

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ İÇİ TİCARETTE  
STRATEJİK TEKNOLOJİ TRANSFERİ POLİTİKALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Kemal KARAMAN**

**Anabilim Dalı: İktisat**

**Programı: İktisat**

**ŞUBAT 2010**

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ İÇİ TİCARETTE  
STRATEJİK TEKNOLOJİ TRANSFERİ POLİTİKALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Kemal KARAMAN  
412071014**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 25 Aralık 2009  
Tezin Savunulduğu Tarih: 28 Ocak 2010**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. M. Özgür KAYALICA (İTÜ)  
Diğer Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Y. İlker TOPÇU (İTÜ)  
Yrd. Doç. Dr. Saime Suna KAYAM (İTÜ)**

**ŞUBAT 2010**

## **ÖNSÖZ**

Bu çalışmada yardımlarını esirgemeyen ve yol gösteren danışmanım Sn. Doç. Dr. Özgür KAYALICA'ya, değerli hocalarımıza, arkadaşlarıma ve aileme, ayrıca yüksek lisans öğrenimim boyunca maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2009

Kemal KARAMAN  
İktisat Y.L.

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>vi</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Literatür Özeti .....	2
<b>2. TEKNOLOJİ TRANSFERİ VE ENDÜSTRİ İÇİ TİCARET</b> .....	<b>7</b>
2.1 Teknoloji ve Teknoloji Transferi .....	7
2.1.1 Teknoloji Transferi Kanalları.....	8
2.1.2 Teknoloji Transferi Süreçleri .....	9
2.1.3 Teknoloji Transferinde Ortak Seçimi .....	10
2.1.4 Gelişmekte Olan Ünelere Teknoloji Transferini Engelleyen Etmenler ...	11
2.2 Endüstri İçi Ticaret .....	12
<b>3. MODEL</b> .....	<b>14</b>
3.1 Teknoloji Transferi Olmadığı Durumda Uygulanacak Politikalar.....	15
3.1.1 Ülke Hükümetleri Arasında İşbirliği Olmadığı Durumda Optimum Teşvik Miktarlarının Bulunması ve Değerlendirme .....	18
3.1.2 Ülke Hükümetlerinin Tek Teşvik Politikası Uygulaması .....	21
3.2 Sabit Teknoloji Transferi Ücreti Olduğu Durumda Uygulanacak Politikalar..	22
3.2.1 Ülke Hükümetleri Arasında İşbirliği Olmadığı Durumda Optimal Teşvik Düzeyleri ve Değerlendirme .....	29
3.2.2 Ülke Hükümetlerinin Tek Teşvik Miktarı Politikası Uygulamaları .....	31
3.3 Üretim Miktarına Bağlı Teknoloji Transferi Ücreti Olması Durumunda Uygulanacak Politikalar .....	33
3.3.1 Hükümetler Arasında İşbirliği Olmadığı Durumda Optimal Teşvik Düzeyleri ve Değerlendirme .....	37
3.3.2 Hükümetler Arasında İşbirliği Olduğu Durumda Optimal Teşvik Düzeyleri ve Değerlendirme (Tek Teşvik Politikası) .....	39
<b>4. TEKNOLOJİ TRANSFERİNİ İÇEREN VE İÇERMEYEN MODELLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ</b> .....	<b>41</b>
<b>5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME</b> .....	<b>44</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>46</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>48</b>

## **KISALTMALAR**

**EİT:** Endüstri İçi Ticaret

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 3.1</b> : $a_h = 100$ , $a_f = 200$ , $b_h = 1$ , $b_f = 1$ , $c_x = 5$ , $k = 0.4$ iken artığın (T), $c_y$ ile değişimi .....	30
<b>Şekil 3.2</b> : $a_h = 100$ , $a_f = 200$ , $b_h = 1$ , $b_f = 1$ , $c_y = 3$ , $k = 0.4$ iken artığın (T), $c_x$ ile değişimi .....	30

## **ENDÜSTRİ İÇİ TİCARETTE STRATEJİK TEKNOLOJİ TRANSFERİ POLİTİKALARI**

### **ÖZET**

Firmaların piyasalarda rekabet edebilmesi için uygun maliyetlerle üretim yapması gerekir. Üretim maliyetleri yüksek olan firma rekabet gücünü arttırmak için daha düşük maliyetli daha etkin teknolojiyi elde etmeye çalışır. Daha etkin teknoloji elde etmenin en yaygın yollarından biri teknolojiyi transfer etmektir. Bu çalışma, iki ülke-iki firmalı bir modelde teknoloji transferini konu almaktadır.

Bu çalışmanın amacı, teknoloji transferinin gerçekleştiği ve gerçekleşmediği durumlarda firmaların üretim politikaları ile hükümetlerin uygulayacakları değişik teşvik politikalarını incelemektir. Özel olarak, ülke hükümetlerinin firmalarına verecekleri teşvikleri belirlerken işbirliği yapmadığı durum ve işbirliği halinde teşvik politikası oluşturdukları durumlar incelenmiştir. Teknoloji transferi ise sabit ve üretim miktarına bağlı teknoloji transfer ücreti olduğu durumlar için incelenmiştir.

Çalışmamızda, diğer birçok bulgu ile birlikte sabit teknoloji transfer ücreti olması halinde teknolojisini transfer edecek firmanın aldığı teşvik miktarının artmasının teknoloji transferi yapılmasını zorlaştırdığı, teknoloji transfer edecek firmanın aldığı teşvik miktarının artmasının ise teknoloji transferini kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Ülke hükümetlerinin işbirliği halinde tek bir teşvik miktarı belirlediği durumlarda; üretim miktarına bağlı teknoloji transferi ücreti olduğunda hükümetlerin belirleyeceği teşvik miktarı sabit teknoloji transferi ücreti olduğu durumda belirleyecekleri teşvik miktarından daha büyük olmakta, teknoloji transferi olmadığında belirlenen teşvik miktarı ise diğer politikalarla belirlenen teşvik miktarlarından daha az olmaktadır.

# **STRATEGIC TECHNOLOGY TRANSFER POLICIES UNDER INTRA INDUSTRY TRADE**

## **SUMMARY**

To compete in the market companies should have low production costs. A high cost firm wants to acquire low cost, more efficient technology with the aim of raising its competitive advantage. One of the most common ways of acquiring more efficient technology is technology transfer. This study is about technology transfer in a two country-two firm model.

The aim of this study is to analyze production policies of the firms and the subsidy policies of the governments where technology transfer occurs or not. Particularly, noncooperative and cooperative (uniform) subsidy policies of the governments are investigated. Technology transfer is investigated under the cases of technology transfer fee and royalty rate.

Besides many other findings, in this study we found that under the technology transfer fee case an increase in the subsidy of low cost firm makes technology transfer difficult and an increase in the subsidy of high cost firm facilitates technology transfer. If the governments apply cooperative (uniform) subsidy policy, subsidy quantities under the royalty rate case are larger than the subsidy quantities under the technology fee case, and also in the case of no technology transfer optimal subsidy quantities are lower than the quantities determined under the other subsidy policies.

## 1. GİRİŞ

Rekabetin etkisi altındaki işletmeler yeni yöntemler ile yerli ve yabancı piyasalarda sürekli rekabet edebilmeyi amaçlar. Bu doğrultuda üretkenlik düzeylerini en üst seviyede tutmaları gerekir. Yüksek üretkenlik düzeyleri ise üretim maliyetlerinin düşük olmasının bir sonucudur. Firmalar daha düşük maliyetle üretim yapabilmek için çeşitli yollar denerler. Mevcut teknoloji düzeyleri piyasadaki rakiplerinden daha düşük ise ve firmalar maliyetlerini azaltmayı hedefliyorsa ya yeni teknoloji üretme veya mevcut teknolojilerini geliştirme yoluna giderler ya da başka bir firmanın kullandığı daha gelişmiş bir teknolojiyi uygun şartlar altında transfer ederler. Her firma teknoloji üretme veya geliştirme için gerekli olan altyapı ve olanaklara sahip değildir veya uygun teknoloji üretmek teknolojiyi ithal etmekten daha az cazip olabilir. Tüm bu sebepler daha üstün teknolojinin transferini zorunlu kılar.

Teknoloji transferi yalnızca firmalar için değil ülkeler için de büyük önem taşır. Uluslararası piyasalarda teknoloji transferi, kalkınmakta olan ülkeler için gelişmiş ülkelerle aralarındaki farkı kapatmanın en etkin yollarından biridir. Kalkınmakta olan ülkelerin sermaye birikimlerindeki eksiklik, altyapılarının tamamlanmamış olması nedeniyle yatırımlarını altyapı alanına yöneltmeleri veya yetişmiş insan gücü eksikliği gibi nedenlerle teknolojiyi araştırma ve geliştirme çalışmalarına yeterli kaynak ayıramamaktadır. Bu sebeplerle teknoloji transferi daha uygun olmaktadır. Teknoloji üretim olanakları kısıtlı olan bu ülkeler, teknoloji transferi ile elde ettikleri avantajı doğru politikalarla desteklerse bazı Uzak Doğu ülkelerinde olduğu gibi hızlı bir gelişme sürecine girebilirler.

Bu çalışmanın amacı, teknoloji transferinin gerçekleştiği ve gerçekleşmediği durumlarda firmaların üretim politikaları ile firmaların ait olduğu ülkelerdeki hükümetlerin uygulayacakları değişik teşvik politikalarını ve etkilerini incelemektir. Özel olarak, ülke hükümetlerinin firmalarına verecekleri teşvikleri belirlerken işbirliği yapmadığı durum ve işbirliği halinde teşvik politikası oluşturdukları durumlar incelenmiştir. Teknoloji transferi ise sabit ve üretim miktarına bağlı teknoloji transfer ücreti olduğu durumlar için ayrı ayrı incelenmiştir.

## 1.1 Literatür Özeti

Teknoloji transferi söz konusu olduğunda bu süreç literatürde; firma kârlarındaki değişim, teknoloji transferinin ülke refahına etkisi, teknoloji transferinin yönteminin ve ücretinin ne olması gerektiği gibi çeşitli açılardan incelenmektedir. Ülke hükümetlerinin teşvik veya vergi politikalarının teknoloji transferi sürecine etkisinin ne olacağı, teknoloji transferi sonucu ortaya çıkacak rantın nasıl paylaşılacağı gibi sorular farklı ülke-firma modelleriyle yanıtlanmaya çalışılmaktadır.

Long (1979), teknoloji transferinin sosyolojik yönlerini incelediği makalesinde az gelişmiş ülke yönetimlerinin teknoloji transferi sürecini kontrol ve teşvik etmek için nasıl bir politika izlemesi gerektiğini incelemiştir. Uluslararası firmaların faaliyetlerini kontrol etme ve teknolojilerini paylaşmalarını sağlamaya çalışma, mevcut ya da potansiyel verimli sektörlerin gelişmesi için düzenlemeler yapılması, bölgesel entegrasyonun sağlanması, transfer edilecek teknolojinin gelişmiş olması gibi öneriler getirmiştir.

Brander (1981) homojen ürünler söz konusu olduğunda endüstri içi ticareti incelemiştir. Endüstri içi ticarete genel yaklaşım, bu şekilde bir ticaretin farklılaştırılmış ürünler olduğu zaman gerçekleşeceği yönündedir. Fakat bu çalışma, aynı ürünler olduğu durumda bile firmalar arasındaki stratejik etkileşim nedeniyle iki yönlü bir ticaret beklenebileceğini göstermiştir. Firmalar her piyasada ayrı ayrı Cournot rekabeti yaparken bu şekildeki bir ticaret refah arttırıcı olabilir.

Brander ve Krugman (1983) oligopolistik firmaların rekabetinin uluslararası ticaretin bağımsız bir nedeni olduğu durumdaki bir model geliştirmişlerdir. İki ülkede aynı ürünü üreten birer firma bulunmaktadır. Ürün ihracatı yapılırken taşıma maliyetleri oluşmaktadır. Her ülke ayrı bir piyasadır ki bu da firmaların her ülke için ayrı ayrı kâr maksimizasyonu yapmasına neden olmaktadır. Firmalar Cournot rekabeti yapar. Bu model, firmalar arasındaki oligopolistik etkileşimin ticaret için alışılmış motivasyonlar olmadan da (maliyet farkları, ölçek ekonomisi) ticarete neden olabileceğini göstermiştir. Model neoklasik ticaret teorisinin iyi açıklamadığı iki konu hakkında olası açıklamalar sunar: endüstri içi ticaret ve damping. Bu şekildeki bir ticaret “karşılıklı damping” olarak adlandırılmıştır. Cournot rekabetinde piyasalara girmenin serbest olduğu durumda, karşılıklı dampingin açık bir şekilde yararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Brander ve Spencer (1985) modeli, dış ticaret literatüründe pek çok yeni çalışmaya öncülük etmiştir. Bu modelde, firmaların Cournot tipi davranış gösterdiği ve dolayısıyla “miktar”ın stratejik değişken olduğu varsayılmıştır. İhracat teşviklerinin, diğer firmalarla işbirliği yapmayan yerli firmanın göreceli pozisyonunu geliştirmek ve pazar payını arttırmak için silah olarak kullanılabilmesi ifade edilmektedir. Dış ticaret hadleri teşvik veren ülkenin aleyhine gelişecek fakat fiyat, ihracatın marjinal kaynak maliyetinden hala yüksek olacak, böylece ihracat genişleyecek ve ihracatın genişlemesi de ülkenin refahını arttırabilecektir. Ülkeler teşvikleri kaldırmak için ortak bir politika izleyebilirler. Fakat bir tarafın her zaman diğer tarafı aldatma olasılığı vardır. Bunu önlemek için uluslararası zorlayıcı gücü olan düzenleyici kurumlara ihtiyaç vardır.

Eaton ve Grossman (1986) oligopol piyasalarda ticaret ve endüstri politikalarının refah etkilerini incelemiş ve piyasa yapısı hakkında bir dizi varsayımlar altında optimal müdahaleyi karakterize etmiştir. Teşvikler genellikle Cournot rekabeti ile belirlenirken vergiler genelde Bertnard rekabetinde optimal olmaktadır. Yerel tüketimin de olduğu durumda müdahaleler, marjinal maliyetten kaynaklanan fiyat sapmalarını azalttığı için ülke refahını arttırabilir.

Wang (1998), teknoloji transferi ücretinin, sabit bir ücret mi yoksa üretim miktarına bağlı bir lisans ücreti mi olması gerektiğini bir Cournot düopolü modeli için incelemiştir. Üretim miktarına bağlı lisans ücretinin, yüksek teknolojiyi elinde tutan firma için maliyet düşürücü yenilik çok etkin değilken tercih edilebilir olduğunu bulmuştur. Patenti elinde tutan firmanın üretim düzeyine bağlı lisanstan anlaşma süresince yararlanırken, bu firmanın sabit lisans ücreti durumunda diğer firmayla eşit şartlarda rekabet etmek zorunda olması böyle bir tercihin yapılmasına neden olmaktadır.

Kayalica ve Kayalica (2005) iki ülke ve iki firmanın yer aldığı karşılıklı dumping tipi bir modelde mal tüketiminden kaynaklanan sınır aşan kirlilik dışsallıklarını incelemiştir. Her firma iki ülke piyasasında da tüketilen homojen bir ürün üretmektedir. Piyasalar ayrılmıştır, dolayısıyla her firma için her ülke ayrı bir piyasadır. Hükümetler ise tüketim vergisi ve ithalat tarifesi gibi iki değişik politika uygulayabilmektedir. Elde edilen sonuçlar bir ülkede daha yüksek tüketim vergileri olmasını sağlayan koşulların aynı zamanda bu ülkede daha düşük ithalat tarifeleri olmasını da sağladığını göstermektedir. Bir ülke; kirlilikten kaynaklanan daha

yüksek marjinal faydasızlığa, daha yüksek birim maliyetlere ya da diğer ülkeden daha küçük talebe sahip olduğunda daha yüksek tüketim vergisi ve daha düşük ithalat tarifesi uygulayacaktır.

Kayalica ve Yılmaz (2006) tüketimden kaynaklanan sınır aşan kirlilik dışsallıklarını incelemek için kısmi dengede karşılıklı damping tipi bir model geliştirmiştir. İki ülkede homojen bir ürün üreten iki firma bulunmakta ve bu iki firma her iki ülkede de rekabet etmektedir. Hükümetler ihracat teşviki ve tüketim vergisi olmak üzere iki politika aracına sahiptir. İki yönlü ticaretin olduğu bir senaryoda; iki aşamalı, ülkelerin işbirliği yapmadığı bir oyunun sonuçları incelenmiştir. İlk aşamada, hükümetler firmaların üretim düzeyleri veri iken işbirliği yapmadan vergi ve teşvik miktarlarını seçmektedir. İkinci aşamada, vergi ve teşvik miktarları veri iken firmalar üretim düzeylerini belirlemektedir. Optimal ihracat teşvikleri pozitifken, tüketim vergileri diğer parametrelere bağlı olarak negatif olabilmektedir. Ticaretin serbestleşmesi toplam kirliliği değiştirmemektedir.

Ghosh ve Saha (2008), iki farklı ülkedeki düşük ve yüksek maliyet düzeylerine sahip iki firmanın üçüncü bir ülkede Cournot rekabeti yaptığı ve teknolojinin transfer edilebilir olduğu durumdaki stratejik ticaret politikalarının nasıl olması gerektiğini araştırmıştır. Firmaların ürettiği ürün homojendir. Hükümetlerin vereceği teşvikler sadece üretim miktarını değil teknoloji transferi ücretini ve teknoloji transfer edip etmeme kararını da etkilemektedir. Bu etki ülke firmasının teknoloji lisansını veren ya da teknoloji lisansını alan olup olmasına göre farklılık göstermektedir. Bu bulgu, politika etkilerinin niteliksel olarak tüm ülkeler için benzer olduğu diğer stratejik ticaret politikalarından farklılık göstermektedir. Lisanslama mümkün olduğu durumdaki optimal politikalar lisanslamanın olmadığı durumdaki optimal politikaların zıddı olabilmektedir. Lisanslama olduğunda optimal politika ihracat vergisi olabilmektedir. Ayrıca daha az etkin bir firma desteklenebilirken daha etkin bir firma da vergilendirilebilir. Lisanslama olmadığında ise optimal politika her zaman ihracat teşviki verilmesidir. Maliyet açısından daha rekabetçi firma ise her zaman daha yüksek teşvik alacaktır.

Bernhofen (1999) homojen ürünlerde endüstri içi ticareti konu alan teori temelli deneysel bir çalışma yapmıştır. Piyasaların ayrılmış olduğu oligopolistik bir endüstri içi ticaret modeli kurulmuştur. Almanya ve ABD petrokimya endüstrileri incelenmiş

ve petrokimyasalların çift yönlü ticaretinde, teorinin öne sürdüğü değişkenlerin geçerli olduğu bulunmuştur.

Sawakami (2001) dumping, anti-dumping ve uluslararası ticareti incelemiştir. Uluslararası ticaret firma, ülke yararı ve dünya refahı açısından geliştirilmelidir. Sadece dumping değil anti-dumping uygulamaları da uluslararası ticaretin önünde büyük engel oluşturmaktadır. Anti-dumping uygulamaları hem dumping yapan hem de dumping yapılan ülkelerde etkilere neden olmaktadır. Anti-dumping vergileri yerli ülkede ithalata daha yüksek vergi koyulmasına neden olmaktadır. İhracat yapan ülkenin ise ihracatını azaltıcı etkiye sahiptir.

Kabiraj ve diğ.(1999) yaptıkları çalışmada düopol durumunda kârlı teknoloji transferinin ne olacağını incelemiştirlerdir. Sabit ödemeli bir teknoloji transferi kontratı ile ürünler yeterince farklılaştırıldığında veya firmalar yeterince işbirliği içinde olduklarında ya da her iki durum beraber gerçekleştiğinde teknoloji transferi kârlı olacaktır. Bunlar olmazsa teknoloji transferi firmaların başlangıçlarındaki maliyet yapılarına bağlı olacaktır. Sabit teknoloji transferi yerine kâr paylaşımını esas alan bir sözleşme yapıldığında teknoloji transferi anlaşması, homojen ürünlerin olduğu Cournot düopolü piyasası söz konusu olduğunda bile firmaların başlangıçtaki teknolojik farklılıklarından bağımsız olarak her zaman kârlı olmaktadır. Bu sebeplerden bu çalışma düopol bir piyasada teknoloji transferinin gerçekleşmesi durumuyla gerçekleşmemesine oranla daha sık karşılaşılabileceğini bekleyebileceğimizi göstermektedir.

Gallini ve Wright (1990) asimetrik bilgi olması durumunda teknoloji transferini incelemiştir. Yeni patenti alınmış inovasyonların lisanslama kontratları birçok boyutta değişim gösterebilmektedir: lisanslama ücretinin tipi ve büyüklüğü (sabit veya üretim temelli ücret), rantların paylaşımı gibi. Teknoloji değişiminde kontratın nasıl olacağı iki problemle belirlenir: lisansı verenin inovasyonun ekonomik değeri hakkında sözleşme öncesi bilgisinin üstünlüğü ve bu bilgiyi lisansı alanla paylaşmasının imitasyona neden olma olasılığı. Çalışma, üretim miktarına bağlı lisanslama ücretinin olduğu kontratlarda lisansı verenin teknoloji hakkındaki bilgisini lisansı alana aktaracağını göstermektedir.

Anderson ve Larson (1994), ilerideki olası inovasyonlara dair beklentilerin ve risk tercihlerinin teknoloji transfer ücreti ve bütünleyici yerel inovasyon teşebbüslerini nasıl etkileyeceğini analiz etmek için bir risk paylaşım modeli geliştirmiştir. Teknoloji transfer eden firmanın riskten kaçınma düzeyinin yüksek olması bu firmanın inovasyon düzeyini düşürmektedir. Teknoloji transfer eden firmanın riskten kaçınma düzeyi artması daha iyi teknoloji için ödeyeceği sabit ücretin düşük olmasını beraberinde getirecektir.

## 2. TEKNOLOJİ TRANSFERİ VE ENDÜSTRİ İÇİ TİCARET

### 2.1 Teknoloji ve Teknoloji Transferi

Teknolojinin literatürde genel kabul görmüş bir tanımı yoktur. Bu nedenle teknolojiyi değişik şekillerde ifade etmek mümkündür. En genel olarak bir mal veya hizmetin üretilmesi için gerekli olan fiziki ve beşeri sermaye olarak tanımlayabiliriz. Tanımdan da anlaşılacağı üzere teknoloji sadece makine, ekipman, vb. fiziksel öğeleri içermemekte; bilgi birikimi, uzmanlık gibi soyut öğeleri de kapsamaktadır. Dinç ve Kılınçarslan (2007) teknolojiyi var olan malların ve hizmetlerin üretimini, pazarlama etkinliğini iyileştirmek, bunun yanında yeni mal ve hizmetler yaratmak için uygulanan bilgi kaynağı olarak tanımlamaktadır. Teknolojinin aynı zamanda dokunulamayan ve görünmeyen, sadece insanların akıllarında yer alan bir kısmı daha vardır. Bu görünmeyen kısım genellikle bilgi birikimi (know-how) olarak adlandırılır.

Teknoloji fonksiyonel bağlamda ürün ya da hizmet sağlamak için örgütsel yetenekleri geliştirmek amacıyla uygulanan bilgi birikimi ile teknik bilgiler toplamı olarak kabul edilmektedir. Teknik bilgi, fiziksel bir varlığa dönüşürken büyük ölçüde başkalaşım geçirdiğinden, spesifik bir teknoloji, makine ya da teçhizat halini alabilir (Stock ve Tatikonda, 2000).

Teknoloji transferi de teknolojide olduğu gibi farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Bir firma ya da ülkenin kendi olanakları ile elde edemediği teknolojiyi çeşitli kanallarla elde etmesi olarak tanımlanabilir. Teknoloji transferi var olan bir teknoloji için yeni bir uygulama tasarımı olabildiği gibi araştırma çalışmalarını ekonomik kalkınmaya dönüştürme olarak da tanımlanabilir. Teknoloji transferi kavramı bir ülke sınırları içinde buluş ve yeni bilginin araştırma ve geliştirme ile mal ve hizmet üretilmesi anlamını da taşır (Morgan, 1972).

Teknoloji transferi, hedeflenen teknolojinin vericiden alıcıya akışını ifade etmekte olan bir süreçtir. Teknoloji transferinin temel hedefi, teknolojik yeniliklerin edinilmesidir. Klasik literatürde teknoloji daha çok fiziksel bir obje olarak algılanmakta; teknoloji transferi de bu fiziksel objenin vericiden alıcıya iletimi

olarak kabul edilmekte idi. Ancak bilişimde yaşanan devrime paralel olarak bilgi birikiminin değişimi de teknoloji transferi kapsamında değerlendirilmektedir (Akgün ve diğ., 2005).

Hükümetler ülkelerinde faaliyet gösteren yabancı firmaları yerli firmalara teknoloji transferi yapma konusunda yönlendirebilir. Dinter (2006), Çin'deki Alman şirketleri ve teknoloji transferini araştırmış ve bu ülkede firmaların yaptığı teknoloji transferini “zorunlu teknoloji transferi” olarak adlandırmıştır. Yabancı yatırımcılar, kendilerini ekonomik veya stratejik olarak makul olmayan kararlar aldırılmaya zorlayan mekanizmalarla karşılaşmaktadır. Çin yönetimi tarafından uygulanan bu politikaya, firmaların teknolojilerini transfer edeceklerine dair resmi antlaşmalar yapmaları nedeniyle kanuni olarak engellemek mümkün değildir. Resmi zorlama rekabet ortamının zarar görmesine neden olmaktadır.

### **2.1.1 Teknoloji Transferi Kanalları**

Teknoloji transferi birçok biçimde bir firmadan diğerine aktarılabilir. Firmalar teknoloji transferinin hangi kanalla olacağına transfer edilecek teknolojinin özelliklerine, firmanın piyasadaki konumuna, finansal ve insan kaynakları yapısına göre karar vermelidir. Teknoloji transferinin kanalları şu şekilde sıralayabiliriz;

1. Doğrudan yabancı sermaye yatırımları
2. Sermaye malları ithali ile teknoloji transferi
3. Finansal kiralama (leasing)
4. İmitasyon ve tersine mühendislik
5. Patent satın alma
6. Teknoloji lisanslama

Yatırımcıların, buldukları ülke sınırlarının dışında yeni tesis kurmaları, mevcut tesisleri satın almaları veya söz konusu tesisler üzerinde denetim kurmaları yabancı doğrudan yatırım olarak adlandırılmaktadır. Kendi ülkeleri dışında en az bir yabancı ülkede faaliyet gösteren ekonomik birimler olarak tanımlanan çok uluslu şirketlerin gerçekleştirdiği doğrudan yabancı yatırımlar, gelişmekte olan ülkelerin mevcut sermaye stoklarını arttırmasının yanı sıra ileri teknolojinin bu ülkelere transferi konusunda da önemli bir işleve sahiptir. İktisat literatüründe yer alan birçok

çalışmada ülkeler arasındaki büyüme farklılıklarının açıklanmasında sermaye birikiminden daha çok teknolojik ilerleme ve verimlilik artışlarının yattığı dile getirilmektedir (Akbay ve Yücel, 2008).

Sermaye malları (makine, teçhizat, vb.) ithalatı yoluyla teknoloji transferi, ileri teknoloji ile üretilmiş bu malların edinilmesiyle olmaktadır. Üretilmeyen teknoloji, transfer yoluyla elde edilir.

Tersine mühendislik, orijinalinden kopyalamadan onunla aynı şeyi yapan/aynı teknolojiye sahip yeni bir alet veya yazılım yapılmaya çalışılmasıdır ve çoğunlukla mamulün parçalarına ayrılması ve çalışma prensiplerinin detaylı şekilde analizini içerir. Bu yolla söz konusu mamulün üretim teknolojisi elde edilmeye çalışılır.

Patentlerde sahiplik hakkının bulunması ve patentlerin devredilebilmesi patentle ilgili teknolojinin de transfer edilebileceğini gösterir. Patent ücreti tek seferlik bir ücrettir.

Finansal kiralama firmaların ihtiyaç duydukları ekipman ve makinenin finansal kiralama şirketleri tarafından satın alınıp firmaya kiralanması işlemidir. Sözleşme süresince ekipman mülkiyetinin finansal kiralama şirketi üzerinde kalması nedeniyle en az teminatla uzun vadeli finansman imkanı vermektedir.

Teknoloji lisanslama ise spesifik teknolojilerin, patentlerin, yazılımların, bilginin ve ürün dizaynlarının yararlanma hakkının verilmesidir. Teknoloji lisanslama sabit bir ücret karşılığında (fee) olabildiği gibi yapılacak satışlardan alınacak bir pay da (royalty) olabilir. Bu çalışmada da teknoloji transferi lisanslama yoluyla olmakta, lisanslama ücreti ise sabit bir ücret ve üretim miktarına bağlı bir ücret (satışlardan alınacak bir pay) olarak belirlenmektedir.

### **2.1.2 Teknoloji Transferi Süreçleri**

**Edinme:** Teknoloji transferinde ilk basamak gereksinimleri doğru biçimde belirlemek ve belirlenen gereksinimlere uygun teknolojiyi tespit etmektir. Gereksinimlerle uyumlu teknolojiyi elinde tutan kaynakların seçimi ve teknoloji transferinin optimum miktarda kaynak kullanımıyla gerçekleştirilmesi gerekir.

**Özümseme:** İkinci basamak olan özümseme aşaması, üretimin sağlanabilmesi ve teknolojinin verimli kullanılabilmesi için teknolojinin koşullara uygun hale dönüştürülmesi, yeni koşulların özelliklerine entegre edilmesi ve teknolojide gerekli

mühendislik ve uygulama ayarlamalarının yapılmasını kapsar. Firma seçilmiş olan teknolojiyi kendi özel koşullarına uygulayabilmeye çalışır.

**İyileştirme/Geliştirme:** Özümseven teknoloji firmanın ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmelidir. Bunun için arama-geliştirme olanaklarından en iyi şekilde yararlanılması gerekir. Aksi takdirde ithal edilen teknoloji bir süre sonra eskiyebilir ve yerine tekrar yenilerinin ithali gerekli hale gelir. Bu nedenle ithal edilen teknolojileri geliştirmeye yönelik çalışmalar, teknoloji üretimi ile ilgilidir.

**Yaratma:** Transfer edilen teknolojilerin firma ve ülke koşullarına uyarlanması ve geliştirilmesinden sonra, yaygın şekilde kullanımının sağlanması da önemlidir.). Bu aşamada, ülkeler yalnızca teknoloji alıcısı olmak yerine, kendisi de teknoloji yaratmaya başlar. Ülkeler yurt dışından edinilen teknolojide köklü değişiklikler yaparak, kendisi teknoloji tasarlar ve geliştirir.

### 2.1.3 Teknoloji Transferinde Ortak Seçimi

Teknoloji transferinde yaygın biçimde kullanılan teknoloji sağlayıcı–alıcı ilişkilerini şu şekilde sıralanabilir:

**Merkez-Şube İlişkisi (Kurum İçi Transfer):** Transferin en yaygın olarak kullanıldığı alanlardan biridir. Kurumun organizasyon yapısına ve insan kaynakları konseptine göre değişik formlarda olabilir. Merkez, transferin sağlayıcısı durumunda olabilir veya karşılıklı iletişim sağlanabilir (North, 1997).

**Yatay Birliktelikler (Şirketler Arası Transfer):** Yatay teknoloji transferi birbirinin rakibi olan ya da benzerlik taşıyan/benzer çıkarları olan firmalar arasında olur. Çok uluslu şirketler çoğunlukla bu grupta yer alır. Firmalar; joint-venture, lisanslama, başlangıç asistanlığı, teknik eğitim, üretim, beraber üretim anlaşmaları yoluyla teknoloji transferi yapabilirler (North, 1997).

**Dikey Birliktelikler:** Bu yöntem daha büyük firmalarla onların tedarikçileri arasındaki ilişkiyi belirlemede kullanılır. Bu durumda teknoloji sağlayıcı firma çok daha güçlü konumda bulunur.

**Hizmet ilişkisi:** Bu yöntem spesifik know-how gereksinimi olduğunda, konusunda uzmanlaşmış kişi ya da kurumlardan teknolojinin elde edilmesini içerir. Üniversiteler, araştırma-geliştirme yapan ulusal merkezler hizmet sağlayıcı olabilir.

#### **2.1.4 Gelişmekte Olan Ülkelere Teknoloji Transferini Engelleyen Etmenler**

Barton (2007) gelişmekte olan ülkelere teknoloji transferini ve teknoloji transferinin önündeki engelleri ve bu engellerin nasıl aşılabileceğini araştırmıştır. Gelişmekte olan ülkelere teknoloji transferini engelleyen en önemli etmenler şunlardır:

##### **1. İnsan kaynağının yokluğu**

İnsan kaynağı teknolojinin hem geliştirilmesi hem de uygulaması için kritik önemdedir. Yeniliklerin büyük kısmı iyi eğitim almış kişiler tarafından yapılmaktadır. Buluşların ticari alanda kullanılması da bilim ve teknoloji alanında eğitim görmüş kişiler tarafından yapılmaktadır. Bu sebeplerle gelişmekte olan ülkelerin eğitim yatırımlarını arttırması gelişmeleri için gereklidir..

##### **2. Uluslararası organizasyonlarla birlikte araştırma ve lisanslama yapmayı sağlayacak kamu sektörü teknoloji desteğinin azlığı**

Yeni teknolojiler kamu sektörü ve özel sektör olmak üzere iki farklı yolla finanse edilebilir. Her biri kendi sektöründe araştırma yaparken diğer sektörde de araştırma yapar. Denge endüstriden endüstriye değişir, zaman zaman da ülkeye göre farklılıklar gösterir. Veriler gelişmekte olan ülkelerde kamu sektörü yatırımlarının özel sektör yatırımlarının çok ötesinde olduğunu göstermektedir. Yine de kamu yatırımlarının gelişmekte olan ülkelere sağladığı teknoloji, uluslararası özel sektörün gerisinde kalmaktadır. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerdeki kamu yatırımının niteliği de teknoloji üretmeye yönelik değildir. Yatırımlar teknoloji üretmekten daha çok altyapı yatırımlarında olmaktadır. Fakat yine de birkaç ülke nükleer güç gibi yeni bir endüstride sıçrayış yapabilmektedir.

##### **3. Gelişmekte olan ülkelerin kendilerine ait teknolojilerinin yetersiz olması**

Tarım gibi birkaç sektör dışında gelişmekte olan ülkelere teknoloji transferi büyük olasılıkla lisanslama ve doğrudan yabancı yatırım kanallarıyla gelişmiş ülke özel sektörü tarafından ticari transfer olarak yapılmaktadır. Kendilerine ait teknolojisi olmayan gelişmekte olan ülkeler için bu özel sektör ağına katılmak, ilk teknolojilerini kazanmanın normal yolu olarak görülmektedir. Bu şekilde ülkeler uluslararası zincirde kendilerine yer açmaya çalışmaktadır.

## 2.2 Endüstri İçi Ticaret

Endüstri içi ticaret (EİT), bir ülkenin aynı endüstrideki ürünleri hem ihraç hem de ithal etmesine dayanan dış ticaret şeklidir. EİT özellikle sanayileşmiş ülkeler arasında yoğundur ve bu ülkelerin dış ticaretlerinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

Uluslararası ticaretin yapısı ve kapsamı II. Dünya Savaşı sonrası hızla değişmiş, karşılaştırmalı üstünlükleri esas alan klasik dış ticaret teorisi mevcut durumu açıklamakta yetersiz kalmıştır. Artan sanayi malları ticareti, ülkelerin faktör yoğunluğuna bağlı olarak belirli sektörlerde yoğunlaşması beklentisine uymamıştır. Benzer mallarda karşılıklı ticaret eksik rekabet kapsamında olup, mal farklılaştırması ve ölçek ekonomileri ile doğrudan bağlantılıdır.

Aydın (2008), EİT'in karşılaştırmalı üstünlükler ve endüstriler arası ticarete göre ek kazanımlar sağladığını ileri sürmektedir. Üretici açısından daha geniş pazarlara açılma imkânı doğarken, tüketici açısından daha fazla mala ulaşmayı ve mal çeşitliliğini sağlamaktadır.

EİT modellerinin gelişiminde Dixit ve Stiglitz'in 1977 yılındaki tekeli rekabet ve ürün farklılaştırması üzerindeki çalışması önemli yer tutmaktadır. Bu çalışmada belirli koşullarda tekeli firma ve piyasa aksaklıklarının yönü arasındaki ilişkinin net olmayabileceği gösterilmiştir. Sonuçları elde ederken piyasa çözümünün kâr odaklı, sosyal refahın ise tüketici artığı odaklı olmasını dikkate almışlardır (Dixit ve Stiglitz, 1977).

Krugman'ın çalışmaları da EİT alanında öncü olarak gösterilmektedir. Krugman 1980 yılındaki makalesinde ölçek ekonomileri, ürün farklılaştırma ve ticaret kalıplarını incelemiştir. Ürün farklılaştırmasını yatay şekilde ele almıştır (Krugman, 1980).

Endüstri İçi Ticaret genellikle farklılaştırılmış ürünlerin olduğu durumlar için incelenmekle birlikte homojen ürünlerin bulunduğu piyasalar için de EİT incelenmiştir. Bölüm 1.1'de Brander (1981) ve Bernhofen (1999) çalışmalarının homojen ürünlerde endüstri içi ticareti konu aldığı belirtilmiştir.

Yapılan ilk çalışmalarda endüstri içi ticaretin, iç pazarı geniş ve fert başına gelir düzeyi yüksek, gümrük vergileri düşük ölkeler arasında olacağı ileri sürölmüştür. Dolayısıyla, önceleri EİT'in sadece gelişmiş ölkeler arasındaki ticaret için geçerli bir olgu olduğu varsayılmıştır. Ancak gelişmekte olan ölkelerde de sanayileşmenin ilerlemesiyle EİT bu ölkelerde de yaygınlaşmıştır.

Clark ve Stanley (1999), A.B.D ve gelişmekte olan ölkeler arasındaki endüstri içi ticaretin ölk ve endüstri düzeyindeki belirleyicilerini araştırmışlardır. Gelişmekte olan ölkenin ekonomik büyüklüğu ve ticaret yönelimli olması EİT'i pozitif etkilerken, ölkenin A.B.D'ye uzaklığı negatif etki yapmaktadır.

### 3. MODEL

Modelimiz; biri yerli (h), diğeri de yabancı (f) ülke olmak üzere iki ülkenin bulunduğu bir piyasada endüstri içi ticaret yapan iki firmanın yer aldığı bir modeldir.

Firmalar homojen bir ürün üretmektedir ve bu ürünü her iki piyasaya da satabilirler. Yerli ülke firmasının toplam ürün arzı  $x$  olup; firma yerli ülkedeki talep için  $x_h$ , yabancı ülkedeki talep içinse  $x_f$  kadar üretim yapar. Aynı şekilde yabancı ülke firmasının toplam ürün arzı  $y$  olup, yerli ülke için  $y_h$ , kendi ülkesi içinse  $y_f$  kadar üretim yapar.

Firmalar farklı teknolojilere sahiptir ki bu da firmaların maliyetlerinin farklı olmasına neden olmaktadır. Teknoloji transfer edilebilirdir ve yüksek maliyetli firma maliyetlerini düşürmek için düşük maliyetli firmadan sabit (F) ya da üretim miktarına bağlı (r) bir ücret karşılığında daha etkin teknolojiyi transfer edebilir. Ülkeler arasında ticarete herhangi bir sınırlama yoktur. Ülke hükümetleri ürünün içinde yer aldığı sektörü stratejik sektör olarak belirlemişler ve bu sektördeki ürünlerin ülkelerindeki üretimini arttırmaya çalışmaktadırlar. Bu nedenle ülkeler ürünün ülke içinde üretilmesini teşvik ederler ve firmalarına hem iç piyasaya yönelik yaptıkları üretim hem de ihracat için aynı miktarda doğrudan üretim teşviki verirler. Yerli ülke hükümeti firmasına bir birim üretim için  $s_h$ , yabancı ülke hükümeti  $s_f$  kadar teşvik verir. Ülke hükümetleri teşvik politikalarını belirlerken 2 farklı yol izleyebilirler: (1)Hükümetler aralarında işbirliği olmadan sadece kendi ülke refahlarını maksimize eden teşvik miktarını seçebilir ya da (2) aralarında işbirliği yaparak tek (uniform) bir üretim teşviki verme konusunda anlaşabilirler.

Firmalar sabit marjinal üretim maliyetine sahiptir ve yerli ülke firmasının marjinal maliyeti  $c_x$ , yabancı ülke firmasının marjinal maliyeti  $c_y$  ile gösterilir. Firmalara ait toplam maliyet ( $C_i$ ) fonksiyonları şu şekildedir:

$$\begin{aligned} C_i(X_i) &= c_i x_i \\ C_i(Y_i) &= c_i y_i \quad i = x, y \end{aligned} \tag{3.1}$$

Firmaların ürettikleri ürünün ülkelerdeki toplam talebi  $D_i$  ile gösterilmiştir.  $h$  ülkesindeki toplam talep yabancı ülke firmasının bu ülkede yaptığı satış ( $y_h$ ) ile kendi firmasının ülke içindeki satışının ( $x_h$ ) toplamıdır. Aynı şekilde yabancı ülkede de toplam talep kendi firması ( $x_h$ ) ile yerli ülke firmasının toplam satışına ( $y_h$ ) eşittir.

$$D_i = x_i + y_i \quad i = h, f \quad (3.2)$$

Ürünün her iki ülkedeki ters talep fonksiyonları ise aşağıdaki gibi verilmiştir:

$$P_i = a_i - b_i D_i \quad i = h, f \text{ ve } a > 0, b > 0 \quad (3.3)$$

Modelimiz 3 aşamalı bir oyun şeklinde kurgulanmıştır. İlk aşamada ülke hükümetleri firmalarına ne kadar üretim teşviki vereceğini belirler. İkinci aşamada firmalar teknoloji transferi yapıp yapmayacaklarına karar verirler. Son aşamada ise firmalar, belirlenen teşvik miktarları ve teknoloji transferi kararına bağlı olarak üretim düzeylerine karar verir. Modelin çözümü geriye doğru tüme varım yöntemiyle yapılacaktır.

Çalışmamızda öncelikle teknoloji transferinin olmadığı durum incelenecek, optimum üretim miktarları ve ülke hükümetlerinin teşvik politikaları belirlenecektir. Sonrasında firmaların teknoloji transferi kararı aldığı varsayılacak ve teknoloji transferi ücretinin sabit ( $F$ ) veya üretim miktarına bağlı ( $r$ ) olduğu durumlardaki teşvik politikaları sırasıyla incelenecek ve karşılaştırma yapılacaktır.

### 3.1 Teknoloji Transferi Olmadığı Durumda Uygulanacak Politikalar

Teknoloji transferi olmadığı durumda; 1. aşamada ülke hükümetleri uygulayacakları değişik teşvik politikalarına bağlı olarak firmalarına verecekleri teşvik miktarlarını belirleyecek, 2. aşamada firmaların teknoloji transferi yapmama kararı verdiği varsayılacak ve 3. aşamada firmalar optimum üretim düzeylerini belirleyecektir. Çözüme 3. aşamadan başlanır.

3. aşamada firmalar kârlarını maksimize edecek üretim düzeyini seçerler. Firmaların kârları ( $\Pi_i$ ); fiyatlara ( $p_i$ ), marjinal üretim maliyetlerine ( $c_x, c_y$ ), üretim düzeylerine ( $x_i, y_i$ ), ve teşvik miktarlarına ( $s_i$ ) bağlı olarak şu şekilde elde edilir:

$$\Pi_h = (p_h - c_x + s_h) x_h + (p_f - c_x + s_h) x_f \quad (3.4)$$

$$\Pi_f = (p_h - c_y + s_f) y_h + (p_f - c_y + s_f) y_f$$

(3.3) ters talep fonksiyonları (3.4) no.lu denklemde tanımlanan kâr fonksiyonlarına yerleştirilir ve kâr fonksiyonlarının üretim miktarlarına göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenirse 1. derece koşullar bulunur;

$$\frac{\partial \Pi_h}{\partial x_h} = 0; \frac{\partial \Pi_h}{\partial x_f} = 0; \frac{\partial \Pi_f}{\partial y_h} = 0; \frac{\partial \Pi_f}{\partial y_f} = 0 \quad (3.5)$$

İkinci derece koşullar sağlanmaktadır<sup>1</sup>.

(3.5) denklemlerinden elde edilen 1. derece koşullar eşanlı çözümlenerek firmaların optimum üretim düzeyleri aşağıdaki gibi bulunur;

$$x_h^* = \frac{a_h - 2c_x + c_y - s_f + 2s_h}{3b_h}$$

$$x_f^* = \frac{a_f - 2c_x + c_y - s_f + 2s_h}{3b_f}$$

$$y_h^* = \frac{a_h + c_x - 2c_y + 2s_f - s_h}{3b_h}$$

$$y_f^* = \frac{a_f + c_x - 2c_y + 2s_f - s_h}{3b_f} \quad (3.6)$$

Bir ülke firmasının marjinal üretim maliyetinin azalmasıyla gözlemlenebilen üretim teknolojisindeki herhangi bir iyileşmenin diğer ülke firmasının hem ülke içine hem de ihracata yönelik üretimini düşürdüğü görülmektedir. Bu durumda sözü edilen firma da üretimini hem iç hem de dış piyasada yükseltmektedir.

Bir ülke hükümetinin firmasına verdiği teşvik miktarı, ülke firmasının hem iç hem de dış piyasa için üretimini arttırmaktadır. Diğer ülkedeki firmanın ise üretim düzeyinin hem iç hem de dış piyasada düşmesine neden olmaktadır.

Oyunun 2. aşamasında firmaların teknoloji transferi yapmama kararı aldıkları varsayılmıştır. Bu nedenle oyunun ilk aşamasına geçilir.

---

<sup>1</sup> İkinci derece koşullar  $\partial \Pi_h^2 / \partial x_h^2 = -2b_h$ ,  $\partial \Pi_f^2 / \partial y_h^2 = -2b_h$ ,  $\partial \Pi_h^2 / \partial x_f^2 = -2b_f$ ,  $\partial \Pi_f^2 / \partial y_f^2 = -2b_f$ 'dir.  $b_i > 0$  olduğundan ikinci derece koşulların negatif olma şartı sağlanır.

1. aşamada ülke hükümetleri firmalarına verecekleri optimal teşvik miktarlarını belirleyecektir. Hükümetler, oyunun üçüncü aşamasında elde edilen üretim düzeylerini kullanarak sosyal refahları maksimize edecek teşvik miktarını seçeceklerdir.

Ülkelerin refah fonksiyonları ( $W_i$ ) 3 bileşenden oluşmaktadır: Tüketici refahı ( $CS_i$ ), ülke firmasının karı ( $\Pi_i$ ) ve ülke firmasına verilen toplam teşvik miktarı.

$$W_h = (CS)_h + \Pi_h - s_h(x_h + x_f) \quad (3.7)$$

$$W_f = (CS)_f + \Pi_f - s_f(y_h + y_f)$$

Bir ülkedeki tüketici artığı ( $CS_i$ ) şu şekildedir:

$$(CS)_i = \frac{(a_i - p_i)^2}{2b_i} \quad i = h, f \quad (3.8a)$$

Tüketici artığının toplam türevi ise şöyle gösterilir:

$$dCS_i = -D_i dp_i \quad (3.8b)$$

Ülkelerin uygulayacağı optimal teşvik miktarlarını belirleyebilmek için; (3.4), (3.6) ve (3.8a) denklemleri refah fonksiyonuna yerleştirilir ve toplam türev alınarak  $dW_i$  teşvik miktarlarına bağlı olarak şu şekilde bulunur.

$$dW_h = [A_1] ds_h + [B_1] ds_f \quad (3.9)$$

$$dW_f = [C_1] ds_h + [D_1] ds_f$$

Burada;

$$A_1 = \frac{3a_h b_f + b_h(a_f - 2c_x + c_y - s_f - 4s_h) - 3b_f(c_x + s_h)}{9b_f b_h}$$

$$B_1 = \frac{3b_f(c_x - c_y + s_f) - b_h(2a_f - 4c_x + 2c_y - 2s_f + s_h)}{9b_f b_h}$$

$$C_1 = \frac{3b_h(c_y - c_x + s_h) - b_f(2a_h - 4c_y + 2c_x - 2s_h + s_f)}{9b_f b_h}$$

$$D_1 = \frac{3a_f b_h + b_f (a_h - 2c_y + c_x - s_h - 4s_f) - 3b_h (c_y + s_f)}{9b_f b_h}$$

(3.9a)

$A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  ve  $D_1$ ; (3.6) denklemlerinden elde edilen üretim miktarlarına bağlı olarak şu şekilde gösterilir;

$$A_1 = \frac{1}{3} \left( -\frac{2s_h}{b_f} - \frac{2s_h}{b_h} + x_f + 2x_h + y_h \right)$$

$$B_1 = \frac{1}{3} \left( \frac{s_h}{b_f} + \frac{s_h}{b_h} - 2x_f - x_h + y_h \right)$$

$$C_1 = \frac{1}{3} \left( \frac{s_f}{b_f} + \frac{s_f}{b_h} - 2y_h - y_f + x_f \right)$$

$$D_1 = \frac{1}{3} \left( -\frac{2s_f}{b_f} - \frac{2s_f}{b_h} + x_f + 2y_f + y_h \right)$$

(3.9b)

Ülke hükümetlerinin uygulayacakları teşvik politikaları; ülke hükümetleri arasında işbirliği olmadığı ve tek bir teşvik miktarı uygulandığı durumlar olmak üzere 2 ayrı şekilde incelenecektir.

### 3.1.1 Ülke Hükümetleri Arasında İşbirliği Olmadığı Durumda Optimum Teşvik Miktarlarının Bulunması ve Değerlendirme

İki ülke hükümeti işbirliği yapmadan uygulayacakları teşvik miktarlarını belirleyebilir. Bu durumda sadece kendi ülkelerindeki refahı maksimize edecek teşvik miktarını seçerler. Bunu şu şekilde (3.9) no.lu denklemlerden yararlanarak şu şekilde gösterebiliriz:

$$\frac{\partial W_h}{\partial s_h} = A_1 = 0 \text{ ve } \frac{\partial W_f}{\partial s_f} = D_1 = 0 \quad (3.10)$$

$A_1$  ve  $D_1$  değerlerinin sıfıra eşitlenmesi ve denklemlerin eşanlı çözümüyle ülkeler arasında işbirliği olmaması durumundaki teşvik miktarları şu şekilde bulunmaktadır. (İkinci derece koşullar ve stabilite koşulu sağlanmaktadır<sup>2</sup>)

$$\begin{aligned} s_h^{nc} &= \frac{2a_f b_f b_h + 2a_h b_f (3b_f + 2b_h) - 3(b_f + b_h)((2b_f + b_h)c_x - b_h c_y)}{6(b_f + b_h)^2} \\ s_f^{nc} &= \frac{2a_h b_f b_h + 2a_f b_h (3b_h + 2b_f) + 3(b_f + b_h)(b_f c_x - (b_f + 2b_h)c_y)}{6(b_f + b_h)^2} \end{aligned} \quad (3.11)$$

Hükümetler ülkelerinin refahını arttırmak için firmalarına teşvik verir. Hükümetlerin belirleyecekleri teşvik miktarları, o ülke firmasının marjinal maliyeti arttıkça azalmakta, diğer ülkedeki firmanın marjinal maliyeti arttığında ise yükselmektedir. Ülke firması daha verimli üretim yaptığında daha çok teşvik desteği alacaktır.

Hükümetlerin firmalarına vereceği teşvik miktarlarının büyüklüğü arasındaki ilişkinin yönü, ülkelerdeki talebin yapısına ve firmaların marjinal maliyetlerine bağlı olarak değişmektedir. Ülkelerde ürüne olan talebin büyüklüğünün teşvik miktarları arasındaki ilişkiyi nasıl etkilediği aşağıda incelenmiştir;

$$\frac{\partial(s_h^{nc} - s_f^{nc})}{\partial a_h} = \frac{b_f(3b_f + b_h)}{3(b_f + b_h)^2} > 0, \quad \frac{\partial(s_h^{nc} - s_f^{nc})}{\partial a_f} = -\frac{b_h(3b_h + b_f)}{3(b_f + b_h)^2} < 0$$

$a_i$  ne kadar büyükse o ülkede ürüne olan talep de o kadar yüksek olacaktır. Diğer ülke piyasasında ürüne olan talep değişmezken firmanın kendi ülkesindeki talebin yükselmesi, bu firmanın alacağı teşvik miktarındaki artışın diğer ülke firmasının alacağı teşvik miktarındaki artıştan daha fazla olmasına neden olmaktadır. Bu durumda ülkedeki talep yeterince yüksekse ülke firmasının alacağı teşvik miktarının diğer ülke firmasından daha fazla olacağı söylenebilir.

$f$  ve  $h$  ülkelerindeki talep yapılarının aynı olduğu ( $a_f=a_h=a$  ve  $b_f=b_h=b$ ) durum incelendiğinde ise hükümetlerin firmalarına verecekleri teşvik miktarı şu şekilde olmaktadır:

<sup>2</sup> İkinci derece koşullar

$\partial W^2_h / \partial^2 s_h = (-3b_f - 4b_h) / 9b_f b_h < 0$ ,  $\partial W^2_f / \partial^2 s_f = (-4b_f - 3b_h) / 9b_f b_h < 0$ ,

Stabilite koşulu (ayrıntılı çözüm Ek A.1'de gösterilmiştir)

$4(b_f + b_h)^2 / 27b_f^2 b_h^2 > 0$

$$s_h^{nc} = \frac{1}{4}(2a - 3c_x + c_y)$$

$$s_f^{nc} = \frac{1}{4}(2a + c_x - 3c_y)$$

Ülke piyasalarının geniş piyasalar olduğunu varsaydığımızdan a büyük değerler olacaktır.  $a > c_x$  olduğundan hükümetlerin vereceği teşvikler pozitif olacaktır. Hükümetler firmalarını sübvansedeceklerdir. Hükümetlerin firmalarına verecekleri teşvik miktarlarını ise şu şekilde karşılaştırabiliriz ( $c_y < c_x$ ):

$$s_h^{nc} - s_f^{nc} = c_y - c_x < 0$$

Ülke piyasalarının benzer olduğu durumda f ülkesi hükümetinin firmasına vereceği teşvik miktarı h ülkesinin firmasına vereceği teşvik miktarından daha yüksek olmaktadır.

(3.11) no.lu denklemde bulduğumuz optimum teşvik miktarlarını denge üretim miktarlarına bağlı olarak şu şekilde gösterebiliriz:

$$s_h^{nc} = \frac{b_f b_h (x_f^{nc} + 2x_h^{nc} + y_h^{nc})}{2(b_f + b_h)}$$

(3.12)

$$s_f^{nc} = \frac{b_f b_h (x_f^{nc} + 2y_f^{nc} + y_h^{nc})}{2(b_f + b_h)}$$

Üretim miktarları negatif olamayacağından ve talep parametreleri  $b_h$  ve  $b_f$  pozitif olduğundan her iki ülke hükümetinin de firmasına vereceği teşvik miktarı pozitif olacaktır. Firmaların kendi ülkelerindeki satışları, alacakları teşvik miktarlarını diğer ülkedeki satışlardan 2 kat fazla etkilemektedir. Hükümetler kendi ülkelerinde diğer ülke firmasının satışlarında artış olması durumunda firmalarına verecekleri teşvikleri arttırırken, diğer ülke firmasının ülkesindeki satışları hükümetlerin belirleyecekleri teşvik miktarını etkilemez.

$$s_h^{nc} - s_f^{nc} = \frac{b_f b_h (x_h^{nc} - y_f^{nc})}{(b_f + b_h)}$$

Bir firmanın alacağı teşvik miktarı diğer firmanın alacağı teşvik miktarından büyükse bu firmanın kendi ülkesindeki satış miktarı diğer firmanın kendi ülkesindeki satış miktarından büyük olacaktır.

Ülke refahlarının yabancı firmaların marjinal maliyetlerindeki değişimlerden nasıl etkilendiğini ise (3.11)'de elde ettiğimiz optimum teşvik miktarlarını (3.8) refah fonksiyonlarına yerleştirerek ve kısmi türevlerini alarak bulabiliriz.

$$\frac{\partial W_h}{\partial c_y} = (c_y - c_x) \frac{8b_f + 6b_h}{8b_f b_h}$$

$$\frac{\partial W_f}{\partial c_x} = (c_x - c_y) \frac{8b_f + 6b_h}{8b_f b_h}$$

$c_x > c_f$  olduğundan h ülkesinin refahı f ülkesindeki firmanın marjinal maliyetleri arttıkça azalmaktadır. f ülkesinin refahı ise h ülkesi firmasının maliyetleri arttıkça yükselmektedir.

### 3.1.2 Ülke Hükümetlerinin Tek Teşvik Politikası Uygulaması

Eğer iki ülke hükümeti uygulayacakları teşvik miktarlarını belirlerken tek bir teşvik miktarı politikası uygularlarsa iki ülkenin toplam refahını maksimize edecek teşvik miktarını seçerler. Ülkeler  $s_h = s_f = s$  olacak biçimde tek bir teşvik miktarı belirler. (3.8) denklemlerini kullanarak ve kısmi türevleri sıfıra eşitleyerek aşağıdaki eşitliği elde ederiz:

$$\frac{\partial W_h + \partial W_f}{\partial s} = 0 \quad (3.13)$$

(3.9a) no.lu denklemlerde elde ettiğimiz  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  ve  $D_1$  ile ifade edecek olursak;

$$A_1 + B_1 + C_1 + D_1 = 0$$

olmalıdır. Denklemin çözümüyle optimum teşvik miktarı şu şekilde bulunur;

$$s^u = \frac{a_h b_f + a_f b_h}{2(b_f + b_h)} - \frac{1}{4}(c_x + c_y) \quad (3.14)$$

Hükümetlerin firmalara vereceği teşvik miktarı herhangi bir firmanın üretim maliyetlerinde artış olması halinde azalmakta, tersi durumda artmaktadır. Ülkelerdeki talep büyüdükçe ( $a_i$  arttıkça) teşvik miktarı da yükselmektedir.

(3.14) no.lu denklemde bulduğumuz optimum teşvik miktarını denge üretim miktarlarına bağlı olarak şu şekilde gösterebiliriz:

$$s^u = \frac{b_f b_h (x_f^u + x_h^u + y_f^u + y_h^u)}{2(b_f + b_h)} = \frac{b_f b_h (D_h + D_f)}{2(b_f + b_h)}$$

$b_f > 0, b_h > 0$  ve ülkelerdeki toplam talepler pozitif olduğundan ülke hükümetlerinin tek bir teşvik miktarı belirlediği politika durumunda teşvik miktarı pozitif olacaktır ( $s^u > 0$ ).

f ve h ülkelerindeki talep yapılarının aynı olması durumunda ise (piyasalar ayrışmamış,  $a_f = a_h = a$  ve  $b_f = b_h = b$ ), hükümetlerin firmalara verecekleri teşvik miktarı şu şekilde olmaktadır:

$$s^u = \frac{1}{4}(2a - c_x - c_y)$$

Bu durumda hükümetlerin verecekleri teşvik miktarı talep parametresi olan a ve firmaların maliyetlerine bağlıdır. b parametresi belirlenecek teşvik miktarı üzerinde etkili değildir.

### 3.2 Sabit Teknoloji Transferi Ücreti Olduğu Durumda Uygulanacak Politikalar

h ülkesinin gelişmekte olan ülke olduğunu ve bu ülke firmasının daha yüksek üretim maliyetine sahip olduğunu ( $c_x > c_y$ ), f ülkesinin de gelişmiş ülke olduğunu ve ülke firmasının daha düşük maliyetle üretim yapabildiğini varsaymıştık.

Yüksek maliyetle üretim yapan firma maliyetlerini düşürebilmek için daha düşük maliyetli firmadan üretim teknolojisini transfer edebilir. Teknoloji transferi belirli bir ücret karşılığında (F) olmaktadır. Teknoloji transfer ücreti F, sadece bir kez ödenecek olan sabit bir ücrettir ve şu şekilde tanımlanmıştır;

$$\Pi_{hL} - F = \Pi_h + k(\Pi_{hL} + \Pi_{fL} - \Pi_h - \Pi_f) \quad 0 \leq k \leq 1 \quad (3.15)$$

$\Pi_{hL}$  ve  $\Pi_{fL}$  sabit bir ücret karşılığı teknoloji transferi olduğundaki,  $\Pi_h$  ve  $\Pi_f$  ise teknoloji transferi olmadığı durumdaki firma kârlarını göstermektedir. Ortak kâr iki firmanın toplam kârı olarak ifade edilirse k, teknolojiyi transfer eden firmanın teknoloji transferi ile firmaların ortak kârlarında meydana gelen artıştan aldığı

paydır. Teknoloji sağlayıcı firmanın (f) teknoloji transferi ile oluşan kâr artışından aldığı pay da (1-k) kadardır. Teknoloji transferi; ancak teknoloji transferi olduğundaki ortak kâr, olmadığı durumdaki ortak kârdan büyük olduğunda gerçekleşir ( $\Pi_L - \Pi > 0$ ).  $\Pi_L - \Pi$ , teknoloji transferinin gerçekleşmesiyle elde edilen artık (T) olarak tanımlanabilir.

$(\Pi_{hL} - F)$  teknoloji transferi olduğu durumdaki h firması rantını ( $R_{hL}$ ) gösterir. Teknoloji transferi olmazsa h firması rantı ise firmanın kârına eşittir ( $R_h = \Pi_h$ ). f firmasının rantı ise teknoloji transferi gerçekleşmezse  $R_f = \Pi_f$  ve teknoloji transferi olursa  $R_{fL} = (\Pi_{fL} + F)$  biçimindedir. Teknoloji transferinin gerçekleşebilmesi için teknoloji transferi sonrası firma rantlarının teknoloji transferi öncesinden daha büyük olması gerekir.

Ortak kârlar, artık ve firma rantları aşağıda özet olarak gösterilmiştir:

$$\begin{aligned}
 \Pi &= \Pi_f + \Pi_h & \Pi_L &= \Pi_{fL} + \Pi_{hL} \\
 T &= \Pi_L - \Pi \\
 R_{hL} &= (\Pi_{hL} - F) & R_h &= \Pi_h \\
 R_{fL} &= (\Pi_{fL} + F) & R_f &= \Pi_f
 \end{aligned}
 \tag{3.16}$$

Teknoloji transferinin gerçekleştirilmesi halinde daha önce yüksek maliyetle üretim yapan firmanın maliyet yapısında değişiklik olacak ve düşük maliyetli firmanın maliyetleri ile üretim yapabilecektir. Yeni durumda bu firmanın marjinal maliyeti de  $c_y$  olacaktır.

Sabit teknoloji transferi ücretinin söz konusu olduğu model üç aşamalı bir oyun olarak tasarlanmıştır. Birinci aşamada teşvik miktarları, ikinci aşamada teknoloji transferi ücreti, üçüncü aşamada ise firmaların optimum üretim miktarları belirlenir. Oyun üçüncü aşamadan başlanarak çözülür.

Oyunun 3. aşamasında firmalar kârlarını maksimize eden üretim miktarlarını belirler. (3.1), (3.2), (3.3) kullanılarak (F ücreti karşılığında teknoloji transferi olduğu durum için fiyatlar ve üretim miktarları L alt indisi ile gösterilmiştir) ve teknoloji transfer

eden firmanın teknoloji transfer etmesi durumunda marjinal maliyetinin  $c_y$  olacağı göz önünde tutularak firmaların toplam kârları şu şekilde bulunur;

$$\Pi_{hL} = (p_{hL} - c_y + s_h) x_{hL} + (p_{fL} - c_y + s_h) x_{fL} \quad (3.17)$$

$$\Pi_{fL} = (p_{hL} - c_y + s_f) y_{hL} + (p_{fL} - c_y + s_f) y_{fL}$$

(3.17)'deki kâr fonksiyonlarının üretim miktarlarına göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenirse 1. derece koşullar bulunur;

$$\frac{\partial \Pi_{hL}}{\partial x_{hL}} = 0; \frac{\partial \Pi_{hL}}{\partial x_{fL}} = 0; \frac{\partial \Pi_{fL}}{\partial y_{hL}} = 0; \frac{\partial \Pi_{fL}}{\partial y_{fL}} = 0 \quad (3.18)$$

İkinci derece koşullar sağlanmaktadır<sup>3</sup>.

(3.18) denkleminde elde edilen birinci derece koşullar kullanılarak firmaların optimal üretim düzeyleri aşağıdaki gibi bulunur;

$$x_{hL}^* = \frac{a_h - c_y - s_f + 2s_h}{3b_h}$$

$$x_{fL}^* = \frac{a_f - c_y - s_f + 2s_h}{3b_f}$$

$$y_{hL}^* = \frac{a_h - c_y - s_h + 2s_f}{3b_h}$$

$$y_{fL}^* = \frac{a_f - c_y - s_h + 2s_f}{3b_f} \quad (3.19)$$

Firmaların hem iç hem de dış piyasa için yapacakları üretimin düzeyi -beklendiği gibi- kendi ülke hükümetinin vereceği teşvik miktarının yükselmesi ile artmaktadır. Diğer ülke hükümetinin firmasına vereceği teşvikler ise ülke firmasının üretim düzeyini hem iç hem de dış piyasa için düşürmektedir. h ülkesi hükümetinin firmasına vereceği teşvik miktarındaki bir birimlik artış, f ülkesi hükümetinin firmasına vereceği teşvik miktarındaki bir birim artışa göre h ülkesi firmasının

---

<sup>3</sup> İkinci derece koşullar  $\partial \Pi_{hL}^2 / \partial^2 x_{hL} = -2b_h$ ,  $\partial \Pi_{fL}^2 / \partial^2 y_{hL} = -2b_h$ ,  $\partial \Pi_{hL}^2 / \partial^2 x_{fL} = -2b_f$ ,  $\partial \Pi_{fL}^2 / \partial^2 y_{fL} = -2b_f$ 'dir.  $b > 0$  olduğundan ikinci derece koşulların negatif olma şartı sağlanır.

üretimini 2 kat fazla etkilemektedir. Aynı şekilde f ülkesi hükümetinin firmasına vereceği teşvik miktarındaki bir birimlik artış, h ülkesi hükümetinin firmasına vereceği teşvik miktarındaki bir birim artışa göre f ülkesi firmasının üretimini 2 kat fazla etkilemektedir. Teknoloji transferi sonrası iki firmanın ortak marjinal üretim maliyeti olan  $c_y$  arttıkça firmaların üretim düzeyleri de düşmektedir.

Optimum üretim miktarları ve kâr fonksiyonlarının belirlenmesiyle birlikte firmalar teknoloji transferi yapıp yapmayacaklarına karar verirler. Bu kararın verilmesinde teknoloji transferinin ortak firma kârında oluşturacağı artışın (T) etkili olacağından yukarıda bahsedilmişti. Bu bölümde firmaların teknoloji transferi yapma kararı verdiği durum incelendiğinden teknoloji transferinin hangi şartlar altında gerçekleşeceğini tespit etmek yararlı olacaktır. Bunun için firmaların alacağı teşviklerin teknoloji transferi kararı üzerindeki etkisi belirlenecektir.

Öncelikle teknoloji transferi olması halinde firmaların toplam kârlarındaki değişim olarak tanımladığımız artık (T); (3.3), (3.4), (3.6), (3.17) ve (3.19) yardımıyla talep parametreleri ve teşvik miktarlarına bağlı olarak şu şekilde bulunur.

$$T = \frac{(c_x - c_y)}{9b_f b_h} [2a_h b_f + 2a_f b_h - (b_f + b_h)(5c_x - 3c_y + 8s_f - 10s_h)] \quad (3.20)$$

**Teşviklerin Teknoloji Transferi Kararı Üzerindeki Etkisi:** Düşük maliyetli firma ile yüksek maliyetli firmanın almış oldukları teşvikler, teknoloji transferi olması halinde oluşacak artışı farklı şekillerde etkiler. Yüksek maliyetli firmanın aldığı teşvik miktarındaki bir artış artışı çoğaltırken, düşük maliyetli firmanın alacağı teşvik miktarındaki bir artış artışı azalmasına neden olmaktadır. Düşük maliyetli firma ülkesi hükümeti yeterince yüksek bir teşvik miktarı belirlerse teknoloji transferi gerçekleşmez, aynı şekilde yüksek maliyetli firma ülkesi hükümeti yüksek teşvik miktarı belirlerse teknoloji transferi yapılma olasılığını artırır.

Düşük maliyetli ülke hükümetinin teşvik miktarı veri iken yüksek maliyetli ülke hükümetinin teşvik miktarını arttırması üretim maliyetleri arasındaki fark azalıyor gibi bir etkiye neden olur. Yüksek maliyetli ülke hükümetinin teşvik miktarı veri iken düşük maliyetli ülke hükümetinin teşvik miktarını arttırması ise üretim maliyetleri arasındaki fark artıyor gibi bir etkiye neden olur. Dolayısıyla firmaların üretim maliyetleri arasındaki fark azaldıkça firmaların teknoloji transferi

yapmaya daha istekli, üretim maliyetleri arasındaki fark arttıkça daha az istekli olacakları söylenebilir.

Aşağıdaki önermeler teşvik miktarlarındaki değişimin artık ve dolayısıyla teknoloji transferi kararı üzerindeki etkisini göstermektedir.

**Önerme 1:** Teknolojisini transfer edecek firmanın aldığı teşvik miktarının artması teknoloji transferini zorlaştırırken, teknoloji transfer edecek firmanın aldığı teşvik miktarının artması teknoloji transferini kolaylaştırır.

**İspat:**

$$\frac{\partial T}{\partial s_h} = \frac{10\{b_f + b_h\}(c_x - c_y)}{9b_f b_h} \quad \text{ve} \quad \frac{\partial T}{\partial s_f} = \frac{-8\{b_f + b_h\}(c_x - c_y)}{9b_f b_h}$$

$$c_x - c_y > 0 \text{ olduğundan} \quad \frac{\partial T}{\partial s_h} > 0 \text{ ve} \quad \frac{\partial T}{\partial s_f} < 0.$$

$s_h$ 'nin artması ile artık (T) büyüyecek,  $s_f$ 'nin artması ile de küçülecektir. Teknoloji transferi  $T > 0$  iken gerçekleşeceğinden artığı küçülten gelişmeler teknoloji transferini güçleştirecektir.

Teknoloji transferi olduğu durumda düşük maliyetli firma teknolojisini diğer firmaya transfer edecektir. Firmanın marjinal üretim maliyetinin üzerindeki herhangi bir maliyet düzeyinde de üretim yapabildiği durumda, firma kendi teknolojisinden daha düşük bir teknolojiyi diğer firmaya transfer edebilir mi? Ghosh ve Saha (2008), firmaların üçüncü bir ülkede rekabet ettiği iki ülke-iki firmalı bir modelde teknoloji transferi gerçekleşirse en iyi teknolojinin transfer edileceğini göstermiştir. Bu durumun modelimize uygunluğu aşağıdaki önermede incelenmiştir.

**Önerme 2:** Düşük maliyetli firma teknolojisini yüksek maliyetli firmaya transfer edecekse elindeki en iyi teknolojiyi transfer edecek, daha düşük bir teknoloji transfer etmeyecektir.

**İspat:** f ülkesi firmasının,  $c \in (c_y, c_x)$  birim üretim maliyetli teknolojiyi h ülkesi firmasına transfer ettiğini varsayalım. Bu durumda artık şu şekilde oluşur;

$$T = \frac{(c - c_x)}{9b_f b_h} \left[ (b_f + b_h)(5c + 5c_x - 8c_y + 8s_f - 10s_h) - 2(a_h b_f + a_f b_h) \right]$$

f ülkesi firması artığı dolayısıyla kârını maksimize edecek birim maliyetli ( $c^*$ ) teknolojiyi diğer firmaya transfer edecektir.  $T(c^*, s_h, s_f) \geq T(c, s_h, s_f)$  olması için

maksimizasyonun birinci ve ikinci derece koşulları  $\partial T/\partial c = 0$  ve  $\partial^2 T/\partial c^2 < 0$  şeklindedir. İkinci derece koşul şu şekilde elde edilir;

$$\frac{\partial^2 T}{\partial c^2} = \frac{10(b_f + b_h)}{9b_f b_h} > 0$$

$b_f$  ve  $b_h > 0$  olduğundan ikinci derece koşul sağlanmamaktadır. Artığı maksimum yapacak üretim maliyeti ancak köşe çözümü ile elde edilebilir. Dolayısıyla sadece  $c_x$  ve  $c_y$  üretim maliyetleri artığı maksimize eder.  $c_y$  ve  $c_x$  sırasıyla teknoloji transferi olduğu ve olmadığı durumu gösterdiğinden, teknoloji transferi gerçekleşirse transfer edilecek teknolojinin birim üretim maliyeti  $c_y$  olmalıdır. Düşük maliyetli firma teknolojisini yüksek maliyetli firmaya transfer ederse elindeki en iyi teknolojiyi transfer etmelidir.

Oyunun üçüncü aşamasında optimum üretim miktarları belirlendikten sonra oyunun ikinci aşamasına geçilir. Oyunun ikinci aşamasında firmalar teknoloji transferi ücretini belirleyeceklerdir. (3.15)'de gerekli cebirsel işlemler yapılarak  $F$  teknoloji transfer ücreti şu şekilde elde edilir;

$$F = (1-k)(\Pi_{hL} - \Pi_h) + k(\Pi_f - \Pi_{fL}) \quad (3.21a)$$

(3.17) kâr fonksiyonları ve (3.19)'da belirlenen denge üretim miktarları kullanılarak  $F$  teknoloji transfer ücreti marjinal maliyetler ( $c_x, c_y$ ), teşvik miktarları ( $s_h, s_f$ ) ve talep parametrelerine bağlı olarak şu şekilde bulunur;

$$F = \frac{(c_x - c_y)}{9b_f b_h} \left[ (4-2k)(a_h b_f + a_f b_h) + (b_f + b_h)[(5k-4)c_x - 3kc_y + (8k-4)s_f - (10k-8)s_h] \right] \quad (3.21b)$$

$F$  ücreti karşılığında teknoloji transferi olması durumunda ülkelerin refah fonksiyonları ( $W_i$ ) 4 bileşenden oluşur: Tüketici refahı ( $CS_i$ ), ülke firmasının kârı ( $\Pi_i$ ), ülke firmasına verilen toplam teşvik miktarı ve  $F$  teknoloji transferi ücreti.  $F$  tek seferlik bir ödeme olduğundan firmaların kâr fonksiyonuna eklenmemiş, firma rantını dolayısıyla ülkelerin refahlarını etkileyen bir harcama/gelir gibi ele alınmıştır.

$$\begin{aligned} W_{hL} &= (CS)_{hL} + \Pi_{hL} - s_h(x_{hL} + x_{fL}) - F \\ W_{fL} &= (CS)_{fL} + \Pi_{fL} - s_f(y_{hL} + y_{fL}) + F \end{aligned} \quad (3.22)$$

(3.7), (3.17) (3.19) ve (3.21b) denklemleri kullanılarak refah fonksiyonu talep parametrelerine ve teşvik miktarlarına bağlı olarak bulunur ve toplam türev alınırsa  $dW_i$  şu şekilde elde edilir:

$$dW_{hL} = [A_2] ds_h + [B_2] ds_f \quad (3.23)$$

$$dW_{fL} = [C_2] ds_h + [D_2] ds_f$$

Burada;

$$A_2 = \frac{1}{9b_f b_h} \left( 3a_h b_f + a_f b_h + b_h [(10k-8)c_x + (7-10k)c_y - s_f - 4s_h] \right. \\ \left. + b_f [(10k-8)c_x + (5-10k)c_y - 3s_h] \right)$$

$$B_2 = \frac{1}{9b_f b_h} \left( -2a_f b_h + b_f [(4-8k)(c_x - c_y) + 3s_f] \right. \\ \left. - b_h [(8k-4)c_x + (2-8k)c_y - 2s_f + s_h] \right)$$

$$C_2 = \frac{1}{9b_f b_h} \left( -2a_h b_f - b_f [(10k-8)c_x + (6-10k)c_y + s_f - 2s_h] \right. \\ \left. + b_h [(8-10k)(c_x - c_y) + 3s_h] \right)$$

$$D_2 = \frac{1}{9b_f b_h} \left( 3a_f b_h + a_h b_f + b_h [(8k-4)c_x + (1-8k)c_y - 3s_f] \right. \\ \left. + b_f [(8k-4)c_x + (3-8k)c_y - 4s_f - s_h] \right)$$

(3.23a)

$A_2$ ,  $B_2$ ,  $C_2$  ve  $D_2$ ; (3.19) denklemlerinden elde edilen üretim miktarlarına bağlı olarak şu şekilde gösterilir;

$$A_2 = \frac{-2b_h s_h + b_f (-2s_h + b_h ((4-4k)x_f + (4k-3)x_{fL} + 4x_h - 2x_{hL} + 2k(-2x_h + 2x_{hL} + y_f - y_{fL} + y_h - y_{hL}) + y_{hL}))}{3b_f b_h}$$

$$B_2 = \frac{b_h s_h + b_f (s_h + b_h ((2k-2)x_f + x_{fL} - 2x_h + x_{hL} - 2k(x_{fL} - x_h + x_{hL} + 2(y_f - y_{fL} + y_h - y_{hL}) + y_{hL})))}{3b_f b_h}$$

$$C_2 = \frac{b_h s_f + b_f (s_f + b_h ((4k-4)x_f + (5-4k)x_{fL} - 4x_h + 4x_{hL} - y_{fL} - 2y_{hL} + 2k(2x_h - 2x_{hL} - y_f + y_{fL} - y_h - y_{hL})))}{3b_f b_h}$$

$$D_2 = \frac{-2b_h s_f + b_f (-2s_f + b_h ((2-2k)x_f + (2k-1)x_{fL} + 2(x_h - x_{hL} + y_{fL}) + 2k(-x_h + x_{hL} + 2(y_f - y_{fL} + y_h - y_{hL})) + y_{hL}))}{3b_f b_h}$$

(3.23b)

Ülkelerin teşvik politikaları ülke hükümetleri arasında işbirliği olmadığı ve hükümetlerin tek bir teşvik miktarı politikası uyguladığı durumlar olmak üzere iki ayrı şekilde incelenecektir.

### 3.2.1 Ülke Hükümetleri Arasında İşbirliği Olmadığı Durumda Optimal Teşvik Düzeyleri ve Değerlendirme

Eğer iki ülke hükümeti uygulayacakları teşvik miktarlarını belirlerken aralarında işbirliği yapmazsa sadece kendi ülkelerindeki refahın maksimize olmasını isterler.

Bunu şu şekilde gösterebiliriz:

$$\frac{\partial W_{hL}}{\partial s_h} = A_2=0, \quad \frac{\partial W_{fL}}{\partial s_f} = B_2=0 \quad (3.24)$$

(3.23a) denklemleri (3.24)'de elde edilen denklemler için kullanılır ve bulunan denklemler eşanlı olarak çözülürse işbirliği olmadığı durumdaki optimum teşvik miktarları şu şekilde bulunur. (İkinci derece koşullar ve stabilite koşulu sağlanmaktadır<sup>4</sup>)

$$s_{hL}^{nc} = \frac{2a_f b_f b_h + 2a_h b_f (3b_f + 2b_h) + (b_f + b_h)((11k - 10)b_h(c_x - c_y) + 2b_f((10k - 8)c_x + (5 - 10k)c_y))}{6(b_f + b_h)^2}$$

$$s_{fL}^{nc} = \frac{2a_h b_f b_h + 2a_f b_h (2b_f + 3b_h) + (b_f + b_h)((7k - 2)b_f(c_x - c_y) + 2b_h((8k - 4)c_x + (1 - 8k)c_y))}{6(b_f + b_h)^2} \quad (3.25)$$

Teknoloji transferini yapan h ülkesi firmasının teknoloji transferi ile oluşan artıktan aldığı pay olan k arttıkça h ülkesi hükümetinin verdiği teşvik miktarı azalır, f ülkesi hükümetinin verdiği teşvik miktarı artar.

Bunu aşağıdaki denklemler yardımıyla şu şekilde gösterebiliriz;

$$\frac{\partial s_{hL}^{nc}}{\partial k} = (c_y - c_x) \frac{20b_f + 11b_h}{6(b_f + b_h)}$$

<sup>4</sup> İkinci derece koşullar

$\partial W^2_h / \partial^2 s_h = (-3b_f - 4b_h) / 9b_f b_h < 0$ ,  $\partial W^2_f / \partial^2 s_f = (-4b_f - 3b_h) / 9b_f b_h < 0$ ,

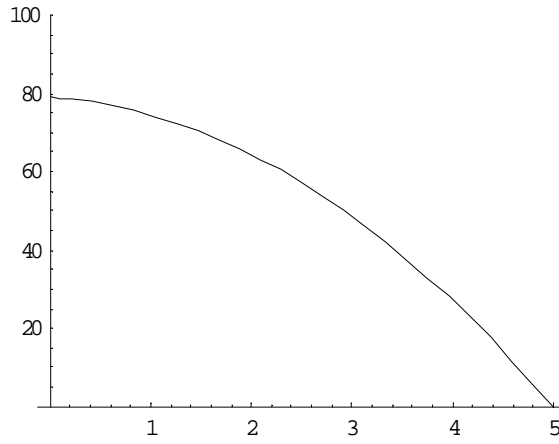
Stabilite koşulu (ayrıntılı çözüm Ek A.2'de gösterilmiştir)

$4(b_f + b_h)^2 / 27b_f^2 b_h^2 > 0$

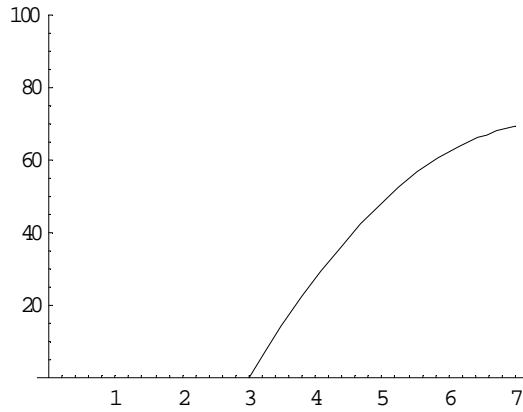
$$\frac{\partial s_{fL}^{nc}}{\partial k} = (c_x - c_y) \frac{16b_h + 7b_f}{6(b_f + b_h)}$$

$b_f, b_h > 0$  ve  $c_y < c_x$  olduğundan  $\frac{\partial s_{hL}^{nc}}{\partial k} < 0$  ve  $\frac{\partial s_{fL}^{nc}}{\partial k} > 0$  olarak bulunur.

Firmalar arasında teknoloji transferinin olup olmasının teknoloji transferi sonrası oluşacak artışa bağlı olduğunu belirtmiştik. İleri teknoloji kullanan firmanın marjinal maliyetleri diğer firmaya göre çok düşük iken teknoloji transferinin gerçekleşme olasılığı artmaktadır. İncelemek için aşağıdaki çeşitli grafikler çizilmiştir.



**Şekil 3.1 :**  $a_h = 100, a_f = 200, b_h = 1, b_f = 1, c_x = 5, k = 0.4$  iken artığın (T),  $c_y$  ile değişimi



**Şekil 3.2 :**  $a_h = 100, a_f = 200, b_h = 1, b_f = 1, c_y = 3, k = 0.4$  iken artığın (T),  $c_x$  ile değişimi

Hükümetlerin firmalarına vereceği teşvik miktarlarının büyüklüğü arasındaki ilişkinin yönü; ülkelerdeki talebin yapısına, firmaların teknoloji transferi ile ortaya çıkan artıktan aldığı paya ve firmaların marjinal maliyetlerine bağlı olarak değişmektedir.

Ülkelerde ürüne olan talebin büyüklüğünün teşvik miktarları arasındaki ilişkiyi nasıl etkilediği aşağıda incelenmiştir;

$$\frac{\partial(s_{hL}^{nc} - s_{fL}^{nc})}{\partial a_h} = \frac{b_f(3b_f + b_h)}{3(b_f + b_h)^2} > 0, \quad \frac{\partial(s_h^{nc} - s_f^{nc})}{\partial a_f} = -\frac{b_h(3b_h + b_f)}{3(b_f + b_h)^2} < 0$$

$a_i$  ne kadar büyükse o ülkede ürüne olan talep de o kadar yüksek olacaktır. Diğer ülke piyasasında ürüne olan talep değişmezken firmanın kendi ülkesindeki talebin yükselmesi, bu firmanın alacağı teşvik miktarındaki artışın diğer ülke firmasının alacağı teşvik miktarındaki artıştan daha fazla olmasına neden olmaktadır. Bu durumda ülkedeki talep yeterince yüksekse ülke firmasının alacağı teşvik miktarının diğer ülke firmasından daha fazla olacağı söylenebilir

f ve h ülkelerindeki talep yapılarının aynı olması durumunda ( $a_f = a_h = a$  ve  $b_f = b_h = b$ ), hükümetlerin firmalarına verecekleri teşvik miktarı ise şu şekilde olmaktadır:

$$s_{hL}^{nc} = \frac{1}{12}(6a - 26c_x + 31kc_x + 20c_y - 31kc_y)$$

$$s_{fL}^{nc} = \frac{1}{12}(6a - 10c_x + 23kc_x + 4c_y - 23kc_y)$$

Ülkelerde bu ürüne olan talep ne kadar yüksekse hükümetlerin firmalara verecekleri teşvik miktarları da o kadar yüksek olmaktadır. Ülkelerindeki talep yapılarının aynı olduğu bu durumda hükümetlerin firmalarına vereceği teşvik miktarları şu şekilde karşılaştırılabilir ( $k < 1$ ,  $c_x > c_y$ ):

$$s_{hL}^{nc} - s_{fL}^{nc} = \frac{2}{3}(k - 2)(c_x - c_y) < 0$$

olduğundan  $s_{hL}^{nc} < s_{fL}^{nc}$  olur. Ülkelerin talep yapıları aynıysa f ülkesi hükümeti h ülkesi hükümetinden daha çok teşvik verecektir.

### 3.2.2 Ülke Hükümetlerinin Tek Teşvik Miktarı Politikası Uygulamaları

Eğer ülke hükümetleri tek bir teşvik miktarı belirleyip uygulayacaklarsa teşvik miktarı iki ülkenin toplam refahını en çoklayacak biçimde olacaktır. Burada  $s_{hL} = s_{fL} = s$ 'dir. Bunu (3.23a) no.lu denklemleri kullanarak şu şekilde gösterebiliriz;

$$\frac{\partial W_{hL} + \partial W_{fL}}{\partial s} = (A_2 + B_2 + C_2 + D_2) = 0 \quad (3.26)$$

(3.26) no.lu denklem ve  $s_{hL} = s_{fL} = s$  kullanılarak teknoloji transferi olduğu durumda ülke hükümetlerinin eşit belirleyeceği teşvik miktarı ( $s_L^u$ ) şu şekilde bulunur:

$$s_L^u = \frac{a_h b_f + a_f b_h}{2(b_f + b_h)} - \frac{1}{2} c_y \quad (3.27)$$

Teknoloji transferi olması halinde ülke hükümetlerinin belirleyeceği eşit teşvik miktarı teknoloji transferi sonrası firmaların marjinal üretim maliyeti olan  $c_y$  arttıkça azalmaktadır.  $c_y$  marjinal üretim maliyetindeki bir birimlik artış firmaların alacağı teşvik miktarını 0.5 birim azaltacaktır. Teknoloji transferi öncesi h firmasının marjinal üretim maliyeti olan  $c_x$ 'in belirlenecek teşvik miktarı üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Teknoloji transferi sonucu ortaya çıkacak artığın firmalar arasında hangi oranlarda paylaşılacağını gösteren  $k$  değeri de belirlenecek teşvik miktarını etkilememektedir.

(3.27) denklemi (3.19) denklemlerinde bulunan optimum üretim değerlerine bağlı olarak da ifade edilebilir. Bu durumda optimum teşvik miktarı şu şekildedir:

$$s_L^u = \frac{b_f b_h (x_{fL}^u + x_{hL}^u + y_{fL}^u + y_{hL}^u)}{2(b_f + b_h)} \quad (3.28)$$

$x_{fL}^u + x_{hL}^u + y_{fL}^u + y_{hL}^u$  ülkelerdeki teknoloji transferi gerçekleşmesi halindeki toplam talebi ( $D_L$ ) gösterir. Ülke hükümetlerinin belirleyeceği teşvik miktarı arttıkça ülkelerdeki toplam talep de artacaktır. Ülkelerdeki toplam talep pozitif olduğundan ( $a_f, a_h > 0$  olduğunda) teşvik değeri de pozitif olacaktır ( $s_L^u > 0$ ). Hükümetler firmaları vergilendirmeyecek, aksine firmalara teşvik desteği verecektir.

f ve h ülkelerindeki talep yapılarının aynı olması durumunda ( $a_f = a_h = a$  ve  $b_f = b_h = b$ ), hükümetlerin firmalarına verecekleri teşvik miktarı ise şu şekilde bulunmaktadır:

$$s_L^u = \frac{1}{2} (a - c_y)$$

Belirlenen teşvik miktarı ülkelerdeki talebin büyüklüğünü gösteren  $a$  parametresi ve  $c_y$  marjinal üretim maliyetine bağlıdır.  $b$  talep parametresi teşvik politikaları üzerinde etkili değildir.

### 3.3 Üretim Miktarına Bağlı Teknoloji Transferi Ücreti Olması Durumunda Uygulanacak Politikalar

Teknoloji transferi ücretinin üretim miktarına bağlı olduğu durumda teknolojisini transfer edecek olan firma ( $f$  ülkesi firması), bu firmanın teknolojisini alacak olan firmadan ( $h$  ülkesi firması) ürettiği her bir birim ürün başına belirli bir ödeme ( $r$ ) talep edecektir.  $h$  firmasının toplam üretimi, ülke içi satışları ( $x_h$ ) ve ihracatının ( $x_f$ ) toplamından oluşacağından yapılacak toplam teknoloji transferi ödemesi  $r(x_h+x_f)$  kadar olacaktır.

$f$  ülkesi firması, talep edeceği teknoloji transfer ücretini kârını maksimize edecek şekilde belirler.  $h$  ülkesi firması diğer firmanın belirlediği teknoloji transfer ücretini kabul ederse teknoloji transferi gerçekleşir, kabul etmezse teknoloji transferi gerçekleşmez.  $f$  ülkesi firmasının teknoloji transferi ücreti teklifi “al ya da bırak” şeklindedir.

Teknoloji transfer ücretinin üretim miktarına bağlı olduğu bu durumda modelimiz 3 aşamalı bir oyun biçimindedir. Oyunun 1. aşamasında  $h$  ve  $f$  ülkesi hükümetleri firmalarına verecekleri teşvik düzeylerini belirler. 2. aşamada, daha düşük maliyetle üretim yapan (daha etkin teknolojiye sahip)  $f$  firması  $h$  firmasından talep edeceği birim üretim başına teknoloji transfer ücretini ( $r$ ) belirler. Oyunun son aşamasında ise firmalar üretim miktarlarına karar verir. Model 3. aşamadan başlayarak çözülür.

Oyunun 3. aşamasında firmalar kârlarını maksimize eden üretim miktarlarını belirler. (3.1), (3.2), (3.3) kullanılarak (üretim miktarına bağlı teknoloji transferi olduğu durum için fiyatlar ve üretim miktarları  $r$  alt indisi ile gösterilmiştir) ve  $h$  ülkesi firmasının teknoloji transfer etmesi durumunda marjinal maliyetinin  $c_y$  olacağı göz önünde tutularak firmaların toplam kârları şu şekilde bulunur;

$$\Pi_{hr} = (p_{hr} - c_y - r + s_h) x_{hr} + (p_{fr} - c_y - r + s_h) x_{fr} \quad (3.29a)$$

$$\Pi_{fr} = (p_{hr} - c_y + s_f) y_{hr} + (p_{fr} - c_y + s_f) y_{fr} + r (x_{hr} + x_{fr}) \quad (3.29b)$$

(3.3) ters talep fonksiyonları (3.29) no.lu kâr fonksiyonlarında yerine yazılır ve kâr fonksiyonlarının üretim miktarlarına göre türevleri alınıp sifıra eşitlenirse 1. derece koşullar bulunur;

$$\frac{\partial \Pi_{hr}}{\partial x_{hr}} = 0; \frac{\partial \Pi_{hr}}{\partial x_{fr}} = 0; \frac{\partial \Pi_{fr}}{\partial y_{hr}} = 0; \frac{\partial \Pi_{fr}}{\partial y_{fr}} = 0 \quad (3.30)$$

İkinci derece koşullar ise sağlanmaktadır<sup>5</sup>.

(3.30) denkleminde elde edilen birinci derece koşullar kullanılarak firmaların optimal üretim düzeyleri aşağıdaki gibi bulunur;

$$\begin{aligned} x_{hr}^* &= \frac{a_h - c_y - s_f + 2s_h - 2r}{3b_h} \\ x_{fr}^* &= \frac{a_f - c_y - s_f + 2s_h - 2r}{3b_f} \\ y_{hr}^* &= \frac{a_h - c_y - s_h + 2s_f + r}{3b_h} \\ y_{fr}^* &= \frac{a_f - c_y - s_h + 2s_f + r}{3b_f} \end{aligned} \quad (3.31)$$

r birim üretim başına teknoloji transfer ücreti h ülkesi firmasının hem ülke içi satışlarını ( $x_{hr}^*$ ) hem de f ülkesine yaptığı ihracatı ( $x_{fr}^*$ ) azaltıcı etki yapar. f ülkesi firmasının ülke içi satışları ( $y_{fr}^*$ ) ve h ülkesine yaptığı ihracat ( $y_{hr}^*$ ) ise r teknoloji transfer ücreti arttıkça yükselmektedir. Teknoloji transfer ücreti r'nin h ülkesi firmasının üretim düzeyi üzerindeki etkisi f ülkesi firmasına göre 2 kat fazladır. Marjinal üretim maliyeti ve hükümetlerin teşvik politikalarının üretim düzeyleri üzerindeki etkisi ise sabit teknoloji transfer ücreti (F) olduğu durumdaki gibidir.

Oyunun 2. aşamasında firmalar teknoloji transferi yapıp yapmayacaklarına karar verirler. Bu bölümde firmaların teknoloji transferi yapma kararı verdiği durum incelendiğinden teknoloji transfer ücreti (r) belirlenir. Teknoloji transferi ücretinin f ülkesi firmasının kârını maksimize edecek şekilde bu ülke firması tarafından

<sup>5</sup> İkinci derece koşullar  $\partial \Pi_{hr}^2 / \partial^2 x_{hr} = -2b_h$ ,  $\partial \Pi_{fr}^2 / \partial^2 x_{fr} = -2b_f$ 'dir.  $b > 0$  olduğundan ikinci derece koşulların negatif olma şartı sağlanır.

belirleneceğinden yukarıda bahsedilmişti. (3.31) no.lu optimum üretim miktarlarını gösteren denklemler (3.29b) no.lu denklemde yerine konulursa ve  $\partial \Pi_{fr} / \partial r = 0$  olacak biçimde maksimizasyonun 1. derece koşulu uygulanırsa teknoloji transferi ücreti (r) şu şekilde elde edilir;

$$r = \frac{a_h b_f + a_f b_h}{2(b_f + b_h)} - \frac{1}{10} (5c_y - s_f - 4s_h) \quad (3.32a)$$

Firmaların alacağı teşvik desteği teknoloji transfer ücretinin yükselmesine neden olacaktır. f ülkesi hükümetinin firmasına vereceği teşvik miktarındaki ( $s_f$ ) bir birim artış r teknoloji transfer ücretini 0.1 birim, h ülkesi hükümetinin firmasına vereceği teşvik miktarındaki ( $s_h$ ) bir birim artış 0.4 birim arttıracaktır. Transfer edilen teknolojiyle yapılan üretimin marjinal maliyeti olan  $c_y$ 'deki bir artış r teknoloji transferi ücretini 0.5 birim azaltacaktır.

(3.32b) no.lu denklem (3.31) optimum üretim değerlerine bağlı olarak ise şu şekilde yazılabilir;

$$r = \frac{b_f b_h (3x_{fr}^* + 3x_{hr}^* + 2y_{fr}^* + 2y_{hr}^*)}{2(b_f + b_h)} \quad (3.32b)$$

Firmaların üretim miktarları negatif olamayacağından ve  $b_f, b_h > 0$  olduğundan r teknoloji transfer ücreti pozitif olacaktır.

Teknoloji transfer ücreti belirlendikten sonra oyunun 1. aşamasına geçilir. 1. aşamada ülke hükümetleri firmalarına verecekleri teşvik miktarlarını belirleyecektir.

Üretim miktarına bağlı teknoloji transferi ücreti olması durumunda ülkelerin refah fonksiyonları ( $W_{ir}$ ) 3 bileşenden oluşur. Tüketici refahı ( $CS_{ir}$ ), ülke firmasının kârı ( $\Pi_{ir}$ ) ve ülke firmasına verilen toplam teşvik miktarı.

$$\begin{aligned} W_{hr} &= (CS)_{hr} + \Pi_{hr} - s_h (x_{hr} + x_{fr}) \\ W_{fr} &= (CS)_{fr} + \Pi_{fr} - s_f (y_{hr} + y_{fr}) \end{aligned} \quad (3.33)$$

(3.2) ve (3.3) no.lu denklemler (3.8a) no.lu denklemde yerine koyulursa ülkelerdeki tüketici artışı şu şekilde bulunur;

$$(CS)_{hr} = \frac{(a_h - p_{hr})^2}{2b_h} = \frac{1}{2}b_h(x_{hr} + y_{hr})^2 \quad (3.34)$$

$$(CS)_{fr} = \frac{(a_f - p_{fr})^2}{2b_f} = \frac{1}{2}b_f(x_{fr} + y_{fr})^2$$

(3.29) ve (3.34) no.lu denklemler (3.33) refah fonksiyonlarına yerleştirilerek ve (3.31) no.lu denklemlerde ifade edilen optimum üretim düzeyleri bulduğumuz yeni refah fonksiyonları için kullanılarak elde edilecek teşvik miktarlarına bağlı refah fonksiyonlarının toplam türevi alınırsa  $dW_{ir}$  şu şekilde bulunur:

$$dW_{hr} = [A_3] ds_h + [B_3] ds_f \quad (3.35)$$

$$dW_{fr} = [C_3] ds_h + [D_3] ds_f$$

Burada;

$$A_3 = \frac{-5a_f b_f b_h + 5a_h b_f (3b_f + 4b_h) - 3(b_f + b_h)(-4b_h(s_f - 6s_h) + b_f(5c_y - 7s_f + 22s_h))}{150b_f b_h (b_f + b_h)}$$

$$B_3 = \frac{-5a_f b_f b_h + 5a_h b_f (3b_f + 4b_h) - (b_f + b_h)(-8b_h(4s_f + s_h) + b_f(15c_y - 41s_f - 14s_h))}{100b_f b_h (b_f + b_h)}$$

$$C_3 = \frac{-5a_h b_f b_h + 5a_f b_h (4b_f + 3b_h) - 3(b_f + b_h)(10b_f(s_f - 2s_h) + b_h(5c_y + 7s_f - 22s_h))}{150b_f b_h (b_f + b_h)}$$

$$D_3 = \frac{5a_h b_f b_h - 5a_f b_h (4b_f + 3b_h) + (b_f + b_h)(10b_f(5s_f + 2s_h) + b_h(15c_y + 41s_f + 14s_h))}{100b_f b_h (b_f + b_h)} \quad (3.35a)$$

$A_3$ ,  $B_3$ ,  $C_3$  ve  $D_3$  (3.31) no.lu denklemlerde elde edilen optimum üretim düzeylerine bağlı olarak şu şekilde gösterilebilir;

$$A_3 = \frac{1}{5} \left( -\frac{2s_h}{b_f} - \frac{2s_h}{b_h} - x_{fr}^* + y_{hr}^* \right)$$

$$B_3 = \frac{1}{10} \left( \frac{4s_h}{b_f} + \frac{4s_h}{b_h} - 8x_{fr}^* - 5x_{hr}^* + 3y_{hr}^* \right)$$

$$C_3 = \frac{5a_h b_f + b_f(-5c_y + 6s_f + 4s_h) + b_h(5a_f - 5c_y + 6s_f + 4s_h + 5b_f(3x_{fr}^* + 2x_{hr}^* - y_{fr}^* - 2y_{hr}^*))}{25b_f b_h}$$

$$D_3 = \frac{-10a_h b_f + b_f (10c_y - 37s_f - 8s_h) + b_h (-10a_f + 10c_y - 37s_f - 8s_h + 5b_f (4x_{fr}^* + x_{hr}^* + 7y_{fr}^* + 4y_{hr}^*))}{50b_f b_h}$$

(3.35b)

Uygulanacak teşvik politikaları, ülke hükümetlerinin teşvik politikası belirlerken işbirliği yapmadığı ve tek bir teşvik miktarı politikası uyguladığı durumlar olmak üzere 2 ayrı şekilde incelenecektir.

### 3.3.1 Hükümetler Arasında İşbirliği Olmadığı Durumda Optimal Teşvik

#### Düzeyleri ve Değerlendirme

Eğer iki ülke hükümeti uygulayacakları teşvik miktarlarını belirlerken aralarında işbirliği yapmazsa sadece kendi ülkelerindeki refahın maksimize olmasını isterler.

Bunu şu şekilde gösterebiliriz:

$$\frac{\partial W_{hr}}{\partial s_h} = A_3 = 0, \quad \frac{\partial W_{fr}}{\partial s_f} = D_3 = 0 \quad (3.36)$$

(3.36) no.lu denklemler (3.35a)'de elde edilen  $A_3$  ve  $D_3$  kullanılarak yazılır ve bulunan değerler eşanlı olarak çözülürse işbirliği olmadığı durumdaki optimum teşvik miktarları aşağıdaki gibi bulunur.

(İkinci derece koşullar ve stabilite koşulu sağlanmaktadır<sup>6</sup>)

$$s_{hr}^{nc} = \frac{a_f b_h (17b_f + 18b_h) + a_h b_f (75b_f + 76b_h) - 3(b_f + b_h)(25b_f + 6b_h)c_y}{12(b_f + b_h)(31b_f + 26b_h)} \quad (3.37)$$

$$s_{fr}^{nc} = \frac{-a_h b_f (15b_f + 32b_h) + a_f b_h (71b_f + 54b_h) + 3(5b_f - 18b_h)(b_f + b_h)c_y}{6(b_f + b_h)(31b_f + 26b_h)}$$

**Önerme 3:** Teknoloji transferi olması durumunda firmaların marjinal üretim maliyeti olan  $c_y$  arttıkça h ülkesi hükümeti firmasına daha az sübvansiyon desteği verecektir.

$b_f > 18b_h/5$  olduğunda  $c_y$  arttıkça f ülkesi hükümeti firmasına daha yüksek

<sup>6</sup> İkinci derece koşullar

$\partial W^2_h / \partial^2 s_h = (-22b_f - 24b_h) / 50b_f b_h < 0$ ,  $\partial W^2_f / \partial^2 s_f = (-50b_f - 41b_h) / 100b_f b_h < 0$ ,

Stabilite koşulu (ayrıntılı çözüm Ek A.3'de gösterilmiştir)

$(b_f + b_h)(31b_f + 26b_h) / 125b_f^2 b_h^2 > 0$

sübvansiyon desteği verirken,  $b_f < 18b_h/5$  olması durumunda marjinal üretim maliyeti arttıkça sübvansiyon miktarını düşürecektir.

**İspat:**  $b_f > 0, b_h > 0$

$$\partial s_{hr}^{nc} / \partial c_y = -\frac{25b_f + 6b_h}{4(31b_f + 26b_h)} < 0$$

$\partial s_{hr}^{nc} / \partial c_y < 0$  olduğundan  $c_y$  arttıkça h ülkesi hükümeti sübvansiyon desteğini azaltacaktır.

$$\partial s_{fr}^{nc} / \partial c_y = \frac{5b_f - 18b_h}{2(31b_f + 26b_h)}$$

$b_f > \frac{18}{5}b_h \Rightarrow \partial s_{fr}^{nc} / \partial c_y > 0$  olacağından  $c_y$  arttıkça f ülkesi hükümeti firmasına daha yüksek sübvansiyon desteği verecektir.

$b_f < \frac{18}{5}b_h \Rightarrow \partial s_{fr}^{nc} / \partial c_y < 0$  olacağından  $c_y$  arttıkça f ülkesi hükümeti firmasına daha az sübvansiyon desteği verecektir.

Hükümetlerin firmalarına vereceği teşvik miktarlarının büyüklüğü arasındaki ilişkinin yönü; ülkelerdeki talebin yapısına ve firmaların marjinal maliyetlerine bağlı olarak değişmektedir. Ülkelerde ürüne olan talebin büyüklüğünün teşvik miktarları arasındaki ilişkiyi nasıl etkilediği aşağıda incelenmiştir;

$$\frac{\partial (s_{hL}^{nc} - s_{fL}^{nc})}{\partial a_h} = \frac{35b_f(3b_f + 4b_h)}{12(b_f + b_h)(31b_f + 26b_h)} > 0$$

$$\frac{\partial (s_h^{nc} - s_f^{nc})}{\partial a_f} = -\frac{5b_f(25b_f + 18b_h)}{12(b_f + b_h)(31b_f + 26b_h)} < 0$$

$a_i$  ne kadar büyükse o ülkede ürüne olan talep de o kadar yüksek olacaktır. Diğer ülke piyasasında ürüne olan talep değişmezken firmanın kendi ülkesindeki talebin yükselmesi, bu firmanın alacağı teşvik miktarındaki artışın diğer ülke firmasının alacağı teşvik miktarındaki artıştan daha fazla olmasına neden olmaktadır. Bu durumda ülkedeki talep yeterince yüksekse ülke firmasının alacağı teşvik miktarının diğer ülke firmasından daha fazla olacağı söylenebilir.

f ve h ülkelerindeki talep yapılarının aynı olması durumunda ( $a_f=a_h=a$  ve  $b_f=b_h=b$ ), hükümetlerin firmalarına verecekleri teşvik miktarı ise şu şekilde olmaktadır:

$$s_{hr}^{nc} = \frac{31}{228}(a - c_y)$$

$$s_{fr}^{nc} = \frac{26}{228}(a - c_y)$$

$a > c_y$  olduğu varsayıldığından h ülkesi hükümetinin firmasına vereceği teşvik desteği f ülkesi hükümetinin firmasına vereceği teşvik desteğinden daha büyük olmaktadır.

### 3.3.2 Hükümetler Arasında İşbirliği Olduğu Durumda Optimal Teşvik Düzeyleri ve Değerlendirme (Tek Teşvik Politikası)

Eğer ülke hükümetleri tek bir teşvik miktarı belirleyip uygulayacaklarsa teşvik miktarı iki ülkenin toplam refahını en çoklayacak biçimde olacaktır. Burada  $s_h = s_f = s$ 'dir. Bunu (3.35) no.lu denklemleri kullanarak şu şekilde gösterebiliriz;

$$\frac{\partial W_{hr} + \partial W_{fr}}{\partial s} = A_3 + B_3 + C_3 + D_3 = 0 \quad (3.38)$$

(3.38) no.lu denklem (3.35a)'de elde edilen  $A_3$ ,  $B_3$ ,  $C_3$ ,  $D_3$  ve  $s_h = s_f = s$  eşitliği kullanılarak yazılır ve bulunan değerler eşanlı olarak çözümlerse ülke hükümetlerinin birlikte belirleyeceği eşit teşvik miktarı ( $s_r^u$ ) şu şekilde bulunur:

$$s_r^u = \frac{a_h b_f + a_f b_h}{(b_f + b_h)} - c_y \quad (3.39)$$

Üretim miktarına bağlı teknoloji transfer ücreti olması halinde ülke hükümetlerinin belirleyeceği eşit teşvik miktarı teknoloji transferi sonrası firmaların marjinal üretim maliyeti olan  $c_y$  arttıkça azalmaktadır.  $c_y$  marjinal üretim maliyetindeki bir birimlik artış firmaların alacağı teşvik miktarını 1 birim azaltacaktır.

(3.32) no.lu denklem ve  $s_h = s_f = s$  eşitliği kullanılarak h firmasının birim üretimi başına ödeyeceği teknoloji transferi ücreti şu şekilde bulunur;

$$r^u = \frac{a_h b_f + a_f b_h}{2(b_f + b_h)} - \frac{1}{2}(c_y - s_r^u)$$

(3.39) no.lu denklem kullanılarak  $s_r^u$  yukarıdaki denklemde yerine yazılırsa;

$$r^u = \frac{a_h b_f + a_f b_h}{(b_f + b_h)} - c_y$$

elde edilir. Bulunan  $r^u$  teknoloji transfer ücreti (3.43) no.lu denklemde elde edilen optimum teşvik miktarına eşittir ( $r^u = s_r^u$ ).  $r > 0$  olduğundan belirlenecek teşvik miktarı da pozitif olacaktır ( $s_r^u > 0$ ).

**Önerme 4:** Ülke hükümetlerinin aralarında işbirliği yaparak eşit teşvik düzeyi belirlediği durumda, üretim miktarına bağlı teknoloji transferi ücreti hükümetlerin belirleyeceği teşvik miktarına eşittir.

f ve h ülkelerindeki talep yapılarının aynı olması durumunda ( $a_f = a_h = a$  ve  $b_f = b_h = b$ ), hükümetlerin firmalarına verecekleri teşvik miktarı ise (3.39) no.lu denklem kullanılarak şu şekilde bulunmaktadır:

$$s_r^u = a - c_y$$

Belirlenen teşvik miktarı ülkelerdeki talebin büyüklüğünü gösteren a parametresi büyüdükçe artmaktadır. Ülkelerde bu ürüne olan talep ne kadar yüksekse hükümetlerin firmalara verecekleri teşvik miktarı da o kadar yüksek olacaktır.

#### 4. TEKNOLOJİ TRANSFERİNİ İÇEREN VE İÇERMİYEN MODELLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

##### Ülke Hükümetlerinin İşbirliği Halinde Tek Bir Teşvik Miktarı Belirlediği Durumların Karşılaştırılması

Sabit teknoloji transferi ücreti olduğu ve teknoloji transferi olmadığı durumda ülke hükümetlerinin belirleyeceği teşvik miktarı arasındaki fark aşağıdaki gibidir;

$$s_L^u - s^u = \left( \frac{a_h b_f + a_f b_h}{2(b_f + b_h)} - \frac{1}{2} c_y \right) - \left( \frac{a_h b_f + a_f b_h}{2(b_f + b_h)} - \frac{1}{4} (c_x + c_y) \right) = \frac{1}{4} (c_x - c_y) > 0$$

$c_x > c_y$  olduğundan  $s_L^u > s^u$  bulunur. Sabit teknoloji transferi ücreti karşılığı teknoloji transferi gerçekleştiğinde ülke hükümetlerinin işbirliği halinde belirleyecekleri eşit teşvik miktarı teknoloji transferi olmadığı durumda belirleyecekleri teşvik miktarından büyüktür.

Üretim miktarına bağlı ve sabit teknoloji transferi ücreti olduğu durumlarda ülke hükümetlerinin belirleyeceği teşvik miktarları arasındaki fark aşağıdaki gibidir;

$$s_r^u - s_L^u = \left( \frac{a_h b_f + a_f b_h}{(b_f + b_h)} - c_y \right) - \left( \frac{a_h b_f + a_f b_h}{2(b_f + b_h)} - \frac{1}{2} c_y \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{a_h b_f + a_f b_h}{(b_f + b_h)} - c_y \right) = \frac{1}{2} s_r^u$$

##### Önerme 5:

i) Üretim miktarına bağlı teknoloji transferi ücreti olduğunda hükümetlerin belirleyeceği teşvik miktarı sabit teknoloji transferi ücreti olduğu durumda belirleyecekleri teşvik miktarının 2 katı kadardır.

ii) Sabit teknoloji transferi ücreti olduğunda belirlenen teşvik miktarı teknoloji transferi olmadığında belirlenen teşvik miktarından büyüktür.

Teşvik miktarları arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir:

$$0.5s_r^u = s_L^u > s^u$$

## Teknoloji Transferi Olmadığı Durumda Teşvik Miktarları Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

Teknoloji transferi yapılmadığı durumda teşvik miktarları arasındaki  $s_h^{nc} - s_f^{nc}$  ve  $s_h^{nc} - s^u$  ilişkileri aşağıdaki gibidir:

$$s_h^{nc} - s_f^{nc} = \frac{2a_h b_f (3b_f + b_h) - 2a_f b_h (b_f + 3b_h) - 3(b_f + b_h)((3b_f + b_h)c_x - (b_f + 3b_h)c_y)}{6(b_f + b_h)^2}$$

$$s_h^{nc} - s^u = \frac{2a_h b_f (3b_f + b_h) - 2a_f b_h (b_f + 3b_h) - 3(b_f + b_h)((3b_f + b_h)c_x - (b_f + 3b_h)c_y)}{12(b_f + b_h)^2}$$

Bulduğumuz eşitliklerden  $s_h^{nc} - s_f^{nc} = 2(s_h^{nc} - s^u)$  olduğu görülmektedir. Denklemden gerekli cebirsel işlemler yapılırsa;

$$s^u = \frac{s_h^{nc} + s_f^{nc}}{2} \text{ elde edilir.}$$

**Önerme 6:** Firmalar arasında teknoloji transferi olmadığında hükümetlerin işbirliği halinde belirleyecekleri eşit teşvik düzeyi, işbirliğine gitmeden belirleyecekleri teşvik miktarları toplamının yarısı kadar olmaktadır. İşbirliği halinde belirlenecek teşvik miktarı işbirliği olmadan belirlenen teşvik miktarlarının büyük olanından daha az, küçük olanından daha fazladır.

$$s_i^{nc} > s^u > s_j^{nc} \quad i, j = h, l$$

Yukarıda  $0.5s_r^u = s_L^u > s^u$  olarak bulunmuştu. Bu eşitlik de göz önünde bulundurularak teknoloji transferi gerçekleştiğinde belirlenecek eşit teşvik miktarlarının teknoloji transferi olmadığında işbirliğine gidilmeden belirlenen teşvik miktarlarının en az birinden daha büyük olduğu söylenebilir.

## Ülkelerin Benzer Talep Yapılarına Sahip Olması Halinde Teşvik Miktarları Arasındaki İlişkiler

f ve h ülkelerindeki talep yapılarının benzer olduğu ( $a_f = a_h = a$  ve  $b_f = b_h = b$ ) durumda şu eşitlikler elde edilmiştir;

$$s_{hr}^{nc} = \frac{31}{228}(a - c_y) \quad s_{fr}^{nc} = \frac{26}{228}(a - c_y) \quad s_r^u = a - c_y \quad s_L^u = \frac{1}{2}(a - c_y)$$

Denklemler kullanılarak  $s_r^u > s_L^u > s_{hr}^{nc} > s_{fr}^{nc}$  elde edilir. Üretim miktarına bağlı ve sabit teknoloji transfer ücreti olduğunda işbirliği halinde belirlenecek teşvik miktarları, üretim miktarına bağlı teknoloji transferi durumunda işbirliği olmadan belirlenecek teşvik miktarlarından büyüktür.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada; iki ülke-iki firmalı bir modelde, farklı maliyet yapılarına sahip firmalar arasında teknoloji transferi olduğu ve olmadığı durumlar, ülke hükümetlerinin değişik teşvik politikaları altında araştırılmıştır. Teknoloji transferi olduğu durum, teknoloji transfer ücretinin sabit olması ya da üretim miktarına bağlı olarak belirlenmesine göre iki ayrı biçimde incelenmiştir.

Ülke hükümetlerinin teşvikleri belirlerken aralarında işbirliği yapmadığı ve işbirliği yaparak tek bir teşvik miktarı üzerinde anlaştıkları durumlar için uygulanacak teşvik miktarları belirlenmiş, bu teşvik miktarları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca firmaların teknoloji transferi yapmaları veya yapmamaları durumunda teşvik miktarlarının firmaların maliyetlerinden ve ülkelerin talep yapılarından nasıl etkileneceği araştırılmıştır.

Ülke hükümetleri aralarında işbirliği yapmadan firmalarına verecekleri teşvik miktarlarını belirlediklerinde; firmanın kendi ülkesindeki talebin yükselmesinin firmanın alacağı teşvik miktarında meydana getireceği artış, diğer ülke firmasının teşvik miktarındaki artıştan daha fazla olmaktadır. Bu durumda ülkedeki talep yeterince yüksekse ülke firmasının alacağı teşvik miktarının diğer ülke firmasından daha fazla olacağı söylenebilir.

Sabit teknoloji transfer ücreti söz konusu olduğunda; teknolojisini transfer edecek firmanın aldığı teşvik miktarının artması teknoloji transferini zorlaştırırken, teknoloji transfer edecek firmanın aldığı teşvik miktarının artması teknoloji transferini kolaylaştırır. Düşük maliyetli firma teknolojisini yüksek maliyetli firmaya transfer edecekse elindeki en iyi teknolojiyi transfer eder.

Ülke hükümetlerinin işbirliği halinde tek bir teşvik miktarı belirlediği durumlarda; üretim miktarına bağlı teknoloji transferi ücreti olduğunda hükümetlerin belirleyeceği teşvik miktarı sabit teknoloji transferi ücreti olduğu durumda belirleyecekleri teşvik miktarından daha büyük olmakta, teknoloji transferi

olmadığında belirlenen teşvik miktarı ise hükümetlerin firmaları en az desteklediği politika olmaktadır.

Firmalar arasında teknoloji transferi olmadığında hükümetlerin işbirliği halinde belirleyecekleri eşit teşvik miktarı, işbirliğine gitmeden belirleyecekleri teşvik miktarları toplamının yarısı kadar olmaktadır. İşbirliği halinde belirlenecek teşvik miktarı işbirliği olmadan belirlenen teşvik miktarlarının büyük olanından daha az, küçük olanından daha fazladır.

Üretim miktarına bağlı teknoloji transfer ücreti olması halinde ülke hükümetlerinin belirleyeceği eşit teşvik miktarı teknoloji transferi sonrası firmaların marjinal üretim maliyeti olan  $c_y$  arttıkça azalmaktadır. Marjinal üretim maliyetindeki bir birimlik artış firmaların alacağı teşvik miktarını da bir birim azaltacaktır. Teknoloji transfer ücreti ise hükümetlerin vereceği teşvik miktarına eşit olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Akbay, S. ve Yücel, F.**, 2008. Yabancı Doğrudan Yatırımlar Yoluyla Gelişmekte Olan Ülkelere Teknoloji Transferi ve Ekonomik Büyüme, Üniversite-Sanayi İşbirliği Merkezleri Platformu (USİMP), Üniversite Sanayi İşbirliği Ulusal Kongresi, Adana.
- Akgün, A.E., Keskin, H., Günsel, A.**, 2005. Bilgi Ekonomisi Kapsamında Teknoloji Transferinin Bilgi Transferine Dönüşümü, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **19(1)**.
- Anderson, A. ve Larson, A.**, 1994. Technology Transfer, Licensing Contracts, and Incentives for further Innovation, *American Journal of Agricultural Economics*, **76**, 547-556.
- Aydın, A.**, 2008. Endüstri İçi Ticaret ve Türkiye: Ülkeye Özgü Belirleyicilerin Tespitine Yönelik Bir Araştırma, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F.Dergisi*, **25(2)**.
- Barton, J.H.**, 2007. New Trends in Technology Transfer: Implications for National and International Policy, International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD), International Environment House 2, Geneva, pp.21-24.
- Bernhofen, D.M.**, 1999. Intra-Industry Trade and Strategic Interaction: Theory and Evidence, *Journal of International Economics*, **47**, 225–244.
- Brander, J.A.**, 1981. Intra-Industry Trade in Identical Commodities, *Journal of International Economics*, **11**, 1-14.
- Brander, J.A. ve Krugman, P.**, 1983. A “Reciprocal Model” of International Trade, *Journal of International Economics*, **15**, 313-321.
- Brander, J.A. ve Spencer, B. J.**, 1985. Export Subsidies and International Market Share Rivalry, *Journal of International Economics*, **18**, 83-100.
- Clark, D.P. ve Stanley, D.L.**, 1999. Determinants of Intra-Industry Trade Between Developing Countries and the United States, *Journal of Economic Development*, **24(2)**.
- Dinç O. ve Kılınçarslan, O.**, 2007. Türkiye Ekonomisinde Teknoloji ve Transferi, *GAU J. Soc. & Appl. Sci.*, **3(5)**, 73-75.
- Dinter, M.**, 2006. Technology Transfer to China: Opportunities, Risks and Measures (Executive summary), Institute for International Business & Law Braunschweig.
- Dixit, A.K. ve Stiglitz, E.J.**, 1977. Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity, *The American Economic Review*, **67(3)**, 297-308.
- Eaton, J. ve Grossman, G.**, 1986. Optimal Trade and Industrial Policy under Oligopoly, *Quarterly Journal of Economics*, **101**, 471-491.

- Gallini, N.T. ve Wright, B.D.**, 1990. Transfer under Asymmetric Information, *Journal of Economics*, **21**, 147-160.
- Ghosh, A. ve Saha S.**, 2008. Trade Policy in the Presence of Technology Licensing, *Review of International Economics*, **16(1)**, 45–68.
- Kabiraj, T., Mukharjee A., Mukhobadhyay, S.**, 1999. Technology Transfer in Duopoly: The Role of Cost Assymetry, *International Review of Economics and Finance*, **8**, 363-374.
- Kayalica, M.O. ve Kayalica, O.**, 2005. Transboundary Pollution from Consumption in a Reciprocal Dumping Model, *Global Economy Journal*, **5(2)**.
- Kayalica, M.O. ve Yilmaz, E.**, 2006. Intra-Industry Trade and Consumption-Generated Pollution Externalities.
- Krugman, P.**, 1980. Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade, *The American Economic Review*, **70(5)**, 950-959
- Long, F.**, 1979. The Role of Social Scientific Inquiry in Technology Transfer, *American Journal of Economics and Sociology*, **38(3)**, 261-274.
- Morgan, R.P.**, 1972. Transfer of Technology. *Proceedings of the Academy of Political Science*, **30(4)**, 141-152.
- North, K.**, 1997. Localizing Global Production: Know-how Transfer in International Manufacturing, International Labour Office, Geneva, p.57.
- Sawakami, S.**, 2001. A Critical Evaluation of Dumping in International Trade, *Bulletin of Toyohashi Sozo Junior College*, **18**, 133–145.
- Stock, G.N. ve Tatikonda, M.V.**, 2000. A Typology of Project-Level Technology Transfer Processes, *Journal of Operations Management*, **18**, 719–737.
- Wang, X.H.**, 1998. Fee versus Royalty Licensing in a Cournot Duopoly Model, *Economics Letters*, **60**, 55–62.

## EKLER

### EK A.1: Teknoloji Transferi Olmadığı Durum İçin Mathematica Programı ile Modelleme

Ters talep ve kâr fonksiyonlarını şu şekilde ifade edilmişti;

$$p_h = a_h - b_h (x_h + y_h)$$

$$p_f = a_f - b_f (x_f + y_f)$$

$$I_h = (p_h - c_x + s_h) x_h + (p_f - c_x + s_h) x_f$$

$$I_f = (p_h - c_y + s_f) y_h + (p_f - c_y + s_f) y_f$$

Ters talep fonksiyonları kâr fonksiyonlarında yerine konulur ve kâr fonksiyonlarının üretim düzeylerine göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenirse;

$$\partial I_h / \partial x_h = 0$$

$$\partial I_f / \partial x_f = 0$$

$$\partial I_f / \partial y_h = 0$$

$$\partial I_f / \partial y_f = 0$$

Bu denklemler kullanılarak "1. Derece Koşullar" bulunur. Öncelikle ters talep fonksiyonları kâr fonksiyonlarında yerine konulursa;

$$\text{FullSimplify}[I_h = (p_h - c_x + s_h) x_h + (p_f - c_x + s_h) x_f /. \{p_h \rightarrow a_h - b_h (x_h + y_h), p_f \rightarrow a_f - b_f (x_f + y_f)\}]$$

$$I_h = x_f (a_f - c_x + s_h - b_f (x_f + y_f)) + x_h (a_h - c_x + s_h - b_h (x_h + y_h))$$

$$\text{FullSimplify}[I_f = (p_h - c_y + s_f) y_h + (p_f - c_y + s_f) y_f /. \{p_h \rightarrow a_h - b_h (x_h + y_h), p_f \rightarrow a_f - b_f (x_f + y_f)\}]$$

elde edilir. 1.derece koşullar;

$$D[x_f (a_f - c_x + s_h - b_f (x_f + y_f)) + x_h (a_h - c_x + s_h - b_h (x_h + y_h))] = 0, x_h]$$

$$a_h - c_x + s_h - b_h x_h - b_h (x_h + y_h) = 0$$

$$D[x_f (a_f - c_x + s_h - b_f (x_f + y_f)) + x_h (a_h - c_x + s_h - b_h (x_h + y_h))] = 0, x_f]$$

$$a_f - c_x + s_h - b_f x_f - b_f (x_f + y_f) = 0$$

$$D[y_f (a_f - c_y + s_f - b_f (x_f + y_f)) + y_h (a_h - c_y + s_f - b_h (x_h + y_h))] = 0, y_h]$$

$$a_h - c_y + s_f - b_h y_h - b_h (x_h + y_h) = 0$$

$$D[y_f (a_f - c_x + s_h - b_f (x_f + y_f)) + y_h (a_h - c_y + s_f - b_h (x_h + y_h))] = 0, [y_f]$$

$$a_f - c_x + s_h - b_f x_f - b_f (x_f + y_f) = 0$$

Birinci derece koşullar eşanlı çözümlenerek denge üretim miktarları bulunur;

$$\text{Solve}[\{a_h - c_x + s_h - b_h x_h - b_h (x_h + y_h) = 0, a_f - c_x + s_h - b_f x_f - b_f (x_f + y_f) = 0,$$

$$a_h - c_y + s_f - b_h y_h - b_h (x_h + y_h) = 0, a_f - c_y + s_f - b_f y_f - b_f (x_f + y_f) = 0\}, \{x_h, x_f, y_h, y_f\}]$$

$$\left\{ \left\{ x_h \rightarrow -\frac{-a_h + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_h \rightarrow -\frac{-a_h - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, \right. \right.$$

$$\left. x_f \rightarrow -\frac{-a_f + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, y_f \rightarrow -\frac{-a_f - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \right\}$$

İkinci derece koşullar;

$$D[x_f (a_f - c_x + s_h - b_f (x_f + y_f)) + x_h (a_h - c_x + s_h - b_h (x_h + y_h))] = 0, \{x_h, 2\}$$

$$-2b_h$$

$$D[x_f (a_f - c_x + s_h - b_f (x_f + y_f)) + x_h (a_h - c_x + s_h - b_h (x_h + y_h))] = 0, \{x_f, 2\}$$

$$-2b_f$$

$$D[y_f (a_f - c_y + s_f - b_f (x_f + y_f)) + y_h (a_h - c_y + s_f - b_h (x_h + y_h))] = 0, \{y_h, 2\}$$

$$-2b_h$$

$$D[y_f (a_f - c_y + s_f - b_f (x_f + y_f)) + y_h (a_h - c_y + s_f - b_h (x_h + y_h))] = 0, \{y_f, 2\}$$

$$-2b_f$$

$b_f, b_h > 0$  olduğundan ikinci derece koşulların negatif olma şartı sağlanır.

Optimum üretim miktarlarının toplam türevini alarak üretim miktarlarını kapalı formda elde edebiliriz;

$$dx_h = \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f \quad dx_f = \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f$$

$$dy_h = -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f \quad dy_f = -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f$$

Ters talep fonksiyonlarını kullanarak kâr fonksiyonları şu şekilde bulunmuştur;

$$\Pi_h = x_f (a_f - c_x + s_h - b_f (x_f + y_f)) + x_h (a_h - c_x + s_h - b_h (x_h + y_h))$$

$$\Pi_f = y_f (a_f - c_y + s_f - b_f (x_f + y_f)) + y_h (a_h - c_y + s_f - b_h (x_h + y_h))$$

Denklemlerin toplam türevlerini alırsak;

$$d\pi_h = (a_f - c_x + s_h - 2b_f x_f - b_f y_f) dx_f + x_f ds_h - b_f x_f dy_f + (a_h - c_x + s_h - 2b_h x_h - b_h y_h) dx_h + x_h ds_h - b_h x_h dy_h$$

$$d\pi_f = (a_f - c_y + s_f - b_f x_f - 2b_f y_f) dy_f + y_f ds_f - b_f y_f dx_f + (a_h - c_y + s_f - b_h x_h - 2b_h y_h) dy_h + y_h ds_f - b_h y_h dx_h$$

*Tüketici Artığının Teşvik Miktarlarına Bağlı Olarak Bulunması:*

$$CS_i = \frac{(a_i - p_i)^2}{2b_i}$$

Tüketici artığının toplam türevi;

$$dCS_h = -D_h dp_h = -(x_h + y_h) d(a_h - b_h(x_h + y_h)) = b_h(x_h + y_h)(dx_h + dy_h)$$

Solve[

$$\text{FullSimplify}[dCS_h = b_h(x_h + y_h)(dx_h + dy_h) /.$$

$$\left\{ dx_h \rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, dy_h \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f \right\}, dCS_h]$$

$$\left\{ \left\{ dCS_h \rightarrow \frac{1}{3} (ds_f + ds_h) (x_h + y_h) \right\} \right\}$$

Solve[

$$\text{Simplify}[dCS_h = \frac{1}{3} (ds_f + ds_h) (x_h + y_h) /.$$

$$\left\{ x_h \rightarrow -\frac{-a_h + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_h \rightarrow -\frac{-a_h - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_h} \right\}, dCS_h]$$

$$dCS_h \rightarrow \frac{(ds_f + ds_h) (2a_h - c_x - c_y + s_f + s_h)}{9b_h}$$

$$dCS_f = -D_f dp_f = b_f(x_f + y_f)(dx_f + dy_f)$$

Solve[

$$\text{FullSimplify}[dCS_f = b_f(x_f + y_f)(dx_f + dy_f) /.$$

$$\left\{ dy_f \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f, dx_f \rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f \right\}, dCS_f]$$

$$\left\{ \left\{ dCS_f \rightarrow \frac{1}{3} (ds_f + ds_h) (x_f + y_f) \right\} \right\}$$

Solve [

$$\text{FullSimplify}\left[\frac{dCS_f}{3} = \frac{1}{3} (ds_f + ds_h) (x_f + y_f) \right].$$

$$\left\{ x_f \rightarrow -\frac{-a_f + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, y_f \rightarrow -\frac{-a_f - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \right\}, dCS_f ]$$

$$dCS_f \rightarrow \frac{(ds_f + ds_h) (2a_f - c_x - c_y + s_f + s_h)}{9b_f}$$

Refah fonksiyonları

$$W_h = (CS)_h + I_h - s_h (x_h + x_f)$$

$$W_f = (CS)_f + I_f - s_f (y_f + y_h)$$

$$dW_h = dCS_h + dI_h - (x_h + x_f) ds_h - s_h (dx_h + dx_f)$$

$$dW_f = dCS_f + dI_f - (y_f + y_h) ds_f - s_f (dy_f + dy_h)$$

Üretim miktarları ve üretim miktarlarının toplam türevleri yerine konularak teşviklere bağlı kâr fonksiyonları elde edilir;

Simplify [

$$dI_h = (a_f - c_x + s_h - 2b_f x_f - b_f y_f) dx_f + x_f ds_h - b_f x_f dy_f + (a_h - c_x + s_h - 2b_h x_h - b_h y_h) dx_h + x_h ds_h - b_h x_h dy_h \left. \begin{aligned} / . \left\{ dx_h \rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, dy_h \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f, \right. \\ \left. dx_f \rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f, dy_f \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f \right\} \right\}$$

$$dI_h \rightarrow -\frac{1}{3b_f b_h} ((ds_f - 2ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - b_f c_x - b_h c_x + b_f s_h + b_h s_h - b_f b_h y_f - b_f b_h y_h))$$

$$\text{Simplify}\left[dI_h = -\frac{1}{3b_f b_h} ((ds_f - 2ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - b_f c_x - b_h c_x + b_f s_h + b_h s_h - b_f b_h y_f - b_f b_h y_h)) \right].$$

$$\left\{ x_h \rightarrow -\frac{-a_h + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_h \rightarrow -\frac{-a_h - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_f \rightarrow -\frac{-a_f + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, \right. \\ \left. y_f \rightarrow -\frac{-a_f - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \right\}$$

dI\_h →

$$-\frac{1}{9b_f b_h} (2(ds_f - 2ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - 2b_f c_x - 2b_h c_x + b_f c_y + b_h c_y - b_f s_f - b_h s_f + 2b_f s_h + 2b_h s_h))$$

Simplify[

$$dI_F = (a_F - c_Y + s_F - b_F x_F - 2b_F y_F) dy_F + y_F ds_F - b_F y_F dx_F + (a_H - c_Y + s_F - b_H x_H - 2b_H y_H) dy_H + y_H ds_F - b_H y_H dx_H / \left\{ dx_H \rightarrow \frac{2}{3b_H} ds_H - \frac{1}{3b_H} ds_F, dy_H \rightarrow -\frac{1}{3b_H} ds_H + \frac{2}{3b_H} ds_F, dx_F \rightarrow \frac{2}{3b_F} ds_H - \frac{1}{3b_F} ds_F, dy_F \rightarrow -\frac{1}{3b_F} ds_H + \frac{2}{3b_F} ds_F \right\}$$

$$dI_F \rightarrow \frac{1}{3b_F b_H} ((2ds_F - ds_H) (a_H b_F + a_F b_H - b_F c_Y - b_H c_Y + b_F s_F + b_H s_F - b_F b_H x_F - b_F b_H x_H))$$

$$\text{Simplify} \left[ dI_F = \frac{1}{3b_F b_H} ((2ds_F - ds_H) (a_H b_F + a_F b_H - b_F c_Y - b_H c_Y + b_F s_F + b_H s_F - b_F b_H x_F - b_F b_H x_H)) / \right.$$

$$\left. \left\{ x_H \rightarrow -\frac{a_H + 2c_X - c_Y + s_F - 2s_H}{3b_H}, y_H \rightarrow -\frac{a_H - c_X + 2c_Y - 2s_F + s_H}{3b_H}, x_F \rightarrow -\frac{a_F + 2c_X - c_Y + s_F - 2s_H}{3b_F}, y_F \rightarrow -\frac{a_F - c_X + 2c_Y - 2s_F + s_H}{3b_F} \right\} \right]$$

$$dI_F \rightarrow$$

$$\frac{1}{9b_F b_H} (2(2ds_F - ds_H) (a_H b_F + a_F b_H + b_F c_X + b_H c_X - 2b_F c_Y - 2b_H c_Y + 2b_F s_F + 2b_H s_F - b_F s_H - b_H s_H))$$

Bulduğumuz kâr fonksiyonları ve tüketici artıklarının toplam türevleri refah fonksiyonlarında yerine konulursa;

$$\text{Simplify} \left[ dW_H = dCS_H + dI_H - (x_H + x_F) ds_H - s_H dx_H - s_H dx_F / \right.$$

$$\left. \left\{ dCS_H \rightarrow \frac{(ds_F + ds_H) (2a_H - c_X - c_Y + s_F + s_H)}{9b_H}, \right. \right.$$

$$dI_H \rightarrow$$

$$\frac{1}{9b_F b_H}$$

$$\left. \left. (2(ds_F - 2ds_H) (a_H b_F + a_F b_H - 2b_F c_X - 2b_H c_X + b_F c_Y + b_H c_Y - b_F s_F - b_H s_F + 2b_F s_H + 2b_H s_H)) \right\} \right]$$

$$dW_H = \frac{1}{9} \left( -\frac{1}{b_F b_H} (2(ds_F - 2ds_H) (a_H b_F + a_F b_H - (b_F + b_H) (2c_X - c_Y + s_F - 2s_H))) - \right.$$

$$\left. \left. 9dx_F s_H - 9dx_H s_H + \frac{(ds_F + ds_H) (2a_H - c_X - c_Y + s_F + s_H)}{b_H} - 9ds_H (x_F + x_H) \right) \right]$$

Simplify[

$$dW_H =$$

$$\frac{1}{9} \left( -\frac{1}{b_F b_H} (2(ds_F - 2ds_H) (a_H b_F + a_F b_H - (b_F + b_H) (2c_X - c_Y + s_F - 2s_H))) - 9dx_F s_H - \right.$$

$$\left. \left. 9dx_H s_H + \frac{(ds_F + ds_H) (2a_H - c_X - c_Y + s_F + s_H)}{b_H} - 9ds_H (x_F + x_H) \right) \right]$$

$$\left\{ dx_H \rightarrow \frac{2}{3b_H} ds_H - \frac{1}{3b_H} ds_F, dx_F \rightarrow \frac{2}{3b_F} ds_H - \frac{1}{3b_F} ds_F \right\}$$

$$\left\{ \left\{ dW_h \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (-2a_f b_h ds_f + 3b_f c_x ds_f + 4b_h c_x ds_f - 3b_f c_y ds_f - 2b_h c_y ds_f + 6a_h b_f ds_h + 4a_f b_h ds_h - 9b_f c_x ds_h - 8b_h c_x ds_h + 3b_f c_y ds_h + 4b_h c_y ds_h + 3b_f ds_f s_f + 2b_h ds_f s_f - 3b_f ds_h s_f - 4b_h ds_h s_f - b_h ds_f s_h + 3b_f ds_h s_h + 2b_h ds_h s_h - 9b_f b_h ds_h x_f - 9b_f b_h ds_h x_h) \right\} \right\}$$

Simplify[

$$dW_h =$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (-2a_f b_h ds_f + 3b_f c_x ds_f + 4b_h c_x ds_f - 3b_f c_y ds_f - 2b_h c_y ds_f + 6a_h b_f ds_h + 4a_f b_h ds_h - 9b_f c_x ds_h - 8b_h c_x ds_h + 3b_f c_y ds_h + 4b_h c_y ds_h + 3b_f ds_f s_f + 2b_h ds_f s_f - 3b_f ds_h s_f - 4b_h ds_h s_f - b_h ds_f s_h + 3b_f ds_h s_h + 2b_h ds_h s_h - 9b_f b_h ds_h x_f - 9b_f b_h ds_h x_h) / .$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_h \rightarrow -\frac{-a_h + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_h \rightarrow -\frac{-a_h - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_f \rightarrow -\frac{-a_f + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, \\ y_f \rightarrow -\frac{-a_f - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \left\{ dW_h \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (-2a_f b_h ds_f + 3b_f c_x ds_f + 4b_h c_x ds_f - 3b_f c_y ds_f - 2b_h c_y ds_f + 3a_h b_f ds_h + a_f b_h ds_h - 3b_f c_x ds_h - 2b_h c_x ds_h + b_h c_y ds_h + 3b_f ds_f s_f + 2b_h ds_f s_f - b_h ds_h s_f - b_h ds_f s_h - 3b_f ds_h s_h - 4b_h ds_h s_h) \right\} \right\}$$

$$dW_h = [A_1] ds_h + [B_1] ds_f$$

$$dW_h = \frac{(3a_h b_f + b_h (a_f - 2c_x + c_y - s_f - 4s_h) - 3b_f (c_x + s_h))}{9b_f b_h} ds_h + \frac{(3b_f (c_x - c_y + s_f) - b_h (2(a_f - 2c_x + c_y - s_f) + s_h))}{9b_f b_h} ds_f$$

$$\text{Simplify}[dW_f = dcs_f + dI_f - y_f ds_f - y_h ds_f - s_f dy_f - s_f dy_h] / .$$

$$\left\{ dcs_f \rightarrow \frac{(ds_f + ds_h) (2a_f - c_x - c_y + s_f + s_h)}{9b_f}, \right.$$

$$dI_f \rightarrow$$

$$\frac{1}{9b_f b_h}$$

$$\left. (2(2ds_f - ds_h) (a_h b_f + a_f b_h + b_f c_x + b_h c_x - 2b_f c_y - 2b_h c_y + 2b_f s_f + 2b_h s_f - b_f s_h - b_h s_h)) \right\}$$

$$\left\{ \left\{ dW_f \rightarrow \frac{1}{9} \left( -9dy_f s_f - 9dy_h s_f + \frac{1}{b_f b_h} (2(2ds_f - ds_h) (a_h b_f + a_f b_h + (b_f + b_h) (c_x - 2c_y + 2s_f - s_h)) \right) + \frac{(ds_f + ds_h) (2a_f - c_x - c_y + s_f + s_h)}{b_f} - 9ds_f y_f - 9ds_f y_h \right) \right\} \right\}$$

Simplify[

$$dW_f ==$$

$$\frac{1}{9} \left( -9dY_f S_f - 9dY_h S_f + \frac{1}{b_f b_h} (2(2ds_f - ds_h) (a_h b_f + a_f b_h + (b_f + b_h) (c_x - 2c_y + 2s_f - s_h))) + \frac{(ds_f + ds_h) (2a_f - c_x - c_y + s_f + s_h)}{b_f} - 9ds_f Y_f - 9ds_f Y_h \right) /.$$

$$\left\{ dY_f \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f, dY_h \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f \right\}$$

$$\left\{ \left\{ dW_f \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (4a_h b_f ds_f + 6a_f b_h ds_f + 4b_f c_x ds_f + 3b_h c_x ds_f - 8b_f c_y ds_f - 9b_h c_y ds_f - 2a_h b_f ds_h - 2b_f c_x ds_h - 3b_h c_x ds_h + 4b_f c_y ds_h + 3b_h c_y ds_h + 2b_f ds_f S_f + 3b_h ds_f S_f - b_f ds_h S_f - 4b_f ds_f S_h - 3b_h ds_f S_h + 2b_f ds_h S_h + 3b_h ds_h S_h - 9b_f b_h ds_f Y_f - 9b_f b_h ds_f Y_h) \right\} \right\}$$

Simplify[

$$dW_f ==$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (4a_h b_f ds_f + 6a_f b_h ds_f + 4b_f c_x ds_f + 3b_h c_x ds_f - 8b_f c_y ds_f - 9b_h c_y ds_f - 2a_h b_f ds_h - 2b_f c_x ds_h - 3b_h c_x ds_h + 4b_f c_y ds_h + 3b_h c_y ds_h + 2b_f ds_f S_f + 3b_h ds_f S_f - b_f ds_h S_f - 4b_f ds_f S_h - 3b_h ds_f S_h + 2b_f ds_h S_h + 3b_h ds_h S_h - 9b_f b_h ds_f Y_f - 9b_f b_h ds_f Y_h) /.$$

$$\left\{ \begin{aligned} x_h &\rightarrow -\frac{-a_h + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_h \rightarrow -\frac{-a_h - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_f \rightarrow -\frac{-a_f + 2c_x - c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, \\ y_f &\rightarrow -\frac{-a_f - c_x + 2c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \end{aligned} \right\}$$

$$\left\{ \left\{ dW_f \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (a_h b_f ds_f + 3a_f b_h ds_f + b_f c_x ds_f - 2b_f c_y ds_f - 3b_h c_y ds_f - 2a_h b_f ds_h - 2b_f c_x ds_h - 3b_h c_x ds_h + 4b_f c_y ds_h + 3b_h c_y ds_h - 4b_f ds_f S_f - 3b_h ds_f S_f - b_f ds_h S_f - b_f ds_f S_h + 2b_f ds_h S_h + 3b_h ds_h S_h) \right\} \right\}$$

$$dW_f = [C_1] ds_h + [D_1] ds_f$$

$$dW_f = -\frac{1}{9b_f b_h} ( (2a_h b_f + 2b_f c_x + 3b_h c_x - 4b_f c_y - 3b_h c_y + b_f s_f - 2b_f s_h - 3b_h s_h) ) ds_h +$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} ( (a_h b_f + 3a_f b_h + b_f c_x - 2b_f c_y - 3b_h c_y - 4b_f s_f - 3b_h s_f - b_f s_h) ) ds_f$$

Gerekli düzenlemeleri yaparsak;

$$A_1 = \frac{(3a_h b_f + b_h (a_f - 2c_x + c_y - s_f - 4s_h) - 3b_f (c_x + s_h))}{9b_f b_h}$$

$$B_1 = \frac{(3b_f (c_x - c_y + s_f) - b_h (2(a_f - 2c_x + c_y - s_f) + s_h))}{9b_f b_h}$$

$$C_1 = -\frac{1}{9b_f b_h} ( (2a_h b_f + 2b_f c_x + 3b_h c_x - 4b_f c_y - 3b_h c_y + b_f s_f - 2b_f s_h - 3b_h s_h) )$$

$$D_1 = \frac{1}{9b_f b_h} ( (a_h b_f + 3a_f b_h + b_f c_x - 2b_f c_y - 3b_h c_y - 4b_f s_f - 3b_h s_f - b_f s_h) )$$

### İşbirliği olmaması durumundaki teşvik miktarları

İşbirliği olmadığı durumdaki çözüm  $A_1 = D_1 = 0$  olmalı

$$\text{Solve} \left[ \left\{ \frac{3a_h b_f + b_h (a_f - 2c_x + c_y - s_f - 4s_h) - 3b_f (c_x + s_h)}{9b_f b_h} = 0, \right. \right.$$

$$\left. \frac{1}{9b_f b_h} ( (a_h b_f + 3a_f b_h + b_f c_x - 2b_f c_y - 3b_h c_y - 4b_f s_f - 3b_h s_f - b_f s_h) = 0 \right\},$$

$$\{s_h, s_f\}$$

$$\left\{ \left\{ s_h \rightarrow -\frac{-6a_h b_f^2 - 2a_f b_f b_h - 4a_h b_f b_h + 6b_f^2 c_x + 9b_f b_h c_x + 3b_f^2 c_x - 3b_f b_h c_y - 3b_f^2 c_y}{6(b_f + b_h)^2}, \right. \right.$$

$$\left. s_f \rightarrow -\frac{-4a_f b_f b_h - 2a_h b_f b_h - 6a_f b_h^2 - 3b_f^2 c_x - 3b_f b_h c_x + 3b_f^2 c_y + 9b_f b_h c_y + 6b_h^2 c_y}{6(b_f + b_h)^2} \right\}$$

$$\text{FullSimplify} \left[ s_h \rightarrow -\frac{-6a_h b_f^2 - 2a_f b_f b_h - 4a_h b_f b_h + 6b_f^2 c_x + 9b_f b_h c_x + 3b_f^2 c_x - 3b_f b_h c_y - 3b_f^2 c_y}{6(b_f + b_h)^2} \right]$$

$$s_h \rightarrow \frac{2a_f b_f b_h + 2a_h b_f (3b_f + 2b_h) - 3(b_f + b_h) ((2b_f + b_h) c_x - b_h c_y)}{6(b_f + b_h)^2}$$

$$\text{FullSimplify} \left[ s_f \rightarrow -\frac{-4a_f b_f b_h - 2a_h b_f b_h - 6a_f b_h^2 - 3b_f^2 c_x - 3b_f b_h c_x + 3b_f^2 c_y + 9b_f b_h c_y + 6b_h^2 c_y}{6(b_f + b_h)^2} \right]$$

$$s_f \rightarrow \frac{2a_h b_f b_h + 2a_f b_h (2b_f + 3b_h) + 3(b_f + b_h) (b_f c_x - (b_f + 2b_h) c_y)}{6(b_f + b_h)^2}$$

İkinci derece koşullar;

$$D \left[ \frac{3a_h b_f + b_h (a_f - 2c_x + c_y - s_f - 4s_h) - 3b_f (c_x + s_h)}{9b_f b_h}, s_h \right]$$

$$\frac{-3b_f - 4b_h}{9b_f b_h} < 0$$

$$D \left[ \frac{1}{9b_f b_h} ( (a_h b_f + 3a_f b_h + b_f c_x - 2b_f c_y - 3b_h c_y - 4b_f s_f - 3b_h s_f - b_f s_h) ), s_f \right]$$

$$\frac{-4b_f - 3b_h}{9b_f b_h} < 0$$

Stabilite koşulu;

$$D \left[ \frac{3a_h b_f + b_h (a_f - 2c_x + c_y - s_f - 4s_h) - 3b_f (c_x + s_h)}{9b_f b_h}, s_f \right]$$

$$\frac{1}{9b_f}$$

$$D \left[ \frac{1}{9b_f b_h} ( (a_h b_f + 3a_f b_h + b_f c_x - 2b_f c_y - 3b_h c_y - 4b_f s_f - 3b_h s_f - b_f s_h) ), s_h \right]$$

$$\frac{1}{9b_h}$$

$$\text{FullSimplify}\left[\frac{-3b_f - 4b_h}{9b_f b_h} \frac{-4b_f - 3b_h}{9b_f b_h} - \left(-\frac{1}{9b_f}\right) \left(-\frac{1}{9b_h}\right)\right]$$

$$\frac{4(b_f + b_h)^2}{27b_f^2 b_h^2} > 0$$

### Tek Bir Teşvik Miktarı Politikası Uygulanması

$$A_1 + B_1 + C_1 + D_1 = 0$$

$$\text{Simplify}\left[\left(\frac{3a_h b_f + b_h(a_f - 2c_x + c_y - s_f - 4s_h) - 3b_f(c_x + s_h)}{9b_f b_h}\right) + \left(\frac{3b_f(c_x - c_y + s_f) - b_h(2(a_f - 2c_x + c_y - s_f) + s_h)}{9b_f b_h}\right) + \left(-\frac{1}{9b_f b_h} \left((2a_h b_f + 2b_f c_x + 3b_h c_x - 4b_f c_y - 3b_h c_y + b_f s_f - 2b_f s_h - 3b_h s_h)\right)\right) + \left(\frac{1}{9b_f b_h} \left((a_h b_f + 3a_f b_h + b_f c_x - 2b_f c_y - 3b_h c_y - 4b_f s_f - 3b_h s_f - b_f s_h)\right)\right) = 0\right]$$

$$\frac{2a_h b_f + 2a_f b_h - (b_f + b_h)(c_x + c_y + 2(s_f + s_h))}{b_f b_h} = 0$$

$$s_h = s_f = s$$

$$\text{Simplify}\left[\frac{2a_h b_f + 2a_f b_h - (b_f + b_h)(c_x + c_y + 2(s_f + s_h))}{b_f b_h} = 0 /. \{s_f \rightarrow s, s_h \rightarrow s\}\right]$$

$$\frac{2a_h b_f + 2a_f b_h - (b_f + b_h)(c_x + c_y + 2s_h)}{b_f b_h} = 0$$

$$\text{FullSimplify}\left[\text{Solve}\left[\frac{2a_h b_f + 2a_f b_h - (b_f + b_h)(4s + c_x + c_y)}{b_f b_h} = 0, s\right]\right]$$

$$s^u \rightarrow \frac{2a_h b_f + 2a_f b_h - (b_f + b_h)(c_x + c_y)}{4(b_f + b_h)}$$

### Teşvik Miktarlarının Optimal Üretim Düzeylerine Bağlı Bulunması

Yukarıda bulduğumuz 1. derece koşullar üretim düzeylerine göre yazılırsa;

$$\partial \Pi_h / \partial x_h = 0 \quad \partial \Pi_f / \partial x_f = 0 \quad \partial \Pi_f / \partial y_h = 0 \quad \partial \Pi_f / \partial y_f = 0$$

$$b_h x_h = (p_h - c_x + s_h) \quad b_f x_f = (p_f - c_x + s_h)$$

$$b_h y_h = (p_h - c_y + s_f) \quad b_f y_f = (p_f - c_y + s_f)$$

Bulduğumuz 1. derece koşullar kâr fonksiyonlarında yerine yazılırsa;

$$b_F x_F^2 + b_H x_H^2 = I_H \qquad b_F y_F^2 + b_H y_H^2 = I_F$$

Toplam türev alınırsa;

$$dI_H = 2b_H x_H dx_H + 2b_F x_F dx_F \qquad dI_F = 2b_H y_H dy_H + 2b_F y_F dy_F$$

Tüketici artığı;

$$dCS_H = -D_H dp_H \qquad dCS_F = -D_F dp_F$$

$$dp_H = -b_H (dx_H + dy_H) = -b_H dD_H$$

$$dp_F = -b_F (dx_F + dy_F) = -b_F dD_F$$

$$dCS_H = b_H D_H dD_H = b_H (x_H + y_H) (dx_H + dy_H)$$

$$dCS_F = b_F D_F dD_F = b_F (x_F + y_F) (dx_F + dy_F)$$

Refah fonksiyonlarının toplam türevi;

$$dW_H = dCS_H + dI_H - (x_H + x_F) ds_H - s_H (dx_H + dx_F)$$

$$dW_F = dCS_F + dI_F - (y_F + y_H) ds_F - s_F (dy_F + dy_H)$$

*Simplify*[

$$dW_H = dCS_H + dI_H - (x_H + x_F) ds_H - s_H (dx_H + dx_F) / . \\ \{dCS_H \rightarrow b_H (x_H + y_H) (dx_H + dy_H), dI_H \rightarrow 2b_H x_H dx_H + 2b_F x_F dx_F\}$$

$$dW_H = -(dx_F + dx_H) s_H + 2b_F dx_F x_F + 2b_H dx_H x_H - ds_H (x_F + x_H) + \\ b_H (dx_H + dy_H) (x_H + y_H)$$

*Simplify*[

$$dW_F = dCS_F + dI_F - (y_F + y_H) ds_F - s_F (dy_F + dy_H) / . \\ \{dCS_F \rightarrow b_F (x_F + y_F) (dx_F + dy_F), dI_F \rightarrow 2b_H y_H dy_H + 2b_F y_F dy_F\}$$

$$dW_F = -(dy_F + dy_H) s_F + 2b_F dy_F y_F + b_F (dx_F + dy_F) (x_F + y_F) + 2b_H dy_H y_H - \\ ds_F (y_F + y_H)$$

*Simplify*[

$$dW_H = -(dx_F + dx_H) s_H + 2b_F dx_F x_F + 2b_H dx_H x_H - ds_H (x_F + x_H) + \\ b_H (dx_H + dy_H) (x_H + y_H) / . \\ \left\{ dx_H \rightarrow \frac{2}{3b_H} ds_H - \frac{1}{3b_H} ds_F, dx_F \rightarrow \frac{2}{3b_F} ds_H - \frac{1}{3b_F} ds_F, \right. \\ \left. dy_H \rightarrow -\frac{1}{3b_H} ds_H + \frac{2}{3b_H} ds_F, dy_F \rightarrow -\frac{1}{3b_F} ds_H + \frac{2}{3b_F} ds_F \right\}$$

$$\frac{1}{3b_F b_H} (b_H (ds_F - 2ds_H) s_H +$$

$$b_F (ds_F (s_H + b_H (-2x_F - x_H + y_H)) + ds_H (-2s_H + b_H (x_F + 2x_H + y_H))))$$

Burada A<sub>1</sub> ve B<sub>1</sub>;

$$A_1 = \frac{1}{3} \left( -\frac{2S_h}{b_f} - \frac{2S_h}{b_h} + x_f + 2x_h + y_h \right)$$

$$B_1 = \frac{1}{3} \left( \frac{S_h}{b_f} + \frac{S_h}{b_h} - 2x_f - x_h + y_h \right)$$

Simplify[

$$dW_f = -(dy_f + dy_h) S_f + 2b_f dy_f y_f + b_f (dx_f + dy_f) (x_f + y_f) + 2b_h dy_h y_h - \\ ds_f (y_f + y_h) / . \left\{ dx_h \rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, dx_f \rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f, \right. \\ \left. dy_h \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f, dy_f \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f \right\}$$

$$\frac{1}{3b_f b_h} (b_h (-2ds_f + ds_h) S_f + \\ b_f (ds_h (S_f + b_h (x_f - y_f - 2y_h)) + ds_f (-2S_f + b_h (x_f + 2y_f + y_h))))$$

$$C_1 = \frac{1}{3} \left( \frac{S_f}{b_f} + \frac{S_f}{b_h} + x_f - y_f - 2y_h \right)$$

$$D_1 = \frac{1}{3} \left( -\frac{2S_f}{b_f} - \frac{2S_f}{b_h} + x_f + 2y_f + y_h \right)$$

### ***İşbirliği Olmaması Durumundaki Teşvik Miktarları***

$$\text{Solve} \left[ \left\{ \frac{1}{3} \left( -\frac{2S_h}{b_f} - \frac{2S_h}{b_h} + x_f + 2x_h + y_h \right) = 0, \right. \right. \\ \left. \left. \frac{1}{3} \left( -\frac{2S_f}{b_f} - \frac{2S_f}{b_h} + x_f + 2y_f + y_h \right) = 0 \right\}, \{S_h, S_f\} \right] \\ \left\{ \left\{ S_h \rightarrow \frac{b_f b_h (x_f + 2x_h + y_h)}{2(b_f + b_h)}, S_f \rightarrow \frac{b_f b_h (x_f + 2y_f + y_h)}{2(b_f + b_h)} \right\} \right\}$$

### ***Tek Teşvik Politikası Uygulanması Durumunda Teşvik Miktarları***

FullSimplify[

$$A_1 + B_1 + C_1 + D_1 = 0 / . \left\{ A_1 \rightarrow \frac{1}{3} \left( -\frac{2S_h}{b_f} - \frac{2S_h}{b_h} + x_f + 2x_h + y_h \right), \right. \\ B_1 \rightarrow \frac{1}{3} \left( \frac{S_h}{b_f} + \frac{S_h}{b_h} - 2x_f - x_h + y_h \right), C_1 \rightarrow \frac{1}{3} \left( \frac{S_f}{b_f} + \frac{S_f}{b_h} + x_f - y_f - 2y_h \right), \\ \left. D_1 \rightarrow \frac{1}{3} \left( -\frac{2S_f}{b_f} - \frac{2S_f}{b_h} + x_f + 2y_f + y_h \right) \right\} \\ \frac{-b_h (S_f + S_h) + b_f (-S_f - S_h + b_h (x_f + x_h + y_f + y_h))}{b_f b_h} = 0$$

$$\text{Simplify} \left[ \frac{-b_h (s_f + s_h) + b_f (-s_f - s_h + b_h (x_f + x_h + y_f + y_h))}{b_f b_h} = 0 \right]$$

$$\{s_f \rightarrow s, s_h \rightarrow s\}$$

$$s^u \rightarrow \frac{b_f b_h (x_f + x_h + y_f + y_h)}{2 (b_f + b_h)}$$

**EK A.2: Sabit Ücret Karşılığı Teknoloji Transferi Olduğu Durum İçin Mathematica Programı ile Modelleme**

Ters talep ve kâr fonksiyonları şu şekildedir;

$$p_{HL} \rightarrow a_h - b_h (x_{HL} + y_{HL})$$

$$p_{FL} \rightarrow a_f - b_f (x_{FL} + y_{FL})$$

$$\Pi_{HL} == (p_{HL} - c_y + s_h) x_{HL} + (p_{FL} - c_y + s_h) x_{FL}$$

$$\Pi_{FL} == (p_{HL} - c_y + s_f) y_{HL} + (p_{FL} - c_y + s_f) y_{FL}$$

Ters talep fonksiyonları kâr fonksiyonlarında yerine konulur ve kâr fonksiyonlarının üretim düzeylerine göre türevleri alınıp sıfıra eşitlenirse;

$$\partial \Pi_{HL} / \partial x_{HL} = 0 \quad \partial \Pi_{FL} / \partial x_{FL} = 0 \quad \partial \Pi_{FL} / \partial y_{HL} = 0 \quad \partial \Pi_{FL} / \partial y_{FL} = 0$$

$$\text{FullSimplify}[\Pi_{HL} == (p_{HL} - c_y + s_h) x_{HL} + (p_{FL} - c_y + s_h) x_{FL} / . \\ \{p_{HL} \rightarrow a_h - b_h x_{HL} - b_h y_{HL}, p_{FL} \rightarrow a_f - b_f x_{FL} - b_f y_{FL} \\ \}]$$

$$\Pi_{HL} == x_{FL} (a_f - c_y + s_h - b_f (x_{FL} + y_{FL})) + x_{HL} (a_h - c_y + s_h - b_h (x_{HL} + y_{HL}))$$

$$\text{FullSimplify}[\Pi_{FL} == (p_{HL} - c_y + s_f) y_{HL} + (p_{FL} - c_y + s_f) y_{FL} / . \\ \{p_{HL} \rightarrow a_h - b_h x_{HL} - b_h y_{HL}, p_{FL} \rightarrow a_f - b_f x_{FL} - b_f y_{FL} \\ \}]$$

$$\Pi_{FL} == y_{FL} (a_f - c_y + s_f - b_f (x_{FL} + y_{FL})) + y_{HL} (a_h - c_y + s_f - b_h (x_{HL} + y_{HL}))$$

1.Derece Koşullar;

$$D[x_{FL} (a_f - c_y + s_h - b_f (x_{FL} + y_{FL})) + x_{HL} (a_h - c_y + s_h - b_h (x_{HL} + y_{HL})) == 0, x_{HL}]$$

$$a_h - c_y + s_h - b_h x_{HL} - b_h (x_{HL} + y_{HL}) == 0$$

$$D[x_{FL} (a_f - c_y + s_h - b_f (x_{FL} + y_{FL})) + x_{HL} (a_h - c_y + s_h - b_h (x_{HL} + y_{HL})) == 0, x_{FL}]$$

$$a_f - c_y + s_h - b_f x_{FL} - b_f (x_{FL} + y_{FL}) == 0$$

$$D[y_{FL} (a_f - c_y + s_f - b_f (x_{FL} + y_{FL})) + y_{HL} (a_h - c_y + s_f - b_h (x_{HL} + y_{HL})) == 0, y_{HL}]$$

$$a_h - c_y + s_f - b_h y_{HL} - b_h (x_{HL} + y_{HL}) == 0$$

$$D[y_{FL} (a_f - c_y + s_f - b_f (x_{FL} + y_{FL})) + y_{HL} (a_h - c_y + s_f - b_h (x_{HL} + y_{HL})) == 0, y_{FL}]$$

$$a_f - c_y + s_f - b_f y_{FL} - b_f (x_{FL} + y_{FL}) == 0$$

Birinci derece koşullar eşanlı çözümlenerek denge üretim miktarları bulunur;

$$\text{Solve}[\{a_h - c_y + s_h - b_h x_{HL} - b_h (x_{HL} + y_{HL}) == 0, a_f - c_y + s_h - b_f x_{FL} - b_f (x_{FL} + y_{FL}) == 0, \\ a_h - c_y + s_f - b_h y_{HL} - b_h (x_{HL} + y_{HL}) == 0, a_f - c_y + s_f - b_f y_{FL} - b_f (x_{FL} + y_{FL}) == 0\}, \\ \{x_{HL}, x_{FL}, y_{HL}, y_{FL}\}]$$

$$x_{iL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y + s_f - 2s_h}{3b_h} \quad y_{iL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}$$

$$x_{fL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f} \quad y_{fL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f}$$

İkinci derece koşullar;

$$D[a_f x_{fL} - c_y x_{fL} + s_h x_{fL} - b_f x_{fL}^2 + a_h x_{iL} - c_y x_{iL} + s_h x_{iL} - b_h x_{iL}^2 - b_f x_{fL} y_{fL} - b_h x_{iL} y_{iL}, \\ \{x_{iL}, 2\}]$$

$$-2b_h$$

$$D[a_f x_{fL} - c_y x_{fL} + s_h x_{fL} - b_f x_{fL}^2 + a_h x_{iL} - c_y x_{iL} + s_h x_{iL} - b_h x_{iL}^2 - b_f x_{fL} y_{fL} - b_h x_{iL} y_{iL}, \\ \{x_{fL}, 2\}]$$

$$-2b_f$$

$$D[a_f y_{fL} - c_y y_{fL} + s_f y_{fL} - b_f x_{fL} y_{fL} - b_f y_{fL}^2 + a_h y_{iL} - c_y y_{iL} + s_f y_{iL} - b_h x_{iL} y_{iL} - b_h y_{iL}^2, \\ \{y_{iL}, 2\}]$$

$$-2b_h$$

$$D[a_f y_{fL} - c_y y_{fL} + s_f y_{fL} - b_f x_{fL} y_{fL} - b_f y_{fL}^2 + a_h y_{iL} - c_y y_{iL} + s_f y_{iL} - b_h x_{iL} y_{iL} - b_h y_{iL}^2, \\ \{y_{fL}, 2\}]$$

$$-2b_f$$

$b_f, b_h > 0$  olduğundan ikinci derece koşullar sağlanır.

Üretim fonksiyonlarının toplam türevini alarak üretim miktarlarını kapalı formda elde edebiliriz;

$$dx_{iL} = \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f \quad dx_{fL} = \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f$$

$$dy_{iL} = -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f \quad dy_{fL} = -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f$$

Kâr fonksiyonlarının toplam türevi;

$$d\pi_{iL} = (a_f - c_y + s_h - 2b_f x_{fL} - b_f y_{fL}) dx_{fL} + x_{fL} ds_h - b_f x_{fL} dy_{fL} + \\ (a_h - c_y + s_h - 2b_h x_{iL} - b_h y_{iL}) dx_{iL} + x_{iL} ds_h - b_h x_{iL} dy_{iL}$$

$$d\pi_{fL} = (a_f - c_y + s_f - b_f x_{fL} - 2b_f y_{fL}) dy_{fL} + y_{fL} ds_f - b_f y_{fL} dx_{fL} + \\ (a_h - c_y + s_f - b_h x_{iL} - 2b_h y_{iL}) dy_{iL} + y_{iL} ds_f - b_h y_{iL} dx_{iL}$$

Tüketici Artığının Teşvik Miktarlarına Bağlı Olarak Bulunması

$$dCS_{iL} = -D_{iL} dp_{iL} = -(x_{iL} + y_{iL}) d(a_h - b_h (x_{iL} + y_{iL})) = -b_h (x_{iL} + y_{iL}) (dx_{iL} + dy_{iL})$$

$$\text{FullSimplify}\left[ \text{dCS}_{HL} == b_h (x_{HL} + y_{HL}) (dx_{HL} + dy_{HL}) /. \right. \\ \left. \left\{ dx_{HL} \rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, dy_{HL} \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f \right\} \right]$$

$$\text{dCS}_{HL} \rightarrow \frac{1}{3} (ds_f + ds_h) (x_{HL} + y_{HL})$$

$$\text{Simplify}\left[ \text{dCS}_{HL} == \frac{1}{3} (ds_f + ds_h) (x_{HL} + y_{HL}) /. \right.$$

$$\left. \left\{ x_{HL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_{HL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_{FL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, \right. \right. \\ \left. \left. y_{FL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \right\} \right]$$

$$\text{dCS}_{HL} \rightarrow \frac{(ds_f + ds_h) (2a_h - 2c_y + s_f + s_h)}{9b_h}$$

$$\text{dCS}_{FL} = -D_{FL} dp_{FL} = -(x_{FL} + y_{FL}) d(a_f - b_f (x_{FL} + y_{FL})) = b_f (x_{FL} + y_{FL}) (dx_{FL} + dy_{FL})$$

$$\text{FullSimplify}\left[ \text{dCS}_{FL} == b_f (x_{FL} + y_{FL}) (dx_{FL} + dy_{FL}) /. \right.$$

$$\left. \left\{ dx_{FL} \rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f, dy_{FL} \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f \right\} \right]$$

$$\text{dCS}_{FL} \rightarrow \frac{1}{3} (ds_f + ds_h) (x_{FL} + y_{FL})$$

Solve[

$$\text{Simplify}\left[ \text{dCS}_{FL} == \frac{1}{3} (ds_f + ds_h) (x_{FL} + y_{FL}) /. \right.$$

$$\left. \left\{ x_{FL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, y_{FL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \right\}, \text{dCS}_{FL} \right]$$

$$\text{dCS}_{FL} \rightarrow \frac{(ds_f + ds_h) (2a_f - 2c_y + s_f + s_h)}{9b_f}$$

Kâr fonksiyonları;

Simplify[

$$d\pi_{HL} == (a_f - c_y + s_h - 2b_f x_{FL} - b_f y_{FL}) dx_{FL} + x_{FL} ds_h - b_f x_{FL} dy_{FL} +$$

$$(a_h - c_y + s_h - 2b_h x_{HL} - b_h y_{HL}) dx_{HL} + x_{HL} ds_h - b_h x_{HL} dy_{HL} /. \left. \right.$$

$$\left. \left\{ dx_{HL} \rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, dx_{FL} \rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f, dy_{HL} \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f, \right. \right.$$

$$\left. dy_{FL} \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f \right\}$$

$$d\bar{r}_{HL} \rightarrow -\frac{(ds_f - 2ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y + b_f s_h + b_h s_h - b_f b_h y_{fL} - b_f b_h y_{hL})}{3b_f b_h}$$

$$\text{Simplify}\left[d\bar{r}_{HL} = -\frac{(ds_f - 2ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y + b_f s_h + b_h s_h - b_f b_h y_{fL} - b_f b_h y_{hL})}{3b_f b_h}\right] /.$$

$$\left\{ x_{fL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_{fL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_{hL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, \right.$$

$$\left. y_{hL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \right\}$$

$$d\bar{r}_{HL} \rightarrow -\frac{2(ds_f - 2ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y - b_f s_f - b_h s_f + 2b_f s_h + 2b_h s_h)}{9b_f b_h}$$

$$\text{Simplify}\left[ d\bar{r}_{HL} = (a_f - c_y + s_f - b_f x_{fL} - 2b_f y_{fL}) dy_{fL} + y_{fL} ds_f - b_f y_{fL} dx_{fL} + \right.$$

$$\left. (a_h - c_y + s_f - b_h x_{hL} - 2b_h y_{hL}) dy_{hL} + y_{hL} ds_f - b_h y_{hL} dx_{hL} \right] /.$$

$$\left\{ dx_{fL} \rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, dx_{hL} \rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f, dy_{fL} \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f, \right.$$

$$\left. dy_{hL} \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f \right\}$$

$$d\bar{r}_{HL} \rightarrow \frac{1}{3b_f b_h} ((2ds_f - ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y + b_f s_f + b_h s_f - b_f b_h x_{fL} - b_f b_h x_{hL}))$$

$$\text{Simplify}\left[ d\bar{r}_{HL} = \frac{1}{3b_f b_h} ((2ds_f - ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y + b_f s_f + b_h s_f - b_f b_h x_{fL} - b_f b_h x_{hL})) \right] /.$$

$$\left\{ x_{fL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_{fL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_{hL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, \right.$$

$$\left. y_{hL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \right\}$$

$$d\bar{r}_{HL} \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (2(2ds_f - ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y + 2b_f s_f + 2b_h s_f - b_f s_h - b_h s_h))$$

F teknoloji transferi ücreti;

$$F = (1-k) (\bar{r}_{HL} - \bar{r}_h) + k (\bar{r}_f - \bar{r}_{fL})$$

$$\text{Solve}\left[\text{FullSimplify}\left[dF = (1-k) (d\bar{r}_{HL} - d\bar{r}_h) + k (d\bar{r}_f - d\bar{r}_{fL})\right], dF\right]$$

$$dF \rightarrow k d\bar{r}_f - k d\bar{r}_{fL} - d\bar{r}_h + k d\bar{r}_h + d\bar{r}_{HL} - k d\bar{r}_{HL}$$

$$\text{Solve}\left[\text{FullSimplify}\left[dF == k d\pi_F - k d\pi_{FL} - d\pi_h + k d\pi_h + d\pi_{HL} - k d\pi_{HL} /.\right.\right.$$

$$\left. \left\{ d\pi_h \rightarrow \right.\right.$$

$$\frac{1}{9b_f b_h}$$

$$(2(ds_f - 2ds_h)(a_h b_f + a_f b_h - 2b_f c_x - 2b_h c_x + b_f c_y + b_h c_y - b_f s_f - b_h s_f + 2b_f s_h + 2b_h s_h)),$$

$$d\pi_F \rightarrow$$

$$\frac{1}{9b_f b_h}$$

$$(2(2ds_f - ds_h)(a_h b_f + a_f b_h + b_f c_x + b_h c_x - 2b_f c_y - 2b_h c_y + 2b_f s_f + 2b_h s_f - b_f s_h - b_h s_h)),$$

$$d\pi_{FL} \rightarrow$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (2(2ds_f - ds_h)(a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y + 2b_f s_f + 2b_h s_f - b_f s_h - b_h s_h)),$$

$$d\pi_{HL} \rightarrow$$

$$-\frac{1}{9b_f b_h} (2(ds_f - 2ds_h)(a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y - b_f s_f - b_h s_f + 2b_f s_h + 2b_h s_h)) \left. \right\}],$$

$$dF]$$

$$dF \rightarrow \frac{2(b_f + b_h)(c_x - c_y)(-2ds_f + 4k ds_f + 4ds_h - 5k ds_h)}{9b_f b_h}$$

Kâr fonksiyonları ve denge üretim miktarları kullanılarak F maliyetler, teşvik miktarları ve talep parametrelerine bağlı olarak ise şu şekilde bulunur;

$$\text{Simplify}[F = (1-k)(\pi_{HL} - \pi_h) + k(\pi_F - \pi_{FL}) /.$$

$$\{\pi_{HL} \rightarrow (p_{HL} - c_y + s_h)x_{HL} + (p_{FL} - c_y + s_h)x_{FL}, \pi_h \rightarrow (p_h - c_x + s_h)x_h + (p_f - c_x + s_h)x_f, \\ \pi_f \rightarrow (p_h - c_y + s_f)y_h + (p_f - c_y + s_f)y_f, \pi_{FL} \rightarrow (p_{HL} - c_y + s_f)y_{HL} + (p_{FL} - c_y + s_f)y_{FL}\}]$$

$$F = (1-k)(-(-c_x + p_f + s_h)x_f + (-c_y + p_{FL} + s_h)x_{FL} - (-c_x + p_h + s_h)x_h + (-c_y + p_{HL} + s_h)x_{HL} + \\ k((-c_y + p_f + s_f)y_f - (-c_y + p_{FL} + s_f)y_{FL} + (-c_y + p_h + s_f)y_h - (-c_y + p_{HL} + s_f)y_{HL}))$$

$$\text{Simplify}[$$

$$F = (1-k)(-(-c_x + p_f + s_h)x_f + (-c_y + p_{FL} + s_h)x_{FL} - (-c_x + p_h + s_h)x_h + (-c_y + p_{HL} + s_h)x_{HL} + \\ k((-c_y + p_f + s_f)y_f - (-c_y + p_{FL} + s_f)y_{FL} + (-c_y + p_h + s_f)y_h - (-c_y + p_{HL} + s_f)y_{HL}) /.$$

$$\{p_{HL} \rightarrow a_h - b_h x_{HL} - b_h y_{HL}, p_{FL} \rightarrow a_f - b_f x_{FL} - b_f y_{FL}, p_h \rightarrow a_h - b_h x_h - b_h y_h, p_f \rightarrow a_f - b_f x_f - b_f y_f\}]$$

$$F = (1-k)(x_f(-a_f + c_x - s_h + b_f x_f + b_f y_f) + x_{FL}(a_f - c_y + s_h - b_f x_{FL} - b_f y_{FL}) + \\ x_h(-a_h + c_x - s_h + b_h x_h + b_h y_h) + x_{HL}(a_h - c_y + s_h - b_h x_{HL} - b_h y_{HL})) + \\ k(y_f(a_f - c_y + s_f - b_f x_f - b_f y_f) + y_{FL}(-a_f + c_y - s_f + b_f x_{FL} + b_f y_{FL}) + \\ y_h(a_h - c_y + s_f - b_h x_h - b_h y_h) + y_{HL}(-a_h + c_y - s_f + b_h x_{HL} + b_h y_{HL}))$$

Simplify [

$F =$

$$(1-k) (x_f (-a_f + c_x - s_h + b_f x_f + b_f y_f) + x_{fL} (a_f - c_y + s_h - b_f x_{fL} - b_f y_{fL}) + x_h (-a_h + c_x - s_h + b_h x_h + b_h y_h) + x_{hL} (a_h - c_y + s_h - b_h x_{hL} - b_h y_{hL})) + k (y_f (a_f - c_y + s_f - b_f x_f - b_f y_f) + y_{fL} (-a_f + c_y - s_f + b_f x_{fL} + b_f y_{fL}) + y_h (a_h - c_y + s_f - b_h x_h - b_h y_h) + y_{hL} (-a_h + c_y - s_f + b_h x_{hL} + b_h y_{hL})) / .$$

$$\left\{ \begin{aligned} x_{hL} &\rightarrow -\frac{-a_h + c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, & x_{fL} &\rightarrow -\frac{-a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, & y_{hL} &\rightarrow -\frac{-a_h + c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, \\ y_{fL} &\rightarrow -\frac{-a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f}, & x_h &\rightarrow \frac{a_h - 2c_x + c_y - s_f + 2s_h}{3b_h}, & x_f &\rightarrow \frac{a_f - 2c_x + c_y - s_f + 2s_h}{3b_f}, \\ y_h &\rightarrow \frac{a_h + c_x - 2c_y + 2s_f - s_h}{3b_h}, & y_f &\rightarrow \frac{a_f + c_x - 2c_y + 2s_f - s_h}{3b_f} \end{aligned} \right\}$$

$$F = \frac{1}{9b_f b_h} ((c_x - c_y) (-2(-2+k) a_h b_f - 2(-2+k) a_f b_h + (b_f + b_h) ((-4+5k) c_x - 3k c_y - 4s_f + 8k s_f + 8s_h - 10k s_h)))$$

Refah fonksiyonlarının toplam türevini alırsak;

$$dW_{hL} = dCS_{hL} + dI_{hL} - s_h dx_{hL} - x_{hL} ds_h - s_h dx_{fL} - x_{fL} ds_h - dF$$

$$dW_{fL} = dCS_{fL} + dI_{fL} - s_f dy_{fL} - y_{fL} ds_f - s_f dy_{hL} - y_{hL} ds_f + dF$$

Simplify [  $dW_{hL} = dCS_{hL} + dI_{hL} - s_h dx_{hL} - x_{hL} ds_h - s_h dx_{fL} - x_{fL} ds_h - dF / .$

$$\left\{ \begin{aligned} dCS_{hL} &\rightarrow \frac{(ds_f + ds_h) (2a_h - 2c_y + s_f + s_h)}{9b_h}, \\ dI_{hL} &\rightarrow -\frac{2(ds_f - 2ds_h) (a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y - b_f s_f - b_h s_f + 2b_f s_h + 2b_h s_h)}{9b_f b_h} \end{aligned} \right\}$$

$$dW_{hL} \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (-9dF b_f b_h - 2a_f b_h ds_f + 2b_h c_y ds_f + 6a_h b_f ds_h + 4a_f b_h ds_h - 6b_f c_y ds_h - 4b_h c_y ds_h + 3b_f ds_f s_f + 2b_h ds_f s_f - 3b_f ds_h s_f - 4b_h ds_h s_f - 3b_f ds_f s_h - 4b_h ds_f s_h + 9b_f ds_h s_h + 8b_h ds_h s_h - 9b_f b_h dx_{fL} s_h - 9b_f b_h dx_{hL} s_h - 9b_f b_h ds_h x_{fL} - 9b_f b_h ds_h x_{hL}) / .$$

Simplify [

$dW_{hL} =$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (-9dF b_f b_h - 2a_f b_h ds_f + 2b_h c_y ds_f + 6a_h b_f ds_h + 4a_f b_h ds_h - 6b_f c_y ds_h - 4b_h c_y ds_h + 3b_f ds_f s_f + 2b_h ds_f s_f - 3b_f ds_h s_f - 4b_h ds_h s_f - 3b_f ds_f s_h - 4b_h ds_f s_h + 9b_f ds_h s_h + 8b_h ds_h s_h - 9b_f b_h dx_{fL} s_h - 9b_f b_h dx_{hL} s_h - 9b_f b_h ds_h x_{fL} - 9b_f b_h ds_h x_{hL}) / .$$

$$\left\{ \begin{aligned} dx_{hL} &\rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, & dx_{fL} &\rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f, & dy_{hL} &\rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f, \\ dy_{fL} &\rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f \end{aligned} \right\}$$

$$dW_{HL} \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (-9dF b_f b_h - 2a_f b_h ds_f + 2b_h c_y ds_f + 6a_h b_f ds_h + 4a_f b_h ds_h - 6b_f c_y ds_h - 4b_h c_y ds_h + 3b_f ds_f s_f + 2b_h ds_f s_f - 3b_f ds_h s_f - 4b_h ds_h s_f - b_h ds_f s_h + 3b_f ds_h s_h + 2b_h ds_h s_h - 9b_f b_h ds_h x_{fL} - 9b_f b_h ds_h x_{hL})$$

Simplify [

$$dW_{HL} = \frac{1}{9b_f b_h} (-9dF b_f b_h - 2a_f b_h ds_f + 2b_h c_y ds_f + 6a_h b_f ds_h + 4a_f b_h ds_h - 6b_f c_y ds_h - 4b_h c_y ds_h + 3b_f ds_f s_f + 2b_h ds_f s_f - 3b_f ds_h s_f - 4b_h ds_h s_f - b_h ds_f s_h + 3b_f ds_h s_h + 2b_h ds_h s_h - 9b_f b_h ds_h x_{fL} - 9b_f b_h ds_h x_{hL}) /$$

$$\left\{ x_{fL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_{fL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_{hL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, y_{hL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f}, dF \rightarrow \frac{2(b_f + b_h)(c_x - c_y)(-2ds_f + 4k ds_f + 4ds_h - 5k ds_h)}{9b_f b_h} \right\}$$

$$dW_{HL} \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (-2a_f b_h ds_f + 4b_f c_x ds_f - 8k b_f c_x ds_f + 4b_h c_x ds_f - 8k b_h c_x ds_f - 4b_f c_y ds_f + 8k b_f c_y ds_f - 2b_h c_y ds_f + 8k b_h c_y ds_f + 3a_h b_f ds_h + a_f b_h ds_h - 8b_f c_x ds_h + 10k b_f c_x ds_h - 8b_h c_x ds_h + 10k b_h c_x ds_h + 5b_f c_y ds_h - 10k b_f c_y ds_h + 7b_h c_y ds_h - 10k b_h c_y ds_h + 3b_f ds_f s_f + 2b_h ds_f s_f - b_h ds_h s_f - b_h ds_f s_h - 3b_f ds_h s_h - 4b_h ds_h s_h)$$

$$A_2 \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (3a_h b_f + a_f b_h + b_h (2(-4+5k)c_x + 7c_y - 10kc_y - s_f - 4s_h) + b_f (2(-4+5k)c_x + (5-10k)c_y - 3s_h))$$

$$B_2 \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (-2a_f b_h + b_f (-4(-1+2k)(c_x - c_y) + 3s_f) - b_h ((-4+8k)c_x + (2-8k)c_y - 2s_f + s_h))$$

Solve [Simplify [dW\_{FL} = dCS\_{FL} + d\Pi\_{FL} - s\_f dy\_{fL} - y\_{fL} ds\_f - s\_f dy\_{hL} - y\_{hL} ds\_f + dF /

$$\left\{ d\Pi_{FL} \rightarrow \frac{2(2ds_f - ds_h)(a_h b_f + a_f b_h - b_f c_y - b_h c_y + 2b_f s_f + 2b_h s_f - b_f s_h - b_h s_h)}{9b_f b_h}, \right.$$

$$dCS_{FL} \rightarrow \frac{(ds_f + ds_h)(2a_f - 2c_y + s_f + s_h)}{9b_f},$$

$$\left. dF \rightarrow \frac{2(b_f + b_h)(c_x - c_y)(-2ds_f + 4k ds_f + 4ds_h - 5k ds_h)}{9b_f b_h} \right\}, dW_{FL}]$$

$$dW_{FL} \rightarrow \frac{1}{9} \left( \frac{2(b_f + b_h)(c_x - c_y)((-2+4k)ds_f + (4-5k)ds_h)}{b_f b_h} - \frac{9dy_{fL}s_f - 9dy_{hL}s_f + \frac{(ds_f + ds_h)(2a_f - 2c_y + s_f + s_h)}{b_f}}{b_f b_h} + \frac{2(2ds_f - ds_h)(a_h b_f + a_f b_h - (b_f + b_h)(c_y - 2s_f + s_h))}{b_f b_h} - 9ds_f y_{fL} - 9ds_f y_{hL} \right)$$

Simplify [

$$dW_{FL} ==$$

$$\frac{1}{9} \left( \frac{2(b_f + b_h)(c_x - c_y)((-2 + 4k)ds_f + (4 - 5k)ds_h)}{b_f b_h} - 9dy_{FL}sf - 9dy_{HL}sf + \frac{(ds_f + ds_h)(2a_f - 2c_y + s_f + s_h)}{b_f} + \frac{2(2ds_f - ds_h)(a_h b_f + a_f b_h - (b_f + b_h)(c_y - 2s_f + s_h))}{b_f b_h} - 9ds_f y_{FL} - 9ds_f y_{HL} \right) / \left\{ dx_{FL} \rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, dx_{HL} \rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f, dy_{HL} \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f, dy_{FL} \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f \right\}$$

$$dW_{FL} \rightarrow$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (4a_h b_f ds_f + 6a_f b_h ds_f - 4b_f c_x ds_f + 8k b_f c_x ds_f - 4b_h c_x ds_f + 8k b_h c_x ds_f - 8k b_f c_y ds_f - 9b_f b_h 2b_h c_y ds_f - 8k b_h c_y ds_f - 2a_h b_f ds_h + 8b_f c_x ds_h - 10k b_f c_x ds_h + 8b_h c_x ds_h - 10k b_h c_x ds_h - 6b_f c_y ds_h + 10k b_f c_y ds_h - 8b_h c_y ds_h + 10k b_h c_y ds_h + 2b_f ds_f s_f + 3b_h ds_f s_f - b_f ds_h s_f - 4b_f ds_f s_h - 3b_h ds_f s_h + 2b_f ds_h s_h + 3b_h ds_h s_h - 9b_f b_h ds_f y_{FL} - 9b_f b_h ds_f y_{HL})$$

Simplify [

$$dW_{FL} ==$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (4a_h b_f ds_f + 6a_f b_h ds_f - 4b_f c_x ds_f + 8k b_f c_x ds_f - 4b_h c_x ds_f + 8k b_h c_x ds_f - 8k b_f c_y ds_f - 2b_h c_y ds_f - 8k b_h c_y ds_f - 2a_h b_f ds_h + 8b_f c_x ds_h - 10k b_f c_x ds_h + 8b_h c_x ds_h - 10k b_h c_x ds_h - 6b_f c_y ds_h + 10k b_f c_y ds_h - 8b_h c_y ds_h + 10k b_h c_y ds_h + 2b_f ds_f s_f + 3b_h ds_f s_f - b_f ds_h s_f - 4b_f ds_f s_h - 3b_h ds_f s_h + 2b_f ds_h s_h + 3b_h ds_h s_h - 9b_f b_h ds_f y_{FL} - 9b_f b_h ds_f y_{HL}) / \left\{ x_{FL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_{FL} \rightarrow -\frac{-a_h + c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_{HL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, y_{HL} \rightarrow -\frac{-a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f}, dF \rightarrow \frac{2(b_f + b_h)(c_x - c_y)(-2ds_f + 4kds_f + 4ds_h - 5kds_h)}{9b_f b_h} \right\}$$

$$dW_{FL} \rightarrow$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (a_h b_f ds_f + 3a_f b_h ds_f - 4b_f c_x ds_f + 8k b_f c_x ds_f - 4b_h c_x ds_f + 8k b_h c_x ds_f + 3b_f c_y ds_f + 8k b_f c_y ds_f + b_h c_y ds_f - 8k b_h c_y ds_f - 2a_h b_f ds_h + 8b_f c_x ds_h - 10k b_f c_x ds_h + 8b_h c_x ds_h - 10k b_h c_x ds_h - 6b_f c_y ds_h + 10k b_f c_y ds_h - 8b_h c_y ds_h + 10k b_h c_y ds_h - 4b_f ds_f s_f - 3b_h ds_f s_f - b_f ds_h s_f - b_f ds_f s_h + 2b_f ds_h s_h + 3b_h ds_h s_h)$$

$$C_2 \rightarrow$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (-2a_h b_f - b_f (2(-4 + 5k)c_x + 2(3 - 5k)c_y + s_f - 2s_h) + b_h (-2(-4 + 5k)(c_x - c_y) + 3s_h))$$

$$D_2 \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h}$$

$$(a_h b_f + 3a_f b_h + b_h ((-4 + 8k)c_x + (1 - 8k)c_y - 3s_f) + b_f ((-4 + 8k)c_x + 3c_y - 8k c_y - 4s_f - s_h))$$

## İşbirliği Olmadığı Durumda Optimal Teşvik Miktarları

$$A_2 = 0$$

$$D_2 = 0$$

Solve[

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{1}{9b_f b_h} (3a_h b_f + a_f b_h + b_h (2(-4+5k) c_x + 7c_y - 10k c_y - s_f - 4s_h) + \\ & b_f (2(-4+5k) c_x + (5-10k) c_y - 3s_h)) = 0, \\ & \frac{1}{9b_f b_h} (a_h b_f + 3a_f b_h + b_h ((-4+8k) c_x + (1-8k) c_y - 3s_f) + \\ & b_f ((-4+8k) c_x + 3c_y - 8k c_y - 4s_f - s_h)) = 0 \end{aligned} \right\}, \{s_h, s_f\}$$

$$s_h \rightarrow \frac{1}{6(b_f + b_h)^2} (2a_f b_f b_h + 2a_h b_f (3b_f + 2b_h) + (b_f + b_h) ((-10+11k) b_h (c_x - c_y) + 2b_f (2(-4+5k) c_x + 5(1-2k) c_y)))$$

$$s_f = \frac{1}{6(b_f + b_h)^2} (2a_h b_f b_h + 2a_f b_h (2b_f + 3b_h) + (b_f + b_h) ((-2+7k) b_f (c_x - c_y) + 2b_h ((-4+8k) c_x + (1-8k) c_y)))$$

İkinci Derece Koşullar:

D[

$$\frac{1}{9b_f b_h} (3a_h b_f + a_f b_h + b_h (2(-4+5k) c_x + 7c_y - 10k c_y - s_f - 4s_h) + b_f (2(-4+5k) c_x + (5-10k) c_y - 3s_h)), s_h]$$

$$\frac{-3b_f - 4b_h}{9b_f b_h} < 0$$

D[

$$\frac{1}{9b_f b_h} (a_h b_f + 3a_f b_h + b_h ((-4+8k) c_x + (1-8k) c_y - 3s_f) + b_f ((-4+8k) c_x + 3c_y - 8k c_y - 4s_f - s_h)), s_f]$$

$$\frac{-4b_f - 3b_h}{9b_f b_h} < 0$$

Stabilite Koşulu;

$$\partial W_{s_h s_h}^{HL} \partial W_{s_f s_f}^{FL} - \partial W_{s_h s_f}^{HL} \partial W_{s_f s_h}^{FL} > 0$$

D[

$$\frac{1}{9b_f b_h} (3a_h b_f + a_f b_h + b_h (2(-4+5k) c_x + 7c_y - 10k c_y - s_f - 4s_h) + b_f (2(-4+5k) c_x + (5-10k) c_y - 3s_h)), s_f]$$

$$\partial W_{S_h S_f}^{HL} = -\frac{1}{9b_f}$$

$$D\left[\frac{1}{9b_f b_h} (a_h b_f + 3a_f b_h + b_h ((-4+8k) c_x + (1-8k) c_y - 3s_f) + b_f ((-4+8k) c_x + 3c_y - 8k c_y - 4s_f - s_h)), S_h\right]$$

$$\partial W_{S_f S_h}^{FL} = -\frac{1}{9b_h}$$

$$\text{Simplify}\left[\frac{-3b_f - 4b_h}{9b_f b_h} \frac{-4b_f - 3b_h}{9b_f b_h} - \left(-\frac{1}{9b_f}\right) \left(-\frac{1}{9b_h}\right)\right]$$

$$\frac{4(b_f + b_h)^2}{27b_f^2 b_h^2} > 0$$

### Tek Teşvik Miktarı Uygulanması Durumunda Optimum Teşvik Miktarı

$$A_2 + B_2 + C_2 + D_2 = 0$$

$$\text{Simplify}\left[\right.$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (3a_h b_f + a_f b_h + b_h (2(-4+5k) c_x + 7c_y - 10k c_y - s_f - 4s_h) +$$

$$b_f (2(-4+5k) c_x + (5-10k) c_y - 3s_h)) +$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (-2a_f b_h + b_f (-4(-1+2k)(c_x - c_y) + 3s_f) - b_h ((-4+8k) c_x + (2-8k) c_y - 2s_f + s_h)) +$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (-2a_h b_f - b_f (2(-4+5k) c_x + 2(3-5k) c_y + s_f - 2s_h) +$$

$$b_h (-2(-4+5k)(c_x - c_y) + 3s_h)) +$$

$$\frac{1}{9b_f b_h} (a_h b_f + 3a_f b_h + b_h ((-4+8k) c_x + (1-8k) c_y - 3s_f) +$$

$$b_f ((-4+8k) c_x + 3c_y - 8k c_y - 4s_f - s_h))\left.] \right.$$

$$\frac{2(a_h b_f + a_f b_h - (b_f + b_h)(c_y + s_f + s_h))}{9b_f b_h}$$

$$\text{Simplify}\left[\frac{2(a_h b_f + a_f b_h - (b_f + b_h)(c_y + s_f + s_h))}{9b_f b_h} \right. / \cdot \{S_h \rightarrow S, S_f \rightarrow S\}\left.] \right.$$

$$S_L^H \rightarrow \frac{1}{2} \left( \frac{a_h b_f + a_f b_h}{b_f + b_h} - c_y \right)$$

### Teşvik Miktarlarının Optimal Üretim Düzeylerine Bağlı Bulunması

1. derece koşullar üretim miktarlarına bağlı olarak çözülürse;

$$\partial \Pi_{HL} / \partial x_{HL} = 0 \quad \partial \Pi_{FL} / \partial x_{FL} = 0 \quad \partial \Pi_{FL} / \partial y_{HL} = 0 \quad \partial \Pi_{FL} / \partial y_{FL} = 0$$

$$b_h x_{HL} = (p_{HL} - c_y + s_h)$$

$$b_f x_{FL} = (p_{FL} - c_y + s_h)$$

$$b_h y_{HL} = (p_L - c_y + s_F) \quad b_f y_{FL} = (p_F L - c_y + s_F)$$

Bulduğumuz 1. derece koşullar kâr fonksiyonlarında yerine yazılırsa;

$$b_f x_{FL}^2 + b_h x_{HL}^2 = I_{HL} \quad b_f y_{FL}^2 + b_h y_{HL}^2 = I_{FL}$$

Toplam türev alınırsa;

$$dI_{HL} = 2b_h x_{HL} dx_{HL} + 2b_f x_{FL} dx_{FL}$$

$$dI_{FL} = 2b_h y_{HL} dy_{HL} + 2b_f y_{FL} dy_{FL}$$

Tüketici artığı;

$$dCS_{HL} = b_h D_{HL} dI_{HL} = b_h (x_{HL} + y_{HL}) (dx_{HL} + dy_{HL})$$

$$dCS_{FL} = b_f D_{FL} dI_{FL} = b_f (x_{FL} + y_{FL}) (dx_{FL} + dy_{FL})$$

F değerinin bulunması;

$$F = (1-k) (I_{HL} - I_h) + k (I_f - I_{FL})$$

$$\text{Solve[FullSimplify[dF == (1-k) (dI_{HL} - dI_h) + k (dI_f - dI_{FL})], dF]$$

$$dF \rightarrow k dI_f - k dI_{FL} - dI_h + k dI_h + dI_{HL} - k dI_{HL}$$

$$\text{Simplify}[dF == k dI_f - k dI_{FL} - dI_h + k dI_h + dI_{HL} - k dI_{HL} / .$$

$$\{dI_h \rightarrow 2b_h x_h dx_h + 2b_f x_f dx_f, dI_f \rightarrow 2b_h y_h dy_h + 2b_f y_f dy_f,$$

$$dI_{HL} \rightarrow 2b_h x_{HL} dx_{HL} + 2b_f x_{FL} dx_{FL}, dI_{FL} \rightarrow 2b_h y_{HL} dy_{HL} + 2b_f y_{FL} dy_{FL}\}$$

$$dF = 2b_f ((-1+k) dx_f x_f - (-1+k) dx_{FL} x_{FL} + k (dy_f y_f - dy_{FL} y_{FL})) +$$

$$2b_h ((-1+k) dx_h x_h - (-1+k) dx_{HL} x_{HL} + k (dy_h y_h - dy_{HL} y_{HL}))$$

Refah fonksiyonları

$$dW_{HL} = dCS_{HL} + dI_{HL} - s_h dx_{HL} - x_{HL} ds_h - s_h dx_{FL} - x_{FL} ds_h - dF$$

$$dW_{FL} = dCS_{FL} + dI_{FL} - s_f dy_{FL} - y_{FL} ds_f - s_f dy_{HL} - y_{HL} ds_f + dF$$

Simplify[

$$dW_{HL} = dCS_{HL} + dI_{HL} - s_h dx_{HL} - x_{HL} ds_h - s_h dx_{FL} - x_{FL} ds_h - dF / .$$

$$\{dCS_{HL} \rightarrow b_h (x_{HL} + y_{HL}) (dx_{HL} + dy_{HL}),$$

$$dF \rightarrow 2b_f ((-1+k) dx_f x_f - (-1+k) dx_{FL} x_{FL} + k (dy_f y_f - dy_{FL} y_{FL})) +$$

$$2b_h ((-1+k) dx_h x_h - (-1+k) dx_{HL} x_{HL} + k (dy_h y_h - dy_{HL} y_{HL})),$$

$$dI_{HL} \rightarrow 2b_h x_{HL} dx_{HL} + 2b_f x_{FL} dx_{FL}\}$$

$$-dx_{FL} s_h - dx_{HL} s_h - ds_h x_{FL} + 2b_f dx_{FL} x_{FL} - ds_h x_{HL} + 2b_h dx_{HL} x_{HL} -$$

$$2b_f ((-1+k) dx_f x_f - (-1+k) dx_{FL} x_{FL} + k (dy_f y_f - dy_{FL} y_{FL})) +$$

$$b_h (dx_{HL} + dy_{HL}) (x_{HL} + y_{HL}) - 2b_h ((-1+k) dx_h x_h - (-1+k) dx_{HL} x_{HL} + k (dy_h y_h - dy_{HL} y_{HL}))$$

Simplify[

$$\begin{aligned}
& -dx_{FL} s_h - dx_{HL} s_h - ds_h x_{FL} + 2b_f dx_{FL} x_{FL} - ds_h x_{HL} + 2b_h dx_{HL} x_{HL} - \\
& 2b_f ((-1+k) dx_f x_f - (-1+k) dx_{FL} x_{FL} + k (dy_f y_f - dy_{FL} y_{FL})) + b_h (dx_{HL} + dy_{HL}) (x_{HL} + y_{HL}) - \\
& 2b_h ((-1+k) dx_h x_h - (-1+k) dx_{HL} x_{HL} + k (dy_h y_h - dy_{HL} y_{HL})) / . \\
& \left\{ dx_{HL} \rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, dx_{FL} \rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f, dy_{HL} \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f, \right. \\
& dy_{FL} \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f, dx_h \rightarrow \frac{2}{3b_h} ds_h - \frac{1}{3b_h} ds_f, dx_f \rightarrow \frac{2}{3b_f} ds_h - \frac{1}{3b_f} ds_f, \\
& \left. dy_h \rightarrow -\frac{1}{3b_h} ds_h + \frac{2}{3b_h} ds_f, dy_f \rightarrow -\frac{1}{3b_f} ds_h + \frac{2}{3b_f} ds_f \right\}
\end{aligned}$$

$$\frac{1}{3b_f b_h}$$

$$\begin{aligned}
& (b_h (ds_f - 2ds_h) s_h + b_f (ds_h (-2s_h + b_h (-4(-1+k) x_f + (-3+4k) x_{FL} + 4x_h - 4k x_h - 2x_{HL} + \\
& 4k x_{HL} + 2k y_f - 2k y_{FL} + 2k y_h + y_{HL} - 2k y_{HL})) + ds_f (s_h + b_h (2(-1+k) x_f - \\
& 2k x_{FL} - 2x_h + 2k x_h + x_{HL} - 2k x_{HL} - 4k y_f + 4k y_{FL} - 4k y_h + y_{HL} + 4k y_{HL})))
\end{aligned}$$

$$A = \frac{-2b_h s_h + b_f (-2s_h + b_h (-4(-1+k) x_f + (-3+4k) x_{FL} + 4x_h - 2x_{HL} + 2k (-2x_h + 2x_{HL} + y_f - y_{FL} + y_h - y_{HL}) + y_{HL}))}{3b_f b_h}$$

$$B = \frac{b_h s_h + b_f (s_h + b_h (2(-1+k) x_f - 2x_h + x_{HL} - 2k (x_{FL} - x_h + x_{HL} + 2(y_f - y_{FL} + y_h - y_{HL})) + y_{HL}))}{3b_f b_h}$$

Simplify[

$$dW_{HL} = dCS_{FL} + dU_{FL} - s_f dy_{FL} - y_{FL} ds_f - s_f dy_{HL} - y_{HL} ds_f + dF / .$$

$$\{dCS_{FL} \rightarrow b_f (x_{FL} + y_{FL}) (dx_{FL} + dy_{FL}),$$

$$dF \rightarrow 2b_f ((-1+k) dx_f x_f - (-1+k) dx_{FL} x_{FL} + k (dy_f y_f - dy_{FL} y_{FL})) +$$

$$2b_h ((-1+k) dx_h x_h - (-1+k) dx_{HL} x_{HL} + k (dy_h y_h - dy_{HL} y_{HL})),$$

$$dU_{FL} \rightarrow 2b_h y_{HL} dy_{HL} + 2b_f y_{FL} dy_{FL} \}$$

$$\begin{aligned}
& -dy_{FL} s_f - dy_{HL} s_f - ds_f y_{FL} + 2b_f dy_{FL} y_{FL} + b_f (dx_{FL} + dy_{FL}) (x_{FL} + y_{FL}) + \\
& 2b_f ((-1+k) dx_f x_f - (-1+k) dx_{FL} x_{FL} + k (dy_f y_f - dy_{FL} y_{FL})) - ds_f y_{HL} + \\
& 2b_h dy_{HL} y_{HL} + 2b_h ((-1+k) dx_h x_h - (-1+k) dx_{HL} x_{HL} + k (dy_h y_h - dy_{HL} y_{HL}))
\end{aligned}$$

Simplify [

$$\begin{aligned}
 & -dy_{FL} s_F - dy_{HL} s_F - ds_F y_{FL} + 2b_F dy_{FL} y_{FL} + b_F (dx_{FL} + dy_{FL}) (x_{FL} + y_{FL}) + \\
 & 2b_F ((-1+k) dx_F x_F - (-1+k) dx_{FL} x_{FL} + k (dy_F y_F - dy_{FL} y_{FL})) - ds_F y_{HL} + 2b_H dy_{HL} y_{HL} + \\
 & 2b_H ((-1+k) dx_H x_H - (-1+k) dx_{HL} x_{HL} + k (dy_H y_H - dy_{HL} y_{HL})) / . \\
 & \left\{ dx_{FL} \rightarrow \frac{2}{3b_H} ds_H - \frac{1}{3b_H} ds_F, dx_{FL} \rightarrow \frac{2}{3b_F} ds_H - \frac{1}{3b_F} ds_F, dy_{HL} \rightarrow -\frac{1}{3b_H} ds_H + \frac{2}{3b_H} ds_F, \right. \\
 & dy_{FL} \rightarrow -\frac{1}{3b_F} ds_H + \frac{2}{3b_F} ds_F, dx_H \rightarrow \frac{2}{3b_H} ds_H - \frac{1}{3b_H} ds_F, dx_F \rightarrow \frac{2}{3b_F} ds_H - \frac{1}{3b_F} ds_F, \\
 & \left. dy_H \rightarrow -\frac{1}{3b_H} ds_H + \frac{2}{3b_H} ds_F, dy_F \rightarrow -\frac{1}{3b_F} ds_H + \frac{2}{3b_F} ds_F \right\}
 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{3b_F b_H}$$

$$\begin{aligned}
 & (b_H (-2ds_F + ds_H) s_F + b_F (ds_F (-2s_F + b_H (-2(-1+k) x_F + (-1+2k) x_{FL} + 2x_H - 2kx_H - 2x_{HL} + \\
 & 2kx_{HL} + 4ky_F + 2y_{FL} - 4ky_{FL} + 4ky_H + y_{HL} - 4ky_{HL})) + \\
 & ds_H (s_F + b_H (4(-1+k) x_F + 5x_{FL} - 4kx_{FL} - 4x_H + 4kx_H + 4x_{HL} - 4kx_{HL} - \\
 & 2ky_F - y_{FL} + 2ky_{FL} - 2ky_H - 2y_{HL} + 2ky_{HL})))
 \end{aligned}$$

$$C = \frac{b_H s_F + b_F (s_F + b_H (4(-1+k) x_F + (5-4k) x_{FL} - 4x_H + 4x_{HL} - y_{FL} - 2y_{HL} + 2k(2x_H - 2x_{HL} - y_F + y_{FL} - y_H + y_{HL})))}{3b_F b_H}$$

$$D = \frac{-2b_H s_F + b_F (-2s_F + b_H (-2(-1+k) x_F + (-1+2k) x_{FL} + 2(x_H - x_{HL} + y_{HL})) + 2k(-x_H + x_{HL} + 2(y_F - y_{FL} + y_H - y_{HL})) + y_{HL})}{3b_F b_H}$$

### İşbirliği Olmadığı Durumdaki Teşvik Miktarları

Solve [

$$\left\{ \frac{1}{3b_F b_H} \right.$$

$$(-2b_H s_H +$$

$$b_F$$

$$(-2s_H + b_H (-4(-1+k) x_F + (-3+4k) x_{FL} + 4x_H - 2x_{HL} + 2k(-2x_H + 2x_{HL} + y_F - y_{FL} + y_H - y_{HL}) + y_{HL})) = 0,$$

$$\frac{1}{3b_F b_H}$$

$$(-2b_H s_F +$$

$$b_F$$

$$(-2s_F + b_H (-2(-1+k) x_F + (-1+2k) x_{FL} + 2(x_H - x_{HL} + y_{HL})) + 2k(-x_H + x_{HL} + 2(y_F - y_{FL} + y_H - y_{HL})) + y_{HL})) = 0, \{s_H, s_F\}$$

$$s_H \rightarrow -\frac{b_F b_H (4(-1+k) x_F + (3-4k) x_{FL} + 2(2(-1+k) x_H + x_{HL} - k(2x_{HL} + y_F - y_{FL} + y_H)) + (-1+2k) y_{HL})}{2(b_F + b_H)}$$

$$S_f \rightarrow \frac{b_f b_h (-2(-1+k) x_f + (-1+2k) x_{fL} + 2(x_h - x_{hL} + y_{fL}) + 2k(-x_h + x_{hL} + 2(y_f - y_{fL} + y_h - y_{hL}) + y_{fL}))}{2(b_f + b_h)}$$

### **Tek Teşvik Miktarı Politikası Uygulanması**

$$\begin{aligned} & \text{Simplify} \left[ \left( \frac{1}{3b_f b_h} \right. \right. \\ & \quad \left. \left. \begin{aligned} & (-2b_h s_h + \\ & \quad b_f \\ & \quad (-2s_h + b_h (-4(-1+k) x_f + (-3+4k) x_{fL} + 4x_h - 2x_{hL} + 2k(-2x_h + 2x_{hL} + y_f - y_{fL} + y_h - y_{hL}) + \\ & \quad y_{fL}))) \end{aligned} \right) + \right. \\ & \quad \left. \left( \frac{1}{3b_f b_h} \right. \right. \\ & \quad \left. \left. \begin{aligned} & (b_h s_h + b_f (s_h + b_h (2(-1+k) x_f - 2x_h + x_{hL} - 2k(x_{fL} - x_h + x_{hL} + 2(y_f - y_{fL} + y_h - y_{hL}) + y_{fL}))) \end{aligned} \right) + \right. \\ & \quad \left. \left( \frac{1}{3b_f b_h} \right. \right. \\ & \quad \left. \left. \begin{aligned} & (b_h s_f + \\ & \quad b_f \\ & \quad (s_f + b_h (4(-1+k) x_f + (5-4k) x_{fL} - 4x_h + 4x_{hL} - y_{fL} - 2y_{hL} + \\ & \quad 2k(2x_h - 2x_{hL} - y_f + y_{fL} - y_h + y_{hL}))) \end{aligned} \right) + \right. \\ & \quad \left. \left( \frac{1}{3b_f b_h} \right. \right. \\ & \quad \left. \left. \begin{aligned} & (-2b_h s_f + \\ & \quad b_f \\ & \quad (-2s_f + b_h (-2(-1+k) x_f + (-1+2k) x_{fL} + 2(x_h - x_{hL} + y_{fL}) + \\ & \quad 2k(-x_h + x_{hL} + 2(y_f - y_{fL} + y_h - y_{hL}) + y_{fL}))) \end{aligned} \right) \right] \\ & \quad \frac{-b_h (s_f + s_h) + b_f (-s_f - s_h + b_h (x_{fL} + x_{hL} + y_{fL} + y_{hL}))}{3b_f b_h} \\ & \text{Simplify} \left[ \frac{-b_h (s_f + s_h) + b_f (-s_f - s_h + b_h (x_{fL} + x_{hL} + y_{fL} + y_{hL}))}{3b_f b_h} = 0 \text{ / } \{s_h \rightarrow s, s_f \rightarrow s\} \right] \\ & S_L^\mu \rightarrow \frac{b_f b_h (x_{fL} + x_{hL} + y_{fL} + y_{hL})}{2(b_f + b_h)} \end{aligned}$$

**EK A.3: Üretim Miktarına Bağlı Teknoloji Transferi Ücreti Olduğu Durum İçin Mathematica Programı ile Modelleme**

Ters talep ve kâr fonksiyonları;

$$p_{nr} \rightarrow a_n - b_n (x_{nr} + Y_{nr}) \quad p_{fr} \rightarrow a_f - b_f (x_{fr} + Y_{fr})$$

$$\Pi_{nr} == (p_{nr} - c_y - r + s_h) x_{nr} + (p_{fr} - c_y - r + s_h) x_{fr}$$

$$\Pi_{fr} == (p_{nr} - c_y + s_f) Y_{nr} + (p_{fr} - c_y + s_f) Y_{fr} + r (x_{nr} + x_{fr})$$

1. derece koşullar;

$$\partial \Pi_{nr} / \partial x_{nr} = 0 \quad \partial \Pi_{fr} / \partial x_{fr} = 0 \quad \partial \Pi_{fr} / \partial Y_{nr} = 0 \quad \partial \Pi_{fr} / \partial Y_{fr} = 0$$

$$\text{Solve}[\text{Simplify}[\Pi_{nr} == (p_{nr} - c_y + s_h) x_{nr} + (p_{fr} - c_y + s_h) x_{fr} - r (x_{nr} + x_{fr}) / .$$

$$\{p_{nr} \rightarrow a_n - b_n (x_{nr} + Y_{nr}), p_{fr} \rightarrow a_f - b_f (x_{fr} + Y_{fr})\}, \Pi_{nr}]$$

$$\Pi_{nr} \rightarrow -r x_{fr} + a_f x_{fr} - c_y x_{fr} + s_h x_{fr} - b_f x_{fr}^2 - r x_{nr} + a_n x_{nr} - c_y x_{nr} + s_h x_{nr} - b_n x_{nr}^2 - b_f x_{fr} Y_{nr} - b_n x_{nr} Y_{nr}$$

$$\text{Solve}[\text{Simplify}[\Pi_{fr} == (p_{nr} - c_y + s_f) Y_{nr} + (p_{fr} - c_y + s_f) Y_{fr} + r (x_{nr} + x_{fr}) / .$$

$$\{p_{nr} \rightarrow a_n - b_n (x_{nr} + Y_{nr}), p_{fr} \rightarrow a_f - b_f (x_{fr} + Y_{fr})\}, \Pi_{fr}]$$

$$\Pi_{fr} \rightarrow r x_{fr} + r x_{nr} + a_f Y_{nr} - c_y Y_{nr} + s_f Y_{nr} - b_f x_{fr} Y_{nr} - b_f Y_{nr}^2 + a_n Y_{nr} - c_y Y_{nr} + s_f Y_{nr} - b_n x_{nr} Y_{nr} - b_n Y_{nr}^2$$

$$D[\Pi_{nr} == -r x_{fr} + a_f x_{fr} - c_y x_{fr} + s_h x_{fr} - b_f x_{fr}^2 - r x_{nr} + a_n x_{nr} - c_y x_{nr} + s_h x_{nr} - b_n x_{nr}^2 - b_f x_{fr} Y_{nr} - b_n x_{nr} Y_{nr}, x_{nr}]$$

$$0 == -r + a_n - c_y + s_h - 2b_n x_{nr} - b_n Y_{nr}$$

$$D[\Pi_{nr} == -r x_{fr} + a_f x_{fr} - c_y x_{fr} + s_h x_{fr} - b_f x_{fr}^2 - r x_{nr} + a_n x_{nr} - c_y x_{nr} + s_h x_{nr} - b_n x_{nr}^2 - b_f x_{fr} Y_{nr} - b_n x_{nr} Y_{nr}, x_{fr}]$$

$$0 == -r + a_f - c_y + s_h - 2b_f x_{fr} - b_f Y_{nr}$$

$$D[\Pi_{fr} == r x_{fr} + r x_{nr} + a_f Y_{nr} - c_y Y_{nr} + s_f Y_{nr} - b_f x_{fr} Y_{nr} - b_f Y_{nr}^2 + a_n Y_{nr} - c_y Y_{nr} + s_f Y_{nr} - b_n x_{nr} Y_{nr} - b_n Y_{nr}^2, Y_{nr}]$$

$$0 == a_n - c_y + s_f - b_n x_{nr} - 2b_n Y_{nr}$$

$$D[\Pi_{fr} == r x_{fr} + r x_{nr} + a_f Y_{nr} - c_y Y_{nr} + s_f Y_{nr} - b_f x_{fr} Y_{nr} - b_f Y_{nr}^2 + a_n Y_{nr} - c_y Y_{nr} + s_f Y_{nr} - b_n x_{nr} Y_{nr} - b_n Y_{nr}^2, Y_{fr}]$$

$$0 == a_f - c_y + s_f - b_f x_{fr} - 2b_f Y_{fr}$$

$$\text{Solve}[\{0 == -r + a_n - c_y + s_h - 2b_n x_{nr} - b_n Y_{nr}, 0 == -r + a_f - c_y + s_h - 2b_f x_{fr} - b_f Y_{fr},$$

$$0 == a_n - c_y + s_f - b_n x_{nr} - 2b_n Y_{nr}, 0 == a_f - c_y + s_f - b_f x_{fr} - 2b_f Y_{fr}\}, \{x_{nr}, x_{fr}, Y_{nr}, Y_{fr}\}]$$

$$x_{nr} \rightarrow -\frac{2r - a_n + c_y + s_f - 2s_h}{3b_n} \quad Y_{nr} \rightarrow -\frac{-r - a_n + c_y - 2s_f + s_h}{3b_n}$$

$$x_{fr} \rightarrow -\frac{2r - a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f} \quad Y_{fr} \rightarrow -\frac{-r - a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f}$$

İkinci derece koşullar;

$$-2b_h$$

$$D[-rx_{fr} + a_f x_{fr} - c_y x_{fr} + s_h x_{fr} - b_f x_{fr}^2 - rx_{ir} + a_h x_{ir} - c_y x_{ir} + s_h x_{ir} - b_h x_{ir}^2 - b_f x_{fr} y_{fr} - b_h x_{ir} y_{ir}, \{x_{fr}, 2\}]$$

$$-2b_f$$

$$D[rx_{fr} + rx_{ir} + a_f y_{fr} - c_y y_{fr} + s_f y_{fr} - b_f x_{fr} y_{fr} - b_f y_{fr}^2 + a_h y_{ir} - c_y y_{ir} + s_f y_{ir} - b_h x_{ir} y_{ir} - b_h y_{ir}^2, \{y_{ir}, 2\}]$$

$$-2b_h$$

$$D[rx_{fr} + rx_{ir} + a_f y_{fr} - c_y y_{fr} + s_f y_{fr} - b_f x_{fr} y_{fr} - b_f y_{fr}^2 + a_h y_{ir} - c_y y_{ir} + s_f y_{ir} - b_h x_{ir} y_{ir} - b_h y_{ir}^2, \{y_{fr}, 2\}]$$

$$-2b_f$$

*r* değerinin bulunması

FullSimplify[

$$\Pi_{fr} \rightarrow rx_{fr} + rx_{ir} + a_f y_{fr} - c_y y_{fr} + s_f y_{fr} - b_f x_{fr} y_{fr} - b_f y_{fr}^2 + a_h y_{ir} - c_y y_{ir} + s_f y_{ir} - b_h x_{ir} y_{ir} - b_h y_{ir}^2 / \left\{ x_{ir} \rightarrow -\frac{2r - a_h + c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_{ir} \rightarrow -\frac{-r - a_h + c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_{fr} \rightarrow -\frac{2r - a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, y_{fr} \rightarrow -\frac{-r - a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f} \right\}$$

$$\Pi_{fr} \rightarrow \frac{1}{9b_f b_h} (b_h (-5r^2 + a_f^2 + c_y^2 + s_f (r + 4s_f) + a_f (5r - 2c_y + 4s_f - 2s_h) + 4(r - s_f) s_h + s_h^2 + c_y (-5r - 4s_f + 2s_h)) + b_f (-5r^2 + a_h^2 + c_y^2 + s_f (r + 4s_f) + a_h (5r - 2c_y + 4s_f - 2s_h) + 4(r - s_f) s_h + s_h^2 + c_y (-5r - 4s_f + 2s_h)))$$

D[

$$\Pi_{fr} ==$$

$$\frac{1}{9b_f b_h}$$

$$(b_h (-5r^2 + a_f^2 + c_y^2 + s_f (r + 4s_f) + a_f (5r - 2c_y + 4s_f - 2s_h) + 4(r - s_f) s_h + s_h^2 + c_y (-5r - 4s_f + 2s_h)) + b_f (-5r^2 + a_h^2 + c_y^2 + s_f (r + 4s_f) + a_h (5r - 2c_y + 4s_f - 2s_h) + 4(r - s_f) s_h + s_h^2 + c_y (-5r - 4s_f + 2s_h))), r]$$

$$0 == \frac{1}{9b_f b_h} (b_h (-10r + 5a_f - 5c_y + s_f + 4s_h) + b_f (-10r + 5a_h - 5c_y + s_f + 4s_h))$$

$$\text{Solve}\left[0 == \frac{1}{9b_f b_h} (b_h (-10r + 5a_f - 5c_y + s_f + 4s_h) + b_f (-10r + 5a_h - 5c_y + s_f + 4s_h)), r\right]$$

$$r \rightarrow \frac{5a_h b_f + 5a_f b_h - (b_f + b_h) (5c_y - s_f - 4s_h)}{10(b_f + b_h)}$$

Tüketici artığı;

$$\text{Simplify} \left[ CS_{nr} \rightarrow \frac{(a_n - p_{nr})^2}{2b_n} \text{ /. } p_{nr} \rightarrow a_n - b_n (x_{nr} + y_{nr}) \right]$$

$$CS_{nr} \rightarrow \frac{1}{2} b_n (x_{nr} + y_{nr})^2$$

$$\text{Simplify} \left[ CS_{fr} \rightarrow \frac{(a_f - p_{fr})^2}{2b_f} \text{ /. } p_{fr} \rightarrow a_f - b_f (x_{fr} + y_{fr}) \right]$$

$$CS_{fr} \rightarrow \frac{1}{2} b_f (x_{fr} + y_{fr})^2$$

Refahlar;

$$\text{Simplify} \left[ W_{nr} \rightarrow CS_{nr} + \Pi_{nr} - s_n (x_{nr} + x_{fr}) \text{ /.} \right.$$

$$\left. \left\{ CS_{nr} \rightarrow \frac{1}{2} b_n (x_{nr} + y_{nr})^2, \right. \right.$$

$$\left. \left. \begin{aligned} \Pi_{nr} \rightarrow & -rx_{fr} + a_f x_{fr} - c_y x_{fr} + s_n x_{fr} - b_f x_{fr}^2 - rx_{nr} + a_n x_{nr} - c_y x_{nr} + s_n x_{nr} - b_n x_{nr}^2 - \\ & b_f x_{fr} y_{fr} - b_n x_{nr} y_{nr} \end{aligned} \right\} \right]$$

$$W_{nr} \rightarrow \frac{1}{2} (-2b_f x_{fr}^2 - 2(r - a_n + c_y) x_{nr} - b_n x_{nr}^2 - 2x_{fr} (r - a_f + c_y + b_f y_{fr}) + b_n y_{nr}^2)$$

$$\text{Simplify} \left[ W_{nr} \rightarrow \frac{1}{2} (-2b_f x_{fr}^2 - 2(r - a_n + c_y) x_{nr} - b_n x_{nr}^2 - 2x_{fr} (r - a_f + c_y + b_f y_{fr}) + b_n y_{nr}^2) \text{ /.} \right.$$

$$\left. \left\{ x_{nr} \rightarrow -\frac{2r - a_n + c_y + s_f - 2s_n}{3b_n}, y_{nr} \rightarrow -\frac{-r - a_n + c_y - 2s_f + s_n}{3b_n}, x_{fr} \rightarrow -\frac{2r - a_f + c_y + s_f - 2s_n}{3b_f}, \right. \right.$$

$$\left. \left. \left. \begin{aligned} y_{fr} \rightarrow & -\frac{-r - a_f + c_y - 2s_f + s_n}{3b_f}, r \rightarrow \frac{5a_n b_f + 5a_f b_n - (b_f + b_n) (5c_y - s_f - 4s_n)}{10(b_f + b_n)} \end{aligned} \right\} \right]$$

$$W_{nr} \rightarrow \frac{1}{1800 b_f b_n (b_f + b_n)^2} (25 a_f^2 b_f b_n (8 b_f + 9 b_n) + 25 a_n^2 b_f (9 b_f^2 + 32 b_f b_n + 24 b_n^2) -$$

$$10 a_n b_f (5 a_f b_n (11 b_f + 12 b_n) + 3 (3 b_f^2 + 7 b_f b_n + 4 b_n^2) (5 c_y - 3 s_f - 2 s_n)) +$$

$$30 a_f b_f b_n (b_f + b_n) (5 c_y - 3 s_f - 2 s_n) +$$

$$9 (b_f + b_n)^2 (16 b_n (2 s_f^2 + s_f s_n - 3 s_n^2) + b_f (25 c_y^2 + 41 s_f^2 + 28 s_f s_n - 44 s_n^2 - 10 c_y (3 s_f + 2 s_n))))$$

$$\text{Simplify} \left[ W_{fr} \rightarrow CS_{fr} + \Pi_{fr} - s_f (y_{nr} + y_{fr}) \text{ /.} \right.$$

$$\left. \left\{ CS_{fr} \rightarrow \frac{1}{2} b_f (x_{fr} + y_{fr})^2, \right. \right.$$

$$\left. \left. \left. \begin{aligned} \Pi_{fr} \rightarrow & rx_{fr} + rx_{nr} + a_f y_{fr} - c_y y_{fr} + s_f y_{fr} - b_f x_{fr} y_{fr} - b_f y_{fr}^2 + a_n y_{nr} - c_y y_{nr} + s_f y_{nr} - \\ & b_n x_{nr} y_{nr} - b_n y_{nr}^2 \end{aligned} \right\} \right]$$

$$W_{fr} \rightarrow rx_{fr} + \frac{1}{2} b_f x_{fr}^2 + a_f y_{fr} - c_y y_{fr} - \frac{1}{2} b_f y_{fr}^2 + a_n y_{nr} - c_y y_{nr} - b_n y_{nr}^2 + x_{nr} (r - b_n y_{nr})$$

$$\text{Simplify} \left[ W_{fr} \rightarrow rx_{fr} + \frac{1}{2} b_f x_{fr}^2 + a_f y_{fr} - c_y y_{fr} - \frac{1}{2} b_f y_{fr}^2 + a_h y_{hr} - c_y y_{hr} - b_h y_{hr}^2 + x_{hr} (r - b_h y_{hr}) \right] /.$$

$$\left\{ x_{hr} \rightarrow -\frac{2r - a_h + c_y + s_f - 2s_h}{3b_h}, y_{hr} \rightarrow -\frac{-r - a_h + c_y - 2s_f + s_h}{3b_h}, x_{fr} \rightarrow -\frac{2r - a_f + c_y + s_f - 2s_h}{3b_f}, \right. \\ \left. y_{fr} \rightarrow -\frac{-r - a_f + c_y - 2s_f + s_h}{3b_f}, r \rightarrow \frac{5a_h b_f + 5a_f b_h - (b_f + b_h) (5c_y - s_f - 4s_h)}{10(b_f + b_h)} \right\}$$

$$W_{fr} \rightarrow \frac{1}{1800 b_f b_h (b_f + b_h)^2} (25 a_h^2 b_f (18 b_f^2 + 27 b_f b_h + 8 b_h^2) + 25 a_f^2 b_h (24 b_f^2 + 50 b_f b_h + 27 b_h^2) - \\ 30 a_f b_h (b_f + b_h) (2 b_f (25 c_y - 6 s_f - 4 s_h) + 3 b_h (15 c_y - 3 s_f - 2 s_h)) + 9 (b_f + b_h)^2 \\ (10 b_f (5 c_y^2 - 5 s_f^2 - 4 s_f s_h + 4 s_h^2) + b_h (75 c_y^2 - 41 s_f^2 - 28 s_f s_h + 44 s_h^2 - 10 c_y (3 s_f + 2 s_h))) - \\ 10 a_h b_f (-5 a_f b_h (6 b_f + 7 b_h) + 3 (b_f + b_h) (30 b_f c_y + b_h (25 c_y + 3 s_f + 2 s_h))))$$

D[

$$W_{hr} \rightarrow \frac{1}{1800 b_f b_h (b_f + b_h)^2} \\ (25 a_f^2 b_f b_h (8 b_f + 9 b_h) + 25 a_h^2 b_f (9 b_f^2 + 32 b_f b_h + 24 b_h^2) - \\ 10 a_h b_f (5 a_f b_h (11 b_f + 12 b_h) + 3 (3 b_f^2 + 7 b_f b_h + 4 b_h^2) (5 c_y - 3 s_f - 2 s_h)) + \\ 30 a_f b_f b_h (b_f + b_h) (5 c_y - 3 s_f - 2 s_h) + \\ 9 (b_f + b_h)^2 \\ (16 b_h (2 s_f^2 + s_f s_h - 3 s_h^2) + b_f (25 c_y^2 + 41 s_f^2 + 28 s_f s_h - 44 s_h^2 - 10 c_y (3 s_f + 2 s_h)))) ,$$

s\_h]

$$A_3 \rightarrow \frac{-5 a_f b_f b_h + 5 a_h b_f (3 b_f + 4 b_h) - 3 (b_f + b_h) (-4 b_h (s_f - 6 s_h) + b_f (5 c_y - 7 s_f + 22 s_h))}{150 b_f b_h (b_f + b_h)}$$

D[

$$W_{hr} \rightarrow \frac{1}{1800 b_f b_h (b_f + b_h)^2} \\ (25 a_f^2 b_f b_h (8 b_f + 9 b_h) + 25 a_h^2 b_f (9 b_f^2 + 32 b_f b_h + 24 b_h^2) - \\ 10 a_h b_f (5 a_f b_h (11 b_f + 12 b_h) + 3 (3 b_f^2 + 7 b_f b_h + 4 b_h^2) (5 c_y - 3 s_f - 2 s_h)) + \\ 30 a_f b_f b_h (b_f + b_h) (5 c_y - 3 s_f - 2 s_h) + \\ 9 (b_f + b_h)^2 \\ (16 b_h (2 s_f^2 + s_f s_h - 3 s_h^2) + b_f (25 c_y^2 + 41 s_f^2 + 28 s_f s_h - 44 s_h^2 - 10 c_y (3 s_f + 2 s_h)))) ,$$

s\_f]

$$B_3 \rightarrow -\frac{5 a_f b_f b_h - 5 a_h b_f (3 b_f + 4 b_h) + (b_f + b_h) (b_f (15 c_y - 41 s_f - 14 s_h) - 8 b_h (4 s_f + s_h))}{100 b_f b_h (b_f + b_h)}$$



$$D \left[ \frac{5a_h b_f b_h - 5a_f b_h (4b_f + 3b_h) + (b_f + b_h) (10b_f (5s_f + 2s_h) + b_h (15c_y + 41s_f + 14s_h))}{100b_f b_h (b_f + b_h)}, \right. \\ \left. \frac{s_f}{50b_f + 41b_h} \right] \\ \frac{50b_f + 41b_h}{100b_f b_h}$$

Stabilite Koşulu;

$$FullSimplify \left[ \left( \frac{22b_f + 24b_h}{50b_f b_h} \right) \left( \frac{50b_f + 41b_h}{100b_f b_h} \right) - \left( \frac{-7b_f - 4b_h}{50b_f b_h} \right) \left( \frac{-20b_f + 14b_h}{100b_f b_h} \right) \right]$$

$$\frac{(b_f + b_h) (31b_f + 26b_h)}{125b_f^2 b_h^2} > 0$$

### Tek Teşvik Miktarı Politikası

FullSimplify[

$$W_{fr} + W_{hr} \rightarrow \frac{1}{1800b_f b_h (b_f + b_h)} \\ (25a_f^2 b_h (32b_f + 27b_h) + 25a_h^2 b_f (27b_f + 32b_h) - \\ 10a_h b_f (25a_f b_h + 9(b_f + b_h) (15c_y - 3s_f - 2s_h)) - 90a_f b_h (b_f + b_h) (15c_y - 3s_f - 2s_h) + \\ 9(b_f + b_h)^2 (5c_y - 3s_f - 2s_h) (15c_y + 3s_f + 2s_h)) /. \{s_h \rightarrow s, s_f \rightarrow s\}]$$

$$W_{fr} + W_{hr} \rightarrow \frac{1}{360b_f b_h (b_f + b_h)} \\ (5a_f^2 b_h (32b_f + 27b_h) + 5a_h^2 b_f (27b_f + 32b_h) - 2a_h b_f (25a_f b_h - 45(b_f + b_h) (s - 3c_y)) + \\ 90a_f b_h (b_f + b_h) (s - 3c_y) - 45(b_f + b_h)^2 (s - c_y) (s + 3c_y))$$

$$D \left[ \frac{1}{360b_f b_h (b_f + b_h)} \right. \\ (5a_f^2 b_h (32b_f + 27b_h) + 5a_h^2 b_f (27b_f + 32b_h) - 2a_h b_f (25a_f b_h - 45(b_f + b_h) (s - 3c_y)) + \\ 90a_f b_h (b_f + b_h) (s - 3c_y) - 45(b_f + b_h)^2 (s - c_y) (s + 3c_y)) = 0, s] \\ \left. \frac{90a_h b_f (b_f + b_h) + 90a_f b_h (b_f + b_h) - 45(b_f + b_h)^2 (s - c_y) - 45(b_f + b_h)^2 (s + 3c_y)}{360b_f b_h (b_f + b_h)} = 0 \right]$$

$$s_f^u \rightarrow \frac{a_h b_f + a_f b_h}{b_f + b_h} - c_y$$

### Teşvik Miktarlarının Üretim Miktarlarına Bağlı Bulunması

1.derece koşullardan;

$$b_h x_{fr} == p_{fr} - c_y - r + s_h \quad b_f x_{fr} == p_{fr} - c_y - r + s_h$$

$$b_h y_{fr} == p_{fr} - c_y + s_f \quad b_f y_{fr} == p_{fr} - c_y + s_f$$

Bulduğumuz 1. derece koşullar kâr fonksiyonlarında yerine yazılırsa;

$$\Pi_{fr} = b_f x_{fr}^2 + b_h x_{fr}^2 \quad \Pi_{fr} = r (x_{fr} + x_{hr}) + b_f y_{fr}^2 + b_h y_{fr}^2$$

Toplam türev alınırsa;

$$dI_{hr} = 2b_h x_{hr} dx_{hr} + 2b_f x_{fr} dx_{fr}$$

$$dI_{fr} = 2b_h y_{hr} dy_{hr} + 2b_f y_{fr} dy_{fr} + (x_{fr} + x_{hr}) dr + r (dx_{fr} + dx_{hr})$$

r Değerinin Bulunması;

$$dI_{fr} = 2b_h y_{hr} dy_{hr} + 2b_f y_{fr} dy_{fr} + (x_{fr} + x_{hr}) dr + r (dx_{fr} + dx_{hr})$$

$$\text{Solve}\left[\text{FullSimplify}\left[dI_{fr} = 2b_h y_{hr} dy_{hr} + 2b_f y_{fr} dy_{fr} + (x_{fr} + x_{hr}) dr + r (dx_{fr} + dx_{hr}) /.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left\{dx_{hr} \rightarrow -\frac{ds_f - 2ds_h + 2dr}{3b_h}, dy_{hr} \rightarrow -\frac{-2ds_f + ds_h - dr}{3b_h}, dx_{fr} \rightarrow -\frac{ds_f - 2ds_h + 2dr}{3b_f},\right.\right.$$

$$\left.\left.\left. dy_{fr} \rightarrow -\frac{-2ds_f + ds_h - dr}{3b_f} \right\}, dI_{fr}\right]$$

$$dI_{fr} \rightarrow r \left( -\frac{2dr + ds_f - 2ds_h}{3b_h} - \frac{2dr + ds_f - 2ds_h}{3b_f} \right) +$$

$$dr (x_{fr} + x_{hr}) + \frac{2}{3} (dr + 2ds_f - ds_h) y_{fr} + \frac{2}{3} (dr - ds_h + 2ds_f) y_{hr}$$

Simplify[

$$dI_{fr} \rightarrow r \left( -\frac{2dr + ds_f - 2ds_h}{3b_h} - \frac{2dr + ds_f - 2ds_h}{3b_f} \right) + dr (x_{fr} + x_{hr}) +$$

$$\frac{2}{3} (dr + 2ds_f - ds_h) y_{fr} + \frac{2}{3} (dr - ds_h + 2ds_f) y_{hr} /. \{ds_f \rightarrow 0, ds_h \rightarrow 0\}]$$

$$dI_{fr} \rightarrow \frac{1}{3} dr \left( -\frac{2r}{b_f} - \frac{2r}{b_h} + 3x_{fr} + 3x_{hr} + 2y_{fr} + 2y_{hr} \right)$$

$$\text{Solve}\left[0 == \frac{1}{3} \left( -\frac{2r}{b_f} - \frac{2r}{b_h} + 3x_{fr} + 3x_{hr} + 2y_{fr} + 2y_{hr} \right), r\right]$$

$$r \rightarrow \frac{b_f b_h (3x_{fr} + 3x_{hr} + 2y_{fr} + 2y_{hr})}{2(b_f + b_h)}$$

$$dr \rightarrow \frac{b_f b_h (3dx_{fr} + 3dx_{hr} + 2dy_{fr} + 2dy_{hr})}{2(b_f + b_h)}$$

Tüketici artışı;

$$dCS_{hr} = b_h D_{hr} dD_{hr} = b_h (x_{hr} + y_{hr}) (dx_{hr} + dy_{hr})$$

$$dCS_{fr} = b_f D_{fr} dD_{fr} = b_f (x_{fr} + y_{fr}) (dx_{fr} + dy_{fr})$$

Refahlar;

$$\text{Simplify}\left[dW_{hr} \rightarrow dCS_{hr} + dI_{hr} - ds_h (x_{hr} + x_{fr}) - s_h (dx_{hr} + dx_{fr}) /.\right.$$

$$\left.\left.\{dCS_{hr} \rightarrow b_h (x_{hr} + y_{hr}) (dx_{hr} + dy_{hr}), dI_{hr} \rightarrow 2b_h x_{hr} dx_{hr} + 2b_f x_{fr} dx_{fr}\}\right]$$

$$dW_{fr} \rightarrow -(\dot{x}_{fr} + \dot{x}_{nr}) s_h + 2b_f \dot{x}_{fr} x_{fr} + 2b_h \dot{x}_{nr} x_{nr} - \dot{d}_h (x_{fr} + x_{nr}) + b_h (\dot{x}_{nr} + \dot{y}_{nr}) (x_{nr} + y_{nr})$$

Simplify [

$$dW_{fr} \rightarrow -(\dot{x}_{fr} + \dot{x}_{nr}) s_h + 2b_f \dot{x}_{fr} x_{fr} + 2b_h \dot{x}_{nr} x_{nr} - \dot{d}_h (x_{fr} + x_{nr}) + b_h (\dot{x}_{nr} + \dot{y}_{nr}) (x_{nr} + y_{nr}) / .$$

$$\left\{ \dot{x}_{nr} \rightarrow -\frac{\dot{d}_f - 2\dot{d}_h + 2\dot{d}_r}{3b_h}, \dot{y}_{nr} \rightarrow -\frac{-2\dot{d}_f + \dot{d}_h - \dot{d}_r}{3b_h}, \dot{x}_{fr} \rightarrow -\frac{\dot{d}_f - 2\dot{d}_h + 2\dot{d}_r}{3b_f}, \dot{y}_{fr} \rightarrow -\frac{-2\dot{d}_f + \dot{d}_h - \dot{d}_r}{3b_f} \right\}$$

$$dW_{fr} \rightarrow \frac{1}{3b_f b_h} (b_h (2\dot{d}_r + \dot{d}_f - 2\dot{d}_h) s_h + b_f ((2\dot{d}_r + \dot{d}_f - 2\dot{d}_h) s_h + b_h ((-4\dot{d}_r - 2\dot{d}_f + \dot{d}_h) x_{fr} - (5\dot{d}_r + \dot{d}_f - 2\dot{d}_h) x_{nr} + (-\dot{d}_r + \dot{d}_f + \dot{d}_h) y_{nr})))$$

Simplify [

$$dW_{fr} \rightarrow \frac{1}{3b_f b_h} (b_h (2\dot{d}_r + \dot{d}_f - 2\dot{d}_h) s_h + b_f ((2\dot{d}_r + \dot{d}_f - 2\dot{d}_h) s_h + b_h ((-4\dot{d}_r - 2\dot{d}_f + \dot{d}_h) x_{fr} - (5\dot{d}_r + \dot{d}_f - 2\dot{d}_h) x_{nr} + (-\dot{d}_r + \dot{d}_f + \dot{d}_h) y_{nr}))) / .$$

$$\dot{d}_r \rightarrow \frac{\dot{d}_f + 4\dot{d}_h}{10}$$

$$dW_{fr} \rightarrow \frac{1}{10b_f b_h} (4b_h (\dot{d}_f - \dot{d}_h) s_h + b_f (-2\dot{d}_h (2s_h + b_h (x_{fr} - y_{nr})) + \dot{d}_f (4s_h + b_h (-8x_{fr} - 5x_{nr} + 3y_{nr}))))$$

$$A_3 = \frac{1}{5} \left( -\frac{2s_h}{b_f} - \frac{2s_h}{b_h} - x_{fr} + y_{nr} \right)$$

$$B_3 = \frac{1}{10} \left( 4 \left( \frac{1}{b_f} + \frac{1}{b_h} \right) s_h - 8x_{fr} - 5x_{nr} + 3y_{nr} \right)$$

Simplify [  $dW_{fr} \rightarrow dCS_{fr} + dI_{fr} - \dot{d}_f (y_{nr} + y_{fr}) - s_f (\dot{y}_{nr} + \dot{y}_{fr}) / .$

$$\{ dCS_{fr} \rightarrow b_f (x_{fr} + y_{fr}) (\dot{x}_{fr} + \dot{y}_{fr}), dI_{fr} \rightarrow 2b_h y_{nr} \dot{y}_{nr} + 2b_f y_{fr} \dot{y}_{fr} + (x_{fr} + x_{nr}) \dot{d}_r + r (\dot{x}_{fr} + \dot{x}_{nr}) \}$$

$$dW_{fr} \rightarrow r (\dot{x}_{fr} + \dot{x}_{nr}) - (\dot{y}_{fr} + \dot{y}_{nr}) s_f + \dot{d}_r (x_{fr} + x_{nr}) + 2b_f \dot{y}_{fr} y_{fr} + b_f (\dot{x}_{fr} + \dot{y}_{fr}) (x_{fr} + y_{fr}) + 2b_h \dot{y}_{nr} y_{nr} - \dot{d}_f (y_{fr} + y_{nr})$$

Simplify [

$$dW_{fr} \rightarrow r (\dot{x}_{fr} + \dot{x}_{nr}) - (\dot{y}_{fr} + \dot{y}_{nr}) s_f + \dot{d}_r (x_{fr} + x_{nr}) + 2b_f \dot{y}_{fr} y_{fr} + b_f (\dot{x}_{fr} + \dot{y}_{fr}) (x_{fr} + y_{fr}) + 2b_h \dot{y}_{nr} y_{nr} - \dot{d}_f (y_{fr} + y_{nr}) / .$$

$$\left\{ \dot{x}_{nr} \rightarrow -\frac{\dot{d}_f - 2\dot{d}_h + 2\dot{d}_r}{3b_h}, \dot{y}_{nr} \rightarrow -\frac{-2\dot{d}_f + \dot{d}_h - \dot{d}_r}{3b_h}, \dot{x}_{fr} \rightarrow -\frac{\dot{d}_f - 2\dot{d}_h + 2\dot{d}_r}{3b_f}, \dot{y}_{fr} \rightarrow -\frac{-2\dot{d}_f + \dot{d}_h - \dot{d}_r}{3b_f}, \dot{d}_r \rightarrow \frac{\dot{d}_f + 4\dot{d}_h}{10} \right\}$$

$$dW_{fr} \rightarrow \frac{1}{10 b_f b_h} (b_h (2 ds_h (2r + s_f) - ds_f (4r + 7 s_f)) + b_f (2 ds_h (2r + s_f + b_h (3x_{fr} + 2x_{hr} - y_{fr} - 2y_{hr})) + ds_f (-4r - 7 s_f + b_h (4x_{fr} + x_{hr} + 7y_{fr} + 4y_{hr}))))$$

FullSimplify[

$$dW_{fr} \rightarrow \frac{1}{10 b_f b_h} (b_h (2 ds_h (2r + s_f) - ds_f (4r + 7 s_f)) + b_f (2 ds_h (2r + s_f + b_h (3x_{fr} + 2x_{hr} - y_{fr} - 2y_{hr})) + ds_f (-4r - 7 s_f + b_h (4x_{fr} + x_{hr} + 7y_{fr} + 4y_{hr})))) /. r \rightarrow \frac{5 a_h b_f + 5 a_f b_h - (b_f + b_h) (5 c_y - s_f - 4 s_h)}{10 (b_f + b_h)}$$

$$dW_{fr} \rightarrow \frac{1}{50 b_f b_h} (10 b_f c_y ds_f + 10 b_h c_y ds_f - 10 a_h b_f (ds_f - ds_h) - 10 a_f b_h (ds_f - ds_h) - 10 b_f c_y ds_h - 10 b_h c_y ds_h - 37 b_f ds_f s_f - 37 b_h ds_f s_f + 12 b_f ds_h s_f + 12 b_h ds_h s_f - 8 b_f ds_f s_h - 8 b_h ds_f s_h + 8 b_f ds_h s_h + 8 b_h ds_h s_h + 20 b_f b_h ds_f x_{fr} + 30 b_f b_h ds_h x_{fr} + 5 b_f b_h ds_f x_{hr} + 20 b_f b_h ds_h x_{hr} + 35 b_f b_h ds_f y_{fr} - 10 b_f b_h ds_h y_{fr} + 20 b_f b_h (ds_f - ds_h) y_{hr})$$

$$C_3 = \frac{1}{25 b_f b_h} (5 a_h b_f + b_f (-5 c_y + 6 s_f + 4 s_h) + b_h (5 a_f - 5 c_y + 6 s_f + 4 s_h + 5 b_f (3x_{fr} + 2x_{hr} - y_{fr} - 2y_{hr})))$$

$$D_3 == \frac{1}{50 b_f b_h} (-10 a_h b_f + b_f (10 c_y - 37 s_f - 8 s_h) + b_h (-10 a_f + 10 c_y - 37 s_f - 8 s_h + 5 b_f (4x_{fr} + x_{hr} + 7y_{fr} + 4y_{hr})))$$

### ***İşbirliği Olmadığı Durumda Teşvik Miktarları***

$$\text{Solve}\left[\left\{\frac{1}{5} \left(-\frac{2s_h}{b_f} - \frac{2s_h}{b_h} - x_{fr} + y_{hr}\right) = 0, \frac{1}{50 b_f b_h} (-10 a_h b_f + b_f (10 c_y - 37 s_f - 8 s_h) + b_h (-10 a_f + 10 c_y - 37 s_f - 8 s_h + 5 b_f (4x_{fr} + x_{hr} + 7y_{fr} + 4y_{hr}))) = 0\right\}, \{s_h, s_f\}\right]$$

$$s_h \rightarrow -\frac{b_f b_h x_{fr} - b_f b_h y_{hr}}{2 (b_f + b_h)}$$

$$s_f \rightarrow \frac{-10 a_h b_f + 10 b_f c_y + b_h (-10 a_f + 10 c_y + b_f (24 x_{fr} + 5 x_{hr} + 35 y_{fr} + 16 y_{hr}))}{37 (b_f + b_h)}$$

***Tek Teşvik Miktarı Uygulanması Durumunda Teşvik Miktarları***

$$\frac{1}{b_f b_h (b_f + b_h)} (-b_h (s + 5 s b_h) + 5 b_f^2 (-s + b_h (-10 x_{fr} - 10 x_{hr} + y_{fr} + y_{hr})) + b_f (-s + 5 b_h^2 (-10 x_{fr} - 10 x_{hr} + y_{fr} + y_{hr}) + b_h (-10 s + 5 x_{fr} + 5 x_{hr} + y_{fr} + y_{hr}))) = 0$$

$$\text{Solve}[-b_h (s + 5 s b_h) + 5 b_f^2 (-s + b_h (-10 x_{fr} - 10 x_{hr} + y_{fr} + y_{hr})) + b_f (-s + 5 b_h^2 (-10 x_{fr} - 10 x_{hr} + y_{fr} + y_{hr}) + b_h (-10 s + 5 x_{fr} + 5 x_{hr} + y_{fr} + y_{hr})) = 0, s]$$

$$s_f^u \rightarrow \frac{b_f b_h ((5 - 50 b_f - 50 b_h) x_{fr} + (5 - 50 b_f - 50 b_h) x_{hr} + (1 + 5 b_f + 5 b_h) (y_{fr} + y_{hr}))}{(b_f + b_h) (1 + 5 b_f + 5 b_h)}$$

## **ÖZGEÇMİŞ**

**Ad Soyad: Kemal KARAMAN**

**Doğum Yeri ve Tarihi: 02-01-1984**

**Adres: Mecidiyeköy M. Burç S. No:5/7 Şişli İstanbul**

**Lisans Üniversitesi: İTÜ İşletme Müh.**