

Haziran, 2026

MİKRO İKTİSAT ALANINDA TEORİ VE UYGULAMALAR

EDİTÖR
PROF. DR. TUBA DİREKÇİ

DOI:10.5281/zenodo.21118928

Mikro İktisat Alanında Teori ve Uygulamalar

Editör

Prof. Dr. Tuba Direkci

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Prof. Dr. Tuba Direkci

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Haziran, 2026

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN
978-625-8978-03-6

©copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480, Mamak,
Ankara, Türkiye.

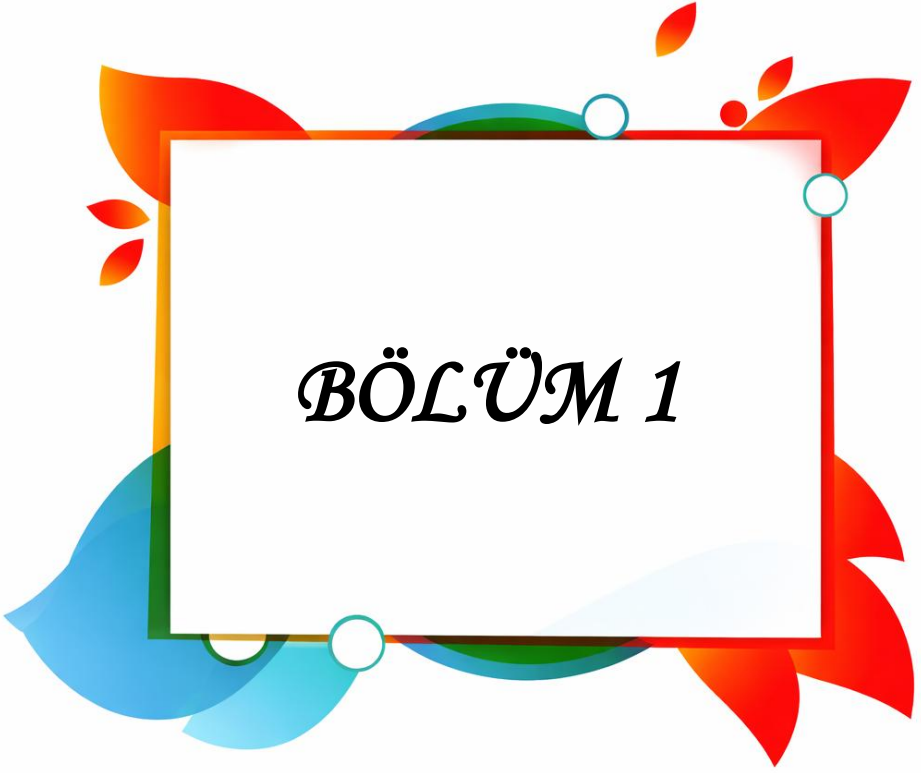
Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuspublishing.com
e-mail: platanuskita@gmail.com



Platanus Publishing®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1.....	5
Verimli Pozitif Ayrımcılık Politikalarında Hiyerarşik Yapı Araştırması	
Orhan Aygün	
BÖLÜM 2.....	23
Ücretlerin Tarihsel Gelişimi ve Ücret Teorileri	
Mücella Bursal	
BÖLÜM 3.....	39
A Comparative Analysis of Renewable Energy Production Efficiency in Oil-Exporting and Oil-Importing Countries	
Ertuğrul Deliktaş	



BÖLÜM 1

Verimli Pozitif Ayrımcılık Politikalarında Hiyerarşik Yapı Araştırması*

Orhan Aygün¹

Pozitif ayrımcılık politikaları tarihsel, toplumsal veya ekonomik nedenlerden dolayı oluşan fırsat eşitsizliğini gidermek amacıyla birçok ülkede kota veya rezerv kontenjan uygulamaları ile karşımıza çıkmaktadır. Kontenjan uygulamalarına örnek olarak Brezilya’da (Aygün ve Bo, 2021) ve Hindistan’daki (Aygün ve Turhan, 2017) üniversite yerleştirmelerinde devlet okulu mezunları, azınlıklar, düşük gelirli ailelerden veya düşük kast seviyelerinden gelen öğrenciler için ayrılan kontenjanlar verilebilir. Bunların yanında milletvekili seçimlerinde kadın ve çeşitli gruplar için partilerin ayırdıkları kontenjanlar, iş yaşamında engelli kontenjanları ve Hindistan’da (Sönmez ve Yenmez, 2023) memuriyette kast, gazilik veya cinsiyet konusunda kontenjan uygulamaları örnek gösterilebilir.

Her ne kadar pozitif ayrımcılık politikaları fırsat eşitsizlikleri ile başa çıkma konusunda çokça kullanılsa da kontenjan uygulamaları kurumların aday seçimi açısından bir kısıt oluşturduğundan kurumlar açısından bir verimsizliğe yol açacağı aşıkardır. Dolayısıyla da kontenjan uygulamasının kullanıldığı bir piyasada kurumların seçim politikalarını nasıl tasarlaması gerektiği cevaplanması gereken önemli bir sorudur.

Bu çalışmada bire-çok eşleşme problemlerinde kullanılan kontenjana bağlı pozitif ayrımcılık politikaları incelenecek ve bu politika altında kurumların adayları seçebilmesi için nasıl bir yol izlemesi gerektiğine dair bir tasarım sunulacaktır. Eşleşme problemlerini diğer piyasalardan ayıran en önemli özellik paranın bu tarz piyasalara dahil olmamasıdır. Kontenjanların piyasada satılmadığı üniversite eğitimi, uzmanlık eğitimi alacak doktorların hastanelere atanma problemi veya maaşların sabit olduğu memuriyet pozisyonları eşleşme piyasalarına örnek gösterilebilir.

İki taraflı eşleşme modeli ilk defa Gale ve Shapley (1962) tarafından ortaya atılmış ve bu makalede paranın olmadığı evlilik ve okul-öğrenci eşleşme piyasalarında denge kavramı ilk kez ortaya atılmıştır. Kararlı eşleşme denen bu kavram, ajanların sistemden çıkarak veya kendi aralarında var olan eşleşme

* Bu kitap bölümü, TÜBİTAK tarafından desteklenen 215K099 numaralı “Verimli Pozitif Ayrımcılık Tasarımı” adlı projeden türetilmiştir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Boğaziçi Üniversitesi, İktisat Bölümü, ORCID: 0000-0003-0132-3429

haricinde anlaşmalar yaparak daha iyi hale gelemeyecekleri eşleşmeler olarak tanımlanmıştır. Dolayısıyla eşleşme piyasalarında kararlı eşleşmenin varlığı ve bunu oluşturacak mekanizmaların tasarımı çok önemli ve birçok araştırmacı tarafından çalışılmış bir konudur.

Eşleşme modelleri günümüzde hastaneler ile stajyer doktorların eşleşmesi (Roth, 1984), Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) ve Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) gibi kurumların öğrencileri okullara yerleştirmesi (Balinski ve Sönmez, 1999) gibi problemlerin analizi ve bu tarz problemler için yeni mekanizmalar tasarlamak için kullanılmıştır. Bu çalışmalardan Balinski ve Sönmez (1999), öğrenci-okul eşleştirme problemi olarak Türkiye’deki üniversite yerleştirme sistemini çalışmış ve ilk defa piyasanın sadece bir tarafının (öğrenci) stratejik davrandığı problemleri ortaya atmışlardır. Böylece uygulanacak eşleştirme mekanizmaları sadece öğrenciler yönünden incelendiğinde hem manipülasyona kapalı hem de Pareto etkin mekanizmalar tasarlanabileceği gösterilmiştir. Ayrıca öğrenci-okul eşleşme modelleri gerçek hayatta da etkili bir şekilde kullanılıp Boston (Abdulkadiroğlu ve Sönmez, 2003; Abdulkadiroğlu vd., 2005b) ve New York (Abdulkadiroğlu vd., 2005a) gibi şehirlerde uygulanmaya başlamıştır.

Öğrenci-okul eşleşmesi gibi merkezi yerleştirmenin çok kullanıldığı piyasalarda, kontenjan uygulaması altında eşleşme mekanizması tasarımı ilk olarak Abdulkadiroğlu ve Sönmez (2003) tarafından ortaya atılmış, bu makalede literatürde en çok kullanılan Ertelemeli Kabul (Deferred Acceptance, DA) ve Eniyi Ticaret Çemberi (Top Trading Cycle, TTC) olarak bilinen iki mekanizma tekrar düzenlenerek kullanıma sunulmuştur. Bu makalede kontenjan, bu burada incelenenin aksine, kota uygulaması olarak düşünülmüştür. Kota uygulamasında, eğer bir grup için ayrılan kotadan az başvuru olursa kalan yerler diğer öğrenciler tarafından kullanılamaz ve kotanın kalan kısmı boşa harcanmış olur. Kojima (2012) kota uygulamasının verim kaybına neden olmasının yanında yardım edilmek istenen gruplara daha fazla zarar verebileceğini göstermiş, Hafalır, Yenmez ve Yıldırım (2013) ise bu zararı gidermek için rezerv kontenjan uygulamasını önermişlerdir. Bu uygulamada yardım edilmek istenen gruptan yeterince başvuru yoksa kontenjanın kalan kısmı diğer grup öğrencileri tarafından kullandırılarak verim artışı sağlanır. Son olarak da Westkamp (2013), Kojima ve Kamada (2015), Aygün ve Turhan (2020), Aygün ve Bo (2021) ve Sönmez ve Yenmez (2023) makaleleri Almanya, Japonya, Brezilya ve Hindistan’da kullanılan kontenjan yapılarını alıp kararlı eşleşmeyi garantileyen, manipülasyona izin vermeyen ve verimliliği arttıran mekanizmalar tasarlamışlardır.

Bu çalışmanın amacı, Pozitif ayrımcılık politikalarının uygulandığı piyasalarda, uygulanan politikaların piyasa verimlilikleri üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirecek, aynı zamanda da pozitif ayrımcılık politikası ile

uyumlu yeni metotlar geliştirmek ve tasarlanan yeni metodun piyasayı dengeye ulaştıracak mekanizmada sonucu nasıl değiştireceğini incelemektir. Burada olumsuz etkiden kasıt kurumların adayları sıralayabildikleri durumda, pozitif ayrımcılık politikası ötürü, kontenjanlarını sıralamadaki en üst sıradaki adaylar ile dolduramamalarıdır. Ayrıca piyasalarda denge unsurunu koruyacak kontenjan sistemlerinin nasıl olması gerektiğini hakkında çıkarımlar yapılacaktır.

Bu amaçla eşleşme literatürünün gerçek hayat uygulamalarına en çok değinen 2-tarafli eşleşme modeli kullanılmış, burada kurumların adayları kabul aşamasında uygulanacak kontenjan kısıtlarına sadık kalmak koşulu ile en iyi aday setlerini seçmek için kullanılacak seçim fonksiyonunun çalışma düzeni tasarlanmış ve verilen pozitif ayrımcılık politikaları için fonksiyonun seçtiği kümelerinden daha baskın hiçbir kümenin var olmadığı gösterilmiştir. Ancak her ne kadar seçim fonksiyonları daha verimli çalışsa da yeni piyasa dengesinin eskisinden çok daha verimli olduğunu söylemek zordur.

Yukarıda ifade edilen amaca uygun olarak, ilk aşamada oluşturulan seçim fonksiyonunun hangi kontenjan yapılarında dengenin varlığını garantileyip hangi durumlarda dengenin varlığının ajanların tercihlerine bağımlı hale geldiği incelenmiştir. Bu kapsamda kullanıldığında dengenin varlığını garantileyen bir kontenjan yapısı sınıfı oluşturulmuştur.

Literatür Özeti

Bu çalışmada kontratlı eşleşme modeli kullanılmıştır. Literatürde Gale ve Shapley (1962) ile başlayan süreç, Kelso ve Crawford (1982) ve Hatfield ve Milgrom (2005) tarafından geliştirilen kontratlı eşleşme modeliyle daha geniş bir çerçeveye taşınmıştır. Örneğin, Sönmez ve Switzer (2012) ve Sönmez (2012) Amerikan ordusuna askeri okullardan öğrenci atamasında, Kominers ve Sönmez (2016) şikago’da insanlara ev dağıtımı probleminde, Aygün ve Bo (2021) ve Aygün ve Turhan (2017) Brezilya ve Hindistan’da öğrenci okul eşleşmesinde bu modeli başarıyla kullanmışlardır. Bu modelde, işçi ve firmaların eşleşmesi sadece bir şekilde olmayıp, üzerinde pazarlık edebilecekleri kontrat maddeleri sunulmuştur. Bu maddeler iş piyasasında maaş, iş tanımı, çalışma saatleri hatta özel sağlık sigortasının sağlanabileceği gibi maddeler olabilirken, bizim problemimizde ajanların başvuru sırasında sundukları bilgiler ve dolayısıyla hangi tip kontenjanı kullanacaklarıdır. Hatfield ve Milgrom (2005) kontratlı eşleşme modelinde kararlı eşleşme kavramını daha geniş haliyle tanımlayıp Gale ve Shapley’in (1962) mekanizmasını genelleştirerek kararlı eşleşme üretecek bir mekanizma oluşturmuşlardır. Ancak bu makalede kurumların ajanların kümelerini sıraya dizebildikleri tercihleri olduğu varsayılmıştır ve bu çalışmada ise tercihlerden türetilmesine gerek olmayan seçim fonksiyonları temel alındığından Aygün ve Sönmez (2013) makalesinde bahsedilen seçim fonksiyonları temel alındığında kararlı eşleşmenin varlığını garantileyecek İkame ve Reddedilen Kontratların Alakasızlığı özellikleri çalışmadaki sonuçlar

açısından büyük önem arz etmektedir. Bunların yanında çalışmada ele alınan kontenjan uygulamalarından, sadece bir gruba kontenjan ayrılması uygulamalarının hepsini içine alabilen Kominers ve Sönmez (2016) makalesinde bahsedilen “pozisyona özel öncelikler” seçim fonksiyonu sınıfı kullanılmıştır. Bu tarz seçim fonksiyonlarında doldurulacak her bir pozisyon için bağımsız kontrat sıralaması atanabilir. Dolayısıyla kontenjan sayısı kadar pozisyonda pozitif ayrımcılığa tabi gruplara öncelik verilerek kontenjan uygulaması gerçekleştirilebilir. Bu seçim fonksiyonu ayrıca pozisyonların hangi sırayla doldurulacağını da tasarlamamıza olanak tanır.

Pozitif ayrımcılığın varlığında eşleşme mekanizmasından ziyade seçim fonksiyonu, yani pozitif ayrımcılığın nasıl uygulanması gerektiği, piyasa tasarımı literatüründe yeni bir konudur. Kontratlı eşleşme modeli kullanarak seçim fonksiyonu tasarımı benim de yazarlarından olduğum iki makalede işlenmiştir. Aygün ve Bo (2021) makalesinde Brezilya üniversite yerleştirme sistemindeki kontenjan uygulaması incelenmiş ve pozitif ayrımcılık uygulamasından kaynaklanan problemleri düzeltmek için yeni bir seçim fonksiyonu tasarlanmıştır. Ayrıca, Aygün ve Turhan (2017) makalesinde Hindistan’daki kota uygulaması çalışılmış, verimliliği arttırabilmek için başvurunun az olduğu gruplardan kalan kontenjanın diğerlerine aktarabilecek esnek bir seçim fonksiyonu tasarlanmıştır. Böylece, Westkamp (2013) ve Kominers ve Sönmez (2016) modelleri birleştirilmiş ve ikisini de kapsayan geniş bir seçim fonksiyon sınıfı sunulmuştur.

Model

Bu aşamada, öncelikle, yapılacak analizin temelini oluşturan 2-taraflı eşleşme modeli kurulmuştur. Model kurulum aşamasında temel model olarak, literatür özeti kısmında da değinilmiş olan Kominers ve Sönmez (2016) modeli kullanılmıştır. Kurulan modelde kurumların kümesi $\mathcal{S} = \{s_1, \dots, s_n\}$ ve ajan kümesi $\mathcal{I} = \{i_1, \dots, i_m\}$ ile gösterilmiştir. Bunun yanında yukarıda bahsedildiği üzere, her kurum ajanları sıraya dizebilmekte ve $z_s(i)$, i ajanının s kurumundaki değerini göstermektedir. Yani herhangi iki ajan, i ve j , için $z_s(i) > z_s(j)$, s kurumu için i ajanı sıralamada j ajanından yukarıdadır demektir.

Ayrıca her kurumun, s , toplam kontenjanı q_s olarak gösterilmiştir. Her bir i ajanının kurumlar üzerinde P_i şeklinde tercihi vardır. Herhangi bir s kurumunun da, herhangi bir $I' \subset I$ aday kümesinden kimleri seçeceğini gösteren birer seçim fonksiyonu, $C_s(I') \subset I'$ ve $|C_s(I')| \leq q_s$, vardır. Modelde eşleşmeler her ajanı en fazla 1, her kurumu da en fazla toplam kontenjanı kadar ajan ile eşleştirmelidir.

Bu çalışmada daha önce de belirtildiği üzere pozitif ayrımcılık yöntemi kontenjan yapıları olarak düşünülmüştür. Öncelikle, pozitif ayrımcılığa aday tiplerin kümesi $\{t_1, \dots, t_z\}$ iken pozitif ayrımcılık politikası tip kombinasyonları $\mathcal{T} = \{T_1, \dots, T_k\}$ üzerinden tanımlanmaktadır. Burada her bir tip kombinasyonu,

T, pozitif ayrımcılığa tabi tutulacak tip kombinasyonunu içerir. Dolayısıyla da bir tip kombinasyonunu tip kümesinin bir altkümesi olarak düşünebiliriz. Örneğin, bir kombinasyon azınlık-fakir-kadın iken diğeri azınlık-kasaba veya fakir-kadın olabilir. Dolayısıyla tip kombinasyonlarından biri diğerini kapsayabilir veya iki kombinasyon arasında kesişim olabilir. Örneğin $T_{azınlık-fakir}$ özelliğini sağlayan herkes $T_{azınlık}$ özelliğini de sağlayacağından $T_{azınlık-fakir} \subset T_{azınlık}$ diyebiliriz. Problemimizde bir i ajanının tipi t_i olarak gösterilip, bu tip birden fazla pozitif ayrımcılığa tabi tip kombinasyonuna dahil olabilir. Örneğin, azınlık ve fakir bir i ajanının tipi hem azınlık hem fakir hem de azınlık-fakir tiplerine dahildir, $t_i \in T_{azınlık} \cap T_{fakir} \cap T_{azınlık-fakir}$. Herhangi bir pozitif ayrımcılık uygulaması olası tip kombinasyonları ve kombinasyonlara rezerv edilecek kontenjan sayıları olarak gösterilmektedir, $[T_1, \dots, T_k; (q_{s_1}^{T_1}, \dots, q_{s_1}^{T_k}), \dots, (q_{s_n}^{T_1}, \dots, q_{s_n}^{T_k})]$. Burada verilen vektörler, eğer yeterince bu gruplardan başvuru alındığı takdirde bu gruplardan alınacak minimum aday sayısını, yani rezervi, gösterir. Ayrıca herhangi bir I ajan kümesinde I_T bu kümede tipi T grubuna dahil ajanların kümesini gösterir. Modelimizde hiyerarşik pozitif ayrımcılık yapıları inceleneceğinden burada bu yapıyı tanımlamak gereklidir.

Tanım: Bir pozitif ayrımcılık uygulaması veya kontenjan yapısı, aşağıdaki özelliği sağladığı takdirde hiyerarşik olarak adlandırılır:

Herhangi iki tip kümesi, $\forall T_a, T_b \in \mathcal{T}$, için aşağıdakilerden en az biri doğrudur:

- i) $T_a \subset T_b$
- ii) $T_b \subset T_a$
- iii) $T_a \cap T_b = \emptyset$.

Çalışmadaki ana hedef herhangi bir aday havuzundan kontenjan yapısı altında “en iyi aday kümesini” seçmek olduğundan en iyi aday kümesinin de tanımının verilmesi gerekir. Herhangi bir aday havuzu, I, içerisinde en iyi aday kümesi, I^* , aşağıdaki özellikleri sağlar:

- i. I^* pozitif ayrımcılık uygulamasındaki kontenjan yapısına uyar: Herhangi bir s ve T için I içerisinde tipi T içinde olan, $t \in T$, yeterince var ise en az q_s^T kadar aday, yoksa tipi T altında olan bütün adaylar kabul edilmiştir, $\forall T \in \mathcal{T}, |I_T^*| = \min\{|I_T|, q_s^T\}$.
- ii. Öyle bir ikili, (i, j) , yoktur ki bunlardan sadece sıralamada aşağıda olanı, i, seçilmiş olsun, yani $z_s(j) > z_s(i)$, $j \notin I^*$, $i \in I^*$ ve de i ajanını çıkarıp j ajanını almak kontenjan yapısını bozmasın.

Burada en iyi aday kümesinin her zaman tek olmadığını vurgulamak gerekir. Ancak hiyerarşik bir pozitif ayrımcılık yapısı altında en iyi aday kümesi vardır ve tektir. Yukarıda bahsedildiği üzere, literatürde kararlı eşleşmenin önemine

birçok kez değinilmiş ve gerçek hayat uygulamalarında ilk aranılan koşullardan biri kararlı eşleşme olmuştur. Burada önce eşleşme tanımını bir fonksiyon olarak verip sonrasında da kararlı eşleşmenin tanımı verilecektir.

Tanım: Bir problemde eşleşme $\mu: \mathcal{I} \cup \mathcal{S} \Rightarrow 2^{\mathcal{I}} \cup \mathcal{S}$ fonksiyonu olarak tanımlanır. Öyle ki:

- i. $\forall i \in \mathcal{I}, \mu(i) \in \mathcal{S} \cup \emptyset,$
- ii. $\forall s \in \mathcal{S}, \mu(s) \subseteq \mathcal{I} \cup \emptyset,$
- iii. $i \in \mu(s) \Leftrightarrow s = \mu(i)$

Burada her ajan en fazla bir kurum ile ve her kurum bir ajan kümesi ile eşleşir. Son olarak da eğer bir i ajanı s kurumu ile eşleşmişse fonksiyon s kurumunu da i ajanı ile eşleştirir. Modelimizde kararlı eşleşme Hatfield ve Milgrom (2005) makalesinde bahsedildiği gibi alınmıştır. Buna göre bir kararlı eşleşme iki özelliği sağlamalıdır. Bunlardan birincisi hiçbir ajanın eşleştiği kurumun eşleşmemekten daha kötü olmaması veya hiçbir kurumun eşleştiği ajanlardan bir veya birkaçını istememesi gibi bir durumun olmamasıdır. İkinci koşul ise kararlı eşleşme altında hiçbir ajan-kurum ikilisinin eşleşme dışında iki tarafın da yararına olabilecek anlaşma yapamamalarıdır.

Tanım: Bir problemde μ eşleşmesi aşağıdaki özellikleri sağlıyorsa kararlı eşleşme olarak adlandırılır:

- i. $\forall i \in \mathcal{I}, \mu(i) P_i \emptyset,$
- ii. $\forall s \in \mathcal{S}, C_s(\mu(s)) = \mu(s),$
- iii. $\nexists i, s \in \mathcal{I} \cup \mathcal{S}:$
 - a. $\mu(i) \neq s$
 - b. $s P_i \mu(i)$
 - c. $i \in C_s(\mu(s) \cup \{i\})$

Kararlı eşleşmenin temel özellikleri ajanlar ve kurumlar açısından atanan kurum veya ajan kümelerinin kabul edilebilir olması ve ajan-kurum çiftleri için μ haricinde bir anlaşmanın iki taraflı yarar sağlamaması olarak özetlenebilir.

Kararlı eşleşmenin varlığının garanti edildiği durumlarda her zaman kararlı eşleşme veren bir mekanizma olduğu ve manipülasyona izin vermediği için çoğu alanda kullanılan DA algoritmasını kullanılır. DA algoritması ajanların tercih listeleri ve kurumların seçim fonksiyonlarına göre aşağıdaki gibi bir eşleşme yapar.

1- Her ajan ilk tercihine başvurur. Kurumlar gelen başvuru havuzundan seçim fonksiyonlarına göre bir kısmını (geçici olarak) kabul edip diğerlerini reddeder.

2- Önceki adımlarda reddedilen ajanlar bir sonraki tercihlerine başvururlar. Yeni gelen başvurular ile başvuru havuzu genişleyen kurumlar, yeni başvuru havuzlarından seçim fonksiyonlarına göre bir kısmını (geçici olarak) kabul edip diğerlerini reddederler. Dolayısıyla önceki adımlarda kabul edilen adaylar daha geniş başvuru havuzlarında reddedilebilirler.

3- Bu adımlar hiçbir ajanın reddedilmediği veya reddedilen ajanların başvurmak istedikleri kurum kalmayınca kadar devam eder. Böyle bir adıma ulaşıldığında algoritma, verilen geçici kabulleri kalıcı hale getirir ve eşleşmeyi sağlar.

Yukarıda bahsedilen mekanizma Gale ve Shapley (1962) makalesinde tasarlanan mekanizmanın Hatfield ve Milgrom (2005) makalesindeki genelleştirilmiş versiyonudur. Bu modelde bir eşleşmenin kararlı olup olmadığı seçim fonksiyonlarına bağlı olduğundan Hatfield ve Milgrom (2005) ile Aygün ve Sönmez (2013) makaleleri iki şartın varlığında kararlı eşleşmenin garanti edilebileceğini söylemişlerdir. Bunlardan ilki ikame özelliğidir. Seçim fonksiyonlarının ikame özelliğini sağlaması aşağıdaki gibidir.

Tanım: Bir s kurumunun seçim fonksiyonu aşağıdaki özelliği sağlıyorsa **İkame** özelliğini sağlamaktadır:

$$\forall I \subseteq J, \text{ ve } \forall i \in I, i \notin C_s(I) \Rightarrow i \notin C_s(I') \quad \forall I' \supseteq I.$$

Yukarıda bahsedilen özellik kısaca seçilmeyen ajanların havuza katılan yeni ajanlar dolayısıyla seçilmesinin engellenmesi veya kurumlar gözünde ajanların birbirlerini tamamlayacak mahiyette olmaması olarak düşünülebilir. İkinci özellik ise Reddedilen Kontratların Alakasızlığı özelliğidir ve aşağıdaki gibi gösterilebilir:

Tanım: Bir s kurumunun seçim fonksiyonu aşağıdaki özelliği sağlıyorsa **Reddedilen Kontratların Alakasızlığı** özelliğini sağlamaktadır:

$$\forall I \subseteq J, \text{ ve } \forall i \notin I, i \notin C_s(I \cup \{i\}) \Rightarrow C_s(I \cup \{i\}) = C_s(I).$$

Bu özellik de herhangi bir başvuru havuzunda seçilmeyen ajanların havuzdan çıkarılmasının seçilen kümeyi etkilememesi gerektiğini söyler.

Yukarıda bahsedilen özelliklerin yanında Hatfield ve Milgrom (2005) seçim fonksiyonlarının Toplam Talep Kanunu özelliğini de sağlaması durumunda DA mekanizmasının manipülasyona kapalı olacağını da göstermişlerdir. Bu özellik de aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

Tanım: Bir s kurumunun seçim fonksiyonu aşağıdaki özelliği sağlıyorsa **Toplam Talep Kanunu** özelliğini sağlamaktadır:

$$\forall I, I' \subseteq \mathcal{I}, I' \subseteq I \Rightarrow |C_s(I')| \leq |C_s(I)|.$$

Bu özellik ise herhangi bir başvuru havuzunun genişlemesi sonucunda seçilen ajan sayısının azalmaması gerektiğini söyler.

Sonuçlar

Öncelikle pozitif ayrımcılık politikası uygulaması olarak verilen bir kontenjan yapısı altında en iyi aday kümesi seçiminin nasıl yapılabileceği incelenmiştir. Bu inceleme boyunca kontenjan yapısının hiyerarşik düzende olduğu varsayımı kullanılmıştır. Çalışmanın son kısmı olan kararlı eşleşmenin varlığının garanti altına alınması için ne tarz kontenjan yapılarının kullanılabileceği sorusunu cevaplarken hiyerarşik düzenin dışındaki kontenjan yapıları da incelenmiştir.

İlk olarak en iyi aday kümesini seçmek için aşağıdaki seçim fonksiyonu, $C^*(\cdot)$, tasarlanmıştır. Herhangi bir 2-taraflı ajan-kurum eşleşme probleminde, kontenjan yapılarının hiyerarşik olduğu pozitif ayrımcılık uygulaması için $C^*(\cdot)$ aşağıdaki gibi işler: Herhangi bir kurum herhangi bir aday havuzundan aşağıdaki yolla seçim yapar;

1. Adım: İlk önce hiçbir başka kombinasyonu kapsamayan tip kombinasyonlarına, $A_1 = \{T \in \mathcal{T} : \nexists T', T' \subset T\}$, dâhil olan ajanlar ve bunlara ayrılan kontenjanlar düşünülür, $[A_1; (q_s^T)_{T \in A_1}]$. Bu aşamada düşünülen her bir kontenjan sırayla kontenjanın ayrıldığı tip adaylar, $\{i \in I : t_i \in T, T \in A_1\}$, arasından sıralamaya göre en tepeden başlanarak teker teker doldurulur. Bu adımın sonunda işlenen tip kombinasyonlarının kümesi de $A^1 = A_1$ olarak düzenlenir.

d. Adım: Sonraki adımlarda da sadece önceki adımlarda düşünülen tip kombinasyonlarını kapsayan kombinasyonlar, $A_d = \{T \in \mathcal{T} \setminus A^{d-1} : \exists T' \in A_{d-1}, T' \subset T \text{ ve } \nexists T'' \in \mathcal{T} \setminus A^{d-1}, T'' \subset T\}$, düşünülür. Bu kombinasyonlar için kontenjanlar önceki adımlarda kapsadıkları kombinasyonlar için kabul edilmiş ajan sayıları çıkarılarak güncellenir. Örneğin, azınlık kontenjanı sayısı 5 iken, önceki adımda azınlık-kadın kontenjanına 2 kişi alındıysa, $5-2=3$ olarak güncellenir. Bu aşamada düşünülen her bir kontenjan sırayla kontenjanın ayrıldığı tip adaylar arasından sıralamaya göre en tepeden başlanarak teker teker doldurulur. Bu adımın sonunda işlenen tip kombinasyonlarının kümesi de $A^d = A^{d-1} \cup A_d$ olarak düzenlenir.

Son Adım: Tüm pozitif ayrımcılığa tabi tip kombinasyonları bittikten sonra kullanılmamış tüm kontenjanlara daha önce kabul edilmemiş tüm ajanlar sıralamaya göre teker teker yerleştirilir.

Örnek 1: Aday havuzunda 10 ajan olduğunu, $\{i_1, \dots, i_{10}\}$, ve kurum için sıralamada en yukarıdaki adayın i_1 ve bütün adayları aşağıdaki gibi sıraladığını düşünelim:

$$Z(i_a) > Z(i_b) \Leftrightarrow a > b$$

Aynı zamanda kurumun kontenjanının 7 olduğunu düşünelim. Bunun yanında pozitif ayrımcılığa tabi 3 grubun olduğunu varsayalım;

- i. *Azınlık – Kadın:* $T_1 = \{i_3, i_8, i_{10}\}$ ve $q^1 = 2$,
- ii. *Azınlık – Erkek:* $T_2 = \{i_6, i_7, i_9\}$ ve $q^2 = 2$,
- iii. *Kadın:* $T_3 = \{i_2, i_3, i_5, i_8, i_{10}\}$ ve $q^3 = 3$

Öncelikle yukarıdaki kontenjan yapısının hiyerarşik olduğu kolayca gösterilebilir. Bu durumda tasarlanan seçim fonksiyonu ilk adımda T_1 ve T_2 kombinasyonları ve onların kontenjanlarını düşünüp, $\{i_3, i_6, i_7, i_8\}$ ajanlarını seçecektir. İkinci adımda T_3 kombinasyonunu düşünecek ancak ilk adımda iki kadın kabul aldığından kalan kontenjan olarak sadece $3-2=1$ kontenjan ayıracaktır. Dolayısıyla da ikinci adımda sadece $\{i_2\}$ seçilecektir. Son adımda da kalan bütün ajanlar ve kalan bütün kontenjan kullanılarak $\{i_1, i_4\}$ seçilir. Dolayısıyla $C^*(I) = \{i_1, i_2, i_3, i_4, i_6, i_7, i_8\}$ olacaktır.

Çalışmadaki ilk sonuç hiyerarşik kontenjan yapısı ve en iyi aday kümesi arasındaki ilişkiyi verir.

Sonuç 1: Bir 2-terafı ajan kurum eşleşme probleminde pozitif ayrımcılık politikası uygulaması olan kontenjan yapısı hiyerarşik ise bütün olası aday havuzları için sadece birer tane en iyi aday kümesi belirlenebilir ve bu küme $C^*(\cdot)$ fonksiyonunun sonucuna denktir.

İspat 1: Bu ispatta tümevarım tekniği kullanılacaktır. Öncelikle ilk adımda kabul edilen ajan kümesini düşünelim. Her en iyi aday kümesine ulaşacak olan seçim fonksiyonu burada seçilen ajanları seçecektir. Aksi takdirde seçilmeyen bir ajanın kendi grubundan seçilen ajanlardan sıralamada en son olanı ile yer değiştirdiğinde kontenjan yapısı bozulmaz ve en iyi ajan kümesi özelliği ile çelişir.

Şimdi ilk d-1 adımda $C^*(\cdot)$ tarafından seçilen tüm ajanların seçildiğini varsayalım. Bu durumda d adımında da $C^*(\cdot)$ tarafından seçilen tüm ajanlar seçilmek durumundadır. Aksi takdirde seçilmeyen bir ajanın kendi grubundan

seçilen ajanlardan sıralamada en son olanı ile yer değiştirdiğinde kontenjan yapısı bozulmaz ve en iyi ajan kumesi özelliği ile çelişir.

Bu sebeple de en iyi ajan kumesini seçmeye aday tüm olası seçim fonksiyonları $C^*(\emptyset)$ ile denktir.

Çalışmadaki ikinci sonuç Westkamp (2013) makalesinde belirtilen önermelerden birinin burada incelenen modele uyarlanmasıdır.

Sonuç 2: Bir 2-tarafli ajan kurum eşleşme probleminde bütün kurumlar $C^*(\emptyset)$ fonksiyonuna bağlı seçim yaparlar ise problemde en az bir kararlı eşleşmenin varlığı garanti edilebilir. Yukarıda bahsedilen DA mekanizması her problem için kararlı eşleşme yaratır ve ajanlar tercih listelerini değiştirerek mekanizmayı manipüle edemezler.

İspat 2: Burada $C^*(\emptyset)$ fonksiyonunun ikame, reddedilen kontratların alakasızlığı ve toplam talep kanununa uygun olduğunu göstermek yeterli olacaktır. Zira her kurumun seçim fonksiyonu bu özellikleri sağlarsa Hatfield ve Milgrom (2005) ve Ayęn ve Sönmez (2013) makalelerinde gösterildiği üzere DA mekanizması her problem için kararlı eşleşme yaratır ve ajanlar tercih listelerini değiştirerek mekanizmayı manipüle edemezler.

İkame zelliği: Herhangi bir I kumesinde bulunan i ajanının seçilmediğini varsayalım, $i \notin C^*(I)$. Bu, i ajanının düşünüldüğü adım(lar)da sıralamasından dolayı seçilmediğini gösterir. Dolayısıyla herhangi bir $I' \supseteq I$ kumesinde rekabetin yükselmesiyle i ajanının sıralaması ykselemeyeceğinden yine seilemeyecektir. Dolayısıyla da **ikame** zelliği sağlanmaktadır.

Reddedilen Kontratların Alakasızlığı zelliği: Herhangi bir I kumesinde bulunan i ajanının seçilmediğini varsayalım, $i \notin C^*(I)$. Bu i ajanının düşünüldüğü adım(lar)da sıralamasından dolayı seçilmediğini gösterir. Bu ajanı I kumesinden çıkardığımızda seçilen ajanların sıralamasını değiştirmeyeceğinden önceki durumda seçilen ajanlar seçilmeye devam edecektir. Dolayısıyla da $i \notin C^*(I \setminus \{i\}) = C^*(I)$ olacak ve **Reddedilen Kontratların Alakasızlığı** zelliği sağlanacaktır.

Toplam Talep Kanunu zelliği: Seçim fonksiyonunun son adımından dolayı hangi aday kumesi gelirse gelsin $C^*(I')$ fonksiyonu ya tüm kontenjanı dolduracak ya da başvuran tüm ajanları kabul edecektir. Dolayısıyla I' kumesini kapsayan herhangi bir $I' \subseteq I$ kumesi geldiğinde seçilen ajan sayısı azalmayacaktır. Bu sebeple de $|C^*(I')| \leq |C^*(I)|$ her zaman sağlanacaktır.

Yukarıda da gösterildiği üzere $C^*(\emptyset)$ fonksiyonu ikame, reddedilen kontratların alakasızlığı ve toplam talep kanunu özelliklerini sağlar. Bu durumda Ayęn ve Sönmez (2013) DA mekanizmasının her problem için

kararlı eşleşme yaratacağını ve Hatfield ve Milgrom (2005) ajanların tercih listelerini değiştirerek mekanizmayı manipüle edemeyeceklerini göstermişlerdir.

Her ne kadar ilk sonuç umut verici olsa da kurumların bireysel bazda daha iyi aday kümelerini seçmeleri DA mekanizması sonucunda yaratılan kararlı eşleşmenin en iyi olacağı sonucunu getirmez. Yukarıda bahsedildiği üzere küçük örneklerde bu sonuç gösterilebildiğinden daha büyük örneklemeler ile yapılacak simülasyona gerek duyulmamıştır. Aşağıdaki örnek kontenjan yapısına sadık kalan başka bir seçim fonksiyonunun daha iyi sonuç yaratabileceğini göstermektedir.

Örnek 2: Problemde 5 ajan olduğunu, $\{i_1, \dots, i_5\}$, ve 2 kurum olduğunu, $\{s_1, s_2\}$, düşünelim. Birinci kurumun adayları aşağıdaki gibi sıraladığını düşünelim:

$$Z_{s_1}(i_1) > Z_{s_1}(i_2) > Z_{s_1}(i_3) > Z_{s_1}(i_4) > Z_{s_1}(i_5)$$

İkinci kurum içinse sıralamanın aşağıdaki gibi olduğunu düşünelim:

$$Z_{s_2}(i_3) > Z_{s_2}(i_5) > Z_{s_2}(i_2) > Z_{s_2}(i_4) > Z_{s_2}(i_1)$$

Aynı zamanda kurumların kontenjanlarının 2'ser olduğunu ve pozitif ayrımcılığa tabi sadece bir grubun olduğunu varsayalım;

$$T_1 = \{t_1, t_2, t_4, t_5\} \text{ ve } q_{s_1}^1 = q_{s_2}^1 = 1$$

Son olarak da $\{i_1, i_3, i_4\}$ adaylarının ilk kurumu ikincisine $\{i_2, i_5\}$ adaylarının ikinci kurumu ilkinde tercih ettiklerini varsayalım. Bu problemde iki farklı seçim fonksiyonunu karşılaştıracacağız. Bunlardan birincisi çalışmada tasarlanan $C^*(\cdot)$ diğeri de aşağıda çalışma düzeni anlatılan $C'(\cdot)$. Öncelikle iki kurumun da $C^*(\cdot)$ seçim fonksiyonlarını kullandığı durumda DA mekanizması aşağıdaki eşleşmeyi verir:

$$s_1 \leftrightarrow \{i_1, i_3\}$$

$$s_2 \leftrightarrow \{i_2, i_5\}$$

Şimdi $C'(\cdot)$ fonksiyonunu tanımlayalım. Herhangi bir kurum herhangi bir aday havuzundan aşağıdaki yolla seçim yapar;

1- İlk önce bütün adaylar ve 1 kontenjan (pozitif ayrımcılığa tabi olmayan kontenjan) düşünülür. Bu bir kontenjan en iyi aday ile doldurulur.

2- İkinci adımda, T_1 kümesine dâhil olan ancak ilk adımda seçilmemiş adaylar ve kalan bir kontenjan düşünülür ve kontenjan en iyi aday ile doldurulur.

İkinci durum olarak da her kurumun $C'()$ seçim fonksiyonunu kullandığını varsayalım. Bu durumda DA aşağıdaki eşleşmeyi verir:

$$s_1 \leftrightarrow \{i_1, i_2\}$$

$$s_2 \leftrightarrow \{i_3, i_5\}$$

Yukarıdaki kurumlar için aday sıralamalarına göre kontrol edersek iki kurumun da ikinci seçim fonksiyonundan fayda sağladığını ve daha iyi ajan kümeleri ile eşleştiklerini görebiliriz. Ayrıca ikinci durumdaki eşleşmede de pozitif ayrımcılık kontenjan yapılarına uyulmuştur.

Çalışmadaki son hedef hangi kontenjan yapılarının aday havuzlarından en iyi adaylar kümelerini seçerek kararlı eşleşmenin varlığını garanti edebileceğinin incelenmesidir. Burada hiyerarşik kontenjan yapısının önemi devreye girmektedir.

Sonuç 3: Bir 2-taraflı ajan kurum eşleşme probleminde pozitif ayrımcılık politikası uygulaması olan kontenjan yapısı hiyerarşik değil ise bütün olası aday havuzları için en iyi aday kümesi tek olmayabilir ve en iyi aday kümelerini seçmek tarzında uygulanan seçim fonksiyonları kararlı eşleşmenin varlığını garanti edemez.

Bu sonucu gösterebilmek adına iki örnek kullanılmıştır. Bunlardan ilki en iyi aday kümesinin tek olmayabileceği, ikincisi ise kararlı eşleşmenin varlığının garanti edilemeyeceğini gösterir.

Örnek 3: Aday havuzunda 4 ajan olduğunu, $\{i_1, \dots, i_4\}$, ve kurumun adayları aşağıdaki gibi sıraladığını düşünelim:

$$Z(i_1) > Z(i_2) > Z(i_3) > Z(i_4)$$

Aynı zamanda kurumun kontenjanının 2 olduğunu düşünelim ve pozitif ayrımcılığa tabi 2 grubun olduğunu varsayalım;

$$i) \quad T_1 = \{t_2, t_4\} \text{ ve } q^1 = 1$$

$$ii) \quad T_2 = \{t_3, t_4\} \text{ ve } q^2 = 1$$

Bu durumda hem $\{i_1, i_4\}$ hem de $\{i_2, i_3\}$ kümeleri en iyi aday kümesi tanımına uygundur.

Sonuç 3'ün ikinci yarısı da Hatfield ve Kojima (2010) makalesindeki bir sonuca atıf yaparak gösterilebilir. Bu sonuca göre eğer her bir ajan-kurum çifti için olası tek bir kontrat var ise (ki bu çalışmada incelenen problem bu tarzdadır) seçim fonksiyonlarının en az biri ikame özelliğini sağlamazsa ajan tercihleri ve diğer kurumların seçim fonksiyonları üzerinde kısıtlama olmadığı takdirde kararlı eşleşmenin olmadığı problemler bulunabilir. Bir sonraki örnek

de hiyerarşinin olmadığı bir kontenjan yapısı altında, her zaman en iyi aday kümesi seçmek ile ikame özelliğinin uyumsuzluğunu gösterecektir.

Örnek 4: Ajan-kurum eşleşme probleminde ajan kümesinde 6 ajan, $\{i_1, \dots, i_6\}$, olduğunu ve kurumun adayları aşağıdaki gibi sıraladığını düşünelim:

$$Z(i_1) > Z(i_2) > Z(i_3) > Z(i_4) > Z(i_5) > Z(i_6)$$

Aynı zamanda kurumun kontenjanının 4 olduğunu düşünelim ve pozitif ayrımcılığa tabi 3 grubun olduğunu varsayalım;

- i) $T_1 = \{t_2, t_3, t_5\}$ ve $q^1 = 2$
- ii) $T_2 = \{t_2, t_4, t_6\}$ ve $q^2 = 2$
- iii) $T_3 = \{t_2\}$ ve $q^3 = 1$

Bu durumda aşağıdaki iki aday havuzundan seçilen en iyi aday kümelerini inceleyecek olursak:

- i) $I' = \{i_1, i_3, i_4, i_5, i_6\}$: burada kontenjan yapısını sağlayan tek küme $\{i_3, i_4, i_5, i_6\}$ kümesidir.
- ii) $I'' = \{i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6\}$: burada kontenjan yapısını sağlayan en iyi aday kümesi $\{i_1, i_2, i_3, i_4\}$ kümesidir.

Dolayısıyla i_2 ajanının yokluğunda seçilmeyen i_1 ajanı, havuza i_2 ajanının gelmesiyle seçilmiştir ve bu ikame özelliğini bozmaktadır.

Yukarıdaki örnekte görüldüğü üzere hiyerarşinin bozulduğu bu küçük örnekte dahi ikame özelliği garantilenememekte dolayısıyla da kararlı eşleşmenin varlığı garanti edilememektedir.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, öncelikle 2-taraflı bir ajan-kurum eşleşme modeli kurulmuş, bu modelde seçim fonksiyonu, ve kararlı eşleşme tanımları modele uygun olarak düzenlenmiş ve aday havuzundan “en iyi aday kümesi seçme” kavramı ve yöntemi incelenmiştir. Tasarlanan seçim fonksiyonunun kurumsal bazda ve piyasa genelinde etkisine bakılmış ve kontenjan yapıları ile kararlı eşleşme arasındaki ilişki incelenmiştir.

Elde edilen bulguları aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz:

1- 2-taraflı eşleşme modelinde, kurumların ajanları sıralayabildikleri, ancak bunun yanında bir kontenjan yapısı halinde uygulanan pozitif ayrımcılık politikasına da uyulması zorunlu durumda, herhangi bir aday havuzundan kontenjan yapısına sadık kalarak en iyi ajan kümesinin ne özellikleri olduğu tanımlanmıştır.

2- Kontenjan yapısının hiyerarşik olduğu durumlarda herhangi bir aday havuzunun en iyi aday kümesinin tek olduğu gösterilmiştir. Bunun yanında da bu aday kümesini seçecek genel bir seçim fonksiyonu sınıfı tanımlanmıştır.

3- Tasarlanan seçim fonksiyonunun halen birçok alanda tercih edilen DA mekanizması içinde kullanılabileceği ve kullanıldığı takdirde DA mekanizmasının her zaman kararlı eşleşmeler yaratan ve manipülasyonu engelleyen bir mekanizma olduğu gösterilmiştir.

4- Tasarlanan seçim fonksiyonunun olası aday havuzlarında olduğu gibi piyasa dengesinde de kurumların eşleştikleri aday kümelerini daha iyi hale getirip getirmediğine bakılmıştır. Bu konuda kesin bir sonuca ulaşılamamış, aday havuzlarında daha kötü aday kümelerini seçse de dengede daha iyi eşleşmeler sağlayan seçim fonksiyonlarının olabileceği gösterilmiştir.

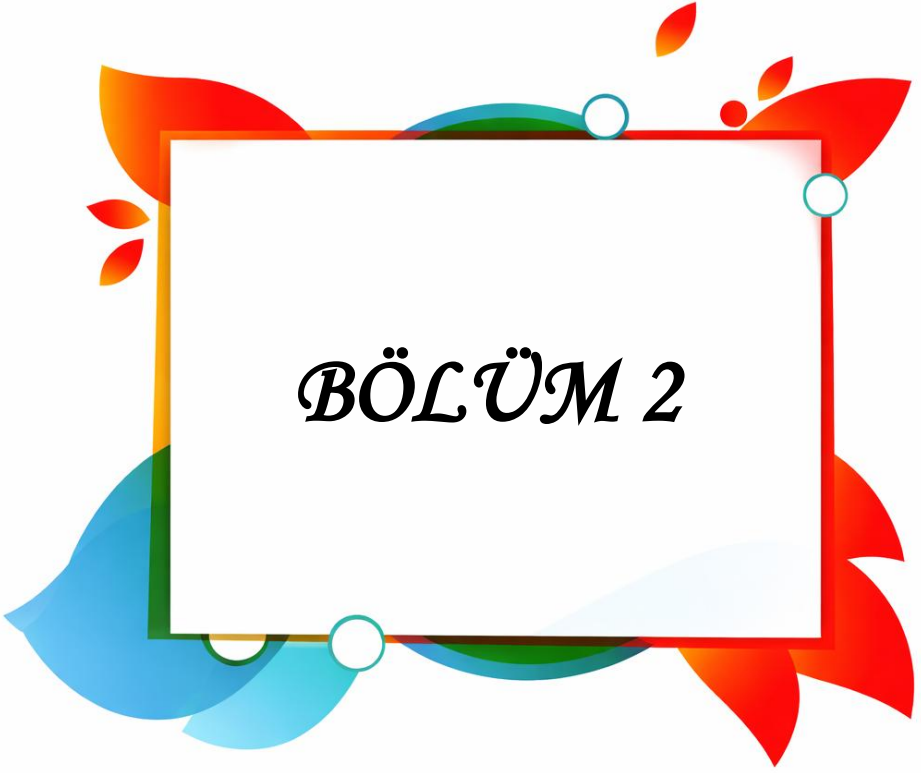
5- Literatürde hem hakkaniyet hem de katılımcılarını memnun etmesinden dolayı, kararlı eşleşmenin varlığı ve kullanılan mekanizmaların kararlı eşleşmeler yaratması istenen özellikler olmuşlardır. Bu bağlamda, hiyerarşik kontenjan yapılarının en iyi aday kümeleri seçilirken kararlı eşleşmenin varlığını garantilediği ancak hiyerarşik kontenjan yapısı olmadığında en iyi adayları seçmenin ve kararlı eşleşmenin varlığını riske attığı gösterilmiştir.

Mevcut çalışmanın ilk katkısı, literatürde dağıtım mekanizmaları ve tasarımı bolca çalışılmışken mekanizmada kullanılan seçim fonksiyonlarının tasarımı konusu olup, ikinci katkı ise kararlı eşleşmenin tercih edildiği problemlerde uygulanabilecek pozitif ayrımcılık yöntemleri hakkında iyi bir çerçeve sunmaktadır.

Kaynaklar Listesi ve Atıflar

- [1] Abdulkadiroğlu, A., Pathak P., Roth A. 2005. “The New York City High School Match”, *The American Economic Review*, 95(2), 364-367.
- [2] Abdulkadiroğlu, A., Pathak P., Roth A., Sönmez T. 2005. “The Boston Public School Match”, *The American Economic Review*, 95(2), 368-371.
- [3] Abdulkadiroğlu, A., Sönmez T. (2003). “School Choice: A Mechanism Design Approach”, *The American Economic Review*, 93(3), 729-747.
- [4] Aygün, O., Bo I. 2021. “College Admission with Multidimensional Privileges: The Brazilian Affirmative Action Case”, *American Economic Journal: Microeconomics*, 13(3), 1-28.
- [5] Aygün, O., Sönmez T. 2012. “The Importance of Irrelevance of Rejected Contracts in Matching under Weakened Substitutes Conditions”, Working paper.
- [6] Aygün, O., Sönmez T. 2013. “Matching with Contracts: Comment”, *The American Economic Review*, 103(5), 2050–2051.
- [7] Aygün, O., Turhan B. 2020. “Dynamic Reserves in Matching Markets with Contracts: Theory and Application”, *Journal of Economic Theory*, 188: 105069.
- [8] Aygün, O., Turhan B. 2017. “Large-Scale Affirmative Action in School Choice: Admissions to IITs in India”, *The American Economic Review*, 107(5), 210–213.
- [9] Balinski M., Sönmez T. 1999. “A Tale of Two Mechanisms: Student Placement”, *Journal of Economic Theory*, 84(1), 73-94.
- [10] Crawford, V., Kelso A.S. 1982. “Job Matching, Coalition Formation, and Gross Substitutes”, *Econometrica*, 50(6), 1483-1504.
- [11] Dur, U., Kominers S.D., Pathak P., Sönmez T. 2018. “Reserve Design: Unintended Consequences and The Demise of Boston’s Walk”, *Journal of Political Economy*, 126(6), 2457-2479.
- [12] Gale, D., Shapley L.S. 2005. “College Admission and the Stability of Marriage”, *The American Mathematical Monthly*, 69(1), 9–15.
- [13] Hafalır, İ., Yenmez M., Yıldırım M. 2013. “Effective Affirmative Action in School Choice”, *Theoretical Economics*, 8(2), 325-363.
- [14] Hatfield, J.W., Milgrom P.R. 2005. “Matching with Contracts”, *The American Economic Review*, 95(4), 913–935.
- [15] Kojima, F. 2012. “School choice: Impossibilities for affirmative action”, *Games and Economic Behavior*, 75(2), 685-693.
- [16] Kominers, S.D., Sönmez T. 2016. “Matching with Slot-Specific Priorities: Theory”, *Theoretical Economics*, 11(2), 683-710.

- [17] Roth, A. 1984. “The Evolution of the Labor Market for Medical Interns and Residents: A Case Study in Game Theory”, *Journal of Political Economics*, 92(6), 991-1016.
- [18] Sönmez, T., Yenmez, B 2023. “Affirmative Action in India via Vertical, Horizontal, and Overlapping Reservations”, *Econometrica*, 90(3):1143-1176.
- [19] Westkamp, A. 2013. “An Analysis of the German University Admissions System”, *Economic Theory*, 53, 561–589.



BÖLÜM 2

Ücretlerin Tarihsel Gelişimi ve Ücret Teorileri

Mücella Bursal¹

1. Giriş

İnsanlık tarihi boyunca üretim faaliyetleri ekonomik yaşamın temelini oluşturmuştur. Üretim sürecinin gerçekleşebilmesi için gerekli olan emek, sermaye, doğal kaynaklar ve girişimcilik gibi üretim faktörleri içerisinde emek özel bir konuma sahiptir. Çünkü diğer üretim faktörlerinin etkin biçimde kullanılabilmesi büyük ölçüde insan emeğine bağlıdır. Emek faktörünün üretime katılımı karşılığında elde ettiği gelir ise ücret olarak adlandırılmaktadır (Borjas, 2020).

Ücretler ekonomik sistemlerde yalnızca çalışanların gelir kaynağını oluşturmakla kalmamakta, aynı zamanda toplam talep, tasarruf oranları, yatırım kararları ve ekonomik büyüme üzerinde de belirleyici olmaktadır. Bir ekonomide ücretlerin düzeyi ve dağılımı gelir eşitsizliğini, yoksulluk oranlarını ve toplumsal refahı doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle ücretlerin belirlenme süreci hem iktisadi hem de sosyal açıdan büyük önem taşımaktadır (McConnell, Brue ve Macpherson, 2007). Tarih boyunca ücret sistemleri önemli değişimler geçirmiştir. İlk çağlarda köle emeğine dayanan üretim sistemlerinden günümüzün yüksek teknolojiye dayalı bilgi ekonomilerine kadar uzanan süreçte emek ilişkileri sürekli dönüşmüştür. Bu dönüşüm ücretlerin niteliğini ve belirlenme biçimlerini de etkilemiştir. Özellikle Sanayi Devrimi sonrasında ücretli emek ekonomik sistemin temel unsurlarından biri haline gelmiş ve ücretlerin nasıl belirlendiği sorusu iktisatçıların yoğun biçimde ilgisini çekmiştir (Ehrenberg ve Smith, 2018).

Ücretlerin belirlenmesine ilişkin farklı dönemlerde çeşitli teoriler geliştirilmiştir. Klasik iktisatçılar ücretleri nüfus hareketleri, emek arzı ve sermaye birikimi ile açıklarken, Marksist yaklaşım üretim ilişkileri ve sınıf çatışmalarına vurgu yapmıştır. Neoklasik iktisatçılar ücretlerin marjinal verimlilik tarafından belirlendiğini ileri sürerken, modern yaklaşımlar insan sermayesi, etkin ücret ve pazarlık gücü ve kurumsal faktörler gibi unsurları analizlere dahil etmiştir (Borjas, 2020).

Bu çalışma ücretlerin tarihsel gelişimini ve ücret teorilerini sistematik biçimde incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde ücret kavramı

¹ Öğr. Gör. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Zara Ahmet Çuhadaroğlu MYO, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, ORCID: 0000-0003-2744-355X

açıklanmakta, ikinci bölümünde ücretlerin tarihsel gelişimi ele alınmakta ve sonraki bölümlerde ücret teorileri ayrıntılı biçimde değerlendirilmektedir.

2. Ücret Kavramı ve Ücretlerin Tarihsel Gelişimi

Ücret, genel anlamıyla bir çalışanın emek hizmeti karşılığında elde ettiği ekonomik değeri ifade etmektedir. İş hukukunda ücret, bir kimseye yaptığı iş karşılığında işveren tarafından para ile ödenen tutar olarak tanımlanırken, iktisat literatüründe ise ücret, işgücü piyasasında emeğin fiyatını ifade eder ve işçinin üretim sürecine katkısına karşılık işveren tarafından ödenen parasal ve parasal olmayan tüm ödemeleri kapsamaktadır (Borjas, 2020; Ehrenberg ve Smith, 2018).

Ücret kavramı nominal ücret ve reel ücret olmak üzere iki farklı biçimde ele alınmaktadır. Borjas'a (2020) göre nominal ücret, işçinin emeği karşılığında parasal olarak elde ettiği geliri ifade ederken; reel ücret bu gelirin fiyat düzeyine göre düzeltilmiş ve satın alma gücünü gösteren biçimdir. Bu ayrım, enflasyonun ücretlerin gerçek refah etkisini nasıl değiştirdiğini analiz etmek için kullanılır. Bu nedenle çalışanların refah düzeyinin değerlendirilmesinde reel ücretler daha önemli kabul edilmektedir. Özellikle yüksek enflasyon dönemlerinde nominal ücretlerde artış yaşanmasına rağmen reel ücretlerde azalma meydana gelebilmektedir.

Ücretlerin ekonomik sistem içerisindeki önemi çeşitli boyutlarda ortaya çıkmaktadır. İlk olarak ücretler çalışanların temel geçim kaynağını oluşturmaktadır. Modern ekonomilerde nüfusun büyük bir bölümü gelirini ücret karşılığında çalışarak elde etmektedir. Bu nedenle ücret düzeyindeki değişimler doğrudan yaşam standartlarını etkilemektedir. İkinci olarak ücretler toplam talebin önemli bir belirleyicisidir. Çalışanların elde ettikleri ücret gelirleri tüketim harcamalarının temel kaynağını oluşturmakta ve ekonomik büyüme üzerinde etkili olmaktadır. Ücretlerde meydana gelen artışlar tüketim harcamalarını teşvik ederek ekonomik faaliyetlerin genişlemesine katkıda bulunabilmektedir (McConnell vd., 2007). Üçüncü olarak ücretler işletmeler açısından önemli bir maliyet unsurudur. Özellikle emek yoğun sektörlerde ücret giderleri toplam üretim maliyetlerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle işletmeler ücret politikalarını belirlerken hem maliyetleri hem de çalışan verimliliğini dikkate almak zorundadırlar.

Stiglitz'e (2012) göre, ücret farklılıklarının artması gelir eşitsizliğini derinleştirerek sosyal adalet üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu nedenle devletler, vergi politikaları, sosyal güvenlik mekanizmaları ve işgücü piyasası düzenlemeleri aracılığıyla gelir dağılımını dengelemeye yönelik müdahalelerde bulunmaktadır.

2.1. İlk Çağ Topluluklarında Ücret ve Emek İlişkileri

Ücret kavramının günümüzdeki anlamıyla ortaya çıkışı oldukça uzun bir tarihsel sürecin sonucudur. İlk çağ toplumlarında ekonomik faaliyetlerin temelini tarım ve zanaat üretimi oluşturmaktaydı. Bu dönemde üretim büyük ölçüde köle emeğine dayanıyordu ve ücretli çalışma ilişkileri oldukça sınırlıydı (Heilbroner, 2011).

Bu durumun en belirgin örnekleri, dönemin önde gelen uygarlıkları olan Antik Yunan ve Roma'da görülmektedir. Antik Yunan ve Roma uygarlıklarında kölelik, ekonomik üretimin temel unsurlarından birini oluşturmuştur. Köleler üretim süreçlerinde yoğun olarak çalıştırılmış, ancak emeklerinin karşılığında herhangi bir ücret almamışlardır. Bu durum, modern anlamda bir emek piyasasının bulunmadığını göstermektedir. Özgür vatandaşların belirli işlerde ücret karşılığında çalıştığı örnekler bulunsun da, o dönemlerde sistemin çarklarını döndüren ve ekonomik yapıyı asıl belirleyen unsur ücretli emek değil; kölelik, serflik ve toprağa bağlı zorunlu emek ilişkileridir. (Huberman, 2015).

İlk çağ toplumlarında ücretlerin yaygınlaşmasını engelleyen temel faktörlerden birisi de para ekonomisinin yeterince gelişmemiş olmasıdır. Üretim faaliyetlerinin önemli bir bölümü aynı değişim yoluyla gerçekleştirildiği için çalışanlara yapılan ödemeler çoğu zaman mal veya ürün biçiminde yapılmaktaydı. Bu durum ücret kavramının modern anlamda gelişmesini geciktirmiştir (Finley, 1973; Huberman, 2015).

2.2. Feodal Sistem ve Orta Çağ'da Ücretler

Orta Çağ döneminde Avrupa'da feodal üretim sistemi egemen hale gelmiştir. Feodal sistemde ekonomik faaliyetlerin merkezinde toprak yer almakta ve üretim büyük ölçüde tarımsal faaliyetlere dayanmaktaydı. Toprak sahipleri ile köylüler arasındaki ilişkiler ekonomik yapının temelini oluşturmuyordu (Pirenne, 1960). Feodal sistem içerisinde köylüler genellikle toprağa bağlı olarak çalışmakta ve elde ettikleri ürünün belirli bir bölümünü toprak sahibine vermekteydiler. Bu nedenle modern anlamda ücretli emek ilişkileri oldukça sınırlıydı. Çalışanların gelirleri çoğu zaman ürün paylaşımı veya aynı ödemeler biçiminde gerçekleşmekteydi (Bloch ve Koziol, 2014; Pirenne, 1960).

Orta Çağ'ın ilerleyen dönemlerinde ticaret faaliyetlerinin gelişmesi ve şehirlerin büyümesi, ekonomik yapıda önemli değişimlere yol açmıştır. Bu süreçte zanaat üretiminin şehirlerde yoğunlaşmasıyla birlikte lonca sistemi ortaya çıkmış ve üretim faaliyetleri bu kurumlar aracılığıyla düzenlenmiştir. Loncalar içinde çırak, kalfa ve usta arasında hiyerarşik bir yapı oluşmuş, üretim ve çalışma ilişkileri bu çerçevede şekillenmiştir (Huberman, 2015). Orta Çağ'ın sonlarına doğru Avrupa'da ticaretin gelişmesiyle birlikte para ekonomisi güçlenmiş ve ücretli emek ilişkileri daha görünür hale gelmiştir. Bu gelişmeler daha sonra

ortaya çıkacak kapitalist üretim sisteminin temellerini oluşturmuştur (Huberman, 2015; Pirenne, 1960).

2.3. Kapitalizmin Doğuşu ve Ücretli Emeğin Yaygınlaşması

15 ve 16. yüzyıllardan itibaren Avrupa’da ticaretin genişlemesi, sömürgecilik faaliyetlerinin artması ve sermaye birikiminin hızlanması, ekonomik yapıda önemli dönüşümlere yol açmıştır. Bu süreç, ticari kapitalizmin gelişimini destekleyerek üretim ve emek ilişkilerinin yeniden şekillenmesine zemin hazırlamıştır (Heilbroner, 2011). Bu dönemde kırsal kesimden kentlere doğru başlayan göç hareketleri ücretli emek piyasalarının gelişmesine katkı sağlamıştır. Topraktan kopan nüfusun giderek artması, ücret karşılığında çalışmaya hazır büyük bir işgücü kitlesinin oluşmasına neden olmuştur.

Kapitalist üretim ilişkilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte ücretler ekonomik yaşamın temel unsurlarından biri haline gelmeye başlamıştır. Ancak ücretlerin düzeyi büyük ölçüde işverenlerin kontrolü altında bulunmakta ve çalışanların pazarlık gücü oldukça sınırlı kalmaktaydı.

2.4. Sanayi Devrimi ve Ücretlerin Dönüşümü

18. yüzyılın ikinci yarısında İngiltere’de başlayarak Avrupa ve Kuzey Amerika’ya yayılan Sanayi Devrimi, üretim süreçlerinde köklü bir dönüşüm yaratmıştır. Buhar gücünün üretimde kullanılması, makineleşmenin hızlanması ve fabrika sisteminin yaygınlaşmasıyla birlikte ekonomik yapı önemli ölçüde değişmiştir. Bu dönüşüm, kırsal temelli üretimden sanayi temelli üretime geçişi hızlandırmış ve ücretli emek ilişkilerinin yaygınlaşmasına zemin hazırlamıştır (Heilbroner, 2011).

Sanayi Devrimi öncesinde üretim büyük ölçüde küçük atölyelerde ve ev içi üretim biçimlerinde gerçekleşmekteydi. Sanayileşme ile birlikte üretimin fabrika sistemi içinde örgütlenmesi, emek ilişkilerinde önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Bu süreçte işçiler, belirli bir işverene bağlı olarak ücret karşılığında çalışmaya başlamışlardır. Sanayileşmenin ilk dönemlerinde ise ücretlerin düşük olduğu ve çalışma koşullarının oldukça ağır seyrettiği görülmektedir (Huberman, 2015). Sanayi Devrimi sürecinde özellikle tekstil sektöründe kadın ve çocuk işçilerin yaygın biçimde çalıştırılması, işgücü yapısında önemli bir değişime işaret etmiştir. Bu dönemde fabrika sistemi içinde uzun çalışma saatleri, düşük ücretler ve yetersiz iş güvenliği koşulları dikkat çekmiş; bu durum işçi sınıfının yaşam ve çalışma koşullarını olumsuz yönde etkilemiştir (Hobsbawm, 2003).

Klasik iktisatçılar, sanayileşme sürecinde gözlemlenen düşük ücret düzeylerini açıklamaya yönelik çeşitli yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Özellikle Ricardo’nun ücretlerin uzun dönemde geçim düzeyine yakınsama eğilimi gösterdiğine ilişkin analizleri, klasik iktisat çerçevesinde ücretlerin seyrini açıklamada önemli bir yer tutmaktadır (Ricardo, 2004). 19. yüzyılın ortalarından itibaren birçok ülkede işçi hareketlerinin güçlenmesi ve sendikal örgütlenmelerin

ortaya çıkması, endüstriyel ilişkilerde önemli değişimlere yol açmıştır. Bu süreçte işçilerin örgütlü talepleri doğrultusunda çalışma koşullarında bazı iyileşmeler gündeme gelmiş; çalışma sürelerinin düzenlenmesi, çocuk işçiliğine yönelik sınırlamalar ve ücret koşullarına ilişkin çeşitli reformlar tartışılmaya başlanmıştır (Kaufman, 2006).

Sanayi Devrimi'nin ilerleyen aşamalarında teknolojik gelişmeler işçi verimliliğini artırmış ve ekonomik büyümeyi hızlandırmıştır. Uzun dönemde üretkenlik artışları ücretlerin yükselmesine katkıda bulunmuş olsa da bu artış tüm işçi gruplarına eşit biçimde yansımamıştır. Özellikle nitelikli ve nitelsiz işgücü arasındaki farkların genişlemesi ücret farklılıklarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Goldin ve Katz, 2008).

2.5. Yirminci Yüzyılda Ücret Sistemlerinin Gelişimi

Yirminci yüzyıl ücretlerin kurumsallaştığı ve sosyal politikaların yaygınlaştığı bir dönem olarak değerlendirilmektedir. Özellikle Birinci Dünya Savaşı sonrasında devletlerin ekonomik ve sosyal yaşama daha fazla müdahil olmaya başlaması işgücü piyasalarının yapısını değiştirmiştir (Kaufman, 2006).

1929 Büyük Buhranı sonrasında birçok ülkede uygulanan ekonomik politikalar ücretlerin korunmasını ve istihdamın artırılmasını hedeflemiştir. Bu dönemde devlet müdahalelerinin artmasıyla birlikte işgücü piyasaları daha düzenli bir yapıya kavuşmuştur (Kaufman, 2006). Stiglitz'e (2012) göre, eşitsizliğin azaltılması için devletin ekonomik sürece aktif müdahalesi gereklidir ve sosyal güvenlik, vergilendirme ve işgücü piyasası düzenlemeleri gibi politikalar gelir dağılımını iyileştirebilir. Bu gelişmeler, İkinci Dünya Savaşı sonrasında refah devleti anlayışının güçlenmesine zemin hazırlamıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrasında gelişmiş ülkelerde refah devleti anlayışının benimsenmesi çalışanların ekonomik haklarını güçlendirmiştir. Toplu iş sözleşmeleri ve sendikal faaliyetler ücretlerin belirlenmesinde önemli rol oynamaya başlamıştır. Bu dönemde reel ücretlerde önemli artışlar yaşanmış ve çalışanların yaşam standartları yükselmiştir (Piketty, 2014).

Bu dönemde ücret artışları ve kitlesel tüketim arasındaki ilişki, Fordist üretim modeli çerçevesinde daha belirgin hale gelmiştir. Fordist üretim modeli olarak adlandırılan sistemde yüksek verimlilik ile yüksek ücret politikaları birlikte uygulanmıştır. Bu yaklaşım çalışanların satın alma gücünü artırarak ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğine katkı sağlamıştır (Harvey, 1991).

Ancak 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizleri ve ekonomik durgunluk, Fordist üretim modelinin sürdürülebilirliğini tartışmalı hale getirmiş ve ücret politikalarında yeni arayışları gündeme getirmiştir. Enflasyonun yükselmesi ve işsizliğin artması ücret artışlarının sınırlandırılmasına yönelik politikaların uygulanmasına yol açmıştır (Blaug, 1997).

2.6. Küreselleşme Süreci ve Ücretler

1980'li yıllardan itibaren hız kazanan küreselleşme süreci işgücü piyasalarında önemli değişiklikler yaratmıştır. Küreselleşme sürecinin hızlanmasıyla birlikte sermayenin uluslararası hareketliliği artmış, çok uluslu şirketlerin yaygınlaşması ve ticaretin genişlemesi işgücü piyasalarında ücret oluşumunu etkileyen yeni dinamikler ortaya çıkarmıştır (Borjas, 2020; McConnell vd., 2007; Stiglitz, 2012).

Küreselleşme sürecinde işletmeler üretim faaliyetlerini düşük maliyetli ülkelere kaydırmaya başlamışlardır. Bu durum gelişmiş ülkelerde düşük vasıflı işgücüne olan talebin azalmasına yol açarken gelişmekte olan ülkelerde yeni istihdam fırsatları yaratmıştır. Ancak aynı zamanda ücretler üzerinde aşağı yönlü baskılar oluşturmuştur (Autor, Dorn ve Hanson, 2013).

Teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme de ücret yapılarında önemli değişimlere neden olmuştur. Özellikle bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi yüksek beceri gerektiren işlerde ücretlerin artmasını sağlarken düşük beceri gerektiren işlerde ücret artışlarını sınırlamıştır. Bu durum ücret eşitsizliklerinin artmasına yol açan temel faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Goldin ve Katz, 2008). Günümüzde yapay zekâ, otomasyon ve dijital platform ekonomisi işgücü piyasalarını yeniden şekillendirmektedir. Teknolojik dönüşümün ücret farklılıklarını giderek daha fazla eğitim düzeyi, beceri seviyesi ve teknoloji kullanımına bağlı hale getireceği öngörülmektedir (Autor, 2014).

3. Ücret Teorileri

Ücret teorileri Klasik Ücret Teorisi, Marksist Ücret Teorisi, Neoklasik Ücret Teorisi ve Modern Ücret Teorisi şeklinde bir ayrıma tabi tutulmuştur.

3.1. Klasik Ücret Teorileri

Ücretlerin belirlenmesine ilişkin ilk sistematik açıklamalar klasik iktisatçılar tarafından geliştirilmiştir. Klasik iktisat yaklaşımı, ücretlerin uzun dönemde belirli ekonomik yasalar çerçevesinde oluştuğunu savunmaktadır (Blaug, 1997).

3.1.1. Adam Smith'in Ücret Yaklaşımı

Adam Smith ücretleri emek talebi ve sermaye birikimi ile ilişkilendirmiştir. Smith'e göre sermaye birikiminin hızlandığı ve ekonomik büyümenin yaşandığı toplumlarda işgücüne olan talep yükselmekte, bu durum ücretlerin artışına katkıda bulunmaktadır (Smith, 2007). Smith ayrıca ekonomik genişleme dönemlerinde çalışanların yaşam standartlarının iyileşebileceğini ve ücretlerin toplumsal refah düzeyiyle birlikte yükselme eğilimi gösterebileceğini belirtmiştir. Bu yönüyle Smith'in yaklaşımı, ücretlerin uzun dönemde geçimlik düzeye gerileyeceğini öne süren sonraki klasik görüşlerden ayrılmaktadır (Blaug, 1997; Smith, 2007).

3.1.2. Ricardo'nun Geçimlik Ücret Teorisi

Ricardo'nun ücret teorisi klasik iktisadın en etkili yaklaşımlarından biridir. Ricardo'ya göre doğal ücret, işçilerin ve ailelerinin yaşamlarını sürdürebilmelerine olanak sağlayan asgari geçim düzeyi etrafında oluşmaktadır (Ricardo, 2004). Bu bağlamda ücretler, uzun dönemde geçimlik düzey etrafında dengeye gelme eğilimi göstermektedir.

Bu teoriye göre ücretlerin geçim seviyesinin üzerine çıkması nüfus artışını teşvik edecek, artan işgücü arzı ise ücretleri yeniden aşağı yönlü baskılayacaktır. Benzer şekilde ücretlerin geçim seviyesinin altına düşmesi nüfus artış hızını azaltacak, işgücü arzındaki daralma ise ücretlerin yeniden yükselmesine yol açacaktır. Bu mekanizma, uzun dönemde ücretlerin geçimlik düzey etrafında dengelenmesine neden olmaktadır (Malthus, 1798; Ricardo, 2004).

Geçimlik ücret yaklaşımı, Thomas Malthus'un nüfus teorisiyle yakından ilişkilidir. Malthus'a göre nüfus geometrik bir hızla artma eğilimindeyken, gıda üretimi aritmetik bir hızla artmaktadır (Malthus, 1798). Bu dengesizlik, uzun dönemde ücretlerin baskı altında kalmasına ve geçim düzeyine yönelmesine yol açmaktadır.

Ricardo'nun bu yaklaşımı daha sonra Ferdinand Lassalle tarafından "Ücretlerin Demir Yasası" olarak adlandırılmış ve popüler hale getirilmiştir (Lassalle, 1863, akt. Blaug, 1997). Bu ifade, ücretlerin uzun dönemde katı bir şekilde geçimlik düzeyde sabitleneceği düşüncesini vurgulamaktadır. Ancak bu yorum, Ricardo'nun analizinin bir yorumu niteliğinde olup doğrudan Ricardo'ya ait bir kavram değildir (Blaug, 1997).

3.1.3. Ücret Fonu Teorisi

Ücret fonu teorisi özellikle John Stuart Mill tarafından geliştirilmiştir. Teoriye göre işverenlerin ücret ödemek amacıyla ayırdığı belirli bir fon bulunmaktadır ve ücret düzeyi bu fonun büyüklüğüne bağlı olarak belirlenmektedir (Mill, 1885). Teoriye göre emek talebi ve buna göre ücret belirlenmesi önceden ayarlanmış olan bir fonun miktarına bağlıdır (Kaytancı, 2008). Ücret fonu kuramında, kısa dönemdeki ücret değişimleri açıklanmaktadır. Bu kurama göre ortalama ücret düzeyi, ücret fonunun işçi sayısına bölünmesi ile elde edilir. Teoride işleyiş, ücret fonunun işçi sayısına bölünmesi olduğu için, bazı işçilerin ücretlerinde artış yapıldığında, aynı fondan diğer işçilerin payına düşen miktar azalmış olacaktır (Zaim, 1997). Teorinin temel bir sonucu olarak, genel ücret düzeyinin yükselmesi ya ücret fonlarının artmasıyla ya da işçi sayısının azalmasıyla mümkün olabilmektedir (Lordoğlu ve Özkaplan, 2003).

Teori sermaye birikiminin ücretler üzerindeki etkisini vurgulaması bakımından önemlidir. Ancak ücretlerin yalnızca sermaye fonuna bağlı olarak açıklanması nedeniyle daha sonra yoğun eleştirilere maruz kalmıştır.

3.2. Marksist Ücret Teorisi

Marksist ücret teorisi, kapitalist üretim ilişkilerini ve mülkiyet yapısını temel alarak klasik iktisatçılardan tamamen farklı bir açıklama sunmaktadır. Karl Marx'ın "Emek-Değer Teorisi" çerçevesinde şekillenen bu yaklaşımda, üretim sürecinde değer yaratan yegâne unsurun emek olduğu savunulur (Marx, 1867). Ancak Marx, kapitalist sistemde işçilerin yarattıkları toplam değerın tamamını elde edemediklerini ileri sürer.

Kuramın merkezinde yer alan Artı Değer (Sömürü) Teorisi'ne göre, emek ve sermaye arasındaki ilişki asimetriktir. Marx, işçilerin ücret karşılığında emeklerini değil, "emek güçlerini" (çalışma kapasitelerini) sattıklarını belirtir. Bu doğrultuda işçinin aldığı ücret, yalnızca emek gücünün yeniden üretimi için gerekli olan asgari maliyeti (geçimlik ücreti) temsil etmektedir. Sermayedarlar, işçilere sadece hayatta kalmalarını ve ertesi gün işe gelebilmelerini sağlayacak bu asgari tutarı öderken; işçinin gün içindeki çalışma süresi boyunca bu ücretin üzerinde yarattığı tüm farka "artı değer" olarak el koyarlar (Kaya ve Tıgılı, 2016; Marx, 1867).

Matematiksel olarak artı değer, işçinin üretim sürecinde ürettiği toplam değerden, ona ödenen ücretin (gerekli emek zamanının karşılığının) çıkarılmasıyla elde edilir ve kapitalist kârın temel kaynağını oluşturur (Marx, 1867). Teoriye göre ücretlerin sürekli baskı altında kalmasının temel nedeni, üretim araçlarının özel mülkiyetine sahip olan sermaye sınıfının (burjuvazi) iş gücü üzerindeki bu sömürü mekanizmasıdır. Sonuç olarak Marksist yaklaşım, ücretlerin belirlenmesinde piyasa dengelerinden ziyade sınıf ilişkilerini ve güç dengesizliklerini ön plana çıkararak; modern gelir dağılımı ve ekonomik eşitsizliklerin açıklanmasına çok önemli kuramsal katkılar sağlamıştır.

3.3. Neoklasik Ücret Teorileri

Neoklasik iktisat yaklaşımı, ücretlerin belirlenmesini büyük ölçüde piyasa mekanizması ve üretkenlik ilişkisi üzerinden açıklamaktadır. Bu yaklaşımın temel varsayımı, tam rekabetçi piyasalarda emek arzı ve emek talebinin özgürce etkileşime girmesi sonucunda denge ücretinin kendiliğinden oluştuğudur (Borjas, 2020). Bu çerçevede ücret düzeyleri, bireylerin üretim sürecine yaptığı marjinal katkı ile doğrudan ilişkilendirilmiştir.

Fisunoğlu ve Tan (2009)'a göre Neoklasik Ücret Teorisi üç temel önermeye dayanmaktadır. İlk önerme, azalan marjinal verimlilik ilkesidir. Diğer üretim faktörleri sabitken istihdam edilen emek miktarı artırıldığında, her ilave işçinin toplam üretime sağladığı katkının belirli bir noktadan sonra azalacağını savunur. İkinci önerme; emeğin reel ücretinin onun marjinal verimliliğine eşit olma eğilimi gösterdiğini ve aynı zamanda işçinin çalışırken katlandığı psikolojik zahmeti (faydasızlığı) yansıttığını ileri sürer. Son önerme ise, piyasadaki reel ücretleri

belirleyen bir diğ er tamamlayıcı faktörün i  i ile i  veren arasındaki ücret pazarlığı olduğunu belirtir (Fisunoğlu ve Tan, 2009).

Neoklasik yaklaşımının iktisat literatürüne en temel katkısı, ücretlerin bireysel üretkenlik ile olan bağını sistematik ve matematiksel bir çerçeveye oturtmu  olmasıdır. Bu doğrultuda geliştirilen marjinal verimlilik teorisi, modern i  gücü piyasalarının analizinde günümüzde de temel kuramsal altyapıyı oluşturmaktadır (Ehrenberg ve Smith, 2018).

3.3.1. Marjinal Verimlilik Teorisi

Hicks (1932), marjinal verimlilik teorisini; belirli bir ücret düzeyinde işverenlerin, marjinal ürünün değeri ücrete eşit oluncaya kadar i  i istihdam etmeleri olarak tanımlamıştır. Marjinal  r n ise, toplam fiziksel üründeki artış ile aynı miktardaki diğ er üretim faktörlerinden elde edilebilecek ürün arasındaki farkı ifade etmektedir (Hicks, 1932). Hicks, bu marjinal verimlilik ilkesini tamamen geleneksel bir açıklama olarak tanımlamaktadır. Buna göre ücretler, ürünün fiyatı ile emeğin marjinal ürününün çarpımına eşit olarak belirlenecektir (Flatau, 2002). Yani bir işçinin aldığı ücret, emeğin marjinal ürün değerine eşittir. Marjinal verimlilik teorisinin varsayımlarından biride tam rekabet piyasasının varlığıdır.

Marjinal verimlilik teorisine göre, bir işçinin  creti üretim sürecine yaptığı son katkı (marjinal ürün değeri) ile belirlenmektedir. Bu teoriye göre firmalar, bir işçiyi istihdam ettiklerinde onun üretime yaptığı ek katkı kadar ücret ödemeye razı olurlar (Clark, 1908).

John Bates Clark’a göre rekabetçi piyasalarda üretim faktörleri kendi marjinal ürünleri kadar gelir elde eder. Bu durum hem ücretlerin hem de sermaye gelirlerinin adil bir şekilde dağıldığını varsayar. Ancak bu yaklaşım, piyasa aksaklıklarını ve kurumsal faktörleri yeterince dikkate almamakla ele tirilmi tir (Blaug, 1997).

3.3.2. İnsan Sermayesi Teorisi

İnsan sermayesi teorisi; bireylerin sahip olduğu eğitim, beceri, sağlık ve deneyim gibi unsurların onların üretkenliklerini artırdığını ve bu verimlilik artışıının doğrudan ücretlerine yansıdığını ileri sürmektedir. Bu yaklaşımın en önemli öncülerinden biri olan Gary Becker, eğitimi finansal bir yatırım türü olarak ele almış ve bireylerin gelecekteki getiri beklentilerini ve gelirlerini artırma rasyoneliyle eğitim yatırımı yaptıklarını savunmuştur (Becker, 1964).

İnsan sermayesi yaklaşımına göre, i  gücü piyasasındaki ücret farklılıkları büyük ölçüde bireylerin sahip olduğu bu nitelik ve beşeri sermaye stokunun farklılığından kaynaklanmaktadır. Daha yüksek eğitim düzeyine ve daha fazla i  deneyimine sahip olan bireyler, üretime sağladıkları marjinal katkı ve sergiledikleri yüksek verimlilik karşılığında daha yüksek ücret elde etmektedirler

(Mincer, 1974). Bu teori, eğitim ile gelir arasındaki güçlü pozitif ilişkiyi açıklamada oldukça başarılı olmakla birlikte; ücret farklılıklarının yalnızca bireysel özelliklerle açıklanamayacağını, piyasa aksaklıklarını ve yapısal dışlanma mekanizmalarını göz ardı ettiği yönünde de önemli eleştirilere maruz kalmaktadır (Borjas, 2020).

3.4. Modern Ücret Teorileri

Modern ücret teorileri, ücretlerin yalnızca piyasa dengesi veya bireysel üretkenlik tarafından değil, aynı zamanda kurumsal yapı, bilgi eksiklikleri, pazarlık gücü ve motivasyon faktörleri tarafından da belirlendiğini savunmaktadır. Modern ücret teorileri arasında etkin ücret teorisi, pazarlık teorisi, içsel işgücü piyasası teorisi yer almaktadır.

3.4.1. Etkin Ücret Teorisi

Etkin ücret teorisine göre firmalar bazı durumlarda piyasa dengesinin üzerinde ücret ödemeyi tercih edebilirler. Bunun temel nedeni, daha yüksek ücretlerin çalışan motivasyonunu artırması, işgücü devrini azaltması ve çalışan verimliliğini yükseltmesidir. Shapiro ve Stiglitz (1984), işverenlerin çalışanların çaba düzeyini tam olarak gözlemleyemediği koşullarda, işçileri disipline etmek amacıyla piyasa denge ücretinin üzerinde ücret ödeyebileceğini ileri sürmektedir. Bu durumda işini kaybetmenin maliyeti arttığı için işçilerin kaytarma davranışı azalmaktadır (Shapiro ve Stiglitz, 1984). Etkin Ücreti Teorisinde, firmaların işçi verimliliğini ve firma kârlılığını artırmak için piyasa dengesi ücretinin (W^*) üzerinde ücretler (W_e) ödemeyi gönüllü olarak seçebileceklerini öne süren, piyasayı temizlemeyen Yeni Keynesyen bir yaklaşımdır (Akerlof, 2005; Stiglitz, 1974). Daha yüksek ücretlerin sadece işgücü maliyetini artırdığı geleneksel modellerin aksine, bu teori ücret oranını sadece bir gider olarak değil, çalışanların verimliliğini veya çabasını artıran bir yatırım olarak ele alır.

Bu teoriye göre düşük ücretler işçilerin işten kaçma eğilimini artırabilirken, yüksek ücretler iş disipliniyi güçlendirmektedir. Bu nedenle firmalar, verimlilik kaybını önlemek için denge ücretinin üzerinde ödeme yapabilirler (Solow, 1979).

Etkin ücret yaklaşımı özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki ücret katılıklarını ve işsizlik olgusunu açıklamada önemli katkılar sağlamaktadır.

3.4.2. Pazarlık Teorisi

Pazarlık Teorisi'ne göre ücret düzeyi; işçiler, dâhil oldukları sendikalar ve işverenler arasındaki göreceli pazarlık gücü tarafından belirlenir. Bu yaklaşıma göre ücretler; piyasa arz ve talep kesişiminin ötesinde, işçinin kabul etmeye razı olduğu en düşük ücret düzeyi (direnme ücreti) ile işverenin işletme karlılığını gözeterek ödemeyi kabul edebileceği en yüksek ücret düzeyi arasındaki rasyonel bir aralıkta, tarafların göreceli pazarlık gücüne bağlı olarak şekillenir (Hicks, 1932; Shackle, 1957). Pazarlık teorisi, ücretlerin yalnızca mekanik bir piyasa temizlenmesiyle değil, işçi ve işveren arasındaki aktif bir müzakere süreciyle

belirlendiğini savunmaktadır. Bu çerçevede sendikalar, toplu iş sözleşmeleri ve kurumsal düzenlemeler ücret düzeyinin nihai olarak belirlenmesinde birincil rol oynamaktadır (McConnell vd., 2007).

Süreçte pazarlık gücü yüksek olan taraf, ücret belirleme mekanizmasında daha avantajlı bir konumda yer alır. Örneğin, işsizliğin düşük olduğu veya sendikal örgütlülüğün güçlü olduğu dönemlerde işçilerin pazarlık gücü artarken; yüksek işsizlik dönemlerinde bu güç işveren lehine kaymaktadır. Bu nedenle modern ücret yapıları yalnızca bireysel üretkenliğe değil, aynı zamanda tarafların kurumsal gücüne, yasal haklarına ve örgütlenme düzeylerine de doğrudan bağlıdır (Kaufman, 2006).

3.4.3. İçsel İşgücü Piyasası Teorisi

İçsel işgücü piyasası teorisine göre ücretler ve kariyer ilerlemesi, büyük ölçüde işletmelerin iç idari kuralları, iş sınıflandırmaları, terfi mekanizmaları ve kıdeme dayalı uygulamaları tarafından belirlenmektedir. Bu yaklaşımda dış işgücü piyasasının etkisi özellikle giriş düzeyindeki işe alımlarla sınırlı olup, çalışanların ücretleri ve kariyer gelişimleri ağırlıklı olarak işletmenin iç yapısı çerçevesinde şekillenmektedir (Doeringer ve Piore, 1971). Bu nedenle aynı eğitim ve beceri düzeyine sahip çalışanlar farklı işletmelerde farklı ücretler alabilmekte; ücret farklılıkları yalnızca bireysel üretkenlikle değil, aynı zamanda işletmenin organizasyonel yapısı ve kurumsal uygulamalarıyla da açıklanmaktadır.

4. Sonuç

Ücretlerin tarihsel gelişimi ve ücret teorileri incelendiğinde, ücretlerin belirlenmesinin tek bir faktörle açıklanamayacak kadar karmaşık bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Tarihsel süreç içerisinde ücretler, köle emeğine dayalı üretim sistemlerinden modern piyasa ekonomilerine kadar önemli dönüşümler geçirmiştir (Heilbroner, 2011).

Klasik iktisatçılar ücretleri daha çok uzun dönemli demografik ve sermaye faktörleri ile açıklarken, Marksist yaklaşım üretim ilişkileri ve sınıf çatışmaları üzerinde durmuştur (Marx, 1867). Neoklasik iktisatçılar ise ücretlerin üretkenlik ve marjinal katkı ile belirlendiğini ileri sürmüştür (Borjas, 2020; Clark, 1908). Modern ücret teorileri ise bu yaklaşımları genişleterek kurumsal yapı, bilgi eksiklikleri, motivasyon ve pazarlık süreçlerini analizlere dahil etmiştir. Bu durum, ücretlerin çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu ve yalnızca piyasa mekanizması ile tam olarak açıklanamayacağını göstermektedir (Ehrenberg ve Smith, 2018).

Sonuç olarak ücretler; ekonomik, sosyal, kurumsal ve teknolojik faktörlerin birlikte belirlediği dinamik bir değişkendir. Günümüzde işgücü piyasalarının karmaşık yapısı dikkate alındığında, farklı ücret teorilerinin birbirini tamamlayan açıklamalar sunduğu ve tek bir teorik yaklaşımın yeterli olmadığı anlaşılmaktadır.

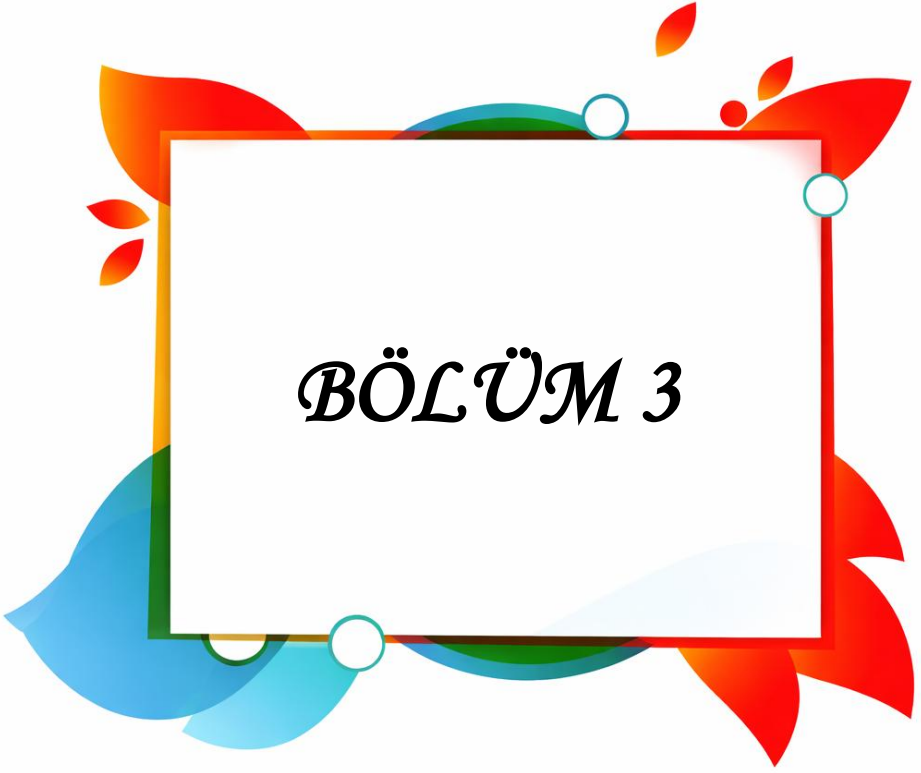
Kaynakça

- Akerlof, G. A. (2005). *Labor contracts as partial gift exchange. Explorations in pragmatic economics* (pp. 362-385). Oxford University Press Oxford,.
- Autor, D. H. (2014). Polanyi's paradox and the shape of employment growth. In *Economic symposium conference proceedings* (pp. 129-177). Federal Reserve Bank of Kansas City.
- Autor, D. H., Dorn, D., & Hanson, G. H. (2013). The China syndrome: Local labor market effects of import competition in the United States. *American economic review*, 103(6), 2121-2168.
- Becker, G. S. (1964). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. Columbia University Press.
- Blaug, M. (1997). *Economic theory in retrospect* (5th ed.). Cambridge University Press.
- Bloch, M., & Koziol, G. (2014). *Feudal society*. Routledge.
- Borjas, G. J. (2020). *Labor economics* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Clark, J. B. (1908). *The distribution of wealth: A theory of wages, interest and profits*. Macmillan.
- Doeringer, P. B., & Piore, M. J. (1971). *Internal labor markets and manpower analysis*. Heath.
- Ehrenberg, R. G., & Smith, R. S. (2018). *Modern labor economics: Theory and public policy* (13th ed.). Routledge.
- Finley, M. I. (1973). *The ancient economy*. University of California Press.
- Fisunoğlu, M., & Tan, B. K. (2009). Keynes devrimi ve Keynesyen iktisat. *Ekonomik Yaklaşım*, 20(70), 31-60.
- Flatau, P. (2002). *Hicks's the theory of wages: Its place in the history of neoclassical distribution theory. History of economics review*, 36(1), 44-65.
- Goldin, C., & Katz, L. F. (2008). *The race between education and technology*. Harvard University Press.
- Harvey, D. (1991). *The condition of postmodernity: An enquiry into the origins of cultural change*. Blackwell.
- Heilbroner, R. L. (2011). *The worldly philosophers: The lives, times and ideas of the great economic thinkers* (7th ed.). Simon & Schuster.
- Hicks, J.R. (1932) *The Theory of Wages*. London: Macmillan.
- Hobsbawm, E. J. (2003). *Sanayi ve imparatorluk* (A. Ersoy, Çev.). Dost Kitabevi. (Orijinal eser 1999 yılında yayımlanmıştır.)

- Huberman, L. (2015). *Feodal toplumdan yirminci yüzyıla* (M. Belge, Çev.). İletişim Yayınları. (Orijinal eser 1936 yılında yayımlanmıştır.)
- Kaufman, B. E. (2006). *The global evolution of industrial relations: Events, ideas and the IIRA*. International Labour Office.
- Kaya, M. V., & Tıǧlı, A. (2016). Wage theories and an applicable wage model proposal for Turkey's labour markets. *Çankırı Karatekin University Journal of The Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 6(1), 501-523.
- Kaytancı, U. B. (2008). *Ücret teorileri ve Türkiye imalat sanayiinde ücretlerin durumu üzerine uygulama*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Lordoǧlu, K., & Özkaplan, N. (2003): *Çalışma İktisadı*. İstanbul, Der Yayınları.
- Maltus, T. R. (1798). *An essay on the principle of population*. Cosimo, Inc.
- Marx, K. (1867). *Capital: A critique of political economy*. Hamburg, Germany: Verlag Meissner.
- McConnell, C., Brue, S., & Macpherson, D. (2007). *Contemporary labor economics*. McGraw-Hill.
- Mill, J. S. (1885). *Principles of political economy*. D. Appleton.
- Mincer, J. (1974). *Schooling, experience, and earnings*. Columbia University Press.
- Piketty, T. (2014). *Capital in the twenty-first century* (A. Goldhammer, Trans.). Harvard University Press.
- Pirenne, H. (1960). *Medieval cities: their origins and the revival of trade*. New York: Doubleday.
- Ricardo, D. (2004). *On the principles of political economy and taxation*. Dover Publications. (Orijinal eser 1817 yılında yayımlanmıştır.)
- Shackle, G. L. (1957). The nature of the bargaining process. In *The Theory of Wage Determination: Proceedings of a Conference held by the International Economic Association* (pp. 292-314). London: Palgrave Macmillan UK.
- Shapiro, C., & Stiglitz, J. E. (1984). Equilibrium unemployment as a worker discipline device. *American Economic Review*, 74(3), 433-444.
- Smith, A. (2007). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Harriman House. (Orijinal eser 1776 yılında yayımlanmıştır.)
- Solow, R. M. (1979). Another possible source of wage stickiness. *Journal of Macroeconomics*, 1(1), 79-82.
- Stiglitz, J. E. (1974). Alternative theories of wage determination and unemployment in LDC's: The labor turnover model. *The Quarterly Journal of Economics*, 88(2), 194-227.

Stiglitz, J. E. (2012). *The price of inequality: How today's divided society endangers our future*. W. W. Norton & Company.

Zaim, Sabahaddin (1997). *Çalışma Ekonomisi* (10. bs.). İstanbul, Filiz Kitabevi.



BÖLÜM 3

A Comparative Analysis of Renewable Energy Production Efficiency in Oil-Exporting and Oil-Importing Countries

Ertuğrul Deliktaş¹

1. Introduction

Global interest and investment in renewable energy resources have increased steadily due to serious greenhouse gas emissions and global warming in our world. Due to the Iran–U.S. conflict in 2026, the rapid surge in oil prices has highlighted the importance and urgency of renewable energy, particularly in countries that are dependent on external energy sources. Currently, approximately 80% of the world's energy comes from fossil fuels, contributing to pollution and greenhouse gas emissions, while only 20% is derived from renewable or green energy sources (IRENA, 2022). Given the finite nature of fossil fuels and their harmful environmental effects, interest in and investment in renewable energy resources have been steadily increasing worldwide in recent years. The reliance on hydrocarbons has led to a multitude of adverse environmental consequences, including rising global temperatures, increasingly frequent and intense extreme weather events, and sea-level rise, posing significant threats to ecosystems and human societies. For this serious situation that threatens our world, the international community has coalesced around the objective of limiting global warming to well below 2°C and ideally to 1.5°C above pre-industrial levels, as enshrined in the landmark Paris Agreement.

The energy transition is not merely an environmental imperative but is also intricately linked to the broader framework of the Sustainable Development Goals (SDGs) adopted by the United Nations. Specifically, the shift towards renewable energy directly supports SDG 7, which mainly aims to ensure access to affordable, reliable, sustainable, and modern energy, increasing renewable energy penetration, enhancing clean energy technologies and SDG 13, which calls for urgent action to combat climate change and its impacts (Sarkodie, 2022).

¹ Ph.D., İzmir Katip Çelebi University, The Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of International Trade and Business, İzmir, Türkiye
ORCID (0000-0003-1999-8176)

To overcome these serious environmental and climatic issue which is mainly caused by fossil fuel-based energy production and consumption, and to reach the determined target, renewable energy production and usage have emerged as a serious alternative. Therefore, the transformation of the global energy system represents a fundamental pillar in the pursuit of a sustainable and resilient future for the planet and its inhabitants due to serious greenhouse gas emissions and global warming in our world. However, the development of renewable energy infrastructure and the establishment of installed power capacities involve significant capital investment and the transition from fossil fuels to renewable energy is a prolonged and complex process. Renewable energy, encompassing sources such as solar, wind, geothermal, hydropower, biomass, wave, and hydrogen, is derived from naturally replenishing resources. While these energy sources are sustainable, generating electricity from them requires significant investment due to the high fixed costs involved (World Future Council, 2018). In 2021, the global weighted average installation costs for renewable energy were highest for concentrated solar power (\$4746/kW), followed by geothermal (\$3991/kW), offshore wind (\$2858/kW), bioenergy (\$2353/kW), hydropower (\$2135/kW), onshore wind (\$1325/kW), and photovoltaic solar (\$857/kW) (<https://dergipark.org.tr/tr/pub/muhendismakina>). Considering the significant costs involved, it is essential for renewable energy facilities to operate efficiently, optimizing energy output relative to their installed capacity. Therefore, achieving full efficiency is a critical objective for decision-makers, as it demonstrates a production unit's ability to generate maximum output with a given inputs.

Therefore, ensuring the efficient operation of renewable energy facilities is crucial. However, the challenge we encounter is the reluctance or policy reversals observed across countries in their transition toward renewable energy. For instance, recently the Trump administration represented a clear policy reversal in the trajectory of the U.S. energy transition. Rather than supporting the expansion of renewable energy sources, the administration emphasized fossil fuel-based energy security and economic growth. Through regulatory rollbacks, the withdrawal from the Paris Climate Agreement, and the reduction of federal incentives for clean technologies, Trump's policies decelerated the structural shift toward renewables, reinforcing the dominance of conventional energy industries in the national energy mix (greenenergytips.com).

The global transition toward renewable energy has accelerated over the past two decades in response to growing concerns over climate change, energy security, and sustainable development. A substantial body of literature emphasizes that renewable energy adoption is shaped not only by technological progress and natural resource endowments but also by institutional structures,

economic incentives, and political-economy dynamics. In this context, countries exhibit markedly different transition trajectories depending on whether they are net exporters or net importers of fossil fuels. Oil-importing economies are typically driven by energy security considerations, exposure to external price volatility, and the pursuit of environmental sustainability and new growth opportunities associated with renewable technologies. By contrast, oil-exporting countries often face structural inertia, as their economic and fiscal systems remain heavily dependent on hydrocarbon revenues, rendering the transition toward renewables more complex and politically sensitive (Sarkodie, 2022).

While some oil-exporting nations have begun to diversify their energy portfolios and invest in renewable capacity, others display varying degrees of resistance, motivated by concerns over declining fossil fuel rents, reduced geopolitical influence, and the erosion of long-standing energy-based power structures. Consequently, the global energy transition unfolds within a complex geopolitical landscape characterized by asymmetric incentives and adjustment costs across exporters and importers. These structural differences help explain why renewable energy deployment and performance vary substantially across countries, even when environmental concerns are universally acknowledged, and underscore the importance of considering fossil fuel dependence when assessing renewable energy transition dynamics.

The eagerness and commitment of countries towards this transition are varied, influenced by their unique economic structures, political systems, and social priorities. While many nations have set ambitious renewable energy targets and are making significant strides, others face challenges related to financial constraints, infrastructure limitations, and policy uncertainties. This divergence is frequently explained through political economy and “resource dependence” mechanisms, whereby fossil fuel rents weaken incentives for diversification and technological innovation (Goldemberg & Moreira, 2022). Consequently, renewable energy deployment in oil exporters is often slower, policy-driven, and less efficiency-oriented, whereas importers typically demonstrate stronger institutional commitment and policy consistency. These structural differences suggest that renewable energy performance reflects not only resource availability but also willingness and resistance to transition, a perspective increasingly emphasized in recent sustainability studies (IRENA, 2023).

The shift to renewable energy is not a zero-sum game. While some nations might experience a decline in their traditional energy-related power, the widespread availability of renewable resources offers new pathways for economic growth and geopolitical influence for many others. This could ultimately lead to a more balanced and diversified global energy order in the long

term. However, the geopolitical implications of this profound energy transformation are still unfolding and will require continuous attention and adaptation from policymakers and strategic analysts as the world collectively strives towards a more sustainable and secure energy future (Sarkodie, 2022).

This study aims to highlight differences between oil-exporting and oil-importing countries and to infer their willingness to transition toward renewable energy production based on technical efficiency or production performance indicators. Especially, solar-focused efficiency studies remain limited in number and are rarely embedded within a broader exporter–importer comparative framework. This gap constrains understanding of how fossil fuel dependence shapes solar energy outcomes. Although the existing literature provides extensive insights into renewable energy efficiency and productivity, three gaps still remain. First, few studies explicitly compare net oil-exporting and net oil-importing countries, despite their fundamentally different incentive structures. Second, efficiency scores are rarely interpreted as indicators of willingness or resistance to renewable transition. Third, solar energy efficiency has not been systematically integrated into long-run productivity analyses using DEA–Malmquist frameworks. To the best of our knowledge, this study addresses a gap in the literature, highlighting its novelty and contribution to the field.

2. Literature Review

The global shift toward renewable energy has intensified as climate change mitigation, energy security, and sustainable development objectives have gained prominence. Despite this shared global agenda, countries exhibit heterogeneous transition paths shaped by structural, institutional, and economic conditions. A key distinction in the literature concerns fossil fuel dependence, particularly differences between net oil-exporting and net oil-importing countries. While oil-importing economies tend to pursue renewables as a strategic necessity to reduce external vulnerability, oil-exporting countries often experience transition inertia due to revenue dependence on hydrocarbons (Sarkodie, 2022).

The literature consistently shows that oil-importing countries—particularly advanced and emerging economies—achieve higher solar efficiency through coordinated policy frameworks and technological diffusion (IEA, 2023). In contrast, many oil-exporting countries underperform despite favorable climatic conditions, reflecting policy inertia and limited market incentives.

Solar energy plays a pivotal role in the renewable transition due to rapidly declining costs, modular scalability, and broad geographic applicability. Global solar photovoltaic generation has expanded sharply in recent years, reinforcing its importance as a benchmark technology for renewable readiness (Timmons et

al., 2024). Nevertheless, high solar potential does not automatically translate into high production efficiency, as institutional capacity, grid integration, and policy coherence remain decisive factors (World Bank, 2018).

The empirical evidence suggests that productivity gains in energy systems are often driven by efficiency improvements rather than technological advancement, particularly in fossil fuel-dependent and middle-income economies (Deliktas & Balcilar, 2005; Deliktas & Günal, 2017). In contrast, advanced economies tend to exhibit stronger technological progress, reflecting innovation capacity, R&D investment, and regulatory stability. These findings imply that efficiency-led growth may signal short-term adaptation, whereas technology-driven growth reflects deeper structural transformation. Applying the Malmquist framework to renewable energy production therefore offers a robust lens for evaluating long-run transition dynamics across exporter and importer groups. To capture the dynamic nature of renewable energy performance, several studies employ the Malmquist total factor productivity (TFP) index, which decomposes productivity change into efficiency change (catching-up effect) and technological change (frontier shift) (Färe et al., 1994; Malmquist, 1953). This decomposition provides important insights into whether improvements arise from better resource utilization or genuine technological progress.

2. Data

Data Envelopment Analysis (DEA) has become a dominant tool for evaluating renewable energy efficiency due to its flexibility in handling multiple inputs and outputs without requiring price information (Charnes et al., 1978; Seiford, 1996). DEA-based studies have been widely applied to assess energy efficiency, environmental performance, and sustainability outcomes across countries. Therefore, this study analyzes renewable energy production performances of net oil exporter and net oil importer countries over the 2001-2021 period. For this, the data set includes renewable energy production or electricity generation as an output in gigawatt- hours (GWh), installed power capacity of plants in megawatt (MW), land area (kilometer squares), green gas emissions (tons of CO₂ equivalent), average temperature (F°), average wind speed (m/s), global yearly horizontal irradiation (kWh) as inputs for each country. All data are obtained from International Renewable Energy Agency (IRENA) (2022), Renewable Energy Statistics, Global Wind Atlas, and World Bank.

3. Methodology

In this study, Data Envelopment Analysis (DEA), a non-parametric technique originally introduced by Charnes et al. (1978) was employed to evaluate the

relative efficiency of decision-making units (DMUs) by utilizing observed input and output data. The DEA constructs a piecewise linear efficiency frontier, also referred to as the best-practice frontier. This frontier is derived through the solution of a set of linear programming problems, one for each DMU, thereby enabling efficiency measurement relative to the constructed benchmark. DEA methodology has been the center of interest in this area. Charnes et al., (1978); Fare et al., (1994); Charnes et al., (1994); Coelli (1996); and Seiford, (1996) made a big contribution on DEA. The panel data applications of DEA , such as and Singh et al., (2001); Milan and Aldaz, (2004); Deliktas and Balcilar, (2005); Chien and Hu, (2007); Song et al., (2013) are very common in the literature.

DEA models can be specified as either input-oriented or output-oriented. The input-oriented formulation identifies the maximum feasible proportional reduction in inputs while maintaining the observed output levels, whereas the output-oriented formulation determines the maximum feasible proportional expansion of outputs given the existing input set. Under the assumption of constant returns to scale (CRS), both orientations yield identical measures of technical efficiency. However, when the production technology is characterized by variable returns to scale (VRS), efficiency scores differ between the two orientations (Coelli and Rao, 2003).

For the purposes of this study, the output-oriented DEA model under the CRS assumption was employed. This choice is motivated by the premise that countries should aim to maximize renewable energy generation given their available resources. Following Coelli and Rao (2003), the output-oriented DEA framework for N decision-making units (e.g., countries) in a given time period can be formally expressed as follows:

$$\max \phi_{it}$$

$$\phi_{it}, \lambda_{it}$$

$$\text{S.t. } \phi_{it}y_{it} - y'\lambda_{it} \leq 0$$

$$\sum \lambda_{it} - x_{it} \leq 0$$

$$J'\lambda_{it} = 1 \text{ and } \lambda_{it} \geq 0 \tag{1}$$

where,

y_i is a $M \times 1$ vector of output quantities for the i -th country;

x_i is a $K \times 1$ vector of input quantities for the i -th country;

Y is a NxM matrix of output quantities for all N countries;

X is a NxK matrix of input quantities for all N countries;

λ is a Nx1 vector of weights, which provides information on the peers of the inefficient i-th country;

ϕ is a scalar.

Then, $1/\phi$ defines relative technical efficiency score, ϕ takes value between zero and one. One indicates full efficiency while zero indicates full inefficiency. On the other hand, efficiency score may changes in a time. The change in efficiency can be directly observed using malmquist productivity index approach.

Malmquist productivity index

Malmquist productivity index based on the distance functions developed by Malmquist (1953). It measures the change in total factor productivity between two data points by calculating the relative distance ratios of each data point to a common technology. The decomposition of the Malmquist total factor productivity index into changes in technical efficiency and technological change helps determine the contribution of both factors to total factor productivity (TFP). Thus, changes in efficiency and technological change can be measured separately (Coelli et al. 1998). The index can be expressed by the following equations:

$$\text{Change in technical efficiency (TECH)} = \frac{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^t(y^t, x^t)} \quad (2)$$

$$\text{Technical change (TCH)} = \left[\left(\frac{d_0^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \right) x \left(\frac{d_0^t(y^t, x^t)}{d_0^{t+1}(y^t, x^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Here, the change in technical efficiency is referred to as the "catching-up effect," while technical change is expressed as the "frontier effect" (the shift of the production frontier curve). On the other hand, technical efficiency change times technical change gives total factor productivity change between two consecutive periods. As follows:

$$\text{TFPCH} = \text{TECH} \times \text{TCH} \quad (3)$$

4. Empirical Findings

The Data Envelopment Analysis (DEA) approach was employed in this study to evaluate a sample of 20 net oil-exporting countries and a sample of 19 net-oil importer countries over the period 2001–2021. In addition, efficiency indices for solar energy production are calculated and compared across 35 countries using 2021 cross-sectional data. The DEA allows to calculate the indices of technical efficiency and total factor productivity (tfp) growth. The empirical findings derived from this application are discussed in the following section. The technical efficiency (te) level is derived using Equation (1). Technical efficiency measures the extent to which countries effectively utilize their input resources in renewable energy production. The TE value ranges between 0 and 1, where a score of 1 represents full efficiency or optimal performance, while values less than 1 indicate inefficiency or suboptimal performance.

The total factor productivity (tfpch) change and its components, namely efficiency change and technical change, are also analysed. An increase in efficiency change (effch) reflects a country's success in enhancing its productive performance relative to the global technology frontier and is often referred to as the “catch-up” effect (Rao, 1998b). Moreover, an increase in efficiency suggests a more effective use of existing inputs and technology over time. The technical change (techch) index captures shifts in the production frontier in time. A value greater than 1 denotes technical progress, whereas a value below 1 signifies technical regress over the examined period. The total factor productivity change (tfpch) determines the growth or decline in total factor productivity. A tfpch value greater than 1 indicates productivity growth, while a value less than 1 implies a decline in overall productivity (Deliktas and Günal, 2016).

Renewable Energy Production Efficiency

Renewable energy, encompassing sources such as solar, wind, geothermal, hydropower, biomass, wave, and hydrogen, is derived from naturally replenishing resources. Technical Efficiency and total factor productivity change indices and its components for the period 2001–2021 across net oil-exporter countries and net-oil importer countries are given in Table 1 and 2, respectively.

Table 1. Performance Indicators of Net Oil Exporter Countries: 2001-2021

Cuntry	te	effch	techch	tfpch
Algeria	0.130	1.759	0.868	1.526
Angola	0.703	1.078	1.004	1.082
Australia	0.243	1.045	0.995	1.040
Azerbaijan	0.346	0.981	0.989	0.970
Canada	0.974	0.985	0.984	0.969
Colombia	0.834	1.082	1.002	1.084
Congo, Rep.	0.754	1.137	0.970	1.102
Ecuador	0.764	1.062	1.004	1.066
Iran	0.297	0.934	0.968	0.904
Iraq	0.314	1.480	0.917	1.358
Kazakhstan	0.569	0.971	0.975	0.947
Malaysia	0.492	1.141	0.990	1.130
Mexico	0.549	0.968	0.995	0.964
Nigeria	0.562	1.187	0.927	1.101
Norway	1.000	1.000	1.029	1.029
Russian Fed.	0.680	1.019	0.985	1.003
Saudi Arabia	0.183	0.888	0.864	0.767
South Africa	0.221	0.968	0.966	0.935
Turkmenistan	0.287	0.995	0.864	0.859
Venezuela, RB	0.858	0.963	1.006	0.969
Mean	0.514			

According to technical efficiency levels while Norway is the full efficient country that determines the best practice production frontier , Canada , Venezuela, Colombia , Ecuador are high efficient countries respectively. These countries utilize their renewable energy inputs very efficiently. Norway and Canada also are high income economies reflecting advanced renewable systems. On the other hand, Angola, Congo Republic, Russian Federation, Mexico, Nigeria, Kazakhstan, Malaysia, and Azerbaijan have a moderate efficiency. These countries are transitional performers, possibly expanding renewable energy capacity but not yet optimizing resource use. Additionally, Algeria, Saudi Arabia, South Africa, Turkmenistan, Iran, Iraq, Australia are low efficient countries where renewable energy systems may still be developing or heavily reliant on fossil fuels, leading to inefficient resource use. Especially, Saudi Arabia, Iraq, Iran ve Algeria are oil dependent economies.

The decomposition of total factor productivity (tfp) change reveals heterogeneous patterns across countries. A group of countries, including Algeria, Iraq, Nigeria, Malaysia, and the Republic of Congo, achieved substantial

productivity growth primarily through improvements in efficiency, despite limited or even negative technological progress. In contrast, Angola, Colombia, and Ecuador experienced more balanced growth, where both efficiency gains and modest technological progress contributed to TFP improvements, suggesting a more sustainable trajectory. Norway represents a distinct case in which productivity growth stemmed entirely from technological progress, with efficiency remaining constant. By comparison, Australia and the Russian Federation exhibited only marginal TFP growth, driven mainly by efficiency. On the other hand, several countries such as Azerbaijan, Canada, Kazakhstan, Mexico, South Africa, and Venezuela faced moderate declines, largely due to efficiency deterioration, while technology remained almost unchanged. The sharpest regressions were observed in Iran, Turkmenistan, and Saudi Arabia, where both efficiency and technology weakened significantly, pointing to structural challenges in sustaining productivity. Overall, the results suggest that while efficiency improvements are the dominant source of productivity growth in many cases, technological progress remains limited and, in some countries, even regressive.

Table 2 presents the scores of technical efficiency , efficiency change, technological change, and total factor productivity change for the period 2001–2021 across net oil-exporting countries

Table 2. Performance Indicators of Net Oil Importer Countries: 2001-2021

Country	te	effch	techch	tfpch
Belarus	0.333	1.140	0.876	0.998
Belgium	0.657	1.206	1.152	1.389
Brazil	0.850	0.953	0.994	0.948
France	0.524	0.934	1.005	0.939
Germany	0.703	1.161	1.173	1.363
Greece	0.356	1.200	1.006	1.207
India	0.475	0.988	0.984	0.973
Italy	0.687	1.034	1.093	1.130
Japan	0.733	1.053	1.115	1.174
Korea, Rep.	0.325	1.139	1.015	1.156
Netherlands	0.672	1.184	1.165	1.379
Poland	0.470	1.070	0.977	1.046
Singapore	1,000	1.000	0.938	0.938
Spain	0.504	1.002	1.038	1.040
Sweden	0.812	0.958	1.003	0.961
Thailand	0.537	1.162	0.987	1.147
Turkiye	0.542	1.066	1.009	1.076
U. Kingdom	0.617	1.212	1.095	1.327

United States	0.584	1.051	0.992	1.043
Mean	0.577			

The mean TE score implies that, on average, oil-importing countries utilize about 57.7% of their potential efficiency in renewable energy production. This indicates moderate performance, with significant room for improvement in many countries. Singapore and Brazil has high technical efficiency scores. Singapore is also full efficient country that determines the best production frontier during the period. Despite its small size and limited natural resources, Singapore's excellent policy framework, strong technological adoption, and high energy management efficiency make it a top performer (IEA, 2023). Brazil and Sweden are very efficient respectively. Brazil's strong bioenergy and hydroelectric sectors contribute to its high performance. Longstanding investments in renewables pay off. Sweden's strong environmental policies, innovation in bioenergy, and low fossil fuel dependence yield high efficiency (Goldemberg and Moreira, 2022).

Japan, Germany, Netherlands, Belgium, United Kingdom, and United States have moderate technical efficiency scores. Japan has strong investment in solar and technological innovation; however, limited land area constrains expansion (Kinoshita et al., 2021). Germany has advanced renewable infrastructure but efficiency affected by high costs and grid constraints (Agora Energiewende, 2023). Italy has strong solar and wind sectors but bureaucratic and regulatory barriers limit full efficiency (EC, 2023). Netherlands is strong in offshore wind, but high population density and energy demand affect total performance (IEA, 2023). Belgium's renewable share is growing but overall energy dependence on imports and nuclear reduces efficiency (EC, 2022). United Kingdom has notable progress in offshore wind, but still below potential due to intermittency and infrastructure issues (DESNZ, 2023). United States has a large renewable potential, but uneven adoption across states and policy inconsistencies affect efficiency (EIA, 2023).

Relatively low-efficient countries in renewable energy production are Türkiye, Thailand, France, Spain, India, Poland, Greece, Belarus, and Korea Republic, respectively. There are some reasons under the low efficiency of these countries. For example, Türkiye has good hydro and solar potential, but efficiency is constrained by policy and investment challenges (IRENA, 2023). Thailand is similar to Türkiye and its renewable projects expanding, but input usage and grid integration are suboptimal (AC, 2022). France has a reliance on nuclear power that limits focus on renewable optimization (IEA, 2023). Despite Spain has high solar potential, inconsistent policy support has slowed efficiency gains (Fraunhofer ISE, 2023). India has large renewable expansion but resource use and technological integration lag behind (IEA, 2023). Poland has coal dependency and slow renewable transition reduce efficiency (IRENA, 2023). Although Greece has geographic advantages, they are not fully used due to

financial and policy barriers (IEA, 2022). Belarus has limited renewable infrastructure and reliance on imported fossil fuels (UNDP Belarus, 2022). Korea Republic has strong technology sector but limited land and high energy intensity restrict renewable production (IEA, 2023). On the other hand, the decomposition of total factor productivity (TFP) among net oil-importing countries indicates that advanced economies such as Belgium, Germany, the Netherlands, Japan, and the United Kingdom achieved substantial productivity growth driven by both efficiency gains and technological progress, reflecting strong innovation capacity. Moderate improvements in Italy, Korea, Greece, and Thailand similarly highlight a balanced contribution of catching-up and frontier shifts. In contrast, emerging economies including Türkiye, Poland, and the United States experienced modest growth that was primarily efficiency-driven, underscoring limited technological advancement. Meanwhile, several countries such as Brazil, France, Sweden, India, and Singapore recorded declines or stagnation in TFP, mainly due to deteriorating efficiency. Overall, the findings suggest that oil-importing countries, particularly advanced economies, tend to rely more on technological progress than oil exporters, indicating stronger capacities for innovation-led productivity growth.

Net oil importers display higher technical efficiency and greater willingness to transition from fossil to renewable energy, driven by necessity, innovation, and policy consistency. Therefore, these countries show a high willingness and proactive transition toward renewable energy. They view renewables as a strategic necessity rather than just an environmental option. On the other hand, net oil-exporters, despite having financial resources, show lower efficiency and structural resistance, reflecting dependence on fossil revenues and weaker renewable policy enforcement. Therefore, these countries exhibit resistance or slow adaptation to renewable transformation. It is said that their renewable efficiency is often policy-driven (top-down) rather than market-driven.

Solar Energy Production Efficiency

Most forms of renewable energy can ultimately be traced back to solar energy. Solar radiation can be harnessed directly to generate heat or electricity, and it also drives wind formation through uneven heating of the Earth's surface. Consequently, solar power installations have expanded rapidly both in the world. According to the International Energy Agency (IEA), global solar photovoltaic (PV) generation increased by a record 270 terawatt-hours (TWh) in the same year (Timmons et al., 2024). Therefore, examining the technical efficiency of solar energy production among net oil-exporting and net oil-importing countries holds significant importance.

Table 4 gives solar production efficiency of net-oil exporter and net-oil importer countries.

Table 4. Technical Efficiency Level in Solar Energy Production For Net Oil Exporter Countries, 2021

Net Oil Importer		Net Oil Exporter	
Countries	TE	Countries	TE
Belarus	0.427	Algeria	0.671
Belgium	0.843	Australia	0.830
Brazil	0.671	Azerbaijan	0.458
France	0.649	Canada	0.624
Germany	0.854	Colombia	1.000
Greece	0.820	Ecuador	0.507
India	1.000	Iran	0.508
Italy	0.861	Kazakhstan	0.636
Japan	1.000	Malaysia	0.112
Korea, Rep.	1.000	Mexico	1.000
Netherlands	1.000	Nigeria	0.568
Poland	0.307	Norway	0.34
Singapore	1.000	Russian Federation	0.353
Spain	1.000	Saudi Arabia	0.235
Sweden	0.508	South Africa	0.584
Thailand	0.742	Venezuela, RB	0.666
Turkiye	0.916	Mean	0.507
United Kingdom	0.629		
United States	1.000		
Mean	0.686		

Mean TE indicates that net oil exporters achieve barely half of their potential in solar energy production. The variation (0.112–1.000) reveals deep inequality in renewable readiness among exporters. When we evaluate the solar energy production performance country by country, Table 4 indicates that Colombia and Mexico stand out as fully efficient, meaning they are able to use their resources most effectively for solar energy generation compared to their peers. When we examine country by country, we see that Australia shows relatively high efficiency, indicating near-optimal resource utilization and strong performance in solar energy production. These high-efficiency countries have stable renewable energy policies and foster strong public–private partnerships in solar energy (World Bank, 2018; SEI, 2025).

Algeria and Venezuela demonstrate moderate efficiency, better than the group average, but still not at the full efficiency frontier. Kazakhstan and Canada fall slightly above the mean, showing some efficiency in resource use but with room for improvement. South Africa's and Nigeria's performances are close to the average level, indicating moderate inefficiency in solar energy production. Iran and Ecuador are very close to the group mean, meaning their efficiency levels are representative of the average performance among oil-exporting countries. Azerbaijan falls below the average, showing inefficiency and weaker renewable energy performance compared to most peers. Russian Federation and Norway exhibit significantly low efficiency scores, suggesting considerable underutilization of resources in solar energy generation. Countries like Norway and Canada are naturally disadvantaged for solar due to high latitudes. Saudi Arabia performs very poorly, with one of the lowest efficiency levels, highlighting substantial inefficiency in solar energy production. Desert-rich nations (Saudi Arabia, Algeria, Iran) have massive solar potential, but policy inefficiency limits outcomes. Malaysia registers the weakest performance, indicating that solar energy resources are largely underutilized. As a summary, the group's mean efficiency score reveals that, on average, oil-exporting countries are only about half as efficient as the best performers in utilizing their resources for solar energy production. While Colombia and Mexico set the best-practice frontier or benchmark with full efficiency, most other exporters perform considerably below this level. Countries with high oil export dependency such as Malaysia, Saudi Arabia, and Norway, which are highly inefficient in solar energy production for 2021.

We can conclude that despite enormous solar potential, most net oil exporters remain underperformers in solar energy efficiency due to economic reliance on oil rents, policy inertia, and lack of technological or institutional incentives. The few exceptions (Mexico, Colombia, Australia) demonstrate that even resource-rich countries can become solar leaders if policies and investments are aligned with long-term sustainability goals.

Mean TE indicates that net oil importers display significantly higher efficiency, suggesting stronger performance and readiness in the renewable transition. Table 5 shows technical efficiency levels of oil importing countries for 2021. In country by country comparison we see that India, Japan, Korea, Netherlands, Singapore, Spain, United States are full efficient in solar energy production for 2021. That is these countries fully utilize their renewable energy input resources and represent best practices in performance. Türkiye, Italy, Germany, Belgium, Greece, and Thailand have relatively high efficiency meaning that these economies are close to the best practice frontier (Coelli et al, 1998), performing strongly but not perfectly. Brazil, France, United Kingdom have a moderate efficiency indicating that these countries show reasonable efficiency but still have space to improve. Sweden, Belarus have a low efficiency

levels. They are underperforming compared to the mean efficiency level. Finally, Poland is the least efficient country indicating that this country is highly inefficient in solar energy production. According to readiness and willingness of net oil importers, high solar efficiency ($TE \approx 0.690$) shows that net oil importers are better prepared and more willing to replace fossil fuels with solar energy. Countries such as India, Japan, Korea, Spain, and the U.S. represent technological and policy benchmarks for others. Türkiye, Greece, and Thailand illustrate emerging readiness -strong resource potential and improving policy frameworks. Eastern European importers (Poland, Belarus) remain laggards due to fossil inertia and limited investment. Overall, importers demonstrate a structural shift treating solar energy not just as an environmental goal but as a strategic instrument for energy independence.

Conclusion

This study has provided a comprehensive comparative analysis of renewable energy production efficiency in net oil-exporting and net oil-importing countries over the 2001–2021 period, employing Data Envelopment Analysis (DEA) and the Malmquist productivity index. The results reveal a clear structural divergence between these two country groups in their renewable energy performance and transformation dynamics. Empirical evidence shows that, on average, net oil-importing countries demonstrate higher levels of technical efficiency and total factor productivity growth in renewable energy generation than oil-exporting countries. This outcome underscores the role of necessity, policy continuity, and innovation as key drivers of renewable energy adoption in import-dependent economies. Conversely, oil-exporting countries, despite possessing financial capacity, tend to exhibit structural inertia and lower efficiency due to their economic dependence on hydrocarbon revenues and delayed policy adaptation. Solar energy efficiency analysis further reinforces these findings. Net oil importers display significantly stronger solar energy performance, reflecting their readiness and proactive approach toward the energy transition. Countries such as Japan, Korea, the Netherlands, India, and the United States stand out as benchmarks in integrating technology, policy, and market mechanisms to achieve high efficiency. In contrast, most oil-exporting countries remain underperformers, with notable inefficiencies in resource utilization and institutional implementation, despite abundant solar potential. Only a few, such as Mexico, Colombia, and Australia, demonstrate the capacity to align energy policy with sustainable development goals. Overall, the study highlights that the transition toward renewable energy is not solely a technological challenge but also a matter of institutional will, governance capacity, and long-term strategic orientation. The observed efficiency gap between exporters and importers suggests that future global energy leadership will increasingly depend on countries' ability to decouple economic growth from fossil fuel dependency and to foster innovation-led, sustainable energy systems. From a policy perspective,

oil-exporting nations should prioritize diversifying their energy mix, strengthening institutional frameworks, and incentivizing private investment in renewables to enhance efficiency and resilience. International cooperation—particularly in technology transfer, financing mechanisms, and policy harmonization—will be essential to narrow the global renewable energy efficiency gap. Future research could extend this study by incorporating environmental performance indicators, examining dynamic efficiency changes after 2021, and exploring the role of geopolitical and institutional variables in shaping renewable energy transitions. Such multidimensional analyses would further elucidate how structural differences and policy choices determine countries' trajectories toward sustainable and inclusive energy systems.

References

- Agora Energiewende. (2023). The State of the Energy Transition in Germany 2023.
- ASEAN Centre for Energy. (2022). Thailand Energy Outlook 2022.
- ASEAN Centre for Energy. (2022). Singapore Energy Transition Outlook 2022.
- Charnes, A. Cooper, W. and Rhodes E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, p. 429-444.
- Chien, T., Hu, J. L. (2007). Renewable energy and macroeconomic efficiency of OECD and non-OECD economies. *Energy Policy*, 35, 3606-3615. doi:10.1016/j.enpol.2006.12.033.
- Coelli, T.J. and D.S.P. Rao and Battese G.E. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Coelli, T.J. (1996). "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program" *CEPA Working Papers*, 8/96, Department of Econometrics, University of New England, Australia, 1-49.
- Coelli, T.J. and D.S.P. Rao (2003). "Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000", *CEPA Working Papers*, 2/2003 School of Economics University of Queensland, St.Lucia, Qld. Australia.
- Deliktas, E. and Balcılar, M. (2005). "A Comparative Analysis of Productivity Growth. Catch-Up and Convergence in Transition Economies", *Emerging Markets and Finance*, Vol 41 (I), ss. 6-28.
- Deliktas E. and Günel G.Gürel, (2017) "Measurement of Energy Use Efficiency in Lower- Middle, Upper -Middle and High Income Countries: A Data Envelopment Analysis" *Yönetim Ekonomisi*, Sayı:2 Manisa Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F.
- DESNZ (Department for Energy Security and Net Zero). (2023). *UK Energy in Brief 2023*.
- European Commission. (2023). *Italy Energy Profile 2023*.
- EIA (U.S. Energy Information Administration). (2023). *Renewable Energy Explained*.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M. and Zhang, Zhong Yang (1994). "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries.", *The American Economic Review*, March 1994, Vol. 84, p. 66-80. Charnes et al.
- Fraunhofer ISE. (2023). *Renewable Energy Transitions in Southern Europe*.

- Goldemberg, J., & Moreira, J. R. (2022). The evolution of bioenergy in Brazil. *Energy Policy*, 162, 112780.
- Kinoshita, T., et al. (2021). Renewable energy policies and challenges in Japan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110417.
- Malmquist, S. (1953) Index Numbers and Indifference Surfaces. *Trabajos de Estadística*, 4, 209-242.<https://doi.org/10.1007/bf03006863>.
- Milan J.A. and Aldaz N. (2001), “Efficiency and Technical Change in a Panel DEA Framework”, VII European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis.
- Sarkodie, S.A. (2022). Winners and Losers of Energy Sustainability- Global Assesment of sustainable Development Goals, *Science of the Total Environment*, Vol. 831, 20 July.
- Seiford, L.M. (1996). Data envelopment analysis: The evolution of the state of the art (1978 1995), *Journal of Productivity Analysis*, 7, 99-138. DOI: 10.1007/BF00157037.
- Song, M., Zhang, L., Liu, W., Fisher, R. (2013). Bootstrap-DEA Analysis of BRICS’ Energy Efficiency Based on Small Sample Data. *Applied Energy*, 1049-1055. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy>.
- Stockholm Environment Institute (SEI). (2025). Wind and solar energy in Colombia 2025 (Report No. SEI2025-046). SEI.
- Timmons D., J.M. Harris and B. Roach (2024), *The Economics of Renewable Energy*, Global Development Policy Center, Boston University.
- UNDP Belarus, *Renewable Energy Development in Belarus 2022*
- IRENA , *Renewable Energy Statistics 2022*
- IRENA , *Renewable Capacity Statistics 2023*
- https://jjk-code-otter.github.io/demo-dash/Dashboard/global_mean_temperature.htm.
- <https://globalwindatlas.info/en/area/>
- <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/Type/Table/preview/on#>
- <http://greenenergytips.com/cgi-sys/defaultwebpage.cgi>
- <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muhendismakina>.
- World Bank, 2018
- World Future Council, 2018
- World Bank. (20 22). *Turkey Energy Sector Overview*

