

Geliş Tarihi:

10.04.2025

Kabul Tarihi:

13.06.2025

Yayınlanma Tarihi:

29.09.2025

Kaynakça Gösterimi: Hacıbebekoğlu, H.C. & Ünveren, B. (2025). Otomasyon, siyasi rekabet ve robot vergilendirmesi: Ekonomik bir analiz. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(53), 448-476, doi: 10.46928/iticusbe.1673690

OTOMASYON, SİYASİ REKABET VE ROBOT VERGİLENDİRMESİ: EKONOMİK BİR ANALİZ*

Araştırma

Hüseyin Can Hacıbebekoğlu 

Sorumlu Yazar

Yıldız Teknik Üniversitesi

hacibebekoglu91@gmail.com

Burak Ünveren 

Yıldız Teknik Üniversitesi

bunveren@yildiz.edu.tr

Hüseyin Can Hacıbebekoğlu Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat İngilizce Doktora programı mezunu, İstanbul Ticaret Üniversitesi İşletme Fakültesi İktisat İngilizce Bölümü araştırma görevlisidir.

Burak Ünveren, Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü İktisat Politikası Anabilim dalı öğretim üyesidir.

* Bu makale, Yıldız Teknik Üniversitesi İktisat İngilizce Doktora programı kapsamında, Prof. Dr. Burak Ünveren danışmanlığında yürütülen, Hüseyin Can Hacıbebekoğlu'na ait doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

Otomasyon, Siyasi Rekabet ve Robot Vergilendirmesi: Ekonomik Bir Analiz

Hüseyin Can Bebekoğlu
hacibebekoglu91@gmail.com
Burak Ünveren
bunveren@yildiz.edu.tr

Özet

Bu çalışma, siyasi rekabetin robot vergisi veya sübvansiyonu gerektirip gerektirmediğini analiz etmektedir. Basit bir genel denge modeli aracılığıyla, otomasyonun rutin çalışanları ikame ederken, rutin olmayan çalışanların verimliliğini artırdığını ve bu durumun toplumda siyasi bir çıkar çatışmasına neden olduğunu gösteriyoruz. Bu çatışma sonucunda, farklı işçi gruplarını temsil eden iki siyasi partinin, seçimi kazanmak ve kendi seçmenlerinin faydasını maksimize etmek amacıyla oyun teorik bir rekabete girdiğini analiz ediyoruz. Bu siyasi yarışta, hem gelir vergisi hem de robot vergisi politika araçları kullanılıyor. Nicel analizimiz, mevcut robot fiyatlarının yüksek olması nedeniyle her iki partinin de robot kullanımı için sübvansiyonları desteklediğini göstermektedir. Ancak, teknolojik gelişmeye bağlı olarak robot fiyatlarının zamanla düşmesiyle birlikte, uzun vadede robot vergisinin kaçınılmaz hale gelebileceğini ortaya koyuyoruz. Ayrıca, politika alanının çok boyutlu olmasının, temel bulgularımız üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını da tespit ediyoruz. Çalışmamız, otomasyonun siyasi süreçler ve karar alma mekanizmaları üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik literatüre katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Otomasyon, genel denge, siyasi rekabet, robot vergisi.

JEL Kodu: D58, D72, C62, C70

Automation, Political Competition and Robot Taxation: An Economic Analysis

Abstract

This study analyzes whether political competition warrants a robot tax or a subsidy. Through a simple general equilibrium model, we show that automation replaces routine workers while increasing the productivity of non-routine workers, which creates a political conflict of interest in society. As a result of this conflict, we analyze that two political parties representing different groups of workers engage in a game-theoretic competition to win elections and maximize the benefits of their electorate. In this political competition, both income tax and robot tax policy instruments are used. Our quantitative analysis shows that current robot prices are too high which would result in support by both parties for subsidies for robot use. However, we show that robot taxes may become inevitable in the long run as robot prices decrease over time due to technological development. We also find that the multidimensionality of the policy space does not have a significant impact on our main findings. Our study contributes to the literature on understanding the effects of automation on political processes and decision-making mechanisms.

Keywords: Automation, general equilibrium, political competition, robot tax.

JEL Code: D58, D72, C62, C70

Giriş

21. yüzyıldaki otomasyon devrimi, iktisat literatüründe önemli bir yer edinmiş ve robotların vergilendirilmesinin iktisadi etkinliği ile sosyal refaha etkileri geniş çapta tartışılmıştır (bkz. Gasteiger & Prettnner, 2022; Guerreiro vd., 2022; Prettnner & Strulik, 2020; Thuemmel, 2023; Ünveren vd., 2023). Bu çalışmalar, teknolojik ilerlemenin toplumsal ve ekonomik yapıların üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik artan akademik ilginin parçasıdır. Bu iktisadi açıdan kritik bir konudur çünkü hemen her ülkede emek geliri vergisi olmasına rağmen hiçbir ekonomide robot vergisi yoktur (McKinsey Global Institute 2020, The Economist 2023). Bu ise vergi ödeyen insanlar ile vergi ödemeyen robotlar arasında haksız bir rekabet yaratmaktadır. Zira üretim süreçlerinde insanlar ve robotlar arasında artan ikame ilişkisi, emeğin rekabet gücünü zayıflatmakta ve giderek artan ikame sonucu azalan ücretler sebebiyle, vergi yükünün çalışanlar üzerinde daha fazla baskı oluşturmaktadır. Olası bir robot vergisi, gelecekte otomasyon nedeniyle ortaya çıkabilecek vergi gelirlerindeki kayıpları telafi edebilir ve kritik öneme sahip altyapı, araştırma ve eğitim gibi kamu hizmetlerinin finansmanına katkı sağlayabilir (Korinek vd., 2021; Rubin, 2020; Shome, 2022). Aksi durumda, kamu hizmetlerinin sürdürülebilirliği tehlikeye girebilir ve toplumda vergi adaleti algısı daha da zayıflayabilir. Bu nedenle robot vergisinin yalnızca ekonomik etkinlik değil, aynı zamanda sosyal denge ve mali eşitlik açısından da değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ancak literatürde göz ardı edilen önemli bir soru bulunmaktadır: Siyasetçiler, robot vergisini endüstriyel politikaların bir aracı olarak kullanarak siyasi çıkarlarını maksimize edebilir mi? Daha genel bir ifadeyle, robot vergisi siyasi olarak rasyonel bir politika mıdır? Bu sorunun temelinde, otomasyonun mavi yakalı işçilerin istihdamını ikame etmesi ve bunun sonucunda ücretlerin düşmesi yatmaktadır (bkz. Acemoglu & Restrepo, 2018; Acemoglu vd., 2023; Autor & Dorn, 2013; Graetz & Michaels, 2018). Zamanla bu etki, özellikle düşük vasıflı işçilerin ekonomik gücünde ciddi bir erozyona yol açarak, bu kesimin siyasi taleplerini daha görünür hale getirebilir. Öte yandan, otomasyonun beyaz yakalı çalışanlar üzerindeki tamamlayıcı etkisi ise bu grubu robot teşviklerini destekleyen bir seçmen bloğuna dönüştürmesi beklenir. Bu zıt yönlü etkiler, seçmen tercihlerinin kutuplaşmasına ve siyasi partilerin bu ayrışmadan stratejik olarak faydalanma arayışına yol açmakta; böylece iki işçi grubu arasında iktisadi bir çıkar

çatışması ortaya çıkmaktadır. Bu iktisadi çatışma ise, demokratik süreçler aracılığıyla siyasi partilerin benimsediği politikalara yansımaktadır. Böylece, otomasyonun yarattığı üretim sürecindeki teknolojik dönüşüm yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda siyasi bir mesele haline gelmektedir. Seçmen kitlesinin çıkarlarının farklılaşması, siyasi partilerin politika setlerini yeniden tanımlamasına ve seçimi kazanma olasılığını arttıracak stratejilere yönelmesine neden olmaktadır. Özellikle işgücü piyasasında otomasyon tarafından ikame edilen kesimlerin artan hoşnutsuzluğu, bu grupları daha müdahaleci veya korumacı politikaları savunan partilere yönlendirebilmekte; buna karşılık otomasyondan fayda sağlayan seçmen grupları ise daha piyasa dostu ve teknoloji yanlısı politikaları destekleme eğiliminde olmaktadır. Bu nedenle, teknolojik dönüşüm siyaseti, seçmen desteğini kazanmak amacıyla yeni politikalar üretmeye itecektir.

Bu çalışmada, siyasi rekabetin ve otomasyonun birlikte değerlendirildiği, literatürdeki ilk teorik genel denge modelini geliştirdik. Modelimizde, üretim sürecinde yer alan işgücünü temsil eden iki farklı türde işçi bulunmaktadır: rutin işlerde çalışanlar ve rutin olmayan işlerde çalışanlar. Robotlar, teknolojik özellikleri gereği rutin işleri yerine getiren işçilerle tam anlamıyla ikame edilebilecek nitelikte olup, bu işçilerin yerini alma potansiyeline sahiptir. Öte yandan, rutin olmayan işlerde çalışan işçilerle robotlar arasında ikame değil, tamamlayıcılık ilişkisi söz konusudur. Bu ayrım, otomasyonun yol açtığı teknolojik dönüşümün işgücü piyasasında homojen bir etki yaratmadığını, aksine asimetrik sonuçlara neden olduğunu ve farklı işçi grupları arasında belirgin çıkar farklılıklarına yol açtığını ortaya koymaktadır. Modelde bu iki işçi grubunun ekonomik çıkarlarını temsil eden iki siyasi parti, demokratik seçim sürecine katılmakta ve seçimi kazanmak amacıyla kendi seçmen tabanlarını hedefleyen politikalar geliştirmektedir. Her siyasi parti, temsil ettiği grubun refahını artırmayı amaçlamakta ve bu doğrultuda otomasyonla ilgili politikalarını —robot vergisi ya da robot teşviki gibi— seçim kampanyası kapsamında sunmaktadır. Bu politikaların içeriği, seçmen davranışlarını ve dolayısıyla seçim sonuçlarını doğrudan etkileyen temel faktörlerden biridir. Bu noktada, partilerin seçim stratejileri yalnızca ideolojik eğilimler doğrultusunda değil, aynı zamanda toplumun farklı kesimlerinin ekonomik beklentileri ve çıkarları doğrultusunda şekillenmektedir. Robot vergisi uygulaması, kamu mallarının finansmanına doğrudan katkı sağlayan bir araç olarak öne çıkarken, robot teşvikleri ise

Üretim maliyetlerini düşürme potansiyeli tasa da kamu mal arzn azaltma gibi olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Seçim sonuçlarına bağlı olarak, kazanan partinin uygulamaya koyduğu politikalar doğrultusunda, tüm ekonomik aktörler rekabetçi piyasa koşulları altında kendi faydalarını optimize etmektedir. Böylelikle bu siyasi ve ekonomik süreçler sadece tercih edilen politikaları değil, aynı zamanda üretim yapsn, kaynak dağılımını ve uzun dönemli ekonomik dengeleri de önemli ölçüde şekillendirmektedir.

Bu makalenin ilk ve en temel katks, teknolojik dönüşümün önemli bir boyutu olan otomasyonun siyasi rekabet üzerindeki etkisini teorik bir çerçevede analiz etmektir. Bu analiz, mevcut literatürdeki yaklaşımlardan farklılaşarak, yalnızca iktisadi verimlilik odaklı değerlendirmelerle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda seçim süreçleri, seçmen heterojenliği ve parti stratejileri gibi politik iktisat unsurlarn da kapsamlı bir biçimde ele almaktadır. Literatürde yaygın olarak kullanılan yaklaşım, çoğunlukla hayırsever bir sosyal planlamacnn refah maksimize etmeye yönelik kararlarını incelemek üzerine kuruludur. Bu yaklaşım çerçevesinde yapılan çalışmalar genellikle robot vergisinin ya da otomasyon politikalarının optimal düzeyini belirlemeyi hedeflemiş ve analizlerini büyük ölçüde sosyal verimlilik kriterlerine dayandırmıştır. Oysa bu çalışmada, robot vergisi yalnızca teknik bir politika aracı olarak değil, aynı zamanda siyasi aktörlerin stratejik tercihleriyle şekillenen bir araç olarak ele alınmakta ve bu yönüyle farklı seçmen grupları arasındaki çıkar atımalarnn politikaya nasıl yansdğı gösterilmektedir. nceki çalışmaların büyük bir kısmı, otomasyonun sosyal refah üzerindeki etkilerine odaklanmış (rn. Adachi, 2024; Aum & Shin, 2024; Eden & Gaggl, 2020) ve bu etkileri dengelemek amacıyla sosyal planlamacnn belirlediği robot ve gelir vergisi oranlarını analiz etmiştir (rn. Ales vd., 2015; Hmous & Olsen, 2022; Schulz vd., 2022). Bu alımalar genellikle partiler arası rekabeti dlayarak, merkezi bir otoritenin müdahalesi altında hangi politika bileşenlerinin en uygun sonuçları doğuracağn hesaplamaya çalışmıştır. Benzer şekilde, yakın tarihli ve önemli katkılar sunan Costinot ve Werning (2023) ile Guerreiro vd. (2022), otomasyonun neden olduğu ekonomik dengesizlikleri gidermek için optimal vergi sistemlerini formel modeller aracılığıyla incelemiş ve bu sistemlerin refah etkilerini ortaya koymuştur. Ancak bu yaklaşımlar, otomasyon politikalarının siyasi rekabet ortamında nasıl ekillendięine dair soruları cevapsız bırakmaktadır. Çalışmamız bu boşluğu doldurarak, siyasi

partilerin rekabet ortamında seçmen tercihleri doğrultusunda nasıl stratejiler geliştirdiğini ve bu stratejilerin vergi politikalarını nasıl etkilediğini analiz eden ilk genel denge modelini sunmaktadır.

Bununla birlikte, sosyal verimlilik ile seçim rekabeti arasındaki yakın ilişkiyi de vurgulamak gerekir. İktisat politikalarının yalnızca etkinlik kriterleriyle değil, aynı zamanda siyasi karar alma süreçleriyle şekillendiği dikkate alındığında, bu iki alanın birlikte ele alınması gerekliliği daha da belirgin hale gelmektedir. Nitekim Atolia vd. (2024), yapay zekâ ve robotikte yaşanan gelişmelerin yarattığı dağılım etkilerinden hareketle, işçilerin otomasyona nasıl tepki vereceğini analiz eden bir görev temelli model sunmaktadır. Model, geleneksel teknolojik ilerleme ile otomasyonu birbirinden ayırarak, otomasyonun uzun vadede emek payını her durumda azalttığını ve bu nedenle dağılımsal kaygıları haklı çıkardığını göstermektedir. Çalışma kapsamında, çoğunluk oyu kuralı altında işçilere kısmi bir evrensel temel gelir (ETG) sağlanması seçeneği de değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, uzun vadede işçilerin refahını maksimize eden politika, sermayenin işgücüne kıyasla daha yüksek oranda vergilendirilmesini ve bu vergilerle finanse edilen bir ETG sisteminin benimsenmesini içermektedir. Ancak, ABD ekonomisi üzerinden yapılan nicel analiz, geçiş sürecinde işçiler açısından sermaye vergilerinin azaltılması ve transferlerin sınırlı tutulmasının daha uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Buna rağmen, bu politikanın işçilere sağladığı refah artışı oldukça sınırlı kalmakta (%0.7 tüketim eşdeğeri refah kazanımı), oysa girişimcilerin elde ettiği refah artışı %21.6 düzeyindedir. Bu durum, işçilerin sermaye vergisi indiriminden elde ettiği faydanın girişimcilerin elde ettiği kazançlara kıyasla çok düşük olduğunu göstermektedir. Atolia vd. (2024)'ün yaklaşımı, işçi merkezli politika tasarımına önemli katkılar sunmakla birlikte, homojen bir işçi grubunu esas almakta ve siyasi rekabeti yalnızca basit çoğunluk oyu mekanizmasıyla modelleyerek, işçilerin çıkarlarını yansıtacak bir vergi politikasının uygulanacağını varsaymaktadır. Bu ise, gerçek dünyadaki seçmen heterojenliğini ve siyasi strateji farklılıklarını yeterince yansıtmaktan uzaktır. Bu konuyla ilişkili ancak yaklaşımı farklı olan bir literatür, sermaye vergilendirmesinin politik iktisadını, seçmen tercihleri, oy verme davranışları ve siyasi partilerin stratejik kararları çerçevesinde incelemiştir. Bu kapsamda, Persson ve Tabellini (1994), Farhi ve Werning (2008), Acemoglu vd. (2010) ve Farhi vd. (2012) gibi çalışmalarda, gelir ve sermaye vergilerinin siyasi süreçler

içerisinde nasıl şekillendiği, hangi koşullarda yeniden dağıtımın mümkün olduğu ve bu sürecin ekonomik dengeyle nasıl etkileşim içinde olduğu sistematik olarak ele alınmıştır. Ancak bu literatür de genellikle otomasyon gibi teknolojik şokların yol açtığı yeni türden sermaye birikim biçimlerini (örneğin robot sermayesi) ve bu gelişmelerin siyasi yansımalarını doğrudan analiz etmemektedir.

Ancak bu çalışmalar, tüm çalışanlar üzerinde pozitif etki yaratan geleneksel sermaye kavramına dayanmaktadır. Dolayısıyla, sermaye vergilendirmesinin politik ekonomisi literatürü, otomasyonun (robotlar, yapay zeka vb.) siyasi partilerle olan etkileşimine dair yeterli bir kavrayış sunmamaktadır. Buna karşılık, bu çalışmada robotların rutin ve rutin olmayan işçiler arasında bir çıkar çatışması yarattığını öne sürüyoruz. Çünkü modelde robotlar, rutin işleri üstlenen işçilerin yerini alırken, rutin olmayan işçilerin verimliliğini artırmaktadır.¹

Analiz sonuçlarına göre, rakip siyasi partiler robot fiyatları düşük olduğunda robot vergisini, yüksek olduğunda ise robot teşvikini destekleme eğiliminde olmaktadır. Zaman içinde robot fiyatlarının sürekli düşeceği göz önüne alındığında, bu bulgu robotların eninde sonunda vergiye tabi tutulacağı şeklinde yorumlanabilir. Bu durum, siyasi rekabet dinamikleri ve ekonomik politikalar açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır.

Bu sonuçları ele almak için, modelimizi belirli ampirik değerleri hedefleyecek şekilde kalibre ettik. Ayrıca, analizimizi yalnızca robot vergisi ve sübvansiyonları ile sınırlı tutmayıp, emek geliri vergisini de içeren çok boyutlu politika alanlarına genişleterek modelimizi zenginleştirdik.

Analiz sonuçları, robotların hâlâ nispeten pahalı olduğunu göstermekte, bu da tüm siyasi partileri denge stratejisi olarak robot sübvansiyonlarını tercih etmeye yöneltmektedir. Başka bir deyişle, gerçek dünyadaki robot fiyatları, mavi yakalı işleri otomasyondan korumak için hâlâ yeterince yüksek seviyededir ve bu durum, robot sübvansiyonlarını uygulanabilir bir siyasi strateji hâline getirmektedir.

¹ Atolia vd. (2024) sermaye vergilendirmesini kapsamlı bir şekilde analiz ettikten sonra, robotlaşmaya da değiniyor. Ancak otomasyon analizleri oldukça kısa, muhtemelen robotların optimum vergi oranlarını değiştirmemesi nedeniyle, bunu "dengede robot vergisi yok" şeklinde yorumluyorlar.

Otomasyonun seçim sonuçları üzerindeki etkisi, Im vd. (2019), Caselli vd. (2020) ve Anelli vd. (2021) tarafından da kapsamlı biçimde analiz edilmiştir. Bu çalışmaların ortak noktası, otomasyonun işgücü piyasasında yarattığı yapısal değişimlerin, özellikle düşük vasıflı işçiler ve iş kaybı riski altındaki gruplar arasında popülist partilere yönelimi artıran bir faktör olduğunu ortaya koymalarıdır. Popülist liderlerin ve partilerin ekonomik karar alma süreçlerinde kısa vadeli siyasi kazançları ön planda tuttuğu ve bunun orta vadede makroekonomik dengesizliklere yol açtığı çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (bkz. Funke vd. 2023). Bu durum, siyasi stratejilerin ekonomik yapı üzerinde kalıcı etkiler yaratabileceğini ve oy kazanma motivasyonunun politika belirleme süreçlerine yön verdiğini göstermektedir. Ancak söz konusu çalışmalar, tamamen ampirik yöntemler çerçevesinde gerçekleştirilmiş olup, bireysel seçmen davranışlarını açıklamaya odaklanmakta; siyasi partiler arasındaki stratejik etkileşimi, politika belirleme süreçlerini ve çok boyutlu siyasi rekabet dinamiklerini analiz kapsamının dışında bırakmaktadır. Bu nedenle, otomasyonun siyasi sistem üzerindeki etkilerini daha bütüncül bir şekilde anlamak için yalnızca seçmen tercihlerine değil, aynı zamanda partilerin bu tercihleri nasıl şekillendirdiğine, temsil ettikleri gruplar doğrultusunda nasıl stratejiler geliştirdiğine de odaklanan teorik modellere ihtiyaç vardır.

Buna yaklaşımla, her siyasi partinin toplumun belirli bir kesimini, rutin veya rutin olmayan işçileri temsil ettiğini varsayarak siyasi rekabeti kesin bir çerçeve içinde modellemekteyiz. Spesifik olarak, her partinin amacı, temsil ettiği seçmenlerin beklenen faydasını maksimize etmektir. Dolayısıyla, siyasi partilerin karar alma süreçlerinde hem pragmatizm (yani seçimi kazanma olasılığı) hem de ideoloji (yani kendi seçmen grubunun çıkarlarını savunma) rol oynamaktadır. Bu yaklaşım, Wittman modeli olarak adlandırılmaktadır. Standart bir alternatif olarak, siyasi partilerin ideolojik kaygılardan bağımsız olarak yalnızca göreve gelmeyi hedeflediği ve tamamen pragmatik motivasyonlarla hareket ettiği Downs modeli akla gelir. Ancak, siyasi partilerin gelir vergisi ve robot politikası stratejilerini belirlediği nicel analizimizde, partilerin çok boyutlu stratejilere sahip olduğunu varsaymaktayız. Bu durumda, yani çoklu politikanın varlığında, Downs dengesinin var olmadığı bilinmektedir.

Çok boyutlu politika alanlarına dair bazı araştırmalar; iklim değişikliği (Battaglini & Harstad, 2020), göçmen karşıtlığı (Alesina vd., 2021) ve gelir eşitsizliği (Iversen &

Soskice, 2006) gibi çeşitli alanlarda partilerin nasıl stratejik dengeler oluşturduğunu araştırmışlardır. Ayrıca, parti içi fraksiyonların da ideoloji ve pragmatizm dengesini şekillendirdiği, strateji belirleme süreçlerinde önemli rol oynadığı görülmektedir (Bardhan & Mookherjee, 2000). Böylece çalışmamız çok boyutlu politika alanını siyasi rekabet modeliyle birleştirerek literatüre hem teorik hem de uygulamalı bir katkı sunmaktadır.

Makalenin organizasyonu şu şekilde devam etmektedir. Bir sonraki bölümde, otomasyon ve politika tercihlerini içeren basit bir genel denge modelini tanıtıyoruz ve sonra otomasyon politikasının belirlenmesini endojenize etmek amacıyla siyasi rekabeti modele dahil ediyoruz.

Simülasyon sonuçları, Bölüm 3'te sunulmaktadır. Bölüm 4'te, potansiyel gelecek araştırma alanlarını tartıştıktan sonra çalışmamızı sonuç bölümüyle tamamlıyoruz.

Model

Bu bölümde, robotların dahil olduğu bir genel denge çerçevesinde siyasi rekabeti analiz ediyoruz. Bu temel model, rekabetçi piyasalara odaklanmaktadır. Otomasyonu ve robot vergilerini tartışmadan önce, ekonomik çerçeveyi tanımlayarak başlayalım.

Ekonomik çerçeve

Temel modelde, firmaların kârlarını maksimize etmek amacıyla basit bir doğrusal robot üretim teknolojisi kullanarak robot arz ettiğini varsayıyoruz. Dolayısıyla, robot üreticisi firma

$$\max(\rho R - \phi R), \quad (1)$$

problemini çözmektedir. Burada ρ robot fiyatı, R robot üretimi ve ϕ nihai çıktının ne kadarıyla bir tane robot üretilebileceğini göstermektedir. Bu sebeple ϕR ise R kadar robotun maliyeti anlamına gelmektedir. Tam rekabet altında kar maksimizasyonu işlemi sonucunda, ϕ aynı zamanda marjinal maliyettir ve fiyata eşit çıkmaktadır ($\rho = \phi$). Ayrıca, firmaların robotu ithal ettiğini ve ϕ 'nin bunun maliyeti olduğunu da düşünebiliriz.

Autor vd. (2003)'yi takiben, nihai tüketim malı teknolojisi

$$Y = A(L_r + R)^{1-a} L_n^\alpha, \quad (2)$$

şeklindedir. Burada L_r ve L_n sırasıyla rutin ve rutin olmayan işgücü istihdamını, R ise üretimde kullanılan robot miktarını ifade etmektedir. Dolayısıyla, nihai malı üreten temsili rekabetçi firma

$$\max(Y - w_r L_r - w_n L_n - \rho(1 + \tau)R) \quad (3)$$

maksimizasyon problemini denklem (2) kısıt olarak çözer ve (Y, L_r, L_n, R) değişkenlerini optimal şekilde seçer. Nihai tüketim malının fiyatı 1'e normalize edilmiştir. Yukarıdaki optimizasyon problemine ait birinci sıra koşulları ise Ek A'da verilmiştir. Burada τ pozitif ise robot vergisini temsil etmektedir. Elbette $-1 \leq \tau \leq 0$ da geçerli bir durumdur. Bu aralık ise robotların sübvansedilmesine karşılık gelmektedir. Acemoglu ve Restrepo (2018) tarafından geliştirilen ve literatürde standart hale gelen yaklaşıma göre, Guerreiro vd. (2022) tarafından gösterildiği üzere, bu teknolojik spesifikasyonun derin kökenleri görev tabanlı üretim yapısına dayanmaktadır. Tüketici tarafına geçtiğimizde, her işçi ya rutin ya da rutin olmayan iş yapabilme becerisine sahiptir. Rutin ve rutin olmayan işçilerin nüfus içindeki oranları sırasıyla n_r ve n_n ile gösterilmekte, ve $n_r > n_n$. Bireylerin fayda fonksiyonu

$$u(c_i, l_i, G) = c_i(1 - l_i)^\nu G^\eta \quad (4)$$

olmak üzere i rutin r ve rutin olmayan n emek türlerini ifade etmektedir. Her birey nihai mal (c) ve kamu malından (G) fayda sağlarken çalışma saatlerinden ($l \in [0,1]$) negatif fayda elde etmektedir. Tercih parametreleri $\eta \in (0,1)$ ve $\nu > 0$ ise sabittir.

Her i bireyi

$$c_i \leq (1 - t)w_i l_i, \quad (5)$$

biçimindeki bütçe kısıtı altında faydasını maksimize etmektedir: Burada w_i , i işçisinin ücret düzeyi ve t herkes için aynı olan sabit gelir vergisini göstermektedir. Ayrıca, maksimizasyon sırasında birey yalnızca kendi seçim değişkenlerini (c_i, l_i) üzerinde

karar sahibidir bu sebeple kamusal mal düzeyi (G) dışsal bir değişkendir. Fayda maksimizasyonu sonucunda optimal emek arzı

$$l^* = l_i = 1/(1 + v), \quad (6)$$

olarak elde edilir. Dolayısıyla, emek arzı her işgücü tipi içinde aynı ve sabittir.

Hükümet aşağıdaki bütçe kısıtı altında kamu malı üretmektedir:

$$G \leq n_r t w_r l_r + n_n t w_n l_n + \tau \phi R. \quad (7)$$

Burada n_i , i işçisinin toplam çalışanlar içindeki oranı demektir.

Böylece, hükümetin gelirleri hem robotlardan hem de tüm çalışanların gelirlerinden alınan vergilerden elde edilmektedir. Piyasa denge koşulu, hane halkının optimizasyon probleminin, firmaların kar maksimizasyonunun ve hükümetin bütçe kısıtının çözüldüğü durumda sağlanır.

Bu ekonomide reel GSYH

$$Y = n_r c_r + n_n c_n + G + \phi R \quad (8)$$

şeklinde yazılabilir. Aynı şekilde emek piyasası dengesi emek arzının talebe eşit olması koşuludur. Bu sebeple i işinde çalışan oranıyla n_i , bireyin fayda maksimizasyonundan gelen sabit emek arzı çarpımı dengede bize aynı zamanda i işi için emek talebini verir. Bu çerçevede dengede toplam emek, her $i = r, n$ için,

$$L_i = n_i l_i \quad (9)$$

olacaktır. Bu belirlemeler ışığında, yukarıdaki denklemleri (1-9) eşzamanlı çözerek piyasa denge değerlerini politika bileşeni $\theta = (\tau, t)$ 'nin bir fonksiyonu olarak hesaplayabiliriz. Sonuçlar Ek A'da yer almaktadır. Böylece, firmaların ve tüketicilerin seçim sonuçlarını veri olarak kabul edip kararlarını aldıkları ekonomik aşamayı tamamlamış bulunmaktayız. Bundan sonra, politika ikilisini (τ, t) belirleyen seçim sonuçlarını endojen hale getirmek amacıyla siyasi rekabet aşamasına geçiyoruz.

Siyasi Rekabet

Şimdiye kadar analizimizin odak noktası olan robot vergisini (τ) eksojen kabul ettik. τ ve t parameterlerini endojene etmek için Wittman siyasi rekabet modelini kullanacağız. Modelde iki tane siyasi parti bulunmakta ve bunlar R ve N olarak adlandırılmaktadır. R partisi rutin işçilerin çıkarlarını savunurken, N partisi rutin olmayan işçileri temsil etmektedir. Politika uzayı $T \subset \mathbb{R}_+^2$ olarak belirlendiğinde $\theta^J := (\tau^J, t^J) \in T$ Parti J 'nin, $J = N, R$, politika tercihlerini göstermektedir..

Wittman siyasi rekabet modeline göre, parti R ve N 'nin tercihlerini temsil eden von Neumann–Morgenstern fayda fonksiyonları aşağıdaki denklemlerle ifade edilir:

$$V^R(\theta^R, \theta^N) = \Pi(\theta^R, \theta^N)v^r(\theta^R) + (1 - \Pi(\theta^R, \theta^N))v^r(\theta^N), \quad (10)$$

$$V^N(\theta^R, \theta^N) = \Pi(\theta^R, \theta^N)v^n(\theta^R) + (1 - \Pi(\theta^R, \theta^N))v^n(\theta^N). \quad (11)$$

Burada Π , R Partisinin seçimi kazanma olasılığı ve v^r, v^n rutin ve rutin olmayan işçilerin koşullu fayda fonksiyonlarıdır. Yukarıdaki denklemlerin her partinin $J = R, N$ 'nin temsil ettiği seçmen gruplarının beklenen faydası olduğunu hatırlatalım. Wittman modelinde her parti için $J = R, N$ rakibin politikasını veri olarak (Nash Hipotezi) $V^J(\theta^R, \theta^N)$ 'yi maksimize etmek için θ^J 'yi seçtiği varsayılır. Matematiksel olarak:

Tanım 1: Wittmann dengesi her $J = N, R$ için aşağıdaki koşulu sağlayan bir politika ikilisi $A \theta^{*J} = (\tau^{*J}, t^{*J})$ şeklinde tanımlanır:

$$V^R(\theta^{*R}, \theta^{*N}) \geq V^R(\theta^R, \theta^{*N}) \text{ her } \theta^R \in T,$$

$$V^N(\theta^{*R}, \theta^{*N}) \geq V^N(\theta^{*R}, \theta^N) \text{ her } \theta^N \in T.$$

V^J yukarıdaki dmk. (10) ve (11)'de tanımlanmıştır.

Wittman modeli yerine, siyasi rekabet için klasik bir alternatif, iki siyasi parti veya adayın herhangi bir ideolojik eğilim olmaksızın yalnızca seçim kazanma olasılığını maksimize etmeye çalıştığı Downs modelidir. Ancak, çok boyutlu politika tercihleri Downsian dengesinin varlığını engellemektedir. Bu nedenle, politika alanının çok boyutlu olduğu nicel analizimize geçtiğimizde, Downs modeli mevcut çerçevede doğası gereği uygulanamaz hale gelmektedir.

Dahası, tek boyutlu strateji alanında bile, temel Downs hipotezini (yani partilerin yalnızca iktidarı kazanmayı amaçladıkları varsayımını) gerçekçi bulmuyoruz. Gerçek dünyadaki siyasi partiler, yalnızca seçim kazanma hedefiyle hareket etmemekte, aynı zamanda ideolojik motivasyonlara da yönelmektedirler.

Wittman modelinde, siyasi partilerin hedefleri hem ideolojik hem de pragmatik motivasyonları içermektedir. Wittman rekabeti altında, siyasi partiler seçim zaferi olasılığını Π 'yi doğrudan hedef fonksiyonlarına dahil ettikleri için, Downs modeline benzer şekilde kısmen pragmatiktirler. İdeolojik motivasyon ise, partilerin temsil ettikleri seçmen gruplarının dolaylı faydaları aracılığıyla modele yansıtılmaktadır. Bu özellik, modeli çok boyutlu ve kutuplaşmış siyaset ortamına daha uygun hâle getirmektedir.

Wittman modelinin bir diğer önemli özelliği, siyasi partilerin dengede aynı stratejileri seçmemesidir. Bu bağlamda, Wittman modelinin sunduğu politika farklılığını, Downsian dengesinin (eğer mevcutsa) medyan seçmen sonucuna kıyasla daha gerçekçi buluyoruz. Ancak, Wittman modeli bu özelliğe yalnızca seçim belirsizliği hipotezi altında sahiptir. Bu nedenle, politika farklılığını garanti altına almak amacıyla Wittman modeline belirsizliği entegre etmek gerekmektedir.

Belirsizlik hipotezi, modelimizdeki politika parametreleri dışında kalan seçimlerle ilgili başka faktörlerin de rol oynadığı fikrini de önemli ölçüde kapsamaktadır (bkz. Roemer, s. 50, 2001). Bu nedenle, seçimlerdeki belirsizliğin, burada açıkça modellenmeyen ancak politik süreçleri etkileyen göç, ırk, din gibi diğer faktörlerin etkilerini yakalamaya yönelik olduğu düşünülebilir.

Şimdi, modelde belirsizliği oluşturan olasılık fonksiyonu Π 'yi sonlu belirsizlik türünü kullanarak tanımlıyoruz. Bu amaçla Roemer, (2001, s.47-51) tarafında ayrıntılı olarak açıklanan adımları takip edeceğiz. Dolayısıyla, ilk önce

$$f(b) = (1 - b)/(1 + b), \quad (12)$$

tanımını yapalım. Dikkat edilirse, monotonik şekilde azalan bu fonksiyon

$$f(0) = 1, f(1) = 0, f(\infty) = -1,$$

$$f\left(\frac{1}{x}\right) = -f(x)$$

şeklindeki simetri özelliklerini sağlamaktadır. Roemer (2001, s.47) tarafından bu simetri özelliklerini sağlayan basit bir fonksiyon olduğu için aşağıda dnk (13) ile tanımlanan ifade tercih edilmiştir. Bu çerçevede öncelikle

$$a^i = n_i f\left(\frac{v^i(\theta^N)}{v^i(\theta^R)}\right) \quad (13)$$

tanımını yapalım. Dikkat edilecek olursa v^i daha önce tanımlanmış olan dolaylı fayda fonksiyonu ve n_i ise i tipi işçi sayısıdır. Eğer $\epsilon = (\epsilon^1, \epsilon^2)$ birim çember üzerinde tekdüze (uniform) şekilde dağılmış rastlantısal vektör değerli bir değişken ise

$$\Pi(\theta^R, \theta^N) = \Pr[\epsilon^1 a^1 + \epsilon^2 a^2],$$

olarak ifade edilebilecektir (Roemer, 2001, s.49). Birim çember üzerinde dağılan bir $\epsilon = (\epsilon^1, \epsilon^2)$ raslantısal değişken yerine birim kare üzerinde de aynı işlem yapılabilirdi. Ancak birim karenin köşelerine gelindiğinde özel olarak dikkat edilmesi gereken türevsel sorunlar ortaya çıkacağı için birim çember varsayımı tercih edilmiştir. Bu noktada trigonometrik fonksiyonların tanımından hareketle yukarıda verdiğimiz R partisinin seçimi kazanma olasılığının aynı zamanda

$$\Pi(\theta^R, \theta^N) = 1 - \frac{2}{\pi} \arctan\left(-\frac{a^n}{a^r}\right), (\pi = 3,14 \dots) \quad (14)$$

ifadesine denk olduğu gösterilebilir. Buradan n_i , $i = r, n$ tipindeki emeğin popülasyondaki ağırlığını ifade ederken v^i ise i tipindeki işçinin dolaylı fayda fonksiyonudur.

Çok Boyutlu Nicel Analiz

Bu kısımda modeli kalibre ediyoruz. Amacımız, robotların her iki tarafın denge stratejileri olarak robot sübvansiyonlarını (vergileri) desteklemek için gerçekten yeterince pahalı (ucuz) olup olmadığını görmektir. Bu amaçla, modelimizi genişletip zenginleştiriyoruz. İlk olarak, strateji alanının çok boyutlu olduğunu varsayarak

başlıyoruz. Bu, her iki partinin de gelir vergisi oranlarını seçim politikası stratejilerinin bir parçası olarak kullandığını varsaymak anlamına gelmektedir.

Modelimizin nicel analizini yapmak için, parametreler için temel değerleri aşağıdaki gibi belirliyoruz:

$$(A, n_r, n_n, \phi, \theta, \nu, a) = (1, 0.56, 0.44, 0.43, 0.2, 2, 0.62). \quad (15)$$

Toplam faktör verimliliğini ifade eden $A = 1$ olarak normalize edilmiştir. Guerreiro vd. (2022) çalışmasını takip ederek demografik değişkenleri ABD için kabul gören $(n_r, n_n) = (0.56, 0.44)$ olarak belirliyoruz. Robot üretim maliyeti $\phi = 0.43$, ve yine Guerreiro vd. (2022) ile aynıdır. Yazarlar bu değeri, 1988–2017 yılları arasında ABD'deki rutin ve rutin olmayan mesleklerin payı ile ücret primi verilerini kullanarak hesaplamıştır. Optimal gelir vergisi-GSYH oranının yaklaşık %16 olmasını sağlamak için $\theta = 0.2$ olarak belirliyoruz. Bu değer, ABD'de devlet harcamalarının toplam tüketime oranı olan 0,19'a yakın bir seviyede olacak şekilde seçilmiştir.

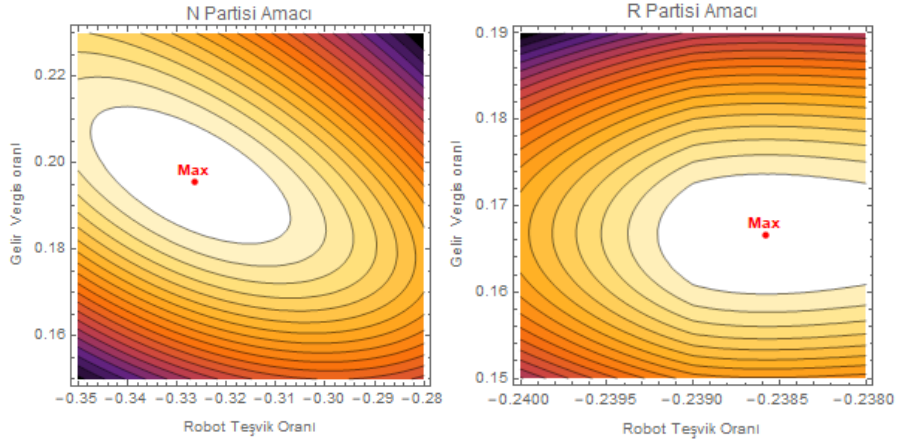
Kalibrasyon çalışmalarında yaygın olarak kullanıldığı şekilde, $[0,1]$ aralığında değerler alan iş gücü arzını $1/3$ olarak belirlemek hedeflendiği için $\nu = 2$ alınacaktır. Rutin olmayan çalışanlar ile rutin çalışanlar arasındaki ücret oranının $2:1$ olmasını sağlamak için $a = 0.62$ olarak alınacaktır. Bu hedef ABD'de üniversite mezunu işçiler ile lise veya daha düşük eğitim seviyesine sahip işçilerin göreceli ücretlerine ilişkin ampirik gözlemlerden türetilmiştir.

Sonuçlar Tablo 1'de yer almaktadır. Bu sonuçlar, her iki siyasi partinin de önemli ölçüde robot sübvansiyonlarını (yani negatif vergileri) destekleyen kampanyalar yürüteceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, seçimi hangi parti kazanırsa kazansın, robotlar %20 ila %35 arasında bir oranda sübvansiyon edilecektir. Şekil 1, bu dengeyi siyasi partilerin kayıtsızlık eğrileri üzerinde görselleştirmektedir.

Tablo 1. Wittman Dengesi

Politika	Robot politikası		Gelir Vergisi	
	τ^R	τ^N	t^R	t^N
Denge	-23.85%	-32.62%	16.66%	19.57%

Not. Rekabetçi bir ekonomide Wittman dengesi (bkz. Tanım 1), Denklem (15)'te verilen temel parametre değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Görselleştirme için Şekil 1'e bakınız.

**Şekil 1.** Wittman Dengesi

Kaynak: Yazarların kendi hesaplamaları

Not. Wittman dengesi, her siyasi partinin amaç fonksiyonunun kayıtsızlık eğrileri üzerinde belirlenen denge noktasıdır. Sayısal değerler için Tablo 1'e bakınız.

Dolayısıyla, Guerreiro vd. (2022) tarafından incelenen robot fiyatları, modelimizde tüm siyasi partileri otomasyonu sübvans etmeyi desteklemeye ikna edecek kadar yüksek seviyededir.

Peki, rutin işçiler neden otomasyonun kendilerini ikame etmesine sebep olan bir politikaya oy versinler? Cevap, robot sübvansiyonlarının rutin olmayan çalışanların üretkenliğini artırması ve bu çalışanların gelirlerinden toplanan vergiler aracılığıyla kamu gelirlerini yükseltmesidir.²

² Ek A. Denklem 17, 18 ve 21'de bu ilişki görülmektedir.

Bu durumu daha detaylı olarak açıklamak gerekirse, birinci sıra koşulları çözüldükten sonra (bkn. Ek A), rutin olmayan ücretler (w_n) ile robot vergilendirmesi arasında ters yönlü bir ilişki çıkmaktadır. Yani robot vergisi yerine robot sübvansiyonu uygulandığı bir seçim sonucunda rutin olmayan işçilerin gelirleri artacak ve bu gruptan elde edilen gelir vergisiyle kamu malı sağlanacaktır. Bu durum, rutin çalışanların daha yüksek seviyede kamu malı tüketebilmesini sağlayarak dolaylı olarak robot sübvansiyonlarından faydalanmalarına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, rutin işçileri temsil eden parti, yalnızca seçmenlerinin çıkarlarını gözetmekle kalmayıp aynı zamanda seçimi kazanmayı da hedeflemektedir. Robot fiyatları hâlâ yüksekken bir robot vergisi talep etmek, seçim kazanma olasılığını azaltabileceğinden, parti bu riski almak istemeyecektir. Yani, robotlar görece pahalı olduğu sürece rutin işçilerin otomasyon tarafından ikame edilme tehdidi ortadan kalkar. Dolayısıyla, modelimiz çok net bir tahminde bulunmaktadır: Robot fiyatları, robotların vergilendirilip vergilendirilmeyeceğini veya sübvansiyonla desteklenip desteklenmeyeceğini doğrudan belirlemektedir. Bununla birlikte, otomasyonu desteklemenin yalnızca geçici bir durum olabileceğini söyleyebiliriz. Bunun nedeni, robotların yeterince ucuz hale gelmesi durumunda, dengede yalnızca otomasyon vergilerinin desteklenecek olmasıdır.

Robot Fiyatının Düşmesi

Tablo 2’de düşen robot fiyatları sonucunda denge değerlerinin seçim sonuçlarına göre nasıl şekillendiği gösterilmektedir. Tablo 2, robot fiyatlarının teknolojik gelişmelere bağlı düştüğü bir durumda ($\phi = 0.43$ ve $\phi = 0.19$) iktidarın hangi partiye ait olduğuna bağlı olarak ortaya çıkan ekonomik değişkenleri karşılaştırmalı olarak sunmaktadır.

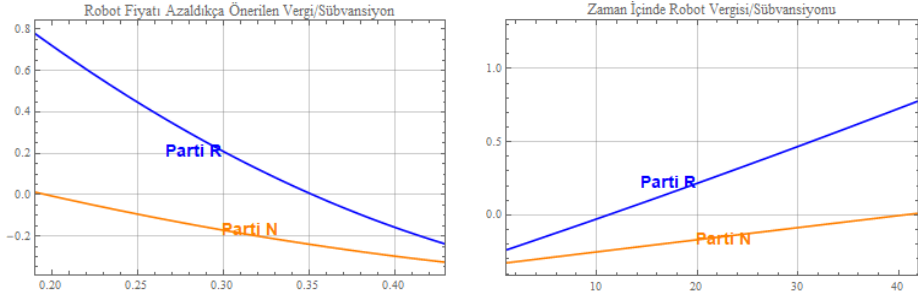
Yüksek robot fiyatı düzeyinde, her iki partinin politikaları arasında üretim ve gelir dağılımı açısından sınırlı farklılıklar gözlenirken, düşük robot fiyatı senaryosunda Parti N’nin otomasyonu teşvik eden politikaları üretim, kamu malı arzı ve robot kullanımı üzerinde belirgin etkiler yaratmaktadır.

Tablo 2. Robot Fiyatları ve Genel Denge

	Robot Fiyatı=0.43		Robot Fiyatı=0.19	
	Parti N Kazanması Durumunda	Parti R Kazanması Durumunda	Parti N Kazanması Durumunda	Parti R Kazanması Durumunda
Y	0.17	0.16	0.22	0.16
G	0.022	0.025	0.028	0.0257
L_r	0.18	0.18	0.18	0.18
L_n	0.14	0.14	0.14	0.14
R	0.037	0.0004	0.25	0
c_r	0.08	0.09	0.05	0.091
c_n	0.2	0.19	0.26	0.19
w_r	0.29	0.32	0.19	0.33
w_n	0.72	0.68	0.94	0.68

Not. Y , toplam üretimi; G , kamu malı arzını; L_r ve L_n sırasıyla rutin ve rutin olmayan işgücü miktarını; R , kullanılan robot sermayesini; c_r ve c_n sırasıyla rutin ve rutin olmayan işçilerin tüketimini; w_r ve w_n ise ücret seviyelerini ifade etmektedir. Değerler, modelde belirlenen parametreler altında denge çözümünden elde edilmiştir.

Buna karşılık, Parti R'nin vergiye dayalı politikaları, özellikle rutin işçilerin ücret ve tüketimini korumakta, ancak otomasyon düzeyini ciddi biçimde sınırlamaktadır. Bu sonuçlar, siyasi tercihlerin otomasyonun yaygınlığı ve gelir dağılımı üzerindeki etkilerini anlamada belirleyici olduğunu göstermektedir. Ayrıca, düşük robot fiyatı senaryosunda artan üretkenliğe rağmen tüketim düzeylerindeki eşitsizliklerin derinleşmesi, teknolojik kazanımların farklı toplumsal gruplara asimetrik yansıdığını ortaya koymaktadır. Bu durum, siyasi partilerin temsil ettikleri seçmen gruplarının çıkarlarına göre belirledikleri otomasyon politikalarının hem etkinlik hem de adalet açısından farklı sonuçlar doğurduğunu göstermektedir. Gerçek hayatta robot fiyatları sürekli olarak düşmektedir. Bu nedenle, demokratik ve rekabetçi Wittman dengesinde, tüm siyasi partilerin robotlara vergi koymayı tercih edeceği bir eşik robot fiyatı (ve belirli bir zaman noktası) bulunmalıdır.



Şekil 2. Rekabetçi Bir Ekonomide Robot Fiyatlarının Politik Dengeye Etkisi

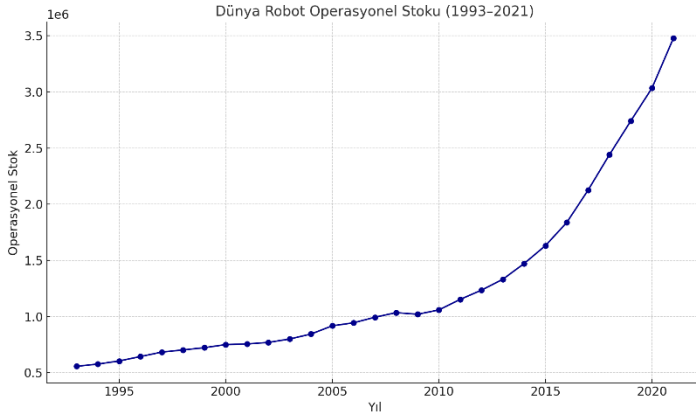
Kaynak: Yazarların kendi hesaplamaları

Not. Robot üretim maliyetinin bir fonksiyonu olarak Wittman dengesi (sol grafik). Robot fiyatlarının yıllık %2 oranında düştüğünü varsayarak, denge politikalarının zamanın bir fonksiyonu olarak evrimi (sağ grafik).

Bu durum, Şekil 2'nin sol tarafındaki görselde sunulmaktadır; burada her iki tarafın denge robot politikalarını robot fiyatlarının bir fonksiyonu olarak grafikleştiriyoruz.

Grafikten de görüleceği üzere, robot fiyatları yüksek seviyelerdeyken her iki siyasi parti de sübvansiyon politikasını tercih etmekte, ancak fiyatlar düştükçe bu tercih giderek azalarak yerini vergilendirmeye bırakmaktadır. Robot fiyatı ile robot vergileri arasında monoton negatif bir ilişki bulunmaktadır. Sonuç olarak, robot fiyatlarının, her iki tarafın da denge stratejisi olarak robotları vergilendirmeyi seçmesini sağlamak için yaklaşık olarak yarı yarıya düşmesi gerekmektedir. Guerreiro vd. (2022)'de olduğu gibi robot fiyatlarındaki sürekli ve istikrarlı düşüş göz önüne alındığında, robot fiyatlarının yılda %2 azaldığını varsayıldığında denge durumu zamana bağlı olarak değişmektedir. Küresel ekonomi içinde ortaya çıkan gerçek operasyonel robot stoğunun 1990'ların ortasından bu yana böylesi bir sürekli olarak azalan robot fiyatı varsayımıyla ampirik olarak tutarlı şekilde hızla arttığı bilinmektedir (Şekil 3).

Robot fiyatlarındaki azalma, dışsal bir teknolojik gelişme sonucunda artık tek bir robotun daha az çıktı kullanılarak üretilebilmesi anlamına gelmektedir. Aynı şekilde, robot arz denkleminde belirttiğimiz üzere robotlar ithal ediliyorsa, bu durum teknolojik gelişmelerin etkisiyle fiyatlarının düşeceği şeklinde de yorumlanabilir. Bu azalmayı aşağıdaki denklemle gösterebiliriz:



Şekil 3. Dünya Robot Stoğunun Zaman İçindeki Değişimi

Kaynak: IFR dataset

$$\phi = \phi_0 e^{-g(z-1)}, \quad (16)$$

Burada ϕ_0 başlangıç robot fiyatını, z zamanı temsil etmektedir. Başlangıçta, $z = 1$ anında, robot fiyatı ϕ_0 ve varsayımımız çerçevesinde teknolojik gelişme hızı $g = 0.02$ 'dir. International Federation of Robotics (IFR) 'in verilerine dayanan Şekil 3 bu azalma varsayımının gerçekçiliğine işaret etmektedir.

Sonuç olarak, varsayımlarımız altında her iki siyasi partinin de seçim stratejileri olarak otomasyon sübvansiyonlarını zamanla terk edip, 40 yıl sonra robot vergilerini destekleyeceği görülmektedir. Şekil 2'nin sağ tarafında sunulan grafik, bu geçişin zamansal evrimini açık biçimde ortaya koymakta; özellikle Parti R'nin çok daha hızlı bir şekilde vergi politikalarına yöneldiği dikkat çekmektedir. Bu eğilimin temel nedeni, Parti R'nin temsil ettiği rutin işçilerin, robot fiyatları azaldıkça bu teknolojilerle doğrudan rekabet etmek zorunda kalmaları ve bu nedenle robotların maliyetlerinin artmasını sağlayacak vergilendirme politikalarını tercih etmeleridir. Ayrıca, iki siyasi partinin robotları sübvansiyon etme veya vergilendirme konusundaki seçimleri açısından birbirine zıt yönlerde stratejiler izlediği bir ara dönem olduğunu da vurgulamak gerekir. Bu ayrışmanın temel nedeni, belirli bir robot fiyat aralığında iki parti arasında ortaya çıkan asimetrik teşvik yapısıdır. Robot fiyatlarının orta düzeylerde seyrettiği bu geçiş döneminde, rutin işçileri temsil eden Parti R, seçmen grubunun ekonomik çıkarlarını korumak amacıyla robotlara vergi uygulamayı tercih etmeye başlamaktadır. Zira bu

işçi grubu, ucuzlayan robot teknolojisi karşısında doğrudan rekabet baskısı altındadır. Buna karşılık, rutin olmayan işçileri temsil eden Parti N, aynı dönemde hâlâ robot fiyatlarını göreceli olarak yüksek bulmakta ve hem seçim kazanma olasılığını artırmak hem de temsil ettiği seçmen kitlesinin üretimden aldığı payı korumak için sübvansiyon stratejisini sürdürmektedir. Ancak zaman içinde robot fiyatları daha da düştükçe, Parti N seçimi kazanmak için rekabet baskısı altında kalarak stratejisini kademeli biçimde değiştirir ve sübvansiyondan vergilendirmeye doğru yönelmeye başlar. Bu dinamik süreç, siyasi stratejilerin yalnızca sabit tercihlerin değil, değişen ekonomik koşulların da bir yansıması olduğunu göstermektedir.

Daha önce belirtildiği gibi, gelir vergisi oranı t 'nin bir tercih değişkeni olduğunu varsayarak, çok boyutlu bir politika alanı kullandık. Bununla birlikte, denge gelir vergisi oranlarının robot fiyatlarına karşı oldukça duyarsız olduğu ve birbirlerine nispeten yakın kaldığı gözlemlenmektedir. Her bir ϕ değeri, yani robot üretim maliyeti, için $t^{*R} = 16.66\%$ ve sabit çıkmaktadır. Aynı şekilde, $\phi = 0.43$ için $t^{*N} = 19.57\%$ ve $\phi = 0.21$ için $t^{*N} = 16.42\%$ olarak hesaplanmaktadır. Bunun sebebi robot vergisinin ücretleri etkilemesindendir. Böylece robot vergilerinin üretim girdilerinin verimliliklerini etkilediği görülmektedir.³

Firmalar, kâr maksimizasyonu yaptıklarında robot vergisini doğrudan üretim maliyetlerine yansıttıkları için gelir vergisinin aksine, robot vergisinin üretim üzerinde belirleyici bir etkisi bulunmaktadır. Bu durum, siyasi partilerin gelir vergisi politikalarında nispeten daha istikrarlı bir strateji izlediğini ve otomasyon politikalarına göre daha düşük hassasiyet gösterdiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, politik farklılaşmanın daha çok robot vergisi/sübvansiyonu ekseninde yoğunlaştığı; gelir vergisi alanında ise görece daha yakın tercihler olduğu görülmektedir.

Takip Edecek Çalışmalar

Bu makaledeki varsayımlar, robot vergilendirmesinin politik ekonomisini açık ve derinlemesine analiz etmek için gereklidir ve önemli çıkarımlar sunmaktadır. Örneğin, modelde yer alan rutin ve rutin olmayan emek ayrımı farklı seçmen gruplarının otomasyon politikasını nasıl şekillendirebileceğini doğrudan incelememizi sağlamıştır. Bu ayrım, otomasyonun toplumsal ve siyasal yansımalarını daha net kavrayabilmeye

³ Ek A'da ücretlerin (17) ve robotların (20) kapalı formu sunulmuştur.

yöneli analitik bir sadelik sunmakta ve temsil ettikleri gruplar açısından siyasi partilerin politika tercihlerinin daha açık biçimde analiz edilebilmesine olanak tanımaktadır. Ancak, modelimizin dışsal sabit ayrımının aksine, gelecekteki araştırmalar rutin ve rutin olmayan işler arasındaki geçişleri içselleştirebilir ve çalışanların değişen ekonomik koşullara yanıt olarak yeni beceriler edinme süreçlerini inceleyebilir. Böyle bir yaklaşım, mevcut modelin sunduğu analitik çerçeveyi genişleterek, işçilerin otomasyon karşısındaki tepkilerini yalnızca statik tercih yapılarıyla değil, aynı zamanda dinamik beceri edinim süreçleriyle birlikte ele almayı mümkün kılacaktır. Böyle bir genişletme, Acemoglu ve Autor (2011) ile Guerreiro vd. (2022) tarafından önerilen dinamik modellerle tutarlı ve beceri ediniminin, işgücü piyasasındaki yeniden dağılımın ve teknolojik gelişmelerin birlikte nasıl evrildiğini gösterecek şekilde olabilir. Ayrıca, farklı seçmen davranış ve grupları da modele dahil edilebilir. Örneğin, robot üreticileri küçük burjuva sınıfı olarak modele dahil edilebilir (Roemer, s.251, 2001). Böylece, üçüncü bir seçmen grubunun dahil edilmesiyle bu grubun hangi sınıfa yakın durduğuna bağlı olarak seçim sonuçlarının nasıl değiştiği analiz edilebilir.

Ek olarak, ampirik çalışmalar, otomasyon ile belirli sektörlerde istihdam düzeyleri arasında olumsuz bir ilişki olduğunu göstererek, teknolojinin işgücü piyasalarındaki yerinden etme etkisini vurgulamaktadır (Acemoglu & Restrepo, 2020; Anelli, vd. 2021; Im vd., 2019). Doğal olarak, teknolojik işsizlik, kamusal mal üretimine bir alternatif veya tamamlayıcı olarak hizmet edebilecek evrensel temel gelir ETG gibi politikaları da gündeme getirmek yararlı olabilir (örn. Atolia vd., 2024).

Sonuç

Bu çalışma, serbest bir piyasa ekonomisinde demokratik siyasi rekabetin seçim sonuçları olarak robot vergileri veya sübvansiyonları gerektirip gerektirmediğini analiz etmektedir. Bu amacı gerçekleştirmek için, siyasi rekabet altında bir genel denge modeli geliştirdik. Modelimiz, otomasyonun rutin çalışanları ikame ederken rutin olmayan çalışanların verimliliğini artırdığını ve bu nedenle robotlaşmanın bu iki grup arasında bir çıkar çatışmasına yol açtığını varsaymaktadır. İki siyasi partinin sırasıyla rutin ve rutin olmayan çalışanları temsil ettiğini kabul ederek nicel bir analiz yaptık. Analiz sonuçları, mevcut robot fiyatlarının tüm siyasi partileri robot sübvansiyonlarını desteklemeye yönlendirecek kadar yüksek olduğuna işaret etmektedir. Bu durum, otomasyonun erken evresinde siyasi partiler arasında görece bir fikir birliği

oluşturabileceğini ve robotların üretim sürecine entegrasyonunun teşvik edileceğini ortaya koymaktadır. Ancak, robotların şu anda vergilendirilmesi olası görünmese de otomasyon maliyetlerindeki sürekli düşüş göz önüne alındığında, modelimiz robot kullanımını vergilendirmenin siyasi düzlemde nasıl kaçınılmaz hale gelebileceğini göstermektedir. Buna ek olarak, modelimiz robot vergisinin yanı sıra çalışanlar üzerinde gelir vergisini de içeren çok boyutlu bir politika modelidir. Bu şekilde siyasi partilerin aynı anda birden fazla politika alanında optimizasyon yapmasını gerektiren daha gerçekçi bir çerçeve incelenmiştir. Bununla birlikte sonuçlarımız politika alanının çok boyutlu olmasının temel bulgularımızı önemli ölçüde değiştirmedeğini göstermektedir. Bu durum, modelin altında yatan iktisadi mekanizmaların politik ortam çeşitlendiğinde dahi istikrarlı bir şekilde çalıştığını ortaya koymaktadır. Son olarak, çalışma yalnızca teknolojik dönüşümün iktisadi sonuçlarını değil, aynı zamanda bu dönüşümün siyasi rekabet mekanizmaları aracılığıyla nasıl yönlendirildiğini ve şekillendiğini anlamamıza katkı sağlamaktadır.

Sorumluluk Beyanı

Bu çalışmada etik kurul izni gerektiren bir durum bulunmamaktadır. Araştırma herhangi bir kurum, kuruluş veya proje tarafından desteklenmemiştir. Yazarların herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. O. Ashenfelter & D. Card (Ed.), *Handbook of labor economics* (Vol. 4B, s. 1043–1171) içinde. Elsevier.
- Acemoglu, D., Golosov, M., & Tsyvinski, A. (2010). Dynamic Mirrlees taxation under political economy constraints. *Review of Economic Studies*, 77(3), 841–881.
- Acemoglu, D., Koster, H., & Ozgen, C. (2023). *Robots and workers: Evidence from the Netherlands* (NBER Working Paper No. 31009). National Bureau of Economic Research.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488–1542.

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188–2244.
- Adachi, D. (2024). *Robots and Wage Polarization: The effects of robot capital by occupation* (Discussion Paper No. 24066). Research Institute of Economy, Trade and Industry.
- Ales, L., Kurnaz, M., & Sleet, C. (2015). Technical change, wage inequality, and taxes. *American Economic Review*, 105(10), 3061–3101.
- Alesina, A., Miano, A., & Stantcheva, S. (2021). Immigration and redistribution. *Review of Economic Studies*, 88(1), 133–185.
- Anelli, M., Colantone, I., & Stanig, P. (2021). Individual vulnerability to industrial robot adoption increases support for the radical right. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(47), e2111611118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2111611118>
- Atolia, M., Holland, M., & Kreamer, J. (2024). Optimal taxes and basic income during an episode of automation: A worker’s perspective. *Macroeconomic Dynamics*, 1–27.
- Aum, S., & Shin, Y. (2024). *Is software eating the world?* (NBER Working Paper No. 32591). National Bureau of Economic Research.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333.
- Autor, D. H., & Dorn, D. (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. *American Economic Review*, 103(5), 1553–1597.
- Bardhan, P., & Mookherjee, D. (2000). Capture and governance at local and national levels. *American Economic Review*, 90(2), 135–139. <https://doi.org/10.1257/aer.90.2.135>
- Battaglini, M., & Harstad, B. (2020). The political economy of weak treaties. *Journal of Political Economy*, 128(3), 1010–1062.

- Caselli, M., Fracasso, A., & Traverso, S. (2020). Globalization, robotization, and electoral outcomes: Evidence from spatial regressions for Italy. *Journal of Regional Science*, 61(1), 86–111.
- Costinot, A., & Werning, I. (2023). Robots, trade, and Luddism: A sufficient statistic approach to optimal technology regulation. *The Review of Economic Studies*, 90(5), 2261–2291.
- Eden, M., & Gaggli, P. (2020). On the welfare implications of automation. *Review of Economic Dynamics*, 37, 135–157.
- Farhi, E., Sleet, C., Werning, I., & Yeltekin, S. (2012). Non-linear capital taxation without commitment. *The Review of Economic Studies*, 79(4), 1469–1493.
- Farhi, E., & Werning, I. (2008). The political economy of nonlinear capital taxation. Unpublished manuscript.
- Funke, M., Schularick, M., & Trebesch, C. (2023). Populist leaders and the economy. *American Economic Review*, 113(12), 3249–3288. <https://doi.org/10.1257/aer.20202045>
- Gasteiger, E., & Prettnner, K. (2022). Automation, stagnation, and the implications of a robot tax. *Macroeconomic Dynamics*, 26(1), 218–249.
- Graetz, G., & Michaels, G. (2018). Robots at work. *The Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753–768.
- Guerreiro, J., Rebelo, S., & Teles, P. (2022). Should robots be taxed? *The Review of Economic Studies*, 89(1), 279–311.
- Hémous, D., & Olsen, M. (2022). The rise of the machines: Automation, horizontal innovation, and income inequality. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 14(1), 179–223.
- Im, Z., Mayer, N., Palier, B., & Rovny, J. (2019). The “losers of automation”: A reservoir of votes for the radical right? *Research and Politics*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.1177/2053168018822395>

- Iversen, T., & Soskice, D. (2006). Electoral institutions and the politics of coalitions: Why some democracies redistribute more than others. *American Political Science Review*, 100(2), 165–181. <https://doi.org/10.1017/S0003055406062083>
- Korinek, A., Schindler, M., & Stiglitz, J. E. (2021). *Technological progress, artificial intelligence, and inclusive growth* (IMF Working Paper No. 2021/166). International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2021/06/11/Technological-Progress-Artificial-Intelligence-and-Inclusive-Growth-460695>
- McKinsey Global Institute. (2020). *The automation age: Implications for employment and income inequality*. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/five-fifty-fear-fear-not>
- Persson, T., & Tabellini, G. (1994). Representative democracy and capital taxation. *Journal of Public Economics*, 55(1), 53–70.
- Prettner, K., & Strulik, H. (2020). Innovation, automation, and inequality: Policy challenges in the race against the machine. *Journal of Monetary Economics*, 116, 249–265.
- Roemer, J. E. (2001). *Political competition: Theory and applications*. Harvard University Press.
- Rubin, R. (2020, January 20). The ‘robot tax’ debate heats up. *The Wall Street Journal*.
- Schulz, K., Tsyvinski, A., & Werquin, N. (2022). *Generalized compensation principle* (Working Paper No. 2022-18). Federal Reserve Bank of Chicago. <https://doi.org/10.21033/wp-2022-18>
- Shome, P. (2022). *Taxation of robots*. The Governance Brief, 44.
- The Economist. (2023, February 25). Why there's no robot tax yet. *The Economist*. <https://www.economist.com/finance-and-economics/2017/02/25/why-taxing-robots-is-not-a-good-idea>
- Thuemmel, U. (2023). Optimal taxation of robots. *Journal of the European Economic Association*, 21(3), 1154–1190.

Ünveren, B., Durmaz, T., & Sunal, S. (2023). AI revolution and coordination failure: Theory and evidence. *Journal of Macroeconomics*, 78, 103561. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2023.103561>

Wittman, D. (1973). Parties as utility maximizers. *American Political Science Review*, 67(2), 490–498.

Ek A.

Bu ek, ücretler, tüketim, işgücü arzı, robot yayılımı ve kamu malı üretimi denge seviyelerini politika değişkenlerinin bir fonksiyonu olarak göstermektedir.

Dnk. (2)’de verilen üretim teknolojisini dikkate aldığımızda, dnk. (3)’te tanımlanan kâr maksimizasyonu problemi, piyasa denge ücretlerinin politika değişkenlerinin bir fonksiyonu olarak aşağıdaki biçimde belirlendiğini göstermektedir:

$$w_r^* = \phi(1 + \tau) \text{ and } w_n^* = \alpha A \beta^{\frac{1}{\alpha}-1}, \quad (17)$$

burada

$$\beta := \frac{(1 - \alpha)A}{(1 + \tau)\phi}. \quad (18)$$

Fayda fonksiyonu dnk. (4)’te verilmişti. Böylece, $i = n, r$ için tüketim ve emek arzı kararlarını maksimize eden fayda fonksiyonları aşağıdaki gibidir:

$$c_i^* = \frac{1 - t}{1 + v} w_i^* \text{ ve } l_i^* = \frac{1}{1 + v}. \quad (19)$$

Dnk. (1)**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**’e göre robot fiyatı $\rho^* = \phi$ olarak, kar maksimizasyonu aşağıdaki sonuçları verir:

$$R^* = \frac{n_n \beta^{\frac{1}{\alpha}} - n_r}{1 + v} \text{ ve } L_i^* = \frac{n_i}{1 + v} \text{ for } i = n, r. \quad (20)$$

Dolayısıyla, dñk (7)'ye göre kamu malı arzı

$$G^* = \frac{n_r tw_r^*}{1 + \nu} + \frac{n_n tw_n^*}{1 + \nu} + \tau \phi R^* \quad (21)$$

olmaktadır.