

Lisans Öğrencileri için Çekim Modeli Rehberi

Yoto V. Yotov

Türkçeye çevirenler:

Muharrem Çevik

Seda Köymen Özer



DREXEL UNIVERSITY

Center for

Global Policy Analysis

LeBow College of Business

CGPA çalışma raporları tartışma ve görüş alışverişini teşvik etmek amacıyla dolaşıma sunulmaktadır. Bu raporlar hakem değerlendirmesinden geçmediği gibi CGPA Kurulu tarafından da incelenmemiştir. Bu nedenle CGPA bu serideki raporların içeriği ve doğruluğundan sorumlu tutulamaz.

Eđitmene

Dersinizde bu rehberi kullandığınız için teşekkür ederim. Bu rehberi hazırlarken önemli ölçüde zaman ve emek harcadım. Umarım faydalı bulursunuz. Rehberin kendisi, uygulamalı analizler için sunulan veri setleri ve kodlar ile uygulama soruları ve çözümleri kamuya açık ve ücretsiz kaynaklardır. Ancak lütfen aşağıdaki hususları göz önünde bulundurunuz:

- Öğrencilerinizden rehberi, veri seti ve kodlarla birlikte doğrudan ŝu web sitesinden indirmelerini isteyiniz: https://yotoyotov.com/Gravity_Undergrads.html. Böylece, bu çalışmanın etkisini izleyebilmem ve bu çabayı sürdürmenin anlamlı olup olmadığını belirleyebilmem mümkün olacaktır.
- Rehberle ya da beraberinde verilen veri setleri ve kodlarla ilgili herhangi bir endişeniz, tutarsızlık, yazım hatası veya başka bir hata tespit etmeniz durumunda lütfen bana bildiriniz. Rehberi daha faydalı kılmaya yönelik iyileştirme önerilerinizi her zaman memnuniyetle karşılarım: yotov@drexel.edu.
- Rehberin sonunda yer alan uygulama sorularının çözümlerini edinmek isterseniz lütfen bana e-posta gönderiniz: yotov@drexel.edu.
- Son olarak, öğrencilerinizi araştırma projelerinde bu rehberi kullanmaları hâlinde uygun biçimde atıfta bulunmaları hususunda teşvik ediniz.

Yazar Hakkında



Bu rehber, iki büyük mesleki tutkumun bir araya gelmesinden oluşmaktadır: öğretmeye olan sevgim ve ticarete çekim modeline olan adanmışlığım. Bu nedenle, bu rehberi en değerli katkılarımdan biri olarak görüyorum ve ticarete çekim modeline bir giriş niteliği taşıyan bu çalışmanın lisans ve yüksek lisans öğrencileriyle bu alana ilgi duyan diğer kişiler için faydalı olmasını umuyorum.

Öğretme tutkum ve çekim modeline duyduğum ilgi beni doktora yapmaya yöneltti ve kariyerimi çekim modeline adadım. Teorik modellerin geliştirilmesi, tahmin teknikleri, hesaplama yöntemleri ve çekim verilerinin oluşturulması gibi birçok alanda çekim modeline katkıda bulundum. Çekim modeli üzerine yaptığım çalışmalar saygın akademik dergilerde yayımlandı ve bu modeli çok sayıda uluslararası kuruluşa, hükümete ve düşünce kuruluşuna danışmanlık yapmak ve tavsiyelerde bulunmak üzere kullandım.

Belki de bu rehberin amacı açısından en önemlisi, çekim modelini bugüne dek 130'dan fazla ülkeden yüzlerce öğrenciye, araştırmacıya ve politika yapıcıya defalarca öğretmiş olmamdır. Ayrıca, lisans öğrencilerinin çekim modeli üzerine yaptıkları araştırmalara da danışmanlık yaptım ve bu sayede modelin hem gerçekten kavranabilir hem de lisans öğrencileri için yararlı olduğunu gördüm. Bu nedenle, bu rehberi en güncel yöntemleri ve uygulamaya dönük politika araçlarını lisans derslerine taşımak için benzersiz bir fırsat olarak görüyor ve bunu yazmayı büyük bir ayrıcalık sayıyorum.

Çevirmenler Hakkında



Uygulamalı ekonomi alanındaki yüksek lisans derecesini üstün başarıyla Cincinnati Üniversitesi'nden alan Muharrem Çevik, doktora derecesini ise kültürel ekonomi alanındaki çalışmalarıyla Newcastle Üniversitesi'nden almıştır. Araştırmaları uluslararası ticaret, dış ticaret politikaları, bölgesel kalkınma, uluslararası finansal piyasalar ile kültürel ve yaratıcı ekonomiler üzerine yoğunlaşmaktadır. Çekim modeli kullanarak yürüttüğü çalışmaları *The World Economy* dergisinde ve Creative Industries Policy and Evidence Center tarafından yayımlanan raporlarda yer almıştır. Hâlen Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Maliye Bölümü Mali İktisat Anabilim Dalı'nda görev yapmaktadır.



Uluslararası iktisat alanındaki doktora derecesini Bilkent Üniversitesi'nden alan Seda Köymen Özer, Oxford Üniversitesi'nde misafir araştırmacı olarak bulunmuştur. Hâlen Başkent Üniversitesi İktisat Bölümü'nde Dr. Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır. Araştırmaları uluslararası ticaret, doğrudan yabancı yatırımlar ve küresel değer zincirleri üzerine yoğunlaşmakta olup, özellikle firma düzeyinde veriler kullanmaktadır. Çalışmaları *Journal of International Business Studies*, *Canadian Journal of Economics*, *Italian Economic Journal* ve *Transnational Corporations Journal* gibi uluslararası akademik dergilerde yayımlanmıştır. Daha önce UNCTAD, Dünya Bankası, EBRD ve Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde danışman olarak görev almıştır.

Teşekkür ve Sorumluluk Beyanı

Bu rehberle doğrudan veya dolaylı olarak katkıda bulunan, aralarında Delina Agnosteva, James Anderson, Scott Baier, Richard Baldwin, Richard Barnett, Jeff Bergstrand, Cosimo Beverelli, Ingo Borchert, Sebastien Bradley, Federico Carril-Caccia, Carsten Eckel, Peter Egger, Gabriel Felbermayr, Lisandra Flach, Javier Florez, Lionel Fontagne, Rebecca Freeman, Gene Grossman, Jean Grossman, James Harrigan, Beno Heid, Inga Heiland, Julian Hinz, Peter Herman, Paul Ko, Ohyun Kwon, Mario Larch, Maia Linask, Jeff Luckstead, Martina Magli, Inma Martinez-Zarzoso, Xenia Matschke, Jose Antonio Monteiro, Arne Nagengast, Sergei Nigai, Kevin O'Rourke, Jordi Paniagua, Blake Peters, Roberta Piermartini, Ray Riezman, Fernando Rios-Avila, Ana Maria Santacre, Mauricio Sepulveda, Serge Shikher, João Santos Silva, Bob Staiger, Costas Syropoulos, Angelos Theodorakopoulos, Farid Toubal, Joschka Wanner, Erdal Yalcin, Jangsu Yoon ve Tom Zylkin'in de bulunduğu çok sayıda meslektaşım ve dostuma minnettarım. Rehberin her aşamasında sağladığı paha biçilmez destek için Blaize Giangiulio'ya özel olarak teşekkür ederim. Ayrıca, Drexel Üniversitesi bünyesindeki Küresel Politika Analizi Merkezi (*Center for Global Policy Analysis*) tarafından sağlanan destek ve teşvik için müteşekkirim. Çoğu lisans ders kitabında olduğu gibi, referans sayısını sınırlı tuttum. Ancak rehber boyunca okuduğum bazı temel makale ve derlemelere yönlendirdim. Rehberde yer alan tüm ifadelerden ve olası hatalardan yalnızca ben sorumluyum.

Bu rehberi Türkçeye çevirmeyi gönüllü olarak üstlendiği için Dr. Muharrem Çevik'e ve Dr. Seda Köymen Özer'e içtenlikle teşekkür eder, bu çevirinin birçok öğrenciye faydalı olmasını dilerim.

Lisans Öğrencileri için Çekim Modeli

Çekim denklemi, uluslararası ticaretin temel çalışma modeli (*workhorse*) olup ticaret politikası analizlerinin en çok başvurulan aracıdır. Örneğin, 2025 yılının başlarında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Başkanı Donald Trump'ın uyguladığı gümrük tarifeleri, Brexit'in etkileri ve Rusya'nın Ukrayna'yı işgalinin ardından maruz kaldığı ticaret yaptırımlarının yansımaları, ki bunların tümü popüler medyada geniş biçimde yer bulmuştur, üzerine yapılan nicel analizler, çekim modelinin çeşitli versiyonlarından elde edilmiştir. Bu nedenle, çekim denkleminin Financial Times'ın birinci sayfasında yer alan belki de tek ampirik model olması şaşırtıcı değildir (bkz. Şekil 1).

Şekil 1: Financial Times'ta Çekim Denklemi



Kaynak: Financial Times, 19 Nisan 2016. Peter Neary'nin 2019'daki RES başkanlık hitabından esinlenilmiştir.

Çekim denkleminin bu kadar tanınır olmasının başlıca nedenleri şunlardır: (i) eşsiz bir tahmin gücüne sahiptir; (ii) sağlam teorik temellere dayanır; (iii) lisans öğrencileri de dâhil olmak üzere farklı kitleler için oldukça sezgisel ve kavranması kolaydır; (iv) ampirik olarak uygulanması son derece pratik olup çok sayıda politika alanının incelenmesine olanak tanır. Ne var ki, sağlam teorik temellerine, dikkate değer ampirik başarısına, sezgisel çekiciliğine ve uygulama kolaylığına rağmen, çekim denklemi lisans düzeyindeki dış ticaret ders kitaplarında hak ettiği yeri bulamamıştır. Bu eksikliği gidermek için bu rehber temelde şunları amaçlamaktadır:

- Lisans öğrencilerine uluslararası ticarete çekim modelini tanıtmak, bu modelin öğrenciler için neden ve nasıl yararlı olabileceğini tartışmak ve onu bu denli popüler ve başarılı kılan özellikleri açıklamak. Bu amaç, 1. bölümde gerçekleştirilmektedir.
- Basit (*naive*) çekim denklemi için teorik bir dayanak sunmak, bu basit denklemi yapısal bir çekim modeline dönüştürmek ve çekim teorisinin uygulama ve tahminler üzerindeki önemli çıkarımlarını vurgulamak. Bu amaç, 2. bölümde gerçekleştirilmektedir.
- Teorik çekim denklemini ekonometrik bir modele dönüştürmek, çekim tahminleriyle ilgili temel ekonometrik zorlukları tartışmak ve çekim tahminleri için sezgisel ve uygulanması kolay çeşitli önerileri derlemek. Bu amaç, 3. bölümde gerçekleştirilmektedir.
- Gerçek veriler ve basit kodlar kullanarak uygulamalı analizler sunmak, ampirik dönem projeleri, ekonometri ve seminer dersleri ile lisans tezi yazımı için yararlı olabilecek uygulama soruları, yönlendirmeler ve ek veri setleri sağlamak. Bu amaç, 4. bölümde ve rehberin sonunda yer alan bir dizi uygulama sorusu aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

1. Çekim Modeli: Neden Öğrenilmeli? Neden Bu Kadar Popüler?

Meslektaşlarımla yönelttiği sorulara yanıt olarak, çekim modeline aşina olan lisans öğrencilerinden aldığım geri bildirimlere ve kendi öğretim ile danışmanlık deneyimlerime dayanarak, çekim modelinin lisans öğrencilerine hem öğretilebileceğine hem de öğretilmesi gerektiğine kuvvetle inanıyorum. Kutu 1, çekim modelinin lisans düzeyindeki derslerde neden ele alınması gerektiğini ve bu modelin lisans öğrencilerine nasıl ve neden fayda sağlayabileceğini ortaya koyan bir dizi gerekçe sunmaktadır.

Kutu 1. Çekim Modeli Neden Öğrenilmeli ve Lisans Öğrencilerine Nasıl Fayda Sağlar?

- Çekim modeli, lisans düzeyindeki uluslararası ticaret ders kitaplarında ele alınan standart modellere kıyasla ticaret akımlarını tahmin etmede daha başarılıdır ve hem akademik hem de politika alanındaki çalışmalarda daha yaygın biçimde kullanılmaktadır.
- Ampirik çekim denklemi, öğrencilerin klasik ticaret teorilerini veriyle test etmelerine olanak tanıdığından, çekim modeli bu teorileri tamamlayıcı ve pekiştirici bir araç olarak kullanılabilir.
- Çekim modeli pratik kullanımları ve geniş uygulama alanıyla öne çıkar. Ticaret maliyetlerini ciddiyle ve gerçekçi biçimde ele alan bu ampirik model, gerçek verilerle kolaylıkla uygulanabilir ve bu yönüyle lisans düzeyindeki teori ağırlıklı ticaret derslerini zenginleştirir.
- Sezgisel çekiciliği ve sade teorik yapısı sayesinde çekim modeli, lisans öğrencileri de dâhil olmak üzere geniş bir kitle tarafından kolaylıkla kavranabilir ve anlaşılabilir.
- Son dönemdeki ekonometrik ve hesaplamalı yöntemlerdeki gelişmeler sayesinde, ileri düzey bir ampirik çekim modelinin uygulanması yalnızca temel düzeyde ekonometrik bilgiyle (örneğin en küçük kareler (EKK) ve sabit etkiler kullanılarak) mümkündür. Bunu kolaylaştırmak amacıyla bu rehberde gerçek veri setleri, ekonometrik kodlar, uygulamalı analizler ve politika uygulamalarına ilişkin örnek sorular sunulmaktadır.
- Çekim modeli ticaretin ötesinde de öğrencilere yarar sağlayabilir. Rehberde sunulan sezgisel yaklaşım ve ampirik araçlar, özellikle ikili (*bilateral*) göç hareketleri, doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) ve sınır ötesi patentler gibi konulara doğrudan uygulanabilir.
- Çekim modeli yalnızca lisans düzeyindeki uluslararası ticaret dersleri için değil, aynı zamanda ekonometri ve lisans seminer dersleri ile lisans tezi ya da araştırma projesi hazırlayan öğrenciler için de yararlı olabilir.

Ticarette Çekim Modeli. Uluslararası ticarette çekim denklemi, iki ülke arasındaki ikili ticaret akımlarının (X_{ij}), yani j ülkesinin i ülkesinden yaptığı ithalatın, ihracatçı ülkenin (Y_i) ve ithalatçı ülkenin (Y_j) büyüklüklerinin çarpımıyla doğru orantılı, iki ülke arasındaki ikili ticaret sürtünmeleri (friksiyonları) (T_{ij}) ile ters orantılı olması gerektiğini öngörür:

$$X_{ij} = \tilde{G} \frac{Y_i Y_j}{T_{ij}^\theta}, \quad (1)$$

Burada \tilde{G} ticarette çekim sabitini, θ ise ticaret akımlarının ticaret sürtünmelerindeki değişimlere duyarlılığını gösteren esneklik katsayısını temsil eder. Sezgisel olarak (1) numaralı denklem, iki ülke ne kadar büyük ve birbirine ne kadar yakınsa aralarındaki ticaretin de o kadar yoğun olacağını gösterir. Çekim modelinin sadeliği ve sezgisel çekiciliği onun en dikkat çekici özelliklerinden biridir.

Çekim Modeli Neden Bu Kadar Popüler? Çekim denkleminin ekonomistler ve politika uygulayıcıları arasında bu denli popüler olmasının dört temel nedeni bulunmaktadır. İlk olarak, daha önce de belirtildiği gibi, uluslararası ticarete çekim modeli Newton'un yerçekimi yasasıyla olan benzerliği sayesinde oldukça sezgiseldir.

1. Çekim denklemi oldukça sezgiseldir.

Ticarete çekim denklemi ile Newton'un evrensel yerçekimi yasası arasındaki dikkat çekici benzerlik Kutu 2'de gösterilmektedir. Kutu 2, iki ülke (nesne) arasındaki ticaretin (çekim kuvvetinin) ülkelerin büyüklüklerinin (kütlelerinin) çarpımıyla doğru, aralarındaki ticaret sürtünmelerinin (mesafenin karesi) büyüklüğüyle ise ters orantılı olduğunu ortaya koymaktadır. Basitçe ifade etmek gerekirse, iki ülke ne kadar büyük ve birbirine ne kadar yakınsa, aralarındaki ticaret de o kadar fazla olur.

Kutu 2. Fizikteki Yerçekimi ile Ticarete Çekim Modelinin Karşılaştırması

Fizikte Yerçekimi

$$F_{ij} = G \frac{M_i M_j}{D_{ij}^2}$$

burada:

F_{ij} , i ve j nesneleri arasındaki yerçekimi kuvvetini;

G , fizikteki yerçekimi sabitini;

M_i ve M_j , i ve j nesnelерinin kütlelerini;

D_{ij} , i ve j arasındaki mesafeyi;

2 ise, yerçekimi kuvvetinin mesafeye göre esnekliğini göstermektedir.

Ticarete Çekim Modeli

$$X_{ij} = \tilde{G} \frac{Y_i Y_j}{T_{ij}^\theta}$$

burada:

X_{ij} , i ve j ülkeleri arasındaki ticaret akımlarının değerini;

\tilde{G} , ticaretteki çekim sabitini;

Y_i ve Y_j , i ve j ülkelerinin ekonomik büyüklüklerini;

T_{ij} , i ve j ülkeleri arasındaki ticaret maliyetlerini / sürtünmelerini;

$\theta > 0$ ise, ticaret akımlarının ticaret maliyetlerine göre esnekliğini ifade etmektedir.

Ticaretteki çekim denklemi ile fizikteki yerçekimi denklemi arasındaki bu paralelliği ve dikkat çekici benzerliği daha da etkileyici kılan şey, ticarete çekim denkleminin sağlam mikroekonomik teorilerden türetilmesidir.

Çekim denkleminin bu kadar popüler olmasının ikinci temel nedeni ise gerçekten işe yarıyor olmasıdır. Ampirik çekim modeli ikili ticaret akımlarının dikkat çekici bir doğrulukla tahmin eder.

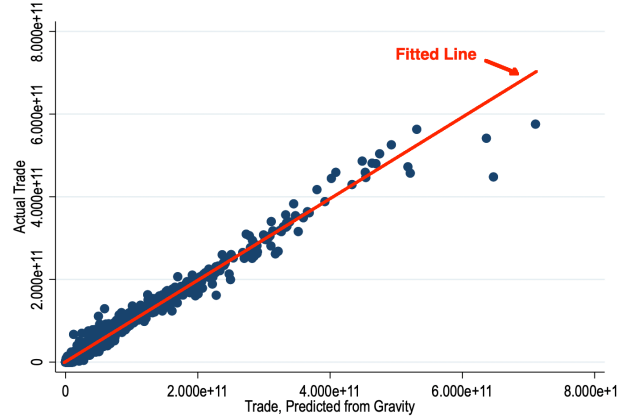
2. Çekim denklemi olağanüstü bir tahmin gücüne sahiptir.

Çekim denklemi, gerçekleşen ticaret verileri ile model tarafından öngörülen ticaret verileri arasında tutarlı biçimde son derece güçlü bir uyum sağlamakta ve *standart çekim değişkenleri* olarak bilinen bir dizi bağımsız değişken için (büyüklükleri ve işaretleri açısından) makul tahminler sunmaktadır. Bu değişkenler arasında ikili mesafenin logaritması ile ortak sınır, ortak resmî dil, sömürge ilişkileri ve bölgesel ticaret anlaşmalarına (BTA'lar) ilişkin gösterge değişkenleri yer almaktadır. Örneğin, ikili ticaret mesafe ile azalırken, bölgesel ticaret anlaşmalarının tesis edilmesiyle artmaktadır.

Şekil 2, 1990-2023 dönemi boyunca dünyanın en büyük 100 ihracatçısına ait çekim modeli tarafından tahmin edilen toplam ikili ticaret akımlarını gözlemlenen ticaret akımlarıyla karşılaştırmalı olarak grafiğe dökerek modelin üstün performansını görselleştirmektedir. Şekil 2'deki tahminler, bu rehberin 4. bölümünde uygulanacak modern bir ekonometrik çekim modelinden elde edilmiştir ve söz konusu modelin ampirik performansının gerçekten de benzeri görülmemiş düzeyde olduğunu göstermektedir (örneğin, gözlemlenen ve tahmin edilen ticaret arasındaki korelasyon 0,99'dur). Ancak 4. bölümde ve rehberin sonunda yer alan uygulama sorularında da gösterileceği üzere yalnızca üç bağımsız değişken içeren basit çekim modeli bile ikili ticaret akımlarını oldukça başarılı bir şekilde tahmin etmektedir.

Şekil 2'deki tahminler 1990-2023 dönemini kapsayan verilere dayanmaktadır. Çekim denkleminin hem tek bir yıla ait (yatay kesit) verilerle hem de birden fazla yılı kapsayan (panel) verilerle son derece başarılı şekilde çalıştığını özellikle belirtmek gerekir. Dahası, çekim denklemi veriler ister toplam (aggregate) düzeyde ister ürün, sektör ya da endüstri gibi herhangi bir toplulaştırma (aggregation) düzeyinde ayrıştırılmış (disaggregated) olsun, son derece iyi sonuçlar vermektedir.

Şekil 2: Çekim Modeli İşe Yarıyor



Kaynak: Yazar. 4. bölümdeki analizden alınmıştır.

Çekim denkleminin popüleritesinin üçüncü temel nedeni oldukça esnek olmasıdır.

3. Çekim denklemi son derece esnektir.

Çekim modeli, ticaret akımlarını açıklamak ve bu akımlar üzerinde etkili olan faktörleri nicel olarak ölçmek amacıyla yüzlerce akademik çalışmada kullanılmış ve ticaret politikası analizlerinde başvurulan temel model olarak benimsenmiştir. Kutu 3, ticaret akımlarının “geleneksel” ve “daha egzotik” belirleyicilerinin ayrıntılı (ancak yine de kapsamlı olmaktan uzak) bir listesini içermektedir. Ticaret akımlarının herhangi bir belirleyicisini ya da ticaret akımları aracılığıyla ortaya çıkan diğer ekonomik sonuçları incelemek isteyen herkesin kaçınılmaz olarak çekim modelinin bir türüne başvurması gerektiği söylenebilir.

Kutu 3. Çekim Denkleminin Uygulama Alanları

“Geleneksel” ticaret belirleyicileri: Mesafe, ortak sınır, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH), nüfus, gelişmişlik düzeyi, tercihli ticaret anlaşmaları, gümrük tarifeleri, tarife savaşları, ihracat sübvansiyonları, coğrafya, tarife dışı önlemler, Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) üyeliği, gümrük birlikleri, Avrupa Birliği (AB), ortak para birimi ve para birlikleri, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) üyeliği, Uluslararası Para Fonu (IMF) üyeliği, DYY, göç, kültürel bağlar, sömürgecilik ilişkileri, ortak ve paylaşılan dil vb.

“Daha egzotik” ticaret belirleyicileri: Kurumsal kalite, dış yardım, güven, ülke insanların itibarı, ülke ürünlerinin itibarı, döviz kurları, Covid, Brexit, ihracat teşvikleri, patentler, ticarete teknik engeller, sağlık ve bitki sağlığı standartları, kurumlar vergisi, katma değer vergisi, büyük spor etkinlikleri (Olimpiyat Oyunları ve Dünya Kupası), ambargolar ve yaptırımlar (örneğin Rusya'ya uygulananlar), çatışmalar ve savaşlar, korsanlık, buzulların erimesi, Süveyş Kanalı'nın kapanması, Trump'ın gümrük savaşları vb.

Yukarıdaki uygulamaların büyük çoğunluğuna ilişkin ayrıntılı referanslar için ilgilenen okurları Yotov (2024)'e yönlendiriyorum.

Çekim modeli, ticaretin her türlü belirleyicisini kapsayabilme özelliğinin yanı sıra, dört ek esneklik boyu-

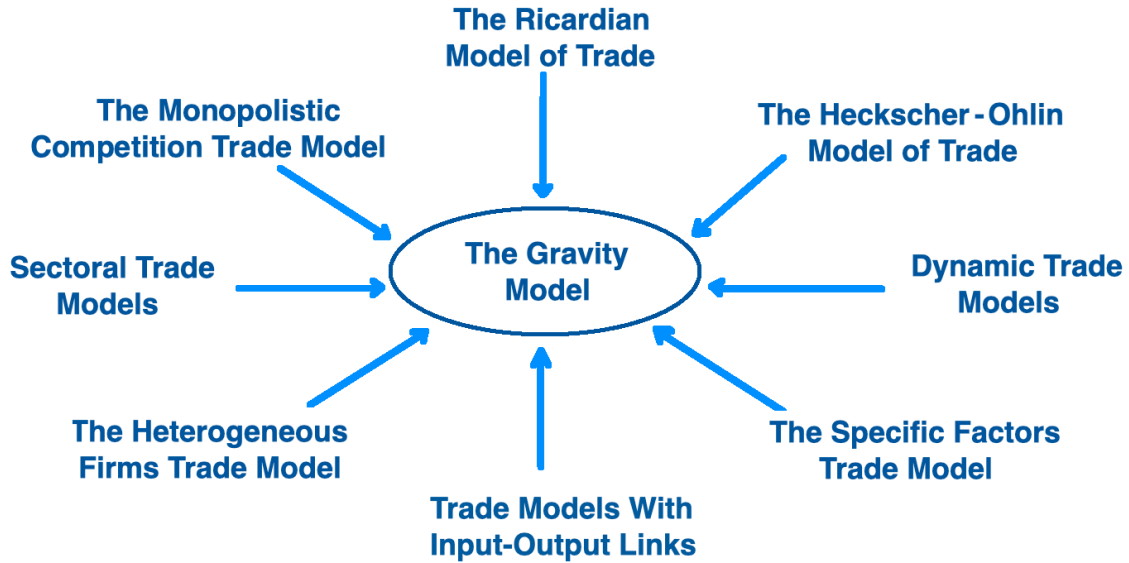
tuna da sahiptir. Birincisi, çekim modeli ürün, endüstri ya da sektör gibi farklı toplulaştırma düzeylerinde uygulanabilir. İkincisi, teorik temelleri ticarete kıyasla daha az gelişmiş olmasına rağmen çekim modeli DYY, göç ve uluslararası teknoloji transferleri gibi diğer ikili akımların incelenmesinde de başarıyla uygulanmıştır. Üçüncüsü, bu rehberin ilerleyen bölümlerinde gösterileceği üzere modern bir ampirik çekim modelini standart istatistik yazılımlarıyla uygulamak son derece kolaydır. Son olarak, çekim modeli fizikî sermaye yatırımları, çevresel modeller ve işgücü piyasaları gibi daha geniş modellere esnek biçimde dâhil edilebilir.

Çekim modelinin başarısının dördüncü temel nedeni sağlam mikroekonomik teorilerden türetilmesidir.

4. Çekim denklemi sağlam (ve çok sayıda) teorik temele sahiptir.

Ticarette çekim denkleminin en dikkat çekici özelliklerinden biri nispeten standart varsayımlar altında birçok alternatif mikroekonomik temelden türetilmesidir. Şekil 3'te gösterildiği üzere çekim denklemi Ricardo modeli, Heckscher-Ohlin modeli, Tekelci Rekabet modeli ve Spesifik Faktörler modeli gibi lisans düzeyindeki ders kitaplarında yaygın olarak ele alınan klasik ticaret modellerinden türetilir. Ayrıca, aynı çekim denklemi sektörel ticaret modelleri, dinamik ticaret modelleri, girdi-çıktı bağlantılı ticaret modelleri ve heterojen firmaları içeren ticaret modellerinden de türetilir.

Şekil 3: Ticarete Çekim Modelinin Bazı Teorik Temelleri



Kaynak: Yazar. Yotov vd. (2016)'dan uyarlanmıştır.

Ticaret alanındaki araştırmacıların, çok sayıda farklı ticaret teorisinin aynı basit ve sezgisel çekim denklemine yakınsadığını fark etmeleri uzun zaman almıştır (bkz. Kutu 4). Ancak geriye dönüp bakıldığında, ticareti yönlendiren unsurların üç temel bileşenle özetlenebilmesi pek de şaşırtıcı olmamalıdır: ihracatçı tarafındaki etkenler, ithalatçı tarafındaki etkenler ve ikili etkenler. Aynı mantık, diğer sosyoekonomik ikili ilişkiler için de geçerlidir. Bu doğrultuda, 3. ve 4. bölümlerde sunulacak ampirik yöntemler ve uygulamalı analizlerin DYY, göç ve teknoloji akımları gibi diğer ikili akımlara da uygulanabileceği söylenebilir.

Çekim modelinin teorik temelleri çekim denklemiyle yapılan ampirik analizler açısından birçok ampirik çıkarımı beraberinde getirmektedir. Örneğin, teoriyle daha tutarlı bir yaklaşım benimsenmesi modelin genel tahmin gücünü yükseltir ve ticaret politikalarının etkilerinin daha isabetli biçimde tahmin edilmesine imkân tanır. Bununla bağlantılı olarak, çekim modelinin bazı temel teorik özelliklerinin hesaba katılması,

ticaret literatüründe öne çıkan çeşitli bilmecelere çözüm getirmiştir; örneğin, mesafenin ticaret üzerindeki etkilerinin zaman içinde azalmamış olması gibi sezgiye aykırı bir bulguya ya da çekim modelinin ikili ticaret dengesizliklerini yeterince açıklayamadığı yönündeki iddialara. Çekim teorisi ayrıca, çekim modellerinin tahminine yönelik en önemli önerilerden bazılarının, örneğin çok taraflı ticaret maliyetlerinin modele dâhil edilmesinin (bu konu bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınacaktır), temelini oluşturmuştur. Son olarak, çekim teorisi ticaretin etkilerinin işgücü piyasası etkileri, çevresel etkiler, fizikî sermaye yatırımları ve ekonomik büyüme gibi diğer ekonomik sonuçlarla ilişkilendirilmesine olanak tanır.

Devam etmeden önce belirtmek gerekir ki, diğer birçok büyük buluş gibi çekim modeli de bir anda ün kazanmış değildir. Aksine, Kutu 4'te özetlendiği üzere çekim modelinin ticaret iktisatçılarının kalbini kazanması ve ticaretin temel çalışma modeli konumuna ulaşması yıllar almıştır.

Kutu 4. Çekim Modelinin Hikayesi

2025 itibarıyla, çekim modeli uluslararası ticaret alanında hâkim bir konuma sahiptir. Ancak bu konuma gelme süreci hiç de kolay olmamıştır. Modelin ekonomiye ilk uygulamaları teorik bir temelden yoksundu ve fizikle kurulan bir analogiye dayanıyordu. Çekim modelinin ekonomideki ilk uygulamasını pek çok kişi **Tinbergen (1962)**'ye atfeder. Ticaret açısından bu doğru sayılabilir, zira 1969 Nobel ödüllü iktisatçı çekim modelini uluslararası ticaret akımlarına uygulayan ilk kişi olarak (her ne kadar tartışmalı olsa da) kabul edilmektedir. Halbuki çekim denklemi Tinbergen'den çok daha önce **Ravenstein (1885)** tarafından göç akımlarına uygulanmıştı. Tinbergen'in bazı öğrencileri 1960'lar ve 1970'lerde çekim modeli üzerine çalışmalarını sürdürseler de bu dönemdeki çoğu iktisatçı, teorik temelden yoksun olduğu gerekçeyle çekim modelini ciddi bir ticaret modeli olarak değerlendirmiyordu.

Her ne kadar çekim modelini ekonomiye ilk kimin uyguladığı konusunda bazı tartışmalar ve görüş ayrılıkları bulunsada, ticaret iktisatçıları günümüzde bildiğimiz hâliyle çekim denklemine ait ilk teorik temelin **Anderson (1979)** tarafından atıldığı konusunda hemfikirlerdir. Gerçekten de dikkat çekicidir ki, bazı "kozmetik" teorik iyileştirmeler yapıldığında, Anderson'un 1979 tarihli çekim modelinin modern ampirik çekim analizleriyle bütünüyle uyumlu olduğu görülmektedir.

Sezgisel çekiciliğine, güçlü ampirik performansına ve mevcut sağlam teorik temeline rağmen çekim modeli 1980'ler ve hatta 1990'lar boyunca ana akım ticaret iktisatçılarının gönlünü kazanmakta zorlandı. Uluslararası İktisat El Kitabı'nın (*Handbook of International Economics*) ticaret araştırmalarının adeta pusulası niteliğindeki bazı etkili derleme bölümleri çekim modeline pek de dostane yaklaşmadı. Bu derlemelerde çekim modelinin teorik kökeni sorgulanmış ve uluslararası ticaret alanında hiçbir etkisi olmayacağı öngörülmüştü. Nitekim **Anderson (2011)** geriye dönüp baktığında bu dönemde çekim modelinin içinde bulunduğu durumu "fıkrî bir yetim" olarak nitelendirmiştir.

2000'lerin başlarına kadar uluslararası ticaret iktisatçıları sönük itibarı nedeniyle çekim modelini görmezden gelmeyi sürdürdü. Bu dönemde model, ağırlıklı olarak politika analizlerinde kullanılıyordu. Ancak 2000'lerin başında yaşanan bazı önemli gelişmeler "Yapısal Çekim" in altın çağına (2002-2012) kapı araladı. Birinci ve en önemlisi, **Eaton ve Kortum (2002)** ile **Anderson ve van Wincoop'un (2003)** öncü teorik katkıları, çekim modelinin son derece sağlam teorik temellere sahip olduğu konusunda hiçbir kuşku bırakmadı. İkinci olarak, **Frankel ve Romer (1999)** ile **Rose (2000)** gibi etkili iktisatçıların tarafından yapılan ampirik katkılar çekim modeline dair "ciddi bilimsel çalışmalarda kullanılmaya uygun olmadığı" yönündeki algıyı kırdı ve böylece modelin saygın bir ampirik araç olarak yeniden doğuşunun önünü açtı. Üçüncü

olarak, bu dönem kapsamlı ve yüksek kaliteli ticaret veri setlerinin oluşturulmasına, daha gelişmiş ekonometrik yöntemlerin kullanılmasına ve bu alandaki uygulama kapasitesinin artmasına tanıklık etti (**Baldwin ve Taglioni, 2006**).

Çekim modeli altın çağı (2002-2012) boyunca uluslararası ticarete temel çalışma modeli hâline geldi ve uygulamalar, teorik gelişmeler, tahmin yöntemlerine yönelik katkılar ve yeni veri setlerini içeren yüzlerce yayında yer aldı. Bu dönemdeki çekim modeli çalışmalarının çoğu çeşitli politikaların ve ikili ticaret akımlarının belirleyicilerinin (örneğin serbest ticaret anlaşmaları (STA'lar), DTÖ üyeliği, mesafe, sömürge ilişkileri vb.) etkisini tahmin etmeye yönelik ampirik uygulamalardı. Pek çok araştırmacı çekim modelini hâlâ yalnızca sezgisel olarak uygulasa da teoriye daha sıkı biçimde bağlı kalınması, ticaret akımlarındaki büyümeyi belirleyen unsurların daha iyi anlaşılmasını ve daha makul çekim tahminlerinin elde edilmesini sağlamıştır.

Çekim modelinin "Altın Çağı" teori cephesinde de önemli gelişmelere tanıklık etti: sektörel çekim, heterojen firmalarla çekim ve dinamik çekim gibi modeller bu dönemde geliştirildi. Bir sonraki bölümde ele alınacak olan ihracatçı, ithalatçı ve ülke çifti sabit etkilerinin kullanımı ile **Santos Silva ve Tenreiro'nun (2006)** literatüre kazandırdığı ve daha sonra çekim modelleri için en iyi tahminci konumuna gelen Poisson Pseudo Maksimum Olabilirlik (PPML) tahmincisi gibi hesaplama gücündeki dikkate değer ilerlemeler ve tahmin cephesindeki yeni katkılar çekim teorisine ve uygulamalarına duyulan ilgiyi artırdı.

Arkolakis vd. (2012) tarafından kaleme alınan öncü çalışma, farklı mikro-teorik temellerin tam olarak aynı çekim denklemine yakınsadığını göstererek yapısal çekim modelinin ticaretteki hegemonyasını pekiştirdi. Çok sayıda yeni uygulama ve teorik ilerlemenin eşlik ettiği bu dönemde çekim modeli, 1980'ler ve 1990'larda göz ardı edilmesine karşın Uluslararası İktisat El Kitabı'nın 2014 baskısında kapsamlı bir şekilde yer alarak adeta rövanşını aldı. Çekim modeli ayrıca 2018 tarihli Uluslararası Ticaret ve Ulaştırma El Kitabı'nda (*Handbook of International Trade and Transportation*) ve ticaret politikası analizleri ile küreselleşmenin etkilerine adanmış kitaplarda da önemli bir yer edindi.

Ampirik çekim denklemi yeni uygulamalar için başvurulan temel model olmayı sürdürürken, diğer araştırmacılar ticaret maliyetlerini ölçmek ve ticaret akımlarının belirleyicilerinin (örneğin para birlikleri, korsanlık, ortak dil, döviz kurları, ekonomik yaptırımlar vb.) etkilerini nicel olarak değerlendirmek üzere mevcut bulguları yeni ve daha gelişmiş yöntemlerle tekrar ele aldılar. Ülke, sektör ve zaman bakımından daha kapsamlı veri setleri, birçok ticaret politikasının (örneğin BTA'lar, para birlikleri, yaptırımlar vb.) çeşitli boyutlardaki heterojen etkilerinin incelenmesine imkân tanıdı.

Kutu 4. Çekim Modelinin Hikayesi (devamı)

Ayrıca, çekim modelinin hizmet, madencilik ve tarım ticareti de dâhil olmak üzere ürün düzeyinden toplam düzeye kadar her türlü toplulaştırma seviyesinde oldukça iyi işlediği ortaya kondu. Nihayetinde, ticaret akımlarının herhangi bir belirleyicisinin etkisini incelemek için çekim modelinin bir versiyonuna başvurmanın kaçınılmaz olduğu ortaya çıktı. Dahası, ticaret literatüründeki gelişmelerden yararlanan akademisyenler ve politika yapımcılar, ticarete çekim modelini göç, DYY ve sınır ötesi patentler gibi diğer ikili akımları incelemek üzere uyarladılar.

Bu dönem tahmin, veri ve teori alanlarında da önemli ilerlemelere tanıklık etti. Tahmin cephesinde özel bir programlamaya ihtiyaç duymaksızın standart istatistik yazılımlarıyla kapsamlı ticaret politikası analizlerinin yapılmasına olanak tanıyan PPML tahmincisinin çekim teorisine tamamen tutarlı olduğu ortaya kondu. Teorik alanda ise girdi-çıkıtı bağlantılarını ve ikili dinamikleri içeren çekim modellerinin geliştirilmesi gibi önemli ilerlemeler kaydedildi. Yeni ekonometrik ve hesaplamalı araçlar, modelin kayda değer ampirik başarısı ve çekim teorisindeki gelişmeler ticareti teknoloji yayılımı, işsizlik ve karbon emisyonları gibi farklı ekono-

mik sonuçlarla ilişkilendiren bir dizi katkının önünü açtı. Son olarak, söz konusu teorik ilerlemeleri ve yeni uygulama ihtiyaçlarını desteklemek amacıyla açıklayıcı çekim değişkenlerini ve farklı toplulaştırma düzeylerinde uluslararası ve yurtiçi ticaret akımlarını kapsayan yeni nesil çekim veritabanları oluşturuldu.

Çekim modelinin benzersiz gücü ve başarısı 2025 yılında ABD Başkanı Trump'ın sık sık değiştirdiği gümrük tarifelerine (örneğin Kanada'ya uygulanan çelik tarifeleri 9 Mart sabahı yürürlüğe girip aynı gün öğleden sonra kaldırılmışı) verilen tepkiler sırasında açık biçimde ortaya çıktı. Çekim literatüründeki büyük ilerlemeler sayesinde ticaret politikalarının tüm (kısmi ve genel denge) etkilerinin gerçek zamanlı olarak analiz edilebilmesini mümkün kılan son derece dikkat çekici bir gelişmeye tanık olduk.

Çekim modelinin tarihsel gelişimine dair bu özet Yotov (2024)'ten uyarlanmıştır. Konuya ilgi duyan okurlar daha ayrıntılı bir tartışma ve ek kaynaklar için söz konusu çalışmaya başvurabilirler.

2. Çekim Modeli Ciddiyet Kazanıyor: Yapısal Çekim Modeli

Bu bölümde üç temel öğrenme amacı bulunmaktadır. İlk olarak, uluslararası ticaretin teorik/yapısal çekim modeli tanıtılacaktır. İkinci olarak, basit ve yapısal çekim denklemleri karşılaştırılarak aralarındaki temel teorik farklar vurgulanacaktır. Üçüncü olarak ise, ticaret akımlarının modellenmesi ve ampirik çekim denklemlerinin teoriyle tutarlı biçimde tahmin edilmesine ilişkin çeşitli önemli çıkarımlar sunulacaktır.

2.1. Tüm Yollar ... Yapısal Çekim Modeline Çıkar

Daha önce de tartışıldığı üzere ticarete çekim modelinin en dikkat çekici özelliklerinden biri, aynı çekim denkleminin pek çok farklı mikroekonomik temeli temsil etmesi ve hatta bu temellerden türetilmesidir. Bu temellerin bir kısmı lisans düzeyindeki uluslararası ticaret ders kitaplarında ele alınan standart konular arasındadır (bkz. Şekil 3). Bu bağlamda, çağdaş yapısal çekim modelini teorik çekim literatürünün gelişimini izlemek suretiyle iki adımda tanıtaacağız. İlk olarak, klasik ticaret teorileriyle tutarlı olan yatay kesit yapısal çekim denklemini sunuyoruz.¹

$$X_{ij} = \frac{Y_i E_j}{Y} \left(\frac{t_{ij}}{T_j T_i} \right)^{-\theta} \quad (2)$$

Yapısal çekim denklemi (2)'yi daha önce (1) numaralı denklemde gösterilen basit çekim denkleminin ayıran teori temelli üç özellik bulunmaktadır. Birincisi, çekim sabiti \tilde{G} 'yi temsil eden yapısal terim dünya üretiminin değeri olan Y 'dir. Bu durum, iki ülke arasındaki ticaret akımlarının, ülkelerin dünya üretimindeki paylarıyla ölçülen ekonomik büyüklüklerinin çarpımıyla orantılı olduğunu göstermektedir.

İkincisi, teorik çekim denklemi ihracatçı için büyüklük göstergesi olan üretim değerini (Y_i) ithalatçı için büyüklük göstergesi olan harcamadan (E_j) ayırır. Sezgisel olarak, ihracatçı ülke açısından ilgili büyüklük ölçütü üretim değeriyken ithalatçı ülke açısından bu ölçüt tüketim değeridir. Çekim modelinde büyüklük ölçütleri olarak üretim ve harcama arasında ayırım yapmak özellikle sektörel düzeyde daha da önemli hâle gelmektedir. Zira uzmanlaşma gibi nedenlerle sektörel ticaret dengesizlikleri (yani sektörel düzeyde ulusal ihracat ve ithalat arasındaki fark) oldukça büyük olabilmektedir.

¹Bu denklem, en etkili çekim modeli çalışmaları arasında yer alan Eaton ve Kortum (2002) ve Anderson ve van Wincoop (2003) çalışmalarına tutarlıdır. Aynı notasyonla elde edilen alternatif çekim modeli üretimleri için ilgilenen okurlar Yotov vd. (2016) çalışmasına başvurabilirler.

Üçüncüsü, (1) numaralı denklemde yer alan ticaret maliyeti terimi (T_{ij}) (2) numaralı denklemde üç yapısal bileşene ayrılmaktadır. Daha açık bir ifadeyle, t_{ij} iki ülke arasındaki ticaret akımlarını doğrudan etkileyen tüm ikili ticaret sürtünmelerini (örneğin ikili mesafe, gümrük tarifeleri, ticaret anlaşmaları, yaptırımlar vb.) temsil eder. Buna karşılık T_i ve T_j sırasıyla ihracatçı ve ithalatçı cephesindeki çok taraflı ticaret maliyetlerini temsil eder ve iki ülke arasındaki ticaretin yalnızca söz konusu ülkelerin ekonomik büyüklüklerine ve aralarındaki doğrudan ticaret sürtünmelerine değil, aynı zamanda bu ülkelerin diğer ülkelerle ticaret yapma maliyetlerine de bağlı olduğunu gösterir. Dolayısıyla bu maliyetlere “çok taraflı” ticaret maliyetleri denir.

Çok taraflı ticaret maliyetlerinin ardındaki mantığı vurgulamak için Şekil 4'te ABD ile Kanada Mars'a ışınlanmıştı. ABD ile Kanada arasındaki ekonomik büyüklükler (Y_i ve E_j) ve doğrudan ikili ticaret sürtünmeleri (t_{ij} , örneğin mesafe) değişmemiş olsa bile, bu iki ülke Dünya'daki mevcut konumları yerine Mars'ta bulunsaydı birbirleriyle daha fazla ticaret yaparlardı. Neden? Çünkü Mars'ta dünyanın geri kalanından çok daha izole durumda olacaktı. Dolayısıyla ABD ile Kanada arasındaki ticaret yalnızca bu iki ülke arasındaki ticaret maliyetlerine değil, aynı zamanda her iki ülkenin diğer tüm ülkelerle olan ticaret maliyetlerine de bağlıdır. Bu durum, basit çekim modeli ile yapısal çekim modeli arasındaki temel farklardan biridir: Basit çekim modeli, yalnızca doğrudan ikili ticaret maliyetlerinin belirleyici olduğunu (yanlış bir şekilde) varsayarken, yapısal çekim modeli çok taraflı ticaret maliyetlerini de hesaba katar.

Teorik gerekçelere dayanan son iki düzenleme ile aşağıda sunulan çağdaş yapısal çekim modeli elde edilir:

$$X_{ij,t}^k = \frac{Y_{i,t}^k E_{j,t}^k}{Y_t^k} \left(\frac{t_{ij,t}^k}{T_{j,t}^k T_{i,t}^k} \right)^{-\theta^k}, \quad \forall i, j, t, k. \quad (3)$$

İlk olarak, çekim modeli ürünler, endüstriler, sektörler ve toplam düzey gibi herhangi bir toplulaştırma düzeyinde türetilebilir. Bu durum, (3) numaralı denklemde belirli bir ürün, endüstri ya da sektörü ifade eden üst indis k ile gösterilir. İkinci düzenleme ise, tıpkı ticaret akımlarında olduğu gibi, (3) numaralı denklemdeki büyüklük değişkenleri ile ticaret maliyeti terimlerinin zaman içinde değiştiği gerçeğinden hareketle alt indis t ile gösterilir. Zaman alt indisi aynı zamanda dinamik ticaret teorilerine de dayanır. Bu teoriler, ticaretin ve ticaretin serbestleşmesinin fizikî sermaye gibi üretim faktörlerinin birikimine yol açabileceğini öne sürmektedir. Buna ABD-Meksika sınırındaki Maquiladora tipi üretim tesisleri örnek gösterilebilir. Dikkat edilmelidir ki üst indis k ve alt indis t kullanılmadığı takdirde (3) numaralı denklem (2) numaralı denklemle özdeştir. Son olarak, temel çekim teorilerinin her biri, çekim modelinin hem uluslararası, ($i \neq j$), hem de yurtiçi, ($i = j$), ticaret için geçerli olduğunu ortaya koymaktadır.

2.2. Çekim Modelinin Uygulamaları ve Tahminleri Açısından Teorik Çıkarımlar

Çekim denkleminin teorik temelleri, ekonometrik çekim denkleminin doğru spesifikasyonu ve dolayısıyla çekim modelinin ampirik başarısı açısından büyük önem taşımaktadır. Aşağıda bu temel teorik çıkarımların her birinin önemi sırasıyla ele alınmaktadır.

Çok Taraflı Ticaret Maliyetleri. Çok taraflı ticaret maliyetleri, ticaret politikalarının etkilerinin nicel olarak değerlendirilmesinde iki önemli rol oynar. İlk olarak, çok taraflı ticaret maliyetleri ampirik çekim modelinde uygun şekilde hesaba katılmazsa, çekim denklemi dünyadan daha izole ülkeler arasındaki ticareti olduğundan az, Avrupa ülkeleri gibi çok sayıda ticaret ortağıyla çevrili ülkeler arasındaki ticareti ise olduğundan fazla tahmin eder. İkinci olarak, çok taraflı ticaret maliyetleri, ülkelerin ticaret akımlarını alternatif

Şekil 4: Çok Taraflı Ticaret Maliyetleri



Kaynak: Yazar. Krugman (1995)'ten esinlenilmiştir.

ticaret ortaklarına kaydırabilme kolaylığını göstermektedir. Bu özellik, birçok güncel politikanın etkilerinin nicel olarak ölçülmesi açısından büyük önem taşır. Örneğin, Rusya'nın Ukrayna'yı işgali üzerine maruz kaldığı yaptırımların etkisiz kalmasının başlıca nedenlerinden biri, Rusya'nın ticaretini Çin, Hindistan ve Türkiye gibi yaptırım uygulamayan ülkelere yönlendirebilmiş olmasıdır. Bu tür etkiler çok taraflı ticaret maliyetleri aracılığıyla kontrol edilir. Bir diğer güncel örnek ise ABD'nin 2025'te Kanada'ya uyguladığı gümrük tarifeleridir. Kanada dünyanın geri kalanına göre görece izole bir ülke olduğundan, bu tarifeler Kanada için özellikle zararlı olacaktır.

Ayrıştırılmış Düzeyde Çekim Modeli. Teori çekim modelinin ürün düzeyinden toplam düzeye kadar her türlü toplulaştırma düzeyinde geçerli olduğunu göstermektedir. Bu teorik özellik ampirik çekim modeline önemli bir esneklik kazandırır. Bu sayede araştırma sorusuna bağlı olarak analizler belirli bir ürün, endüstri veya sektöre ya da daha genel olarak mal ve hizmet ayrımına odaklanabilir. Ticaret maliyetleri (örneğin taşıma maliyetleri) sektörler arasında farklılık gösterdiğinden ve birçok ticaret politikası (örneğin gümrük tarifeleri) ayrıştırılmış düzeyde belirlenip uygulandığından, ticaret akımlarını her bir endüstri veya sektör için ayrı ayrı analiz edebilmek önem taşımaktadır. Politikalar toplam düzeyde uygulanmış olsa dahi (örneğin kapsamlı ticaret ambargoları), etkileri ürünler, endüstriler ve sektörler arasında önemli ölçüde farklılık gösterebilir. Bu nedenle, çoğu zaman ayrıştırılmış bir çekim modeli kullanmak tercih edilir. Çekim teorisi ayrıştırılmış analizler için açık bir dayanak ve yol gösterici çerçeve sunar.

Zaman Boyutlu Çekim Modeli. Çekim denkleminin zaman boyutu ampirik açıdan çeşitli önemli avantajlar sağlar. Birincisi, zaman boyutunun genişletilmesi, çekim modeliyle yapılan analizlerin daha isabetli sonuçlar vermesine olanak tanımaktadır. İkincisi, bir sonraki bölümde gösterileceği üzere panel (yani zaman boyutuna sahip) veri kullanımı, mesafe gibi çekim modelinde zamanla değişmeyen tüm ikili ticaret maliyetlerinin esnek, kapsamlı ve kolay bir şekilde modellenmesine imkân tanır. Üçüncüsü, panel veri kullanımı hem ikili ticaret maliyetlerinin zaman içindeki değişim ve uyumunu hem de çeşitli politikaların zamanla ortaya çıkan etkilerini incelemeye olanak tanır. Örneğin, BTA'ların etkileri bir anda ortaya çıkmaz ve ticaret akımlarının BTA'ların tesisine karşı zaman içinde gösterdiği tepkinin incelenmesi politika çıkarımları açısından yararlı olabilir. Ayrıca, 1990'lı yıllardaki BTA'ların etkileri modern BTA'ların etkilerinden oldukça farklı olabilir ve bu tür farklılıklar zaman boyutu içermeyen verilerle tespit edilemez.

Üretim ve Harcama. Çekim teorisinin öngördüğü biçimde üretim ile harcama arasında yapılacak ayırım çeşitli ampirik çıkarımları beraberinde getirir. Birincisi, ticaret maliyetleri simetrikse (örneğin iki ülke arasındaki mesafe), üretim ve harcama değerleri arasındaki farkları hesaba katmamak modelin her zaman simetrik ikili ticaret akımlarını tahmin etmesine yol açar ve bu da çekim modelinin performansını ciddi biçimde zayıflatır. İkincisi, yurtiçi üretim ile tüketim arasındaki farklar ayrıştırılmış düzeyde çok daha belirgin olduğundan, üretim ile harcama ayırımı bu düzeyde daha da kritik hâle gelir. Üçüncüsü, toplam düzeyde dahi olsa çekim modelinde yer alan GSYH değişkeni için ekonomik büyüklük açısından en iyi temsil değişkeni (*proxy*) diyemeyiz. Bunun nedeni yalnızca teorisinin ticaret dengesizliklerinin dikkate alınmasını gerektirmesi değil, aynı zamanda GSYH'nin katma değer (*value added*) olarak ölçülmesine karşın ticaret akımlarının brüt (*gross*) olarak ölçülmesinin bir tutarsızlık yaratmasıdır. Neyse ki bir sonraki bölümde gösterileceği üzere bu tür ölçüm zorlukları ve ilave veri gereksinimlerine maruz kalmadan ampirik çekim modelindeki büyüklük değişkenlerini hesaba katmayı mümkün kılan basit ekonometrik teknikler bulunmaktadır.

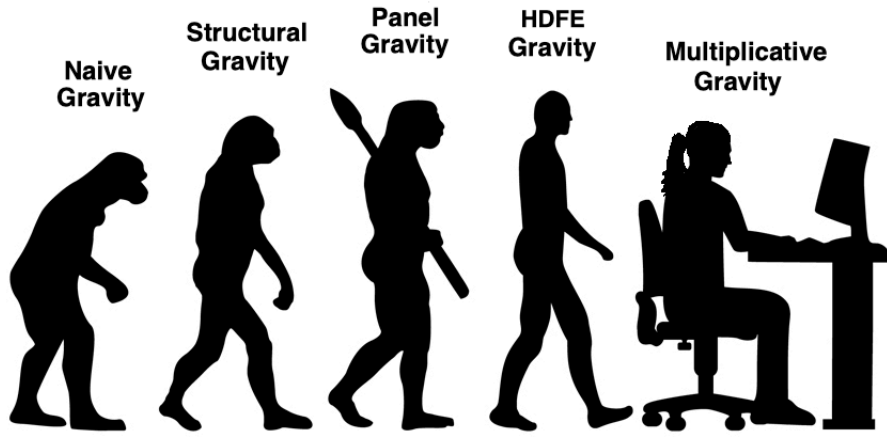
Yurtiçi Ticaret. Ticaret teorisine göre, çekim modeli yurtiçi ticaret için de geçerlidir ve yurtiçi ticaret verilerinin kullanılması çekim modeli tahminleri açısından önemli avantajlar sağlar. Örneğin, bu tür veriler ticaret anlaşmalarına taraf olmayan ülkelere doğru veya bu ülkelerden gerçekleşen olası ticaret saptırma (*trade diversion*) etkilerinin, yaptırımların ülke sınırlarını aşan (*extraterritorial*) etkilerinin ve ayırım gözetmeyen (*non-discriminatory*) ticaret politikalarının etkilerinin tespit edilmesine olanak tanır. Bununla birlikte, veri kısıtları nedeniyle yurtiçi ticaret akımlarının analizlere dâhil edilmesi henüz standart bir uygulama hâline gelmiş değildir ve çekim modeli tahminlerinin büyük çoğunluğu hâlâ yalnızca uluslararası ticaret verileri kullanılarak yapılmaktadır. Bu nedenle, mevcut çekim modeli literatürünün büyük kısmıyla tutarlı biçimde, bu çalışmada yalnızca uluslararası ticaret akımlarına odaklanılacaktır.

3. Basit Çekim Tahminlerinden Modern Çekim Tahminlerine

Çekim modeli büyük başarısının önemli bir kısmını sahip olduğu olağanüstü tahmin gücüne ve çeşitli uygulamalara uyum sağlayabilen esnek yapısına borçludur. Bu bölümün amacı basit ampirik çekim denklemini ticaret akımlarının çeşitli belirleyicilerinin etkilerini tahmin etmeye elverişli modern bir ekonometrik çekim modeline dönüştürmektir. Bu bölümde yer alan analizler, EKK ve sabit etkiler gibi temel düzeyde ekonometri bilgisi gerektirmektedir/varsaymaktadır. Dolayısıyla bu bölümdeki içerik ekonometri dersi almış herhangi bir lisans öğrencisi tarafından rahatlıkla takip edilebilir niteliktedir ve ekonometri veya iktisat seminer dersi alacak yahut lisans tezi yazmayı ya da bağımsız bir araştırma projesi yürütmeyi planlayan öğrenciler için faydalı olabilir.

Çekim modelinin teorik temellerinden ve şimdiye kadar edindiğimiz bilgi birikiminden yararlanarak Şekil 5'teki kronolojik evrimden hareketle beş adımda ekonometrik çekim spesifikasyonunu geliştireceğiz.²

Şekil 5: Çekim Tahminlerinin Evrimi



Kaynak: Yazar.

Basit Çekim Modeli. Önceki bölümde basit çekim denklemini yapısal bir çekim modeline nasıl dönüştürdüğümüzü göstermiştik. Şimdi ise bu yaklaşımdan hareketle üç basit adımda basit çekim tahmin denklemini belirliyoruz. Birinci adımda, (1) numaralı denklemi log-lineer hâle getirip aşağıdaki denklemi elde ediyoruz:

$$\ln(X_{ij}) = \ln(\tilde{G}) - \theta \ln(T_{ij}) + \ln(Y_i) + \ln(Y_j). \quad (4)$$

İkinci adımda, bağımsız değişkenler için temsilî değişkenler kullanarak (4) numaralı denklemi ekonometrik bir modele dönüştürüyoruz. Bu doğrultuda ihracatçı ülkenin büyüklüğünü temsilen (GDP_i), ithalatçı ülkenin büyüklüğünü temsilen (GDP_j), ikili ticaret maliyetlerini temsilen ise ikili mesafeyi ($DIST_{ij}$) ve BTA'ları (RTA_{ij}) kullanıyoruz. Mesafe ve BTA'lar çekim modeli literatüründe ticaret maliyetlerini temsilen en çok başvurulan iki değişkendir.³ Ticaret maliyetleri için temsilî değişken olarak mesafe ve BTA'ların kullanılması pedagojik açıdan da yararlıdır; çünkü bunlardan biri (mesafe) sürekli bir değişkenken diğeri (BTA) yalnızca sıfır ve bir değerlerini alan bir gösterge/kukla değişkendir. Örneğin, BTA değişkeni iki ülke belirli bir yılda yürürlükte olan bir BTA'ya sahipse 1 değerini, aksi hâlde 0 değerini alır.

Son olarak, çekim sabitine (\tilde{G}) karşılık gelen bir sabit terim (β_0) ve bir hata terimi (ϵ_{ij}) ekliyoruz. Böylece, ilk ekonometrik çekim spesifikasyonumuzu tamamlamış oluyoruz:

$$\ln(TRADE_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 RTA_{ij} + \beta_2 \ln(DIST_{ij}) + \beta_3 \ln(GDP_i) + \beta_4 \ln(GDP_j) + \epsilon_{ij}. \quad (5)$$

²Çekim tahminlerine ilişkin önerilerin ayrıntılı gerekçelendirmesi ve tartışması için okuru Larch vd. (2025)'e yönlendiriyorum.

³Rehberin sonunda yer alan uygulama sorularında ticaret maliyetlerini temsil eden diğer değişkenler ve bazı politika değişkenleri de tanıtılmaktadır.

(5) numaralı denklem ekonometrik çekim modelinin en popüler versiyonudur. Bu denklem EKK yöntemiyle tahmin edilebilir ve elde edilen tahminler şu şekilde yorumlanır. Sürekli değişkenlere (yani mesafe ve GSYH) ait katsayı tahminleri elastikiyetleri ifade eder. Dolayısıyla, örneğin mesafenin katsayı tahmini $\hat{\beta}_2 = -0.8$ ise bu, ikili mesafede yaşanacak %1'lik bir artışın ülkeler arasındaki ikili ticareti diğer her şey sabitken (*ceteris paribus*) ortalama olarak %0,8 azaltacağı anlamına gelir. Çekim modelindeki herhangi bir gösterge değişkeninin (örneğin BTA) etkisini yorumlamak için ise şu formül kullanılır: $[exp(\beta_1) - 1] \times 100$. Bu durumda, örneğin BTA değişkenine ait katsayı tahmini $\hat{\beta}_1 = 0.5$ ise, araştırma döneminde yürürlüğe giren BTA'ların anlaşmaya taraf ülkeler arasındaki ikili ticareti diğer koşullar sabitken ortalama olarak yaklaşık %65 artırdığı anlaşılır ($[exp(0.5) - 1] \times 100 = 64.87$).

Yapısal Çekim Modeli. Bir sonraki adımda (2) numaralı denklemin teorik çıkarımlarını dikkate alarak ekonometrik spesifikasyonu geliştiriyoruz. Bu bağlamda iki temel teorik hususu göz önünde bulundurmalıyız. Birincisi, üretim ve harcama değerlerini modele yansıtmanız gerekir. İkincisi, çok taraflı ticaret maliyetlerini hesaba katmanız gerekir. Kural olarak her iki güçlüğün de gözlemlenebilir verilerle doğrudan üstesinden gelmek mümkün olsa da (i) üretim-harcama ayırımı ve (ii) çok taraflı ticaret maliyetlerini teoriyle tutarlı ve kapsamlı biçimde hesaba katmanın en kolay ekonometrik yolu aşağıdaki gibi ihracatçı ve ithalatçı sabit etkilerini kullanmaktır:

$$\ln(TRADE_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 RTA_{ij} + \beta_2 \ln(DIST_{ij}) + \pi_i + \psi_j + \epsilon_{ij}. \quad (6)$$

Burada π_i veri setindeki her ihracatçı ülke için 1 değerini alan kukla değişkenlerden oluşan ihracatçı sabit etkiler kümesini, ψ_j ise verideki her ithalatçı ülke için 1 değerini alan kukla değişkenlerden oluşan ithalatçı sabit etkiler kümesini ifade etmektedir. Dolayısıyla veri seti 100 ülkeden oluşuyor ve her ülke hem ithalatçı hem de ihracatçı olarak gözlemleniyorsa modelde 100 ithalatçı ve 100 ihracatçı sabit etkisi yer alacaktır.⁴ Sabit etkilerin başlıca avantajları şunlardır: (i) ihracatçıya ve ithalatçıya özgü, ekonomik büyüklük ve çok taraflı ticaret maliyetleri dahil olmak üzere, gözlemlenebilir ve gözlemlenemeyen tüm özellikleri kontrol ederler; böylece atlanmış değişkenler (*omitted variable*) veya bu boyutlarla ilgili veri toplama konusunda kaygı duymaya gerek kalmaz. (ii) Sabit etkiler standart istatistik yazılımlarıyla ampirik olarak son derece kolay bir şekilde oluşturulup uygulanabilir. Bunu bir sonraki bölümde göstereceğiz. Buna karşın, ihracatçıya veya ithalatçıya özgü değişkenler (örneğin GSYH veya nüfus) sabit etkilerle tam doğrusal ilişki içinde oldukları için model tarafından tamamen kontrol altına alınır ve bu değişkenlerin etkileri bağımsız olarak belirlenemez. Ancak ülke çiftlerine özgü oldukları için ikili ticaret maliyetlerinin ve politika değişkenlerinin (örneğin mesafe ya da BTA'lar) etkilerini tahmin etmemiz bu durumdan hiçbir şekilde etkilenmez.

Panel Çekim Modeli. Bir sonraki adım, ekonometrik modele zaman boyutu eklemekten ibarettir. Böylelikle artık hata terimi ve tüm değişkenler (zamanla değişmeyen mesafe hariç) bir zaman alt indisine sahip olurlar:

$$\ln(TRADE_{ij,t}) = \beta_0 + \beta_1 RTA_{ij,t} + \beta_2 \ln(DIST_{ij}) + \pi_{i,t} + \psi_{j,t} + \epsilon_{ij,t}. \quad (7)$$

Önceki bölümde tartışıldığı üzere ekonometrik analize zaman boyutunun eklenmesi teoriyle uyumludur ve daha fazla veri kullanılmasının modelin performansını artırması beklenir. Ayrıca zaman boyutu, BTA'ların yürürlüğe girişlerinden önceki ve sonraki etkilerini incelememize ve farklı dönemlerde oluşturulan BTA'ların (örneğin 1990'lı yıllardakiler ile 2000'li yıllardakilerin) etkileri arasındaki olası farklılıkları değerlendirmemize olanak tanır.

HDFE Çekim Modeli. Zaman boyutuna sahip verilerin kullanımı ülke çifti sabit etkilerinin (γ_{ij}) modele dâhil edilmesine de imkân tanır. Bu nedenle, bu spesifikasyon "yüksek boyutlu sabit etkiler" (*High-Dimensional Fixed Effects, HDFE*) olarak adlandırılır. Ülke çifti sabit etkileri veri setindeki her ülke çifti için 1, aksi takdirde 0 değerini alan kukla değişkenlerden oluşur. Buna göre HDFE çekim modeli aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$\ln(TRADE_{ij,t}) = \beta_0 + \beta_1 RTA_{ij,t} + \gamma_{ij} + \pi_{i,t} + \psi_{j,t} + \epsilon_{ij,t}. \quad (8)$$

⁴Teknik olarak mükemmel doğrusal ilişki (*perfect collinearity*) nedeniyle ihracatçı ve ithalatçı tarafındaki sabit etkilerden birer tanesi modelden düşer; ancak bu durumun ilgi konusu bağımsız değişkenlerin tahminleri üzerinde herhangi bir etkisi yoktur.

İhracatçı ve ithalatçı sabit etkilerinin bu ülkelere özgü ticaret maliyetlerini kontrol etmesi gibi, ülke çifti sabit etkileri de mesafe ve ortak sınır gibi zamanla değişmeyen tüm ikili ticaret maliyetlerini bütünüyle kontrol eder. Ülke çifti sabit etkilerini kullanmanın dezavantajı, mesafe veya diğer zamanla değişmeyen ülke çiftine özgü değişkenlerin etkilerinin tahmin edilmesine olanak vermemesidir. Dolayısıyla $\ln(DIST_{ij})$ ülke çifti sabit etkileri tarafından tamamen kontrol altına alınır ve artık (8) numaralı denklemde yer almaz. Bununla birlikte, amaç zamana göre değişen politikaların (örneğin gümrük tarifeleri, BTA'lar, yaptırımlar vb.) etkilerini tahmin etmekse, ülke çifti sabit etkilerinin kullanımı çekim modeli tahminleri açısından şiddetle tavsiye edilir. Çünkü bu etkilerin modele dâhil edilmesi potansiyel olarak atlanmış pek çok değişkeni kontrol altına alır, kapsamlı veri toplama gereksinimini azaltır ve çekim modelinin tahmin gücünü önemli ölçüde artırır. Bu durum, bir sonraki bölümde gerçekleştirilecek uygulamalı analizle vurgulanacak ve pekiştirilecektir.

Çarpımsal Çekim Modeli. Nihai ekonometrik modele ulaşmamızı sağlayan son adım, log-lineer çekim spesifikasyonunun sıfıra eşit olan tüm ikili ticaret akımlarını dışlaması sorununu ele almaktır; zira $\log(0)$ tanımsızdır. Bu sorunu denklemin her iki tarafını üstel forma dönüştürmek suretiyle basit bir ayarlamayla çözebiliriz. Bu durumda model aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$TRADE_{ij,t} = \exp [\beta_0 + \beta_1 RTA_{ij,t} + \gamma_{ij} + \pi_{i,t} + \psi_{j,t}] \times \varepsilon_{ij,t}. \quad (9)$$

Çarpımsal ekonometrik modeli cazip kılan iki ek özellik daha bulunmaktadır. İlk olarak, bir sonraki bölümde gösterileceği üzere çarpımsal çekim modeli standart istatistik paketlerindeki yerleşik komutlarla son derece hızlı ve kolay bir şekilde tahmin edilebilir. İkinci olarak, çekim katsayılarının yorumları EKK yöntemiyle tahmin edilen log-lineer modeldeki katsayı yorumlarıyla aynıdır.

(9) numaralı denklem, akademisyenlerin ve politika analistlerinin çeşitli politikaların etkilerini tahmin etmek amacıyla kullandıkları modern ekonometrik çekim modelini temsil etmektedir. Bu denklem temel alınarak hazırlanan Kutu 5, çekim teorisinin teorik çıkarımları ile bunların ampirik uygulamalardaki karşılıklarını özetlemektedir.

Kutu 5. ÖZET: Teoriden Tahmine

Teorik Çıkarım

Üretim ile harcama ayırımının kontrolü

Çok taraflı ticaret maliyetlerinin kontrolü

Zamanla değişmeyen ikili ticaret maliyetlerinin hesaba katılması

Zamanla değişen ikili ticaret maliyetlerinin hesaba katılması

Sıfır ticaret akımlarının hesaba katılması

Ampirik Uygulama

İhracatçı(-zaman) ve ithalatçı(-zaman) sabit etkilerinin kullanımı

İhracatçı(-zaman) ve ithalatçı(-zaman) sabit etkilerinin kullanımı

Ülke çifti sabit etkilerinin (ya da zamanla değişmeyen değişkenlerin) kullanımı

Zaman boyutuna sahip (panel) verilerin ve politika değişkenlerinin kullanımı

Çarpımsal PPML tahmincisinin kullanımı

Devam etmeden önce çekim denkleminin teoriyle tutarlı biçimde herhangi bir toplulaştırma düzeyinde geçerli olduğunu hatırlatmakta yarar var. Dolayısıyla (9) numaralı denklem her türlü ürün, endüstri, sektör veya toplam düzey için tahmin edilebilir. Söz konusu modelin standart istatistik yazılımlarıyla son derece kolay biçimde uygulanıp tahmin edilebildiğini özellikle belirtmek gerekir. Bir sonraki bölümde bunu basit fakat son derece güncel bir örnekle göstereceğiz.

4. Uygulamalı Çekim Analizi: Mesafe, BTA'lar ve AB'nin Etkileri

Burada bir önceki bölümde sunulan tahmin denklemlerinin aşamalı olarak uygulandığı bir analiz gerçekleştirilecektir. Bu analizdeki yegâne fark, mesafe ve BTA'ların etkileri tahmin edilirken AB'nin etkisinin diğer BTA'lardan ayrı olarak ele alınmasıdır. Bu amaçla model tanımımıza t yılında i ve j ülkelerinin ikisi de AB üyesiye 1, aksi hâlde 0 değerini alan yeni bir gösterge değişkeni – $EU_{ij,t}$ – ekleyeceğiz. Böylece, BTA değişkeni AB dışındaki diğer tüm ticaret anlaşmalarını kapsarken AB'nin etkisi modelde ayrı bir BTA olarak değerlendirilecektir. Bu düzenlemenin dört temel gerekçesi bulunmaktadır: Birincisi, AB üyeliğinin ticaret üzerindeki etkisi hem akademik çevreler hem de politika yapımcılar açısından önemli bir ilgi alanıdır. İkincisi, AB'nin ticaret üzerindeki etkisinin diğer BTA'lara kıyasla daha farklı ya da daha güçlü olması beklenmektedir. Üçüncüsü, bu analiz farklı ticaret anlaşmalarının etkilerinin nasıl izole edilebileceğine dair bir örnek teşkil etmektedir.⁵ Dördüncüsü, AB'nin güçlü biçimde entegre olmuş çok sayıda ülkeden oluşan yapısı, teori bölümünde de tartışıldığı üzere, çok taraflı ticaret maliyetlerinin işleyişini etkileyebilir ve bu nedenle AB etkilerinin tahmini açısından önemli sonuçlar doğurabilir.

Stata yazılımı kullanılarak gerçekleştirilecek olan ampirik analiz için gereken tüm komutlar, elde edilen bulguların yorumları ve bunları destekleyen temel gerekçeler bu bölümde sunulmaktadır. Analizde kullanılan veri setine ve tüm ilgili komutlara tek bir “do” dosyası hâlinde aşağıdaki adresten ulaşılabilir: https://yotoyotov.com/Gravity_Undergrads.html. Burada kullanılan tahmin komutlarının diğer yaygın (ve ücretsiz) istatistik paketlerine de kolaylıkla uyarlanabildiğini belirtmekte yarar var. Bu nedenle, ileri düzey lisans öğrencilerinin bunlara rahatlıkla erişebilmesi gerekir. Erişilebilirliği artırmak amacıyla web sitesi bu bölümde kullanılan veri setleri ve kodların R sürümünü de içermektedir.

Çekim Verisi. Bu rehberle eşlik etmesi amacıyla, Mart 2025 itibarıyla mevcut en güncel ticaret, politika ve çekim verilerinden yararlanarak, akademisyenler ve politika yapımcıların kullanımına açık olan *Gravity for Undergraduates* (GU) veritabanını derledim. Dolayısıyla bu bölümdeki ampirik analizde ve rehberin sonunda yer alan uygulama sorularında kullanılan veri setleri, politika analizleri ve araştırma projeleri için uygun niteliktedir. GU veri seti, 1990-2023 dönemini kapsayan ve dünya ihracatının %98,9'unu, ithalatının %97,7'sini ve küresel GSYH'nin %98,3'ünü temsil eden en büyük 100 ihracatçı ülkeye ait toplam ticaret ve çekim değişkenlerini içermektedir. Analizde kullanılan değişkenler, bunlara ilişkin kısa açıklamalar ve veri kaynakları aşağıdaki listede sunulmuştur. Geri kalan değişkenler ise rehberin sonunda yer alan Uygulama Soruları bölümünde ele alınacaktır.

Exporter	İhracatçı ülke i 'nin ISO ülke kodu. Kimlik (ID) değişkeni.
Importer	İthalatçı ülke j 'nin ISO ülke kodu. Kimlik değişkeni.
Year	Yıl t (1990-2023 dönemini kapsar). Kimlik değişkeni.
Trade	Yıl t itibarıyla i ile j ülkeleri arasındaki toplam ikili ticaret akımları (nominal/cari ABD doları cinsinden). Kaynak: UN COMTRADE veritabanı, https://comtradeplus.un.org/ .
Distance	i ve j ülkeleri arasındaki nüfus ağırlıklı mesafe (kilometre cinsinden). Kaynak: USITC DGD veritabanı, https://www.usitc.gov/data/gravity/dgd.htm .
RTA	i ve j arasında yıl t itibarıyla yürürlükte bir BTA olup olmadığını gösteren gösterge değişkeni. Kaynak: Mario Larch'ın veritabanı, https://www.ewf.uni-bayreuth.de/en/research/RTA-data/ .
EU	Yıl t itibarıyla i ve j ülkelerinin her ikisinin de AB üyesi olup olmadığını gösteren gösterge değişkeni. Kaynak: Yazar. Avrupa Komisyonu verilerine dayanmaktadır.
GDP_Exporter	İhracatçı ülke i 'nin yıl t itibarıyla GSYH'si (nominal/cari ABD doları cinsinden). Kaynak: Dünya Bankası WDI veritabanı, https://datacatalog.worldbank.org/home .
GDP_Importer	İthalatçı ülke j 'nin yıl t itibarıyla GSYH'si (nominal/cari ABD doları cinsinden). Kaynak: Dünya Bankası WDI veritabanı, https://datacatalog.worldbank.org/home .

Şekil 6, üç ülke (Kanada, Meksika ve ABD) ve üç yıl (1993-1995) için GU verilerinden bir kesit sunmaktadır. Veriler bu üç ülke arasındaki ticaretin yüksek hacimli, asimetrik ve zamana göre değişken olduğunu göstermektedir. Her ülke çifti arasındaki mesafe modelin yapısı gereği simetriktir. BTA değişkeni, 1989 tarihinde yürürlüğe giren Kanada ile ABD arasındaki ticaret anlaşması nedeniyle Kanada-ABD çifti için

⁵Rehberin sonunda yer alan uygulama soruları daha fazla örnek içermektedir.

tüm yıllarda 1 değerini almaktadır. Buna karşılık, ABD-Meksika ve Kanada-Meksika çiftleri için BTA değişkeni Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması'nın (NAFTA) 1994 yılında yürürlüğe girmesiyle birlikte 0'dan 1'e geçmektedir. AB değişkeni ise bu ülkelerin hiçbirinin AB üyesi olmaması sebebiyle her zaman 0 değerini almaktadır. GSYH değişken(ler)i ülkeler arasındaki ekonomik büyüklük farkını yansıtmaktadır. Son olarak, açıkça oluşturmanız ve eklemeniz gerekmesi de sabit etkilere dair Şekil 6'da dört örnek gösterilmiştir. Burada CAN_exp_1993' 1993 yılı için Kanada'nın ihracatçı sabit etkisini, 'USA_imp_1995' 1995 yılı için ABD'nin ithalatçı sabit etkisini, 'CAN_MEX' Kanada'nın Meksika'ya ihracatına ilişkin ülke çifti sabit etkisini ve 'MEX_CAN' Meksika'nın Kanada'ya ihracatına ilişkin ülke çifti sabit etkisini göstermektedir.

Şekil 6: Çekim Verisinin Yapısı

	Exporter	Importer	Year	Trade	Distance	RTA	EU	GDP_Exporter	GDP_Importer	CAN_exp_1993	USA_imp_1995	CAN_MEX	MEX_CAN
1	CAN	MEX	1993	9.882e+08	3472.085	0	0	5.791e+11	5.302e+11	1	0	1	0
2	CAN	MEX	1994	1.620e+09	3472.085	1	0	5.799e+11	5.536e+11	0	0	1	0
3	CAN	MEX	1995	1.374e+09	3472.085	1	0	6.060e+11	3.802e+11	0	0	1	0
4	CAN	USA	1993	1.136e+11	2134.945	1	0	5.791e+11	6.859e+12	1	0	0	0
5	CAN	USA	1994	1.319e+11	2134.945	1	0	5.799e+11	7.287e+12	0	0	0	0
6	CAN	USA	1995	1.483e+11	2134.945	1	0	6.060e+11	7.640e+12	0	1	0	0
7	MEX	CAN	1993	2.785e+09	3472.085	0	0	5.302e+11	5.791e+11	0	0	0	1
8	MEX	CAN	1994	3.274e+09	3472.085	1	0	5.536e+11	5.799e+11	0	0	0	1
9	MEX	CAN	1995	3.901e+09	3472.085	1	0	3.802e+11	6.060e+11	0	0	0	1
10	MEX	USA	1993	4.072e+10	2492.907	0	0	5.302e+11	6.859e+12	0	0	0	0
11	MEX	USA	1994	5.033e+10	2492.907	1	0	5.536e+11	7.287e+12	0	0	0	0
12	MEX	USA	1995	6.275e+10	2492.907	1	0	3.802e+11	7.640e+12	0	1	0	0
13	USA	CAN	1993	8.804e+10	2134.945	1	0	6.859e+12	5.791e+11	0	0	0	0
14	USA	CAN	1994	1.002e+11	2134.945	1	0	7.287e+12	5.799e+11	0	0	0	0
15	USA	CAN	1995	1.098e+11	2134.945	1	0	7.640e+12	6.060e+11	0	0	0	0
16	USA	MEX	1993	4.832e+10	2492.907	0	0	6.859e+12	5.302e+11	0	0	0	0
17	USA	MEX	1994	5.481e+10	2492.907	1	0	7.287e+12	5.536e+11	0	0	0	0
18	USA	MEX	1995	5.397e+10	2492.907	1	0	7.640e+12	3.802e+11	0	0	0	0

Kaynak: Gravity for Undergrads veri seti.

Şekil 6'daki kesitte yalnızca üç ülke bulunduğu ve her biri üç yıl boyunca diğer iki ülkeye ihracat yapıp onlardan ithalat gerçekleştirdiği için toplam 18 gözlem bulunmaktadır (yani $(3 \text{ ülke}) \times (2 \text{ ticaret ortağı}) \times (3 \text{ yıl}) = 18$). Eğer tüm ülke çiftlerine ve tüm yıllara ait veriler eksiksiz biçimde mevcut olsaydı, GU veri setindeki gözlem sayısı toplamda $100 \times 99 \times 34 = 336.600$ olurdu. Ancak eski Sovyet cumhuriyetleri gibi bazı ülkeler bağımsızlıklarını 1990'ların başında kazandıklarından, bu ülkelere ait ticaret ve GSYH verileri yalnızca sonraki yıllar için mevcuttur. Dolayısıyla GU veri seti tam dengeli (*balanced*) değildir ve veri setinde toplamda 320.920 gözlem bulunmaktadır.

Ekonometrik analize geçmeden önce bazı değişkenlerin (ticaret, mesafe ve GSYH) logaritmik forma dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm aşağıdaki basit Stata kodu ile gerçekleştirilmektedir:

```
generate ln_trade=ln(Trade)
generate ln_dist=ln(Distance)
generate ln_gdp_exp=ln(GDP_Exporter)
generate ln_gdp_imp=ln(GDP_Importer)
```

Basit Çekim Modelinin Tahmini. Aşağıdaki Stata komut satırı, (5) numaralı denkleme karşılık gelen basit bir EKK spesifikasyonundan en "geleneksel" (ancak "basit") çekim tahminlerini üretmektedir:

```
regress ln_trade ln_dist RTA EU ln_gdp_exp ln_gdp_imp if Year==2023
```

Bu tahmin satırının unsurları şunlardır: 'regress', EKK tahmini için standart Stata komutunu; 'ln_trade', bağımlı değişkeni; 'ln_dist', 'RTA', 'EU', 'ln_gdp_exp' ve 'ln_gdp_imp' ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir. Son olarak, 'if year==2023' koşulu tahminin yalnızca tek bir yıl (2023) için yapılmasını sağlar. Bu koşul

veri setindeki herhangi bir yıl (1990-2023 arası) olacak şekilde değiştirilebilir.

Bu spesifikasyondan elde edilen çekim modeli tahminleri Tablo 1'in (1) numaralı sütununda raporlanmaktadır. Genel olarak sonuçlar beklentilerle uyumludur. Beş bulgu öne çıkmaktadır. Birincisi, mesafenin ticaret üzerindeki etkisine ilişkin tahmin negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu, mesafedeki %1'lik bir artışın ticarete %1,179'luk bir azalmaya yol açacağı anlamına gelmektedir. İkincisi, BTA ve AB değişkenlerine ilişkin tahminler pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. BTA katsayısı, BTA'ların üye ülkeler arasındaki ticareti diğer tüm koşullar sabitken ortalama olarak yaklaşık %94 artırdığını göstermektedir ($[exp(0.664) - 1] \times 100 = 94.25$). Üçüncüsü, daha derin entegrasyon yapısına sahip olan AB'nin ticaret üzerindeki etkisi ise beklendiği üzere daha büyüktür (AB üyeliğinin AB ülkeleri arasındaki ticareti ne ölçüde artırdığını BTA etkisinin hesaplanma yöntemini örnek alarak belirleyebilir misiniz?). Dördüncüsü, hem ithalatçı hem de ihracatçı ülkenin GSYH'sine ait büyük, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı katsayılar, ekonomik büyüklük ile ticaret arasındaki güçlü pozitif ilişkiyi doğrulamaktadır. Son olarak, $R^2 = 0.64$ olması yalnızca beş temel açıklayıcı değişken içeren basit çekim modelinin bile oldukça güçlü bir uyum sergilediğini göstermektedir.

Tablo 1: Çekim Modeli Tahminlerinin Gelişimi

	(1) Basit Çekim	(2) Yapısal Çekim	(3) Panel Çekim	(4) HDFE Çekim	(5) Çarpımsal Çekim
ln_dist	-1.179 (0.032)**	-1.473 (0.034)**	-1.583 (0.006)**		
RTA	0.664 (0.049)**	0.236 (0.051)**	0.147 (0.010)**	0.103 (0.013)**	0.076 (0.012)**
EU	0.900 (0.112)**	-0.261 (0.117)*	-0.526 (0.022)**	0.427 (0.030)**	0.273 (0.024)**
ln_gdp_exp	1.352 (0.015)**				
ln_gdp_imp	1.143 (0.015)**				
Constant	-37.864 (0.600)**				
N	9564	9564	288085	288085	320920
R ²	0.643	0.759	0.772	0.897	

Kaynak: Yazar. Standart hatalar parantez içinde verilmiştir. + $p < 0.10$, * $p < .05$, ** $p < .01$. Her bir spesifikasyonun ayrıntıları için rehberin ana metnine bakınız.

Yapısal Çekim Modelinin Tahmini. Yapısal çekim modeli (6)'yı tahmin edebilmek için önceki tahmin satırında iki değişiklik yapıyoruz:

```
reghdfe ln_trade ln_dist RTA EU if Year==2023, absorb(Exporter Importer)
```

İlk olarak, 'reghdfe' komutunu kullanıyoruz.⁶ Önceki spesifikasyonda kullanılan standart 'regress' komutunu kullanmak da mümkündür; ancak 'reghdfe' çok sayıda sabit etkiyi kolayca kontrol etmeye olanak tanıdığından tahmin satırında yaptığımız ikinci bir değişiklikle burada bu komutu tercih ediyoruz. 'absorb (Exporter Importer)' seçeneğinin kullanılması tahminin 'ihracatçı' ve 'ithalatçı' sabit etkileri ile yapılacağını açıkça göstermektedir. Bu sabit etkiler ikili ticareti etkileyebilecek çok taraflı ticaret maliyetlerinin yanı sıra, üretim ve harcama değerleri gibi ihracatçıya ve ithalatçıya özgü gözlemlenebilir ve gözlemlenemeyen tüm özellikleri kontrol etmektedir. Bu nedenle, Tablo 1'in (2) numaralı sütununda yer alan yeni

⁶Bu rehberde kullanılacak olan 'reghdfe' komutu ile yüksek boyutlu sabit etkilere yönelik hızlı tahmin komutu ('ppmlhdfc') sırasıyla Correia (2016) ve Correia vd. (2020) tarafından geliştirilmiştir.

tahmin sonuçları artık GSYH'nin ticaret üzerindeki etkilerine ilişkin katsayı tahminlerini içermemektedir.⁷

(1) ve (2) numaralı sütunlardaki tahminler arasında dört dikkat çekici fark bulunmaktadır. İlk olarak, mesafenin ticaret üzerindeki etkisine ilişkin (2) numaralı sütunda yer alan tahmin hâlâ negatif ve istatistiksel olarak anlamlı, mutlak değer olarak ise daha büyüktür. İkinci olarak, AB katsayısı artık çok daha küçük, hatta negatiftir. Bu sonuç önceki bölümde ortaya konan çok taraflı ticaret maliyetlerine ilişkin teorik beklentilerle tutarlıdır. Daha açık ifade etmek gerekirse, teoremin öngördüğü üzere çok taraflı ticaret maliyetleri hesaba katıldığında AB'nin ticaret üzerindeki etkisi önemli ölçüde azalmaktadır. Üçüncü olarak, BTA değişkenine ilişkin tahmin de küçülmüştür, ancak hâlâ pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Son olarak, (2) numaralı sütundaki R^2 daha yüksektir. İhracatçı ve ithalatçı sabit etkilerinin kullanıldığını göz önünde bulundurduğumuzda, bu durum elbette beklenen bir sonuçtur; çünkü söz konusu sabit etkiler, ticaret akımlarını belirleyen ihracatçıya ve ithalatçıya özgü tüm gözlemlenebilir ve gözlemlenemeyen unsurları kontrol etmektedir.

Panel Çekim Modelinin Tahmini. (7) numaralı denkleme karşılık gelen panel çekim modeli tahminlerini elde etmek için önceki tahmin satırında iki değişiklik yapıyoruz:

```
reghdfe ln_trade ln_dist RTA EU, absorb(Exporter#Year Importer#Year)
```

Birincisi, veri setindeki tüm yılları kullanmak istediğimiz için 'if year==2023' ifadesini kaldırıyoruz. İkincisi, ekonometrik modeldeki sabit etkilerin zaman içinde değişmesine olanak sağlamak adına artık ihracatçı-zaman (Exporter#Year) ve ithalatçı-zaman (Importer#Year) sabit etkilerini kullanıyoruz. Panel veri yapısındaki sabit etkilerin zaman boyutlu olması, ihracatçıya ve ithalatçıya özgü değişkenlerin (örneğin ülke büyüklüğü ve çok taraflı ticaret maliyetleri) zamanla değiştiğini varsayan (3) numaralı panel çekim modeli teorisiyle tutarlıdır.

Panel veri tahminleri Tablo 1'in (3) numaralı sütununda sunulmaktadır. İlk olarak, beklendiği üzere (3) numaralı sütundaki gözlem sayısının (N) önemli ölçüde daha fazla olduğunu görüyoruz. Benzer şekilde, daha fazla veri kullanılmasına bağlı olarak sütun (3)'teki standart hatalar da daha küçüktür. Mesafenin etkisine ilişkin tahmin sütun (2)'deki yatay kesit sonucuyla büyük ölçüde örtüşmektedir. BTA'ların etkisine ilişkin tahmin ise pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte daha küçüktür. Buna karşılık, (3) numaralı sütundaki AB etkisine ilişkin tahmin büyük, negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu panel spesifikasyonu potansiyel olarak önemli birçok ikili ticaret maliyetini ihmal ettiği için bu sonuç politika açısından şaşırtıcı olsa da yöntem açısından hiç de şaşırtıcı değildir. Bu sorun bir sonraki spesifikasyonda giderilmektedir.

HDFE Çekim Modelinin Tahmini. Panel çekim modeline yapılacak bir sonraki düzenleme, ülke çifti sabit etkilerinin modele dâhil edilmesidir. Bu işlem, tahmin komutundaki 'absorb' seçeneğine ihracatçı-zaman ve ithalatçı-zaman sabit etkilerine ek olarak ülke çifti sabit etkilerini (yani 'Importer#Exporter') ekleyerek kolayca gerçekleştirilebilir. Buna karşılık gelen tahmin satırı şöyledir:

```
reghdfe ln_trade RTA EU, absorb(Exporter#Year Importer#Year Importer#Exporter)
```

Bu yeni tahmin satırında artık 'ln_dist' değişkeninin yer almadığına dikkat edilmelidir. Bunun nedeni, ülke çifti sabit etkilerinin mesafe dâhil olmak üzere tüm zamanla değişmeyen ikili ticaret maliyetlerini tamamen kontrol altına almasıdır. Söz konusu maliyetlerin önemli bir bölümünün coğrafi unsurlardan kaynaklandığı göz önünde bulundurulduğunda, ülke çifti sabit etkilerinin ölçülmesi ya da doğrudan gözlemlenmesi mümkün olmayan pek çok değişkeni kontrol etmede hayli etkili olduğu söylenebilir. Bu sayede AB ve BTA'lar gibi zaman içinde değişen ikili politika değişkenlerine odaklanmamız mümkün hâlâ gelir. Eğer analizin odağı mesafe, ortak sınır veya ortak dil gibi zamanla değişmeyen ticaret belirleyicilerinin etkilerini incelemekse, ülke çifti sabit etkileri bu tür tahminlere olanak tanımayacağı için kullanılamaz. Bu tür

⁷Sabit etkiler modele dâhil edildiğinde sabit terimin (*constant*) tahmini artık standart anlamını yitirir. Bu nedenle tabloya dâhil edilmemiştir.

analizler rehberin sonunda yer alan uygulama sorularında yer almaktadır.

Ülke çifti sabit etkilerini içeren çekim tahminleri Tablo 1'in (4) numaralı sütununda sunulmaktadır. Bu spesifikasyon AB etkisine ilişkin oldukça farklı bir tahmin ortaya koymaktadır. Daha açık bir ifadeyle, AB'nin ticaret üzerindeki etkisine ilişkin tahmin, beklendiği üzere artık büyük, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. BTA tahmini ise önceki duruma göre biraz daha küçük olmakla birlikte hâlâ pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Daha önce de belirtildiği gibi, politika değişkenlerine ilişkin tahminlerdeki bu değişimin nedeni, burada ülke çifti sabit etkileri tarafından kontrol edilen ancak önceki model spesifikasyonlarında atlanmış olan zamanla değişmeyen bazı temel bağımsız değişkenlerdir. Ülke çifti sabit etkileri bu değişkenleri bütünüyle kontrol altına aldığı için, ikili politika değişkenlerinin (örneğin BTA'lar, AB üyeliği, gümrük tarifeleri, yaptırımlar vb.) etkilerini sağlıklı biçimde değerlendirebilmek adına bu tür sabit etkileri içeren modellerin kullanılması şiddetle tavsiye edilir. Son olarak, ülke çifti sabit etkilerinin kullanılması modelin genel uyumunu daha da artırmış ve R^2 değerinin 0.9'a ulaşmasını sağlamıştır.

Çarpımsal Çekim Modelinin Tahmini. Son spesifikasyonumuzda çekim modelini çarpımsal biçimde tahmin ediyoruz. Buna karşılık gelen tahmin satırı ise şu şekilde ifade edilir:

```
ppmlhdfc Trade RTA EU, absorb(Exporter#Year Importer#Year Importer#Exporter)
```

Çekim modelinin çarpımsal formda tahmin edilmesini sağlayan iki basit değişiklik yapılır: (i) 'reghdfc' komutu 'ppmlhdfc' komutuyla değiştirilir ve (ii) ticaret akımları logaritmik ('ln_trade') biçimde değil, düzey değerleri ('Trade') üzerinden kullanılır. Yeni 'ppmlhdfc' komutu, EKK tahmincisi yerine çarpımsal PPML tahmincisinin kullanılacağını belirtir. PPML tahmincisi, ekonometrik açıdan EKK'ya göre sahip olduğu çeşitli avantajlar nedeniyle çekim analizlerinde standart tahminci konumuna gelmiştir. Bu avantajlardan biri de çarpımsal formu sayesinde veri setindeki sıfır ticaret akımlarını hesaba katabilmesidir.⁸ PPML ile elde edilen çekim tahminlerinin aynı şekilde yorumlanmaya devam ettiğini belirtmekte fayda var. Ayrıca, hesaplamalı yöntemlerdeki güncel gelişmeler sayesinde PPML tahmincisi hem sağlam (*robust*) hem de hızlı hâle gelmiştir.

Son çekim modeli tahminleri Tablo 1'in (5) numaralı sütununda yer almaktadır. Çarpımsal çekim modeli BTA katsayısını 0.076 olarak tahmin etmektedir. Bu sonuç inceleme döneminde yürürlüğe giren BTA'ların üye ülkeler arasındaki ticareti diğer her şey sabitken ortalama olarak yaklaşık %8 artırdığını göstermektedir. AB tahmini ise yaklaşık %31'lik bir artışa işaret etmektedir. Her iki politika değişkenine ilişkin tahminler ilk bakışta küçük görünse de aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır. İlk olarak, bu tahminler ülke çifti sabit etkileri kullanıldığı için yalnızca 1990 sonrasında yürürlüğe giren BTA'ların ve AB'ye 1990 sonrası katılan ülkelerin etkilerini yansıtmaktadır. İkinci olarak, rehberin sonunda yer alan Uygulama Soruları bölümünde gösterileceği üzere hem AB'nin hem de BTA'ların ticaret üzerindeki etkileri oldukça heterojen olabilmektedir. Son olarak, (5) numaralı sütunda R^2 değerinin raporlanmadığına dikkat edilmelidir.⁹ Bunun yerine, modelin genel uyumunu değerlendirmek isteyen okuyucuların aynı spesifikasyondan elde edilen tahminlere dayanarak oluşturulan Şekil 2'ye bakması önerilmektedir.

Son Bir Değerlendirme. Eğer az önce tartıştığımız çarpımsal çekim spesifikasyonundaki unsurların ne anlama geldiğini, neden kullanıldığını ve ne tür sonuçlar doğurduğunu anladıysanız, önemli bir mesafe kat etmişsiniz demektir ve bununla gurur duymalısınız. Rehberin sonundaki Uygulama Soruları kısmında gösterileceği üzere bu tahmin satırına ilgili bağımsız değişkenleri ekleyerek zamanla değişen birçok ikili politikanın (örneğin yaptırımlar, gümrük birlikleri vb.) ticaret üzerindeki etkilerini tahmin edebileceksiniz. Ayrıca, eğer mesafe, sömürge bağları veya ortak resmî dil gibi zamanla değişmeyen ticaret belirleyicilerinin etkileriyle ilgileniyorsanız, ülke çifti sabit etkilerini kullanmak yerine bu değişkenleri modele doğrudan dâhil edebilirsiniz. Sonuç olarak, artık modern bir ampirik çekim modeliyle birçok politikanın ticaret akımları üzerindeki etkisini inceleyecek donanımına sahipsiniz.

⁸PPML'in çekim tahminlerindeki üstün özelliklerine dair ayrıntılı açıklamalar için bkz. Santos Silva ve Tenreyro (2006) ve Larch vd. (2025).

⁹Bunun nedeni, doğrusal olmayan PPML tahmincisinin önceki EKK spesifikasyonlarından elde edilen R^2 'ler ile karşılaştırılmayan 'sahte (pseudo)- R^2 ' üretmesidir. Ayrıntılı bilgi için bkz. <https://www.statalist.org/forums/forum/general-stata-discussion/general/1528609-ppmlhdfc-pseudo-r2>.

Son olarak, ekonometrik çekim modelinin henüz ele almadığımız son bir unsuru daha bulunmaktadır. Bu unsur, çekim tahminlerindeki standart hataların nasıl ele alınacağıyla ilgilidir ve üç nedenle şimdiye kadar tartışılmamıştır. Birincisi, konu mevcut amaçlar açısından muhtemelen fazla ileri düzeydedir. İkincisi, bu sorunun nasıl ele alınacağı konusunda yerleşik bir uygulama bulunmamaktadır. Üçüncüsü, bağımsız değişkenlerin katsayı tahminleri sabit kalsa bile bunlara karşılık gelen standart hatalar artıp azalabilir; ancak bu değişikliklerin çekim modelinden elde edilen sonuçlar üzerindeki etkisi çoğu zaman oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, çekim modelindeki standart hataları ele almak için kullanılan en yaygın yaklaşımlardan birini öneriyorum ve tahmin satırının sonuna yalnızca 'cluster(Exporter#Importer)' seçeneğini eklemenizi tavsiye ediyorum. Önde gelen akademik ekonometrisyenler bu konuda henüz ortak bir görüşe varamadıkları için endişe etmemelisiniz. Eğer neden bu tercihte bulunduğunuz sorulursa, basitçe "Yotov yüzünden!" diyebilirsiniz.

Kaynakça

- Anderson, James E.** 1979. "A Theoretical Foundation for the Gravity Equation." *American Economic Review* 69 (1): 106–116.
- Anderson, James E.** 2011. "The Gravity Model." *Annual Review of Economics* 3 133–160.
- Anderson, James E. ve Eric van Wincoop.** 2003. "Gravity with Gravititas: A Solution to the Border Puzzle." *American Economic Review* 93 (1): 170–192.
- Arkolakis, Costas, Arnaud Costinot ve Andrés Rodríguez-Clare.** 2012. "New Trade Models, Same Old Gains?" *American Economic Review* 102 (1): 94–130.
- Baldwin, Richard E. ve Daria Taglioni.** 2006. "Gravity for Dummies and Dummies for Gravity Equations." *NBER Working Paper No. 12516*.
- Correia, Sergio.** 2016. "A Feasible Estimator for Linear Models with Multi-Way Fixed Effects." *unpublished manuscript available at <http://scorreia.com/research/hdfe.pdf>*.
- Correia, Sergio, Paulo Guimarães ve Thomas Zylkin.** 2020. "Fast Poisson Estimation with High-Dimensional Fixed Effects." *The Stata Journal* 20 (1): 95–115. [10.1177/1536867x20909691](https://doi.org/10.1177/1536867x20909691).
- Eaton, Jonathan ve Samuel Kortum.** 2002. "Technology, Geography and Trade." *Econometrica* 70 (5): 1741–1779.
- Frankel, J.A. ve D. Romer.** 1999. "Does Trade Cause Growth?" *American Economic Review* 89 (3): 379–399.
- Krugman, Paul.** 1995. "Increasing returns, imperfect competition and the positive theory of international trade." In *Handbook of International Economics*, edited by Grossman, G. M. ve K. Rogoff Volume 3. 1st edition, Chap. 24 1243–1277.
- Larch, Mario, Serge Shikher ve Yoto Yotov.** 2025. "Estimating Gravity Equations: Theory Implications, Econometric Developments, and Practical Recommendations." Working Papers 2025001, Center for Global Policy Analysis, LeBow College of Business, Drexel University, <https://ideas.repec.org/p/drx/wpaper/2025001.html>.
- Ravenstein, Ernest George.** 1885. "The Laws of Migration: Part 1." *Journal of the Statistical Society of London* 48 (2): 167–235.
- Rose, Andrew K.** 2000. "One money, one market: the effect of common currencies on trade." *Economic Policy* 15 (30): 08–45.
- Santos Silva, João M.C. ve Silvana Tenreyro.** 2006. "The Log of Gravity." *Review of Economics and Statistics* 88 (4): 641–658.
- Tinbergen, Jan.** 1962. *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. New York: The Twentieth Century Fund.
- Yotov, Yoto V.** 2024. "The evolution of structural gravity: The workhorse model of trade." *Contemporary Economic Policy* 42 (4): 578–603.
- Yotov, Yoto V., Roberta Piermartini, Jose-Antonio Monteiro ve Mario Larch.** 2016. *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*. Geneva: UNCTAD and WTO.

Uygulama Soruları

Bu bölümde yer alan uygulama soruları şu amaçlar doğrultusunda tasarlanmıştır: Birincisi, rehberde ele alınan konular ve araçlara ilişkin hâkimiyetinizi artırmak; ikincisi, kodlama becerilerinizi pekiştirmek ve geliştirmek; üçüncüsü ise daha fazla ve gerçekçi politika uygulamaları sunmaktır. Sorular zorluk düzeyine göre kolaydan zora doğru sıralanmıştır. Her soru diğerlerinden bağımsız olarak ele alınabilir. Bazı sorular kendi içinde parçalara ayrılmış olup her birinin çözümü yalnızca birkaç satır kod gerektirmektedir. Soruların çözümü için gereken veriler *Gravity for Undergraduates* veritabanında mevcuttur.

1. Fizik ve Ticaret. GU veri setinde yer alan 2023 yılına ait ihracatçı ve ithalatçı GSYH'leri ile Mesafe değişkenini kullanarak rehberde sunulan basit çekim modeli (1)'e göre ticaret akımlarını oluşturun. Mevcut ticaret literatürüyle tutarlı olacak şekilde ticaretin mesafeye göre elastikiyetinin $\theta = -1$ olduğunu varsayın. Ayrıca, oluşturulan ve gözlemlenen ticaret akımları arasındaki korelasyonla ilgileneceğiniz için ticarete çekim sabitini $\tilde{G} = 1$ olarak varsayın. Basit çekim modelinden elde edilen ticaret akımları ile veri setinde gözlemlenen ticaret akımları arasındaki korelasyonu hesaplayın. Korelasyon katsayısı kaçtır? Şimdi her iki değişkenin ortalamalarını karşılaştırın. Bu farklar ne ile açıklanabilir?

2. Farklı yıllara ait yatay kesit tahminleri. GU veritabanını kullanarak rehberin 4. bölümündeki basit çekim modelini (yani Tablo 1'in (1) numaralı sütunundaki spesifikasyon) 1990, 2000, 2010 ve 2020 yılları için tahmin edin. Beş çekim değişkenine ait tahminlerin zaman içindeki değişimini tartışın. (İpucu: Dört denklemin tahminini ayrı ayrı satırlarda kodlayabilir veya bir döngü (*loop*) yazabilirsiniz.)

3. Standart çekim değişkenleri. İkili mesafenin logaritması, ortak sınırın varlığı, ortak resmî dil ve sömürge ilişkileri ticaret literatüründe zamanla değişmeyen ticaret maliyetlerini temsil etmek için kullanılan en yaygın dört değişkendir. Bu soruda GU veritabanını kullanarak bahsi geçen "standart" çekim değişkenlerinin ticaret üzerindeki etkilerini tahmin edeceksiniz.

3.a. Rehberin 4. bölümündeki çarpımsal çekim modelinden (yani Tablo 1'in (5) numaralı sütunundaki spesifikasyon) başlayın ve 'ln_dist', 'Contiguous_Border', 'Common_Language' ve 'Colonial_Ties' değişkenlerini doğrudan bu spesifikasyona ekleyin. Bu değişkenlerin etkilerini belirleyebiliyor musunuz? Neden?

3.b. Şimdi aynı spesifikasyonu ülke çifti sabit etkileri olmadan tahmin edin. Spesifikasyonunuzda ülke çifti sabit etkilerini içeren unsur nedir? O unsuru kaldırın. 3.a.'daki yeni açıklayıcı değişkenler için tahminler elde edebiliyor musunuz? Bu yeni tahminleri işaret ve büyüklük açısından yorumlayın.

4. Gümrük birliklerinin etkileri. Gümrük birlikleri (*Customs Unions*), BTA'ların bir türü olmakla birlikte, BTA üyelerinin üye olmayan ülkelerle ticarete ortak bir dış ticaret politikası benimsedikleri "daha derin" bir entegrasyon biçimini temsil ederler. Bu nedenle gümrük birliklerinin ticareti BTA'lardan daha fazla artırması beklenir. Bu soruda GU veri setini kullanarak bu hipotezi test edeceksiniz.

4.a. GU verilerini kullanarak rehberin 4. bölümündeki çarpımsal çekim modelini (yani Tablo 1'in (5) numaralı sütunundaki spesifikasyon) 'Customs_Union' değişkenini ekledikten sonra tahmin edin. 'Customs_Union' değişkenine ilişkin tahmini yorumlayın ve tartışın.

4.b. Tanım gereği her gümrük birliği aynı zamanda bir BTA'dır ve BTA değişkeni gümrük birliklerini de içermektedir. Bu nedenle, 4.a.'daki 'Customs_Union' katsayısı BTA tahmininden bir sapma olarak yorumlanmalıdır. Gümrük birliklerinin düzey (*level*) etkilerini elde etmek için, 'Customs_Union' değeri 1 olduğunda BTA kukla değişkenini sıfıra dönüştürün. Ardından 4.a.'daki modeli yeniden tahmin edin. 4.a. ve 4.b.'deki 'Customs_Union' tahminlerini karşılaştırın ve yeni tahmini yorumlayın.

5. Ticaret yaptırımlarının etkileri. Ekonomik yaptırımlar günümüz devlet politikalarının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. Bu soruda GU veritabanını kullanarak tam ticaret yaptırımlarının etkilerini tahmin edecek ve Rusya'ya yönelik yaptırımların etkilerini ayrıştıracaksınız.

5.a. GU verilerinden başlayın ve rehberin 4. bölümündeki çarpımsal çekim modelini (yani Tablo 1'in (5) numaralı sütunundaki spesifikasyon) 'Trade_Sanction' değişkenini ekledikten sonra tahmin edin. Yaptırımların etkilerine ilişkin tahmini yorumlayın ve tartışın.

5.b. 5.a.'daki spesifikasyondan başlayarak Rusya üzerindeki yaptırımların etkisini ayrıştırın. Bu amaçla 'Trade_Sanction' değişkenini kullanarak Rusya bir ticaret yaptırımının parçasıysa 1, aksi hâlde 0 değerini alan Rusya yaptırımları için 'Russia_Sanction' isimli yeni bir değişken oluşturun. Ardından 'Russia_Sanction' değişkeni 1 değerini aldığı anda 'Trade_Sanction' değişkenini 0'a dönüştürün ve 5.a.'daki modeli 'Russia_Sanction' değişkenini ekleyerek yeniden tahmin edin. Sonuçlarınızı yorumlayın.

5.c. Rusya'nın Ukrayna'yı işgali nedeniyle 2022'de maruz kaldığı yaptırımların etkilerini ayrıştırın. Bunun için bir önceki spesifikasyondaki 'Russia_Sanction' değişkenini 2022 öncesi yaptırımlar için 'Russia_Sanction_Old' ve 2022'de uygulanan yaptırımlar için 'Russia_Sanction_New' olmak üzere ikiye ayırın. Ardından 5.b'deki modeli 'Russia_Sanction' yerine bu iki yeni değişkeni kullanarak yeniden tahmin edin. Sonuçlarınızı tartışın ve yorumlayın.

6. BTA'ların heterojen etkileri. Rehberin içindeki BTA'ların bir bütün olarak tahmin edilmesi BTA etkilerindeki önemli farklılıkları maskeleyebilir. Bu soruda GU veritabanını kullanarak BTA etkilerindeki heterojenliğin çeşitli boyutlarını inceleyeceksiniz.

6.a. GU verileriyle başlayın ve rehberin 4. bölümündeki çarpımsal çekim modelini (yani Tablo 1'in (5) numaralı sütunundaki spesifikasyon) BTA etkilerinin 1990-1999, 2000-2009 ve 2010-2023 dönemleri için farklılaşmasını sağlayarak tahmin edin. (İpucu: Tek bir BTA değişkenini her dönem için birer tane olmak üzere üç BTA değişkenine ayırmanız gerekir.) Sonuçlarınızı tartışın.

6.b. Rehberin 4. bölümündeki çarpımsal çekim modelinden (yani Tablo 1'in (5) numaralı sütunundaki spesifikasyon) başlayın ve 2015 tarihli Avustralya-Çin STA'sının (ChAFTA) etkilerini ayrıştırın. Bu amaçla 2014 sonrası yıllarda Avustralya ile Çin arasındaki ticaret için 1 değerini alan ChAFTA adlı yeni bir gösterge değişkeni oluşturun. Ardından bu değişkeni çarpımsal çekim modeline ekleyin.

6.c. 6.b.'deki spesifikasyon ChAFTA etkisini BTA etkisinden bir sapma olarak tahmin eder. Bunun nedeni BTA değişkeninin ChAFTA'yı zaten içeriyor olmasıdır. ChAFTA'nın toplam etkisini elde etmek için ChAFTA 1'e eşit olduğunda BTA değişkenini 0'a dönüştürün. Ardından 6.b.'deki spesifikasyonu yeniden tahmin edin. İki spesifikasyondan elde edilen ChAFTA tahminlerini karşılaştırın ve yeni ChAFTA tahminini yorumlayın.

6.d. ChAFTA'nın etkilerinin asimetrik olup olmadığını test edin. (İpucu: ChAFTA değişkenini ticaret akımlarının yönüne göre yani Avustralya'dan Çin'e ve Çin'den Avustralya'ya olacak şekilde iki değişkene ayırın. Ardından bu iki değişkeni önceki spesifikasyondaki ChAFTA değişkeni yerine kullanın ve tahminleri karşılaştırın.)