üzerindeki pozitif etkisini doğrulayan bulgular elde edilmiş olur.

Sonuç olarak, RDD yöntemi, kesit değerine dayalı politika veya programların etkisini ölçmek için güçlü bir araç sunmaktadır. Keskin RDD, tedaviye atanmanın kesin olarak belirlendiği durumlar için uygunken, bulanık RDD, tedaviye atanma sürecinin belirli bir olasılıkla belirlendiği durumları modellemek için kullanılır. Uygun testler ve grafik analizleri ile desteklendiğinde, RDD yöntemi güvenilir nedensel çıkarımlar yapmak için etkili bir yöntemdir.

7.5. RDD'nin Uygulama Zorlukları ve Avantajları

Regresyon Kesit Tasarımı (RDD), nedensel etkileri tahmin etmek için güçlü bir yöntem olmasına rağmen, uygulanması sırasında çeşitli metodolojik

ve pratik zorluklarla karşılaşılabilir. Bu zorlukların farkında olmak ve yöntemi doğru bir şekilde uygulamak, güvenilir tahminler elde etmek açısından kritik öneme sahiptir.

RDD'nin en önemli avantajlarından biri, rastgele deneylerin gerçekleştirilemediği veya etik açıdan uygun olmadığı durumlarda güvenilir nedensel tahminler sunabilmesidir. Eşik değerine yakın bireylerin gözlemlenmeyen özellikler bakımından büyük ölçüde benzer olduğu varsayımı altında, tedavi etkisi yalnızca müdahaleye atfedilebilir. Bu, yöntemin iç geçerliliğini güçlendirirken, dış geçerliliği sınırlandırabilir. Çünkü RDD'nin tahmin ettiği etki, yalnızca eşik değeri etrafındaki bireyler için geçerlidir ve geniş bir popülasyona genellenmesi her zaman mümkün olmayabilir. Eğer politika yapımcılar veya araştırmacılar, tedavi etkisini daha geniş bir popülasyon için tahmin etmek istiyorsa, farklı yöntemlerle destekleyici analizler yapmaları gerekebilir. Örneğin, farkların farkı veya araç değişkenler yöntemi gibi ek ekonometrik teknikler kullanılarak, RDD'den elde edilen tahminlerin genellenebilirliği artırılabilir.

RDD'nin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için bazı temel metodolojik hususlara dikkat edilmelidir. Bunlardan ilki, kesit noktasının doğru belirlenmesi ve manipülasyon olup olmadığının test edilmesidir. Eğer bireyler, belirlenen eşik değerini aşmak için davranışlarını değiştiriyorsa veya veri kaynağında hata bulunuyorsa, sonuçlar ciddi şekilde yanıltıcı hale gelebilir. Örneğin, burs almak için belirli bir sınav puanını geçen öğrencilerin puanlarını manipüle etme olasılığı varsa, kesit noktasının etrafındaki bireylerin rastgele dağılıma varsayımı ihlal edilebilir. Bu tür durumlar, McCrary (2008) testi gibi kesit noktası manipülasyon testleriyle incelenmelidir.

Bir diğer önemli nokta, kesit noktasının her iki tarafındaki bireylerin gerçekten karşılaştırılabilir olup olmadığının test edilmesidir. Eğer eşik değerinin sağında ve solundaki bireyler arasında kesit noktasından bağımsız olarak farklılıklar varsa, gözlemlenen etki tedaviden ziyade diğer faktörlerden kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle, kesit noktasına yakın bireylerin gözlemlenen özellikleri açısından dengeli olup olmadığı, denge testleri ile kontrol edilmelidir.

RDD analizinde karşılaşılan bir diğer metodolojik zorluk, bağımsız değişkenin kesit noktasına nasıl dahil edileceğinin belirlenmesidir. Geleneksel RDD analizlerinde genellikle doğrusal modeller kullanılırken, bazı durumlarda daha esnek, parametrik olmayan modeller veya yüksek dereceli polinomlar kullanılabilir. Ancak yüksek dereceli polinomların kullanımı, aşırı uyum riskini artırabilir ve tahmin edilen etkiyi yapay olarak büyütebilir.

Bu nedenle, genellikle lokal regresyon yöntemleri veya bant genişliği seçimi algoritmaları kullanılarak modelin duyarlılığı test edilmelidir.

RDD'nin en iyi uygulamalarından biri, farklı bant genişlikleri kullanarak tahminlerin tutarlılığını değerlendirmektir. Kesit noktasına yakın bireyleri içeren küçük bir bant genişliği seçmek, tedavi etkisinin daha doğru bir şekilde ölçülmesini sağlayabilir. Ancak, küçük bir bant genişliği seçildiğinde, gözlem sayısı azalacağı için tahminlerin istatistiksel gücü düşebilir. Bu nedenle, farklı bant genişlikleriyle analiz yapılarak sonuçların tutarlılığı kontrol edilmelidir.

RDD analizinin doğruluğunu artırmak için yapılması gerekenlerden biri de, kesit noktasının her iki tarafındaki verilerin kalite ve güvenilirliğinin değerlendirilmesidir. Eksik veri problemleri, yanlış ölçüm hataları veya belirli bir gruba özgü yanlılıklar, yöntemin sonuçlarını bozabilir. Bu nedenle, verinin temizlenmesi, eksik değerlerin doğru bir şekilde ele alınması ve duyarlılık analizlerinin yapılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, RDD önemli metodolojik ve uygulama zorlukları içermektedir. Kesit noktası manipülasyonunun önlenmesi, karşılaştırılabilirlik varsayımlarının test edilmesi, uygun bant genişliklerinin belirlenmesi ve farklı modelleme yaklaşımlarının karşılaştırılması, yöntemin doğruluğunu artırmak için kritik öneme sahiptir. Bu unsurlar göz önünde bulundurulduğunda, RDD, güvenilir ve sağlam nedensel tahminler sunan değerli bir ekonometrik yöntem olarak öne çıkmaktadır.

7.6. RDD Uygulamaları

RDD yönteminin ampirik çalışmalardaki başarılı uygulamaları, yöntemin güvenilir nedensel tahminler sunduğunu göstermektedir. Bu bölümde, literatürde öne çıkan dört önemli çalışmayı detaylı bir şekilde inceleyerek, RDD'nin farklı alanlardaki uygulamalarını tartışacağız.

Angrist ve Lavy (1999) - İsrail'de Sınıf Büyüklüğü ve Öğrenci Başarısı

Araştırma Konusu:

Angrist ve Lavy (1999), sınıf büyüklüğünün öğrenci başarısı üzerindeki etkisini ölçmek için İsrail'de uygulanan Maimonides Kuralı'nı kullanarak RDD yöntemini uygulamışlardır.

Metodoloji:

- İsrail'de sınıf büyüklüğünü belirleyen Maimonides Kuralı, bir sınıftaki öğrenci sayısı 40'ı aştığında sınıfın otomatik olarak ikiye bölünmesini gerektirmektedir.

- Bu doğal kesit noktası (40 öğrenci sınırı) sayesinde, sınıf büyüklüğünün akademik başarı üzerindeki etkisini ölçmek için keskin RDD yöntemi kullanılmıştır.
- Çalışmada, kesit noktasının hemen altında ve üstündeki sınıflardaki öğrencilerin akademik performansları karşılaştırılarak, sınıf mevcudunun başarı üzerindeki nedensel etkisi ölçülmüştür.

Sonuçlar:

- Daha küçük sınıfların öğrencilerin akademik başarısını artırdığı bulunmuştur.
- RDD yöntemi, sınıf büyüklüğü ile öğrenci başarısı arasındaki nedensel ilişkiyi izole etmek için başarılı bir şekilde uygulanmıştır.
- Çalışma, eğitim politikalarında sınıf büyüklüğünü azaltmanın öğrenme çıktıları üzerinde pozitif etkileri olabileceğini göstermektedir.

Önemli Katkısı:

Bu çalışma, RDD yönteminin eğitim ekonomisinde nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini gösteren en önemli örneklerden biri olmuştur. Kesin bir eşik değeri bulunan politikaların değerlendirilmesi açısından RDD'nin güçlü bir araç olduğunu kanıtlamıştır.

Lee ve Lemieux (2010) - RDD'nin Metodolojik Değerlendirmesi

Araştırma Konusu:

Lee ve Lemieux (2010), RDD yönteminin ekonomideki uygulamalarını geniş çapta inceleyen metodolojik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma, RDD'nin avantajlarını ve sınırlılıklarını değerlendirerek, yöntemin nasıl daha güvenilir bir şekilde uygulanabileceğini tartışmaktadır.

Metodoloji:

- Çalışma, RDD yönteminin teorik çerçevesini açıklayarak, farklı uygulama alanlarında nasıl kullanıldığını karşılaştırmıştır.
- Keskin (sharp) ve bulanık (fuzzy) RDD arasındaki farklar detaylı bir şekilde ele alınmıştır.
- RDD'nin güvenilirliğini artırmak için gerekli testler ve model doğrulama yöntemleri incelenmiştir.

Sonuçlar:

- RDD'nin doğru uygulandığında deneysel yöntemlere yakın sonuçlar üretebildiği, ancak bazı önemli metodolojik sınırlamaları olduğu vurgulanmıştır.

- Kesit noktasına yakın gözlemlerin rastgele dağılımı analiz edilmeden yapılan tahminlerin yanıltıcı olabileceği belirtilmiştir.
- Bant genişliği seçiminin kritik bir unsur olduğu ve farklı bant genişlikleri kullanarak modelin duyarlılığının test edilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Önemli Katkısı:

Bu çalışma, RDD yönteminin güçlü ve zayıf yönlerini metodolojik açıdan değerlendirerek, araştırmacılar için en iyi uygulamaları belirleyen temel bir kaynak haline gelmiştir. RDD'nin yalnızca kesit noktasına yakın bireyler için geçerli olduğunu ve genellenebilirliğin sınırlı olabileceğini vurgulamaktadır.

Urquiola ve Verhoogen (2009) - Bolivya'da Özel Okulların Etkisi

Araştırma Konusu:

Bu çalışmada, özel okulların öğrenci başarısı üzerindeki etkisi RDD yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırmacılar, özel okullara girişin belirli bir akademik başarı eşğine bağlı olduğu durumları kullanarak nedensel bir analiz yapmışlardır.

Metodoloji:

- Bolivya'da özel okullara kabul edilmek için belirlenen not ortalaması (kesit noktası) RDD için doğal bir eşik sağlamaktadır.
- Kesit noktasının hemen altında ve üstünde bulunan öğrenciler karşılaştırılarak, özel okul eğitiminin başarı üzerindeki etkisi ölçülmüştür.

Sonuçlar:

- Özel okullara kabul edilen öğrencilerin akademik başarılarının devlet okullarına devam eden öğrencilerden belirgin şekilde yüksek olduğu bulunmuştur.
- Ancak, bu etkinin yalnızca kesit noktasının hemen üzerindeki öğrenciler için geçerli olduğu ve daha geniş bir popülasyona doğrudan genellenemeyeceği belirtilmiştir.

Önemli Katkısı:

Bu çalışma, RDD'nin eğitim politikalarında nasıl uygulanabileceğini ve özel okullarda eğitim almanın öğrenci başarısını nasıl etkileyebileceğini göstermesi açısından önemli bir örnektir.

Finkelstein (2007) - ABD'de Medicaid'in Sağlık Harcamalarına Etkisi

Araştırma Konusu:

Finkelstein (2007), ABD'de Medicaid sağlık sigortasının bireylerin

sağlık harcamaları üzerindeki etkisini analiz etmek için RDD yöntemini kullanmıştır.

Metodoloji:

- Medicaid'in bireylere sağlanma şartı, belli bir gelir eşiğinin altında olma durumuna bağlıdır.
- Gelir seviyesinin bu eşiğin hemen altında ve üstünde olan bireyler karşılaştırılarak, Medicaid'in sağlık harcamaları üzerindeki nedensel etkisi ölçülmüştür.

Sonuçlar:

- Medicaid kapsamındaki bireylerin sağlık harcamalarının önemli ölçüde düştüğü bulunmuştur.
- Ancak, Medicaid'in sağlık hizmetlerine erişimi nasıl etkilediği konusunda karmaşık sonuçlar elde edilmiştir.
- RDD, sağlık politikalarının etkisini değerlendirmek için güçlü bir araç olarak kullanılmıştır.

Önemli Katkısı:

Bu çalışma, RDD'nin sağlık politikaları alanında nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermesi açısından önemlidir. Kesit noktaları içeren devlet politikalarının etkisini değerlendirmek için RDD'nin güvenilir bir yöntem sunduğu kanıtlanmıştır.

8. Sentetik Kontrol Yöntemi (SCM)

Ekonometrik analizlerde karşılaşılan en büyük zorluklardan biri, uygun bir kontrol grubunun bulunmamasıdır. Nedensel analizlerde sıklıkla kullanılan Farkların Farkı (DiD) ve Regresyon Kesit Tasarımı (RDD) gibi yöntemler, belirli varsayımlara dayanır. Örneğin, DiD yönteminin doğru sonuçlar verebilmesi için paralel eğilimler varsayımının sağlanması gerekirken, RDD yöntemi için keskin bir eşik değeri bulunması zorunludur. Ancak birçok ampirik çalışmada bu varsayımların sağlanması mümkün olmayabilir. Özellikle, yalnızca tek bir birimin (örneğin, bir ülke, eyalet, şehir veya firma) müdahaleye maruz kaldığı durumlarda, uygun bir karşılaştırma grubu oluşturmak oldukça güçtür.

Bu tür durumlar için geliştirilen sentetik kontrol yöntemi (SCM), tedaviye maruz kalan birime benzer özelliklere sahip, ağırlıklı bir kontrol grubu oluşturmayı mümkün kılar (Bouttell ve ark., 2018). Bu yöntemin temel mantığı, müdahale öncesinde tedavi grubuna en yakın karakteristiklere sahip bir sentetik karşılaştırma grubu oluşturmak ve bu grubun müdahale sonrası sonuçlarını tahmin etmek üzerine kuruludur. SCM, yalnızca gözlemlenen değişkenleri değil, aynı zamanda tedavi öncesi eğilimleri de dikkate aldığı için, geleneksel eşleştirme yöntemlerine kıyasla daha güvenilir karşılaştırmalar sunar.

SCM'nin temel yöntemi, müdahaleye maruz kalmamış birimlerin ağırlıklandırılarak, tedavi edilen birime en yakın "sentetik" karşılaştırma grubunu oluşturmasıdır. Böylece, seçim yanlılığı ve göz ardı edilen değişken yanlılığı gibi yaygın metodolojik sorunların üstesinden gelmek mümkün hale gelir. Ayrıca, SCM, farkların farkı (DiD) yöntemine kıyasla daha esnek bir yapı sunar çünkü paralel eğilim varsayımına katı bir şekilde bağlı kalmaz.

Benzer şekilde, RDD yönteminde olduğu gibi keskin bir eşik değerinin bulunmasını gerektirmez. Bu nedenle, SCM özellikle şu tür durumlar için son derece uygundur:

- Bir ülkenin yeni bir ekonomi politikasını uygulaması (örneğin, karbon vergisinin yürürlüğe girmesi).
- Bir eyaletin veya şehrin belirli bir yasaı yürürlüğe koyması (örneğin, asgari ücretin artırılması, esrarın yasallaştırılması).
- Bir firmanın yeni bir yönetim stratejisi veya teknolojiyi benimsemesi.

SCM, ilk olarak Abadie ve Gardeazabal (2003) tarafından Bask Bölgesi'nde yaşanan terör olaylarının ekonomik maliyetlerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Araştırmacılar, terör olaylarının bölgesel ekonomi üzerindeki etkisini analiz etmek için İspanya'nın diğer bölgelerinden oluşturulan sentetik bir bask kontrol bölgesi karşılaştırma grubu oluşturmuş ve böylece nedensel tahminler elde etmiştir. Yöntem, daha sonra Abadie ve ark. (2010, 2015) tarafından geliştirilerek firma davranışlarını inceleyen çalışmalar için daha geniş bir çerçeveye oturtulmuştur. Son yıllarda, SCM'nin kamu politikaları, sağlık ekonomisi, çevre politikaları ve kurumsal finans alanlarında geniş bir uygulama alanı bulduğu görülmektedir. Örneğin, Kaliforniya'nın tütün kontrol politikalarının etkisini ölçmek için kullanılan bir çalışmada, bu politikanın etkilerini değerlendirmek için ABD'de tütün tüketimi bakımından benzer eyaletlerden oluşan sentetik bir Kaliforniya modeli oluşturulmuştur (Abadie ve ark., 2010).

Bu bölümde, SCM'nin teorik temelleri, uygulama yöntemleri, kamu politikası ve firma davranışları üzerindeki etkisini değerlendiren örnek çalışmalar ve DiD ile RDD yöntemleriyle karşılaştırmaları ele alınacaktır.

8.1. Sentetik Kontrol Yönteminin Çalışma Prensibi

8.1.1. Teorik Çerçeve

SCM'nin temel prensibi, müdahale öncesi dönemde tedavi edilen birimin karakteristiklerini en iyi şekilde yansıtan bir sentetik kontrol grubu oluşturmaktır. Bu sentetik birim, tedaviye maruz kalmamış kontrol birimlerinden alınan ağırlıklarla oluşturulur ve bu sayede, gözlemlenen değişkenler ve eğilimler bakımından tedavi edilen birime en yakın karşılaştırma grubu sağlanır.

Bu yöntemin temel matematiksel çerçevesi şu şekilde ifade edilebilir:

Y_{it}^N : : Tedavi olmadığı durumda, birim i için zaman t 'de gözlemlenecek olan çıktı değişkeni

Y_{jt}^N : Kontrol grubundaki birimlerin müdahale olmadan gözlemlenen çıktı değişkeni.

Y_{it}^I : Tedavi uygulandığında, birim i için zaman t 'de gözlemlenecek olan çıktı değişkeni.

X_i : Müdahale öncesi dönemde, birim i 'nin temel karakteristiklerini gösteren değişken vektörü.

X_j : Müdahale öncesi dönemde, birim j 'nin temel karakteristiklerini gösteren değişken vektörü

$W = (W_1, W_2, \dots, W_J)$: Kontrol grubu birimlerine atanan ağırlıklar vektörüdür ve toplamı 1 olacak şekilde normalize edilir ($\sum_j W_j = 1$)

Sentetik kontrol grubu, tedavi edilmemiş birimlerden oluşan ve ağırlıklandırılmış bir karşılaştırma grubu olacak şekilde oluşturulur. Matematiksel olarak:

$$\sum_{j \neq i} W_j X_j = X_i$$

Kontrol birimine atanan, W_j ağırlıkları, her bir kontrol biriminin katkısını belirleyerek, bu birimlerin ağırlıklı ortalamasının tedavi edilen birimin müdahale öncesi özelliklerine mümkün olduğunca benzemesini sağlar. Bu ağırlıklar, tedavi öncesi dönemde gözlemlenen değişkenler ve eğilimler açısından en iyi uyumu sağlayacak şekilde optimize edilir, böylece sentetik kontrol birimi, müdahaleye maruz kalmamış olsaydı tedavi edilen birimin nasıl bir gelişim göstereceğini en iyi şekilde temsil eder. Tedavi etkisi, müdahale sonrası dönemde tedavi edilen birimin gerçekleşen sonuçları ile sentetik kontrol grubunun tahmin edilen sonuçları arasındaki fark olarak tanımlanır:

$$\hat{\delta}_t = Y_{it}^I - \sum_{j \neq i} W_j Y_{jt}^N$$

Bu denklem, müdahale etkisini zaman içinde değerlendirmek için kullanılır.

8.1.2: SCM için Varsayımlar ve Koşullar

Sentetik Kontrol Yöntemi'nin (SCM) güvenilir ve geçerli nedensel tahminler üretebilmesi için belirli varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bu varsayımlar, yöntemin ampirik olarak uygulanabilir olmasını ve elde edilen sonuçların nedensel olarak yorumlanabilir olmasına olanak tanır. Eğer bu varsayımlar sağlanmazsa, yöntemin tahmin gücü azalabilir ve sonuçların nedensel geçerliliği zayıflayabilir.

Sentetik kontrol yönteminin güvenilir sonuçlar verebilmesi için en önemli varsayımlardan biri, müdahale öncesinde kontrol ve tedavi birimleri arasında iyi bir uyumun sağlanmasıdır. Bu, sentetik kontrol biriminin, tedavi edilen birimin müdahale öncesi dönemdeki gözlemlenen özellikleri ve çıktı değişkeni eğilimleriyle ile yüksek derecede benzerlik göstermesi gerektiğini ifade eder. Eğer sentetik kontrol grubu, tedavi edilen birimin geçmiş eğilimlerini ve yapısal özelliklerini yeterince iyi taklit edemezse, tahmin edilen tedavi etkisinin güvenilirliği azalır. Örneğin, bir ülkenin karbon vergisi uygulamasının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmek isteyen bir araştırmacı, sentetik kontrol grubunu oluştururken sadece düşük gelirli ülkelerden bir kombinasyon oluşturursa, ekonomik büyüme dinamikleri açısından uyumsuzluk oluşabilir. Eğer müdahale edilen ülkenin ekonomik büyüme trendi, sentetik kontrol grubunun geçmiş büyüme eğilimleriyle örtüşmüyorsa, tahmin edilen politika etkisi hatalı olabilir.

Benzer şekilde, büyük ölçekli çok uluslu bir firmanın dijital dönüşüm stratejisinin finansal performansa etkisini inceleyen bir çalışmada, sentetik kontrol grubunun yalnızca orta ölçekli yerel şirketlerden oluşması durumunda, firma büyüklüğü, piyasa erişimi ve yatırım dinamikleri açısından ciddi farklılıklar ortaya çıkabilir. Bu tür durumlarda, sentetik kontrol grubunun müdahale öncesi dönemde tedavi edilen birimi yeterince yansıtmadığı görülür ve SCM'nin sunduğu tahminlerin nedensel olarak yorumlanması riskli hale gelir. Müdahale öncesinde iyi bir uyumun sağlanabilmesi için, araştırmacılar genellikle sentetik kontrol grubunun oluşturulmasından sonra geçmiş dönemdeki tahmin hatalarını inceler ve grafiksel olarak tedavi edilen birimin sentetik kontrol ile ne kadar örtüştüğünü kontrol eder. Eğer sentetik kontrol müdahale öncesinde tedavi edilen birime yakın bir trend sergilemiyorsa, yöntem geçersiz hale gelebilir ve farklı bir kontrol grubu seçimi gerekebilir.

Sentetik kontrol yönteminin güvenilir nedensel tahminler üretebilmesi için sağlanması gereken bir diğer önemli varsayım, müdahale öncesinde herhangi bir beklenti etkisinin olmamasıdır. Bu varsayım, tedavi edilen birimin, müdahale gerçekleşmeden önce herhangi bir davranış değişikliği göstermemesi gerektiğini ifade eder. Eğer bireyler, firmalar veya hükümetler yaklaşan bir politika değişikliğini önceden öngörerek kararlarını değiştirirse, SCM yöntemi ile elde edilen tedavi etkisi, yalnızca müdahalenin doğrudan sonucunu değil, aynı zamanda önceden gerçekleşen davranış değişikliklerini de içerebilir ve bu durum tahminlerin güvenilirliğini zedeler. Örneğin, bir hükümetin gelecek yıldan itibaren sigara vergilerini artıracığını duyurduğu bir senaryoda, sigara üreticileri henüz vergi artışı yürürlüğe girmeden önce fiyatlarını artırabilir veya tüketiciler vergi artışından önce stok yaparak sigara

alımını artırabilir. Böyle bir durumda, politika değişikliğinin sigara tüketimi üzerindeki etkisini SCM ile analiz ederken, aslında gerçek tedavi etkisini değil, tüketicilerin önceden aldıkları kararların etkisini de içeren bir tahmin elde edilir.

Benzer bir durum, asgari ücret artışının iş gücü piyasası üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada da gözlemlenebilir. Eğer firmalar, gelecekte asgari ücretin artacağını önceden öğrenip işten çıkarmaları müdahale öncesinde gerçekleştirirse, SCM yöntemi ile analiz edilen istihdam kaybı, yalnızca asgari ücret artışından kaynaklanmayacak, aynı zamanda firmaların öngördüğü değişiklikler nedeniyle önceden yaptığı işten çıkarmaları da içerecektir. Bir diğer örnek, devletin belirli sektörlerle yönelik sübvansiyon sağlayacağını duyurduğu bir senaryodur. Eğer firmalar, bu sübvansiyondan yararlanabilmek için öncesinde üretim seviyelerini kasıtlı olarak düşük gösterirse, sübvansiyonun etkisini ölçmek için kullanılan SCM modeli, yalnızca sübvansiyon sonrası üretim artışını değil, aynı zamanda firmaların stratejik olarak ürettikleri eksik beyanları da içerebilir. Bu tür yanıllıkları önlemek için, araştırmacılar müdahale öncesinde herhangi bir beklenti etkisi olup olmadığını dikkatlice analiz etmeli, mümkünse duyuru tarihini veya beklenti etkisini içeren alternatif modeller kullanarak sonuçlarını sağlamlaştırmalıdır.

SCM'nin geçerliliğini sağlayan bir diğer kritik varsayım, konveks kapsama koşulunun sağlanmasıdır. Bu koşul, sentetik kontrol yönteminin güvenilir tahminler üretebilmesi için tedavi edilen birimin, kontrol grubundaki birimlerin doğrusal bir kombinasyonu ile temsil edilebilmesini gerektirir. Eğer kontrol birimleri, tedavi edilen birime yeterince benzemiyorsa, sentetik kontrol güvenilir bir karşılaştırma sağlayamaz. Örneğin, ABD'nin asgari ücret politikalarının istihdam üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, eğer sentetik kontrol grubu yalnızca gelişmekte olan ülkelerden (Brezilya, Hindistan, Güney Afrika gibi) oluşursa, ekonomik yapıları, işgücü piyasası dinamikleri ve gelir seviyeleri açısından büyük farklılıklar olduğundan uygun bir karşılaştırma grubu elde edilemez.

Benzer şekilde, bir büyükşehirde uygulanan çevre vergisinin etkisini analiz etmek için yalnızca küçük kırsal kasabaların sentetik kontrol olarak kullanılması, ekonomik faaliyetler, nüfus yoğunluğu ve tüketim alışkanlıkları açısından büyük farklar içerdiğinden SCM'nin sağlıklı çalışmasını engelleyebilir. Ayrıca, çok uluslu bir şirketin yeni bir yönetim stratejisinin finansal performansı üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, yalnızca küçük ölçekli yerel işletmelerin sentetik kontrol olarak kullanılması, firmanın küresel pazardaki dinamiklerini yansıtmadığı için uygun bir karşılaştırma

sağlayamaz. Bu nedenle, sentetik kontrol yöntemi uygulanırken, tedavi edilen birimi en iyi temsil edebilecek çeşitliliğe sahip bir kontrol grubu oluşturulmalı ve konveks kapsama koşulunun sağlanıp sağlanmadığı dikkatlice test edilmelidir.

Sentetik kontrol yönteminin sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için kritik varsayımlardan biri, müdahale sonrası dönemde harici şokların sentetik kontrol grubunu ve tedavi edilen birimi farklı şekillerde etkilememesidir. Sentetik kontrol yöntemi, tedavi edilen birimin gerçek müdahale etkisini ölçmek için oluşturulan sentetik karşılaştırma grubunun benzer koşullar altında hareket edeceğini varsayar. Ancak, eğer sentetik kontrol grubundaki birimler, müdahale sonrası dönemde farklı dışsal şoklara maruz kalırsa, tahmin edilen etkinin yalnızca müdahaleden kaynaklandığını söylemek mümkün olmayabilir. Örneğin, bir ülkenin uyguladığı yeni bir vergi reformunun ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmek isteyen bir araştırmacı, sentetik kontrol grubunu oluştururken benzer ekonomik yapıya sahip ülkeler seçmiş olabilir. Ancak, eğer bu ülkelerden biri analiz edilen dönemde büyük bir finansal kriz yaşarsa, kriz nedeniyle yaşanan ekonomik daralma, vergi reformunun etkisini yanlış yorumlamaya yol açabilir. Böyle bir durumda, elde edilen sonuçlar vergi politikasının değil, krizin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini de içerebilir.

Benzer bir sorun, bir bölgedeki çevre politikalarının hava kalitesi üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada da ortaya çıkabilir. Eğer sentetik kontrol grubuna dahil edilen bölgelerden biri analiz dönemi içerisinde büyük çaplı bir sanayi kazası veya yangın gibi hava kirliliğini ciddi şekilde artıran bir olaya maruz kalırsa, SCM ile yapılan tahminler yanlış hale gelebilir. Çünkü bu durumda, hava kalitesindeki değişimin yalnızca uygulanan çevre politikalarından kaynaklandığını varsaymak yanlış olur. Aynı şekilde, doğal afetler, savaşlar veya ani makroekonomik değişimler, sentetik kontrol grubunun beklenmedik biçimde farklılaşmasına neden olabilir. Örneğin, belirli bir şehirde uygulanan kira kontrol politikalarının konut piyasasına etkisini değerlendiren bir çalışmada, sentetik kontrol grubundaki şehirlerden biri ani bir nüfus göçü veya büyük bir ekonomik kriz yaşarsa, tahmin edilen etkinin yalnızca kira kontrol politikasına bağlı olduğu söylenemez. Bu tür metodolojik sorunları önlemek için, SCM uygulanırken kontrol grubu seçiminin dikkatli bir şekilde yapılması ve analiz dönemi boyunca dışsal faktörlerin nasıl değiştiğinin incelenmesi gerekmektedir. Araştırmacılar, farklı modelleme teknikleri kullanarak sentetik kontrolün harici şoklardan etkilenip etkilenmediğini test etmeli ve alternatif senaryolar ile sonuçlarının sağlamlığını kontrol etmelidir. Bu, özellikle uzun vadeli analizlerde kritik

bir öneme sahiptir, çünkü zaman içinde ortaya çıkan ekonomik, politik veya sosyal şoklar SCM'nin güvenilirliğini zedeleyebilir.

Sonuç olarak, sentetik kontrol yöntemi (SCM), güçlü ve güvenilir bir nedensel analiz aracı olarak kullanılabilir. Ancak, SCM'nin başarısı, tedavi edilen birimin sentetik kontrol grubu ile müdahale öncesinde iyi bir uyum göstermesine, müdahale öncesinde herhangi bir beklenti etkisinin olmamasına, dışsal faktörlerin her iki grubu da benzer şekilde etkilemesine ve kontrol grubunun yeterli çeşitliliğe sahip olmasına bağlıdır. Eğer bu koşullar ihlal edilirse, yöntem yanlış tahminler üretebilir ve politika müdahalelerinin etkisi hatalı yorumlanabilir.

8.2. SCM Uygulamaları

Sentetik Kontrol Yöntemi (SCM), politika analizlerinde ve firma davranışlarının incelenmesinde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu bölümde, SCM'nin kamu politikası ve makroekonomi alanında nasıl kullanıldığını gösteren üç önemli vaka çalışması ele alınacaktır: Almanya'nın birleşmesinin Batı Almanya ekonomisine etkisi, Kaliforniya'nın tütün kontrol yasalarının sigara tüketimi üzerindeki etkisi ve Brexit'in Birleşik Krallık ekonomisine etkisi.

Almanya'nın Birleşmesinin Batı Almanya Ekonomisi Üzerindeki Etkisi (Abadie ve ark., 2015)

Araştırma Sorusu

Almanya'nın 1990 yılında birleşmesi, Batı Almanya ekonomisi üzerinde uzun vadeli olumsuz etkiler yaratmış mıdır?

Sentetik Kontrol Yaklaşımı

- Tedavi Edilen Birim: Batı Almanya.
- Kontrol Birimleri: OECD ülkelerinden oluşan ağırlıklı bir kombinasyon (Almanya hariç).
- Çıktı Değişkeni: Kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH).

SCM'nin Kullanılma Nedeni

Almanya birleşmesi, ülkenin tamamını etkileyen büyük bir politika değişikliğidir. Bu nedenle de doğal bir kontrol grubu bulunmamaktadır. Bu da farkların farkı (DiD), RDD ve IV gibi yöntemlerin doğrudan uygulanabilirliğini ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle, Batı Almanya'nın birleşme gerçekleşmemiş olsaydı nasıl bir ekonomik büyüme göstereceğini tahmin etmek amacıyla SCM yöntemi kullanılmıştır. Sentetik kontrol, Batı

Almanya'nın birleşme öncesi ekonomik göstergelerine en çok benzeyen bir OECD ülkeleri kombinasyonundan oluşturulmuştur.

Bulgular

SCM ile oluşturulan sentetik kontrol grubuyla yapılan karşılaştırmalar sonucunda, Batı Almanya'nın kişi başına düşen GSYİH'sinin, birleşme sonrasında sentetik kontrol grubuna kıyasla daha yavaş büyüdüğü gözlemlenmiştir. Bu bulgu, Almanya'nın birleşmesinin kısa ve orta vadede Batı Almanya ekonomisi üzerinde olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir. Özellikle, birleşmenin getirdiği ekonomik yükler, işgücü piyasasındaki dengesizlikler ve doğu ile batı arasındaki ekonomik bütünleşme sürecinin maliyetleri nedeniyle Batı Almanya'nın ekonomik büyümesinin yavaşladığı sonucuna varılmıştır.

Kaliforniya'nın Tütün Kontrol Yasalarının Sigara Tüketimi Üzerindeki Etkisi (Abadie ve ark., 2010)

Araştırma Sorusu

Kaliforniya'nın 1988 yılında yürürlüğe koyduğu sigara karşıtı yasa (Proposition 99), bu eyalette sigara tüketimini azalttı mı?

Sentetik Kontrol Yaklaşımı

- Tedavi Edilen Birim: Kaliforniya.
- Kontrol Birimleri: Sigara tüketimi bakımından Kaliforniya ile benzer, ancak sigara karşıtı düzenlemeler getirmeyen ABD eyaletlerinden oluşan ağırlıklı kombinasyon.
- Çıktı Değişkeni: Kişi başına sigara tüketimi (satış miktarı üzerinden hesaplanmıştır).

SCM'nin Kullanılma Nedeni

Sigara karşıtı düzenlemeler yalnızca Kaliforniya'da uygulandığı için, geleneksel DiD yöntemi ile uygun bir karşılaştırma grubu bulmak zor olmuştur. Ayrıca, yasa keskin bir eşik noktasıyla uygulanmadığından, RDD yöntemi de kullanılamamıştır. SCM, Kaliforniya'nın müdahale olmadan sigara tüketiminin nasıl değişeceğini tahmin edebilecek uygun bir sentetik kontrol grubu oluşturarak nedensel etkiyi ölçmek için kullanılmıştır.

Bulgular

SCM yöntemi ile oluşturulan sentetik Kaliforniya ve gerçek Kaliforniya karşılaştırıldığında, Kaliforniya'da kişi başına sigara tüketiminin sentetik kontrol grubuna kıyasla belirgin bir şekilde azaldığı görülmüştür. Özellikle,

sigara satışlarında uzun vadeli bir düşüş eğilimi tespit edilmiştir. Bu bulgular, Proposition 99'un sigara tüketimini azaltmada nedensel bir etkisi olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, Kaliforniya'daki sigara tüketimindeki azalma büyük ölçüde yürürlüğe giren yasanın sonucudur.

Brexit'in Birleşik Krallık Ekonomisi Üzerindeki Etkisi (Born ve arkl., 2017)

Araştırma Sorusu

2016'daki Brexit referandumunu, Birleşik Krallık ekonomisi üzerinde nasıl bir etki yarattı?

Sentetik Kontrol Yaklaşımı

- Tedavi Edilen Birim: Birleşik Krallık.
- Kontrol Birimleri: Almanya, Fransa, Hollanda gibi benzer ekonomik yapıya sahip Avrupa ülkelerinden oluşan ağırlıklı kombinasyon.
- Çıktı Değişkenleri: GSYİH büyüme oranı, ticaret hacmi, doğrudan yabancı yatırım (FDI).

SCM'nin Kullanılma Nedeni

Brexit, yalnızca Birleşik Krallık'ı etkileyen bir olay olduğundan, geleneksel yöntemlerle karşılaştırma yapmak zordur. Çünkü Birleşik Krallık içinde herhangi bir kontrol grubu bulunmamaktadır. Uygun bir kontrol grubu bulunmadığı için DiD kullanılamamaktadır. Ayrıca, Brexitin uygulanış biçiminden dolayı Regresyon Kesit Tasarımı (RDD) yöntemi uygulanabilecek herhangi bir eşik değer de bulunmamaktadır. Bu nedenle, Brexit gerçekleşmemiş olsaydı Birleşik Krallığı'nı nasıl bir ekonomik performans göstereceğini tahmin etmek için SCM yöntemiyle sentetik bir karşılaştırma grubu oluşturulmuştur.

Bulgular

SCM yöntemi ile oluşturulan sentetik Birleşik Krallık ve gerçek Birleşik Krallık karşılaştırıldığında, Brexit sonrasında Birleşik Krallığı'nın GSYİH büyüme oranının sentetik kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, Brexit'in ekonomik büyüme üzerinde negatif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca, doğrudan yabancı yatırımların (FDI) Brexit sonrasında sentetik kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir. Özellikle, yatırımcı güveninin azalması ve Avrupa Birliği ile yeni ticaret anlaşmalarına ilişkin belirsizliğin, ekonomide durgunluğa yol açtığı ortaya konulmuştur. Bu sonuçlar, Brexit'in Birleşik Krallık ekonomisi üzerinde olumsuz makroekonomik etkiler yarattığını ve uzun vade de ekonomik büyüme açısından ciddi zorluklar doğurduğunu göstermektedir.

9. Son Değerlendirme ve Gelecek Araştırma Önerileri

Bu bölümde, kitabın temel bulgularını derleyerek nedensel analiz alanında ulaşılan çıkarımları ve bu yöntemlerin bilimsel araştırmalar açısından taşıdığı önemi değerlendireceğiz. Ayrıca, metodolojik eksiklikler, nedensel çıkarımın zorluklarını ve gelecekteki araştırmalara yönelik önerileri tartışarak, ekonomi, sağlık, eğitim ve sosyal politikalar gibi farklı disiplinlerde uygulanabilecek yeni yaklaşımları ele alacağız.

9.1 Ana Bulguların Özeti: Ne Öğrendik?

Bu kitap boyunca, ekonomide nedensel çıkarımın önemi, teorik çerçevesi ve ampirik uygulamaları detaylı bir şekilde ele alındı. Nedensellik analizinin yalnızca istatistiksel korelasyonlardan farklı olarak gerçek nedensel ilişkileri ortaya koyma amacı taşıdığı vurgulandı. Bu bağlamda, en küçük kareler yöntemi (OLS) anlatıldıktan sonra araç değişkenler yöntemi (IV), farkların farkı (DiD), rastgele kontrollü deneyler (RCT), regresyon kesit tasarımı (RDD) ve sentetik kontrol yöntemi gibi modern ekonometrik tekniklerin nedensel analizde nasıl kullanılabileceği ayrıntılı bir şekilde incelendi.

Bu yöntemlerin her birinin belirli avantajları ve sınırlamaları bulunduğu, farklı uygulama alanlarında farklı metodolojik tercihler yapmanın kritik olduğu ortaya kondu. Özellikle, gözlemsel verilerle yapılan analizlerde karşılaşılan seçim yanlılığı, göz ardı edilen değişken yanlılığı ve endojenlik gibi temel sorunların, çeşitli istatistiksel düzeltme teknikleri ile giderilmesi gerektirdiği vurgulandı.

Ayrıca, ekonometrik analizlerin yalnızca akademik bir araç olmadığı, aynı zamanda politika yapımcılar, şirketler ve uluslararası kurumlar için kritik kararlar alırken güvenilir bir rehber sağladığı gösterildi. Politika analizlerinden firma stratejilerine kadar geniş bir alanda kullanılan bu yaklaşımların etkili bir şekilde uygulanabilmesi için dikkat edilmesi gereken metodolojik prensipler detaylandırıldı.

9.2 Nedensel Çıkarımda Karşılaşılan Başlıca Zorluklar

Nedensel analiz yaparken karşılaşılan en önemli metodolojik zorlukların başında seçim yanlılığı, göz ardı edilen değişken yanlılığı, ölçüm hataları, ters nedensellik ve eşzamanlılık yanlılığı gelmektedir. Seçim yanlılığı, belirli bir örneklemin sistematik olarak diğerlerinden farklı olması durumunda ortaya çıkar ve nedensel tahminlerin doğruluğunu ciddi şekilde zedeler. Göz ardı edilen değişken yanlılığı ise, modele dahil edilmeyen ancak bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında ilişkiyi etkileyen değişkenlerin varlığından kaynaklanır. Bu durum, tahmin edilen etkilerin yanlış yorumlanmasına yol açabilir.

Ölçüm hataları, bağımsız veya bağımlı değişkenlerin doğru bir şekilde ölçülememesinden kaynaklanan bir yanlılık türüdür ve değişkenlerin gerçek değerlerini yansıtmamasına neden olabilir. Bu tür hatalar, özellikle büyük ölçekli anket verilerinde veya idari kayıtlarda sıklıkla karşılaşılan bir sorundur. Ters nedensellik problemi, bağımsız değişkenin aslında bağımlı değişkenden etkilenmesi durumunda ortaya çıkar ve nedensel ilişkinin yönünü doğru bir şekilde belirlemeyi zorlaştırır. Eşzamanlılık yanlılığı ise, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin aynı anda belirlenmesi nedeniyle ortaya çıkar ve doğrusal regresyon modellerinde tutarsız tahminlere neden olabilir.

Bunların yanı sıra, veri erişimi ve verinin güvenilirliği gibi pratik zorluklar da nedensel analiz sürecinde önemli engeller oluşturmaktadır. Araştırmacılar genellikle kapsamlı ve kaliteli veri kaynaklarına ulaşmakta güçlük çekmekte, ayrıca elde edilen verilerin güvenilirliği ve eksiksizliği konusunda belirsizliklerle karşılaşmaktadır. Sonuç olarak, veri setlerinde eksikliklerin bulunması, örneklem seçiminde yanlılıklara yol açabilmekte ve sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır.

9.3 Gelecek Araştırma Önerileri

Gelecekte nedensel analiz alanında daha fazla çalışma gerektiren konular şunlardır:

- Ekonomik Politika Etkilerinin Değerlendirilmesi: Sosyal yardımlar, gelir düzeyi politikaları ve vergi reformları gibi uygulamaların uzun

vadeli etkilerinin nedensel olarak analiz edilmesi gerekmektedir. Örneğin, bir ülkede uygulanan asgari ücret artışlarının istihdam düzeyi üzerindeki etkilerini belirlemek için farkların farkı yöntemi kullanılabilir. Ayrıca, doğrudan nakit transfer programlarının bireylerin işgücüne katılım kararlarını nasıl etkilediği doğal deneylerle incelenebilir.

- Çok Boyutlu Nedensellik Analizleri: Geleneksel modeller genellikle tek bir bağımsız değişkenin etkisini ele alırken, karmaşık ekonomik sistemlerde birden fazla faktörün etkileşimlerini analiz edebilen yöntemler kullanılmalıdır. Örneğin, sağlık sigortası politikalarının bireylerin sağlık harcamaları ve iş gücüne katılımı üzerindeki eşzamanlı etkilerini anlamak için yapısal eşitlik modelleri kullanılabilir. Bu tür analizler, politika yapımcıların daha bilinçli kararlar almasına yardımcı olacaktır.
- Mikro-Makro Veri Birleştirme: Mikro ekonomik birey verileri ile makroekonomik göstergeler arasındaki ilişkiler modellenmelidir. Örneğin, hane halkı gelir anketleri ile bölgesel ekonomik büyüme göstergelerinin birleştirilmesi, gelir eşitsizliği ve bölgesel kalkınma arasındaki ilişkiyi daha sağlıklı bir şekilde inceleme fırsatı sunabilir.
- Büyük Veri ve Nedensellik: Büyük veri analitiği ile ekonometrik modellerin entegrasyonu, politika analizlerinde yenilikçi bir alan yaratabilir. Bu yöntemler, geleneksel ekonometrik yaklaşımların yetersiz kaldığı alanlarda yeni bakış açıları sunabilir. Örneğin, sosyal medya verileri veya tüketici harcamalarına dair büyük veri setleri kullanılarak bireylerin ekonomik kararlarını belirleyen faktörler daha hassas bir şekilde analiz edilebilir. Diğer bir ifadeyle, yapay zeka ve makine öğrenmesi teknikleri ile nedensel tahminler güçlendirilebilir.

Bu alanlarda yapılacak çalışmalar, hem akademik araştırmalar hem de politika tasarımı açısından büyük önem taşımaktadır. Daha güvenilir ve genellenebilir nedensel analizler, ekonomik ve sosyal politika önerilerinin etkinliğini artırarak toplum refahına doğrudan katkı sağlayabilir.

9.4 Son Düşünceler: Buradan Nereye Gidiyoruz?

Bu kitap, nedensel çıkarım sürecini kapsamlı bir şekilde ele alarak, ekonomi ve sosyal bilimlerde sağlam ve etkili analizler gerçekleştirmek isteyen araştırmacılar için bir rehber niteliği taşımaktadır. Nedensel analiz, ekonomi ve sosyal bilimler alanında bilimsel bilginin sağlam temellere oturtulması açısından hayati bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, yeni metodolojilerin geliştirilmesi ve mevcut yaklaşımların daha sistematik bir şekilde uygulanması, araştırmaların doğruluk ve güvenilirliğini artıracaktır.

Önümüzdeki yıllarda, teknolojik ilerlemeler ve veri bilimi alanındaki yenilikler, nedensel analizlerin doğruluğunu önemli ölçüde artırarak, ekonomi ve kamu politikaları başta olmak üzere birçok alanda daha sağlam kararlar alınmasını mümkün kılacaktır. Bu süreçte, araştırmacıların metodolojik gelişmeleri yakından takip etmesi ve güncel analiz tekniklerini etkin bir şekilde kullanması büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Abadie, A., Diamond, A., & Hainmueller, J. (2010). Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's tobacco control program. *Journal of the American statistical Association*, 105(490), 493-505.
- Abadie, A., Diamond, A., & Hainmueller, J. (2015). Comparative politics and the synthetic control method. *American Journal of Political Science*, 59(2), 495-510.
- Abadie, A., & Gardeazabal, J. (2003). The economic costs of conflict: A case study of the Basque Country. *American economic review*, 93(1), 113-132.
- Angrist, J., & Imbens, G. (1995). Identification and estimation of local average treatment effects.
- Abadie, A., & Imbens, G. W. (2016). Matching on the estimated propensity score. *Econometrica*, 84(2), 781-807.
- Angrist, J. D., Imbens, G. W., & Rubin, D. B. (1996). Identification of causal effects using instrumental variables. *Journal of the American statistical Association*, 91(434), 444-455.
- Anderson, R. B., & Geras, M. (2022). Correlation versus causation. In *Encyclopedia of big data* (pp. 225-228). Cham: Springer International Publishing.
- Angrist, J., & Kolesár, M. (2024). One instrument to rule them all: The bias and coverage of just-ID IV. *Journal of Econometrics*, 240(2), 105398.
- Angrist, J. D., & Krueger, A. B. (1991). Does compulsory school attendance affect schooling and earnings?. *The quarterly journal of economics*, 106(4), 979-1014.
- Angrist, J. D., & Lavy, V. (1999). Using Maimonides' rule to estimate the effect of class size on scholastic achievement. *The Quarterly journal of economics*, 114(2), 533-575.

- Arai, Y., & Ichimura, H. (2018). Simultaneous selection of optimal bandwidths for the sharp regression discontinuity estimator. *Quantitative Economics*, 9(1), 441-482.
- Bouttelle, J., Craig, P., Lewsey, J., Robinson, M., & Popham, F. (2018). Synthetic control methodology as a tool for evaluating population-level health interventions. *J Epidemiol Community Health*, 72(8), 673-678.
- Born, B., Müller, G., Schularick, M., & Sedlacek, P. (2017). *The Economic Consequences of the Brexit Vote* (No. 1738). Centre for Macroeconomics (CFM).
- Bun, M. J., & Harrison, T. D. (2019). OLS and IV estimation of regression models including endogenous interaction terms. *Econometric Reviews*, 38(7), 814-827.
- Cantoni, D., & Yuchtman, N. (2021). Historical natural experiments: Bridging economics and economic history. In *The handbook of historical economics* (pp. 213-241). Academic Press.
- Card, D. (1993). *Using geographic variation in college proximity to estimate the return to schooling* (NBER Working Paper No. 4483). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w4483>
- CARD, D., & KRUEGER, A. B. (1994). Minimum Wages and Employment: A Case Study of the Fast-Food Industry in New Jersey and Pennsylvania. *The American Economic Review*, 84(4), 772-793.
- Cattaneo, M. D., & Titiunik, R. (2022). Regression discontinuity designs. *Annual Review of Economics*, 14(1), 821-851.
- Charroin, L., Fortin, B., & Villeval, M. C. (2022). Peer effects, self-selection and dishonesty. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 200, 618-637.
- Donald, S. G., Imbens, G. W., & Newey, W. K. (2009). Choosing instrumental variables in conditional moment restriction models. *Journal of Econometrics*, 152(1), 28-36.
- Duflo, E., Dupas, P., & Kremer, M. (2015). Education, HIV, and early fertility: Experimental evidence from Kenya. *American Economic Review*, 105(9), 2757-2797.
- Eggers, A. C., Tuñón, G., & Dafoc, A. (2024). Placebo tests for causal inference. *American Journal of Political Science*, 68(3), 1106-1121.
- Finkelstein, A. (2007). The aggregate effects of health insurance: Evidence from the introduction of Medicare. *The quarterly journal of economics*, 122(1), 1-37.
- Finkelstein, A., & McKnight, R. (2008). What did Medicare do? The initial impact of Medicare on mortality and out of pocket medical spending. *Journal of public economics*, 92(7), 1644-1668.

- Gilchrist, D., Emery, T., Garoupa, N., & Spruk, R. (2023). Synthetic control method: A tool for comparative case studies in economic history. *Journal of Economic Surveys*, 37(2), 409-445.
- Hahn, J., Todd, P., & Van der Klaauw, W. (2001). Identification and estimation of treatment effects with a regression-discontinuity design. *Econometrica*, 69(1), 201-209.
- Hall, A. R., & Peixe, F. P. (2003). A consistent method for the selection of relevant instruments. *Econometric reviews*, 22(3), 269-287.
- Hausman, J., & Kuersteiner, G. (2008). Difference in difference meets generalized least squares: Higher order properties of hypotheses tests. *Journal of Econometrics*, 144(2), 371-391.
- Kahneman, D. (2003). Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics. *American economic review*, 93(5), 1449-1475.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (2013). Prospect theory: An analysis of decision under risk. In *Handbook of the fundamentals of financial decision making: Part I* (pp. 99-127).
- Keane, M., & Neal, T. (2023). Instrument strength in IV estimation and inference: A guide to theory and practice. *Journal of Econometrics*, 235(2), 1625-1653.
- Kiviet, J. F., & Kripfganz, S. (2021). Instrument approval by the Sargan test and its consequences for coefficient estimation. *Economics Letters*, 205, 109935.
- Lee, D. S., & Lemieux, T. (2010). Regression discontinuity designs in economics. *Journal of Economic Literature*, 48(2), 281-355. <https://doi.org/10.1257/jel.48.2.281>
- Luszczensky, L., & Wolbring, T. (2022). How to deal with reverse causality using panel data? Recommendations for researchers based on a simulation study. *Sociological Methods & Research*, 51(2), 837-865.
- McCrary, J. (2008). Manipulation of the running variable in the regression discontinuity design: A density test. *Journal of econometrics*, 142(2), 698-714.
- Mogstad, M., Torgovitsky, A., & Walters, C. R. (2021). The causal interpretation of two-stage least squares with multiple instrumental variables. *American Economic Review*, 111(11), 3663-3698.
- Otsu, T., Xu, K. L., & Matsushita, Y. (2015). Empirical likelihood for regression discontinuity design. *Journal of Econometrics*, 186(1), 94-112.
- Rassenti, S. J., Smith, V. L., & Wilson, B. J. (2003). Controlling market power and price spikes in electricity networks: Demand-side bidding. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(5), 2998-3003.

- Rubin, D. B. (1974). Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies. *Journal of educational Psychology*, 66(5), 688.
- Roth, J. (2022). Pretest with caution: Event-study estimates after testing for parallel trends. *American Economic Review: Insights*, 4(3), 305-322.
- Ryan, A. M., Kontopantelis, E., Linden, A., & Burgess Jr, J. F. (2019). Now trending: Coping with non-parallel trends in difference-in-differences analysis. *Statistical methods in medical research*, 28(12), 3697-3711.
- Słoczyński, T. (2022). Interpreting OLS estimands when treatment effects are heterogeneous: Smaller groups get larger weights. *Review of Economics and Statistics*, 104(3), 501-509.
- Smith, V. L. (1976). Bidding and auctioning institutions: Experimental results. *Bidding and Auctioning for Procurement and Allocation*, New York University Press, New York, 43-64.
- Smith, V. L. (2003). Constructivist and ecological rationality in economics. *American economic review*, 93(3), 465-508.
- Smith, V. L., Suchanek, G. L., & Williams, A. W. (1988). Bubbles, crashes, and endogenous expectations in experimental spot asset markets. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1119-1151.
- Stolberg, H. O., Norman, G., & Trop, I. (2004). Randomized controlled trials. *American Journal of Roentgenology*, 183(6), 1539-1544.
- Qin, D. (2019). Let's take the bias out of econometrics. *Journal of Economic Methodology*, 26(2), 81-98.
- Urquiola, M., & Verhoogen, E. (2009). Class-size caps, sorting, and the regression-discontinuity design. *American Economic Review*, 99(1), 179-215. <https://doi.org/10.1257/aer.99.1.179>
- Vella, F. (1998). Estimating models with sample selection bias: a survey. *Journal of Human Resources*, 127-169.
- Wilms, R., Mäthner, E., Winnen, L., & Lanwehr, R. (2021). Omitted variable bias: A threat to estimating causal relationships. *Methods in Psychology*, 5, 100075.

Bir Mikroekonomistin El Kitabı

*Nedensel Analiz Yöntemleri, Uygulamalar
ve Kodlarla Pratik Bir Rehber*

Dr. Mustafa Özer