

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

DOKTORA PROGRAMI

**TÜRKİYE EKONOMİSİ İMALAT VE HİZMET SEKTÖRLERİNE İKİ
FAKTÖRLÜ DİNAMİK ÖĞRENME EĞRİSİ MODELİ UYGULAMASI**

DOKTORA TEZİ

Ayhan KOÇ

EKİM - 2023

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

DOKTORA PROGRAMI

**TÜRKİYE EKONOMİSİ İMALAT VE HİZMET SEKTÖRLERİNE İKİ
FAKTÖRLÜ DİNAMİK ÖĞRENME EĞRİSİ MODELİ UYGULAMASI**

DOKTORA TEZİ

Ayhan KOÇ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nebiye YAMAK

EKİM - 2023

TRABZON

ONAY

Ayhan KOÇ tarafından hazırlanan “Türkiye Ekonomisi İmalat Ve Hizmet Sektörlerine İki Faktörlü Dinamik Öğrenme Eğrisi Modeli Uygulaması” adlı bu Çalışma 20/10/2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İktisat Anabilim Dalı İktisat Doktora Programı’nda **doktora tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesi		Karar		İmza
Unvanı - Adı ve Soyadı	Görevi	Kabul	Ret	
Prof. Dr. Nebiye YAMAK	Başkan	☐	☐	
Prof. Dr. Yakup KÜÇÜKKALE	Üye	☐	☐	
Prof. Dr. Zehra ABDİOĞLU	Üye	☐	☐	
Prof. Dr. Müslüme NARİN	Üye	☐	☐	
Prof. Dr. Serdar KURT	Üye	☐	☐	

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım.

Prof. Dr. Tülay İLHAN NAS
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca KTÜ - Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırlanan bu Çalışmada yararlanılan kaynakların tümüne eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

Ayhan KOÇ

20.10.2023

ÖNSÖZ

Öğrenme eğrisi hem teorik hem de ampirik literatürde sürekli olarak tartışılan bir konudur. Ampirik literatürde kümülatif üretimden kaynaklanan “*yaparak*” öğrenmeyi ölçmek amacıyla çok sayıda model geliştirilmiştir. Bu modellerin çoğunluğunda “*yaparak*” öğrenme doğrusal biçimde ölçülmüştür. Ancak 2000’li yılların başından itibaren geliştirilen dinamik öğrenme eğrisi modeli ile “*yaparak*” öğrenme oranlarının zaman seyri de artık ölçülebilmektedir. Öte yandan, kümülatif üretimin tek başına “*yaparak*” öğrenmeyi açıklayamayacağı fikrinden hareketle, yine 2000’li yılların başından itibaren iki faktörlü doğrusal öğrenme eğrisi modeli literatürde daha yaygın kullanım alanı bulmuştur. Buradaki ikinci faktör sıklıkla reel kümülatif Ar-Ge harcamaları olmuştur. Böylece tek faktörlü modelden elde edilen “*yaparak*” öğrenme oranlarının sapmalı olduğu eleştirileri de bu yeni modelin uygulanmaya başlanmasıyla dinmiştir. Buna karşın, iki faktörlü doğrusal modelden elde edilen “*yaparak*” ve “*araştırarak*” öğrenme oranları dönemin ortalamasını temsil eden tek bir değer olarak hesaplandığı için bu model de literatürde çok sayıda eleştiri almıştır. Bu çalışmada, Türkiye ekonomisi imalat sanayi alt sektörleri için 1990-2021 döneminin, hizmet alt sektörleri için de 2003-2021 döneminin verileri kullanılarak “*yaparak*” ve “*araştırarak*” öğrenme oranlarının zaman seyrinin gösterilmesi ve elde edilen bulgulara göre, Ar-Ge teşviklerinin daha çok hangi alt sektörlerle verilmesi gerektiği konusunda karar alıcılara yol gösterilmesi amaçlanmıştır.

Öncelikle doktora tezimin başlangıcından itibaren değerli bilgilerini benimle paylaşmaları, zamanlarını esirgememeleri ve özverili katkıları ile her zaman bana büyük destek veren, danışmanım Sayın Prof. Dr. Nebiye YAMAK’a ve Sayın Prof. Dr. Rahmi YAMAK’a sonsuz şükranlarımı sunarım. Özellikle tezin ekonometrik analiz kısmında değerli katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Zehra ABDİOĞLU’na ve kıymetli eleştirileri için tez jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Yakup KÜÇÜKKALE’ye, Sayın Prof. Dr. Müslüme NARİN’e ve Sayın Prof. Dr. Serdar KURT’a teşekkürlerimi sunuyorum.

Ekim, 2023

Ayhan KOÇ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET.....	VII
ABSTRACT	VIII
TABLOLAR LİSTESİ.....	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ	XI
GRAFİKLER LİSTESİ	XII
KISALTMALAR LİSTESİ	XV
GİRİŞ	1-3

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ÖĞRENME EĞRİLERİ TEORİSİ.....	4-18
1.1. Teknolojik Öğrenme Yeteneği Kavramı	4
1.2. Öğrenme Eğrileri	5
1.2.1. Öğrenme Eğrisi.....	5
1.2.2. Öğrenme Eğrisinin Tarihsel Gelişimi	6
1.3. Öğrenme Etkileri	11
1.3.1. Üretimde Ara Girdi Kullanılması Sonucu Gerçekleşen Öğrenme.....	11
1.3.2. Yüksek Katma Değerli Ürün Üretilmesi Sonucu Gerçekleşen Öğrenme	11
1.4. Öğrenme Seviyelerini Farklı Yapan Teknolojiler	12
1.4.1. Olgun teknolojiler	12
1.4.2. Canlanan teknolojiler	12
1.4.3. Gelişen teknolojiler.....	12
1.4.4. Yeni ortaya çıkan teknolojiler.....	12
1.5. Teknolojik Özelliklerine Göre Sektörler.....	14
1.5.1. Tedarikçi Ağırlıklı Düşük Teknolojiye Sahip Sektörler.....	14
1.5.2. Ölçek Ağırlıklı Orta-Düşük Teknolojiye Sahip Sektörler	14

1.5.3. Uzman Tedarikçiler Ağırlıklı Orta-Yüksek Teknolojiye Sahip Sektörler	14
1.5.4. Bilim Temelli Yüksek Teknolojiye Sahip Sektörler	15

İKİNCİ BÖLÜM

2. ÖĞRENME EĞRİLERİ TEORİSİNE İLİŞKİN AMPİRİK LİTERATÜR	19-32
2.1. Tek Faktörlü Öğrenme Eğrisini Baz Alan Çalışmalar	18
2.2. İki Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modelini Baz Alan Çalışmalar	26
2.3. İki Den Fazla Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modelini Baz Alan Çalışmalar	29

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. EKONOMETRİK YÖNTEM ve VERİ SETİ	33-40
3.1. Öğrenme Eğrisi Modelleri	33
3.1.1. Tek Faktörlü Dinamik Öğrenme Eğrisi Modeli	33
3.1.2. İki Faktörlü Dinamik Öğrenme Eğrisi Modeli	34
3.1.3. İki Den Fazla Faktörlü Doğrusal Öğrenme Eğrisi Modeli	35
3.2. Ekonometrik Yöntem	36
3.3. Veri Seti	38

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BULGULAR	41-110
4.1. İmalat Sanayi Alt Sektörlerine Ait Tahmin Bulguları	41
4.2. Hizmet Alt Sektörlerine Ait Tahmin Bulguları	75

SONUÇ ve ÖNERİLER	111-115
--------------------------------	----------------

KAYNAKÇA	116-125
-----------------------	----------------

EKLER	126-159
--------------------	----------------

ÖZGEÇMİŞ	160
-----------------------	------------

ÖZET

“*Araştıracak*” öğrenme, bir işletmenin kendi Ar-Ge birimi, firmalar, üniversiteler gibi bilgi kaynaklarıyla kurduğu ağ sistemi sayesinde ulaştığı yeni bilgi ve becerilerle yüksek katma değer yaratan yeni ürünler ortaya koyması sonucunda elde edilen deneyim sürecidir. Kuşkusuz “*araştıracak*” öğrenmeye katkı sağlayan en önemli faktör, sektörlerle yapılan Ar-Ge yatırımlarıdır. Literatürdeki çalışmalarda Ar-Ge harcamalarının maliyet azaltıcı etkisinin sadece doğrusal öğrenme eğrisi modelinde uygulama alanı bulduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla, söz konusu çalışmalarda sadece ele alınan zaman aralığının ortalamasını gösteren tek bir “*araştıracak*” öğrenme oranı elde edilmiştir. Dinamik öğrenme eğrisi modelini kullanan çalışmalarda ise Ar-Ge harcamalarına bağımsız değişken olarak yer veren çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada Ar-Ge harcamalarının maliyet azaltıcı etkisini ölçmek amacıyla iki faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modeli kullanılmıştır. Böylece imalat sanayi ve hizmet alt sektörlerine ilişkin “*yaparak*” öğrenme oranlarının yanı sıra, “*araştıracak*” öğrenme oranların da zaman seyri elde edilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, imalat ve hizmet alt sektörlerinin çoğunluğundaki iki faktörlü dinamik öğrenme eğrileri grafiğinde, eğrilerin simetrik bir şekilde birbirlerinin etkilerini azaltarak zıt yönde hareket ettikleri görülmüştür. Sonuçta, literatürde sıklıkla savunulan, tek faktörlü dinamik modeldeki “*yaparak*” öğrenme oranlarının sapmalı olduğu görüşü desteklenmiş ve iki faktörlü dinamik öğrenme modelinde “*yaparak*” öğrenmenin etkisini kaybettiği dönemde “*araştıracak*” öğrenmenin etkisini artırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik Öğrenme Yeteneği, Yaparak Öğrenme, Araştıracak Öğrenme, Dinamik Öğrenme Eğrisi Modeli, İmalat ve Hizmet Sektörleri

ABSTRACT

Learning by “*researching*” is the experience process gained as a result of a business creating new products that create high added value with the new knowledge and skills it has achieved through the network system it has established with information sources such as its own R&D unit, companies and universities. Undoubtedly, the most important factor contributing to learning by “*researching*” is the R&D investments made in the sectors. Studies in the literature have observed that the cost-reducing effect of R&D expenditures can only be applied in the linear learning curve model. Therefore, a single exploratory learning rate was obtained, which only represents the average of the time period studied. In studies using the dynamic learning curve model, no study was found that included R&D expenditures as an independent variable. In this study, a two-factor dynamic learning curve model was used to measure the cost-reducing effect of R&D expenditures. Thus, the time course of learning by “*doing*” rates as well as learning by “*researching*” rates for the manufacturing industry and service sub-sectors was obtained. According to the findings of the study, in the two-factor dynamic learning curves graph in the majority of manufacturing and service sub-sectors, it was observed that the curves moved in opposite directions, symmetrically reducing each other's effects. As a result, the view that learning by “*doing*” rates in the one-factor dynamic model are deviant, which is common in the literature, was supported, and it was determined that learning by “*researching*” increased its effect in the period when learning by “*doing*” lost its effect in the two-factor dynamic learning model.

Keywords: Technological Learning Ability, Learning by Doing, Learning by Researching, Dynamic Learning Curve Model, Manufacturing and Service Sectors

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
1	Enerji Teknolojilerinin Yaparık ve Araştıarak Öğrenme Oranları	13
2	Teknolojik Öğrenme Seviyelerinin Zamanla Değişimi	16
3	Ampirik Literatür Özeti: Tek Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modeli	23
4	Ampirik Literatür Özeti: İki Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modeli	28
5	Literatür Özeti: İkidenden Fazla Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modeli	31
6	Değişkenlerin Tanımı	38
7	İmalat Sanayi Alt Sektörleri Tanımlayıcı İstatistikleri	39
8	Hizmet Alt Sektörleri Tanımlayıcı İstatistikleri	40
9	Gıda-İçecek Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	41
10	Tekstil Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	43
11	Giyim Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	45
12	Deri Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	46
13	Ağaç Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	48
14	Kağıt Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	49
15	Basım-Yayım Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	51
16	Petrol Ürünleri ve Kok Kömürü Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	53
17	Kimya Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	54
18	Eczacılık Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	56
19	Kauçuk-Plastik Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	59
20	Metal Harici Mineraller Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	60
21	Ana Metal Sanayi Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	62
22	Fabrikasyon Metal Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	63
23	Bilgisayar-Elektronik Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	65
24	Elektrikli Makine ve Teçhizat Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	67
25	B. Y. S.⁴ Makine Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	70
26	Motorlu Kara Taşıtları Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	71

29	Motorlu Taşıtların Ticareti ve Onarımı Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	76
30	Toptan Ticaret Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	77
31	Perakende Ticaret Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	80
32	Ulaştırma ve Depolama Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	81
33	Konaklama ve Yiyecek Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	82
34	Yayıncılık Hizmetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	84
35	Sinema, Video ve Müzik Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	86
36	Telekomünikasyon Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	87
37	Bilgisayar Programlama ve Danışmanlık Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	89
38	Bilgi Hizmetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	91
39	Hukuk ve Muhasebe Hizmetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	93
40	Gayrimenkul Hizmetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	94
41	İnşaat Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	95
42	İdari Danışmanlık Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	98
43	Reklamcılık ve Piyasa Araştırması Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	100
44	Mimarlık-Mühendislik Faaliyetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	102
45	Bilimsel Araştırma-Geliştirme Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	103
46	Diğer Mesleki Faaliyetler Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	105
47	Eğitim Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	107
48	Sağlık Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	108
49	Kültür, Sanat ve Eğlence Alt Sektörü Tahmin Sonuçları	109

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil Nr.	Şekil Adı	Sayfa Nr.
1	Ar-Ge ve Ölçek Ekonomilerinin PV Teknolojisindeki Maliyet Etkileri	8



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik Nr.	Grafik Adı	Sayfa Nr.
1	Öğrenme ve Ölçme Etkilerinin Birim Maliyet Eğresi Üzerindeki Sonuçları.....9	
2	Öğrenme ve Ölçme Etkilerinin Birim Maliyet Eğresi Üzerindeki Sonuçları.....10	
3	Sermaye Yoğun Teknolojilerde Yaparak Öğrenme Etkisi13	
4	Yaparak ve Araştırarak Öğrenmenin Maliyet Düşürücü Etkileri15	
5	Farklı Üretim Tesislerinin Çalışma Saatlerine Göre Verimlilik Performansları17	
6	Gıda-İçecek Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR).....42	
7	Tekstil Ürünleri Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları44	
8	Giyim Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....45	
9	Deri Ürünleri Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları47	
10	Ağaç Ürünleri Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR).....49	
11	Kağıt Ürünleri Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)50	
12	Kağıt Ürünleri Alt Sektörü Model 3 Araştırarak Öğrenme Oranları (RR).....51	
13	Basım-Yayım Alt Sektörü Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR).....52	
14	Petrol Ürünleri ve Kok Kömürü Alt Sektörü Model 1 Yaparak Öğrenme Oranları (LR).....53	
15	Kimya Alt Sektörü Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)55	
16	Kimya Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....56	
17	Eczacılık Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR).....57	
18	Eczacılık Alt Sektörü Model 3 Araştırarak Öğrenme Oranları (RR)58	
19	Kauçuk-Plastik Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....59	

20	Metal Harici Mineraller Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	61
21	Ana Metal Sanayi Model 1, 2 ve 3 Yaparak Öğrenme Oraları (LR).....	63
22	Fabrikasyon Metal Ürünleri Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	64
23	Bilgisayar-Elektronik Alt Sektörü Model 1 ve Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR).....	66
24	Bilgisayar-Elektronik Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	66
25	Elektrikli Makine ve Teçhizat Alt Sektörü Model 3 Araştırmak Öğrenme Oranı (RR).....	69
26	B.Y.S. Makine Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	70
27	Motorlu Kara Taşıtları Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR).....	72
28	Mobilya Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	73
29	Elektrik, Gaz ve Su Üretimi Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	75
30	Motorlu Taşıtların Ticareti ve Onarımı Alt Sektörü Model 3 Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	76
31	Toptan Ticaret Alt Sektörü Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)	78
32	Toptan Ticaret Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	79
33	Ulaştırma ve Depolama Alt Sektörü Model 1, 2 ve 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	82
34	Konaklama ve Yiyecek Alt Sektörü Model 1 ve 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	84
35	Yayımcılık Hizmetleri Alt Sektörü Model 1 Yaparak Öğrenme Oranları (LR).....	85
36	Telekomünikasyon Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	88
37	Bilgisayar Programlama ve Danışmanlık Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları.....	90

38	Bilgi Hizmetleri Alt Sektörü Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)...	92
39	Gayrimenkul Hizmetleri Alt Sektörü Model 3 Araştırarak Öğrenme Oranı (RR)	94
40	İnşaat Alt Sektörü Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)	96
41	İnşaat Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....	97
42	İdari Danışmanlık Alt Sektörü Model 1 ve 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....	99
43	Reklamcılık ve Piyasa Araştırması Alt Sektörü Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....	100
44	Mimarlık-Mühendislik Faaliyetleri Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR).....	102
45	Bilimsel Araştırma-Geliştirme Alt Sektörü Model 1 Yaparak Öğrenme Oranı (LR)	104
46	Diğer Mesleki Faaliyetler Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....	105
47	Eğitim Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....	107
48	Sağlık Alt Sektörü Model 1 ve 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....	109
49	Kültür, Sanat ve Eğlence Alt Sektörü Model 1 ve 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları.....	110

KISALTMALAR LİSTESİ

RGSYİH	: Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
ITIF	: Bilgi Teknolojisi ve İnovasyon Vakfı
ISIC	: Ekonomik Faaliyetlerin Uluslararası Sınıflandırması
EKK	: En Küçük Kareler
LR	: Yaparak Öğrenme Oranı
RR	: Araştırarak Öğrenme Oranı
BCG	: Boston Danışmanlık Grubu
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
YET	: Yenilenebilir Enerji Teknolojileri
USG	: United States Gypsum (Bir Amerikan İnşaat Firması)
PV	: Fotovoltaik
SUR	: İlişkisiz Görünen Tahmin
USPTO	: Amerikan Patent ve Tescil
EUROSTAT	: Avrupa İstatistik Kurumu
CFL	: Kompakt Floresan Lamba
CCS	: Karbon Yakalama ve Depolama Sistemleri
NACE	: Avrupa Birliği'nde Ekonomik Faaliyetlerin İsimlendirilmesi
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
CSP	: Konsantre Güneş Enerjisi
2SLS	: İki Aşamalı En Küçük Kareler
SOFC	: Katı Oksit Yakıt Hücresi
Micro-CHP	: Mikro Birleştirilmiş Isı ve Güç Sistemleri
IV	: Araç değişkenler
ADF	: Augmented Dickey-Fuller
PP	: Phillips-Perron
KPSS	: Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve
Shin TÜFE	: Tüketici fiyat Endeksi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

GİRİŞ

Yirminci yüzyılın ortalarından itibaren ekonomik büyümenin belirleyicileri, literatürün ana tartışma konularından birini oluşturmuştur. Bunların başında teknolojik gelişmeler ve beşeri sermayeye yapılan yatırımlar gelmektedir. Teknolojik gelişme, temel bilimsel araştırmaların ve yenilik faaliyetlerinin sonucunda ortaya çıkar. Uluslararası teknolojik yarışın giderek hız kazandığı günümüzde uluslararası rekabet gücünü kaybetmek istemeyen ülkeler, teknolojik bilgi tabanlarını her zamankinden daha fazla geliştirme ve güncelleme gereği duymaktadırlar. Beşeri sermaye ise, işgücünün sahip olduğu bilgi birikimi, beceri ve uzmanlığı temsil eder. Teknolojik gelişme ve beşeri sermaye faktörlerinin ortak amacı, emek verimliliğini arttırarak yüksek katma değerli ürünler üretmektir. Emek verimliliği, ekonomik büyümenin ve rekabet gücünün ölçülmesinde en çok kullanılan göstergelerden biridir. Toplam çalışma saatlerinde değişme olmadığı halde Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (RGSYİH) da meydana gelen artış, işgücünün daha üretken hale geldiğini göstermektedir. İkinci Dünya Savaşı'ndan hemen sonra Avrupa'da emek verimliliği ABD'dekinden daha hızlı artmış (Fransa, Almanya, Belçika, İtalya ve Hollanda'da %3,1, ABD'de %2,1), ilerleyen yıllarda bu eğilim tersine dönmüş ve Avrupa'da emek verimliliği yavaşlarken ABD'de verimliliğin yükseldiği gözlenmiştir. ABD'de işgücü verimliliği artışı 2007'den 2017'ye kadar ortalama %1,1 iken, Avrupa'da aynı dönemde yalnızca %0,6 olarak gerçekleşmiştir (Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), 2019:12). Bilgi Teknolojisi ve İnovasyon Vakfı (ITIF)'na göre bu sonuç, büyük ölçüde Avrupa'nın emek verimliliğini arttıran bilgi ve iletişim teknolojilerine yeterince yatırım yapmadığını göstermektedir (Atkinson, 2018: 37).

Literatürde emek verimliliğindeki artışın ekonomik büyümenin temelini oluşturduğunu açıklayan yaklaşımlar incelendiğinde ilk olarak Kenneth J. Arrow (1962) tarafından, “*yaparak*” öğrenmeden kaynaklanan deneyimdeki artış sürecinin verimlilikte bir iyileşme sağlayacağı fikrinin ileri sürüldüğü görülmektedir. “*Yaparak*” öğrenme, teknoloji üretiminde kazanılan tecrübenin ve bilgi birikiminin başlıca etkeni olarak kümülatif üretim miktarını işaret etmektedir. Romer (1986) bu temel yaklaşımı geliştirerek, üretim aşamasında yaparak öğrenme ile oluşan yeni teknik bilginin, bir sonraki üretim aşamasında maliyetsiz bir girdi olarak üretim sürecine gireceğini öne sürmektedir. Üretim artışı ve maliyet düşüşü olarak gelişen bu süreçte ortaya çıkan yeni bilgi firma tarafından uzun süre saklanamayacağından zamanla sektörde yer alan diğer firmalara yayılacaktır. Yaratılan bu pozitif dışsallık diğer sektörleri de etkisi altına alarak tüm ekonomiye fayda sağlamaktadır (Atamtürk, 2007: 93).

Teknolojik gelişme için bilginin en önemli kaynak olduğu günümüzde öğrenme süreci ekonomi, iş dünyası, mühendislik ve coğrafya gibi çok çeşitli disiplinlerdeki ilgiyi kendine çekmiştir. Başlangıçta öğrenmeyi ölçmekte zorluk yaşayan araştırmacılar, öğrenme sürecini araştırmak ve anlamaya çalışmak için öğrenme eğrisi modelini geliştirerek bu modelin uzun vadede

stratejik bir araç olarak kullanılabileceğini önermişlerdir. Öğrenme eğrisi modeli, kümülatif üretimdeki artışın işgücü verimliliğini yükselterek birim maliyette azalma sağladığını öngörmektedir. Geçmiş yıllarda gerçekleşen öğrenme seviyelerinin birbirleri ile karşılaştırılmasını sağlayan bu modelin iyi bir ölçü aracı olduğu kanıtlanmıştır. İlaveten öğrenme eğrisi modeli bireysel, örgütsel ve endüstriyel düzeylerde gerçekleşecek maliyet düşüşlerinin uzun dönemde tahmin edilebilmesini mümkün kılarak, bu modelin endüstri, enerji ve çevre alanlarındaki iktisat politikalarına yön vermekte kullanılması sağlanmıştır.

Teşvik edilen teknolojik ilerleme, özellikle ekonomik ve sosyal etkilerin yüksek olduğu enerji ve çevre teknolojisi alanları ile ilgilidir (Criqui vd., 2000: 78; Grubb vd., 2002: 271). Öğrenme eğrisini kullanarak teknolojik yenilik analizi, teknik değişim sürecinin öğrenme aşamalarını tanımlar. Ayrıca öğrenme sürecini iyileştirmek ve gelecekte en fazla ilerleme sağlayabilecek teknolojileri belirlemek de bir o kadar faydalıdır. Belirli bir teknolojinin geliştirilmesine ayrılan kaynakların Ar-Ge veya kapasite artırma faaliyetleri için ne derece iyi harcanıp harcanmadığını belirlemek de son derece önemlidir (Jamasb, 2007: 53). Teknolojik değişim genellikle farklı aşamaları içeren uzun bir süreçtir. Bu süreci ilk tanımlayan Schumpeter (1934; 1942), buluş, yenilik ve yayılma üçlüsü olarak adlandırılan paradigmaya dayanan bir model ortaya koymuştur. Bu çerçevede buluş, yeni bilgi ve fikirlerin üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Yenilik aşamasında icatlar daha da geliştirilir ve yeni ürünlere dönüştürülür. Son aşamada yayılma, yeni ürünlerin geniş bir toplumsal kesim tarafından benimsenmesini ifade eder. Teknik ilerlemenin aşamalarını yansıtan teknik değişim süreci doğrusal değildir, çünkü model bileşenleri arasındaki geri besleme döngülerini de kapsar (Stoneman, 1995: 221). Bu teknolojik değişim sürecinin aşamaları ve özelliklerinin bilinmesi, yenilenebilir enerji teknolojilerinin ekonomik analizi için de hayati önem taşımaktadır (Jensen, 2004: 338).

Ar-Ge faaliyetleri, teknolojik ilerlemenin ana itici güçleri arasındadır. Temel araştırma geniş bir buluş yelpazesine sahiptir ve teknolojik gelişimin erken aşamaları ile ilgilidir. Maliyet iyileştirmeleri ve / veya kamu politikaları ile ticari uygulanabilirlik sağlanana kadar kurulu kapasite büyüyememektedir. Pazar büyüklüğü ve koşulları kısıtlanırken Ar-Ge teknik ilerleme sağlamada başrol oynamaktadır. Ticari beklentiler ve destekleyici politikalar Ar-Ge faaliyetlerinin arttırılmasını ve kapasite genişlemesini teşvik edecektir. Teknoloji geliştikçe ve kademeli olarak olgunlaştıkça hem Ar-Ge faaliyetlerinin, hem de kümülatif üretimdeki artışın etkisi azalmaktadır. Uygulamalı Ar-Ge faaliyetleri genellikle teknik ilerlemenin yenilik ve yayılma aşamalarıyla ilişkilidir. (Jamasb, 2007: 53). İlgili literatürde son 30 yılda yapılan çalışmalarda teknolojik öğrenme yeteneği, teknik ilerlemenin ana kaynağı olan temel bilimsel araştırmalar ve Ar-Ge faaliyetleri sonucunda kazanılan “araştırmak öğrenme” yeteneğini de içerecek şekilde genişletilmiştir. Ar-Ge'nin öğrenmeye katkısı, kümülatif üretimle birlikte Ar-Ge harcamaları veya patent sayılarının da bağımsız değişken olarak modele dahil edildiği iki faktörlü öğrenme eğrisi modeli ile açıklanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye ekonomisi 1990-2021 dönemi verilerini kullanarak ve imalat hizmet alt sektörlerindeki “*yaparak*” öğrenme ve “*araştırarak*” öğrenme oranlarını belirlemek ve verimlilikleri yüksek olan sektörlerin seçilerek ilgili sektörlerin desteklenmesini önermektir. Çalışmanın literatüre üç önemli katkı sağlaması öngörülmektedir. Öncelikle Türkiye’deki hizmet sektörlerinde öğrenme oranlarına Ar-Ge harcamalarının katkısı araştırılacaktır. Ayrıca Türkiye’de imalat ve hizmet sektörlerindeki Ar-Ge harcamalarının işçi verimliliği üzerindeki pozitif etkilerinin dinamik analizi yapılabilecektir. Bu çalışmanın literatüre diğer bir katkısı, imalat sanayiinde yapılan Ar-Ge harcamalarının maliyet iyileştirmelerine katkısı yıldan yıla takip edilerek en fazla katma değer yaratan sektörlerin belirlenecek olmasıdır. Böylece yapılan analiz sonucunda bu alanda politika yapanlara, hangi sektörlerle teşvik verilmesi konusunda seçici davranma imkanı sunulacaktır. Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde teknolojik öğrenme yeteneğinin hem ekonomik büyüme, hem de bu alanda politika yapıcılar açısından önemi tanımlanmıştır. Öğrenme eğrisi arasındaki temel fark ve benzerlikler ortaya konularak öğrenme etkileri incelenmiş ve öğrenme eğrisinin tarihsel gelişimine yer verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, öğrenme oranının hesaplanmasına ilişkin ampirik literatür ele alınmış ve ampirik literatür üç grupta özetlenmiştir. Birinci grup çalışmalarda tek faktörlü doğrusal ve dinamik (S-şeklinde) öğrenme eğrisi modelleri incelenmiştir. İkinci grup çalışmalarda iki faktörlü doğrusal öğrenme eğrisi modelleri açıklanmıştır. Üçüncü grup çalışmalarda ise ikiden fazla faktörlü doğrusal öğrenme eğrisi modelleri incelenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde, veri seti, ekonometrik model ve ekonometrik yöntem tanıtılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde ise, Türkiye ekonomisi 20 imalat sanayii sektörünün 1990-2021 dönemi ve 21 hizmet sektörünün 2003-2021 dönemine ilişkin ISIC REV-2 verileri kullanılmıştır. Bu çalışma için iki faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modeli seçilmiş, En Küçük Kareler (EKK) yöntemi kullanılarak teknolojik öğrenme oranları elde edilmiş ve bulgular detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmanın son bölümünde elde edilen bulgular yorumlanarak öneriler sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ÖĞRENME EĞRİLERİ TEORİSİ

Öğrenme eğrisi teorisi birim maliyette meydana gelen azalmanın, kümülatif üretim artışı sonucunda işgücü verimliliğinde sağlanan iyileşmeden kaynaklandığını öne sürer. Wright (1936)'ın öncülük ettiği bu süreçte, teknolojik gelişmelerin artmasıyla Ar-Ge ve patent harcamaları, ölçek ekonomisi vb. faktörlerin de modele dahil edilmesi sonucunda ortaya çıkan ikiden fazla faktörlü öğrenme eğrisi modeli, günümüzdeki ampirik çalışmalarda daha sıkça kullanılmaktadır.

1.1. Teknolojik Öğrenme Yeteneği Kavramı

Teknolojik öğrenme yeteneği teknolojik bilgiyi üretim, mühendislik ve yenilik süreçlerinde etkin bir şekilde kullanma becerisidir. Teknolojik öğrenme yeteneğinin geliştirilmesiyle verimliliğin artırılması, Global rekabetin hakim olduğu günümüzde daha da kritik hale gelmiştir. Bu yetenek ancak vasıflı işgücü, hammadde, sermaye ve güçlü kurumlara sahip bir ekonomideki sürekli teknolojik öğrenme ile kazanılabilir. İşgücünün öğrenme seviyesini ölçme yöntemlerini kullanarak teknolojik öğrenmenin sürdürülebilirliğini takip etmek ise, teknolojik kapasitenin geliştirilmesinde ve teknoloji politikalarının yönlendirilmesinde faydalı olmaktadır.

Teknolojik öğrenme yeteneği, çağımızdaki hızlı değişimi kavrayabilen bilgi, beceri, yetkinlik ve deneyimi kaynaştıran bir birikim süreci olarak da tanımlanabilir. Teknolojik öğrenme yüksek maliyetli bir süreçtir (Pavitt, 1984:349). Bunun nedeni teknolojik kapasite ve örgütsel faaliyetlere ait mevcut bilgi birikiminin girdi olarak kullanılmasıdır. Bu birikimin büyüklüğü ve onu elde etme çabalarının yoğunluğu ne kadar fazla olursa, teknolojik öğrenme o kadar hızlı ve etkili olmaktadır. Yenilik süreçleri üzerine yapılan araştırmalar göstermiştir ki, firmaların sahip olduğu teknolojik yetenekler yalnızca sermaye mallarında veya patentlerde değil, aynı zamanda bireysel becerilerde ve firma tecrübelerinde somutlaşan gizli bilgileri de içermektedir (Dosi vd.,1988: 1874; Senker,1995: 445). Bu bilgi unsurlarının aktarılması pahalıdır ve bu aktarma mekanizması firmaların kurumsal organizasyonlarına özgüdür (Von Hippel,1994: 433). Uluslararası ticaretin önündeki engellerin kaldırılması ve gelişmekte olan ülkelerin teknoloji transferi yaparak gelişmiş ülkeleri yakalayabilmeleri için zengin doğal kaynaklara ve fikri ve sınai mülkiyet haklarına sahip olmaları yeterli değildir (Ockwell vd., 2010: 731). Bunlarla birlikte yerel teknolojik kapasiteyi geliştirmeye yönelik kapsamlı, maliyetli ve zaman alıcı bir teknolojik öğrenme sürecine ihtiyaç duyulmaktadır (Huenteler vd., 2016: 7). Bireyler kendilerini geliştirmek için, firmalar ve kuruluşlar büyümek için, ülkeler de kalkınmak için farklı seviyelerde ortaya çıkabilen teknolojik öğrenme yeteneğine sahip olmak zorundadırlar. Bu yüzden teknolojik öğrenme yeteneğinin sürdürülebilir büyümenin ana kaynağı olduğu ileri sürülmektedir (Karaöz ve Albeni, 2005: 867).

Teknolojik öğrenme yeteneğinin kazanılması, yenilenebilir enerji teknolojilerinin giderek yaygınlaşmasıyla karbon salınımının azaltılmasının yanı sıra, yenilik faaliyetlerini arttırarak ekonomik büyümeye katkı sağlar. Firmalar teknolojik öğrenme yeteneğini geliştirmek için, ürettikleri yeni bilgi ve deneyimi özümseyecek vasıflı işgücü yetiştirmeye ve örgütsel süreçleri oluşturmaya yönelik bilinçli bir çaba göstermektedirler. Firmaların oluşturduğu organizasyonlar üniversiteler, müşteriler, tedarikçiler ve rakipler ile girdikleri etkileşimler yoluyla yenilikçi sistemlerini inşa etmektedirler (Lundvall vd., 2009: 17). Bu süreçte çalışanların firmalara olan bağlılık duygularını kaybetmemeleri son derece önemlidir. Eğer rekabet piyasası hızlı bir işgücü döngüsüne sahipse istikrarsız bir gidişat ile karşı karşıya kalınmakta ve sürdürülemez iş modellerinin sonucunda öğrenilen teknolojik yetenekler hızlı bir erozyona uğramaktadır (Hunteler vd., 2016: 7). Ulusal ya da bölgesel bilim ve teknoloji sistemlerine sahip kurumlar ve organizasyonlar büyük ölçüde öğrenme sürecini şekillendirmeyi ve bu süreci mümkün olduğunca hızlandırmayı amaç edinmişlerdir. Hükümet politikalarının sunduğu sübvansiyonlar bu konuda önemli bir teşvik unsuru olmaktadır (Conceição vd., 2003: 70).

1.2. Öğrenme Eğrileri

1930’lu yıllardan itibaren öğrenme eğrisi teknolojik değişimi ölçmeye yönelik bir yaklaşım olarak kullanılmaktadır. Öğrenme eğrisi, yenilikçi faaliyetlerin bir sonucu olarak maliyetleri azaltmayı sağlayan teknik değişimi ölçmek için kullanılmaktadır. Teknik değişimin bir göstergesi olarak öğrenme etkisi kavramı ilk defa Wright (1936) ve Arrow (1962)’un çalışmalarında öne çıkmış ve genellikle “yaparak öğrenme” olarak adlandırılmıştır. Bir teknolojinin öğrenme etkisi, bir ürünün birim maliyetindeki azalmanın kümülatif üretimdeki artıştan kaynaklanan bir deneyim fonksiyonu olarak ele alındığı öğrenme eğrisinden türetilmektedir.

Öğrenme eğrisi kavramı uzun zamandır bilinmesine rağmen, enerji teknolojileri ve çevre politikalarındaki yenilik gereksinimi, bu araştırma alanına olan ilginin önemli ölçüde artmasını sağlamıştır. 1930-1960 döneminde öğrenme eğrisinin ilk uygulamaları imalat alanına yönelik olmuştur (Wright, 1936; Hirsh, 1952; Alchian, 1963). 1970-1980 döneminde ise öğrenme eğrisi işletme yönetimi, strateji ve organizasyon alanlarında da uygulanmaya başlanmıştır (Boston Consulting Group (BCG), 1968; Dutton ve Thomas, 1984; Hall ve Howell, 1985; Lieberman, 1987; Argote ve Eppele, 1990). Bunun yanı sıra 1990’lardan günümüze kadar öğrenme eğrisi, politik analizlerde ve özellikle de yenilenebilir enerji teknolojilerinde uygulanması nedeniyle büyük ilgi görmüştür (Papineau, 2006; McDonald ve Schrattenholzer, 2001; Criqui vd., 2000; International Energy Agency, 2000).

1.2.1. Öğrenme Eğrisi

Belirli bir teknoloji için öğrenme eğrisi Denklem (1)’de tanımlanmıştır. Denklem (2), Denklem (1)’in logaritmik formudur. Denklem (3) ile gelişme oranı (d) hesaplanmaktadır. Kapasite artışı ya da kümülatif üretimin birim maliyet üzerindeki öğrenme etkisi, Denklem (4)’te tanımlanan öğrenme oranı ile temsil edilmektedir.

$$C_t = C_0 Q_t^{-a} \quad (1)$$

$$\ln C_t = \ln C_0 - a \ln Q_t \quad (2)$$

$$d = 2^{-a} \quad (3)$$

$$LR = 1 - d \quad (4)$$

Burada C_t , t zamanındaki birim üretim maliyetini; C_0 , başlangıç birim üretim maliyetini; Q_t , t zamanındaki kümülatif üretim miktarını ve “-a” ise öğrenme esnekliği katsayısını ifade etmektedir. Gelişme oranı (d), başlangıç değerine göre birim maliyetteki değişimi gösterir. Öğrenme oranı (LR) ise, kümülatif üretim ikiye katlandığında birim maliyetteki azalış / artış oranını verir. Gelişme oranı, toplam üretim iki katına çıktığında birim üretim maliyetinin 2^{-a} kadar azaldığını göstermektedir. Öğrenme gerçekleştiğinde gelişme oranının 0 ile 1 değerleri arasında olması beklenir. Oran sıfıra yaklaştığında daha yüksek, bire yaklaştığında ise daha düşük öğrenmenin gerçekleştiğini gösterir. $d=1$, birim üretim maliyetinde ne azalma ne de artma olduğunu gösterir. $d>1$ ise, birim üretim maliyetlerinde artışa ya da toplam üretim arttıkça verimlilik kaybına işaret eder. Örneğin gelişme oranının %65 ($d=0,65$) olması, üretim ikiye katlandığında birim maliyetin %35 azaldığını ifade eder. Birçok farklı endüstrilerde yapılan ampirik çalışmalar, tipik gelişme oranlarının literatürde listelenen tüm teknolojiler için yaklaşık olarak 0,6 ve 0,95 (%60 ve %95) arasında değiştiğini göstermektedir. Bunun hem üst sınırı için, hem de alt sınırı için bazı istisnaları vardır. Gelişme oranı değerleri %60'ın altında olan bazı endüstriler çok iyi öğrenmeyi ve %100'ün üzerinde olanlar da o endüstrideki unutmayı işaret etmektedir (Karaöz ve Albeni, 2005: 871).

1.2.2. Öğrenme Eğrisinin Tarihsel Gelişimi

İlk olarak uçak üretiminde kullanılan öğrenme eğrisi, T.P. Wright'ın “Factors Affecting the Cost of Airplanes” (Wright, 1936) adlı makalesinin yayınlamasından sonra kullanılmaya başlanmıştır. Wright (1936), çalışmasında uçak üretimine dayalı olarak çizdiği grafiklerin sonucunda, çıktı birimi başına gereken iş gücü ile kümülatif üretim hacmi arasında bir ilişki olduğunu ve çıktı hacminin ikiye katlanmasıyla birim maliyetlerin %20 oranında azaldığını göstermiştir. Bunu takip eden birçok çalışmada öğrenme eğrisi gemilerin, çeşitli makinelerin, özel kimyasalların ve yarı iletkenlerin üretiminde olduğu gibi birçok farklı üretim alanlarında da uygulanmaya başlanmıştır (Alchian, 1963; Dutton ve Thomas, 1984; Argote ve Epple, 1990; McDonald ve Schrattenholzer, 2001). Diğer taraftan Gordon Moore (1965) bir entegre elektronik devredeki transistör sayısının iki yılda bir ikiye katlandığını, birim elektronik devre maliyetlerinin ise sadece zamanla azaldığını tespit etmiş ve bu teori literatürde yapılan çalışmalarla desteklenerek “Moore Yasası” adını almıştır.

Öğrenme eğrisi alanında yapılan çalışmaların çoğu işgücü performansındaki gelişmenin nedenleri hakkında sınırlı bilgi sağlamaktadır. Bu konuda farklı bir yaklaşım, sermaye yatırımı miktarı değişmediği halde üretim artışıyla birlikte verimlilikte artış sağlanmasına odaklanmaktadır. Lundberg (1961) buna “Horndal Etkisi” adını vermiştir. İsveç'te faaliyet gösteren Horndal çelik fabrikası 15 yıl boyunca yeni yatırım yapmadan ortalama yılda yaklaşık %2 seviyesinde bir verimlilik artışı elde etmiştir. Bu nedenle Lundberg (1961) artan performansın deneyimlerden kazanılan öğrenmeye atfedilmesini önermiştir. BCG (1968) de, 24 endüstriyel ürünün kümülatif üretim miktarlarının iki katına çıktığında ortalama birim maliyetlerinin %20 ile %30 arasında azaldığını ortaya koyarak bu hipotezi desteklemiştir (Lieberman, 1984: 214). Böylece BCG (1968) öğrenme eğrisinin adını değiştirerek “deneyim eğrisi” kavramını tanımlamıştır.

Orijinal öğrenme eğrisi yaklaşımı üretim sürecindeki sadece tek bir girdiye odaklanırken, deneyim eğrisi yaklaşımı öğrenmenin üretimdeki tüm girdilerini içermektedir. Ayrıca öğrenme eğrisi analizindeki üretim ölçeğinin tek bir fabrika için değil, endüstri düzeyinde de kullanılmasını sağlamıştır. Endüstride kazanılan deneyimler işçi öğrenimi, teknoloji transferleri, yenilik faaliyetleri ve herhangi bir zamanda meydana gelen üretim, pazarlama ve yönetim gibi iş faaliyetlerindeki süreç yeniliklerini içeren birçok bileşenden oluşmaktadır. Öğrenme oranlarında sağlanan büyük artışlar ise, ancak daha fazla “Schumpeterci” ve “evrimsel” bir yaklaşımla firmaların farklı teknolojileri ve stratejileri benimsemesiyle açıklanabileceği ileri sürülmektedir (Dosi vd, 2017: 1874).

Bir sektörde veya endüstride, zaman içerisinde teknolojik öğrenme seviyelerinde ortaya çıkan farklılıklar birçok nedene dayanmaktadır. Teknolojik öğrenmenin uzun vadedeki seyrini şekillendiren mikro / makro düzeydeki faktörleri inceleyen Argote ve Epple (1990), farklı endüstri ve organizasyonların öğrenme oranları arasında büyük farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir. Diğer taraftan Berndt (1990), öğrenme eğrisinin bir Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan türetilebileceğini göstermiştir. Nagy vd. (2013) ise 62 farklı teknolojiye ait maliyet verilerini analiz ederek üretimde gözlenen maliyetteki düşüşü açıklamada kümülatif üretimin en etkili faktör olduğunu ve Wright'ın modelinin, Moore yasası ve çok faktörlü öğrenme modellerinden daha iyi performans gösterdiğini savunmuşlardır. Buna karşın, Şekil 1'de gösterildiği gibi Kavlak vd. (2018)'nin 1980-2012 dönemine ait ABD güneş enerjisi paneli üretimi yıllık verileriyle kümülatif üretim miktarı, Ar-Ge yatırım harcamaları, ölçek ekonomileri ve girdi malzemesi olarak silikon fiyatının birim panel maliyeti üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada özel ve kamu kaynaklı Ar-Ge harcamalarından kaynaklanan araştırarak öğrenmenin en etkili faktör olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla ölçek, girdi (silikon) fiyatı ve kümülatif miktar faktörleri takip etmektedir.

Şekil 1. Ar-Ge ve Ölçek Ekonomilerinin PV Teknolojisindeki Maliyet Etkileri



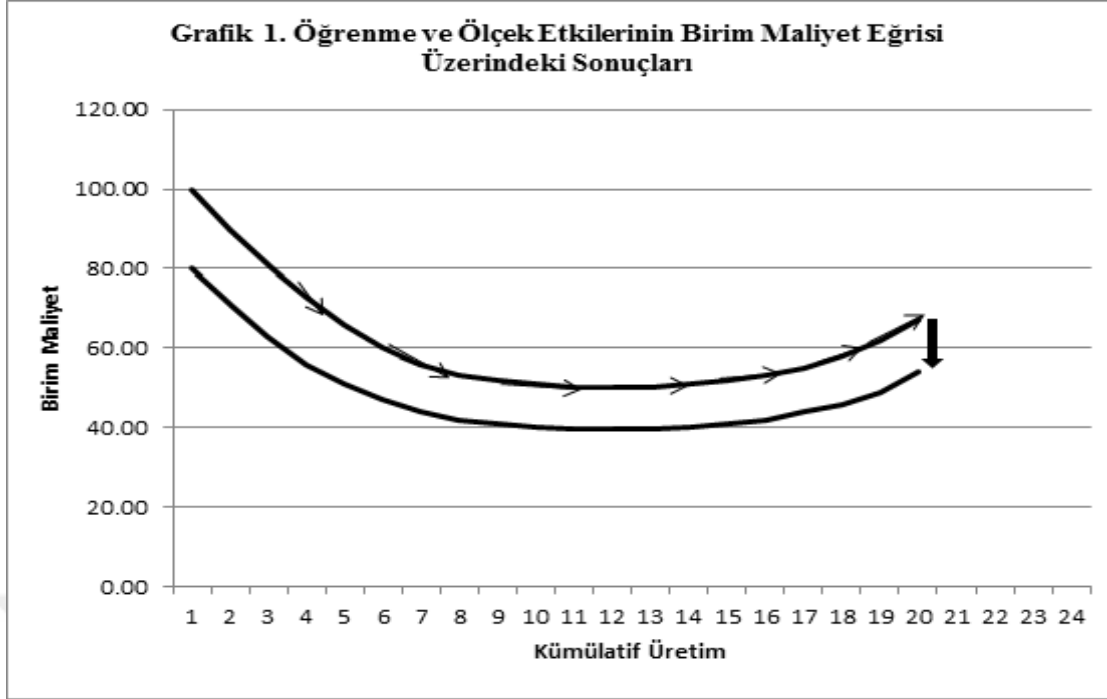
Kaynak : Kavlak vd. 2018: 706

Wright'ın modeli birçok uygulama alanı bulmasına karşın, sadece kümülatif üretim faktörünü kullanmasından dolayı literatürde oldukça fazla eleştiri almıştır. Bu eleştiriler zamanla alternatif model arayışlarına dönüşmüştür. Yirminci yüzyılın son yıllarında öğrenme eğrisini geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır (Zangwill ve Kantor, 1998; Waterworth, 2000). Globerson vd. (1989) işgücünün geçmişteki deneyimlerini dikkate almamasından dolayı Wright'ın modelini eleştirmişler, bu deneyimlerin üretim planlamasında ve işgücü analizlerinde oldukça etkili olduğunu savunmuşlardır. Smunt (1999) diğer bir deneyim kavramı olarak “sürekli öğrenme teorisi” ni öne sürmüştür. Globerson ve Gold (1997) ise öğrenme eğrisinin varyansını, varyans katsayısını ve olasılık yoğunluk fonksiyonunu üzerine çalışmalarda bulunmuşlardır.

Wright'ın modelinin genişletilmiş biçimine örnek Stanford-B modelidir :

$$C_t = C_0(Q_t + B)^{-a} \quad (5)$$

Denklemden, C_t , C_0 ve Q_t 'nin tanımları, (1) numaralı denklemde kullanılan tanımlarından farklı değildir. B , işçilerin geçmiş deneyimlerini gösteren bir parametredir ve “öğrenme etkisi” olarak da adlandırılmaktadır. Bu etki, kümülatif üretim miktarı arttıkça uzun dönem ortalama üretim maliyetlerinin azalmasını sağlayan pozitif ölçek ekonomilerinin etkilerinden farklı bir etkidir. Grafik 1’de görüldüğü üzere kümülatif üretim miktarı arttıkça öğrenme etkisi birim maliyet eğrisinin eğimini belirlerken, ölçek etkisi birim maliyet eğrisinin orijine doğru kaymasına neden olmaktadır. Bu model Boeing 707 uçağının üretim aşamalarında test edilmiş, daha sonra aynı ürünün geliştirilme faaliyetlerinde de kullanılmıştır (Badiru, 1992; Nembhard ve Uzumeri, 2000).



Kaynak : Kahouli-Brahmi, 2009: 1197

Denklem (6) ile ifade edilen De Jong (1957)'un modeli ise, Wright (1936)'ın modeline makine etkisi ilave edilerek elde edilmiştir.

$$C_t = C_o(M + (1 - M)Q_t^{-a}) \quad (6)$$

Burada M, öğrenme sürecine makinenin etkisini gösteren ve 0 ile 1 arasında değer alan bir parametredir. M=0 ise, makinenin öğrenme sürecinde bir etkisi yoktur. M=1 ise, makine etkisi maksimumdur; diğer bir deyişle bu süreçte öğrenme yoktur.

İlgili literatürde geleneksel öğrenme eğrisinin bir logaritmik-doğrusal fonksiyon olduğunu ve bu 1. dereceden fonksiyonun öğrenme etkisini açıklamada en iyi seçenek olmadığını gösteren çok sayıda çalışma yayınlanmıştır (Yelle, 1979 ; Badiru, 1992). Birçok ekonomik değişken gibi, teknolojik öğrenme seviyesinin de özel şartlara bağlı olarak zamanla değiştiği görülmüştür. Bu nedenle literatürde birçok doğrusal olmayan öğrenme modelleri geliştirilmiş ve kullanılmıştır. En yaygın doğrusal olmayan öğrenme modelleri arasında Asher (1956), De Jong (1957) ve Levy (1965) modelleri sıralanabilir. Tüm bu modellerde öğrenme esneklikleri ve oranlarının zamanla değişmesine imkan tanınmaktadır.

S-eğrisi modeli de sıkça kullanılan bir başka dinamik öğrenme eğrisi olarak literatürde yerini almıştır. Grafik 2'de gösterildiği gibi logaritmik-doğrusal formdaki geleneksel öğrenme eğrisi modelinin aksine, S-eğrisi modeli zamanla değişen öğrenme ve gelişme oranlarını göstermektedir.

S-eğrisi modeli, Stanford-B ve De Jong (1957) modellerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Böylece aşağıda belirtildiği gibi yeni bir maliyet fonksiyonu tanımlanmıştır.

$$C_t = C_o(M + (1 - M)(Q_t + B)^{-a}) \quad (7)$$

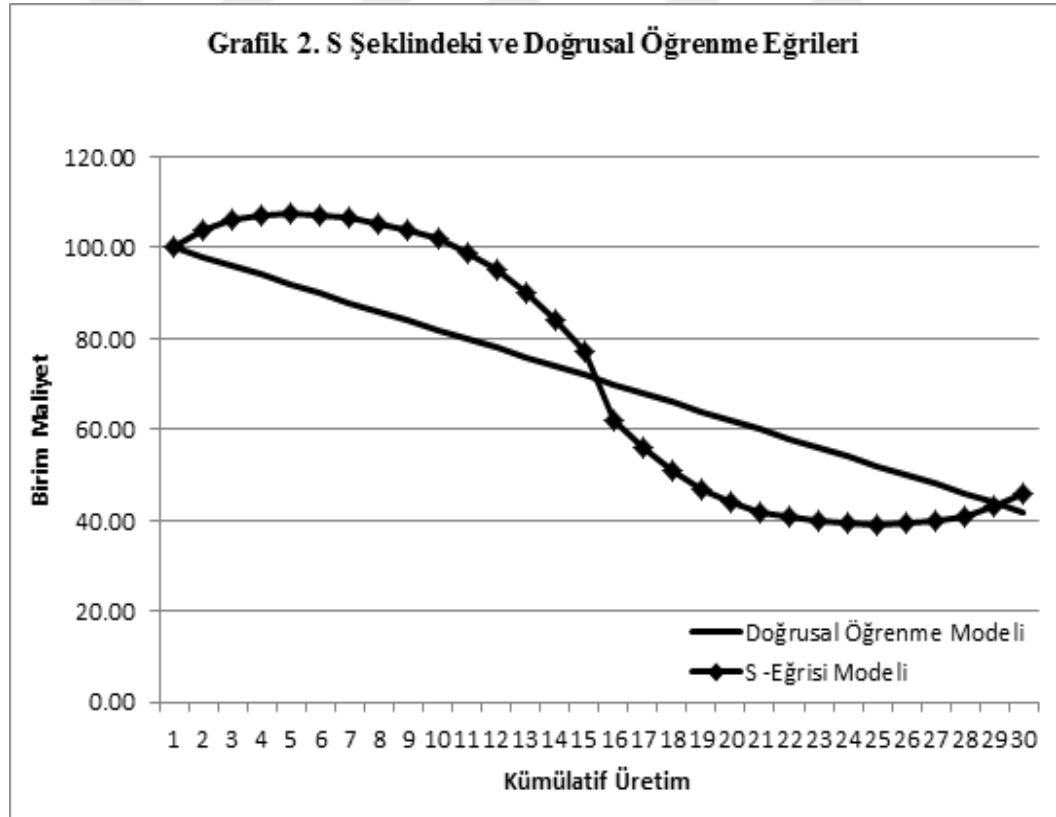
Makro seviyedeki analizlerde, yeterince kurumsallaşmanın ve nitelikli beşeri sermayenin olmadığı bir ülkedeki yeni teknolojilerin içselleştirilmesi zaman aldığından, S şeklindeki öğrenme eğrisi klasik doğrusal öğrenme eğrisine göre zamanla gerçekleşen değişimleri daha iyi yansıtmaktadır. Ayrıca teknolojik öğrenmenin maliyetli ve zaman alıcı bir süreç olması ve ülke imalat sanayi sektörlerindeki firmaların bilgi birikimlerinin teknolojik yenilikleri içselleştirme kapasitelerinin yeterli seviyede olmayışı da bu süreci uzatmaktadır. Tüm bu sebeplerden ötürü Karaöz ve Albeni (2005), Badiru (1992) ve Carlson (1973)'un geliştirdiği S şeklindeki öğrenme eğrisine uygun, aşağıda verilen (8) numaralı Denklem ile tanımlanan 3. dereceden bir maliyet fonksiyonu kullanılmasının daha uygun olduğunu savunmuşlardır.

$$\ln C_t = \ln C_0 + \beta_1(\ln Q_t) + \beta_2(\ln Q_t)^2 + \beta_3(\ln Q_t)^3 \quad (8)$$

$$-a = \beta_1 + 2\beta_2(\ln Q_t) + 3\beta_3(\ln Q_t)^2 \quad (9)$$

Denklem (8)'in her iki tarafının $\ln Q_t$ 'ye göre birinci türevi alındığında Denklem (9)'daki gibi tanımlanan “yaparak” öğrenme esnekliği katsayısı ($-a$) elde edilmektedir.

Karaöz ve Albeni (2005) Türkiye imalat sanayi sektörlerindeki yıllara yayılan öğrenme oranlarındaki dinamik değişimleri hesaplamak amacıyla sırasıyla Denklem (3), (4), (8) ve (9)'u kullanmışlar ve her bir yıla ait gelişme ve öğrenme oranlarını elde etmişlerdir.



Kaynak : Karaöz ve Albeni, 2005: 871

1.3. Öğrenme Etkileri

İmalat sanayisindeki birçok farklı enerji teknolojilerinde öğrenme eğrisinin etkisi giderek yaygınlaşmaktadır. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine (YET) yapılan yatırımlar geleneksel enerji yatırımlarından daha maliyetli olmasına rağmen, bunların pazar paylarının artmasıyla birim maliyetlerinin azaldığı gözlenmiştir. Böylece verimlilikte artış sağlayan YET, olgunlaşmış eski teknolojilerin alternatifi olarak görülmeye başlanmıştır. YET'in girdi bileşenlerinin büyük kısmı genellikle yurt dışından sağlandığı için yerel yatırımlar, diğer ülkelerdeki teknolojik öğrenme süreçlerinden etkilendiği görülmektedir. Örneğin Çin'de güneş paneli üretiminde sağlanan teknolojik gelişmeler, dünya çapında güneş paneli yatırımlarını arttırmaktadır. Bir sektörden elde edilen çıktılar, başka bir sektörün girdilerini oluşturmaktadır ve bu durum tüm tedarik zinciri boyunca geçerli olabilmektedir. Wright (1936)'ın öğrenme eğrisi modelinin önemli bir eksikliği, toplam maliyet azalmalarına yol açan doğrudan girdi miktarlarının nasıl değiştiği hakkında bilgi verememesidir. Bu modelin diğer bir dezavantajı, işgücü verimliliği ve kâr marjı gibi doğrudan katma değeri etkileyen değişkenleri veya tedarik zincirindeki üretim süreçlerinin herhangi birindeki değişikliğin altında yatan nedenleri açıklayamamasıdır (Bergesen ve Suh, 2016: 722). Bu konuda yaptıkları çalışmada Bergesen ve Suh (2016), tedarik zincirlerini de ekleyerek öğrenme etkilerini üç ana başlıkta toplamıştır.

1.3.1. Üretimde Ara Girdi Kullanılması Sonucu Gerçekleşen Öğrenme

Bu öğrenme sonucunda üretimde kullanılan ara girdi yoğunluğunun verimliliği nasıl etkilendiğinin ölçülmesi ve endüstriyel atıkların çevreye verdiği zararların azaltılması amaçlanmaktadır. Ayrıca ürün standardizasyonu, enerji verimliliği, girdi ikamesi ve ölçek ekonomileri alanlarında araştırmaların da yapılması hedeflenmektedir.

1.3.2. Yüksek Katma Değerli Ürün Üretilmesi Sonucu Gerçekleşen Öğrenme

Ar-Ge faaliyetleriyle yeni bir teknolojinin geliştirilmesi, araştırarak öğrenme yeteneğinde artış sağlayarak emeğin daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Müşterilerin ürün hakkındaki geri bildirimleri ile ürünün geliştirilmesi sağlanarak firmanın kâr marjı arttırılmaktadır. Diğer taraftan müşteriler, üreticiler, tedarikçi firmalar ve üniversiteler arasında bilgi ağları kurularak üretim maliyetleri azaltılmaktadır. Coğrafi ve teknolojik olarak dezavantajlı içe dönük firmaların, bilgi yayılmaları sayesinde araştırma kuruluşlarından ve diğer firmaların deneyimlerinden faydalanmaları sağlanmaktadır.

1.3.3. Üretimde Ara Girdi Kullanılması ve Yüksek Katma Değerli Ürün Üretilmesi Sonucu Gerçekleşen Öğrenme

Bu öğrenme sonucunda üretim hacmindeki değişikliklere bakılmaksızın tedarik zincirinde yer alan birçok üründe birim maliyetlerin azaltılması amaçlanmaktadır. Ayrıca güncel teknolojik geliştirmeler takip edilerek öğrenme eğrisi modelinin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

1.4. Öğrenme Seviyelerini Farklı Yapan Teknolojiler

Firmaların sahip oldukları teknolojiler arasındaki farklılıkların başında sermaye yoğunluğu, kapasite büyüklüğü ve Ar-Ge faaliyetleri gelmektedir. Bu farklılıklar, yaparak ve araştırarak öğrenme ile kazanılan teknolojik öğrenme seviyelerine de yansımaktadır. Jamasb (2007: 61-66) teknolojik öğrenme seviyelerine göre teknolojileri dört kategoride sınıflandırmıştır.

1.4.1. Olgun teknolojiler

Bu kategorideki teknolojiler uzun yıllardır kullanılmaktadır ve dünya genelinde elektrik endüstrisinin gelişmesinde önemli bir rol oynamışlardır. Bu teknolojileri kullanan modellerde yaparak öğrenme oranları orta seviyede seyretmekte iken, araştırarak öğrenme oranları genellikle daha düşük seviyede kalmaktadır. Piyasaya hakim pozisyonları ve yaygın kullanımları nedeniyle bu teknolojiler, ticari genişleme fırsatları bakımından diğer teknolojilere göre daha avantajlıdır; çünkü daha az piyasa kısıtlamaları ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Olgun teknolojiler her bir birim kapasite için yeni teknolojilere göre daha az sermaye kullanmaktadırlar. Mevcut yüksek kurulu kapasiteleri göz önüne alındığında kapasitelerinin ikiye katlanması oldukça uzun zaman almakta ve diğer teknolojilere göre üretim maliyetlerini düşürmeleri çok daha yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir.

1.4.2. Canlanan teknolojiler

Bu teknolojiler de uzun süredir kullanılmaktadırlar ve bu nedenle radikal yenilikleri temsil etmemektedirler. Diğer taraftan araştırarak öğrenme oranları yüksek seviyede gerçekleşirken, yaparak öğrenme oranları düşük seviyede seyretmektedir. Ayrıca olgun teknolojilere benzer şekilde bu kategorideki teknolojilerin sermaye kullanım oranları düşüktür. Bu teknolojilerin de kurulu kapasitelerinin yüksek olması, yeterince maliyet iyileştirmeleri gerçekleştirilemediğini göstermektedir.

1.4.3. Gelişen teknolojiler

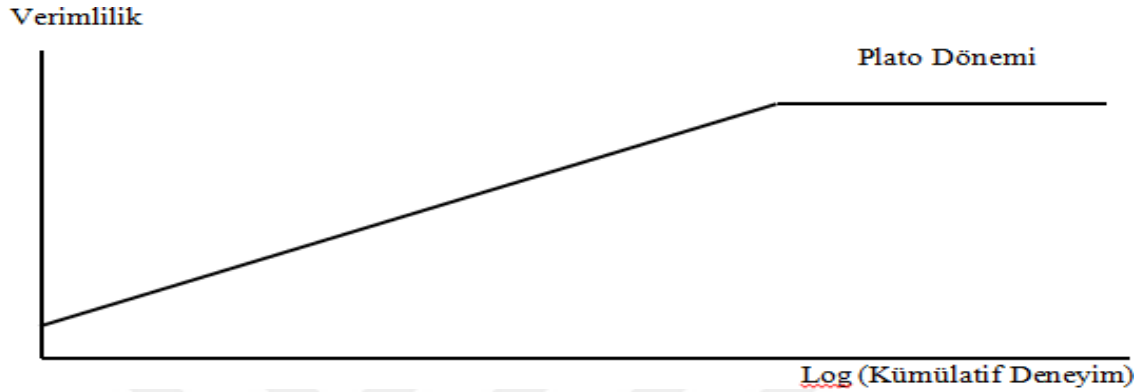
Bunlar nükleer enerji ve deniz kıyısı rüzgar enerjisi teknolojilerinden oluşmaktadır. Sermaye kullanım oranları yüksek olan bu teknolojiler, canlanan teknolojilerden daha kısa bir süredir varlığını sürdürmelerine rağmen önemli ölçüde üretim maliyetinde tasarruf sağlamışlardır. Bu teknolojiler de üretim ölçeğindeki ve ürün standardizasyonundaki artıştan dolayı hem yaparak öğrenme oranları, hem de araştırarak öğrenme oranları diğer teknolojilere göre daha yüksek seviyede seyretmektedir. Ancak bu teknolojilerdeki araştırarak öğrenme potansiyelinin daha yüksek olduğu öngörülmektedir.

1.4.4. Yeni ortaya çıkan teknolojiler

Termal güneş enerjisi ve açık deniz rüzgar enerjisi teknolojilerini içermektedir. Diğer teknolojilere göre daha yeni olmalarına rağmen gelişen teknolojilere göre daha az teknik ilerleme sağlamışlardır. Çevresel avantajları ve tanıtım politikalarından yararlanmalarının aksine, diğer teknolojilere göre maliyet dezavantajları, bu teknolojilerin pazar fırsatlarını değerlendirmelerini

sınırlandırmıştır. Bu nedenle yeni ortaya çıkan teknolojilerin yayılması yavaş olmuş ve enerji üretim kapasitelerinde gözle görülür bir artış sağlayamamışlardır. Sermaye kullanım oranları yüksek olmasına rağmen, diğer teknolojilere göre araştırarak ve yaparak öğrenme seviyeleri daha düşüktür. Yelle (1979) sermaye kullanım oranları yüksek olan üretim teknolojileri için Grafik 3’te gösterildiği gibi verimlilik eğiliminin plato şeklinde sonlandığı bir model önermiştir.

Grafik 3. Sermaye Yoğun Teknolojilerde Y yaparak Öğrenme Etkisi



Kaynak : Blancett, 2002: 55

Jamasb (2007), çalışmasında 4 gruba ayırdığı enerji teknolojileri için hesapladığı “y yaparak” öğrenme oranları ve “araştırarak” öğrenme oranları Tablo 1’de verildiği gibidir.

Tablo 1. Enerji Teknolojilerinin Y yaparak ve Araştırarak Öğrenme Oranları

Grup	Y yaparak öğrenme	Araştırarak öğrenme	Örnek
Olgun teknolojiler	Orta (1,96 – 12,39)	Düşük (1,25 -6,03)	Toz yakıt teknolojisi Süper kritik kömür Geleneksel kömür Geleneksel Linyit Kombine gaz türbini Büyük hidroelektrik
Canlanan teknolojiler	Çok düşük (0,23 -0,65)	Orta (8,9 – 20,6)	Kombine güç santrali Küçük hidroelektrik
Gelişen teknolojiler	Yüksek (13,1 – 41,5)	Yüksek (26,7 – 43,7)	Nükleer enerji Kıyı rüzgar enerjisi
Yeni ortaya çıkan teknolojiler	Düşük (1,0 – 2,2)	Düşük (4,9 – 5,3)	Termal güneş enerjisi Deniz rüzgar enerjisi

Kaynak: Hong vd., 2015: 88

Bu tabloya bakıldığında toz yakıt, süper kritik kömür, linyit, geleneksel kömür, kombine gaz türbini ve büyük hidroelektrik teknolojilerin yer aldığı olgun teknolojilerde “*yaparak*” öğrenme oranları %1,96-%12,9 aralığında seyrederken, “*araştırarak*” öğrenme oranları %6,03 değerini geçememektedir. Diğer taraftan kombine güç santrali ve küçük hidroelektrik santrallerinin yer aldığı canlanan teknolojilerde yaparak öğrenme oranlarının oldukça düşük seviyede olduğu gözlenmekte, araştırarak öğrenme oranları ise %20,6 değerine kadar çıkabilmektedir. Nükleer enerji ve deniz kıyısında bulunan rüzgar türbinlerinin yer aldığı gelişen teknolojilerde ise yaparak ve araştırarak öğrenme oranları diğer teknolojilere göre en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Fakat bu teknolojilerde araştırarak öğrenme oranları yaparak öğrenme oranlarının üzerinde seyretmektedir. Termal güneş enerjisi ve açık denizdeki rüzgar türbinlerinin yer aldığı yeni ortaya çıkan teknolojilerde gelişen teknolojilerin tam tersine, yaparak ve araştırarak öğrenme oranlarının ilgili diğer teknolojilere göre en düşük seviyede olduğu gözlenmektedir.

1.5. Teknolojik Özelliklerine Göre Sektörler

Gelişmekte olan ve büyük bir iç pazara sahip ekonomilerde, gelişmelerinin erken dönemlerindeki firmalar genellikle kapasitelerini arttırmak suretiyle pozitif ölçek ekonomisinin avantajlarından yararlanmaya çalışmaktadırlar. Bununla birlikte uygulamalı literatürde firmaların öğrenme stratejilerine ve/veya öğrenme modellerinde sektörler arası farklılıklara yeterince önem vermedikleri görülmektedir. Ayrıca yoğunlukla firmaların işgücü verimliliğini artıracak yeni teknolojileri veya Ar-Ge harcamalarını arttırmaya yönelik politikalar da geliştiremediği görülmektedir. Bu durumdaki firmalar yeni teknolojileri önce taklit etmekte, ilgili alanda yeterince bilgi ve deneyime sahip olduktan sonra bu teknolojileri transfer etmektedirler. Bu türden öğrenme modelleri ilk olarak Pavitt (1984: 364) tarafından ortaya konulmuş, sektörleri teknolojik bilgi kaynaklarına, müşterilerin ihtiyaçlarına ve bunlara çözüm getirme durumlarına göre dört kategoriye ayrılmıştır.

1.5.1. Tedarikçi Ağırlıklı Düşük Teknolojiye Sahip Sektörler

Bu sektörler, geleneksel faaliyetlerin çoğunu içeren tekstil, mobilya ve deri ürünleri gibi genellikle ekipmana dayalı ve yenilikleri firma dışından kabul eden bir anlayışa sahiptirler.

1.5.2. Ölçek Ağırlıklı Orta-Düşük Teknolojiye Sahip Sektörler

Otomobil endüstrisi gibi hem temel malzemeleri hem de dayanıklı tüketim ürünlerini kapsayan, ölçek ağırlıklı teknik ilerlemelerle karakterize edilen sektörlerdir. Yenilik hem iç hem de dış kaynaklıdır. Özellikle otomobiller ve dayanıklı tüketim malları gibi karmaşık ürünlerde ürün ve süreç yeniliği gelişmiştir.

1.5.3. Uzman Tedarikçiler Ağırlıklı Orta-Yüksek Teknolojiye Sahip Sektörler

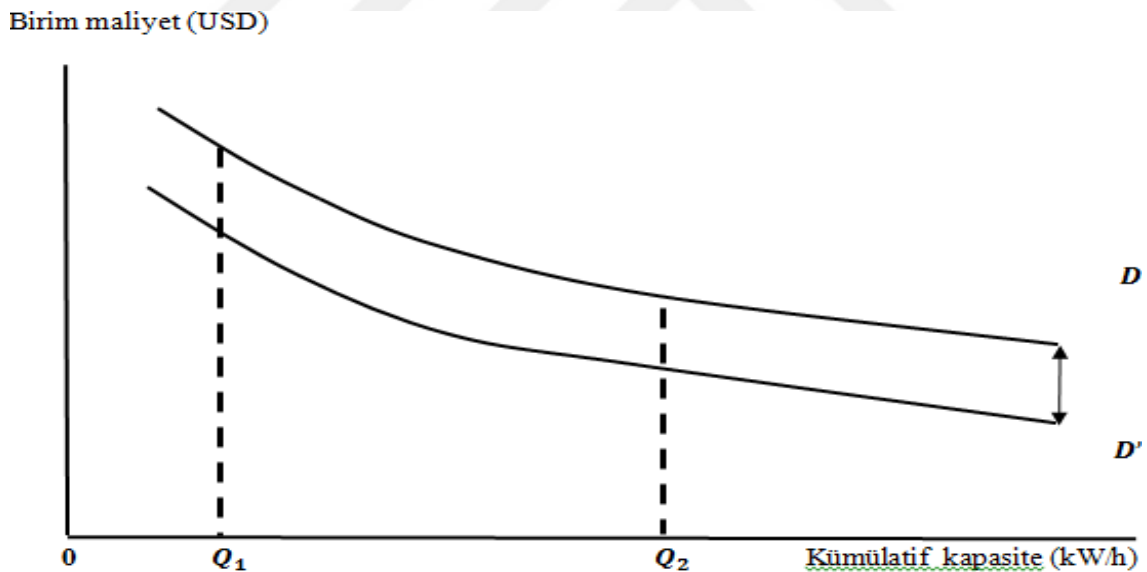
Diğer birçok sanayi sektöründe kullanılan endüstriyel makineler ve aletler tasarlar ve üretirler. Bu sektörlerde yoğunlukla ürün yeniliği gelişmiştir.

1.5.4. Bilim Temelli Yüksek Teknolojiye Sahip Sektörler

Hem kurum içi Ar-Ge çalışmalarına, hem de üniversitelerin araştırma faaliyetlerine dayanmaktadırlar. Eczacılık ve elektronik gibi endüstrilerde görülmektedir. Bu sektörlerde ürün yeniliği oranları oldukça yüksektir. Üretim verimliliğindeki iyileşmeler sektörler arasında farklılıklar gösterir. Örneğin “*araştıracak*” öğrenme oranları bilgisayar- elektronik sektöründe oldukça yüksek seviyede, eczacılık sektöründe ise düşük seviyede seyretmektedir.

Sektörler arasındaki teknoloji farklılıklarının sonuçlarını araştıran bir çalışmada Jamasb (2007), yaparak öğrenme etkisini araştırarak öğrenme etkisinden ayırıştırarak Grafik 4'teki gibi göstermiştir. Grafiğe göre kümülatif kapasitedeki artıştan kaynaklanan “*yaparak*” öğrenmenin üretim artış etkisi negatif eğimli D eğrisidir. Örneğin D eğrisi üzerinde kümülatif üretim miktarının Q_1 'den Q_2 'ye artması yaparak öğrenme sonucu maliyetlerdeki azalmayı göstermektedir. Teknolojik öğrenme eğrisinin D'den D' yönüne doğru kayması ya ölçek ekonomileri kaynaklıdır ya da firma tarafından yapılan Ar-Ge faaliyetleri sonucu gerçekleşmektedir. Teknoloji politikası açısından teknik değişim sürecinin farklı aşamalarında belirli bir teknoloji için yaparak ve araştırarak öğrenmenin göreceli etkinliğini anlamak oldukça önemlidir.

Grafik 4. Yapararak ve Araştırarak Öğrenmenin Maliyet Düşürücü Etkileri

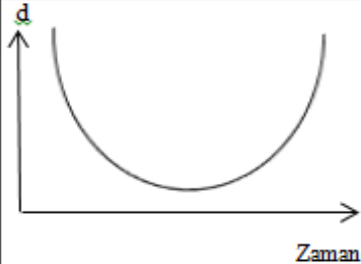
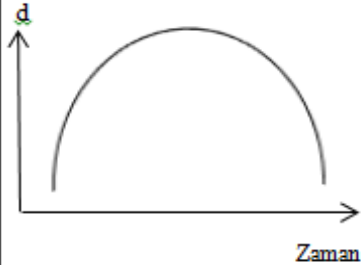
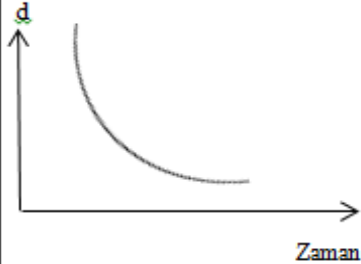


Kaynak : Jamasb, 2007: 6

Yapılan ampirik çalışmalarda teknolojik öğrenme seviyelerinin zamanla değiştiği görülmektedir. Örneğin Karaöz ve Albeni (2005: 878) Türkiye için yaptıkları çalışmada imalat sektörlerindeki teknolojik öğrenme seviyelerinin farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu öğrenme seviyelerini gösteren gelişme oranlarının seyri Tablo 2’de gösterildiği gibi üç gruba ayrılmıştır. Bu tabloya göre çoğunlukla düşük ve orta teknolojiye sahip ilk gruptaki sektörlerde son dönemde öğrenmenin doygunluğa ulaşması nedeniyle unutmaya gözlenmektedir. Orta-yüksek teknolojiye sahip

sektörler arasında yer alan demir-çelik, kimya ve petrol-kauçuk sektörlerinin son döneminde de unutmaya rastlanmıştır. Diğer taraftan ikinci grupta yüksek teknolojiye sahip petrol rafinerileri ile düşük teknolojiye sahip cam ve temel metaller sektörlerinde yaşanan başlangıç dönemindeki unutmanın, son dönemde yerini öğrenmeye bıraktığı görülmektedir. Son olarak çoğunlukla yüksek teknolojiye sahip sektörlerin yer aldığı üçüncü grupta beklentilere paralel olarak başlangıç dönemi hariç kısa süreli unutma görülmemiştir. Bu verilere bakarak ikinci ve üçüncü gruplarda yer alan sektörlerde üretim / kapasite artışının verimliliği arttırdığı söylenebilir.

Tablo 2. Teknolojik Öğrenme Seviyelerinin Zamanla Değişimi

<u>Eğrinin Sekli</u>	Gelişme Oramı (d)	Unutma Görülen Dönemler	İlgili Sektörler
İçbükey		Son dönemde	İçecek, Giyim, Plastik, Ayakkabı, Mobilya, Demir-Çelik, Temel Kimyasallar, Petrol ve Kauçuk ürünleri
Dışbükey		Başlangıç döneminde	Petrol Rafinerileri, Tütün, Cam, Ana metaller
<u>Başlangıçta</u> <u>İçbükey</u>		<u>Hiçbir</u> <u>dönemde</u>	<u>Tekstil</u> , <u>Deri</u> , <u>Kağıt</u> , Basım, Gıda, Ulaşım Makineleri, Metal ürünler, Makine, Elektrikli makineler

Kaynak: Karaöz ve Albeni, 2005: 878

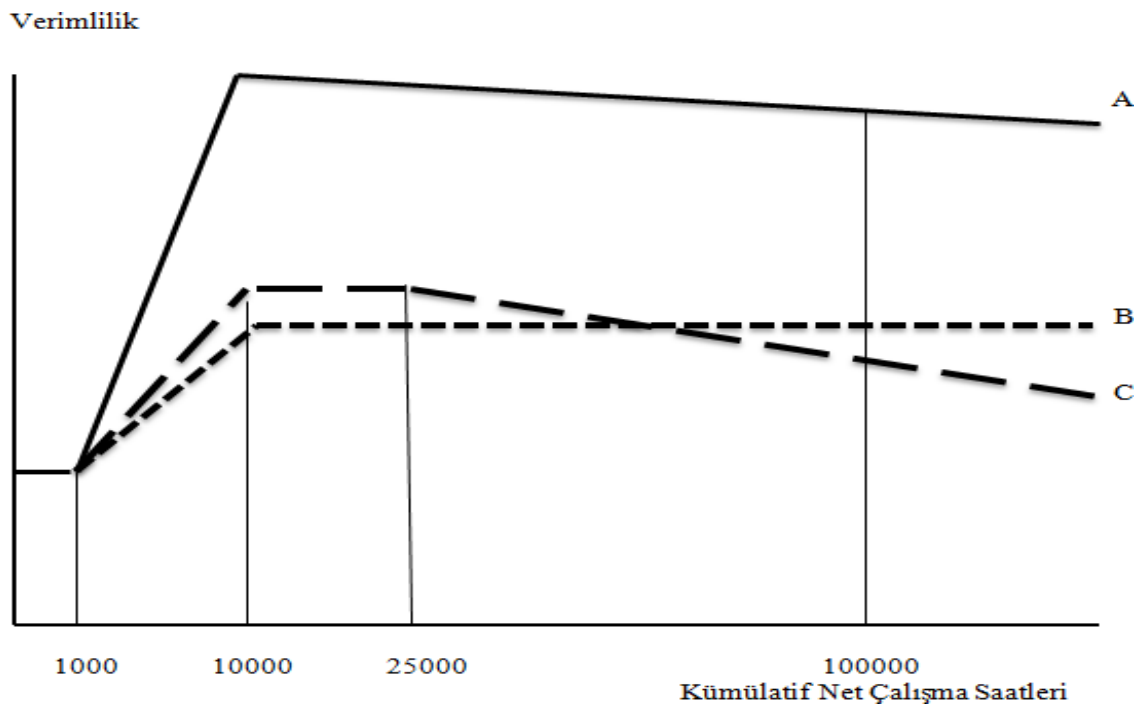
Argote ve Epple (1990) ise çalışmalarında, işgücünün firmalar arasında işe giriş-çıkışları ve bilgi transferi gibi faktörler nedeniyle teknolojik gelişmeleri yeterince takip edemeyen firmalarda örgütsel unutmanın ortaya çıkabileceğini savunan bir tez ileri sürmüşlerdir. Argote ve Epple (1990)'ın savundukları bu tezi test etmek amacıyla Blancett (2002) çalışmalarında, Fortune 500'e giren United States Gypsum (USG) inşaat firması işçilerinin 200.000 çalışma saatlik verimlilik performanslarını incelemişler ve Grafik 5'te sunulan firma performanslarına göre üç ayrı verimlilik periyodunu aşağıdaki gibi tanımlamışlardır.

Durgun Dönem : Üretimin başlamasından hemen sonraki ilk 1000 net çalışma saatlerini içeren bu dönem genellikle altı aydan az sürer. Ürünlerdeki kalite sorunları ve sık rastlanan ekipman arızaları nedeniyle süreç etkinliğinin ve güvenilirliğinin zayıf olması, kaliteyi arttırmak için yapılması gereken iyileştirmeleri engellemektedir. Çalışanların bilgi donanımı düşüktür ve süreçte yaşanan aksaklıklara müdahale süreleri oldukça uzundur. Ölçülebilir performans kazanımları çok az olmasına rağmen işçi öğreniminin temelini bu dönemde atıldığı gözlenmektedir. Bu ilk dönemde Ar-Ge faaliyetleri yoğun olarak görülür. İşletmelerde üretim sürecinde ve kalitesindeki sorunları çözmek için profesyonel bir takım hazır bulundurulur.

Süreç Hızlandırma Dönemi : 1000 ila yaklaşık olarak 10000 net çalışma saatleri arasında gerçekleşen üretim dönemidir. Bu dönemde süreç güvenilirliği ve ürün kalite kontrol mekanizmaları iyileştirilir ve işçiler kritik derecede önemli işletme bilgileri kazanmaktadırlar. Kronik ekipman problemlerinin çözümü sonucunda üretim kalitesi istenilen seviyeye ulaşmaktadır. Ar-Ge personeli bu aşamada daha az yer almaktadır. Bu dönemde Ar-Ge desteği ile üretilen yeni teknolojik bilginin patentlenmesi sağlanmaktadır. Dönem sonuna kadar imalatla çalışan personelin edindiği deneyimlerin Ar-Ge'de çalışan personelin seviyesine yaklaştığı görülmektedir.

Olgun Dönem : 10000'i aşan net çalışma saatlerinde gerçekleşen üretimi kapsamaktadır. Bu aşamada verimlilik kazanımları neredeyse yalnızca süreci hızlandırmayla ilişkilidir. Verimlilik ve güvenilirlik potansiyelinde zirveye ulaşılmıştır. İşçi bilgisi yüksektir ve Ar-Ge faaliyetleri üretime sürekli destek sağlamaktadır. Ar-Ge girişimleri sayesinde ürün yelpazesinin genişletilmesi, hammadde tedarikinde maliyet optimizasyonu ve kapasite genişletilmesi sağlanmaktadır.

Grafik 5. Farklı Üretim Tesislerinin Çalışma Saatlerine Göre Verimlilik Performansları



Kaynak : Blancett, 2002: 55

İKİNCİ BÖLÜM

2. ÖĞRENME EĞRİLERİ TEORİSİNE İLİŞKİN AMPİRİK LİTERATÜR

Öğrenme eğrisi teorisine ilişkin ampirik literatür incelendiğinde üç çeşit öğrenme eğrisi ile ilgili çalışmalarla karşılaşmaktadır. Bunlar tek faktörlü öğrenme eğrisi, iki faktörlü öğrenme eğrisi ve ikiden fazla faktörlü öğrenme eğrisidir.

2.1. Tek Faktörlü Öğrenme Eğrisini Baz Alan Çalışmalar

Bu çalışmalarda, teknolojik değişim ve yenilik faaliyetleriyle sağlanan üretim ve kapasite artışının birim maliyetlerde sağladığı düşüşler, teknolojik gelişimin ölçülebilir bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Klaassen vd., 2005). Bununla birlikte başlangıçta olgun endüstriler için geliştirilen öğrenme eğrisinde bağımsız değişkenin tek faktöre indirgenmesi, gelişen ve yeni ortaya çıkan teknolojilerdeki teknik değişime ayak uydurmada yetersiz kaldığı eleştirilerinin giderek artmasına neden olmuştur. Teknik ilerlemeyi içsel değişken olarak ele alan proaktif yaklaşıma göre, teknolojik ilerlemeyi teşvik etmek amacıyla çeşitli faktörlerin kullanılması gerektiği savunulmuştur. Tek faktörlü öğrenme eğrisinin önemli bir eksikliği, Ar-Ge'nin maliyet düşürme etkisinin dikkate alınmamasıdır. Ayrıca, Ar-Ge'nin modellere dahil edilmemesi durumunda öğrenme oranlarının yanlış tahmin edilme olasılığının yüksek olabileceği ileri sürülmektedir.

Tek faktörlü öğrenme eğrisi genellikle kapasite arttırma sürecinin analizi için tasarlanmıştır. Bununla birlikte, maliyet azaltma ve kapasite genişletme arasında bir nedensellik ilişkisinin olması mümkün olabilmektedir. Bir başka deyişle, bir teknolojinin maliyetindeki azalmalar bu teknolojinin benimsenmesini arttırmaktadır. Tek faktörlü öğrenme eğrisi modelinin yenilikçi olmaması ve teknolojinin yayılma sürecinin ana faktörü olan Ar-Ge'yi dışarıda bırakması, teknolojik değişim sürecinin en çok uygulama alanı bulduğu ortaya yeni çıkan ve gelişen enerji teknolojilerinin analizi için uygun bir model olmadığı görülmektedir (Jamasp, 2007: 57). Yine de Ar-Ge faaliyetlerinin henüz yaygın olmadığı 1970'li yıllarından itibaren yenilenebilir enerji teknolojileri alanındaki öğrenme oranlarını hesaplamak amacıyla çalışmalar yapıldığı görülmüştür.

Yapılan bu çalışmaların ilk örneği Maycock ve Wakefield (1975) tarafından ortaya konulmuştur. Çalışmada 1959-1974 dönemi üçer aylık ABD fotovoltaik (PV) güneş paneli üretimi verileri, tek faktörlü öğrenme eğrisi modeli ve EKK yöntemi kullanılarak kümülatif üretim artışından kaynaklanan %22 öğrenme oranı tespit edilmiştir. Watanabe (1999) de çalışmasında Japonya kristalize silikonlu güneş paneli üretimi verileriyle aynı dönem, model ve yöntemle istatistiksel olarak %20 öğrenme oranı bulgusuna ulaşmıştır. Neij (2008) ise çalışmasında, 1976-1996 dönemi üçer aylık Almanya kristalize silikonlu güneş paneli üretimi verileriyle aynı model ve yöntem ile yaparak öğrenme oranını %20 olarak tahmin etmiştir. Bu çalışmalar aynı model ve aynı yöntemi kullanmasına karşın farklı ülke verileri için yapılmış, fakat öğrenme oranını yaklaşık %20 civarında bulmuşlardır.

PV güneş paneli alanındaki en yüksek öğrenme oranına Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2000a) tarafından yapılan çalışmada rastlanmıştır. Bu çalışmada 1979-1988 dönemi aylık AB ülkeleri verileri kullanılmış ve bu ülkeler için %47 öğrenme oranı tahmin edilmiştir. Schaeffer vd. (2004) ise Global (1976-2001) ve Global (1987-2001) dönemleri için üçer aylık verileri kullanarak kümülatif üretimin birim güneş paneli maliyeti üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında Global (1976-2001)'de %20 ve Global (1987-2001)'de %33 öğrenme oranları elde etmişlerdir. Bu yükselen öğrenme oranları, bu alanda teknoloji geliştikçe yaparak öğrenmenin hız kazandığını göstermektedir.

Diğer taraftan bu alanda yapılan bazı çalışmalar da bu durumun aksinin gerçekleştiğini göstermektedir. Örneğin Gan ve Li (2015) Tayvan için yaptıkları çalışmalarında, 1975-2006 dönemi üçer aylık Global PV güneş paneli üretimi verileriyle 1975-1988 döneminde %35, 1976-1992 döneminde %32, 1980-2001 döneminde %25 ve 1988-2006 döneminde %15,5 öğrenme oranları tahmin etmişlerdir. İlerleyen dönemlerde öğrenme oranlarındaki bu azalmanın, güneş paneli piyasasının olgunluğa erişmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Trappey vd. (2016) ise, Tayvan'daki aynı ürünün üretiminde 2001-2010 dönemi iki aşamalı hiyerarşik öğrenme eğrisi modelini ve EKK yöntemini kullanarak kümülatif üretimin birim maliyet üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, girdi maliyetleri (silikon, çelik ve petrol) etkisinin dahil edildiği durumda öğrenme oranını %12,3, bu etkinin çıkarıldığı durumda ise %9,7 olarak hesaplamışlardır. Elshurafa vd. (2018)'nin de yaptıkları çalışmalarında elde ettikleri bulguların bu sonucu desteklediği görülmüştür. 1983-2015 dönemine ait 26 ülkenin PV güneş paneli üretimi yıllık verileri kullanılarak tek faktörlü doğrusal öğrenme eğrisi modeli, EKK ve Görünürde İlişkisiz Regresyon (SUR) yöntemleri kullanılarak kümülatif kurulu kapasitenin birim güneş paneli fiyatı üzerindeki etkisi incelenmiş ve çalışmada ortalama %11 öğrenme oranı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara dayanarak PV güneş paneli üretiminde 1970'lerden günümüze kadar verimlilik kayıplarının yaşandığı ileri sürülmektedir.

Ampirik çalışmalar rüzgar türbini üretiminde de benzer bir durum tespit edildiğini göstermiştir. Şöyle ki, IEA (2000b) kümülatif üretimin birim elektrik üretim maliyeti üzerindeki etkisini incelemiş ve Almanya'da %8, Danimarka'da %4, Avrupa Birliği'nde %18 ve ABD'de %32 öğrenme oranları elde etmiştir. Junginger vd. (2005) ise çalışmalarında İspanya (1990-2001) ve İngiltere (1992-2001) üçer aylık rüzgar türbini üretimi verileriyle İspanya'da %15 ve İngiltere'de %21 öğrenme oranları tahmin etmişlerdir. Junginger vd. (2005) aynı çalışmalarında, 1970-2000 dönemi yıllık Global deniz kıyısı rüzgar türbini üretimi verileriyle aynı yöntem ve aynı tahmin modelleri kullanarak %29 gibi oldukça yüksek bir öğrenme oranı elde etmişlerdir.

Buna karşın rüzgar türbini alanında verimliliğin yıldan yıla arttığı görülse de, bunun tam tersini gösteren çalışmaların sayısı da oldukça fazladır. Örneğin Nemet (2009), 1981-2004 dönemi yıllık Global rüzgar türbini üretimi verilerini kullanarak kümülatif üretimin birim yatırım maliyeti üzerindeki etkisini incelediği çalışmada öğrenme oranını %11 olarak hesaplamıştır. Lemming vd.(2009) de 1985-2000 dönemi üçer aylık yine Global deniz kıyısı rüzgar türbini üretimi

verileriyle aynı model ve yöntemi kullanarak kümülatif üretimin birim yatırım maliyeti üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında öğrenme oranını %10 olarak tahmin etmişlerdir. Qiu ve Anadon (2012) ise, 2003-2007 Çin aylık karasal rüzgar türbini üretimi verilerini kullanarak kümülatif üretimin birim elektrik fiyatı üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında öğrenme oranını %4 olarak belirlemişlerdir. Yine benzer bir çalışmada Bolinger ve Wiser (2012), Global rüzgar türbini üretimi verileriyle 1982-2004 döneminde %14 ve 1982-2010 döneminde %8 öğrenme oranı elde etmişlerdir. Diğer taraftan Trappey vd. (2013) çalışmalarında, Tayvan firmalarının 2001-2010 dönemi aylık rüzgar türbini üretim verilerine dayanarak girdi maliyetleri (çelik ve petrol) etkisinin çıkarıldığı durumda % -11,4 öğrenme oranı (unutma) ve bu etkinin dahil edildiği durumda ise % -5,6 öğrenme oranı (unutma) tahmin etmişlerdir.

Tüm bu çalışmaların sonuçlarına göre, daha çok sermaye yoğun özelliğine sahip rüzgar türbini teknolojisinde zamanla yaparak öğrenme oranlarının giderek azalması normal karşılanmaktadır. Çünkü, YET alanındaki Ar-Ge harcamalarının ve patent sayılarının son 30 yılda katlanarak arttığı bilinmektedir (USPTO Patent Statistics Table, 2020; EUROSTAT Gross Domestic Expenditure on R&D, 2021). Sonuç olarak YET'teki azalan öğrenme oranlarının yerini araştırarak öğrenme oranlarındaki artışın alıp almadığı, ancak iki faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modeli ile belirlenmesi mümkündür.

YET haricindeki diğer teknolojilerin de öğrenme oranlarını ampirik olarak tahmin eden çalışmalar vardır. Örneğin 1990-2007 dönemi üçer aylık Kuzey Amerika verileri ile tek faktörlü öğrenme eğriler modelini ve Smith vd. (2016), EKK yöntemini kullanarak, kümülatif Kuzey Amerika satışlarının Kompakt Floresan Lamba (CFL) birim fiyatı üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, 1990-1997 döneminde %21 ve 1998-2007 döneminde ise %51 olarak bulunmuş ve Global öğrenme oranına göre %79 gibi oldukça yüksek bir öğrenme oranına ulaşıldığı görülmüştür. Smith vd. (2016), böyle bir sonucun ortaya çıkmasına neden olarak da, teknoloji programlarına yapılan yatırımların CFL öğrenme oranlarını arttırdığını göstermişlerdir. Diğer taraftan Nadeau vd. (2010), Haziran 1999-Ağustos 2004 dönemi ABD aylık verilerini kullanarak kümülatif boru hidroformu, bakır tel üretimi ve otomotiv montajı alanlarında süreç bazlı maliyet modellemesi ile bakır tel üretiminde %12, boru hidroformu üretiminde %25 ve otomotiv montajında %34 maliyet düşüşünün gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Yine aylık veriler kullanılarak ve Brezilya için yapılan diğer bir çalışma Yeh ve Rubin (2012) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kümülatif etanol üretimin birim üretim maliyeti üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, 1980-1985 döneminde %7, 1985- 2002 döneminde ise %29 öğrenme oranları tahmin etmişlerdir. Zamanla artan öğrenme oranları, bu sektörün teknolojik gelişmeye ve yeniliklere açık olduğuna işaret ettiği görülmektedir.

Wu, Xu Dong (2016), Çin'deki yeni bir yakıt teknolojisinin kullanıldığı 1800 MW'lık güç fabrikalarında Karbon Yakalama ve Depolama (CCS) sistemleri ile elektrik üretiminin 1992 - 2008 dönemine ait üçer aylık verilerini baz alarak kümülatif üretim kapasitesi 100 GW'a ulaştığında birim sermaye maliyetinin %40 oranında, elektrik maliyetinin de %13-25 arasında değişen oranlarda azalacağını tahmin etmişlerdir.

Bergesen ve Suh (2016), yaşam döngüsü değerlendirmesini kullanarak bir teknolojinin tedarik zinciri boyunca sergilediği çevresel performansı tahmin etmek amacı ile, teknolojik öğrenmenin katma değer ve maliyetler üzerindeki etkilerini birleştirerek bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Çalışmada bu modeli ABD 2006-2013 dönemi aylık verileri kullanılarak PV teknolojisi üzerinde uyguladıklarında, PV güneş panellerinden elde edilen kümülatif elektrik üretimi 100 GW'a ulaştığında ABD'deki atmosfere sera gazı salınımının en az %40, güneş paneli birim maliyetinin ise en az %50 azalacağını öngörmüşlerdir.

Strupeit ve Neij (2017), 1991-2012 dönemine ait Almanya'da kurulu 1624 PV teknolojisiyle elektrik üretimi yıllık verileri ile kümülatif üretim kapasitesinin planlama ve kurulum maliyeti (toplam maliyetin %40-70 arasına denk gelir) üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, %10-12 aralığındaki sürekli öğrenme oranları hesaplamışlar ve maliyetlerin bu dönemde %65-85 arasında değişen oranlarda azaldığını tespit etmişlerdir. Upstill ve Hall (2018) çalışmalarında, 1995- 2004 dönemi aylık Global verileriyle karada ve açık denizdeki petrol, gaz ve tuzlu su kaynaklarındaki karbon depolama teknolojisinin ortalama öğrenme oranı, Global kapasite değişmediği durumda %6,3 iken, bu kapasite ikiye katlandığında %3,6 (unutma) ve sekize katlandığında %4,6 öğrenme oranları olarak tahmin etmişlerdir. Olumsuz öğrenme oranına sebep olarak da, yeni teknolojilerin erken ticari gelişim döneminde gözlemlenen tipik bir düşük performans ve güvenilirlikten kaynaklanan artan maliyetleri göstermişlerdir.

Son yılların ilgili literatürü incelendiğinde çalışmaların gelecekte öğrenme oranlarının da tahmin edilmesine imkan sunan modeller üzerinde yoğunlaştıkları görülmektedir. Bunların ilk örneği Shoots vd. (2010)'nin çalışmasıdır. Söz konusu çalışmada, 1964–2006 dönemine ait Global üç ayrı yakıt hücresi üretimi yıllık verileri kullanılarak ve aynı zamanda ölçek ekonomileri faktörü öğrenme etkilerinden çıkarılarak yaparak öğrenmeden kaynaklanan öğrenme oranları tahmin edilmiştir. Nitekim bu çalışmada Global üretimde %21 yaparak öğrenme oranı hesaplanmıştır. Ayrıca 80 kiloWatt ölçüsündeki bir sistemde kümülatif kurulu üretim kapasitesi 10 kez ikiye katlandığında birim üretim maliyetinin 2005 fiyatlarıyla 1067 €'dan 95 €'ya düşmesi beklenmiştir. Hsieh vd. (2019) ise, ABD 2010-2016 aylık verilerini kullanarak iki aşamalı tek faktörlü öğrenme eğrisi modelini ve EKK yöntemini kullanarak kümülatif kurulu kapasitenin elektrikli araç bataryası fiyatları üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, 2030 yılında birim ürün üretim fiyatının kiloWatt saat başına 124 \$'a düşeceğini tahmin etmişlerdir. Benzer şekilde Candelise vd. (2013) 2008-2012 dönemine ait İngiltere PV güneş enerjisi teknolojisi aylık gözlemleri kullanarak kümülatif sermaye yatırımının birim güneş paneli fiyatı üzerindeki uzun dönemdeki etkilerini inceledikleri çalışmada, 2007 yılında 5000 £ olan birim sermaye yatırım maliyetinin 2030 yılında 1800 £'a düşeceğini tahmin etmişlerdir.

De Wit vd. (2013) ise biyolojik yakıt elde etmek için İtalya'da kavak (1963-2010), İsveç'te söğüt (1984-2010) ve Brezilya'da okaliptus (1955-2010) üretimi yıllık verileri kullanılarak İtalya'da %22-29 aralığında ve Brezilya'da % 27-37 aralığında öğrenme oranları tespit etmişlerdir. Çalışmada, bu öğrenme oranlarının etkisiyle birim maliyetin 2030 yılında kavakta 5,5 €'dan 2,2

€'ya, söğütte 4,4 €'dan 1,9 €'ya ve okaliptusta 2,8 €'dan 1,9 €'ya düşeceğini tahmin etmişlerdir. Karali vd. (2017), ABD demir-çelik sektöründen seçtikleri 24 enerji-etkin teknolojinin yatırım maliyetlerini dinamik teknolojik öğrenme formülü altında tahmin etmişler ve öğrenmenin olmadığı duruma göre bu sektörün 2050 yılında toplam enerji tüketiminde %3'lük bir azalmaya neden olacağını öngörmüşlerdir. Çalışma bulgularına göre teknolojik öğrenme ile elde edilecek bu enerji tasarrufunun ülkeye 1,6 milyar \$ katkı sağlaması ve karbondioksit salınımının da 14,9 milyar ton azalması beklenmektedir.

Tek faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modeli ekonomik sektörler bazında da ampirik çalışmalara konu olmuştur. Türkiye özelinde konuya ilişkin önemli çalışmalar yapan Karaöz ve Albeni (2005), 1981-2000 dönemine ait yıllık verilerle Türkiye ekonomisi 28 imalat sanayisi sektöründeki kümülatif üretimin birim ürün üretim maliyeti üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Tek faktörlü dinamik (S-şeklinde) öğrenme eğrisi modelini ve EKK yöntemini kullandıkları çalışmada, imalat sanayilerinin üç çeşit öğrenme yolunu izlediklerini belirlemişlerdir. Çalışmalarının bulgularında ilk olarak canlanan sanayi sektörlerinde gelişme oranlarının ilk yıllarda hızlanarak yükselip maksimuma ulaştığı, daha sonra yavaşlayarak düştüğü dışbükey öğrenme eğrisine rastlanmıştır. Yeni ortaya çıkan teknoloji sektörlerinde ise gelişme oranlarının ilk yıllarda hızlı bir şekilde azalıp minimuma ulaştığı, daha sonra hızlanarak yükseldiği içbükey öğrenme eğrisi gözlenmiştir. Son olarak olgunlaşmış sanayi sektörlerinde gelişme oranlarının ilk yıllarda hızlanarak, daha sonra yavaşça azalıp minimuma ulaşmadan yataya yakın bir şekilde azalmaya devam ettiği görülmüştür.

Son yıllarda imalat sanayii ve hizmet sektörlerine yönelik dinamik öğrenme eğrisi modeli ile yapılan çalışmalardan öne çıkanlar Aduba ve Asgari (2020) ve Çalmaşur vd. (2020 ve 2021)'dir. Aduba ve Asgari (2020), Japonya ekonomisi 25 imalat sanayisi sektörünün 2000- 2014 dönemine ait NACE Rev-3 verileriyle aynı model ve yöntemi kullandığı çalışmalarında, imalat sanayinin bütününde toplam faktör verimliliğinin %65'ten %42'ye düştüğünü belirlemişlerdir. Japon firmalarındaki teknolojik gelişme ve yenilik faaliyetlerinin sermaye yoğunluklu olduğunu, öğrenmenin eksik kaldığı bu durumda birim üretim maliyetlerinin yeterince düşmediğini savunmuşlardır. Ayrıca Japonya imalat sanayisi sektörlerinde verimlilik artışının sürdürülebilir olmasını sağlayacak bir politikanın geliştirilmesine ihtiyaç olduğu vurgusu yapılmıştır.

Çalmaşur vd. (2020) Türkiye'deki hizmet sektörlerinin öğrenme oranlarını belirlemek için tek faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modeli ve EKK yöntemini kullanmışlardır. Çalışmalarında, sektörleri teknolojik öğrenme seviyelerine göre 4 gruba ayırmışlardır. İlk grupta yer alan mimarlık-mühendislik faaliyetleri sektöründe hiçbir yılda unutma görülmezken, bir diğer yüksek teknoloji sektörü olan bilgisayar programlama ve danışmanlık sektöründe son yıllarda unutmaya rastlanmıştır. Diğer taraftan telekomünikasyon, sinema, video ve müzik ve reklamcılık sektörlerinde ise son yıllarda öğrenme seviyesinin yükseldiği gözlemlenmiştir. Çalmaşur vd. (2021) yine aynı model ve yöntem ile Türkiye ekonomisi 24 imalat sektörünün 2003-2017 NACE Rev-2 yıllık verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada düşük teknoloji sektörlerinde son yıllarda unutma görüldüğünü

tespit etmişlerdir. Ayrıca orta teknoloji sektörlerinde unuttanın görölmediğini ve yüksek teknoloji sektörlerinde ise dönem ortasında unutmaya rastlandığını rapor etmişlerdir.

Tablo 3'te ampirik olarak yapılan tek faktörlü öğrenme eğrisi çalışmaları özetlenmiştir. Bu çalışmalarda bağımlı değişken olarak ya birim maliyet ya da birim fiyat kullanılmıştır.

Tablo 3. Ampirik Literatür Özeti: Tek Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modeli

Çalışma	Dönem-Veri frekansı	Bağımsız Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Maycock (1975)	1959-1974 ABD (üçer aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Birim güneş paneli üretim maliyetinin %22 oranında azaldığı tahmin edilmiştir.
Watanabe (1999)	1959-1974 Japonya (üçer aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Birim güneş paneli üretim maliyetinin %20 oranında azaldığı hesaplanmıştır.
IEA (2000a)	1979-1988 AB (aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Birim güneş paneli üretim maliyetinin %47 oranında azaldığı tespit edilmiştir.
IEA (2000b)	(1990-1998) Almanya (1982-1997) Danimarka (1980-1995) AB (1985-1994) AB (aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Rüzgar türbinlerindeki birim elektrik üretim maliyetinin Almanya'da %8, Danimarka'da %4, Avrupa Birliği'nde % 18 ve ABD'de %32 oranlarında azaldığı belirlenmiştir.
Schaeffer vd. (2004)	(1976-2001) Global (1987-2001) Global (üçer aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Birim güneş paneli üretim maliyetinin Global (1976-2001)'de %20 ve Global (1987-2001)'de %33 oranlarında azaldığı hesaplanmıştır.
Junginger vd. (2005)	(1990-2001) İspanya (1992-2001) İngiltere (üçer aylık) (1970-2000) Global (yıllık)	Kümülatif üretim	EKK	Rüzgar türbini birim üretim maliyetinin İspanya'da %15 ve İngiltere'de %21 oranlarında azaldığı tahmin edilmiştir. Rüzgar türbini birim üretim maliyetinin %29 oranında azaldığı belirlenmiştir.
Karaöz ve Albeni (2005)	(1981-2000) Türkiye (yıllık)	Kümülatif üretim	EKK	Canlanan sanayi sektörlerinin dışbükey, ortaya yeni çıkan teknolojilere sahip sektörlerin içbükey ve olgunlaşmış sanayi sektörlerinin sadece başlangıçta içbükey öğrenme yolunu takip ettiği gözlemlenmiştir.
Neij (2008)	(1976-1996) Almanya (üçer aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Kristalize silikonlu güneş paneli birim üretim maliyetinin %20 oranında azaldığı hesaplanmıştır.
Asgari ve Yen (2009)	(1975-2003) Malezya (yıllık)	Kümülatif üretim	EKK	İmalat sanayi sektörlerinin çoğunluğunun dışbükey öğrenme yolunu izledikleri belirlenmiştir.
Nemet (2009)	(1981-2004) Global (yıllık)	Kümülatif üretim	EKK	Rüzgar türbini birim üretim maliyetinin %11 oranında azaldığı tahmin edilmiştir.

Tablo 3 (Devamı)

Lemming vd.(2009)	(1985-2000) Global (üçer aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Rüzgar türbini birim yatırım maliyetinin %10 oranında azaldığı belirlenmiştir.
Shoots vd. (2010)	(1964–2006) Global (yıllık)	Kümülatif kapasite	EKK	Ölçek ekonomileri faktörünün etkisini öğrenme etkilerinden çıkartarak, yakıt hücresi üretimi birim maliyetinin %21 oranında azaldığı hesaplanmıştır.
Qui ve Anadon (2012)	(2003-2007) Çin (aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Rüzgar türbinlerinde üretilen birim elektrik fiyatının %4 oranında azaldığı belirlenmiştir.
Bolinger ve Wiser (2012)	(1982-2004) Global (1982-2010) Global	Kümülatif üretim	EKK	Rüzgar türbini birim üretim maliyetinin (1982-2004) döneminde %14 oranında azaldığı, (1982-2010) döneminde ise %8 oranında azaldığı hesaplanmıştır.
Nadeau vd. (2012)	(1999-2004) ABD (aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Bakır tel üretiminde birim maliyetin %12, boru hidroformunda %25 ve otomotiv montajında %34 oranlarında azaldığı hesaplanmıştır.
Yeh ve Rubin (2012)	(1980-2002) Brezilya (yıllık)	Kümülatif üretim	EKK	Etanol üretimi birim maliyetinin 1980-1985 döneminde %7 ranında azaldığı, 1985-2002 döneminde ise %29 oranında azaldığı belirlenmiştir.
Trappey vd. (2013)	(2001-2010) Tayvan (aylık)	Kümülatif Üretim, Girdi maliyetleri	EKK	Rüzgar türbini birim üretim maliyetinin, girdi maliyetleri (silikon, çelik ve petrol) etkisinin dahil edildiği durumda %5,6 oranında arttığı, bu etkinin çıkarıldığı durumda ise %11,4 oranında arttığı tespit edilmiştir.
Trappey vd. (2016)	(2001-2010) Tayvan (aylık)	Kümülatif üretim, Girdi maliyetleri	EKK	PV güneş paneli birim üretim maliyetinin, girdi maliyetleri (silikon, çelik ve petrol) etkisinin dahil edildiği durumda %12,3, bu etkinin çıkarıldığı durumda ise %9,7 oranında azaldığı hesaplanmıştır.
De Wit vd. (2013)	(1963-2010) İtalya (1984-2010) İsveç (1955-2010) Brezilya (yıllık)	Kümülatif üretim	EKK	Biyolojik yakıt birim üretim maliyetinin İtalya’da %22 ve %29 aralığında azaldığı, Brezilya’da ise %27 ve %37 aralığında azaldığı hesaplanmıştır.
Candelize vd.(2013)	(2008-2012) İngiltere (aylık)	Kümülatif sermaye yatırımı	EKK	2007 yılında 5000 £ olan birim güneş paneli maliyetinin 2030 yılında 1800 £’a düşeceği tahmin edilmiştir.

Tablo 3 (Devamı)

Smith vd. (2016)	(1990-2007) Kuzey Amerika (üçer aylık)	Kümülatif üretim	EKK	Kompakt floresan lamba birim fiyatının 1990-1997 döneminde %21 oranında, 1998-2007 döneminde ise %79 oranında azaldığı hesaplanmıştır.
Gan ve Li (2015)	(1975-2006) Global (yıllık)	Kümülatif üretim	EKK	Güneş paneli üretimi birim maliyetinin 1975-1988 döneminde %35, 1976-1992 döneminde %32, 1980-2001 döneminde %25 ve 1988-2006 döneminde %15,5 oranlarında azaldığı hesaplanmıştır.
Wu vd. (2016)	(1992-2008) Çin (üçer aylık)	Kümülatif kapasite	EKK	Kümülatif elektrik üretim kapasitesi 100GigaWatt'a ulaştığında birim sermaye maliyetinin %40 oranında, birim elektrik maliyetinin de %13 ve %25 aralığında azalacağı tahmin edilmiştir.
Bergesen ve Suh (2016)	(2006-2013) ABD (aylık)	Kümülatif kapasite	EKK	PV güneş panellerinden elde edilen kümülatif elektrik üretimi 100 GigaWatt'a ulaştığında ABD'deki atmosfere sera gazı salınımının %40 oranında, güneş paneli üretimi birim maliyetinin ise %50 oranında azaldığı hesaplanmıştır.
Strupeit ve Neij (2017)	(1991-2012) Almanya (yıllık)	Kümülatif kapasite	EKK	Birim elektrik üretimi maliyetinin %10 ve %12 aralığında azaldığı ve PV güneş paneli birim üretim maliyetinin %65 ve %85 aralığında azaldığı belirlenmiştir.
Karali vd. (2017)	(1995-2015) ABD (yıllık)	Kümülatif üretim	EKK	24 farklı teknolojinin 2050 yılındaki toplam enerji tüketiminde %3'lük bir azalma olacağı, bu tasarrufla birlikte ülkeye 1,6 milyar \$ katkı sağlanacağı ve karbondioksit salınımının 14,9 milyar ton azalacağı tahmin edilmiştir.
Upstill ve Hall (2018)	(1995- 2004) Global (aylık)	Kümülatif kapasite	EKK	Karbon depolama birim maliyetinin, kurulu kapasite değişmediği durumda %6,3 azaldığı, ikiye katlandığında %3,6 arttığı ve sekize katlandığında %4,6 oranında azaldığı hesaplanmıştır
Elshurafa vd. (2018)	(1983-2015) OECD yıllık düzensiz zaman serileri	Kümülatif üretim	EKK SUR	Birim fiyatın %11 oranında azaldığı tespit edilmiştir.
Hsieh vd. (2019)	(2010-2016) ABD (aylık)	Kümülatif kapasite	EKK	Elektrikli araç bataryası birim fiyatının 2030 yılında 124 \$'a düşeceği tahmin edilmiştir.

2.2. İki Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modelini Baz Alan Çalışmalar

Bilindiği üzere üretim maliyetlerini yalnızca kümülatif üretim değil, bunun yanında üretimde kullanılan girdilerin fiyatları, Ar-Ge harcamaları ve ölçek ekonomileri gibi birçok faktör de etkilemektedir. Teknolojik öğrenme literatüründe önemli bir soru, öğrenmenin ne ölçüde Ar-Ge harcamalarına veya Ar-Ge'ye dayalı bilgi birikimine atfedilebileceğidir (Kouvaritakis vd., 2000). Ar-Ge harcamaları sonucunda ortaya çıkan maliyet iyileştirmelerinin öğrenme eğrisi modeline dahil edildiği çalışmaların ilki Kouvaritakis vd. (2000) tarafından gerçekleştirilmiş ve bunu takip eden ilgili çalışmalarda YET için araştırarak öğrenme oranları tahmin edilerek Ar-Ge harcamaları ve birim maliyetteki azalma arasında nedensel bir ilişki olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Örneğin Miketa ve Schrattenholzer (2004), Global rüzgar türbini üretiminin 1979-1997 dönemine ait üçer aylık verileriyle iki faktörlü doğrusal öğrenme eğrisi modelini ve EKK yöntemini kullanarak kümülatif kurulu kapasitenin ve kümülatif Ar-Ge harcamalarının birim yatırım maliyeti üzerindeki etkilerini incelemişler, “*yaparak*” öğrenme oranını %9,73 ve “*araştırarak*” öğrenme oranını %10 olarak tahmin etmişlerdir.

Rüzgar türbini teknolojisi verilerini kullanan bir başka çalışmada Jamasb ve Kohler (2007), Miketa ve Schrattenholzer (2004)'in kullandığı model ve yöntemin aynısını kullanarak Global üretim ve Ar-Ge harcamalarının 1980-1998 döneminde birim elektrik üretim maliyeti üzerindeki etkilerini incelemişler, “*yaparak*” öğrenme oranını %13,1 ve “*araştırarak*” öğrenme oranını %26,8 olarak hesaplamışlardır. Yine aynı çalışmalarında Jamasb ve Kohler (2007), OECD ülkeleri deniz kıyısı rüzgar türbini üretiminin 1994-2001 dönemine ait üçer aylık verileri ile “*yaparak*” öğrenme oranını %1 ve “*araştırarak*” öğrenme oranını %4,9 olarak tahmin etmişlerdir. Söderholm ve Klaassen (2007) ise Almanya (1990-1999), Danimarka (1986-1999), İspanya (1990-1999), İsveç (1991-2002 ve İngiltere (1991-2000) rüzgar türbini üretimi verilerini kullanarak kümülatif üretim ve kümülatif Ar-Ge harcamalarının yatırım maliyeti üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında “*yaparak*” öğrenme oranını %3,1 ve “*araştırarak*” öğrenme oranını %13,2 olarak bulmuşlardır. Benzer şekilde Ek ve Söderholm (2010) çalışmalarında 1986-2000 döneminde yatırım maliyetindeki değişimleri incelemiş, “*yaparak*” öğrenme oranını %17 ve “*araştırarak*” öğrenme oranını %20 olarak hesaplamışlardır.

Tüm bu çalışmaların ortak bulgusu, “*araştırarak*” öğrenme oranının “*yaparak*” öğrenme oranından belirgin bir şekilde yüksek olmasıdır. İki faktörlü öğrenme eğrisi ile yapılan çalışmalarda kullanılan teknolojiler tek faktörlü öğrenme eğrisi modelindeki çalışmalardakiler ile büyük ölçüde aynıdır. Örneğin Kobos vd. (2006), 1975-2000 ve 1981-1997 Global PV güneş paneli ve rüzgar türbini üretimi verilerini kullanarak birim elektrik üretim maliyetindeki değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada, bilgi birikimine Ar-Ge harcamalarının eklenmesi için gerekli zaman gecikmesinin 0–6 yıl aralığında, yıllık bilgi birikimi amortisman oranının ise 0–0,10 aralığında değişmesi ile elde edilen alternatif spesifikasyonlar tercih etmişlerdir. Elde edilen bulgulara göre PV panel üretiminde “*yaparak*” öğrenme oranlarının %-16,3 (unutma) ile %18,4 aralığında, “*araştırarak*” öğrenme oranlarının ise %4,5 ile %25,9 aralığında değiştiği görülmüştür. Rüzgar

türbini üretiminde ise yaparak öğrenme oranlarının %12,3-%16,8 aralığında, “araştırmak” öğrenme oranlarının ise %4,9-%25,7 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Özetle, gecikme ve yıpranma faktörlerindeki oynaklığın “araştırmak” öğrenme oranları üzerinde oldukça etkili olduğu görülmüş, her iki teknolojinin “yaparak” ve “araştırmak” öğrenme oranları birbirine yakın değerlerde seyrettiği gözlenmiştir.

Diğer bir grup çalışmada birden çok teknolojinin birim maliyet üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Bunlardan ilkinde Shayegh vd. (2017) 2004-2015 dönemine ait 5 farklı YET’in üçer aylık verilerini kullanarak Global kümülatif elektrik üretiminin birim maliyet üzerindeki etkisini incelemiş, “araştırmak” öğrenmenin “yaparak” öğrenmeye göre maliyet iyileştirmede daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Criqui vd. (2015) ise 1980-2012 dönemine ait kıyı rüzgar enerjisi, açık deniz rüzgar enerjisi, PV güneş enerjisi ve Konsantre Güneş Enerjisi (CSP) teknolojilerinin elektrik üretimi yıllık Global verilerini kullanarak iki faktörlü model ile öğrenme oranlarını hesaplamışlar. Elde edilen bulgulara göre iki faktörlü model ile hesaplanan “yaparak” öğrenme oranlarının, yalnız kümülatif kapasite kullanılarak hesaplanan “yaparak” öğrenme oranlarına kıyasla daha düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca ortaya yeni çıkan teknolojilerdeki hem “araştırmak” hem de “yaparak” öğrenme oranları yüksek çıkmasına rağmen, olgun teknolojilerdeki “araştırmak” öğrenmenin daha az etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmada, öğrenme eğrisinin gelecekteki maliyet iyileştirmeleri üzerindeki etkisi bir simülasyon yöntemiyle incelenmiş, elde edilen bulgulara göre kıyı rüzgar enerjisi teknolojisinde 1980-2012 döneminde %6 olan öğrenme oranının 2010-2030 döneminde %10’a, 2030-2050 döneminde de %12’ye çıkacağı tahmin edilmiştir. Benzer şekilde açık deniz rüzgar enerjisi teknolojisinde 1980-2012 döneminde %3 olan öğrenme oranının 2010-2030 döneminde %7’ye, 2030-2050 döneminde %11’e çıkacağı beklenmektedir. Diğer taraftan PV güneş paneli üretimindeki 1980-2012 döneminde %19 olan öğrenme oranının 2010-2030 döneminde değişmeyeceği, 2030-2050 döneminde ise %0’a düşeceği öngörülmektedir. CSP’de ise 1980-2012 döneminde %0 olan öğrenme oranının, 2020-2030 döneminde %13’e çıkacağı, 2030-2050 döneminde ise %6’ya düşeceği tahmin edilmiştir.

Jamasb (2007) çalışmasında, teknolojileri olgunlaşma derecelerine göre dört sınıfa ayırmış ve her bir sınıftaki teknolojilerin “yaparak” ve “araştırmak” öğrenme performanslarını araştırmıştır. Çalışmada, 1980-2001 dönemine ait 12 farklı enerji teknolojileri Global verileriyle iki faktörlü doğrusal öğrenme eğrisi modeli ve İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS) yöntemi kullanılarak kümülatif kapasitenin, kümülatif Ar-Ge harcamalarının ve kümülatif patent sayısının birim maliyet üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, ortaya yeni çıkan teknolojilerin Ar-Ge ve kapasite artırımı diğer teknolojilere kıyasla daha yavaştır. Çünkü, yüksek sermaye yoğunluğu ve piyasa kısıtlamaları ortaya yeni çıkan ve gelişen teknolojilerin ilerleme hızını yavaşlatmaktadır. Diğer taraftan, gelişmekte olan teknolojilerin “yaparak” ve “araştırmak” öğrenme seviyelerinin diğer teknolojilerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, önemli pazar kısıtlamalarıyla karşılaşsalar da canlanan teknolojilerin Ar-Ge ve patent harcamalarına pozitif yönde etkilediği görülmüştür. Olgun teknolojilerin ise, ortaya yeni çıkan teknolojilere benzer öğrenme özellikleri

sergiledikleri tespit edilmiştir. Dosi vd. (2017) ise, 1988-2012 dönemine ait Hindistan imalat, servis, otomobil ve finans sektörlerinden kamu ve özel sektör firmalarının yıllık verilerini kullanarak, kümülatif sermaye yatırımının ve kümülatif Ar-Ge harcamalarının birim maliyet üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarının bulgularına göre “*araştırmak*” öğrenme, “*yaparak*” öğrenmeden daha etkilidir.

Tablo 4’te ampirik olarak yapılan iki faktörlü öğrenme eğrisi çalışmaları özetlenmiştir. Bu çalışmalarda bağımlı değişken olarak ya birim üretim maliyeti ya da birim yatırım maliyeti kullanılmıştır.

Tablo 4. Ampirik Literatür Özeti: İki Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modeli

Çalışma	Dönem- Veri frekansı	Bağımsız Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Miketa ve Schrattenholzer (2004)	(1979-1997) Global (üçer aylık)	Kümülatif kapasite, Ar-Ge harcamaları	EKK	Rüzgar türbini birim yatırım maliyetinin yaparak öğrenme ile %9,73 oranında azaldığı, araştırarak öğrenme ile de %10 oranında azaldığı tespit edilmiştir.
Kobos vd. (2006)	(1975-2000) Global (1981-1997) (üçer aylık)	Kümülatif kapasite, Ar-Ge harcamaları	EKK	PV panel üretiminde yaparak öğrenme oranlarının %-16,3 (unutma) ve %18,4 aralığında, araştırarak öğrenme oranlarının ise %4,5 ve %25,9 aralığında değiştiği, rüzgar türbini üretiminde ise yaparak öğrenme oranlarının %12,3 ve %16,8 aralığında olduğu, araştırarak öğrenme oranlarının ise %4,9 ve %25,7 aralığında değiştiği hesaplanmıştır.
Jamasb (2007)	(1980-2001) Global (yıllık)	Kümülatif kapasite, Ar-Ge harcamaları (Patent sayıları)	2SLS	Ortaya yeni çıkan teknolojiler Ar-Ge ve kapasite artırımına diğer teknolojilere göre daha yavaş yanıt vermektedirler. Gelişmekte olan ve canlanan teknolojilerde yaparak ve araştırarak seviyeleri diğer teknolojilerden daha yüksek olarak gerçekleşmektedir.
Jamasb ve Kohler (2007)	(1980-1998) Global (1994-2001) OECD (üçer aylık)	Kümülatif kapasite, Ar-Ge harcamaları	EKK	Rüzgar türbini birim elektrik üretim maliyetinin yaparak öğrenme ile %13,1 oranında, araştırarak öğrenme ile de %26,7 oranında azaldığı hesaplanmıştır. Ayrıca, rüzgar türbini birim yatırım maliyetinin “ <i>yaparak</i> ” öğrenme ile %1 oranında, “ <i>araştırmak</i> ” öğrenme ile de %4,9 oranında azaldığı hesaplanmıştır.

Tablo 4 (Devamı)

Söderholm ve Klaassen (2007)	(1990-1999) Almanya (1990-1999) İspanya (1991-2000) İngiltere (aylık)	Kümülatif kapasite, Ar-Ge harcamaları	EKK	Rüzgar türbini birim yatırım maliyetinin yaparak öğrenme ile %3,1 oranında, araştırarak öğrenme ile de %13,2 oranında azaldığı hesaplanmıştır.
Ek ve Söderholm (2007)	(1995-2015) ABD (yıllık)	Kümülatif kapasite, Ar-Ge harcamaları	EKK	Rüzgar türbini birim yatırım maliyetinin yaparak öğrenme ile %17 oranında, araştırarak öğrenme ile de %20 oranında azaldığı hesaplanmıştır.
Criqui vd. (2015)	(1995- 2004) Global (aylık)	Kümülatif kapasite, Ar-Ge harcamaları	EKK	Kıyı rüzgar enerjisi teknolojisinde 1980-2012 döneminde %6 olan öğrenme oranının 2010-2030 döneminde %10'a, 2030-2050 döneminde de %12'ye çıkacağı tahmin edilmiştir. PV güneş paneli üretimindeki 1980-2012 döneminde %19 olan öğrenme oranının 2010-2030 döneminde değişmeyeceği, 2030-2050 döneminde ise ne öğrenme ne de unutma görüleceği öngörülmektedir.
Dosi vd. (2017)	(1988-2012) Hindistan (yıllık)	Sermaye yatırımı, Ar-Ge harcamaları	EKK	Ürün yeniliğini temsil eden araştırarak öğrenmenin, süreç yeniliğini temsil eden yaparak öğrenmeden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.
Shayegh vd. (2017)	(2004-2015) Global (üçer aylık)	Kümülatif kapasite	EKK	Araştırarak öğrenmenin yaparak öğrenmeye göre maliyet iyileştirmede daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

2.3. İki'den Fazla Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modelini Baz Alan Çalışmalar

Literatürde iki'den fazla faktörlü öğrenme eğrisi modellerini kullanan çalışmalara da rastlamak mümkündür. Bu modelleri baz alan çalışmaların ilki Lieberman (1984) tarafından ortaya konulmuştur. Söz konusu çalışma, 1956, 1956-1972 dönemine ait ABD 37 farklı kimyasal ürün üretimi yıllık verilerini kullanılarak kümülatif kapasitenin, Ar-Ge harcamalarının, sermaye yoğunluğunun ve ölçek ekonomilerinin birim ürün fiyatı üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada yaparak öğrenme etkisinin %15'lik kısmının ölçek ekonomilerinden kaynaklandığını bulmuştur. Ayrıca Lieberman (1984) çalışmada Ar-Ge harcamalarının ve sermaye yoğunluğunun en etkili faktörler olduklarını ve öğrenme eğrisini belirgin bir şekilde paralel olarak aşağıya kaydardıklarını tespit etmiştir. Bu sonucu destekler nitelikteki Kavlak vd. (2018) tarafından

yapılan çalışmada kümülatif üretimin, Ar-Ge yatırım harcamalarının, ölçek ekonomilerinin ve girdi malzemesi olarak silikon fiyatının birim PV panel maliyeti üzerindeki etkileri incelenmiştir. 1980-2012 dönemine ait ABD PV güneş paneli yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmalarının bulgularına göre, Ar-Ge yatırım harcamalarından kaynaklanan “*araştırarak*” öğrenme en etkili faktördür. Ar-Ge yatırım harcamalarını sırasıyla ölçek ekonomileri, silikon fiyatı ve kümülatif üretim faktörlerinin takip etmektedir. Odam ve Vries (2020) çalışmalarında, 1986-2000 dönemine ait Almanya, İngiltere, İspanya ve Danimarka rüzgar türbini yıllık üretim verilerini Sabit Etkiler (Fixed Effect) modelini kullanarak kümülatif kurulu kapasitenin, patent sayısının ve ölçek ekonomilerinin birim yatırım maliyeti üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, sırasıyla patent sayısı ve kümülatif kurulu kapasitenin en etkili faktörler olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca sadece kümülatif üretimin baz alındığı model kullanıldığında yaparak öğrenme oranlarının gerçeği yansıtmayacağını ve sapmalı olarak tahmin edilebileceğini, bu durumda üreticiye sağlanan sübvansiyonların gerektiğinden fazla olabileceğini savunmuşlardır.

Rivera-Tinoco ve Shoots (2012)’nin çalışmalarında öğrenmeye en az etki eden değişkenin Ar-Ge harcamaları olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmalarında dünyanın en büyük 4 Katı Oksit Yakıt Hücresi (SOFC) üreticisi firmanın 1980-2010 dönemine ait üçer aylık veriler altında kümülatif kurulu kapasitenin, Ar-Ge harcamalarının, ölçek ekonomilerinin ve otomasyonun birim ürün maliyeti üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma bulgularına göre, “*yaparak*” öğrenme oranı ilk ticarileşme aşamasında %5 ve pilot üretim aşamasında %27 iken, Ar-Ge aşamasında %13 ile %17 arasındadır. Ayrıca ölçek artırma aşamasında %44, yoğun ekipman alımı aşamasında %28 ve otomasyon aşamasında %35 “*yaparak*” öğrenme oranı tahmin edilmiştir. Sonuç olarak en etkili faktörün ölçek ekonomileri olduğu belirlenmiş, bunu sırasıyla otomasyon, girdi fiyatları ve Ar-Ge harcamaları takip etmiştir. Wei vd. (2017) de, 2005-2014 dönemine ait üçer aylık Japonya 1kW kapasiteli Mikro Birleştirilmiş Isı ve Güç Sistemleri (Micro-CHP) ve 200 kW kapasiteli ABD Kaliforniya SOFC sistemlerinde kümülatif kapasitenin, ölçek ekonomilerinin, ürün performanslarının, rekabet gücünü ve mark-up fiyatlamasının birim maliyet üzerindeki etkisini incelemişler ve Japonya CHP sistemlerinde %18, Kaliforniya SOFC sistemlerinde ise %1 (unutma) öğrenme oranı tahmin etmişlerdir. Ayrıca CHP sistemlerinde bu dönemde gözlemlenen %50-%58 aralığındaki maliyet düşüşünün ölçek ekonomilerinin %20-%24 aralığında, ürün performanslarının %19 ve diğer faktörlerin %19-%35 aralığında payı olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan La Tour vd. (2013)’nin çalışmasının bulguları ise maliyet düşüşünde kümülatif üretim etkisini ön plana çıkarmaktadır. Bahsedilen çalışmada 1990-2011 dönemine ait Global PV güneş paneli yıllık üretimi verileri kullanılarak kümülatif kapasitenin, patent sayısının, ölçek ekonomilerinin ve silikon fiyatının birim panel fiyatı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre en etkili faktörlerin sırasıyla kümülatif kapasite ve silikon fiyatı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca “*yaparak*” öğrenmenin %75 ve girdi fiyatlarının %25 etkisi olduğu tahmin edilmiştir. Son olarak da panel fiyatlarının 2011-2020 döneminde %67 oranında düşeceği öngörülmüştür.

Benzer yöntemler kullanılarak yapılan bir diğer grup çalışmalarda firmalar arası etkileşim, iletişim ağları ve bilgi paylaşımı faktörlerinin de modele dahil edildiği gözlenmektedir. Örneğin Tang (2018) 2001-2012 dönemi ABD'deki 576 rüzgar türbini projesi elektrik üretimi üçer aylık verileri ve dengesiz panel veri analizi yöntemini kullanarak kümülatif kapasitenin, Ar-Ge harcamalarının, patent sayısının, proje ortakları arasındaki etkileşimin ve bilgi yayılmalarının kapasite faktörü üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Kapasite faktörü gerçekleşen elektrik üretiminin potansiyel elektrik üretimine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Çalışmasının sonucunda rüzgar türbini projesinde bağımsız bir sistem operatörünün rüzgar türbini üreticileriyle kurduğu iletişim ağından kazandığı tecrübelerin maliyet düşüşlerinde en etkili faktör olduğu görülmüştür. Ayrıca elektrik üretiminde bölgesel işbirliği ve bilgi paylaşımının da önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Shittu vd. (2019), 1998-2010 dönemine ait ABD gaz, güneş, rüzgar ve kömür kategorilerinde 26 farklı teknolojide 1MW elektrik üretim maliyetinin zamanla değişimini incelemişlerdir. Söz konusu çalışmada 1542 firmaya ait 5573 fabrikadaki elektrik üretiminin aylık verileri, ikiden fazla faktörlü öğrenme eğrisi modeli ve EKK yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın bağımsız değişkenleri ise kümülatif kurulu kapasite, firmaya özel bilgi, firmalar arası bilgi transferi ve kazanılan bilgiye göre elektrik sektöründeki gelişme faktörleridir. Çalışmada PV teknolojisinin kapasite büyümesi firma içi bilgi edinimi ile olumlu etkileşim içinde olduğu görülmüştür, ancak rüzgar enerjisi teknolojisinde şirketler arasında bilgi paylaşımının PV teknolojisinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca finansal teşviklerin güneş ve rüzgar enerjisi teknolojilerinin benimsenmesini ve firmalar arası bilgi transferlerini artıracakı belirtilmiştir.

Kahouli-Brahmi (2009) ise, 1971-1997 dönemine ait 4 kıttadan 13 ülkenin 7 farklı enerji teknolojilerinin üçer aylık zaman serisi verilerini kullanarak kümülatif kapasitenin, Ar-Ge harcamalarının ve ölçek ekonomilerinin birim maliyet üzerindeki etkilerini, içsellik sorununun olmadığı durumda EKK, aksi durumda ise İki Aşamalı EKK (2SLS) ve Araç Değişkenler (IV) yöntemlerini kullanarak araştırmıştır. Bu çalışmanın bulgularına göre ortaya yeni çıkan teknolojilerin düşük öğrenme oranına sahip oldukları, çünkü yeni bir teknolojinin yayılmasının önünde belirsizliklerden kaynaklanan engeller mevcut olduğu görülmüştür. Diğer taraftan gelişmekte olan teknolojilerde öğrenme oranlarının oldukça yüksek olduğu, bunun nedeninin kapasite artırımın ve Ar-Ge faaliyetlerinin çok hızlı tepki vermeleri olduğu belirtilmiştir. Ayrıca olgunlaşmış geleneksel teknolojilerin düşük öğrenme oranları sergilediği ve pozitif ölçek ekonomilerinin etkisiyle sınırlı bir yayılma kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5'te ampirik olarak yapılan ikiden fazla faktörlü öğrenme eğrisi çalışmaları özetlenmiştir. Bu çalışmalarda bağımlı değişken olarak ya birim üretim maliyeti ya da birim yatırım maliyeti kullanılmıştır.

Tablo 5. Literatür Özeti: İkiiden Fazla Faktörlü Öğrenme Eğrisi Modeli

Çalışma	Dönem- Veri frekansı	Bağımsız Değişkenler	Yöntem	Sonuç
Lieberman (1984)	(1956-1972) ABD (yıllık)	Ar-Ge harcamaları, Sermaye yatırımı, Ölçek	EKK	Sırasıyla Ar-Ge harcamalarının ve sermaye yoğunluğunun en etkili faktörler oldukları ve öğrenme eğrisini belirgin bir şekilde paralel olarak aşağıya kaydardıkları tespit edilmiştir.
Kahouli-Brahmi (2009)	(1971-1997) OECD (üçer aylık)	Kümülatif kapasite, Ar-Ge harcamaları, Ölçek ekonomileri	2SLS Araç Değişkeni (IV)	Ortaya yeni çıkan teknolojiler düşük öğrenme oranına sahiptirler, çünkü belirsizlikler nedeniyle yeni bir teknolojinin yayılması engellenir. Gelişmekte olan teknolojilerde araştırarak öğrenme oranları yüksektir.
Rivera-Tinocco (2012)	(1980-2010) Global (üçer aylık)	Otomasyon, Ar-Ge harcamaları, Ölçek ekonomileri	EKK	Ar-Ge aşamasında %13 ve %17 aralığında araştırarak öğrenme oranı hesaplanmıştır. Ayrıca ölçek artırma aşamasında %44, yoğun ekipman alımı aşamasında %28 ve otomasyon aşamasında %35 yaparak öğrenme oranı tahmin edilmiştir.
Kavlak vd. (2018)	(1980-2012) ABD (yıllık)	Girdi fiyatları, Ar-Ge, Ölçek, Kümülatif üretim	EKK	Ar-Ge yatırımı harcamalarından kaynaklanan araştırarak öğrenmenin en etkili faktör olduğu tespit edilmiştir. Ölçek ve silikon fiyatı takip etmektedir.
Tang (2018)	(2001-2012) ABD (üçer aylık)	Bilgi yayılmaları, Ar-Ge harc., Ölçek, Kümülatif kapasite	Dengesiz panel veri analizi	Rüzgar türbini projesinde bağımsız bir sistem operatörünün rüzgar türbini üreticileriyle kurduğu bölgesel iletişim ağından kazandığı tecrübeler maliyet düşüşlerinde en etkili faktördür. Bilgi önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir.
Shittu vd. (2019)	1998-2010 ABD (üçer aylık)	Firmalar arası bilgi transferi Firmaya özgü bilgi birikimi Kümülatif kapasite	EKK	Rüzgar enerjisi teknolojisinde firmalar arası bilgi paylaşımı PV teknolojisinden daha yüksektir. Finansal teşvikler güneş ve rüzgar enerjisi teknolojilerinin benimsenmesini ve firmalar arası bilgi transferlerini arttıracaktır.
Odam ve Vries (2020)	Almanya, İngiltere, İspanya, Danimarka (1986-2000)	Kümülatif kapasite, Patent sayısı, Ölçek ekonomileri	Panel (Sabit Etkiler)	Patent sayısının en etkili faktör olduğu, ayrıca sadece kümülatif üretimin baz alındığı model kullanıldığında yaparak öğrenme oranlarının gerçeği yansıtmadığı tespit edilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. EKONOMETRİK YÖNTEM ve VERİ SETİ

Bu bölümde çalışmada kullanılan öğrenme eğrisi modelleri, ekonometrik yöntem ve veri seti tanıtılmıştır. Ayrıca her sektörün tanımlayıcı istatistikleri ve modellerde kullanılan değişkenlerin açılımına yer verilmiş ve çalışmada kullanılan tek faktörlü ve iki faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modelleri tanıtılmıştır.

3.1. Öğrenme Eğrisi Modelleri

Literatürde öğrenme eğrisi bağımsız değişkenlerin sayısına göre üç model olarak kullanılmaktadır: a) tek faktörlü öğrenme eğrisi modeli, b) iki faktörlü öğrenme eğrisi modeli, c) ikiden fazla faktörlü öğrenme eğrisi modeli. Ayrıca bu teorik modeller kendi aralarında statik ve dinamik olarak ikiye ayrılır. Bu çalışmada tek faktörlü dinamik modelinin iki ayrı versiyonu ve iki faktörlü dinamik modelin ise bir versiyonu olmak üzere üç model kullanılmıştır.

3.1.1. Tek Faktörlü Dinamik Öğrenme Eğrisi Modeli

Bu bölümde öncelikle teorik olarak kullanılan üç model açıklanmaya çalışılmıştır. Ardından çalışmada tahmin edilecek üç model verilmiştir. Pramongkit vd. (2002)'nin Cobb- Douglas üretim fonksiyonundan geliştirdikleri öğrenme eğrisi modelinin kübik (3. dereceden) fonksiyona dönüşümü sağlanmış ve modelin aşamaları aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$Q_t = A_t K_t^s L_t^n \quad (10)$$

(10) numaralı denklem ile tanımlanan neoklasik üretim fonksiyonuna göre, t zamanındaki kümülatif üretim miktarı (Q_t), yine t dönemindeki işgücü (L_t) ve sermaye (K_t)'nin bir fonksiyonudur. Burada s ve n , sırasıyla kümülatif üretim miktarının sermaye ve işgücüne göre esneklik katsayılarıdır. A_t ise teknoloji seviyesini tanımlamaktadır.

Denklem (10)'un logaritmik formu ise aşağıdaki (11) numaralı denklem ile gösterilmektedir. Ayrıca teknoloji seviyesi ile kümülatif üretim miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren denklem (12), öğrenmenin bir çok faktörün verimliliğinin bir parçası olduğunu göstermektedir. Burada k sabit bir sayıdır. Denklem (12)'deki Q_t^a , birinci bölümde yer alan denklem (1)'den elde edilen Q_t^{-a} 'nın tersidir ve $Q_t^{-a} = C_t / C_o$ dır. Burada C_t , t zamanındaki birim üretim maliyetini, C_o ise başlangıçtaki birim üretim maliyetini temsil etmektedir.

$$\ln Q_t = \ln A_t + s \ln K_t + n \ln L_t \quad (11)$$

$$A_t = k Q_t^a \quad (12)$$

$Q_t^a = C_o / C_t$ eşitliği denklem (12)'de yer alan Q_t^a yerine koyulduğunda aşağıdaki

(13) numaralı denklem elde edilmektedir. Denklem (13)'ün logaritmik formu ise (14) numaralı denklem ile gösterilmektedir. Ayrıca birinci bölümde yer alan (8) numaralı denklemden $\ln(C_o/C_t)$ çekilip (14) numaralı denklemin sağ tarafında yer alan ikinci terimde yerine koyulduğunda (15) numaralı denklem elde edilmektedir.

$$A_t = k C_o / C_t \quad (13)$$

$$\ln A_t = \ln k + \ln(C_o / C_t) \quad (14)$$

$$\ln A_t = \ln k - \beta_1(\ln Q_t) - \beta_2 (\ln Q_t)^2 - \beta_3(\ln Q_t)^3 \quad (15)$$

(11) numaralı denklemde yer alan $\ln A_t$ yerine (15) numaralı denklemdeki karşılığı yazıldığında aşağıda verilen (16) numaralı denkleme ulaşılmaktadır. Sermaye ile işgücü arasında ise $K_t = \lambda L_t^\gamma$ şeklinde bir ilişki olduğu varsayılmaktadır (Karaöz ve Albeni, 2005: 874). Burada λ ve γ sabit katsayılarıdır. Bu denklemde her iki tarafın logaritması alınıp (16) numaralı denklemde yerine yazıldığında (17) numaralı denklem elde edilmektedir. Ardından denklem (17)'nin her iki tarafı (-1) ile çarpılıp daha sonra her iki tarafa da $\ln L_t$ eklendiğinde, gerekli kısaltmalar ve sadeleştirmelere de gidilerek denklem (18) ile tanımlanan tek faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modeli elde edilmektedir.

$$\ln Q_t = \ln k - \beta_1(\ln Q_t) - \beta_2 (\ln Q_t)^2 - \beta_3(\ln Q_t)^3 + s \ln K_t + n \ln L_t \quad (16)$$

$$\ln Q_t = \ln k - \beta_1(\ln Q_t) - \beta_2 (\ln Q_t)^2 - \beta_3(\ln Q_t)^3 + s(\ln \lambda + \gamma \ln L_t) + n \ln L_t \quad (17)$$

$$\ln C_t = \beta_0 + \beta_1(\ln Q_t) + \beta_2 (\ln Q_t)^2 + \beta_3(\ln Q_t)^3 + \beta_4 \ln L_t \quad (18)$$

$$\beta_0 = -\ln k - s \ln \lambda \quad \beta_4 = (1 - s\gamma - n)$$

3.1.2. İki Faktörlü Dinamik Öğrenme Eğrisi Modeli

Tek faktörlü öğrenme eğrisi modelindeki ihmal edilen bağımsız değişkenler sorununu çözmek için “*araştıracak*” öğrenme etkisi, teknolojik değişim sürecinin ek bir açıklayıcı değişkeni olarak tanımlanmış ve öğrenme eğrisi fonksiyonu aşağıda verilen (19) numaralı denklemde gösterildiği gibi değiştirilmiştir.

$$C_t(Q, KS) = C_o Q_t^{-a} KS_t^{-b} \quad (19)$$

$$KS_{nt} = (1 - \tau) KS_{n(t-1)} - RD_{n(t-x)} \quad (20)$$

$$C_t(Q, RD) = C_o(Q_t)^{-a}(RD_t)^{-b} \quad (21)$$

Yukarıda denklem (20)'de yer alan $-b$, “*araştıracak*” öğrenme esnekliği katsayısıdır. KS_t ise t zamanındaki Ar-Ge tabanlı bilgi birikimidir. KS_{nt} , n . teknolojinin t zamanındaki Ar-Ge tabanlı

bilgi birikimidir. $KS_{n(t-1)}$ ise, n . teknolojinin t zamanındaki Ar-Ge tabanlı bilgi birikiminin 1. gecikmesidir. Ayrıca $RD_{n(t-x)}$, t zamanındaki n . teknolojiye ayrılan reel kümülatif Ar-Ge harcamalarını temsil etmektedir. Burada α , yaklaşık % 3 olarak alınan yıllık bilgi birikimi amortisman oranını ve $(t - x)$ ise bu bilgi birikimine Ar-Ge harcamalarının eklenmesi için gerekli gecikme süresini temsil etmektedir. Eğer (19) numaralı denklemdeki bilgi birikimi yerine doğrudan Ar-Ge harcamaları alınarak amortisman oranı ve gecikme süreleri ihmal edilirse (21) numaralı denklem elde edilir. Birinci bölümde yer alan (8) numaralı denklemde tek faktörlü maliyet fonksiyonunu temsil eden C_t yerine iki faktörlü maliyet fonksiyonunu temsil eden (21) numaralı denklemdeki $C_t(Q, RD)$ konulduğunda, reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikinci bağımsız değişken olarak denkleme dahil edilmektedir. Daha sonra yukarıdaki denklem (10)'dan başlanarak denklem (19)'un elde edildiği süreç izlendiğinde (22) numaralı iki faktörlü dinamik öğrenme eğrisi denklemi elde edilmektedir.

$$\ln C_t = \beta_0 + \beta_1(\ln Q_t) + \beta_2(\ln Q_t)^2 + \beta_3(\ln Q_t)^3 + \beta_4 \ln L_t + \beta_5(\ln RD_t) + \beta_6(\ln RD_t)^2 + \beta_7(\ln RD_t)^3 + \varepsilon_t \quad (22)$$

Denklem (23)'ün her iki tarafının $\ln RD_t$ 'ye göre birinci türevi alındığında bu kez “araştırarak” öğrenme esnekliği katsayısı ($-b$) elde edilmektedir.

$$-b = \beta_5 + 2\beta_6(\ln RD_t) + 3\beta_7(\ln RD_t)^2 \quad (23)$$

Denklem (24) ile hesaplanan “ $-b$ ” yardımıyla araştırmada gelişme oranı (d_r) ve “araştırarak” öğrenme oranı (RR) da sırasıyla aşağıda verilen (24) ve (25) numaralı denklemlerde gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$d_r = 2^{-b} \quad (24)$$

$$RR = 1 - d_r \quad (25)$$

3.1.3. İki Den fazla Faktörlü Doğrusal Öğrenme Eğrisi Modeli

Üretim maliyetleri, kümülatif kurulu kapasite ve Ar-Ge harcamaları ya da Ar-Ge tabanlı bilgi birikimi arasında önemli nedensel ilişkilerin bulunduğu tespit edilmiştir (Söderholm ve Sundqvist, 2007: 2561). Literatürde kümülatif kapasite ve Ar-Ge tabanlı bilgi birikiminin, öğrenme faaliyetlerinin spesifik etkisini yakalayıp yakalayamadıklarını sorgulayan çalışmalar da mevcuttur. Ayrıca öğrenme etkilerine atfedilemeyen, sadece zamanın etkisini gösteren dışsal bir teknolojik ilerleme faktörü de bu ilişkiyi açıklayabilmektedir¹. Öğrenme parametreleri seçiminin uygunluğunu test etmek için uygulanan bir yöntem, öğrenme denkleminde bir zaman eğilimi (T) dahil etmektir. Öğrenme katsayıları öğrenme etkilerini temsil ediyorsa, zaman eğiliminin modele dahil edilmesinden sonra bile istatistiksel olarak anlamlı kalmalıdır (Sheshinski, 1967, Lieberman, 1984, Papineau, 2006). Bu nedenle tahmin edilecek olan regresyon denklemi (28) numaralı eşitlikteki gibi dizayn edilir.

3.2. Ekonometrik Yöntem

Bu çalışmada veri eksikliği nedeniyle imalat ve hizmet sektörleri için “yaparak” öğrenme ve “araştırarak” öğrenme etkisini ortaya koymak amacıyla yalnızca tek faktörlü ve iki faktörlü öğrenme eğrisi modelleri tahmin edilmiştir. Çalışmada her bir sektör için aşağıda açıklanan üç ayrı regresyon modeli tahmin edilmiştir.

$$\textbf{Model 1 : } \ln C_t = \beta_0 + \beta_1(\ln Q_t) + \beta_2(\ln Q_t)^2 + \beta_3(\ln Q_t)^3 + \varepsilon_t$$

Burada $\ln C_t$ t zamanındaki birim maliyetin doğal logaritmasını ve $\ln Q_t$ t zamanındaki kümülatif üretim miktarının doğal logaritmasını temsil etmektedir. Ayrıca β_0 sabit, β_1 kümülatif üretim miktarının doğal logaritmasının, β_2 kümülatif üretim miktarının doğal logaritmasının karesinin, β_3 ise kümülatif üretim miktarının doğal logaritmasının kübik değerinin katsayılarını temsil etmektedirler.

Model 1’in EKK tahmini yapıldıktan sonra hem denklemin hem de değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı oldukları varsayımı altında öncelikle “yaparak” öğrenme esneklikleri ($-a$) elde edilmiştir. Daha sonra gelişme oranları (d) ve “yaparak” öğrenme oranları (LR) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$d = 2^{-a}$$

$$LR = 1 - 2^{-a}$$

$$-a = \beta_1 + 2\beta_2(\ln Q_t) + 3\beta_3(\ln Q_t)^2$$

Bu model, yukarıda (19) numaralı denklem ile tanımlanan tek faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modeli denkleminde istihdam hacmi (L_t) değişkeninin çıkarılması ile oluşturulmuştur. Model 1’e istihdam hacmi (L_t) kontrol değişkeni olarak ilave edildiğinde aşağıdaki Model 2 elde edilmiştir.

$$\textbf{Model 2 : } \ln C_t = \beta_0 + \beta_1(\ln Q_t) + \beta_2(\ln Q_t)^2 + \beta_3(\ln Q_t)^3 + \beta_4 \ln L_t + \varepsilon_t$$

β_4 istihdam hacminin doğal logaritmasının katsayısını göstermektedir. Model 2’nin EKK tahmini yapıldıktan sonra “yaparak” öğrenme esneklikleri ($-a$), gelişme oranları (d) ve “yaparak” öğrenme oranları (LR)’nın hesaplanması Model 1’deki gibidir.

Model 3 ise iki faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modeli olarak tanımlanmış ve bu modelin tahmini sonucu “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranları elde edilmiştir.

$$\textbf{Model 3 : } \ln C_t = \beta_0 + \beta_1(\ln Q_t) + \beta_2(\ln Q_t)^2 + \beta_3(\ln Q_t)^3 + \beta_4 \ln L_t + \beta_5(\ln RD_t) + \beta_6(\ln RD_t)^2 + \beta_7(\ln RD_t)^3 + \varepsilon_t$$

Burada $\ln RD_t$, t zamanındaki reel kümülatif Ar-Ge harcamalarının doğal logaritmasını göstermektedir. İlaveten β_5 reel kümülatif Ar-Ge harcamalarının doğal logaritmasının, β_6 reel kümülatif Ar-Ge harcamalarının doğal logaritmasının karesinin, β_7 ise reel kümülatif Ar-Ge harcamalarının doğal logaritmasının kübik değerinin katsayılarını temsil etmektedirler. Model 3'ün EKK tahmini yapıldıktan sonra hem denklemin hem de değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı oldukları varsayımı altında ilk olarak “*araştırarak*” öğrenme esneklikleri ($-b$) elde edilmiştir. Buradan yola çıkarak araştırmada gelişme oranları (d_r) ve “*araştırarak*” öğrenme oranları (RR) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$d_r = 2^{-b}$$

$$RR = 1 - d_r$$

$$-b = \beta_5 + 2\beta_6(\ln RD_t) + 3\beta_7(\ln RD_t)^2$$

Model 3 ile hesaplanan “*araştırarak*” öğrenme oranlarıyla, sektörler verilen Ar-Ge desteklerinin ne kadar etkili oldukları ve ayrı ayrı tüm sektörlerin yüksek katma değerli ürün üretmeye olan yatkınlıklarının ölçülmesi amaçlanmıştır. Ayrıca literatürde özellikle vurgulanan, tek faktörlü öğrenme modelleriyle hesaplanan öğrenme oranlarının sapmalı olduğu tezi de test edilerek elde edilen bulgulara göre oluşturulan politika önerileri sunulmuştur. Böylece Ar-Ge teşviklerinin en fazla etkili olduğu sektörler seçilerek ülke kaynaklarının verimli kullanılması sağlanabilecektir.

Model tahminlerine geçmeden önce tüm sektörler için analize tabii tutulan zaman serilerinin birim kök analizleri Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) ve Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS) birim kök testleri kullanılarak gerçekleştirilmiş ve tüm serilerin seviyelerinde durağan olduğu tespit edilerek bulgular Ek 2'deki tabloda gösterilmiştir. Tahmin edilen regresyon denklemlerinde otokorelasyon Breusch-Godfrey testi ile, değişen varyans ise Breusch-Pagan-Godfrey testi ile araştırılarak varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilmiştir. Bütün modellerin tahmin edilmesi sonucunda istatistiksel olarak anlamlı katsayılarla sahip modellerde (9) numaralı denklem ile “*yaparak*” öğrenme esneklikleri ($-a$), (24) numaralı denklem ile de “*araştırarak*” öğrenme esneklikleri ($-b$) hesaplanmıştır. İlaveten (3) ve (25) numaralı denklemler kullanılarak “*yaparak*” öğrenme sonucu elde edilen gelişme oranı ($d = 2^{-a}$) ve “*araştırarak*” öğrenme sonucu elde edilen gelişme oranı ($d_r = 2^{-b}$) hesaplanmıştır. Son olarak (4) ve (26) numaralı denklemler kullanılarak sırasıyla “*yaparak*” öğrenme oranları ($LR = 1 - 2^{-a}$) ve “*araştırarak*” öğrenme oranları ($RR = 1 - 2^{-b}$) hesaplanmıştır.

Model 1 ve 2'nin tahmin edilmesiyle “*yaparak*” öğrenme sonucu elde edilen gelişme oranı (d) ile Model 3'ün tahmin edilmesiyle “*yaparak*” öğrenme sonucu elde edilen gelişme oranı (d) aynı olguyu ifade etmektedir. Benzer şekilde Model 1 ve 2'deki “*yaparak*” öğrenme oranı (LR) ile Model 3'teki “*yaparak*” öğrenme oranı (LR) aynıdır. Diğer taraftan araştırmada gelişme oranı (d_r) ve “*araştırarak*” öğrenme oranı (RR) sadece Model 3'ün tahmin edilmesi sonucu elde

edilmektedir¹.

3.3. Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri seti aşağıda verilen Tablo 6’da ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.

Tablo 6. Değişkenlerin Tanımı

Adı	Kısaltması	Açılımı
Birim Maliyet (TL)	C_t	İstihdam hacminin reel kümülatif üretime bölünmesi şeklinde hesaplanmıştır
Reel Kümülatif Üretim (TL)	Q_t	Öncelikle ilgili sektörün ciro miktarları, o yılın tüketici fiyat endeksine bölünerek (TÜFE: 2003=100) ilgili yılın reel kümülatif üretim miktarı TL cinsinden hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen bu miktara, bir önceki yıla kadarki toplam reel kümülatif üretim miktarının eklenmesiyle reel kümülatif üretim miktarları elde edilmiştir
Reel Kümülatif Ar-Ge Harcamaları (TL)	RD_t	Ar-Ge harcamaları o yılın tüketici fiyat endeksine bölünerek (TÜFE: 2010=100) ilgili yılın reel Ar-Ge harcamaları tutarı TL cinsinden hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen bu miktarın, bir önceki yıla kadarki toplam reel Ar-Ge harcamaları tutarlarına eklenmesiyle reel kümülatif Ar-Ge harcamaları elde edilmiştir
İstihdam Hacmi (Kişi)	L_t	Sektörel bazda t yılındaki çalışanların sayısı.

¹ ADF birim kök testinde, bağımsızlık ve homojenlik varsayımı söz konusudur. ADF birim kök testinde, sabitsiz, sabitli ve trendli, sabitsiz ve trendsiz olmak üzere üç denklem çözülmektedir. ADF denklemlerinde olası otokorelasyonun önlenmesi amacıyla bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri denklemin sağ tarafına açıklayıcı değişken olarak ilave edilmektedir. Serinin durağan olup olmadığına karar vermek için, her bir denklemde serinin bir dönem gecikmesini veren katsayının t istatistiği, MacKinnon tablo kritik değeriyle karşılaştırılır. Eğer t istatistiğinin mutlak değeri MacKinnon tablo kritik değerinin mutlak değerinden büyükse serinin seviyesinde durağan olduğuna karar verilir. Seri seviyesinde durağan değilse, seri durağanlaşmaya kadar serinin farkı alınır. Ayrıntılı bilgi için bakınız: Dickey ve Fuller (1979).

Phillips ve Perron (1988) yaklaşımında ise Dickey-Fuller testinin bağımsızlık ve homojenlik varsayımları terk edilerek hata terimlerinin zayıf bağımlılık ve heterojenlik varsayımlarına sahip olduğu ileri sürülmüştür. PP testinde bağımlı değişken gecikmeleri söz konusu değildir. Çünkü PP testinde Newey-West bağımlı değişken gecikmelerini tespit eden bir kriter değil, bir uyarılma tahmincisidir. Bilgi için bakınız: Phillips ve Perron (1988).

KPSS yaklaşımında, ADF ve PP yaklaşımlarından farklı olarak H_0 hipotezi (hata teriminin varyansının sifıra eşit olduğu durum) kabul edildiğinde serinin durağan olduğuna karar verilir. Ayrıntılı bilgi için bakınız: Kwiatkowski, Denis vd. (1992).

Breusch-Godfrey otokorelasyon testinde χ^2 istatistiğine bakılır. Burada H_0 hipotezi (χ^2 'nin istatistiksel olarak anlamsız olması durumu) otokorelasyon sorunu olmadığını belirtir. Bilgi için bakınız: Breusch, Trevor S. (1978). Breusch-Pagan-Godfrey değişen varyans testinde χ^2 istatistiğine bakılır. Burada H_0 hipotezi (χ^2 'nin istatistiksel olarak anlamsız olması durumu) değişen varyans sorunu olmadığını belirtir. Bilgi için bakınız: Breusch, Trevor S. ve Pagan, Adrian R. (1979).

Bu çalışmada Türkiye özelinde imalat sanayinin 20 alt sektörü ile hizmetler sektörünün 21 alt sektörü üzerinde çalışılmıştır. İmalat sanayi alt sektörleri için 1990-2021 dönemi kullanılmış, hizmet sektörleri için ise 2003-2021 dönemi analize dahil edilmiştir. Hizmet alt sektörlerinde ilgili dönemin kullanılmasının nedeni, hizmet alt sektörlerine ait üretim miktarını temsil eden ciro miktarları verilerinin 2003 yılından önce Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanmamış olmasıdır. Ekonometrik analizde kullanılan değişkenlerden Ar-Ge harcamaları Avrupa İstatistik Kurumu (EUROSTAT)’ndan, kümülatif üretim miktarı ve istihdam hacmi verileri ise TÜİK’ten derlenmiştir. Çalışmada kullanılan sanayi üretim endeksi aylık verileri mevsim ve takvim etkilerinden arındırılmış olarak TÜİK’ten alınmış ve ilgili verilerin yıllık ortalamaları kullanılmıştır².

Tablo 7. İmalat Sanayi Alt Sektörleri Tanımlayıcı İstatistikleri

	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Birim Maliyet (TL)	0,00106124	0,00215405	0,0005179	0,00041886
Reel Kümülatif Üretim Miktarı (Milyon TL)	226.497	750.895	80.901	200.052
Reel Kümülatif Ar-Ge Harcamaları (Bin TL)	349.049	119.539	92.378	358.150
İstihdam Hacmi (Kişi)	142.292	225.491	91.403	37.941

İmalat sanayi sektörlerinin 1990-2021 dönemine ait tanımlayıcı istatistiklerinin sunulduğu Tablo 7’ye göre ortalama birim maliyet 0,00106 TL, ortalama reel kümülatif üretim miktarı 226 milyar TL, ortalama reel kümülatif Ar-Ge harcamaları 349 milyon TL ve ortalama istihdam hacmi 142.292 kişi olarak hesaplanmıştır. Analizler sonucunda ele alınan dönem itibariyle reel kümülatif üretim miktarı ve reel kümülatif Ar-Ge harcamaları serilerinin oynaklıklarının oldukça yüksek olduğu, birim maliyet ve istihdam hacmi serilerinin oynaklıklarının ise oldukça düşük oldukları tespit edilmiştir³.

² TÜİK sanayi üretim endeksi linki : <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=sanayi-114&dil=1>

³ Serilerin oynaklığını tahmin etmek amacıyla her bir serinin ortalama değeri, ilgili serinin standart sapmasına bölünmüştür. Elde edilen sayının mutlak değeri 2’ye eşit ya da 2’den büyük bir değer ise ilgili serinin oynaklığının düşük olduğu karar verilir. Aksi durumda bu değer 0’a yaklaştıkça serinin oynaklığı giderek yükselmektedir.

Tablo 8. Hizmet Alt Sektörleri Tanımlayıcı İstatistikleri

	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Birim Maliyet (TL)	0,00001455	0,00003613	0,00001023	0,00000380
Reel Kümülatif Üretim Miktarı (Milyon TL)	176.654	417.421	88.6148	131.022
Reel Kümülatif Ar-Ge Harcamaları (Bin TL)	201.059	564.595	63.144	177.824
İstihdam Miktarı (Kişi)	274.798	415.123	108.112	96.247

Tablo 8’de ise hizmet sektörlerinin 2003-2021 dönemine ait tanımlayıcı istatistikleri sunulmuştur. Bu tabloya bakıldığında ortalama birim maliyetin 0,00001 TL, ortalama reel kümülatif üretim miktarının 177 milyar TL, ortalama reel kümülatif Ar-Ge harcamalarının 201 milyon TL ve ortalama istihdam miktarının 274.798 kişi olarak gerçekleştiği görülmektedir. Serilerin oynaklıklarına dair yapılan hesaplamalar sonucunda, imalat sektörlerinde olduğu gibi reel kümülatif üretim miktarı ve reel kümülatif Ar-Ge harcamaları serilerinin oynaklıklarının oldukça yüksek olduğu, birim maliyet ve istihdam serilerinin oynaklıklarının ise imalat sanayi sektörlerine göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tüm alt sektörlerin tanımlayıcı istatistikleri Ek 1’deki tabloda gösterilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BULGULAR

Bu bölümde, Türkiye ekonomisi 20 imalat sanayi alt sektörünün 1990-2021 dönemine ve 21 hizmet alt sektörünün 2003-2021 dönemine ilişkin “*yaparak*” öğrenme ve “*araştırarak*” öğrenme oranları elde edilerek ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4.1. İmalat Sanayi Alt Sektörlerine Ait Tahmin Bulguları

Bölüm 1.2’de verilen (8) ve (9), Bölüm 3.2.1’de verilen (25) ve Bölüm 3.2.2.’de verilen (29), (30) ve (31) numaralı denklemler EKK yöntemi ile tahmin edilmiş ve bulgular Tablo 9’dan Tablo 26’ya kadar sırasıyla gösterilmiştir.

Daha önce de belirtildiği gibi birinci bölümde denklem (9) ile tanımlanan eşitlikte β_1 , β_2 ve β_3 katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olması ve “*yaparak*” öğrenme esnekliğini temsil eden “-a” değerlerinin tamamının ya da bir kısmının negatif olması durumunda ilgili sektörde “*yaparak*” öğrenmenin etkili olduğu söylenebilir. Bunun anlamı ilgili katsayıların beklentiler dahilinde gerçekleşmiş olmasıdır. Benzer şekilde üçüncü bölümdeki denklem (24) ile tanımlanan eşitlikteki β_5 , β_6 ve β_7 katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olması ve “*araştırarak*” öğrenme esnekliğini temsil eden “-b” değerlerinin tamamının ya da bir kısmının negatif olması durumunda ilgili sektörde “*araştırarak*” öğrenmenin etkili olduğu söylenebilir. Bu durum, ilgili katsayıların beklentilere paralel olarak gerçekleştiğini belirtmektedir.

İlk olarak Tablo 9’da gıda-içecek alt sektörüne ilişkin EKK analizi sonucu elde edilen bulgular rapor edilmiştir. Tablo 9’dan da görüldüğü üzere tahmin edilen üç modelden sadece Model 2’de ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Model 2 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “d” ve “LR” katsayıları Ek 3’teki tabloda gösterilmiştir. Ancak “*araştırarak*” öğrenme oranlarının hesaplanmasında kullanılan katsayılar istatistiksel olarak anlamsız çıktığından, ilgili alt sektörde sadece “*yaparak*” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir.

Grafik 6’da gıda-içecek alt sektöründeki Model 2’ye göre elde edilen “*yaparak*” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre dönem başında düşük değerlerde seyreden “*yaparak*” öğrenme oranı, 1991 yılından itibaren yükselerek 2021 yılında 0,503 değerine ulaşmıştır. Bir başka deyişle, ilgili sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %50,3 oranında azalmıştır. Düşük teknoloji sektörleri arasında yer alan bu sektörde “*yaparak*” öğrenme oranlarının istikrarlı bir şekilde artması, gıda-içecek alt sektöründe işçi verimliliğindeki artışın sürdürülebileceğine işaret etmektedir.

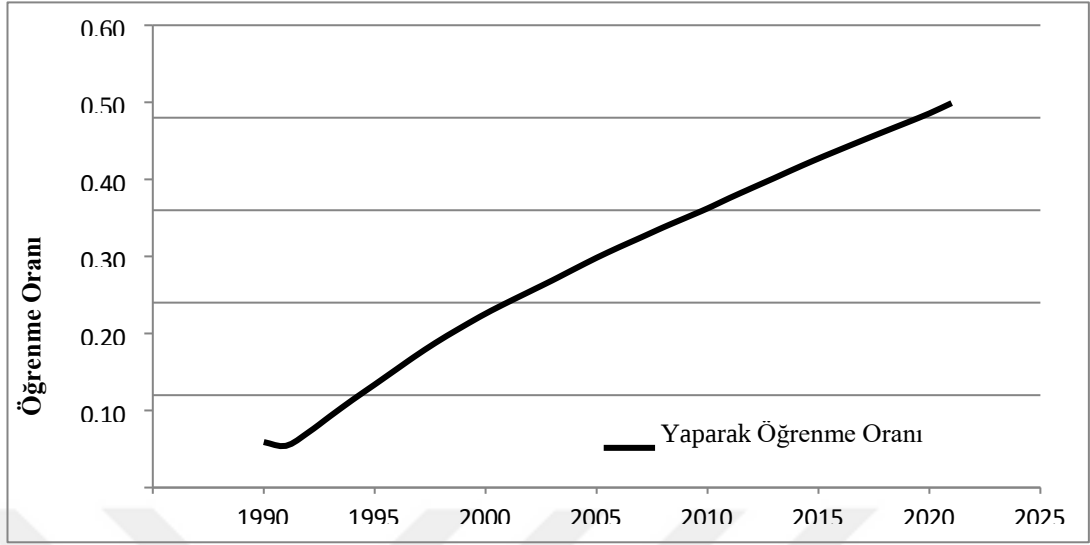
Tablo 9. Gıda-İçecek Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-333,403** (190,195)	292,597*** (104,802)	1429,955 (1453,445)
β_1	37,109 (22,182)	-38,534*** (12,481)	-210,156 (209,405)
β_2	-1,413 (0,861)	1,582*** (0,491)	8,416 (7,878)
β_3	0,018 (0,011)	-0,022*** (0,006)	-0,112 (0,098)
β_4		0,755*** (0,103)	0,717*** (0,096)
β_5			51,669 (63,194)
β_6			-2,987 (3,306)
β_7			0,056 (0,058)
R^2	0,952	0,986	0,989
Düzeltilmiş R^2	0,947	0,984	0,986
F-İstatistiği	187,426	291,707	319,354
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	15,696***	7,938**	7,515**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	1,921	7,434	6,303
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-4,264***	-4,855***	-5,884***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-4,290***	-4,840***	-4,495***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Tekstil ürünleri alt sektörüne ilişkin model bulguları Tablo 10’da sunulmuştur. Gıda-içecek alt sektöründe olduğu gibi bu alt sektörde de sadece bir modelde ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı tahmin edilmiştir. O model de tablodan görüldüğü üzere Model 3’tür. Tekstil alt sektörüne ait Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 3’teki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloda ilgili katsayılar beklentilere paralel olarak gerçekleştiğinden, tekstil ürünleri alt sektöründe hem “yaparak” hem de “araştırarak” öğrenmenin etkili olduğu tespit edilmiştir.

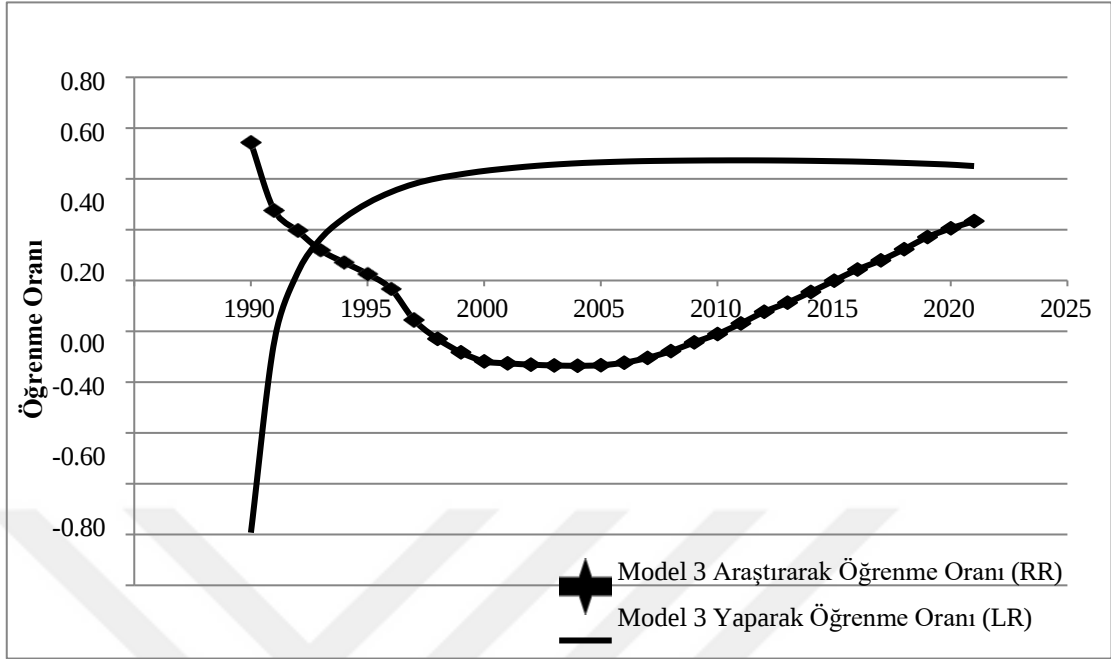
Grafik 6. Gıda-İçecek Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)



Tablo 10. Tekstil Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	414,367 (314,539)	324,715 (283,079)	-761,632* (436,236)
β_1	-50,201 (36,932)	-39,342 (33,202)	133,941** (57,433)
β_2	1,981 (1,435)	1,552 (0,295)	-4,972** (2,267)
β_3	-0,026 (0,019)	-0,021 (0,018)	0,061** (0,029)
β_4		-0,135 (0,164)	0,142 (0,114)
β_5			-73,393*** (13,861)
β_6			3,986*** (0,713)
β_7			-0,072*** (0,013)
R^2	0,916	0,918	0,930
Düzeltilmiş R^2	0,908	0,906	0,909
F-İstatistiği	102,929	76,053	45,832
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	10,065***	8,726**	7,217**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	9,110**	7,586*	7,754
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-4,852***	-3,226***	-3,602***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-2,822***	-2,938***	-3,588***

Grafik 7. Tekstil Alt Sektörü Model 3 Yaparak (LR) ve Araştıracak (RR) Öğrenme Oranları



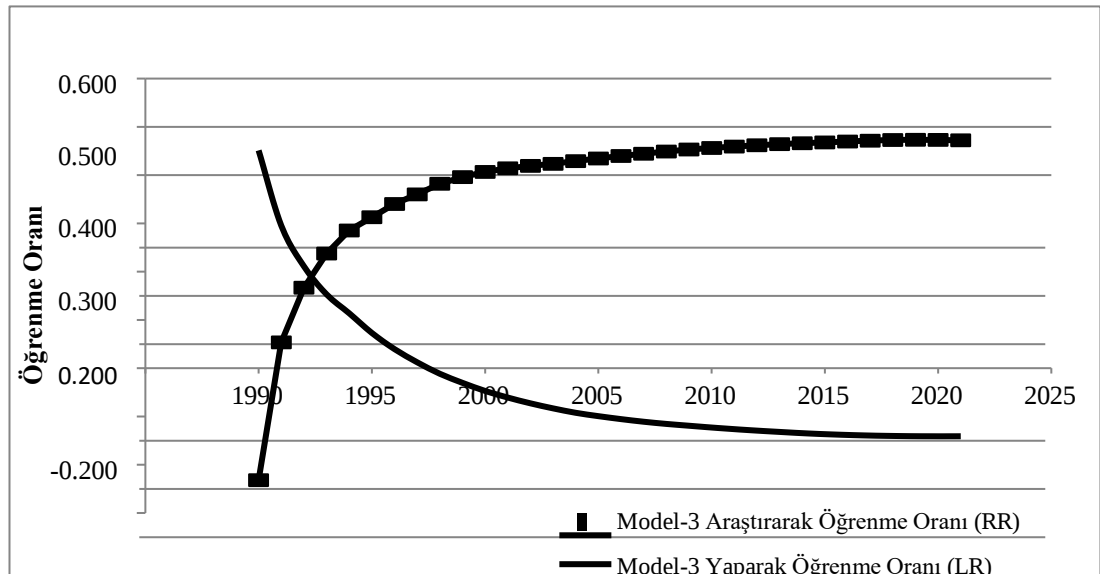
Tekstil ürünleri alt sektöründeki Model 3'ün “yaparak” ve “araştıracak” öğrenme oranlarının zaman seyrini gösteren Grafik 7'ye bakıldığında, bu alt sektörde birbirlerinin zıt yönünde hareket eden öğrenme oranlarına rastlanmaktadır. Dönem başında negatif değerlerde seyreden “yaparak” öğrenme oranı çok hızlı bir yükselişle 2010 yılında 0,435 değerine ulaşmıştır. Buradan çıkan sonuç, bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %43,5 oranında azalmıştır. 2011 yılından itibaren yavaşça azalan bu oran dönem sonunda 0,427 olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan ters “L” şeklindeki “yaparak” öğrenme eğrisi grafiğinin aksine, “araştıracak” öğrenme eğrisi “U” şeklindedir. Dönem başında 0,558 değerinde ortalamanın üzerinde seyreden “araştıracak” öğrenme oranı 1991 yılından itibaren hızla azalarak 2005 yılında -0,328 değerine ulaşmıştır. Bu değer aynı zamanda ele alınan dönemin minimum değeridir. Aynı yılda tekstil ürünleri alt sektöründe reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %32,8 oranında artmıştır. Daha sonra sektördeki öğrenme oranının artmasıyla yükseliş trendine giren “araştıracak” öğrenme oranı, 2021 yılı itibariyle 0,233 olarak gerçekleşmiştir. Sonuçta, düşük teknoloji sektörleri arasında yer alan tekstil ürünleri alt sektöründe beklentilerin aksine “yaparak” öğrenmeyle birlikte “araştıracak” öğrenmenin de etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda ilgili sektörün daha fazla Ar-Ge yatırımları ile desteklenmesi gerektiği söylenebilir.

Giyim alt sektörüne ilişkin model bulgularının sunulduğu Tablo 11'de, tekstil ürünleri alt sektöründe olduğu gibi giyim alt sektöründe de tahmin edilen üç modelden sadece Model 3'te ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sektöre ilişkin Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 4'teki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya bakıldığında ilgili katsayıların aldığı değerler beklentileri karşıladığından, giyim alt sektöründe her iki öğrenmenin de etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 11. Giyim Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-64,338 (89,031)	-6,230 (102,165)	176,692 (183,385)
β_1	12,203 (15,855)	-0,238 (18,742)	-290,005** (114,489)
β_2	-0,792 (0,939)	0,017 (1,133)	15,744** (6,555)
β_3	0,016 (0,018)	-0,001 (0,022)	-0,283** (0,125)
β_4		0,408 (0,285)	0,545** (0,238)
β_5			253,713** (92,131)
β_6			-13,471** (5,035)
β_7			0,237** (0,092)
R^2	0,414	0,479	0,584
Düzeltilmiş R^2	0,351	0,403	0,462
F-İstatistiği	6,586	6,227	4,824
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	17,221***	16,607***	16,313***
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	4,603	11,258**	14,676**
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-2,455**	-2,285**	-2,348**
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-2,232**	-2,364**	-2,422**

Grafik 8. Giyim Alt Sektörü Model 3 Yaparak (LR) ve Araştırarak (RR) Öğrenme Oranları



Grafik 8’de giyim alt sektöründeki Model 3’e göre elde edilen “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri gösterilmiştir. Ortalamanın üzerinde bir değerde (0,465) döneme başlayan “yaparak” öğrenme oranı 1991 yılından itibaren hızlı bir düşüşle 2021 yılında -0,141 değerine ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %14,1 oranında artmıştır. Buna karşın, “araştırarak” öğrenme oranı 1991 yılından başlayarak çok hızlı bir yükselişle dönem sonunda 0,473 değerine ulaşmıştır. Buna göre, giyim alt sektöründe reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyet %47,3 oranında azalmıştır. Özetle, düşük teknoloji bir imalat sanayi alt sektörü olmasına rağmen oldukça iyi bir “araştırarak” öğrenme performansı sergileyen giyim alt sektörünün, politikacıların belirleyeceği geleceğin yenilikçi sektörleri arasında yerini alması beklenebilir.

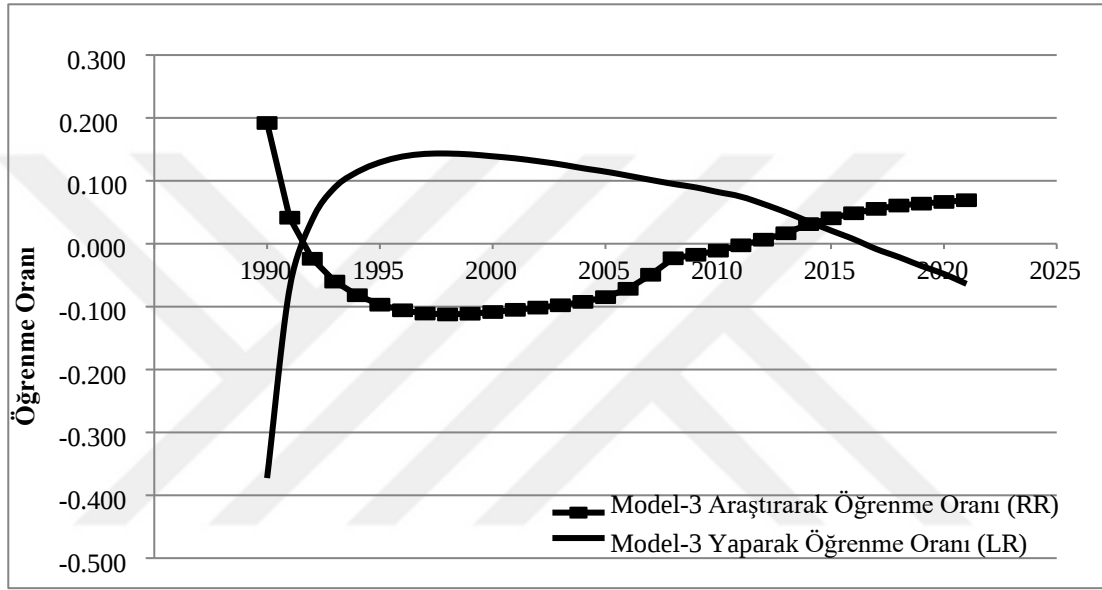
Tablo 12. Deri Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-26,059 (98,166)	119,505 (89,071)	-1138,635**** (401,417)
β_1	5,083 (19,996)	-26,269 (18,337)	329,117*** (113,801)
β_2	-0,340 (1,352)	1,820 (1,239)	-21,711*** (7,391)
β_3	0,007 (0,030)	-0,042 (0,027)	0,475*** (0,161)
β_4		0,464** (0,185)	0,666*** (0,153)
β_5			-106,921*** (35,292)
β_6			7,173*** (2,295)
β_7			-0,158*** (0,049)
R^2	0,700	0,769	0,849
Düzeltilmiş R^2	0,668	0,735	0,805
F-İstatistiği	21,821	22,561	19,308
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	9,692***	7,230***	0,687
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	5,648	5,699	11,117
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-2,951***	-3,417***	-4,812***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-2,932***	-3,3710***	-4,854***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Deri ürünleri alt sektörüne ilişkin EKK tahmin sonuçlarının rapor edildiği Tablo 12’de, tekstil ve giyim alt sektörlerinde olduğu gibi deri ürünleri alt sektöründe de tahmin edilen modellerden yalnızca Model 3’te ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu alt sektöre ait Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 4’teki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre, ilgili katsayılar beklentiler dahilinde gerçekleştiğinden, deri ürünleri alt sektöründe hem “yaparak” hem de “araştırarak” öğrenmenin etkili olduğu görülmüştür.

Grafik 9. Deri Alt Sektörü Model 3 Yaparak (LR) ve Araştırarak (RR) Öğrenme Oranları



Deri ürünleri alt sektöründeki Model 3’ün “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının zaman seyrinin gösterildiği Grafik 9’a bakıldığında, öğrenme eğrilerinin simetrik bir şekilde birbirlerine zıt yönde hareket ettikleri gözlenmektedir. Dönem başında negatif değerler alan “yaparak” öğrenme oranları hızlı bir yükselişle 1991 yılında pozitif değere dönmüş ve 1998 yılında 0,143 değerine ulaşmıştır. Bu değer aynı zamanda dönemin maksimum değeridir. Aynı yılda bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %14,3 oranında azalmıştır. Öte yandan, 0,192 değerinde döneme başlayan “araştırarak” öğrenme oranı hızlı bir düşüşle 1998 yılında -0,112 değerinde dönemin en düşük seviyesine ulaşmıştır. Ancak daha sonra roller tekrar değişmiş ve “araştırarak” öğrenme hız kazanırken “yaparak” öğrenmede gerileme görülmüş ve dönem sonunda “yaparak” öğrenme oranı -0,064 olarak kaydedilirken “araştırarak” öğrenme oranı ise 0,069 olarak hesaplanmıştır.

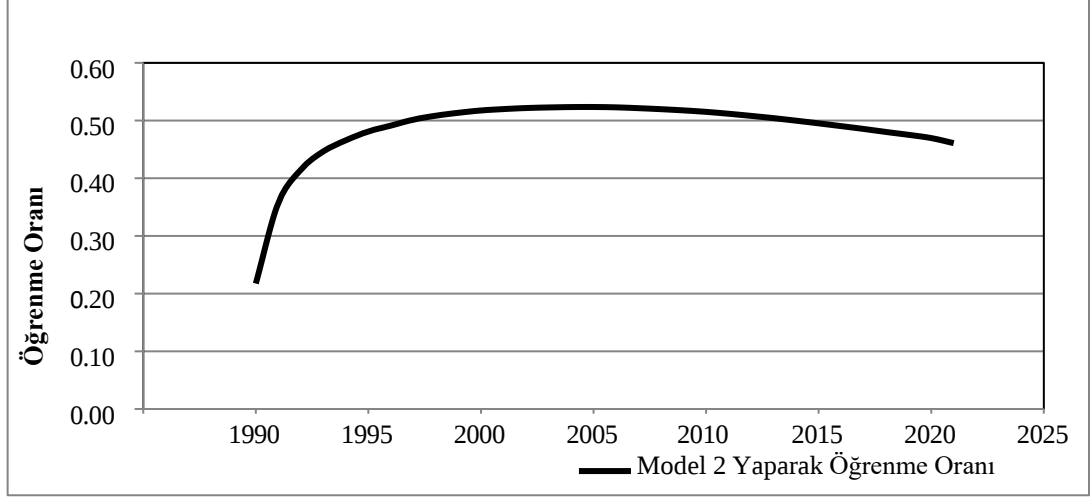
Özetle, deri ürünleri alt sektöründe son yıllarda “yaparak” öğrenmenin yerini “araştırarak” öğrenmeye bıraktığı gözlemlendiğinden, ilgili alt sektöre daha fazla Ar-Ge yatırımı yapılmasının isabetli bir seçenek olacağı söylenebilir.

Tablo 13. Ağaç Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-28.653 (75,088)	-366,963*** (112,855)	1631,754 (26,936)
β_1	6,160 (15,658)	44,714*** (14,269)	-290,269 (243,152)
β_2	-0,433 (1,082)	-1,897*** (0,603)	11,733 (9,992)
β_3	0,009 (0,024)	0,026*** (0,008)	-0,158 (0,136)
β_4		1,101*** (0,075)	1,122 (0,119)
β_5			136,613 (98,556)
β_6			-8,361 (6,126)
β_7			0,169 (0,127)
R^2	0,922	0,989	0,991
Düzeltilmiş R^2	0,914	0,987	0,989
F-İstatistiği	111,304	618,737	399,141
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	11,940***	0,089	1,071
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	5,122	10,615**	9,941
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-2,614***	-5,605***	-5,573***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-2,662***	-5,605***	-5,573***

Tablo 13, ağaç ürünleri alt sektörüne ait model bulgularını göstermektedir. Bu tabloya göre, gıda-içecek alt sektöründekine benzer şekilde bu sektörde de tahmin edilen üç modelden sadece Model 2’de ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İlgili sektörün Model 2 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “d” ve “LR” katsayıları Ek 5’teki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya bakıldığında, “*araştırmak*” öğrenme esnekliğini temsil eden “-b” değerlerinin tamamı pozitif değerler aldığından, ağaç ürünleri alt sektöründe sadece “*yaparak*” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir. Ağaç ürünleri alt sektöründeki Model 2’ye göre elde edilen “*yaparak*” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 10’da gösterilmiştir. Bu grafiğe göre, dönem başında düşük değerlerde seyreden *yaparak*” öğrenme oranı 1991 yılından itibaren hızla yükselerek 2021 yılında 0,519 değerine ulaşmıştır. Buradan çıkan sonuç, ilgili alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyet %51,9 oranında azalmıştır. Özetle, düşük teknoloji sektörleri arasında yer alan ağaç ürünleri alt sektöründe beklentilere paralel olarak “*araştırmak*” öğrenmenin etkili olmadığı gözlenmiştir. Ancak “*yaparak*” öğrenme seviyesinde son yıllarda gözlenen düşüş ise, verimlilikteki artışın sürdürülemediğini göstermektedir.

Grafik 10. Ağaç Ürünleri Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)



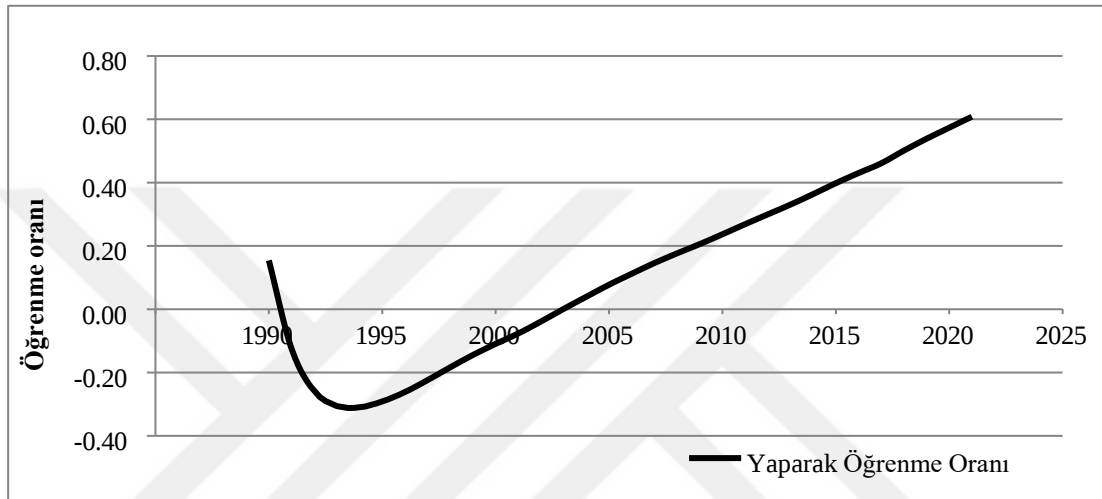
Tablo 14. Kağıt Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	87,034 (122,662)	387,871** (101,3141)	-102,918 (328,803)
β_1	-15,717 (21,552)	-72,609*** (18,073)	30,816 (62,836)
β_2	0,909 (1,258)	4,365*** (1,062)	-1,709 (3,823)
β_3	-0,017 (0,0244)	-0,087*** (0,020)	0,031 (0,077)
β_4		0,935*** (0,177)	0,651* (0,348)
β_5			-18,002** (8,263)
β_6			1,167** (0,510)
β_7			-0,025** (0,011)
R^2	0,817	0,918	0,935
Düzeltilmiş R^2	0,797	0,906	0,916
F-İstatistiği	41,682	75,444	49,314
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	14,364***	4,001	5,274*
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	2,517	5,237	8,914
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-2,433***	-3,979***	-3,976***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-2,433***	-4,093***	-3,686***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Kağıt ürünleri alt sektörüne ilişkin EKK tahmin sonuçları Tablo 14’te rapor edilmiştir. Bu tabloya bakıldığında yukarıda incelenen alt sektörlerin aksine, bu alt sektörde tahmin edilen modellerden ikisinin ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bunlar da Model 2 ve 3’tür. İlgili alt sektöre ait Model 2 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 5’teki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre ilgili katsayıların değerleri beklentileri karşıladığından, kağıt ürünleri alt sektöründe her iki öğrenmenin de etkili olduğu tespit edilmiştir.

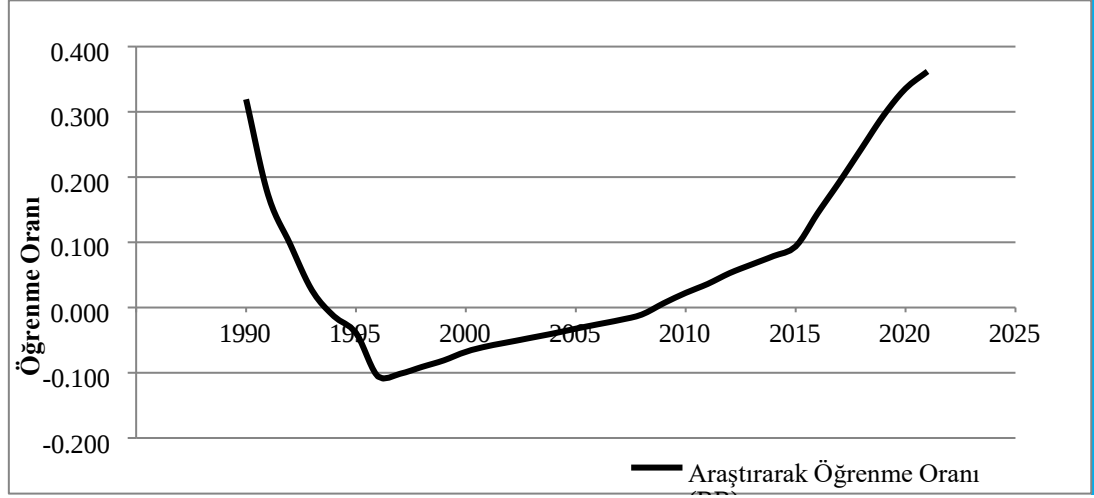
Grafik 11. Kağıt Ürünleri Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)



Grafik 11’de kağıt ürünleri alt sektöründeki Model 2’nin “yaparak” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında, bu alt sektördeki “yaparak” öğrenme eğrisinin “J” şekline benzediği anlaşılmaktadır. Döneme 0,154 değerinde başlayan “yaparak” öğrenme oranı, 1994 yılında -0,317 değerine düşmüştür. Bu değer aynı zamanda dönemin minimum değeridir. Bir başka ifadeyle, bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %31,7 oranında artmıştır. Daha sonra artış trendine giren bu oran, 2021 yılında 0,608 değerinde ele alınan dönemin yüksek seviyesine ulaşmıştır. Aynı yılda ilgili alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %60,8 oranında azalmıştır.

Kağıt ürünleri alt sektöründeki Model 3’e göre elde edilen “araştırarak” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri Grafik 12’de gösterilmiştir. Bu grafikte, tekstil ürünleri alt sektöründe olduğu gibi bu alt sektörde de “araştırarak” öğrenme eğrisinin “U” şekline benzediği görülmüştür. “Araştırarak” öğrenme oranı, 1996 yılında -0,106 değerinde dönemin en düşük seviyesine ulaşmıştır. Bu sonuç, ilgili alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetlerin %10,6 oranında arttığını göstermektedir. Daha sonra yavaşça yükselişe geçen bu oran 2009 yılında pozitif dönmüş ve 2015 yılından itibaren çok daha hızlı bir yükselişe geçen bu oran 2021 yılında 0,362 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, düşük teknoloji yoğunluğuna sahip kağıt ürünleri alt sektöründe de Ar-Ge yatırımları pozitif bir karşılık bulabilmektedir. İthal ikameci bir yaklaşımla ilgili sektöre yapılacak daha fazla Ar-Ge yatırımıyla yüksek katma değerli ürünler üretilerek ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği düşünülebilir.

Grafik 12. Kağıt Ürünleri Alt Sektörü Model 3 Araştırarak Öğrenme Oranları (RR)



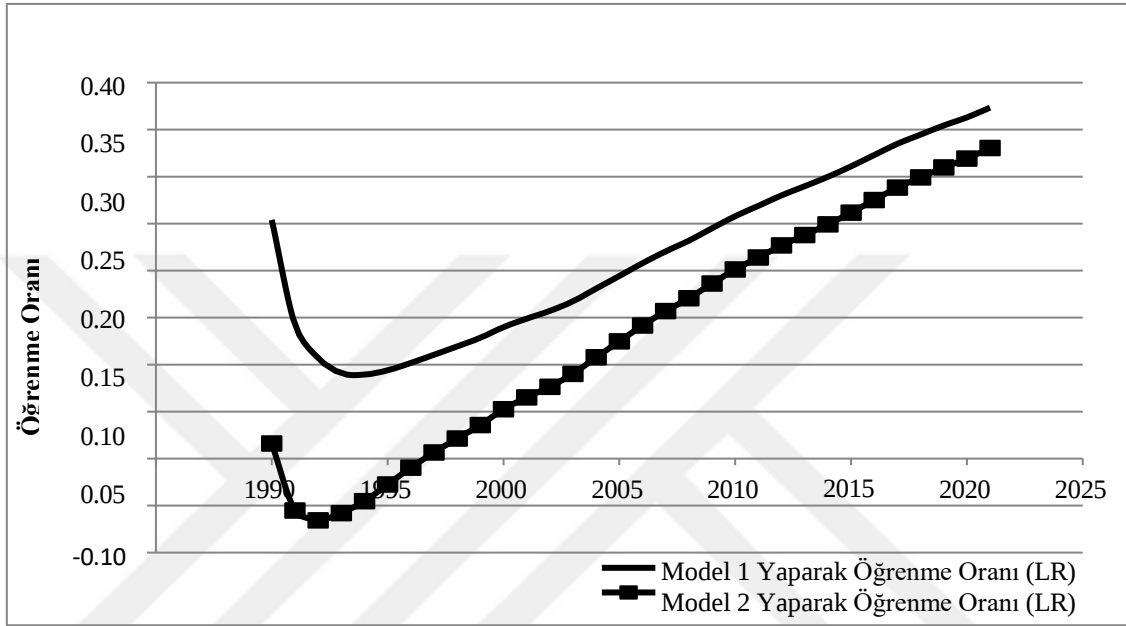
Tablo 15. Basım-Yayım Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	200,949* (113,574)	144,593 (85,716)	-229,723 (1234,048)
β_1	-37,522* (20,645)	-29,287* (15,321)	-110,853 (377,746)
β_2	2,296* (1,247)	1,854* (0,919)	6,660 (22,385)
β_3	-0,047* (0,025)	-0,039** (0,018)	-0,133 (0,442)
β_4		0,514*** (0,163)	0,516* (0,280)
β_5			144,795 (578,416)
β_6			-8,363 (33,442)
β_7			0,161 (0,644)
R^2	0,663	0,768	0,760
Düzeltilmiş R^2	0,628	0,734	0,703
F-İstatistiği	18,436	22,395	11,499
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	1,535	2,161	1,307
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	2,328	2,519	7,978
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-5,127***	-4,727***	-4,661***
Hata Terimlerinin (PP, t istatistiği)	-5,303***	-10,433***	-9,581***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Tablo 15’te basım-yayım alt sektörüne ilişkin EKK tahmin bulguları rapor edilmiştir. Bu tabloya göre “*araştırarak*” öğrenme oranlarının hesaplanmasında kullanılan katsayılar istatistiksel olarak anlamsız çıktığından, bu alt sektörde sadece “*yaparak*” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir. Basım-yayım alt sektörüne ait Model 1 ve 2 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “d” ve “LR” katsayıları Ek 6’daki tabloda gösterilmiştir.

Grafik 13. Basım-Yayım Alt Sektörü Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)



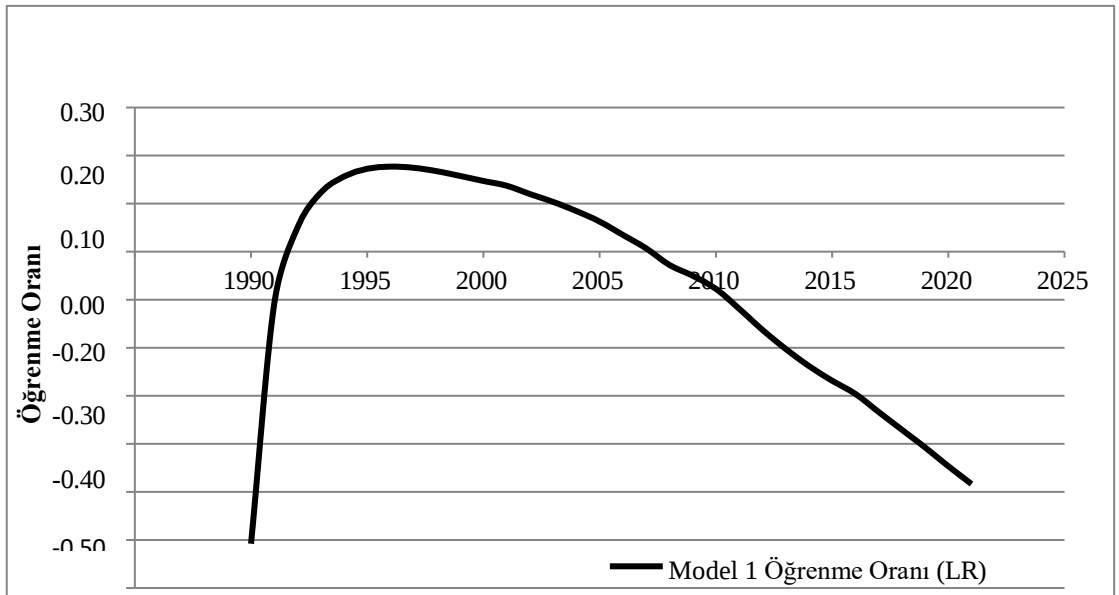
Basım-yayım alt sektöründeki Model 1 ve 2’nin “*yaparak*” öğrenme oranlarının zaman seyrinin gösterildiği Grafik 13’e göre, eğrilerin her ikisi de “J” şekline benzemektedir. Dönem başında “*yaparak*” öğrenme oranları Model 1 ve 2’de sırasıyla 0,016 ve 0,254 olarak hesaplanmıştır. 1991 yılı ile birlikte hızlı bir düşüşe geçen bu oranlar, Model 1’de 0,089 değerine, Model 2’de ise -0,066 değerine düşmüşlerdir. Daha sonra yeniden yükselişe geçen bu oranlar, dönem sonunda Model 1’de 0,373 ve Model 2’de 0,330 olarak ele alınan dönemdeki en yüksek değerlerine ulaşmışlardır. Buradan çıkan sonuç, bu sektörde 2021 yılında kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler Model 1’de %37,3 ve Model 2’de %33 oranında azalmıştır. Özetle, ilgili sektörde sadece “*yaparak*” öğrenme etkili olmuş, 1991-1996 dönemi haricinde unutma görülmemiştir. Basım-yayım alt sektöründe öğrenme oranlarının istikrarlı bir şekilde yükseliş göstermesi, bu sektörde önemli verimlilik artışları sağlandığını göstermektedir.

Petrol ürünleri ve kok kömürü alt sektörüne ilişkin EKK tahmin bulguları Tablo 16’da rapor edilmiştir. Bu tablodan görüldüğü üzere “*araştırarak*” öğrenme oranlarının hesaplanmasında kullanılan katsayılar istatistiksel olarak anlamsız çıkmış, bu nedenle ilgili alt sektörde sadece “*yaparak*” öğrenme etkili olmuştur. Ayrıca Model 1 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “d” ve “LR” katsayıları Ek 6’daki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 16. Petrol Ürünleri ve Kok Kömürü Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-515,851*** (103,744)	-51,769 (86,112)	36,871 (94,729)
β_1	89,127*** (17,920)	6,432 (15,203)	-53,461 (43,567)
β_2	-5,172*** (1,029)	-0,379 (0,881)	2,972 (2,463)
β_3	0,099*** (0,019)	0,007 (0,016)	-0,055 (0,046)
β_4		1,019*** (0,135)	1,071*** (0,146)
β_5			44,703 (31,982)
β_6			-2,490 (1,823)
β_7			-2,490 (1,823)
R^2	0,778	0,949	0,958
Düzeltilmiş R^2	0,754	0,942	0,947
F-İstatistiği	32,754	126,216	79,593
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	12,090***	4,767*	4,865*
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	5,953	5,423	8,070
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-2,808***	-4,430***	-5,049***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-2,937***	-4,687***	-8,166***

Grafik 14. Petrol Ürünleri ve Kok Kömürü Model 1 Yapararak Öğrenme Oranları (LR)



Grafik 14’te petrol ürünleri ve kok kömürü alt sektöründeki Model 1’e göre elde edilen “*yaparak*” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında, dönem başında ilgili sektörde unutmanın etkili olduğu görülmüştür. 1996 yılına gelindiğinde bu oran 0,177 değerinde dönemin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %17,7 oranında azalmıştır. Daha sonra azalış trendine giren “*yaparak*” öğrenme oranı 2006 yılında negatife dönmüş, dönem sonunda ise -0,484 değerini almıştır. Özetle, petrol ürünleri ve kok kömürü alt sektöründe ele alınan dönem itibariyle verimliliğin arttırılamadığı söylenebilir.

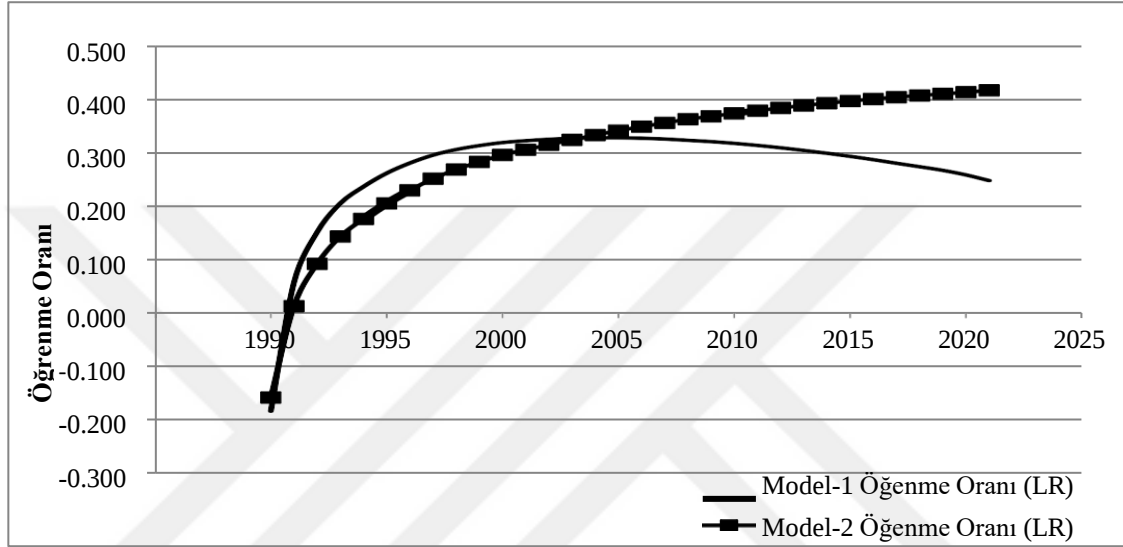
Tablo 17. Kimya Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-185,149** (67,917)	-95,255** (37,848)	853,846 (525,676)
β_1	30,376** (11,611)	13,001* (6,543)	-247,875* (144,611)
β_2	-1,669** -1,669	-0,645* (0,375)	13,662* (7,884)
β_3	0,030** (0,012)	0,009 (0,007)	-0,251* (0,143)
β_4		0,650*** (0,117)	0,608*** (0,110)
β_5			127,039* (71,087)
β_6			-8,459* (4,699)
β_7			0,187* (0,103)
R^2	0,980	0,988	0,990
Düzeltilmiş R^2	0,978	0,986	0,988
F-İstatistiği	461,723	543,149	355,661
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	13,517***	5,032*	5,030*
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	2,653	3,322	5,377
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-2,560**	-3,476***	-3,909***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-2,651***	-3,089***	-3,721***

Not : ***, **, * . değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Tablo 17’de kimya alt sektöründeki model bulguları sunulmuştur. Bu tabloda, ilgili sektörde tahmin edilen üç modelin de ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı oldukları tespit edilmiştir. İlgili alt sektörün tüm modellerinin tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 7’deki tabloda gösterilmiştir. Bu tablolara göre ilgili katsayıların değerleri beklentileri karşıladığından, kimya alt sektöründe hem “yaparak” hem de “araştırarak” öğrenmenin etkili olduğu söylenebilir.

Grafik 15. Kimya Alt Sektörü Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)

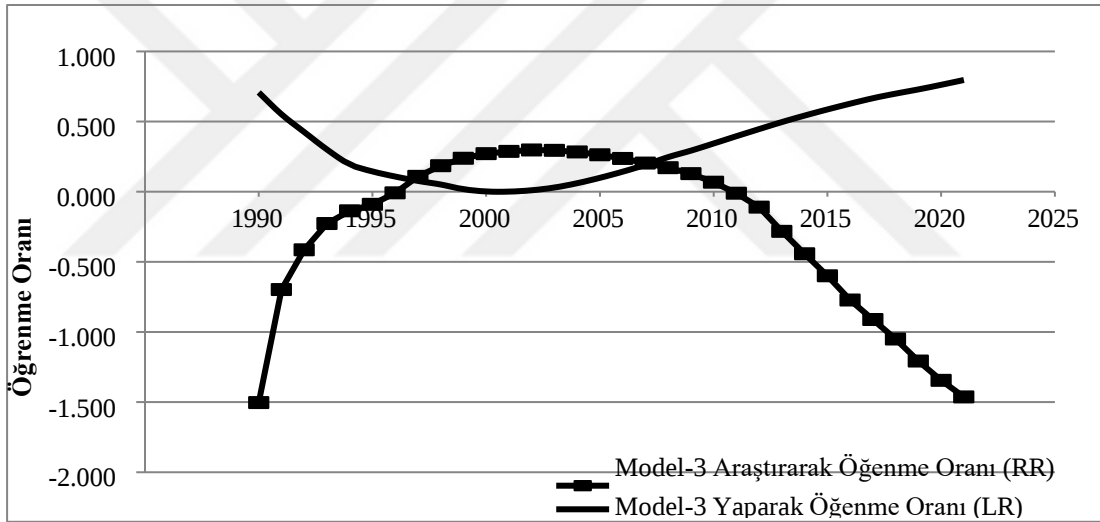


Kimya alt sektöründeki Model 1 ve 2’ye göre elde edilen “yaparak” öğrenme oranlarının zaman seyrini gösteren Grafik 15’e göre, dönem başında her iki modelde de ilgili alt sektörde unutmanın etkili olduğu gözlenmektedir. Daha sonra bu alt sektördeki öğrenme oranının artmasıyla hızlı bir yükselişe geçen bu oran 2021 yılında Model 2’de 0,418 değerine ulaşmıştır. Aynı yılda kimya alt sektöründe kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %41,8 oranında azalmıştır. Model 1’de ise 2003 yılında 0,324 değerine ulaşan “yaparak” öğrenme oranı, daha sonra yavaşça azalarak dönem sonunda 0,248 olarak hesaplanmıştır. Sonuçta, Model 1 ve 2’de kimya alt sektöründe “yaparak” öğrenme etkili olmuş, 1990- 1991 dönemi haricinde unutmaya rastlanmamıştır.

Grafik 16’da kimya alt sektöründeki Model 3’ün “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında, giyim ve deri ürünleri alt sektörlerinde olduğu gibi simetrik bir şekilde birbirlerinin zıt yönünde hareket eden öğrenme eğrileri ile bu grafikte de karşılaşılmaktadır. Ancak kağıt ve deri ürünleri alt sektörlerinin aksine, bu alt sektörün “araştırarak” öğrenme eğrisi ters “U” şeklindedir. Döneme oldukça negatif bir değerde (-1,500) başlayan “araştırarak” öğrenme oranı 1991 yılından itibaren hızlı bir yükselişe önce 1997 yılında pozitifte dönmüş, ardından 2002 yılında dönemin en yüksek değerine (0,295) ulaşmıştır. Buradan çıkan sonuç, bu alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %29,5 oranında azalmıştır. 2003 yılından itibaren tekrar

azalmaya başlayan bu oran, dönem sonunda başlangıç seviyesine düşmüştür. Öte yandan, dönem başında 0,718 değerinde oldukça yüksek seyreden “*yaparak*” öğrenme oranı, daha sonra yavaşça azalarak 2001 yılında sıfır değerine düşmüştür. Bu değer aynı zamanda dönemin minimum değeridir. Bunun anlamı, ilgili alt sektörde ne unutmaya ne de öğrenme mevcuttur. Bu yıldan itibaren tekrar yükselişe geçen bu oran 2021 yılında 0,796 seviyesine ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle, 2021 yılında bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyet %79,6 oranında azalmıştır. Özetle, orta-yüksek teknolojiye sahip sektörler arasında yer alan kimya alt sektöründeki “*araştırarak*” öğrenmenin 2003 yılından itibaren hızlı bir düşüş trendine girerek dönem sonuna kadar bu özelliğini sürdürdüğü görülmüştür. Bu durumun ortaya çıkış nedenlerinin araştırılması önerilebilir. Ayrıca bütün imalat sanayi sektörleri ile tedarik zincirine sahip olan kimya alt sektöründeki verimliliği artırmak amacıyla ilgili alt sektöre daha fazla Ar-Ge yatırımı yapılması sağlanabilir. Ancak, verilecek teşviklerin yenilikçi alanlarda kullanılması için sürekli bir denetim yapılması gerektiği söylenebilir.

Grafik 16. Kimya Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları



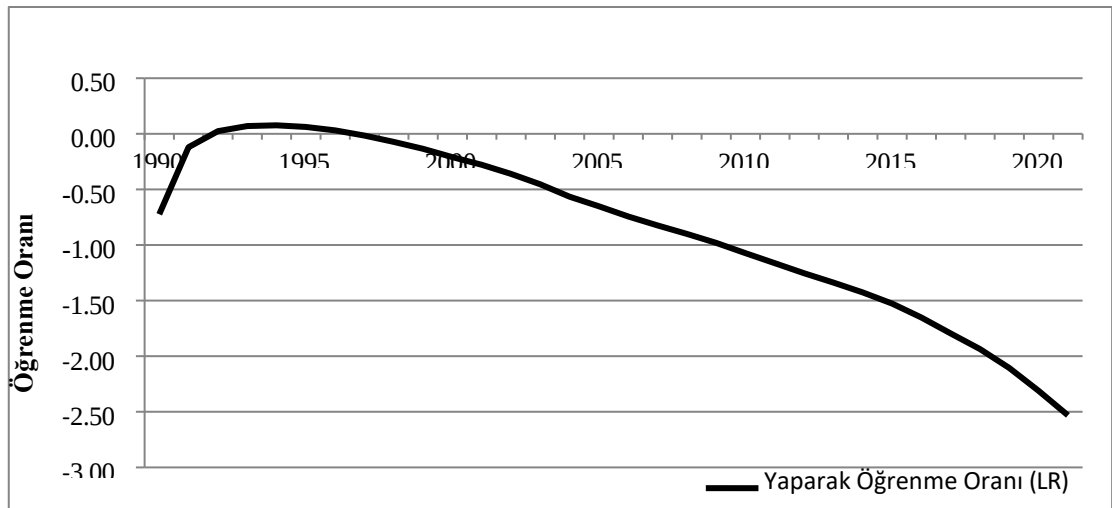
Eczacılık alt sektöründeki model bulgularının sunulduğu Tablo 18’de, kağıt ürünleri alt sektöründeki gibi bu sektörde de tahmin edilen modellerden Model 2 ve 3’te ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı oldukları bulunmuştur. Model 2 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 8’deki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre ilgili katsayıların değerleri beklentilere paralel gerçekleşmesine karşılık, ilgili alt sektörde “*yaparak*” öğrenmenin çoğunlukla etkili olmadığı belirlenmiştir.

Eczacılık alt sektöründeki Model 2’ye göre elde edilen “*yaparak*” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyrini gösteren Grafik 17’ye göre, ilgili alt sektörde 1992- 1996 dönemi haricinde unutmamanın hakim olduğu görülmüştür. Buna karşın, aşağıda verilen Grafik 18’de görüldüğü üzere, Model 3’e göre elde edilen “*araştırarak*” öğrenme oranlarının oldukça yüksek değerlere ulaştığı gözlenmiştir.

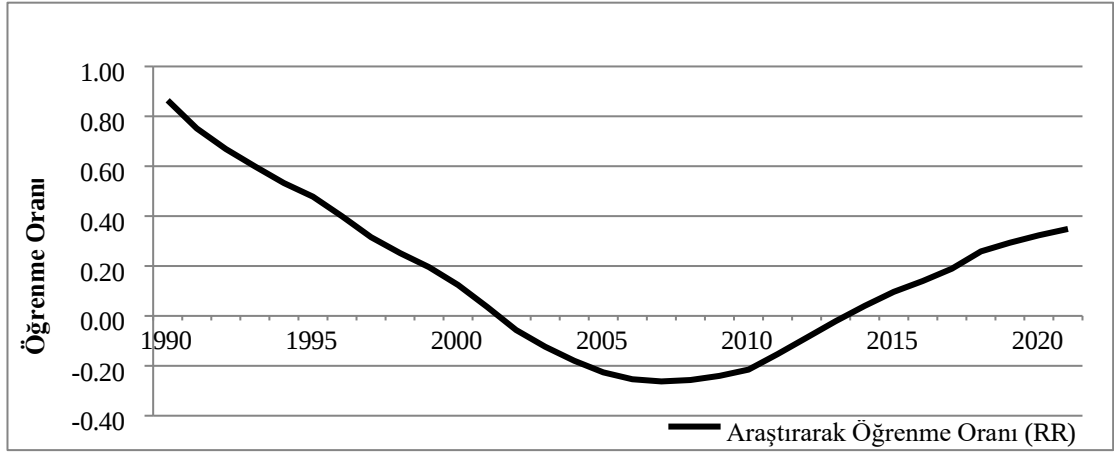
Tablo 18. Eczacılık Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-543,635 (540,339)	-1665,086*** (442,556)	-959,835 (547,851)
β_1	67,582 (67,962)	211,951*** (56,395)	127,716 (73,122)
β_2	2,859 (2,845)	-8,971*** (2,375)	-4,825 (3,011)
β_3	0,041 (0,039)	0,126*** (0,033)	0,061 (0,042)
β_4		-1,506*** (0,691)	0,217 (0,409)
β_5			-35,581*** (10,245)
β_6			2,372*** (0,647)
β_7			-0,052*** (0,013)
R^2	0,164	0,276	0,837
Düzeltilmiş R^2	0,075	0,168	0,789
F-İstatistiği	1,839	2,571	39,798
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	3,441	3,588	1,307
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	6,276	6,507	7,978
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-3,863***	-3,916***	-5,884***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-3,860***	-3,946***	-4,495***

Not : ***. **. *. değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Grafik 17. Eczacılık Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)

Grafik 18. Eczacılık Alt Sektörü Model 3 Araştıracak Öğrenme Oranları (RR)



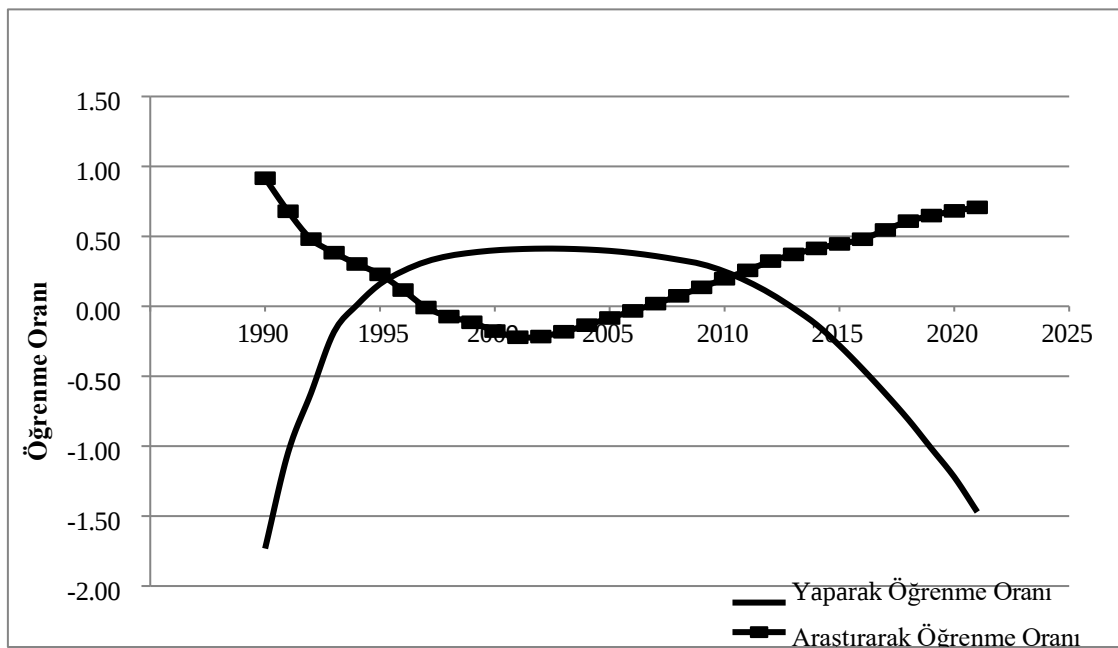
Grafik 18’de Eczacılık alt sektöründeki Model 3’ün “*araştıracak*” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre “*araştıracak*” öğrenme eğrisinin “U” şeklinde olduğu görülmektedir. “*Araştıracak*” öğrenme oranı 1991 yılından itibaren hızlı bir düşüş göstererek 2007 yılında - 0,239 değerine düşmüştür. Bu değer aynı zamanda dönemin minimum değeridir. 2008 yılından itibaren tekrar yükselişe geçen bu oran dönem sonunda 0,375 olarak hesaplanmıştır. Bunun anlamı, ilgili alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %37,5 oranında azalmıştır. Sonuçta, yüksek teknolojili sektörler arasında yer alan Eczacılık alt sektöründeki Ar-Ge harcamalarının beklentilere paralel olarak birim maliyeti azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir. Bu durumda sektörün daha fazla Ar-Ge teşvikleriyle desteklenmesi ve yüksek katma değerli ürün üretilmesi yönünde bu alt sektörde yenilik faaliyetlerinin artırılarak devam ettirilmesi önerilebilir. Tablo 19’da kauçuk-plastik alt sektörüne ilişkin EKK tahmin bulguları rapor edilmiştir. Bu tabloya bakıldığında, tekstil, giyim ve deri ürünleri alt sektörlerinde olduğu gibi bu sektörde de tahmin edilen üç modelden yalnızca Model 3’te ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “- b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 8’deki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre ilgili alt sektörde “*yaparak*” ve “*araştıracak*” öğrenmenin birlikte etkili oldukları gözlenmektedir.

Grafik 19’da kauçuk-plastik alt sektöründeki Model 3’e göre elde edilen “*yaparak*” ve “*araştıracak*” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında kağıt, deri ve eczacılık alt sektörlerinde gözlenen “U” şeklindeki “*araştıracak*” öğrenme eğrisiyle burada da karşılaşılmaktadır. Dönem başında -1,753 değeri ile derin bir unutmaya işaret eden “*yaparak*” öğrenme oranı, 1991 yılı ile birlikte hızlı bir yükselişe geçerek 2002 yılında 0,412 değerinde dönemin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Daha sonra tekrar düşüşe geçen bu oran dönem sonunda -1,471 olarak kaydedilmiştir. Öte yandan, döneme pozitif değerlerde başlayan “*araştıracak*” öğrenme oranı 1995-2006 döneminde negatife düşse de tekrar yükselmiş ve 2021 yılında 0,707 olarak hesaplanmıştır. Aynı yılda bu alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %70,7 oranında azalmıştır.

Tablo 19. Kauçuk-Plastik Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-78,529 (48,159)	-52,289 (45,299)	-251,080* (133,506)
β_1	13,559 (8,588)	10,025 (7,862)	113,527* (61,617)
β_2	-0,788 (0,507)	-0,601 (0,461)	-6,561* (3,575)
β_3	0,015 (0,010)	0,011 (0,089)	0,1256* (0,069)
β_4		-0,416 (0,325)	-0,092 (0,341)
β_5			-86,528* (49,310)
β_6			6,186* (3,562)
β_7			-0,147* (0,086)
R^2	0,969	0,962	0,976
Düzeltilmiş R^2	0,966	0,957	0,969
F-İstatistiği	295,129	171,544	139,086
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	9,235***	7,703**	9,851***
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	4,361	6,932	6,208
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-3,002***	-3,221***	-3,014***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-3,095***	-3,221***	-3,143***

Grafik 19. Kauçuk-Plastik Model 3 Yaparak (LR) ve Araştırarak (RR) Öğrenme Oranları



Özetle, orta-düşük teknolojili sektörler arasında yer almasına rağmen yüksek bir “araştırarak” öğrenme seviyesine ulaşabilen ve dönemin büyük bir çoğunluğunda bu performansını sürdürebilen kauçuk-plastik alt sektörüne sağlanan Ar-Ge teşviklerinin artırılması yönünde bir politika uygulanması beklenebilir.

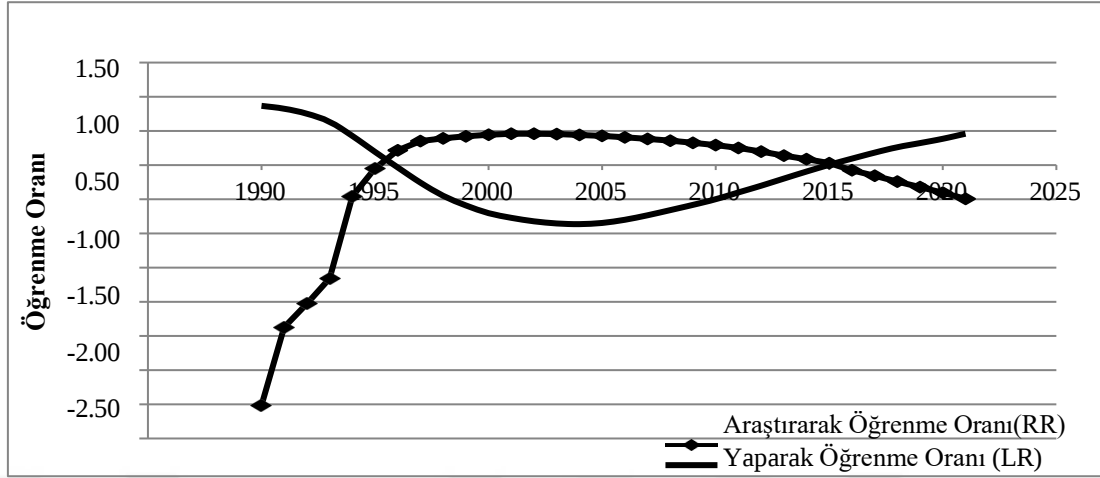
Metal harici mineraller alt sektörüne ait model bulguları Tablo 20’de sunulmuştur. Bu tabloya bakıldığında, tahmin edilen üç modelden sadece birinde ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. O model de Model 3’tür. Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, "d_r", “LR” ve “RR” katsayıları Ek 9’daki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloda ilgili katsayılar beklentiler dahilinde gerçekleştiğinden, ilgili alt sektörde her iki öğrenmenin de etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 20. Metal Harici Mineraller Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-222,168 (175,665)	-164,376 (131,011)	3642,126** (1769,464)
β_1	27,191 (21,422)	18,297 (16,194)	-620,201** (299,023)
β_2	-1,149 (0,895)	-0,736 (0,663)	24,227** (11,715)
β_3	0,015 (0,012)	0,009 (0,009)	-0,315** (0,153)
β_4		0,389 (0,097)	257,731 (123,186)
β_5			-13,517** (6,495)
β_6			0,235** (0,114)
β_7			0,044 (0,183)
R^2	0,943	0,961	0,972
Düzeltilmiş R^2	0,938	0,956	0,964
F-İstatistiği	156,254	170,085	119,851
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	0,619	5,262*	4,918*
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	2,397	10,097**	10,273
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-5,400***	-5,780***	-5,621***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-5,400***	-11,192***	-10,884***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Grafik 20. Metal Harici Mineraller Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştıracak Öğrenme (RR) Oranları



Metal harici mineraller alt sektöründeki Model 3'ün “yaparak” ve “araştıracak” öğrenme oranlarının izledikleri zaman seyri Grafik 20’de gösterilmiştir. Bu grafikte giyim, deri ürünleri, kimya ve kauçuk-plastik alt sektörlerinde olduğu gibi simetrik bir şekilde birbirlerinin etkilerini azaltarak hareket eden öğrenme eğrileri gözlenmektedir. Dönem başında oldukça negatif değerlerde seyreden “araştıracak” öğrenme oranı çok hızlı bir yükselişle 1995 yılında pozitifte dönmüş, 2002 yılında da 0,496 değerinde dönemin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %49,6 oranında azalmıştır. Daha sonra yavaşça düşüşe geçen bu oran 2021 yılında -0,501 olarak hesaplanmıştır. Aynı yılda ilgili alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %50,1 oranında artmıştır. Öte yandan, ortalamanın altında bir değerde (0,087) döneme başlayan “yaparak” öğrenme oranı yavaşça azalarak 2004 yılında -0,883 değerine düşmüştür. Bu değer aynı zamanda dönemin minimum değeridir. 2005 yılında itibaren yeniden yükselişe geçen bu oran, dönem sonunda 0,498 olarak kaydedilmiştir. Özetle, metal harici mineraller alt sektöründe 1995-2015 döneminde etkili olan “araştıracak” öğrenmenin, son yıllarda düşüş trendine girerek yerini “yaparak” öğrenmeye bıraktığı görülmüştür. Bu durumun ortaya çıkma nedenlerinin araştırılarak, ilgili alt sektöre sağlanan Ar-Ge teşviklerinin yerinde kullanımının denetlenmesi önerilebilir. Ayrıca son yıllarda bu alt sektöre yapılan Ar-Ge yatırımlarının yeterli olup olmadığı da sorgulanmalıdır.

Ana metal sanayi alt sektörüne dair model bulgularının sunulduğu Tablo 21’e göre, kimya sektöründe olduğu gibi ilgili alt sektörde tahmin edilen üç modelde de sadece “yaparak” öğrenme oranının hesaplanmasında kullanılan ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durumda ilgili alt sektörde sadece “yaparak” öğrenmenin etkili olduğu söylenebilir. Bu alt sektöre ait Model 1, 2 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-d” ve “LR” katsayıları Ek 10’daki tabloda gösterilmiştir.

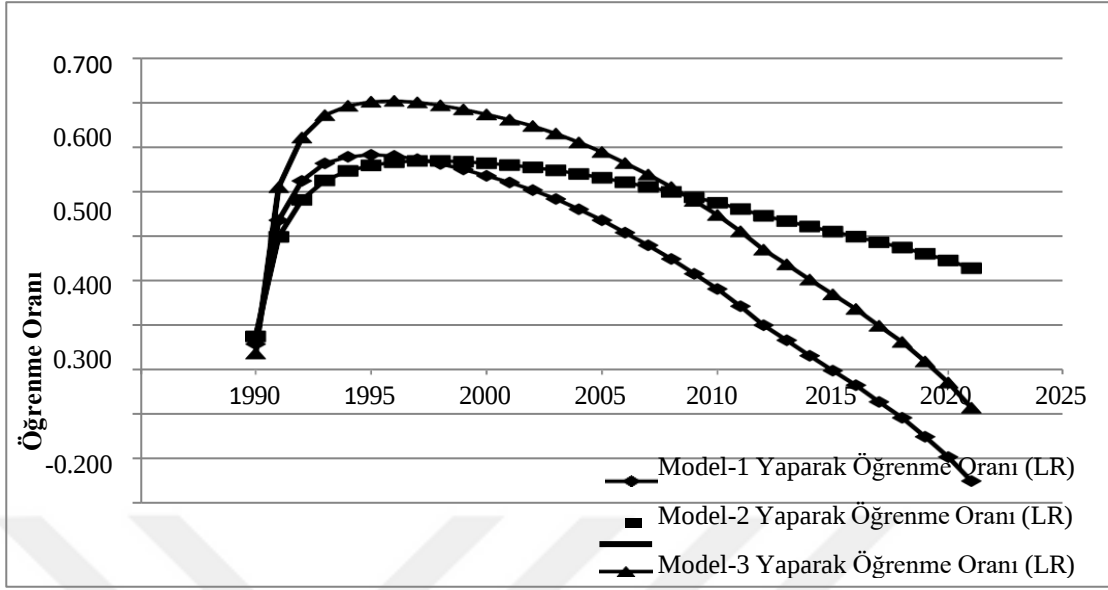
Tablo 21. Ana Metal Sanayi Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-601,024*** (109,962)	-404,832** (158,188)	-478,308 (1528,253)
β_1	94,327*** (17,243)	61,389** (25,523)	123,326* (61,025)
β_2	-4,958*** (0,899)	-3,177** (1,349)	-6,443* (3,236)
β_3	0,086*** (0,016)	0,054** (0,023)	0,112* (0,057)
β_4		0,525 (0,232)	0,421 (0,379)
β_5			-202,461 (274,968)
β_6			10,722 (14,249)
β_7			-0,189 (0,246)
R^2	0,884	0,901	0,907
Düzeltilmiş R^2	0,871	0,886	0,881
F-İstatistiği	71,052	61,570	33,189
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	11,667**	13,887***	10,886**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	14,559***	13,063**	11,281**
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-2,133**	-2,300**	-2,726***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-2,285**	-2,451**	-2,757***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Grafik 21’de ana metal sanayi alt sektöründeki Model 1, 2 ve 3’e göre elde edilen “yaparak” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre “yaparak” öğrenme eğrileri ters “U” şeklindedir. Ortalamadan düşük değerlerde döneme başlayan bu oranlar, çok hızlı bir yükselişle 1996-1998 döneminde 0,469-0,604 aralığındaki değerlere ulaşmışlardır. Daha sonra hızlı bir şekilde azalarak 2021 yılında Model 1’de -0,374, Model 2’de 0,228 ve Model 3’te -0,085 değerlerine düşmüşlerdir. Diğer bir ifadeyle, Model 1’de bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %37,4 oranında azalmış, Model 2’de %22,8 ve Model 3’te %8,5 oranında artmıştır. Sonuçta, 1998 yılından itibaren ana metal sanayi alt sektöründe öğrenme seviyelerindeki düşüşün artarak devam etmesi ve ilgili sektöre yapılan Ar-Ge harcamalarının etkisiz kalması, bu sektörde son 15 yıldır ciddi verimsizlik problemleri olduğunu kanıtlamaktadır.

Grafik 21. Ana Metal Sanayi Model 1, 2 ve 3 Yaparak Öğrenme Oraları (LR)

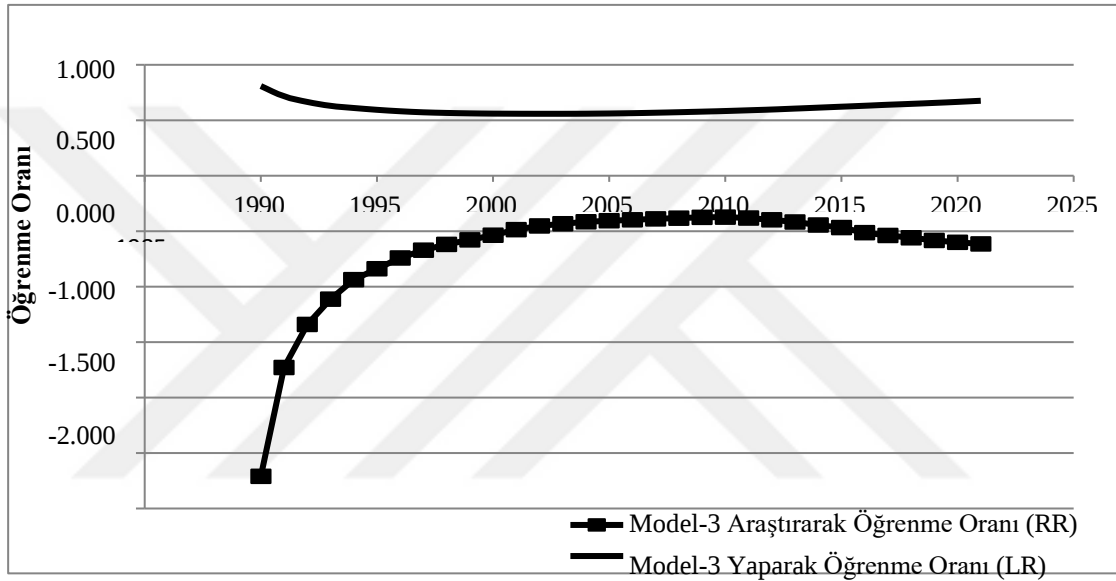


Tablo 22. Fabrikasyon Metal Ürünleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-124,534 (78,109)	93,342 (62,713)	241,926* (126,564)
β_1	-22,190 (13,729)	-18,042 (11,042)	-65,381** (27,536)
β_2	1,280 (0,802)	1,0906 (0,646)	3,619** (1,579)
β_3	-0,025 (0,016)	-0,022 (0,013)	-0,068** (0,031)
β_4		0,229*** (0,077)	0,352*** (0,091)
β_5			22,728* (11,529)
β_6			-1,156* (0,576)
β_7			0,020* (0,010)
R^2	0,214	0,384	0,569
Düzeltilmiş R^2	0,129	0,292	0,443
F-İstatistiği	2,534	4,199	4,521
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	6,576**	2,335	1,169
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	2,770	2,965	4,583
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-3,352***	-4,226***	-4,644***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-3,464***	-4,205***	-4,639***

Tablo 22’de fabrikasyon metal ürünleri alt sektörüne ilişkin EKK tahmin bulguları rapor edilmiştir. Yukarıda incelenen birçok sektörde olduğu gibi bu sektörde de tahmin edilen modellerden sadece Model 3’te ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İlgili alt sektöre ait Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 11’deki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre “*araştırarak*” öğrenme esnekliğini temsil eden “-b” değerlerinin tamamı pozitif çıktığından, ilgili alt sektörde sadece “*yaparak*” öğrenmenin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Grafik 22. Fabrikasyon Metal Ürünleri Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları



Fabrikasyon metal ürünleri alt sektöründeki Model 3’ün “*yaparak*” ve “*araştırarak*” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 22’de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre, yukarıda incelenen alt sektörlerden farklı olarak ilk kez, aynı modelde birbirlerinden bağımsız hareket eden öğrenme eğrileri görülmüştür. Dönem başından itibaren yavaşça azalan “*yaparak*” öğrenme oranı 2002 yılında 0,558 değerine ulaşmıştır. Diğer bir deyişle, bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %55,8 oranında azalmıştır. “*Araştırarak*” öğrenme oranı ise, hızlı bir yükselişle 2010 yılında -0,373 değerine ulaşmıştır. Buradan çıkan sonuç, ilgili sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %37,3 oranında artmıştır. Daha sonra 2011 yılından başlayarak “*araştırarak*” öğrenme seviyesinde gerileme görülmüş ve bu oran dönem sonunda -0,615 olarak gerçekleşmiştir. Buna karşın, “*yaparak*” öğrenme oranı yeniden yavaş bir şekilde yükselişe geçerek 2021 yılında 0,676 olarak hesaplanmıştır. Özetle, bu alt sektörde “*araştırarak*” öğrenmenin etkili olmaması nedeniyle, Ar-Ge yatırımlarında seçici davranılarak desteklere olumlu yanıt veren diğer sektörler odaklanılması gerektiği söylenebilir.

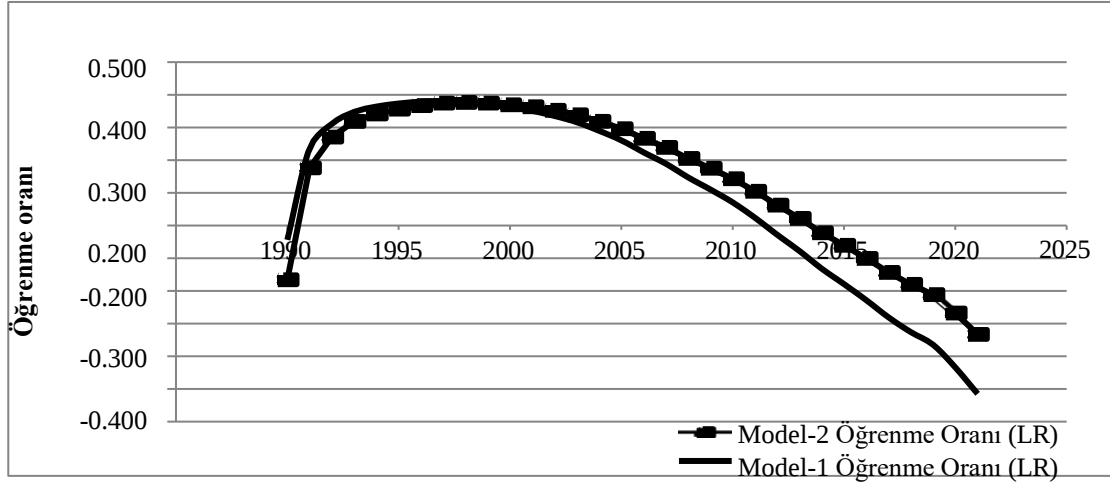
Tablo 23. Bilgisayar-Elektronik Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-163,610*** (30,197)	-172,644*** (31,819)	-570,393*** (183,437)
β_1	33,255*** (6,0133)	34,046*** (6,002)	167,907*** (58,595)
β_2	-2,257*** (0,397)	-2,275*** (0,386)	-10,509*** (3,565)
β_3	0,050*** (0,009)	0,049*** (0,008)	0,217*** (0,072)
β_4		0,262* (0,139)	0,368 (0,228)
β_5			-70,192** (29,500)
β_6			5,019** (2,086)
β_7			-0,118** (0,049)
R^2	0,952	0,957	0,967
Düzeltilmiş R^2	0,947	0,950	0,957
F-İstatistiği	186,471	149,507	99,602
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	3,887	2,776	2,930
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	3,192	6,371	6,586
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-3,923***	-4,062***	-5,307***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-3,518***	-3,845***	-7,233***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

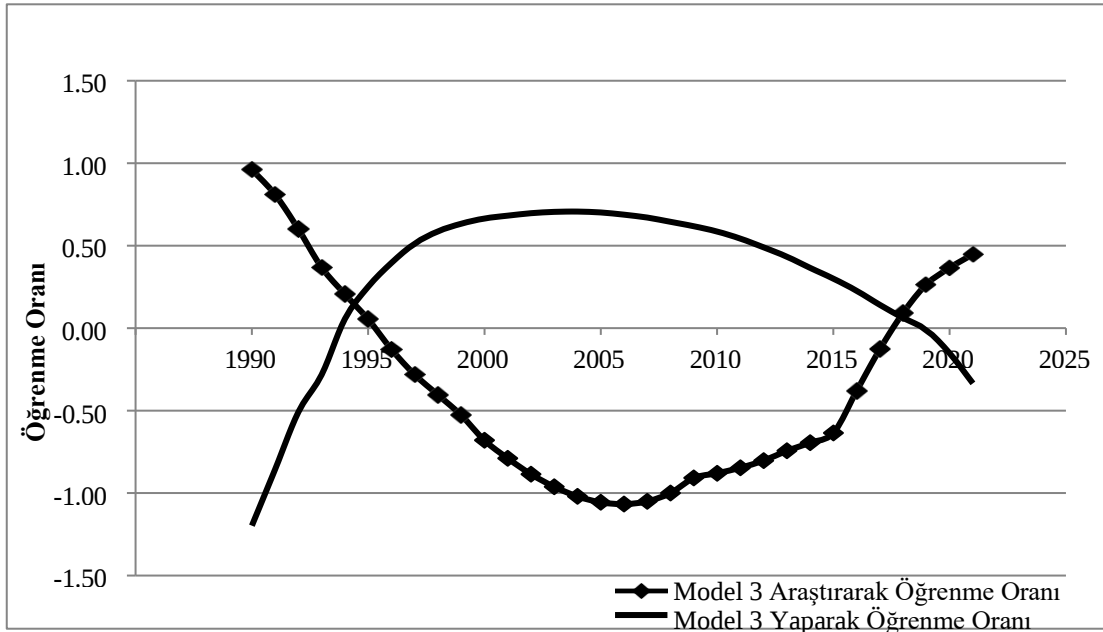
Bir diğer yüksek teknoloji sektörleri arasında yer alan bilgisayar-elektronik alt sektörüne ilişkin model bulgularının sunulduğu Tablo 23'e bakıldığında, tahmin edilen üç modelde de ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İlgili sektörün Model 1, 2 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 11 ve 12'deki tablolarda gösterilmiştir. Bu tablolara göre ilgili katsayıları değerleri beklentileri karşıladığı için, bilgisayar-elektronik alt sektöründe hem “yaparak” hem de “araştırarak” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir.

Grafik 23. Bilgisayar-Elektronik Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme (LR) Oranları



Grafik 23'te bilgisayar-elektronik alt sektöründeki Model 1 ve 2'ye göre elde edilen “yaparak” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Ana metal sanayi alt sektöründe olduğu gibi bu alt sektörde de eğriler ters “U” şekline benzemektedir. Bu grafiğe göre, dönem başında negatif değerlerde seyreden “yaparak” öğrenme oranı, 1991 yılı ile birlikte yükselişe geçerek pozitif değere dönmüş ve öğrenmede hızlı bir artışa işaret etmiştir. 1991-1996 yıllarında pozitif bir eğimle hareket eden bu oranlar her iki modelde de 1998 yılında 0,377 değerinde dönemin en yüksek seviyesine ulaşmışlardır. Diğer bir ifadeyle, ilgili alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %37,7 oranında azalmıştır. Bu yıldan itibaren azalmaya başlayan bu oranlar 2012 ve 2014 yıllarından itibaren negatife dönmüş ve dönem sonunda da Model 1’de -0,507 ve Model 2’de -0,333 olarak kaydedilmişlerdir.

Grafik 24. Bilgisayar-Elektronik Model 3 Yaparak (LR) ve Araştıracak Öğrenme (RR)



Bilgisayar-elektronik alt sektöründeki Model 3'ün “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının zaman seyrinin gösterildiği Grafik 24'te, simetrik olarak zıt yönde hareket eden öğrenme eğrileri gözlenmektedir. Burada “araştırarak” öğrenme eğrisi “U” şeklindedir. Dönem başında “yaparak” öğrenme oranı -1,34 değerinde dönemin en düşük seviyesinde seyrederken, 1991 yılı ile birlikte hızlı bir yükselişe geçerek 2004 yılında 0,707 değerinde dönemin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %70,7 oranında azalmıştır. Daha sonra 2005 yılından itibaren “yaparak” öğrenmede gerileme görülmüş ve 2019 yılında negatife düşen bu oran 2021 yılında -0,335 olarak kaydedilmiştir. Aynı yılda ilgili alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %33,5 oranında artmıştır. Öte yandan, 0,985 ile oldukça yüksek bir değerde döneme başlayan “araştırarak” öğrenme oranı, 1991 yılından itibaren hızla azalarak 2006 yılında -1,039 değerine düşmüştür. Bu değer aynı zamanda dönemin en düşük değeridir. 2007 yılından başlayarak tekrar yükselişe geçen bu oran dönem sonunda 0,482 olarak hesaplanmıştır.

Sonuçta, 2001 yılı öncesinde ve takip eden birkaç yılda etkisini gösteren Türkiye'deki ekonomik kriz nedeniyle görülen kaynak yetersizliği, ilgili alt sektörde “araştırarak” öğrenmenin 1995-2003 yılları arasında etkili olmamasını açıklayabilir. Ancak 2004-2017 döneminde dünyadaki bol likidite nedeniyle Türkiye'ye yüksek derecede döviz girişine rağmen, yüksek teknoloji imalat alt sektörleri arasında yer alan bilgisayar-elektronik alt sektörüne sağlanan Ar-Ge teşviklerinin yetersiz kaldığı ya da bu teşviklerin verimli kullanılmadığı söylenebilir. Yine de etkili bir verimlilik analizi yapmak şartıyla bu alt sektörün daha fazla Ar-Ge teşvikleriyle desteklenmesi gerektiği ileri sürülebilir. Çünkü bilgisayar-elektronik alt sektörü, en yüksek katma değer üreten birkaç alt sektörden biridir.

Tablo 24'te elektrikli makine ve teçhizat alt sektörüne ilişkin EKK tahmin bulguları sunulmuştur. Bu tabloya bakıldığında, tahmin edilen üç modelden sadece birinde ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. O model de Model 3'tür. Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-b”, “d_r” ve “RR” katsayıları Ek 12'deki tabloda gösterilmiştir. Ancak “yaparak” öğrenme esnekliğini temsil eden “-a” değerlerinin hiçbiri negatif bulunmadığından, ilgili alt sektörde sadece “araştırarak” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir.

Elektrikli makine ve teçhizat alt sektöründeki Model 3'e göre elde edilen “araştırarak” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 25'te gösterilmiştir. Bu grafikte de, önceki birçok sektörde olduğu gibi “araştırarak” öğrenme eğrisi “U” şeklindedir. 0,696 değerinde döneme başlayan “araştırarak” öğrenme oranı, 1991 yılından itibaren hızlı bir düşüşle 2002 yılında 0,215 değerinde dönemin en düşük seviyesine ulaşmıştır. 2006 yılından itibaren tekrar yükselişe geçen bu oran 2021 yılında 0,666 olarak hesaplanmıştır. Aynı yılda bu alt sektörde Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %66,6 oranında azalmıştır. Özetle, 1990lı yıllardaki yüksek enflasyon ve onu takip eden 1994 ve 2001 yıllarındaki ekonomik krizlere paralel olarak Ar-Ge harcamaları yetersiz kaldığından “araştırarak” öğrenme oranlarının bu dönemde artırılamadığı

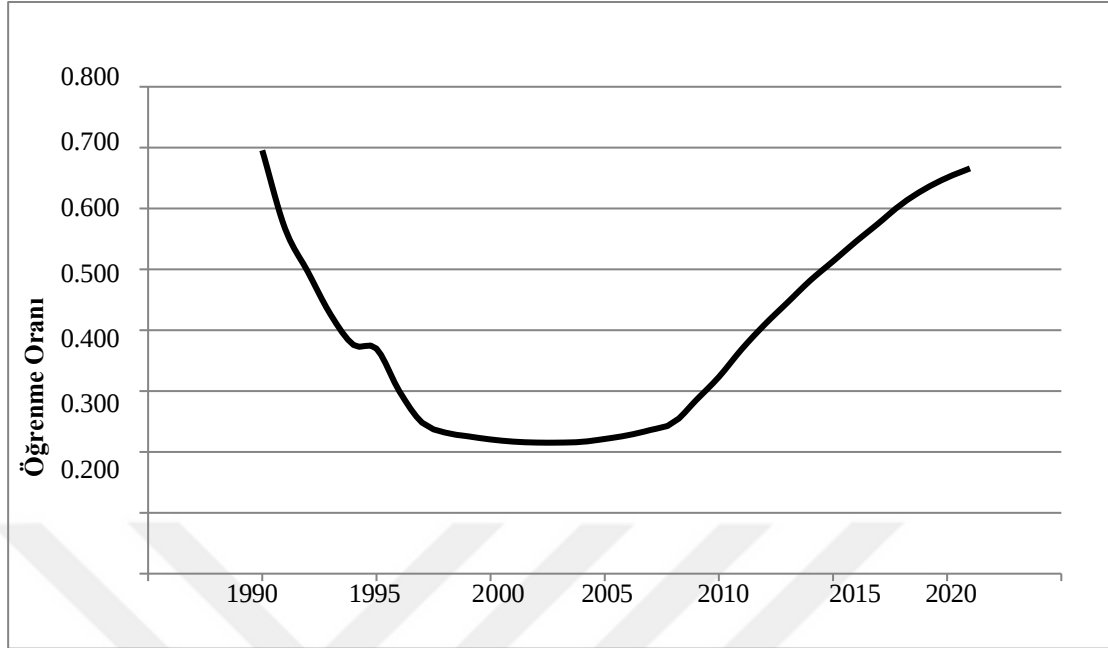
düşünülebilir. Özellikle 2003 yılından başlayarak Türkiye’deki geniş çaplı özelleştirmeler ve dünyadaki bol ve ucuz likidite kaynakları ile yapılan Ar-Ge yatırımlarının artmasının, “araştırarak” öğrenmenin hız kazanmasına neden olduğu söylenebilir. Sonuçta, ilgili sektörün Ar-Ge yatırımlarına oldukça pozitif yönde yanıt vererek bu özelliğini dönem sonuna kadar sürdürmeyi başardığı gözlenmektedir. Bu durumda elektrikli makine ve teçhizat alt sektörünün, gelecekte yapılması planlanan Ar-Ge yatırımları için seçilecek sektörler arasında yerini alması beklenebilir.

Tablo 24. Elektrikli Makine ve Teçhizat Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-39,236 (58,121)	-6,523 (28,596)	119,0427 (86,506)
β_1	8,343 (10,357)	-0,038 (5,219)	28,861 (21,676)
β_2	0,578 (0,610)	-0,047 (0,321)	-1,747 (1,307)
β_3	0,012 (0,012)	0,001 (0,006)	0,035 (0,026)
β_4		0,947** (0,367)	1,637** (0,754)
β_5			-46,829* (27,138)
β_6			2,460* (1,419)
β_7			-0,0434* (0,024)
R^2	0,850	0,858	0,869
Düzeltilmiş R^2	0,834	0,837	0,831
F-İstatistiği	53,041	40,771	22,793
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	0,140	0,201	2,451
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	1,524	1,530	3,724
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-5,407***	-5,728***	-6,517***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-5,428***	-5,744***	-11,316***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Grafik 25. Elektrikli Makine ve Teçhizat Model 3 Araştırarak Öğrenme Oranı (RR)



Tablo 25’te görüldüğü gibi, B.Y.S. makine alt sektöründeki tahmin edilen modellerden sadece Model 3’te ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 13’teki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya bakıldığında ilgili katsayıların değerleri beklendiği gibi gerçekleştiğinden, bu alt sektörde her iki öğrenmenin de etkili olduğu belirlenmiştir.

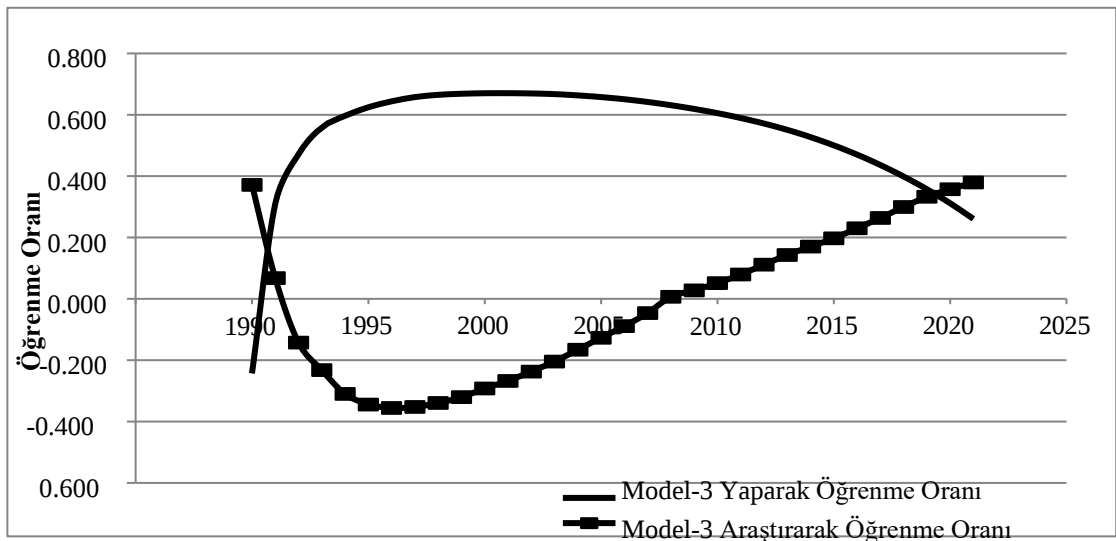
Grafik 26’da B.Y.S. makine alt sektöründeki Model 3’ün “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında, yukarıdaki sektör incelemelerinde sıkça rastlanan simetrik öğrenme eğrileri burada da gözlenmektedir. Şöyle ki, negatif değerlerde döneme başlayan “yaparak” öğrenme oranı, 1991 yılından itibaren çok hızlı bir yükselişle pozitif dönüştü ve 2000 yılında 0,670 değerinde dönemin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Diğer bir deyişle, bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyet %67 oranında azalmıştır. Öte yandan, dönem başında ortalamanın üzerinde bir değer (0,394) alan “araştırarak” öğrenme oranı, hızlı bir şekilde azalarak 1992 yılında negatife dönmüş ve 1996 yılında 0,356 değerine düşmüştür. Bu değer aynı zamanda dönemin minimum değeridir. Bu yıldan itibaren “araştırarak” öğrenme hız kazanırken, “yaparak” öğrenmede gerileme görülmüş ve dönem sonunda sırasıyla 0,389 ve 0,261 olarak hesaplanmışlardır. Buradan çıkan sonuç, ilgili sektörde 2021 yılında reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %38,9 oranında azalmıştır.

Özetle, son yıllarda giderek yükselen bir “araştırarak” öğrenme performansı sergileyen ilgili alt sektörün daha fazla Ar-Ge teşvikleri ile desteklenmesi gerektiği söylenebilir.

⁴Tablo 25. B. Y. S.⁴ Makine Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-28,272 (42,903)	-46,452 (51,027)	-365,001*** (154,332)
β_1	3,956 (7,322)	5,841 (7,915)	84,259** (36,339)
β_2	-0,189 (0,414)	-0,265 (0,429)	-4,761** (1,961)
β_3	0,002 (0,008)	0,003 (0,008)	0,088** (0,035)
β_4		0,341 (0,378)	0,451 (0,302)
β_5			-28,512* (14,444)
β_6			1,977** (0,949)
β_7			-0,045** (0,021)
R^2	0,973	0,976	0,983
Düzeltilmiş R^2	0,970	0,972	0,978
F-İstatistiği	331,239	273,419	195,682
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	1,694	4,557	2,795
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	3,660	6,820	8,005
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-4,269***	-3,682***	-4,492***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-4,228***	-3,724***	-4,149***

Grafik 26. B.Y.S. Makine Model 3 Yaparak (LR) ve Araştırarak (RR) Öğrenme Oranları



⁴ Başka Yerde Sınıflandırılmamış

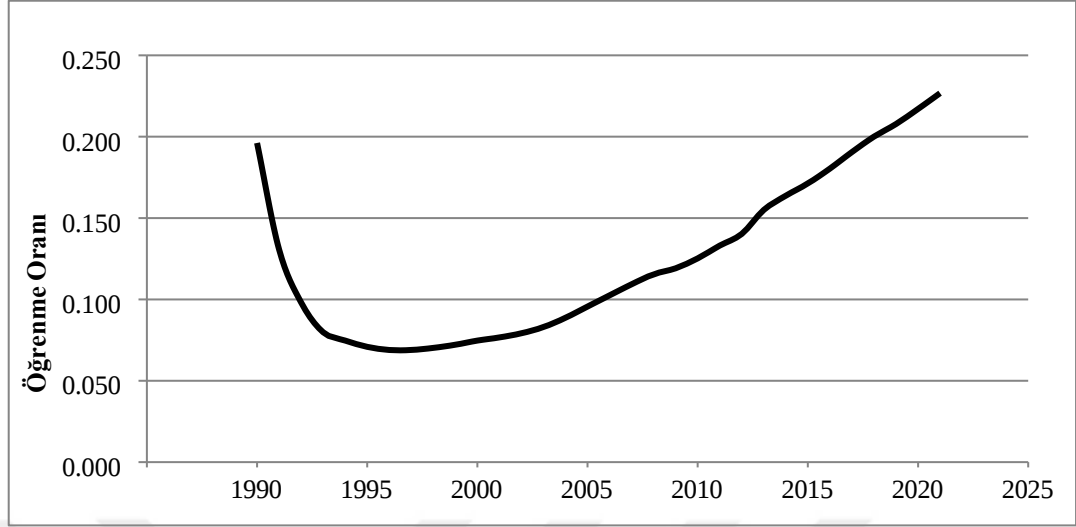
Tablo 26’da motorlu kara taşıtları alt sektörüne ait model bulguları gösterilmiştir. Bu tabloya göre, “*araştırarak*” öğrenme oranlarının hesaplanmasında kullanılan katsayıların değerleri beklendiği gibi gerçekleşmediğinden, ilgili sektörde sadece “*yaparak*” öğrenmenin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu alt sektörün Model 2 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “d” ve “LR” katsayıları Ek 13’teki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 26. Motorlu Kara Taşıtları Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	25,951 (38,521)	39,729** (18,982)	8,971 (58,597)
β_1	-5,793 (8,213)	-7,691* (4,116)	-13,971 (23,532)
β_2	0,432 (0,580)	0,544* (0,304)	1,021 (1,681)
β_3	-0,011 (0,014)	-0,013* (0,001)	-0,026 (0,041)
β_4		0,327 (0,435)	13,645 (14,980)
β_5			-1,062 (1,158)
β_6			0,028 (0,030)
β_7			-0,127 (0,538)
R^2	0,830	0,835	0,849
Düzeltilmiş R^2	0,812	0,810	0,805
F-İstatistiği	45,573	34,084	19,267
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	1,104	1,355	2,679
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	3,041	5,101	7,975
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-4,617***	-5,635***	-5,690***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-4,588***	-9,248***	-9,454***

Motorlu kara taşıtları alt sektöründeki Model 2’ye göre elde edilen “*yaparak*” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri Grafik 27’de gösterilmiştir. Bu grafiğe göre “*yaparak*” öğrenme eğrisi “U” şeklindedir. 1991 yılından itibaren hızlı bir şekilde düşen bu oran, 1996 yılında 0,069 değerinde hesaplanmıştır. Bu değer aynı zamanda dönemin en düşük değeridir. Daha sonra yükselişe geçen bu oran, dönem sonunda 0,227 değerinde kaydedilmiştir. Bunun anlamı, bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %22,7 oranında azalmıştır. Özetle, 1990-2021 döneminde ilgili alt sektörde sadece “*yaparak*” öğrenme etkili olmuş, unutmamanın etkili olduğu döneme rastlanmamıştır. Buna karşın, motorlu kara taşıtları alt sektöründe yeterince yenilik faaliyetlerinin yapılmaması ya da geleneksel üretim yöntemlerinin izlenmesi nedeniyle düşük öğrenme oranlarının ortaya çıktığı düşünülebilir.

Grafik 27. Motorlu Kara Taşıtları Alt Sektörü Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)



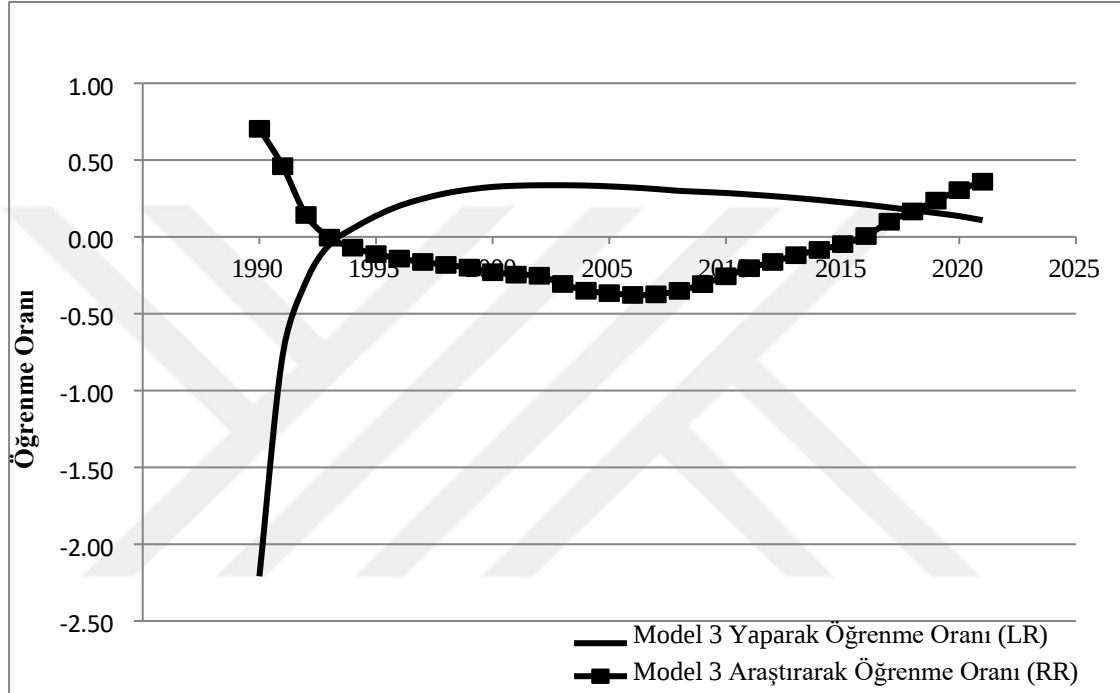
Tablo 27. Mobilya Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-230,019 (270,482)	-194,409 (266,527)	-978,058 (636,501)
β_1	27,889 (33,809)	24,128 (33,161)	167,596* (89,323)
β_2	-1,174 (1,406)	-1,033 (1,375)	-6,727* (3,682)
β_3	0,015 (0,019)	0,015 (0,019)	0,089* (0,051)
β_4		-0,233 (0,219)	-0,146 (0,104)
β_5			-74,559*** (18,329)
β_6			4,404*** (1,058)
β_7			-0,086*** (0,021)
R^2	0,631	0,647	0,874
Düzeltilmiş R^2	0,591	0,594	0,837
F-İstatistiği	15,944	12,382	23,736
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	9,521***	7,032**	5,727*
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	5,101	1,845	3,738
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-3,868***	-3,342***	-3,829***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-3,103***	-3,369***	-3,296***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Mobilya alt sektörüne ilişkin model bulgularının sunulduğu Tablo 27’de görüldüğü gibi, tahmin edilen üç modelden sadece birinde ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. O model de, tablodan görüldüğü üzere Model 3’tür. Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 14’teki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre ilgili katsayılar beklentilere paralel olarak gerçekleştiğinden, bu alt sektörde her iki öğrenmenin de etkili olduğu tespit edilmiştir.

Grafik 28. Mobilya Model 3 Yaparak (LR) ve Araştırarak (RR) Öğrenme Oranları



Grafik 28’de mobilya alt sektöründeki Model 3’ün “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre, daha önceki birçok sektörde karşılaşılan simetrik olarak zıt yönde hareket eden öğrenme eğrilerine burada da rastlanmaktadır. Oldukça negatif bir değerde (-2,479) döneme başlayan “yaparak” öğrenme oranı hızlı bir yükselişle 1994 yılında pozitifte dönmüş ve 2002 yılında 0,415 değerinde dönemin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %41,5 oranında azalmıştır. Daha sonra yavaşça azalan bu oran dönem sonunda 0,174 olarak kaydedilmiştir. Buna karşın, dönem başında oldukça yüksek bir değer (0,761) alan “araştırarak” öğrenme oranı yavaşça azalarak 1993-2017 döneminde negatife düşse de yeniden yükselerek 2021 yılında 0,456 olarak hesaplanmıştır. Aynı yılda ilgili alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %45,6 oranında azalmıştır.

Sonuçta, son yıllarda yükseliş trendine giren “araştırarak” öğrenme oranları, düşük teknoloji sektörleri arasında yer alan mobilya alt sektörünün yeniliklere açık ve katma değerli ürün üretmeye elverişli bir alt sektör olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla ilgili sektöre verilen Ar-Ge teşviklerinin artırılarak devam ettirilmesi önerilebilir.

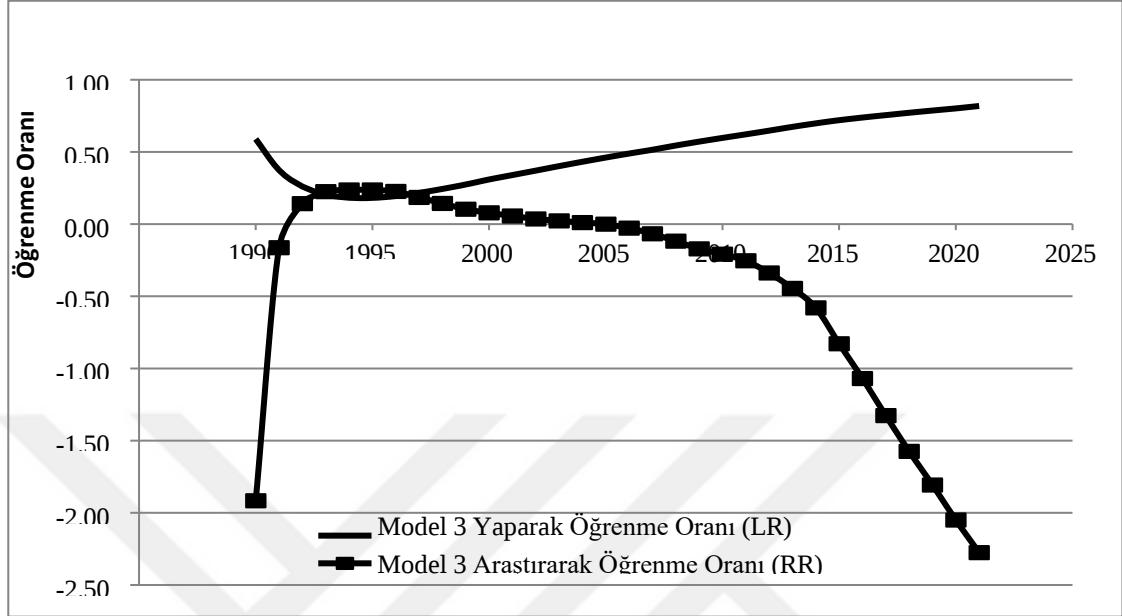
Tablo 28. Elektrik, Gaz ve Su Üretimi Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-37,115 (200,519)	49,133 (83,862)	90,827 (329,671)
β_1	3,933 (23,626)	-9,173 (10,021)	-178,286* (95,644)
β_2	-0,181 (0,926)	0,408 (0,396)	7,047* (3,717)
β_3	0,003 (0,012)	-0,006 (0,005)	-0,093* (0,048)
β_4		0,783 (0,109)	0,997*** (0,142)
β_5			232,209* (115,478)
β_6			-12,913* (6,409)
β_7			0,238* (0,118)
R^2	0,918	0,977	0,984
Düzeltilmiş R^2	0,909	0,974	0,979
F-İstatistiği	45,573	294,809	217,019
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	1,104	1,355	2,679
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	3,041	5,101	7,975
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-4,617***	-5,635***	-5,690***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-4,588***	-9,248***	-9,454***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Tablo 28’de elektrik, gaz ve su üretimi alt sektöründeki model bulguları rapor edilmiştir. Bu tabloya bakıldığında, tahmin edilen modellerden sadece Model 3’te ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İlgili alt sektöre ait Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 14’teki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre bu alt sektörde hem “yaparak” hem de “araştırarak” öğrenmenin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Grafik 29. Elektrik, Gaz ve Su Üretimi Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları



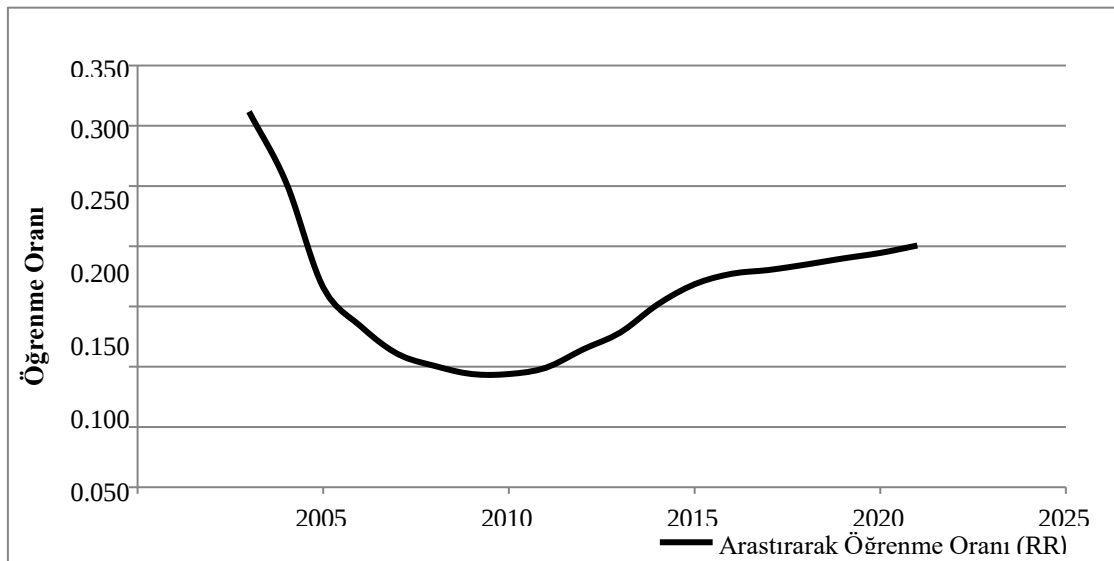
Elektrik, gaz ve su üretimi alt sektöründeki Model 3'e göre elde edilen “yaparak” öğrenme ve “araştırmak” öğrenme oranlarının zaman seyrini gösteren Grafik 29’da, yukarıda incelenen sektörlerin çoğunluğunda tespit edilen simetrik öğrenme eğrileri gözlenmektedir. Şöyle ki, dönem başındaki 0,558 değerinden azalarak 1995 yılında 0,387 değerine ulaşan “yaparak” öğrenme oranı, daha sonra yavaşça yükselerek dönem sonunda 0,775 olarak kaydedilmiştir. Diğer bir ifadeyle, bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %77,5 oranında azalmıştır. Diğer taraftan, oldukça negatif bir değerde (-1,886) döneme başlayan “araştırmak” öğrenme oranı, hızlı bir yükselişle 1994 yılında 0,334 değerinde dönemin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Ancak bu yıldan itibaren tekrar düşüşe geçen bu oran 2021 yılında -2,361 olarak hesaplanmıştır. Özetle, ilgili alt sektörde 1991-2005 dönemi haricinde “araştırmak” öğrenmenin etkili olmaması nedeniyle gelecekteki Ar-Ge yatırımlarının diğer yenilikçi sektörlerle yönlendirilmesi gerektiği söylenebilir.

4.2. Hizmet Alt Sektörlerine Ait Tahmin Bulguları

Çalışmada 21 hizmet alt sektörü için Model 1, 2 ve 3 EKK yöntemi ile tahmin edilmiş ve elde edilen bulgular sırasıyla Tablo 29’dan Tablo 49’a kadar gösterilmiştir. Çalışmanın bu alt bölümünde ilk olarak motorlu taşıtların ticareti ve onarımı alt sektörünün model bulguları Tablo 29’da sunulmuştur. Bu alt sektöre ait Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-b”, “d_r” ve “RR” katsayıları Ek 15’teki tabloda gösterilmiştir. Tahmin edilen üç modelden yalnızca Model 3’te ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı oldukları gözlenmiştir. Ayrıca “yaparak” öğrenme oranının hesaplanmasında kullanılan katsayılar istatistiksel olarak anlamsız çıktığından, ilgili sektörde sadece “araştırmak” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 29. Motorlu Taşıtların Ticareti ve Onarımı Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	68,066 (135,226)	199,273 (192,161)	599,322 (467,228)
β_1	-14,819 (22,883)	-37,249 (1,852)	-102,311 (80,232)
β_2	0,983 (1,288)	2,246 (1,852)	5,939 (4,581)
β_3	-0,021 (0,024)	-0,044 (0,035)	-0,114 (0,087)
β_4		0,109 (0,102)	0,212** (0,074)
β_5			-4,835** (1,892)
β_6			0,337** (0,145)
β_7			-0,008* (0,004)
R^2	0,805	0,819	0,897
Düzeltilmiş R^2	0,766	0,767	0,832
F-İstatistiği	20,664	15,882	13,810
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	1,401	2,271	0,821
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	0,767	4,757	4,147
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-4,135***	-2,808***	-4,211***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-3,059***	-2,808***	-3516***

Grafik 30. Motorlu Taşıtların Ticareti Model 3 Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları

Motorlu taşıtların ticareti ve onarımı alt sektöründeki Model 3'ün “*araştırarak*” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 30'da gösterilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında, eğrinin 2015 yılına kadar “U” şeklinde ilerlediği, ancak bu yıldan sonra dönem sonuna kadar doğrusal bir çizgiyi takip ettiği görülmüştür. Dönem başında 0,312 değerini alan “*araştırarak*” öğrenme oranı, ilgili sektöre yapılan Ar-Ge harcamalarının amacına ulaştığını göstermektedir. Çünkü bu sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %31,2 oranında azalmıştır. Daha sonra sektördeki “*araştırarak*” öğrenme seviyesinin azalmasıyla bu oran 2009 yılında 0,094 değerine düşmüştür. Bu değer aynı zamanda dönemin minimum değeridir. 2010 yılından itibaren tekrar yükselişe geçen bu oran, dönem sonunda 0,201 olarak hesaplanmıştır. Buradan çıkan sonuç, ilgili sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %20,1 oranında azalmıştır.

Orta dereceli bilgi yoğun hizmetler sınıfında yer alan bu alt sektörde “*yaparak*” öğrenmenin doygunluğa ulaştığı ve yerini “*araştırarak*” öğrenmeye bıraktığı gözlenmektedir. Bu durumda ilgili alt sektörde yenilik faaliyetlerine daha fazla ağırlık verilmesi ve bu sektöre sağlanan Ar-Ge teşviklerinin artırılması önerilebilir.

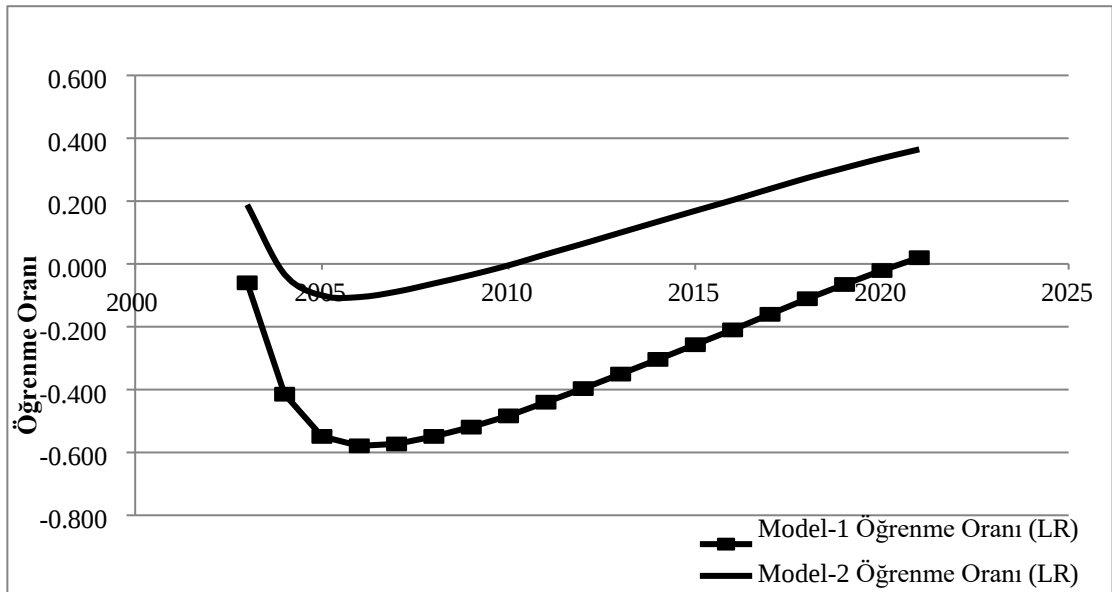
Tablo 30'da toptan ticaret alt sektöründeki EKK tahmin bulguları gösterilmiştir. Motorlu taşıtların ticareti ve onarımı alt sektöründen farklı olarak, bu sektörde tahmin edilen üç modelde de ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı oldukları bulunmuştur. Model 1, 2 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 16 ve 17'deki tablolarda gösterilmiştir. Bu tablolara göre ilgili katsayıların değerleri beklentileri karşıladığından, bu alt sektörde hem “*yaparak*” hem de “*araştırarak*” öğrenmenin etkili olduğu söylenebilir.

Grafik 31'de toptan ticaret alt sektöründeki Model 1 ve 2'ye göre elde edilen “*yaparak*” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri gösterilmiştir. Bu tabloya göre, Model 2'de 0,198 ile ortalama bir değerde döneme başlayan “*yaparak*” öğrenme oranı daha sonra azalarak 2006 yılında 0,053 değerinde dönemin en düşük seviyesine ulaşmıştır. 2007 yılından itibaren yükseliş trendine giren bu oran dönem sonunda 0,389 değerini almıştır. Diğer bir ifadeyle, ilgili alt sektörde kümülatif üretim ikiye katlandığında birim maliyetler %38,9 oranında azalmıştır. Öte yandan, Model 2'deki eğriye paralel bir seyir izleyen Model 1'in “*yaparak*” öğrenme oranları dönem boyunca negatif değerler almış, sadece 2021 yılında 0,020 olarak hesaplanmıştır. Özetle, son yıllarda ilgili sektörün “*yaparak*” öğrenme seviyesinin istikrarlı bir şekilde artması, bu alt sektördeki verimlilik artışlarının sürdürülebildiğini göstermektedir.

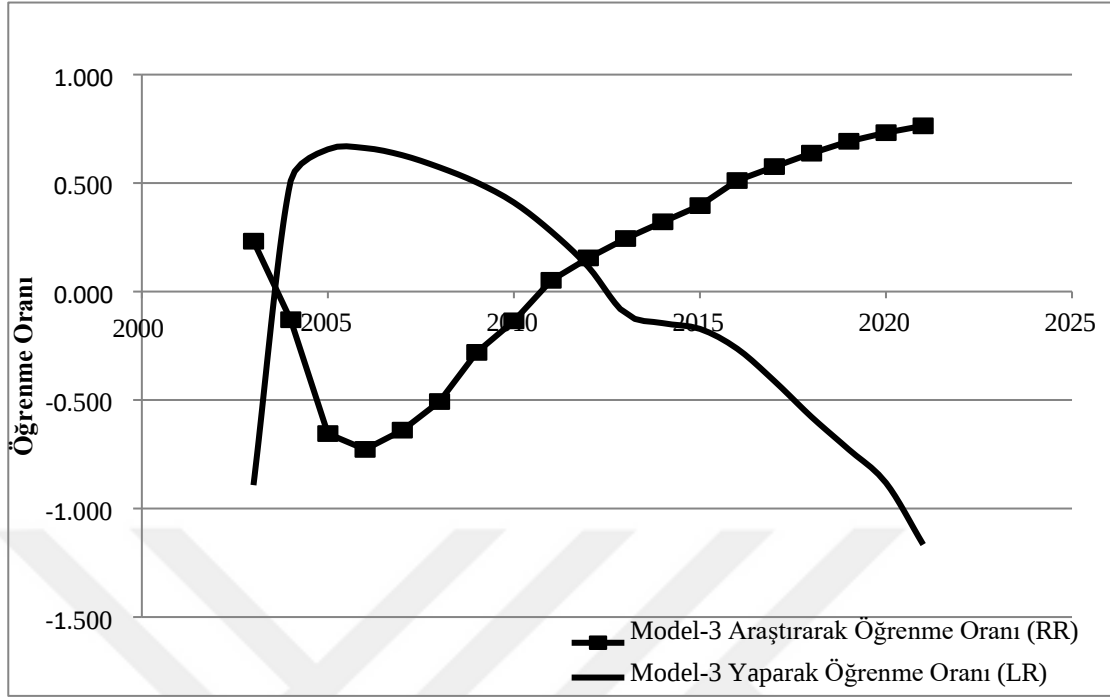
Tablo 30. Toptan Ticaret Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	438,013*** (99,286)	412,222*** (105,193)	-2035,702*** (586,100)
β_1	-70,704*** (15,85)	-67,766*** (16,372)	381,972*** (108,730)
β_2	3,759*** (0,835)	3,611*** (0,863)	-20,406*** (5,817)
β_3	-0,066*** (0,014)	-0,064*** (0,015)	0,362*** (0,103)
β_4		0,540*** (0,275)	0,862*** (0,192)
β_5			-62,409*** (16,281)
β_6			3,626*** (0,944)
β_7			-0,069*** (0,019)
R^2	0,681	0,732	0,871
Düzeltilmiş R^2	0,617	0,656	0,788
F-İstatistiği	10,674	9,558	35,442
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	0,405	0,561	10,911***
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	6,062	4,525	14,292**
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-3,178***	-3,189***	-7,374***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-3,173***	-3,189***	-7,215***

Grafik 31. Toptan Ticaret Model 1 ve 2 Yapararak Öğrenme Oranları (LR)



Grafik 32. Toptan Ticaret Model 3 Yaparak (LR) ve Araştırarak (RR) Öğrenme Oranları



Grafik 32’de toptan ticaret alt sektöründeki Model 3’ün “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmektedir. İmalat sanayi alt sektörlerinin birçoğunda rastlanan simetrik ve zıt yönde hareket eden öğrenme eğrileri grafiğiyle burada da karşılaşılmaktadır. Şöyle ki, -0,892 değerinde döneme başlayan “yaparak” öğrenme oranı çok hızlı bir yükselişle 2004 yılında pozitifte dönmüş ve 2006 yılında 0,857 değerine ulaşmıştır. Bu değer aynı zamanda dönemin maksimum değeridir. Buna karşılık, ortalama bir değerde (0,234) döneme başlayan “araştırarak” öğrenme oranı, 2004-2011 döneminde negatif değerlerde seyrederek 2006 yılında -0,727 değerinde dönemin en düşük seviyesine ulaşmıştır. Aynı yılda, ilgili alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %72,7 oranında artmıştır. Bu yıldan sonra “araştırarak” öğrenme hız kazanırken “yaparak” öğrenmede gerileme görülmüş ve dönem sonunda “yaparak” öğrenme oranı -1,166 değerinde kaydedilirken, “araştırarak” öğrenme oranı 0,764 olarak dönemin en yüksek seviyesinde hesaplanmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %76,4 oranında azalmıştır. Özetle, 2006 yılından itibaren ilgili alt sektörün “araştırarak” öğrenme performansı sürekli artmış, buna karşın “yaparak” öğrenme seviyesi sürekli düşüş göstermiştir. Orta dereceli bilgi yoğun bir sektör olan toptan ticaret alt sektörüne yapılan Ar-Ge yatırımlarının son 10 yılda verimlilikte iyileştirmeler sağladığı ve bu etkinin artarak devam ettiği gözlemlendiğinden, ilgili sektörün geleceğin yenilikçi hizmet alt sektörleri arasında yerini alması beklenebilir.

Tablo 31. Perakende Ticaret Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	108,115 (104,395)	-5,551 (87,069)	273,187 (405,020)
β_1	-19,059 (16,957)	-2,222 (14,119)	-55,993 (77,142)
β_2	1,073 (0,916)	0,159 (0,767)	3,187 (4,173)
β_3	-0,020 (0,016)	-0,004 (0,014)	-0,061 (0,075)
β_4		0,931*** (0,149)	1,123*** (0,014)
β_5			7,245 (12,626)
β_6			-0,468 (0,746)
β_7			-0,468 (0,747)
R^2	0,714	0,879	0,963
Düzeltilmiş R^2	0,657	0,845	0,940
F-İstatistiği	12,461	25,581	41,327
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	2,827	4,332	2,875
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	8,976**	4,707	9,358
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-3,173***	-2,419**	-5,077***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-3,819***	-2,432**	-8,185***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Perakende ticaret alt sektöründeki model bulgularının sunulduğu Tablo 31’de görüldüğü gibi, tahmin edilen modellerin hiçbirinde ana bağımsız değişkenlerin katsayıları istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Dolayısıyla ilgili alt sektörde her iki öğrenmenin de etkisiz kaldığı tespit edilmiştir.

Ulaştırma ve depolama alt sektörünün model bulguları Tablo 32’de sunulmuştur. Bu tabloya göre tahmin edilen üç modelde de ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İlgili sektöre ait Model 1, 2 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 18’deki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre ilgili katsayılar beklentilere paralel olarak gerçekleştiğinden, bu alt sektörde her iki öğrenmenin de etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 32. Ulaştırma ve Depolama Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

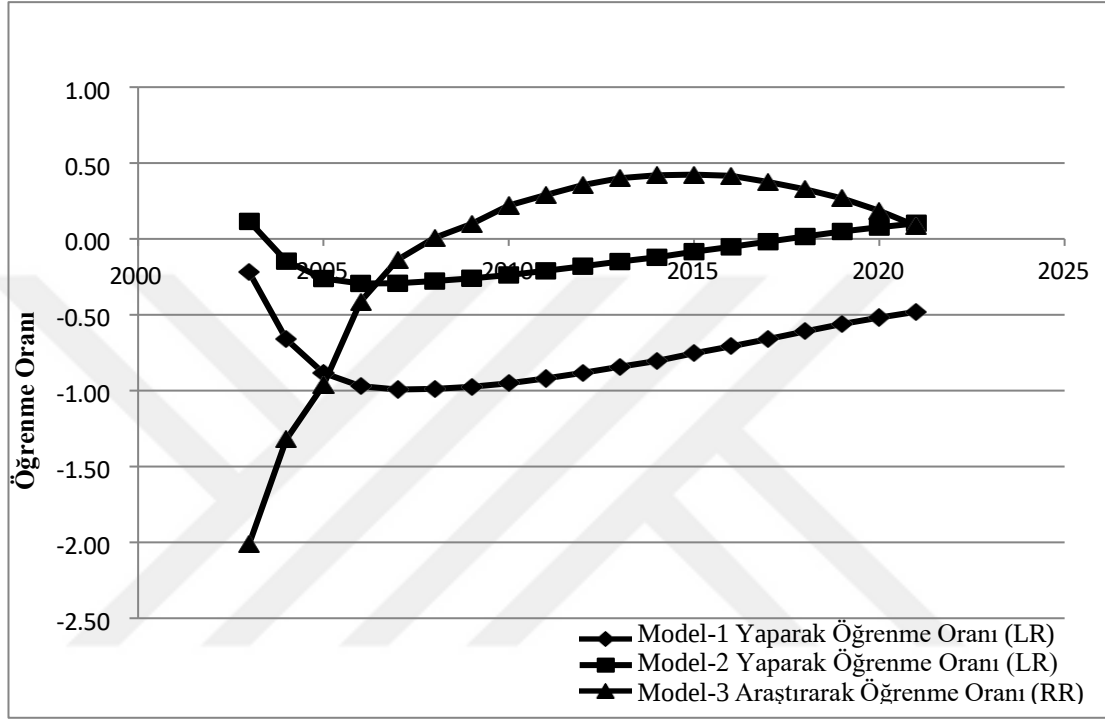
Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	401,578*** (136,033)	378,287** (145,007)	254,624 (456,656)
β_1	-63,852*** (21,470)	-60,875** (22,737)	-137,016 (90,909)
β_2	3,330*** (1,127)	3,179** (1,192)	6,414 (4,725)
β_3	-0,057*** (0,020)	-0,055** (0,020)	-0,099 (0,082)
β_4		0,353* (0,183)	0,557*** (0,178)
β_5			117,116*** (30,165)
β_6			-6,488*** (1,660)
β_7			0,119*** (0,030)
R^2	0,698	0,726	0,910
Düzeltilmiş R^2	0,637	0,649	0,853
F-İstatistiği	11,546	9,312	15,929
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	7,709**	8,443**	8,790**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	3,076	4,323	11,937*
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-3,163***	-2,947***	-5,280***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-2,140**	-2,132**	-6,331***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Ulaştırma ve depolama alt sektöründeki Model 1, 2 ve 3'ün “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının zaman seyrinin gösterildiği Grafik 33'e bakıldığında, Model 1 ve 2'nin “yaparak” öğrenme eğrilerinin birbirlerine paralel hareket ettikleri gözlenmektedir. Diğer taraftan, daha önceki birçok sektörün aksine bu alt sektörde “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme eğrileri birbirlerinden bağımsız hareket etmektedirler. Dönem başından itibaren yavaşça azalan “yaparak” öğrenme oranı 2007 yılında Model 1'de -0,989 değerine ve Model 2'de ise -0,574 değerine ulaşmıştır. Daha sonra tekrar yükselişe geçen bu oran, 2021 yılında Model 1'de -0,481 ve Model 2'de 0,163 değerlerini almıştır. Buna karşın, dönem başında negatif değerlerde seyreden “araştırarak” öğrenme oranı, çok hızlı bir yükselişle 2008 yılından itibaren pozitif değere dönmüş ve 2015 yılında 0,458 değerine ulaşmıştır. Bu değer aynı zamanda dönemin maksimum değeridir. Aynı yılda ilgili alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler

%45,8 oranında azalmıştır. Sonuçta, ulaştırma ve depolama alt sektöründe “*araştırarak*” öğrenme oranlarının 2015- 2021 döneminde azalması, ilgili dönemde Ar-Ge yatırımlarına yeterince önem verilmediğini göstermektedir. Dolayısıyla “*araştırarak*” öğrenmedeki düşüş nedenlerinin araştırılarak, bu sektördeki Ar-Ge yatırımlarının gözden geçirilmesi önerilebilir.

Grafik 33. Ulaştırma ve Depolama Alt Sektörü Model 1, 2 ve 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları



Tablo 33’te konaklama ve yiyecek alt sektörüne ilişkin EKK tahmin bulguları rapor edilmiştir. İlgili alt sektöre ait Model 1 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “-d”, “-d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 19’daki tabloda gösterilmiştir. ilgili katsayılar beklentileri karşıladığı için, bu alt sektörde hem “*yaparak*” hem de “*araştırarak*” öğrenmenin etkilidir.

Grafik 34’te konaklama ve yiyecek alt sektöründe Model 1 ve 3’e göre elde edilen “*yaparak*” ve “*araştırarak*” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında, Model 3’ün “*yaparak*” öğrenme eğrisi “J” şekline benzemektedir. Daha önce incelenen birçok sektörde olduğu gibi öğrenme eğrileri burada da birbirlerine zıt yönde hareket etmekte, fakat burada simetri söz konusu değildir. Model 3’te dönem başında birbirine yakın değerler alan bu oranlar, hızla ters yönde hareket ederek 2005 yılında “*yaparak*” öğrenme oranı -4,432 değerinde dönemin en düşük seviyesine ulaşırken, “*araştırarak*” öğrenme oranı 0,670 olarak dönemin maksimum değerinde hesaplanmıştır. Daha sonra öğrenme seviyelerinin tekrar yön değiştirmesiyle dönem sonunda “*yaparak*” öğrenme oranı 0,821 değerini almış, “*araştırarak*” öğrenme oranı ise -0,893 seviyesine ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle, 2021 yılında bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %82,1 oranında azalmıştır. Buna karşın, reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %89,3 oranında artmıştır.

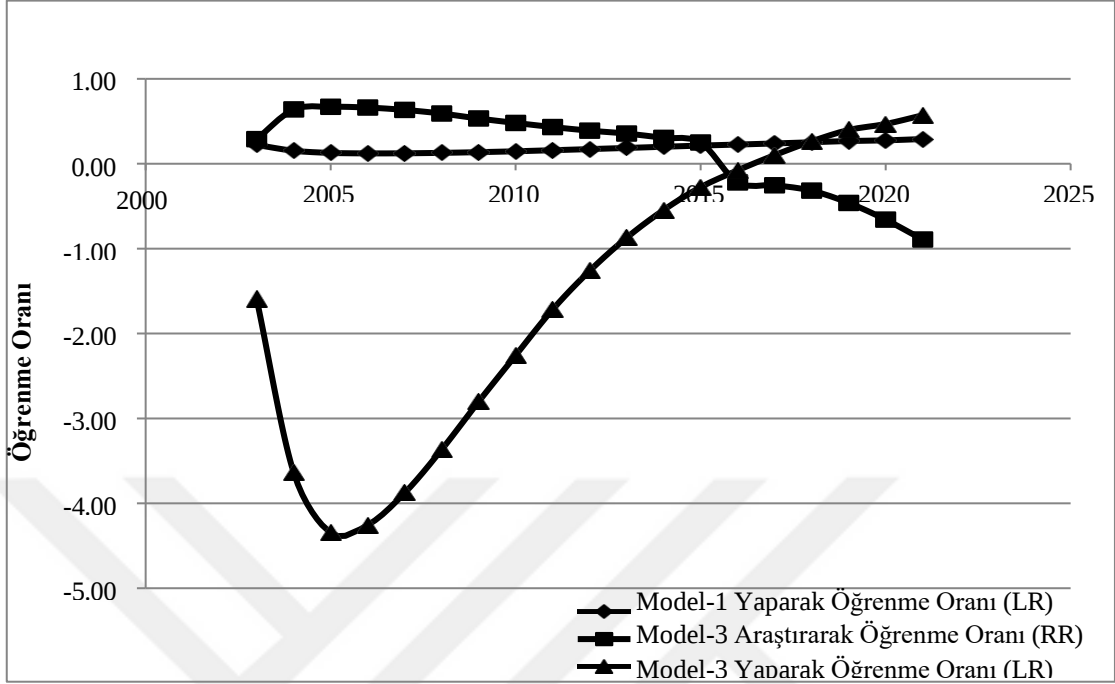
Özetle, konaklama ve yiyecek alt sektöründe 2005 yılından itibaren yenilik faaliyetlerinde başlayan gerileme 2015 yılında hız kazanarak “araştırarak” öğrenmenin yerini “yaparak” öğrenmeye bırakmıştır. Bu durumda dönem başında oldukça etkili olan Ar- Ge yatırımlarının son yıllarda yetersiz kaldığı ya da ilgili sektöre sağlanan Ar-Ge teşviklerinin verimli kullanılmadığı ileri sürülebilir.

Tablo 33. Konaklama ve Yiyecek Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	115,827*** (39,422)	205,906 (132,436)	818,151*** (215,513)
β_1	-20,063*** (6,633)	-34,510 (21,432)	-172,596*** (43,824)
β_2	1,119*** (0,371)	1,191 (1,184)	10,026*** (2,512)
β_3	-0,021*** (0,007)	-0,035 (0,022)	-0,191*** (0,048)
β_4		-0,268 (0,353)	-0,913** (0,314)
β_5			42,103*** (11,120)
β_6			-3,416*** (0,902)
β_7			0,089*** (0,023)
R^2	0,263	0,337	0,793
Düzeltilmiş R^2	0,115	0,148	0,661
F-İstatistiği	1,782	1,782	39,898
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	2,513	0,125	5,485*
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	7,521*	9,961**	7,883
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-5,493***	-4,353***	-4,244***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-6,187**	-4,353**	-14,735***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Grafik 34. Konaklama ve Yiyecek Alt Sektörü Model 1 ve 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları



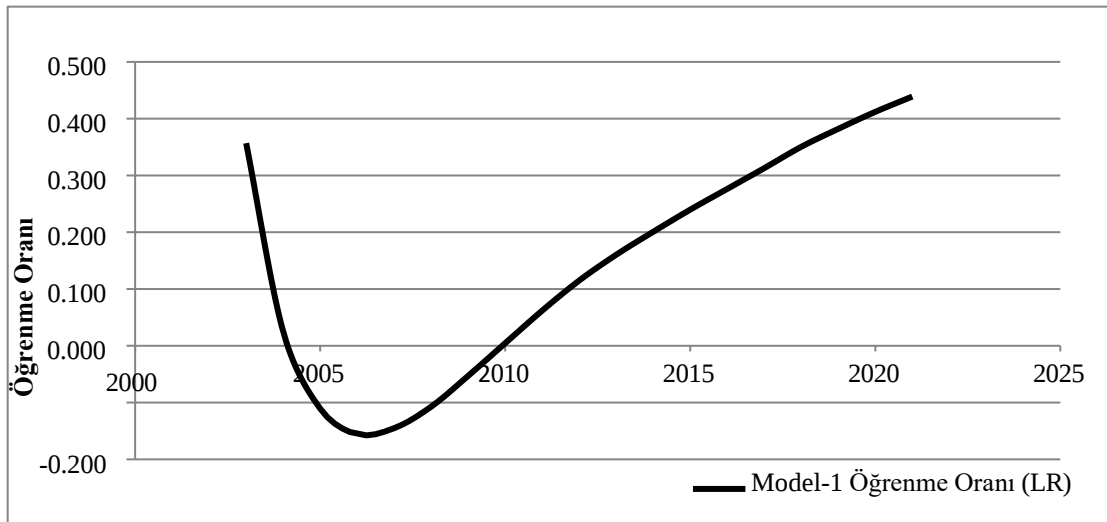
Yayımcılık hizmetleri alt sektöründeki model bulguları Tablo 34’te sunulmuştur. Bu tabloda “*araştırmak*” öğrenme oranının hesaplanmasında kullanılan katsayılar istatistiksel olarak anlamsız çıktığından, ilgili alt sektörde sadece “*yaparak*” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir. İlgili alt sektöre ait Model 1 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “d” ve “LR” katsayıları Ek 20’deki tabloda gösterilmiştir.

Yayımcılık hizmetleri alt sektöründeki Model 1’in “*yaparak*” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 35’te gösterilmiştir. Bu grafiğe göre “*yaparak*” öğrenme eğrisi “U” şeklindedir. Ortalama bir değerde döneme başlayan (0,357) “*yaparak*” öğrenme oranı, daha sonra ilgili sektördeki öğrenme oranının azalmasıyla hızlı bir düşüşe geçerek 2006 yılında -0,155 değerine ulaşmıştır. Bunun anlamı, ilgili sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %15,5 oranında artmıştır. 2007 yılından itibaren tekrar yükseliş trendine giren bu oran, 2021 yılında 0,439 olarak hesaplanmıştır. Diğer bir deyişle, bu alt sektörde reel kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %43,9 oranında azalmıştır.

Sonuçta, yayımcılık hizmetleri alt sektöründe 2003-2021 dönemi içinde “*yaparak*” öğrenme etkili olmuş, 2005-2009 dönemi haricinde unutmanın etkili olduğu döneme rastlanmamıştır. Düşük bilgi yoğun hizmet sektörleri arasında yer alan ilgili alt sektörde 2007 yılından itibaren sağlanan verimlilik artışlarının sürdürülebildiği gözlenmektedir.

Tablo 34. Yayımcılık Hizmetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	247,429*** (53,508)	-74,719 (52,120)	-146,950 (74,988)
β_1	-50,085*** (11,567)	13,245 (10,266)	45,014 (183,635)
β_2	3,296*** (0,761)	-0,955 (0,677)	-3,048 (11,138)
β_3	-0,072*** (0,017)	0,022 (0,015)	0,067 (0,225)
β_4		-0,268 (0,353)	1,311*** (0,133)
β_5			-16,630 (160,973)
β_6			1,048 (9,021)
β_7			-0,021 (0,169)
R^2	0,506	0,871	0,937
Düzeltilmiş R^2	0,407	0,834	0,897
F-İstatistiği	5,115	23,618	23,500
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	4,539	1,872	2,874
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	5,353	4,169	3,856
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-4,010***	-3,417***	-5,555***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-3,995***	-3,173***	-5,544***

Grafik 35. Yayımcılık Hizmetleri Alt Sektörü Model 1 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)

Tablo 35. Sinema, Video ve Müzik Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-13,755 (179,992)	13,335 (219,982)	-177,581 (183,792)
β_1	1,574 (34,207)	-3,341 (41,391)	20,287 (38,217)
β_2	-0,121 (2,162)	0,182 (2,601)	-1,788 (2,384)
β_3	0,003 (0,045)	-0,003 (0,054)	0,046 (0,049)
β_4		-0,090 (0,285)	0,135 (0,218)
β_5			20,134 (11,391)
β_6			-1,184 (0,723)
β_7			0,023 (0,015)
R^2	0,927	0,928	0,986
Düzeltilmiş R^2	0,913	0,907	0,977
F-İstatistiği	64,084	45,148	108,518
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	3,245	3,129	3,831
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	5,920	6,231	13,051*
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-3,840***	-4,008***	-5,431***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-2,421**	-2,497**	-8,372***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Sinema, video ve müzik alt sektöründeki model bulguları Tablo 35’te sunulmuştur. Bu tabloya göre ilgili alt sektörde her iki öğrenmenin de etkisiz olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durumda, yüksek teknolojili bilgi yoğun hizmet sektörleri arasında yer alan bu alt sektöre yapılan Ar-Ge yatırımlarının yetersiz kaldığı ya da sektöre sağlanan Ar-Ge teşviklerinin verimli kullanılmadığı söylenebilir.

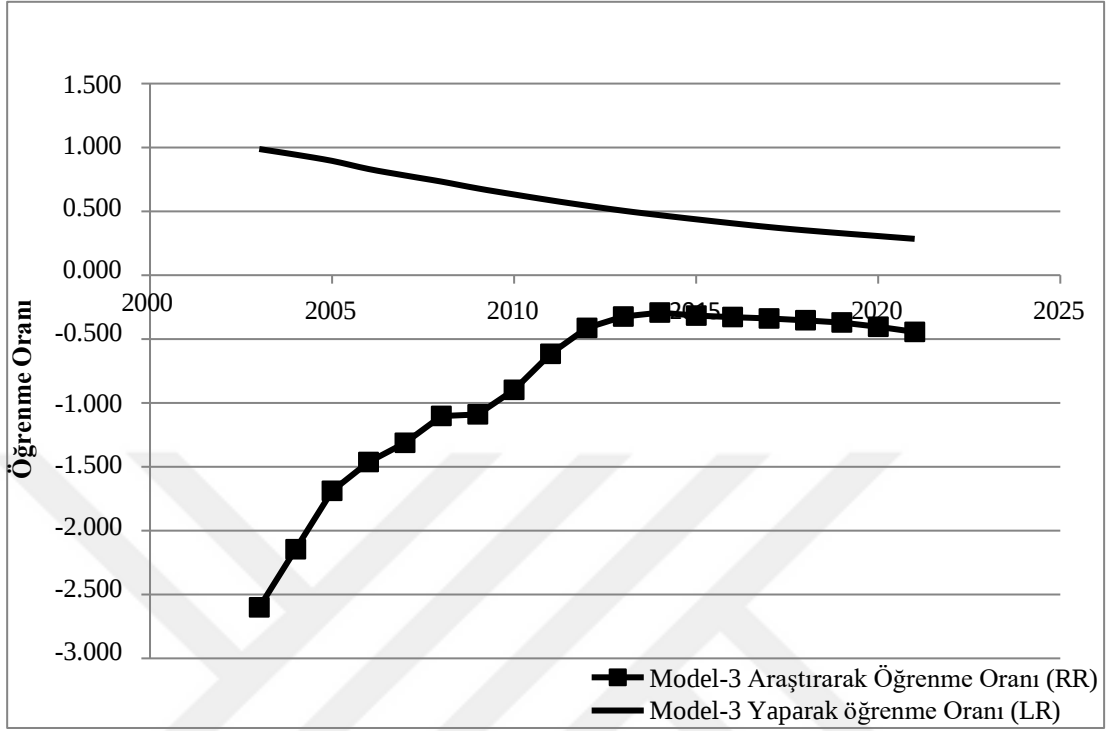
Tablo 36. Telekomünikasyon Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	61,548 (120,899)	154,132 (97,132)	-819,202** (348,318)
β_1	-10,947 (20,145)	-27,688 (16,495)	-163,034** (60,474)
β_2	0,604 (1,117)	1,541 (0,947)	7,956** (3,249)
β_3	-0,011 (0,020)	-0,029 (0,017)	-0,130** (0,059)
β_4		0,590 (0,351)	0,451* (0,227)
β_5			277,141*** (80,495)
β_6			-13,333*** (3,895)
β_7			0,214*** (0,063)
R^2	0,884	0,902	0,945
Düzeltilmiş R^2	0,861	0,874	0,910
F-İstatistiği	38,295	32,216	26,944
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	-5,605*	9,864***	6,443**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	7,920**	11,782**	8,093
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-6,613***	-5,433***	-5,018***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-6,934***	-15,705***	-7,563***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Parantez içindeki ifadelerde ise, Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilmiş standart hatalar gösterilmiştir.

Tablo 36’da telekomünikasyon alt sektöründeki model bulguları rapor edilmiştir. Bu tabloya bakıldığında, “araştırarak” öğrenme esnekliğini temsil eden “-b” değerlerinin tamamı pozitif bulunduğundan, ilgili alt sektörde sadece “yaparak” öğrenmenin etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu alt sektörün Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 21’deki tabloda gösterilmiştir.

Grafik 36. Telekomünikasyon Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştıracı (RR) Oranları



Grafik 36’da telekomünikasyon alt sektöründeki Model 3’e göre elde edilen “*yaparak*” ve “*araştıracı*” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafikte, daha önce incelenen birçok sektördeki zıt yönde hareket eden öğrenme eğrilerinin aksine, birbirinden bağımsız hareket eden öğrenme eğrileri gözlenmektedir. Çok yüksek bir değerde (0,987) döneme başlayan “*yaparak*” öğrenme oranı, daha sonra yavaşça azalarak dönem sonunda 0,284 değerine ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %28,4 oranında azalmıştır. Diğer taraftan, oldukça negatif bir değerle (-2,586) döneme başlayan “*araştıracı*” öğrenme oranı ilgili alt sektörde unutmanın etkili olduğunu göstermektedir. İlerleyen yıllarda artış eğilimine giren bu oran, dönem sonunda -0,444 olarak hesaplanmıştır. Buradan çıkan sonuca göre, ilgili alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %44,4 oranında artmıştır.

Özetle, telekomünikasyon alt sektöründe dönem başından itibaren “*yaparak*” öğrenme seviyesinin azalmasıyla verimlilikte düşüş kaydedilmiş, “*araştıracı*” öğrenme ise hiçbir dönemde etkili olamamıştır. Halbu ki, yüksek teknoloji bilgisi yoğun hizmet sektörleri arasında yer alan bu alt sektörde Ar-Ge harcamalarının etkili olması beklenmektedir. Bu durumda, yapılan Ar-Ge yatırımlarının yetersiz kaldığı ya da ilgili alt sektöre sağlanan Ar-Ge teşviklerinin verimli kullanılmadığı görüşü ileri sürülebilir. Burada hangi faktörün etkili olduğunun araştırılarak verimlilik esaslı bir teşvik politikası geliştirilmesi beklenebilir.

Ayrıca, günümüzdeki yüksek katma değerli ürün üretiminin lokomotif olan telekomünikasyon alt sektöründeki yenilik faaliyetlerinin devam ettirilmesi ve sektöre sağlanan Ar-Ge teşviklerinin de artırılması önerilebilir.

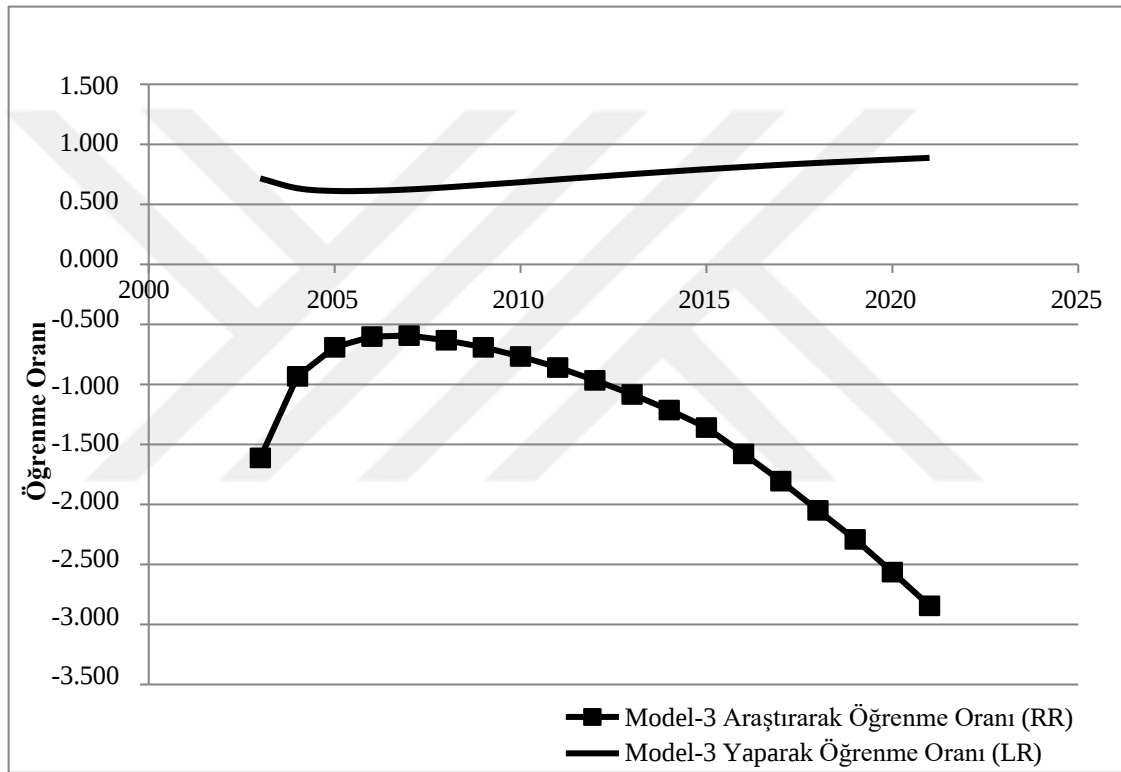
Tablo 37. Bilgisayar Programlama ve Danışmanlık Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-66,156 (50,118)	-18,482 (27,827)	-37,015 (26,860)
β_1	10,875 (9,275)	0,633 (5,228)	-46,339** (20,386)
β_2	-0,625 (0,569)	-0,002 (0,320)	2,901** (1,300)
β_3	0,011 (0,012)	-0,001 (0,006)	-0,062** (0,027)
β_4		0,986 (0,100)	0,757*** (0,069)
β_5			40,759*** (13,014)
β_6			-2,016** (0,667)
β_7			0,034** (0,011)
R^2	0,822	0,951	0,985
Düzeltilmiş R^2	0,786	0,938	0,976
F-İstatistiği	23,101	69,172	105,538
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	0,707	-0345	6,508**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	1,419	1,352	7,529
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-3,466***	-4,556***	-7,365***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-3,487***	-4,556***	-7,365***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Bilgisayar programlama ve danışmanlık alt sektörüne ilişkin EKK tahmin bulguları Tablo 37’de sunulmuştur. Tablodan da görüldüğü üzere tahmin edilen üç modelden sadece birinde ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı tahmin edilmiştir. O model de Model 3’tür. İlgili alt sektöre ait Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 22’deki tabloda gösterilmiştir. Ayrıca “araştıracak” öğrenme esnekliğini temsil eden “-b” değerlerinin hiçbiri negatif bulunmadığından, ilgili sektörde sadece “yaparak” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir.

Grafik 37. Bilgisayar Programlama ve Danışmanlık Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştıracak Öğrenme (RR) Oranları



Bilgisayar programlama ve danışmanlık alt sektöründeki Model 3’ün “yaparak” ve “araştıracak” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 37’de gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere “araştıracak” öğrenme eğrisi ters “J” şeklindedir. Ayrıca fabrikasyon metal ürünleri ve telekomünikasyon alt sektörlerindeki grafiklerde olduğu gibi bu grafikte de birbirinden bağımsız hareket eden öğrenme eğrileri görülmüştür. Oldukça yüksek bir değerde döneme başlayan (0,643) “yaparak” öğrenme oranı, daha sonra 2003-2005 döneminde azalmasına rağmen, tekrar yükseliş trendine girerek dönem sonunda 0,887 değerine ulaşmıştır. Diğer bir deyişle, 2021 yılında bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %88,7 oranında azalmıştır. Diğer taraftan, -1,583 değerinde döneme başlayan “araştıracak” öğrenme oranı, 2003-2007 döneminde yükseliş kaydetmiş, ancak dönem sonunda 2021 yılında -2,844 olarak hesaplanmıştır.

Özetle, ileri teknoloji yatırımlarına oldukça duyarlı olması beklenen bu alt sektöre yapılan yatırımların beklenen faydayı sağlamadığı gözlenmektedir. “Araştırarak” öğrenmenin hiçbir dönemde etkili olmaması, ilgili alt sektördeki Ar-Ge personeli sayısının yetersiz kalmasına ya da mevcut personelin henüz Ar-Ge yatırımlarını yüksek katma değerli ürüne dönüştürme yeterliliğine sahip olmamasına dayandırılabilir. Ayrıca ilgili alt sektörde profesyonel yönetim anlayışından uzak kalınmış olma olasılığı da göz ardı edilmemelidir.

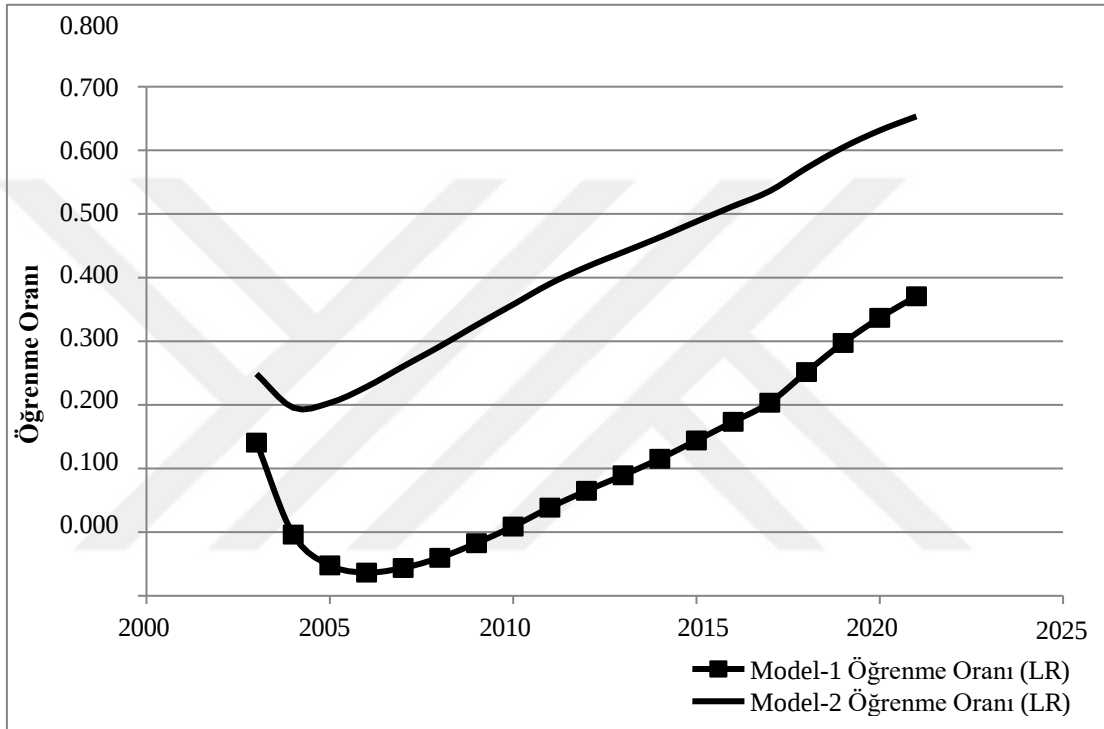
Tablo 38. Bilgi Hizmetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	165,281 (94,436)	146,632** (65,782)	-154,141 (185,925)
β_1	-31,734* (17,378)	-31,446** (11,868)	-109,204 (83,553)
β_2	1,974* (1,061)	2,021** (0,723)	6,871 (5,213)
β_3	-0,41* (0,022)	-0,044*** (0,015)	-0,143 (0,108)
β_4		1,345*** (0,206)	1,546*** (0,394)
β_5			128,187 (95,964)
β_6			-7,649 (5,791)
β_7			0,015 (0,116)
R^2	0,897	0,961	0,975
Düzeltilmiş R^2	0,876	0,950	0,959
F-İstatistiği	43,322	85,827	61,622
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	4,323	9,994***	9,207**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	7,854**	8,166*	8,034
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-2,655***	-3,666***	-4,728***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-2,742***	-2,202**	-5,213***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Bilgi hizmetleri alt sektörüne ait model bulgularının sunulduğu Tablo 38’de bilgisayar programlama ve danışmanlık alt sektörünün aksine, tahmin edilen modellerden Model 1 ve 2 ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca “*araştırarak*” öğrenme oranının hesaplanmasında kullanılan katsayılar istatistiksel olarak anlamsız çıktığından, bu sektörde sadece “*yaparak*” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir. İlgili alt sektöre ait Model 1 ve 2 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “d” ve “LR” katsayıları Ek 23’teki tabloda gösterilmiştir.

Grafik 38. Bilgi Hizmetleri Alt Sektörü Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)



Grafik 38’de bilgi hizmetleri alt sektöründeki “*yaparak*” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre, Model 1 ve 2’ye göre elde edilen “*yaparak*” öğrenme eğrilerinin her ikisi de “J” eğrisine benzer seyir izlemişlerdir. Dönem başında ortalama değerlerde seyreden öğrenme oranları, daha sonra düşüşe geçerek Model 1’de 2006 yılında 0,037 değerine ulaşmıştır. Bu yıldan itibaren yavaşça artan bu oran, 2021 yılında 0,471 değerinde hesaplanmıştır. Model 2’deki “*yaparak*” öğrenme eğrisi grafiği de Model 1’dekine paralel hareket ederek 2021 yılında 0,753 değerine ulaşmıştır. Buradan çıkan bulgulardan yola çıkılarak, bu sektörde kümülatif üretim ikiye katlandığında birim maliyetlerin %75,3 azaldığı anlaşılmaktadır. Özetle, ilgili sektörde her iki modelde de “*yaparak*” öğrenme etkili olmuş, ancak yüksek teknoloji hizmet sektörleri arasında yer alan bilgi hizmetleri alt sektörüne yapılan Ar-Ge yatırımlarından beklenen verim alınamamıştır. Elde edilen sonuca göre, Türkiye’deki yüksek teknoloji bilgi yoğun hizmet sektörlerinin büyük çoğunluğundaki yenilik faaliyetlerinin yetersiz kaldığı ya da ilgili alt sektörlerde yapılan Ar-Ge yatırımlarının verimli kullanılmadığı söylenebilir.

Hukuk ve muhasebe hizmetleri alt sektörüne ilişkin model bulgularının gösterildiği Tablo 39'a bakıldığında, tahmin edilen üç modelde de ilgili katsayılar istatistiksel olarak anlamsız çıktığından, ilgili alt sektörde her iki öğrenmenin de etkisiz kaldığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 39. Hukuk ve Muhasebe Hizmetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

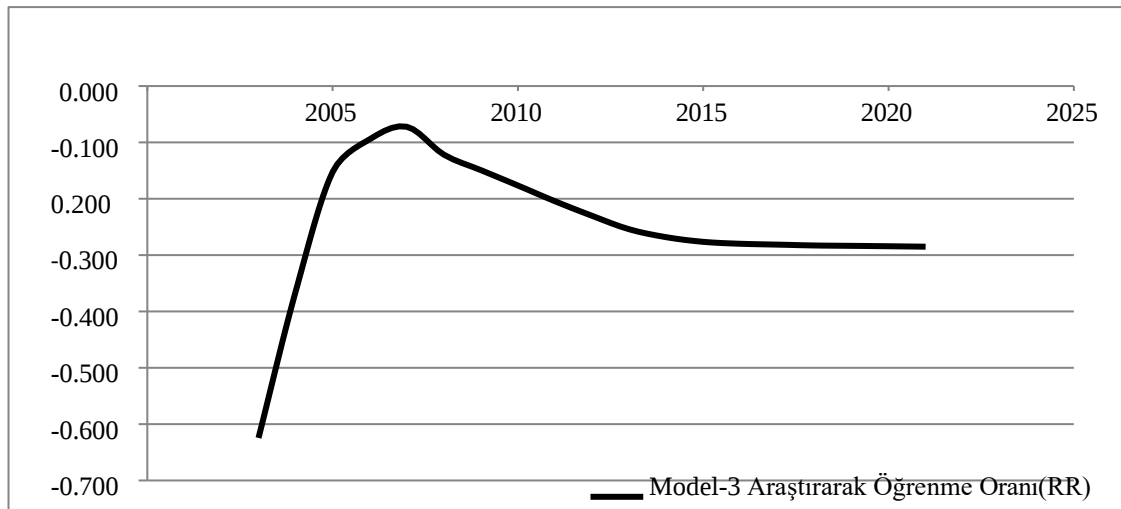
Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	65,108 (253,754)	58,547 (282,092)	-1008,752 (643,992)
β_1	-10,426 (45,899)	-9,068 (52,565)	170,922 (154,791)
β_2	0,496 (2,759)	0,413 (3,187)	-10,757 (9,001)
β_3	-0,007 (0,055)	-0,005 (0,064)	0,221 (0,174)
β_4		-0,085 (1,613)	-2,936 (2,249)
β_5			28,161 (61,082)
β_6			-1,811 (4,472)
β_7			0,042 (0,108)
R^2	0,534	0,534	0,840
Düzeltilmiş R^2	0,441	0,401	0,739
F-İstatistiği	5,733	4,015	8,283
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	2,132	2,483	7,923**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	3,681	4,228	12,314*
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-3,049***	-3,035***	-5,568***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-3,049***	-3,035***	-11,165***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Gayrimenkul hizmetleri alt sektöründeki model bulgularının sunulduğu Tablo 40'a göre, tahmin edilen üç modelden sadece Model 3'ün "araştırarak" öğrenme katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak ilgili alt sektöre ait Model 3 tahmin sonuçlarına dayalı olarak hesaplanan "b", "d_r" ve "RR" katsayılarının gösterildiği Ek 24'teki tabloya göre, ilgili katsayılar beklentilere paralel olarak gerçekleşmediği için gayrimenkul sektöründe her iki öğrenmenin de etkisiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 40. Gayrimenkul Hizmetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	65,108 (253,754)	58,547 (282,092)	-131,422* (54,108)
β_1	-10,426 (45,899)	-9,068 (52,565)	3,831 (10,952)
β_2	0,496 (2,759)	0,413 (3,187)	-0,335 (0,674)
β_3	-0,007 (0,055)	-0,005 (0,064)	0,008 (0,157)
β_4		-0,085 (1,613)	0,443** (0,158)
β_5			18,143** (6,468)
β_6			-0,975** (0,379)
β_7			0,017** (0,006)
R^2	0,534	0,534	0,514
Düzeltilmiş R^2	0,441	0,401	0,205
F-İstatistiği	5,733	4,015	1,663
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	1,522	1,971	3,493
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	3,314	2,755	4,949
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-6,268***	-4,448***	-3,998***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-6,039***	-7,775***	-8,471***

Grafik 39. Gayrimenkul Hizmetleri Alt Sektörü Model 3 Araştırarak Öğrenme Oranı (RR)

Gayrimenkul hizmetleri alt sektöründeki Model 3’e göre elde edilen “*araştırarak*” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 39’da gösterilmiştir. Bu grafiğe göre, 2003 yılında -0,624 değerinde döneme başlayan “*araştırarak*” öğrenme oranı, hızlı bir yükselişle 2007 yılında - 0,072 değerine ulaşmıştır. Daha sonra yavaşça düşüşe geçen bu oran, 2021 yılında -0,285 olarak hesaplanmıştır. Orta-düşük teknolojili hizmet sektörleri arasında yer alan ilgili sektördeki “*araştırarak*” öğrenmenin etkili olmaması normal karşılanabilir. Özetle, gayrimenkul hizmetleri alt sektöründe “*yaparak*” öğrenmenin de etkili olmaması, bu alt sektörde ciddi verimsizlik problemleri olduğunu göstermektedir.

Tablo 41. İnşaat Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	1556,085*** (224,891)	1331,782*** (253,462)	-1720,819** (669,868)
β_1	-214,617*** (31,301)	-183,259*** (35,253)	288,492** (101,536)
β_2	9,829*** (1,447)	8,335*** (1,632)	-13,425** (4,664)
β_3	-0,150*** (0,022)	-0,126*** (00,025)	0,207** (0,071)
β_4		0,524*** (1,117)	0,863*** (0,139)
β_5			-65,259*** (12,255)
β_6			3,978*** (0,739)
β_7			-0,079*** (0,014)
R^2	0,982	0,987	0,997
Düzeltilmiş R^2	0,979	0,983	0,996
F-İstatistiği	282,892	257,299	604,365
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	0,976	1,315	7,022**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	7,297*	9,897**	9,727
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-3,153***	-3,168***	-3,757***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-4,089***	-4,500***	-9,551***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

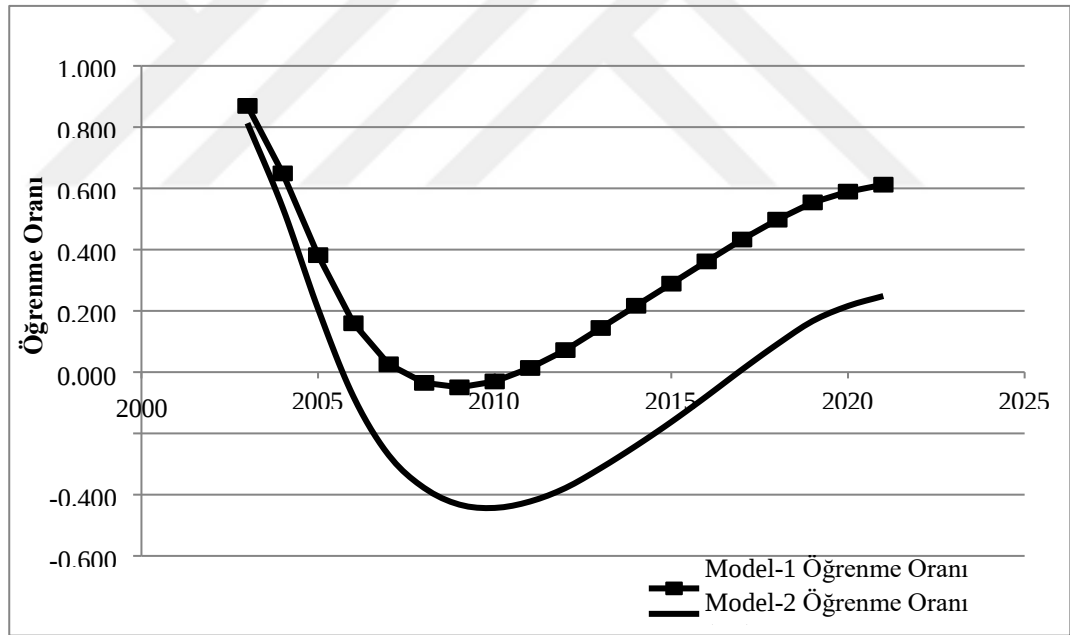
İnşaat alt sektörüne ilişkin model bulguları Tablo 41’de rapor edilmiştir. Bu tabloya bakıldığında, tahmin edilen üç modelde de ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı oldukları görülmektedir. Ayrıca Model 1, 2 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”,

“-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” katsayıları Ek 25 ve 26’daki tablolarda gösterilmiştir. Bu tablolara göre ilgili katsayıların değerleri beklentileri karşıladığından, b sektöründe hem “*yaparak*” hem de “*araştırarak*” öğrenmenin etkili olduğu söylenebilir.

Grafik 40’ta, inşaat sektöründeki Model 1 ve 2’nin “*yaparak*” öğrenme oranlarının ele alınan dönem içerisindeki zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre her iki eğri de “U” şeklindedir. Dönem başında oldukça yüksek değerlerde seyreden öğrenme oranları, daha sonra hızlı bir düşüşe geçerek Model 1’de 2009 yılında -0,049 değerine ve Model 2’de 2010 yılında -0,443 değerine ulaşmışlardır. Aynı yılda bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %44,3 oranında artmıştır. Daha sonra yavaşça yükselen bu oranlar, 2021 yılında Model 1’de 0,612, Model 2’de 0,224 olarak kaydedilmiştir.

Sonuçta, dünyadaki ekonomik kriz yıllarına rastlayan 2008-2010 döneminde sektördeki daralma normal karşılanabilir. Ayrıca inşaat alt sektöründeki “*yaparak*” öğrenme oranlarının 2010 yılından itibaren tekrar yükselişe geçerek istikrarlı bir şekilde artması, ilgili sektörde “*yaparak*” öğrenme yeteneğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Grafik 40. İnşaat Alt Sektörü Model 1 ve 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)

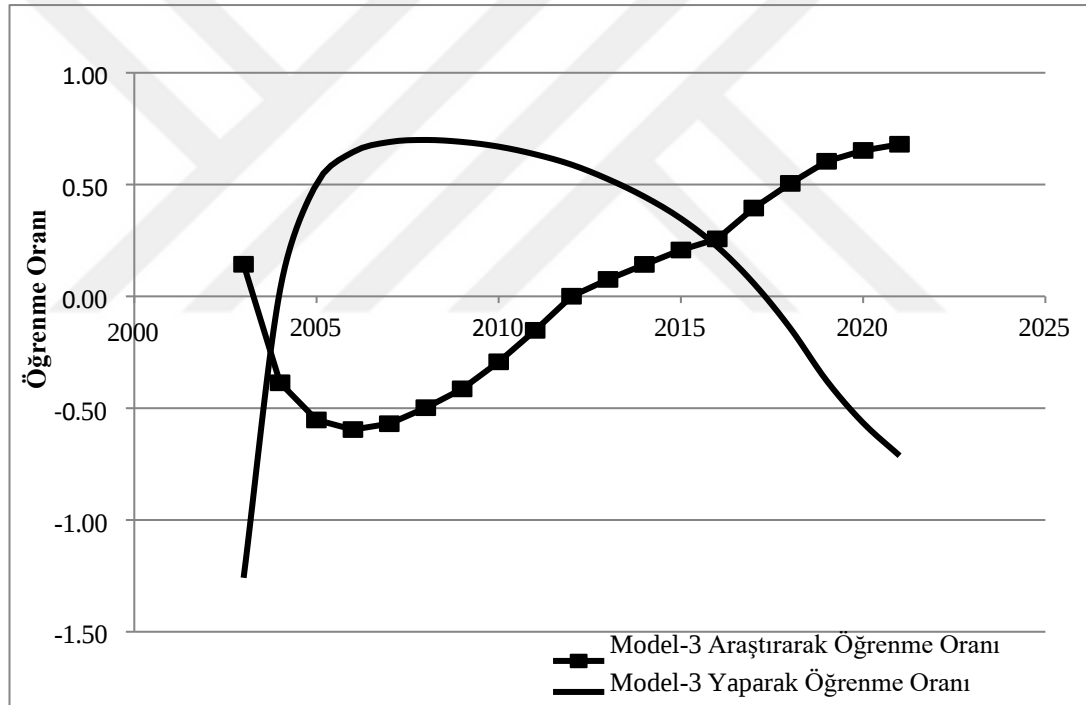


Grafik 41’de inşaat alt sektörünün Model 3’e göre elde edilen “*yaparak*” ve “*araştırarak*” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre, önceki sektörlerde oldukça sık rastlanan, birbirlerinin etkilerini azaltarak hareket eden öğrenme eğrileri burada da gözlenmektedir. “J” şeklindeki “*araştırarak*” öğrenme eğrisinin aksine, “*yaparak*” öğrenme eğrisi ters “U” şeklindedir. Oldukça düşük bir değerde (-1.259) döneme başlayan “*yaparak*” öğrenme oranı çok hızlı bir yükselişle 2006 yılında 0,699 değerinde dönemin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bir başka deyişle, bu alt sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %69,9 oranında azalmıştır. Diğer taraftan, sıfıra yakın bir değerde döneme başlayan “*araştırarak*”

öğrenme oranı, hızlı bir düşüşle 2006 yılında -0,596 değerinde dönemin en düşük seviyesinde kaydedilmiştir. Aynı yılda ilgili alt sektörde reel kümülatif Ar- Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %59,6 oranında artmıştır. Bu yıldan sonra “araştıracak” öğrenme hız kazanırken, “yaparak” öğrenmede gerileme görülmüş ve dönem sonunda “araştıracak” öğrenme oranı 0,680 olarak kaydedilmiştir. Buna karşın, “yaparak” öğrenme oranı 2018 yılından itibaren negatif değerlerde seyrederek 2021 yılında - 0,687 olarak hesaplanmıştır.

Özetle, inşaat alt sektöründeki “yaparak” öğrenme seviyesindeki düşüşün artarak devam etmesi, bu alt sektörde “yaparak” öğrenmenin doygunluk noktasına ulaştığını ve 2012 yılından itibaren yerini “araştıracak” öğrenmeye bıraktığını göstermektedir. Buradan yola çıkarak, Ar-Ge yatırımlarına pozitif tepkisi artarak devam eden ilgili alt sektördeki Ar-Ge teşviklerinin verimli kullanılarak yüksek katma değerli ürün üretimine hız verildiği düşünülebilir.

Grafik 41. İnşaat Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştıracak Öğrenme (RR) Oranları



İdari danışmanlık alt sektörüne ilişkin model bulgularının gösterildiği Tablo 42’ye bakıldığında, tahmin edilen modellerden Model 1 ve 3’te ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı çıktığı gözlenmektedir. İlgili sektöre ait Model 1 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” değerleri Ek 27’deki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre ilgili katsayılar beklentileri karşıladığı için, bu alt sektörde her iki öğrenmenin de etkili olduğu tespit edilmiştir.

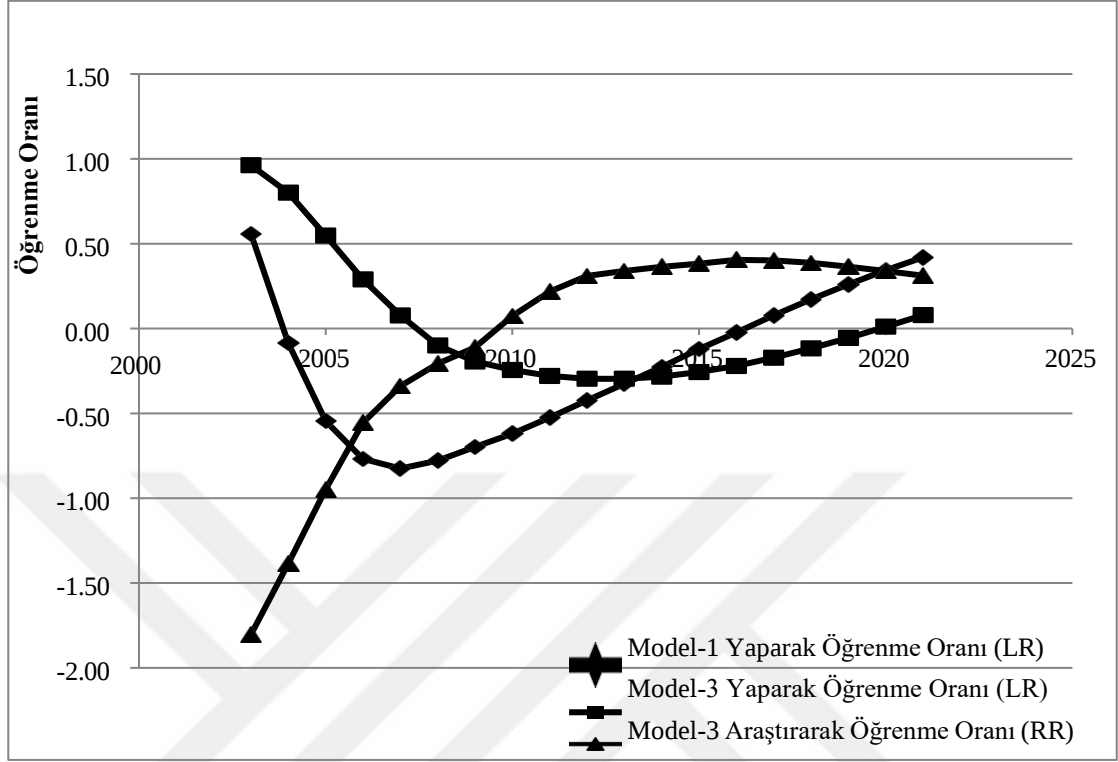
Tablo 42. İdari Danışmanlık Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	680,618*** (116,715)	408,181 (313,497)	739,555** (260,973)
β_1	-128,348*** (21,698)	-78,609 (57,360)	-171,239*** (54,233)
β_2	7,949*** (2,759)	4,892 (3,521)	9,994** (3,336)
β_3	-0,163*** (0,027)	-0,101 (0,682)	-0,194** (0,068)
β_4		0,683 (0,628)	0,453 (0,382)
β_5			38,429*** (8,310)
β_6			-2,141*** (0,485)
β_7			0,039*** (0,009)
R^2	0,965	0,969	0,992
Düzeltilmiş R^2	0,958	0,961	0,987
F-İstatistiği	138,086	112,353	204,141
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	2,586	3,335	1,261
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	7,646*	8,355*	4,498
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-3,017***	-2,844***	-4,621***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-3,108***	-2,844***	-4,069***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

İdari danışmanlık alt sektöründeki Model 1 ve 3'ün “*yaparak*” ve “*araştırarak*” öğrenme oranlarının zaman seyrini gösteren Grafik 42'ye göre, her iki modelin “*yaparak*” öğrenme oranları da önce azalarak negatif değerlerine ulaşmışlardır. Daha sonra yavaşça yükselen bu oranlar, dönem sonunda Model 1'de 0,419 değerinde, Model 3'te 0,079 değerinde hesaplanmışlardır. Buna karşılık, başlangıçta oldukça düşük bir değerde (-1,803) döneme başlayan “*araştırarak*” öğrenme oranı, sektördeki Ar-Ge faaliyetlerinin artarak devam etmesiyle 2010 yılından itibaren pozitifte dönmüş ve dönem sonunda 0,312 değerinde kaydedilmiştir. Diğer bir ifadeyle, bu sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetlerde %31,2 oranında azalma sağlanmıştır. Sonuçta, dönemin büyük çoğunluğunda Ar-Ge yatırımlarına verimlilik artışlarıyla tepki vermesi nedeniyle geleceğin yenilikçi hizmet sektörleri arasında yerini alması beklenen idari danışmanlık alt sektörüne sağlanan Ar-Ge teşviklerinin artırılması gerektiği ileri sürülebilir.

Grafik 42. İdari Danışmanlık Model 1 ve 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştırmak Öğrenme (RR) Oranları



Reklamcılık ve piyasa araştırması alt sektörüne ilişkin model bulgularının rapor edildiği Tablo 43'te tahmin edilen üç modelde de ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu alt sektöre ait Model 1, 2 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” değerleri Ek 28'deki tabloda gösterilmiştir. İlgili katsayılar beklentilere paralel olarak gerçekleştiği için, bu alt sektörde hem “yaparak” öğrenmenin hem de “araştırmak” öğrenmenin etkili oldukları söylenebilir. Grafik 43'te reklamcılık ve piyasa araştırması alt sektöründeki Model 1, 2 ve 3'e göre elde edilen “yaparak” ve “araştırmak” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre, 2003 yılında ortalama bir değerde (0,662) döneme başlayan “yaparak” öğrenme oranı, sektörde unutmanın hüküm sürdüğü 2004-2010 yıllarından sonra yeniden yükselişe geçerek 2021 yılında 0,624 olarak hesaplanmıştır. Aynı yılda bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %62,4 oranında azalmıştır. Diğer taraftan, çok düşük değerlerde döneme başlayan “araştırmak” öğrenme oranı, hızlı bir yükselişle 2008-2012 döneminde sıfıra yakın değerlerde yatay bir şekilde seyretmiştir. Bunun anlamı, bu dönemde ilgili alt sektörde ne öğrenme ne de unutma görülmektedir. Daha sonra yavaşça yükselen bu oran, 2021 yılında 0,157 değerinde hesaplanmıştır. Buradan çıkan sonuca göre bu alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %15,7 oranında azalmıştır.

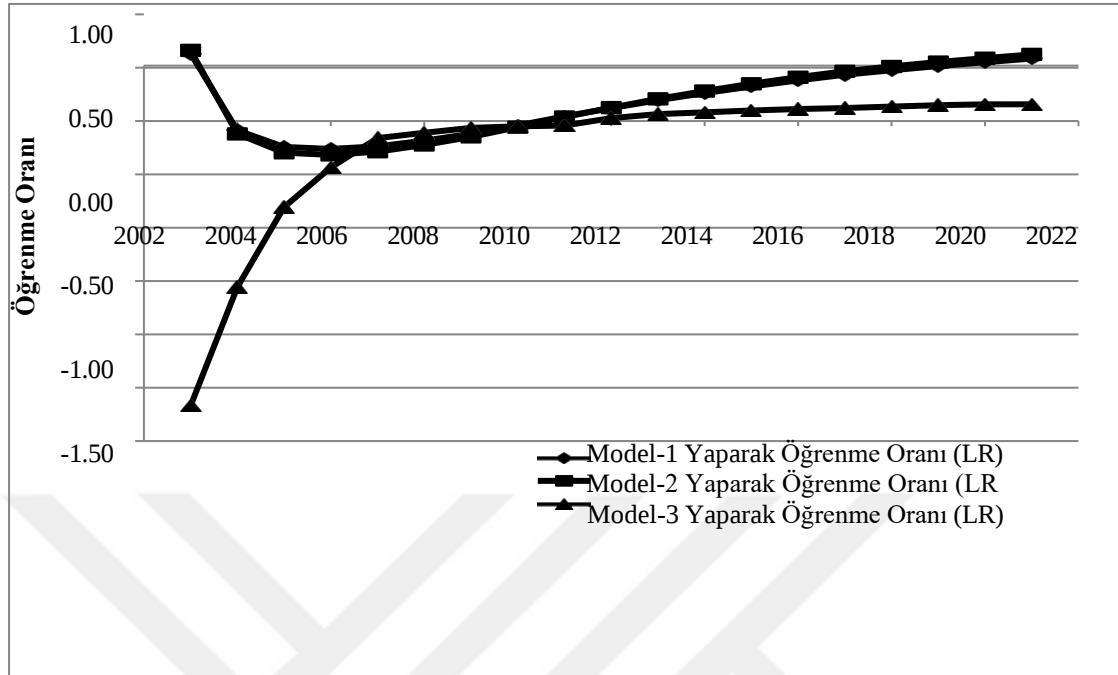
Böylece bu çalışmada ilk kez bir yüksek teknolojili bilgi yoğun hizmet alt sektöründe Ar-Ge yatırımlarından kaynaklanan verimlilik artışı sağlandığı görülmüştür. Dolayısıyla, reklamcılık ve piyasa araştırması alt sektörünün politikacılar tarafından seçilecek yenilikçi sektörler arasında yer alması gerektiği düşünülebilir.

Tablo 43. Reklamcılık ve Piyasa Araştırması Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	775,160*** (119,412)	866,092*** (179,744)	-276,301 (444,668)
β_1	-139,426*** (21,252)	-155,498*** (31,895)	-69,759 (124,602)
β_2	8,267*** (1,256)	9,226 (1,895)	3,414 (7,508)
β_3	-0,163*** (0,024)	-0,182*** (0,037)	-0,054 (0,149)
β_4		-0,180 (0,207)	0,792** (0,350)
β_5			122,117** (51,388)
β_6			-6,774* (3,282)
β_7			0,125* (0,069)
R^2	0,901	0,906	0,972
Düzeltilmiş R^2	0,882	0,879	0,953
F-İstatistiği	45,720	33,550	53,627
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	5,498*	9,681***	8,294**
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	13,444**	16,780**	12,299**
Hata Terimleri Durağanlık Testi (ADF, t istatistiği)	-1,429***	-8,130***	-4,809***
Hata Terimleri Durağanlık Testi (PP, t istatistiği)	-7,374***	-7,188***	-12,713***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Grafik 43. Reklamcılık ve Piyasa Araştırması Model 1, 2 ve 3 Yaparak (LR) ve Araştırarak Öğrenme (RR) Oranları

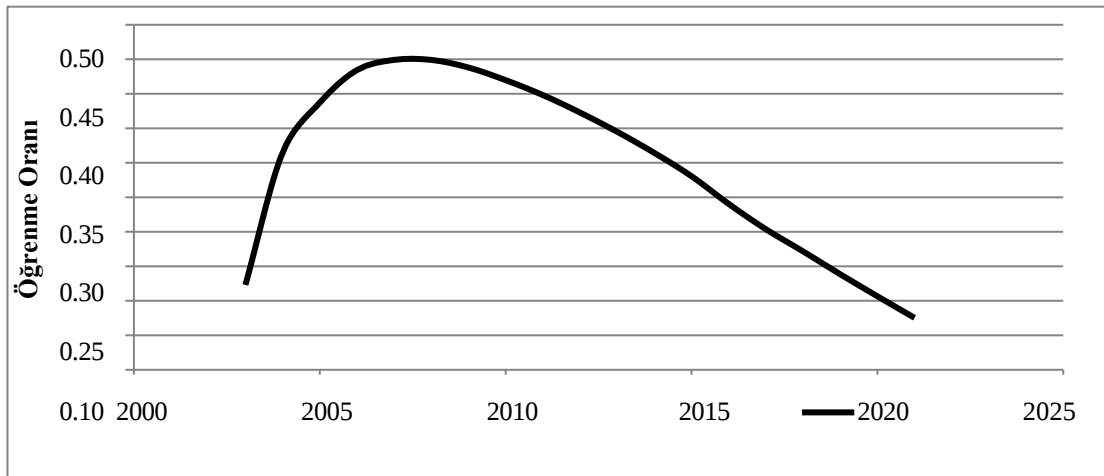


Mimarlık-mühendislik faaliyetleri alt sektörüne ilişkin model bulgularının gösterildiği Tablo 44'e bakıldığında, tahmin edilen modellerden sadece Model 2'de ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı çıktığı gözlenmektedir. İlgili sektöre ait Model 2 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d” ve “LR” değerleri Ek 29'daki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre ilgili katsayılar beklentileri karşıladığı için, bu alt sektörde sadece “yaparak” öğrenmenin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Mimarlık-mühendislik faaliyetleri alt sektöründeki Model 2'nin “yaparak” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 44'te gösterilmiştir. Bu grafiğe göre “yaparak” öğrenme eğrisi ters “U” şeklindedir. Dönem başında oldukça düşük seyreden “yaparak” öğrenme oranı, hızlı bir yükselişle 2007 yılında 0,449 değerine ulaşmıştır. Bu değer aynı zamanda dönemin maksimum değeridir. Aynı yılda bu sektörde kümülatif üretim ikiye katlandığında birim maliyetler %44,9 oranında azalmıştır. Özetle, 2007 yılından itibaren sürekli azalan “yaparak” öğrenme oranları, ilgili sektörde ciddi verimsizlik problemleri olduğunu göstermektedir. Ayrıca yüksek teknoloji bilgisi yoğun hizmet sektörleri arasında yer alan mimarlık-mühendislik faaliyetleri alt sektörüne yapılan Ar-Ge harcamalarından beklenen verim alınamamıştır. Dolayısıyla bu sektördeki Ar-Ge yatırımlarının verimliliği arttırmaya yönelik kullanılmadığı ya da sektöre sağlanan Ar-Ge teşviklerinin yetersiz kaldığı düşünülebilir.

Tablo 44. Mimarlık-Mühendislik Faaliyetleri Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-30,811 (52,445)	-183,987*** (51,008)	-195,628 (396,582)
β_1	5,922 (9,529)	32,506*** (9,113)	-9,663 (16,772)
β_2	-0,415 (0,574)	-2,026*** (0,553)	0,273 (0,948)
β_3	0,009 (0,011)	0,041*** (0,011)	-0,001 (0,018)
β_4		0,889*** (0,235)	3,471*** (0,254)
β_5			32,122 (59,678)
β_6			-1,234 (3,074)
β_7			0,015 (0,052)
R^2	0,712	0,840	0,992
Düzeltilmiş R^2	0,654	0,795	0,987
F-İstatistiği	12,340	18,472	12,609
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	0,419	0,129	0,723
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	2,325	3,582	2,518
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-3,798***	-3,207***	-4,180***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-3,798***	-3,859***	-4,181***

Grafik 44. Mimarlık-Mühendislik Faaliyetleri Model 2 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)

Tablo 45. Bilimsel Araştırma-Geliştirme Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	187,646*** (52,388)	91,441 (60,402)	-226,436*** (70,188)
β_1	-40,135*** (10,616)	-20,103 (12,097)	-34,541*** (13,164)
β_2	2,728*** (0,708)	1,341 (0,824)	2,206*** (0,864)
β_3	-0,061*** (0,016)	-0,030 (0,018)	-0,049*** (0,015)
β_4		0,747*** (0,211)	1,088*** (0,168)
β_5			67,421*** (7,492)
β_6			-3,829*** (0,449)
β_7			0,073*** (0,009)
R^2	0,608	0,715	0,992
Düzeltilmiş R^2	0,530	0,633	0,987
F-İstatistiği	7,766	8,770	22,956
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	1,934	5,015*	1,269
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	11,945***	11,017**	3,928
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-4,004***	-4,433***	-4,065***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-4,210***	-5,076***	-4,085***

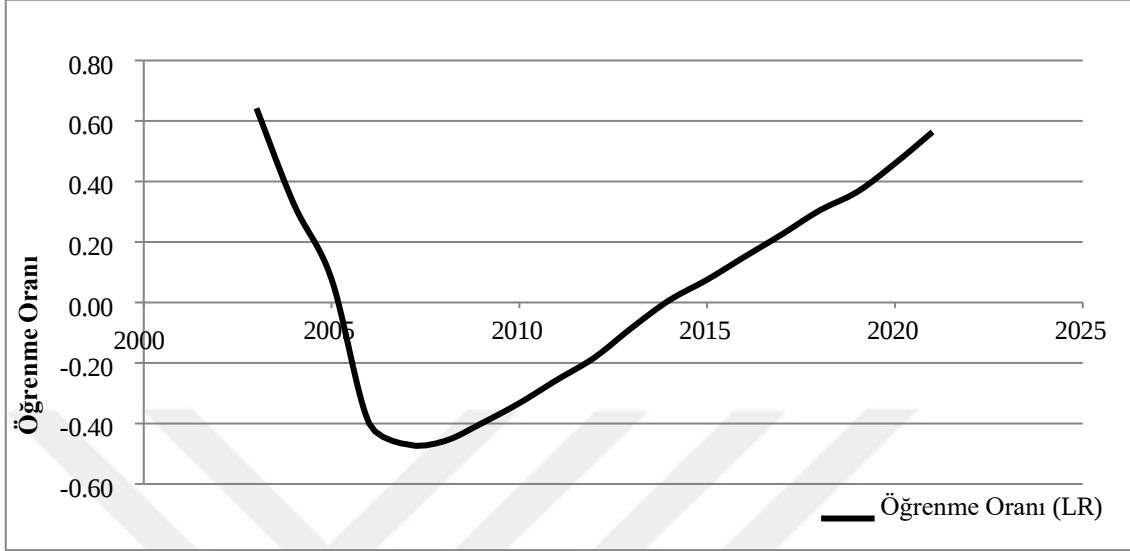
Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Tablo 45'te bilimsel araştırma-geliştirme alt sektörüne ilişkin model bulguları rapor edilmiştir. Bu tabloya bakıldığında, tahmin edilen modellerden Model 1 ve 3'te ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı oldukları tespit edilmiştir. İlgili sektöre ait Model 1 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” değerleri Ek 30 ve 31'deki tablolarda gösterilmiştir. Ek 31'deki tabloya göre “*araştırarak*” öğrenme esnekliğini temsil eden “-b” değerlerinin hiçbirisi negatif olmadığından, ilgili alt sektörde sadece “*yaparak*” öğrenmenin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Bilimsel araştırma-geliştirme alt sektöründeki Model 1'in “*yaparak*” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 45'te gösterilmiştir. Bu grafiğe göre “*yaparak*” öğrenme eğrisi “U” şeklindedir. 0,642 değerinde döneme başlayan “*yaparak*” öğrenme oranı, hızlı bir düşüşle 2007 yılında -0,470 değerine ulaşmıştır. Bu değer aynı zamanda ele alınan dönemin minimum değeridir. Daha sonra yükseliş trendine giren bu oran, dönem sonunda 0,564 değerinde hesaplanmıştır. Başka bir

ifadeyle, bu sektörde kümülatif üretim ikiye katlandığında birim maliyetler %56,4 oranında azalmıştır.

Grafik 45. Bilimsel Araştırma-Geliştirme Model 1 Yaparak Öğrenme Oranları (LR)



Sonuçta, ilgili sektörde 2007-2014 dönemi haricinde unutma görülmemiş, 2007 yılından itibaren “*yaparak*” öğrenme etkisini sürekli artırmıştır. Bu durumda ilgili alt sektörde verimsizlik problemi olduğu iddia edilemez. Öte yandan, bilimsel araştırma-geliştirme alt sektörü yüksek teknoloji bilgisi yoğun sektörler arasında yer almaktadır ve bu alt sektörde Ar- Ge harcamalarından kaynaklanan “*araştırarak*” öğrenmenin etkili olması beklenmektedir. Dolayısıyla, mimarlık-mühendislik faaliyetleri alt sektöründe olduğu gibi bu sektöre sağlanan Ar-Ge teşviklerinin de verimsiz alanlarda kullanıldığı ya da yapılan Ar-Ge yatırımlarının yetersiz kaldığı düşünülebilir.

Diğer mesleki faaliyetler alt sektörünün model bulguları Tablo 46’da sunulmuştur. Tahmin edilen modellerden yalnızca Model 3’te ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İlgili sektöre ait Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “- b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” değerleri Ek 32’deki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre ilgili değerler beklentiler dahilinde gerçekleştiği için, bu alt sektörde hem “*yaparak*” hem de “*araştırarak*” öğrenmenin etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 46. Diğer Mesleki Faaliyetler Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

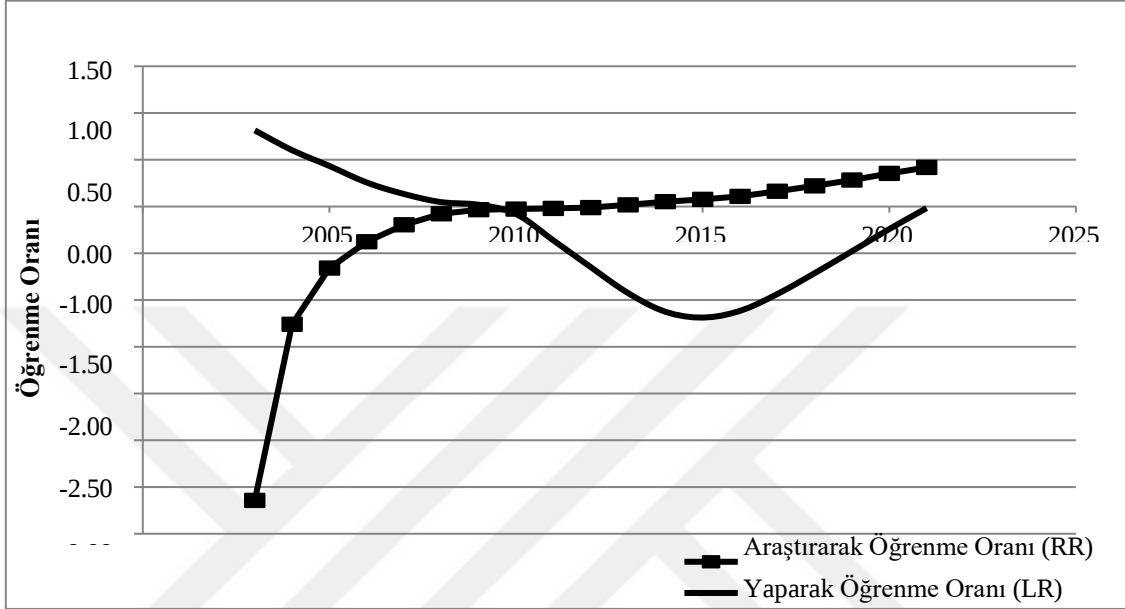
Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	73,832 (67,689)	84,192 (65,377)	389,410 (356,326)
β_1	-15,631 (13,773)	-18,381 (14,810)	-477,579** (173,945)
β_2	1,035 (0,927)	1,234 (0,984)	29,452** (10,677)
β_3	-0,022 (0,021)	-0,087 (0,112)	-0,604** (0,217)
β_4		0,312 (0,265)	-0,055 (0,339)
β_5			342,631** (114,680)
β_6			-17,832** (6,053)
β_7			0,308** (0,108)
R^2	0,365	0,466	0,673
Düzeltilmiş R^2	0,238	0,313	0,464
F-İstatistiği	2,874	3,050	3,233
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	0,752	0,219	0,619
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	7,083*	8,292*	4,425
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-1,455	-4,410***	-3,882***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-5,014***	-4,474***	-3,866***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Diğer mesleki faaliyetler alt sektöründeki Model 3'e göre elde edilen “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının zaman seyrini gösteren Grafik 46'ya göre 2010 yılına kadar zıt yönde hareket eden öğrenme eğrilerinin, bu yıldan sonra bağımsız hareket ettikleri gözlenmektedir. Döneme 0,814 ile oldukça yüksek bir değerde başlayan “yaparak” öğrenme oranı yavaşça azalarak 2015 yılında -1,188 değerine ulaşmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu sektörde kümülatif üretim ikiye katlandığında birim maliyetler %118,8 oranında artmıştır. Daha sonra yükselişe geçen bu oran, dönemi -0,017 değerinde tamamlamıştır. Buna karşılık, dönem başında negatif değerlerde seyreden “araştırarak” öğrenme oranı, çok hızlı bir yükselişle 2013 yılında pozitifte dönmüş, daha sonra hızını yavaşlatarak dönem sonunda 0,418 değerinde hesaplanmıştır. Bunun anlamı, ilgili alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %41,8 oranında azalmıştır.

Özetle, yüksek teknoloji bilgisi yoğun hizmet sektörleri arasında yer alan diğer mesleki faaliyetler alt sektörünün son yıllarda gösterdiği “araştıracak” öğrenme performansı, ilgili alt sektörün yeniliklere açık olduğunu kanıtlamaktadır.

Grafik 46. Diğer Mesleki Faaliyetler Alt Sektörü Model 3 Yaparak Öğrenme (LR) ve Araştıracak Öğrenme (RR) Oranları



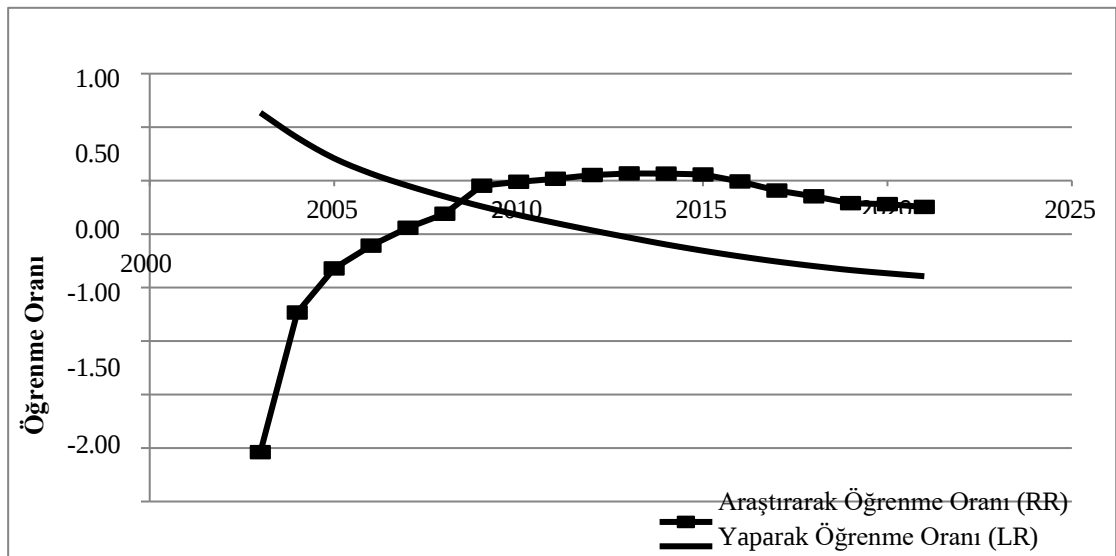
Eğitim alt sektöründeki EKK tahmin bulgularının gösterildiği Tablo 47’ye göre, tahmin edilen modellerden sadece Model 3’te ana bağımsız değişken katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İlgili alt sektöre ait Model 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” değerleri Ek 33’teki tabloda gösterilmiştir. Bu tabloya göre katsayıların değerleri beklentileri karşıladığından, eğitim alt sektöründe her iki öğrenmeyi de etkili olduğu belirlenmiştir.

Grafik 47’de eğitim alt sektöründeki Model 3’ün “yaparak” ve “araştıracak” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe göre, fabrikasyon metal ürünleri, konaklama ve yiyecek ve telekomünikasyon alt sektörlerinde olduğu gibi bu alt sektörde de öğrenme eğrilerinin birbirlerinden tamamen bağımsız hareket ettikleri görülmüştür. “Yaparak” öğrenme oranı dönem sonuna kadar azalarak dönemi -0,894 değerinde tamamlamıştır. Buna göre, ilgili sektörde 2021 yılında kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %89,4 oranında artmıştır. Öte yandan, dönem başında tamamen etkisiz olan “araştıracak” öğrenme oranı, çok hızlı bir yükselişle 2011 yılında pozitif dönmüş, ardından 2011-2015 döneminde çok düşük pozitif değerlerde yatay seyretmiştir. 2016 yılından itibaren tekrar negatife dönen bu oran, dönem sonunda -0,246 değerinde hesaplanmıştır. Sonuçta, 2003-2006 dönemi haricinde “yaparak” öğrenmenin, 2011-2015 dönemi haricinde de “araştıracak” öğrenmenin etkili olduğu döneme rastlanmamıştır. Eğitim sektöründe 2007 yılı ve sonrasında yapılan yatırımların verimliliği artıramadığı, aksine mevcut verimlilik seviyesinin de korunamadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 47. Eğitim Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	32,819 (74,067)	45,514 (59,477)	-7,050 (39,857)
β_1	-6,812 (13,549)	-8,059 (1,106)	-34,509*** (8,421)
β_2	0,426 (0,824)	0,459 (0,685)	1,790*** (0,511)
β_3	-0,009 (0,016)	-0,008 (0,014)	-0,030** (0,010)
β_4		-0,238* (0,136)	0,068 (0,006)
β_5			39,509*** (4,102)
β_6			-2,338*** (0,244)
β_7			0,046*** (0,005)
R^2	0,103	0,299	0,886
Düzeltilmiş R^2	0,077	0,099	0,812
F-İstatistiği	0,574	1,496	12,167
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	6,964**	3,508	9,499***
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	2,781	3,537	12,812*
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-3,138***	-4,487***	-7,680***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-1,937*	-2,687**	-10,598***

Grafik 47. Eğitim Model 3 Yaparak (LR) ve Araştırarak (RR) Öğrenme Oranları



Sağlık alt sektörüne ilişkin model bulguları Tablo 48’de rapor edilmiştir. Bu tabloya bakıldığında, tahmin edilen modellerden Model 1 ve 3’teki ana bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmektedir. İlgili sektöre ait Model 1 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” değerleri Ek 34 ve 35’teki tablolarda gösterilmiştir. Bu tablolara göre ilgili değerler beklentiler dahilinde gerçekleştiği için, sağlık alt sektöründe her iki öğrenmenin de etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 48. Sağlık Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

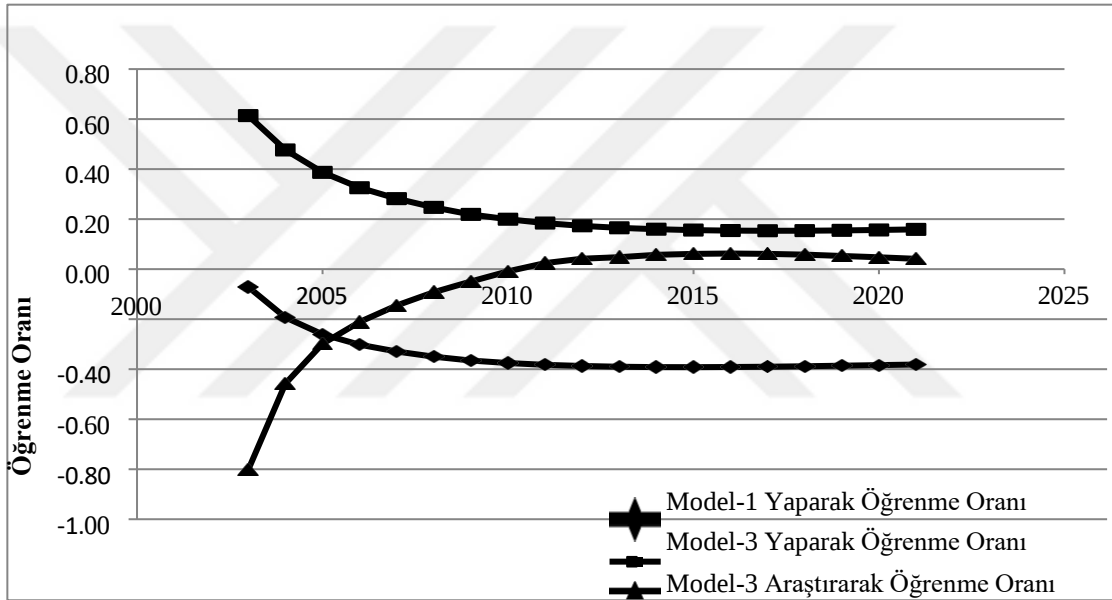
Değişken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	52,116*** (10,772)	60,375 (39,684)	118,147*** (39,356)
β_1	-9,643*** (1,943)	-11,039 (6,703)	-27,307*** (8,413)
β_2	0,551*** (0,116)	0,634 (0,398)	1,453*** (0,462)
β_3	-0,010** (0,002)	-0,012 (0,008)	-0,026*** (0,008)
β_4		-0,048 (0,239)	-0,087*** (0,293)
β_5			9,073*** (3,489)
β_6			-0,550*** (0,210)
β_7			0,011*** (0,004)
R^2	0,869	0,852	0,896
Düzeltilmiş R^2	0,843	0,832	0,831
F-İstatistiği	33,261	23,350	13,671
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiği)	5,354*	5,252*	11,716***
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiği)	1,506	1,700	11,416*
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (ADF, t-istatistiği)	-6,103***	-5,958***	-5,937***
Hata Terimlerinin Durağanlık Testi (PP, t-istatistiği)	-6,379***	-6,428***	-16,614***

Not : ***, **, *, değişken katsayılarının sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduklarını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisleri Newey-West HAC yaklaşımı ile düzeltilerek parantez içindeki ifadelerde standart hatalar gösterilmiştir.

Grafik 48’de sağlık alt sektöründeki Model 1 ve 3’e göre elde edilen “*yaparak*” ve “*araştırarak*” öğrenme oranlarının zaman seyri gösterilmiştir. Bu grafiğe bakıldığında, birbirlerinin etlilerini azaltarak zıt yönde hareket eden öğrenme eğrileri gözlenmektedir. Model 1’e göre döneme yüksek bir değerde (0,612) başlayan “*yaparak*” öğrenme oranı, daha sonra yavaşça azalarak dönem sonunda 0,184 olarak kaydedilmiştir. Diğer bir ifadeyle, bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %18,4 oranında azalmıştır. Model 2’ye göre ise hiçbir dönemde

“yaparak” öğrenme etkili olmamıştır. Öte yandan, “araştırarak” öğrenme oranı dönem başında -0,807 olarak hesaplanmıştır. Buradan çıkan sonuç, ilgili sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %80,7 oranında artmıştır. Daha sonra hızlı bir yükselişe geçen bu oran 2010 yılında pozitif dönmüş ve düşük pozitif değerlerde yatay hareket ederek dönem sonunda 0,033 değerini almıştır. Sonuçta, sağlık alt sektöründe son yıllarda “araştırarak” öğrenmenin etkili olduğu gözükse de ilgili oranların yetersiz kaldığı söylenebilir. Ayrıca “yaparak” öğrenmenin etkisiz olması nedeniyle eğitim sektöründe olduğu gibi sağlık sektöründe de ciddi verimsizlik problemleri olduğu düşünülebilir. Dolayısıyla, gelecekte ilgili iki alt sektöre de yeterince Ar-Ge yatırımı yapılarak sektörlerle sağlanacak teşviklerin denetimlerinin yapılması gerekmektedir.

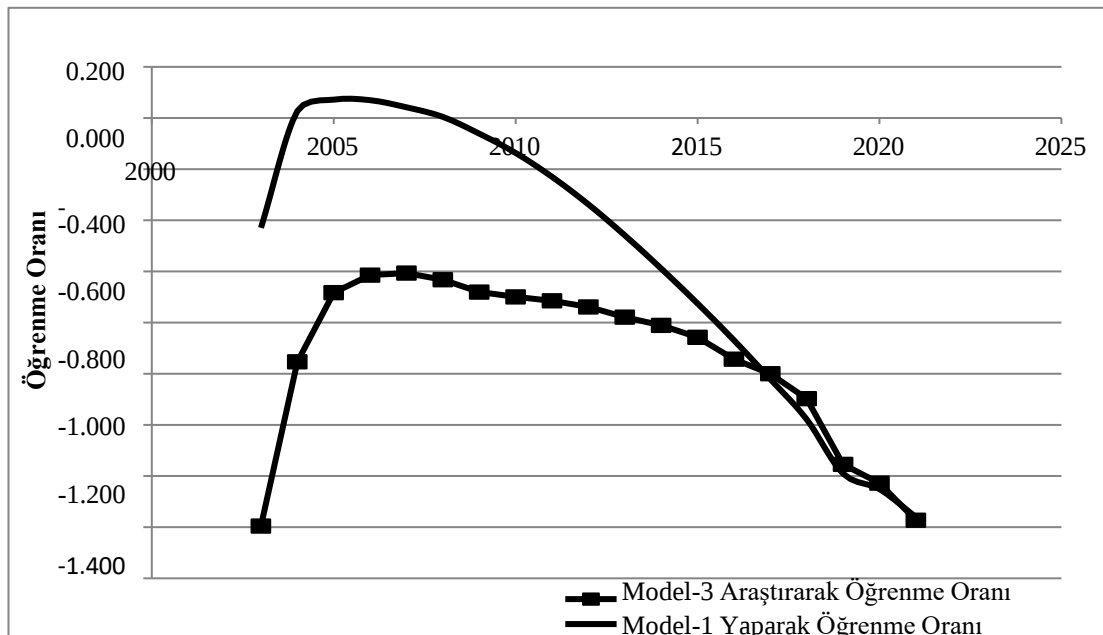
Grafik 48. Sağlık Model 1 ve 3 Yaparak (LR) ve Araştırarak (RR) Öğrenme Oranları



Kültür, sanat ve eğlence alt sektörüne ilişkin model bulguları Tablo 49’da gösterilmiştir. İlgili alt sektöre ait Model 1 ve 3 tahmin sonuçlarına göre hesaplanan “-a”, “-b”, “d”, “d_r”, “LR” ve “RR” değerleri Ek 36’daki tabloda gösterilmiştir. “Araştırarak” öğrenme esnekliğini temsil eden “-b” değerlerinin tamamı pozitif değerler aldığından, ilgili alt sektörde sadece “yaparak” öğrenmenin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Model 1 ve 3’ün “yaparak” ve “araştırarak” öğrenme oranlarının zaman seyri Grafik 49’da gösterilmiştir. “Yaparak” öğrenme oranı, hızlı bir yükselişle 2006 yılında 0,092 değerine ulaşmıştır. 2007 yılından itibaren tekrar azalmaya başlayan bu oran, dönem sonunda -1,592 olarak hesaplanmıştır. Bunun anlamı, ilgili sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %159,2 oranında artmıştır. Özetle, eğitim ve sağlık alt sektörlerinde olduğu gibi kültür, sanat ve eğlence alt sektöründe de ciddi verimsizlik problemleri olduğu gözlenmektedir. Bu durumda politikacıların gelecek planlamalarında ilgili alt sektörlerle yeterince kaynak aktararak, verimliliği arttıracak tedbirleri almaları gerektiği söylenebilir.

Tablo 49. Kültür, Sanat ve Eēence Alt Sektörü Tahmin Sonuçları

Deēi�ken Katsayıları	Model 1	Model 2	Model 3
β_0	-332,144* (174,747)	-330,479* (185,157)	161,982 (343,919)
β_1	61,712* (32,027)	60,926* (34,303)	-101,024 (97,644)
β_2	-3,852* (1,949)	-3,793* (2,102)	5,337 (5,722)
β_3	0,080* (0,039)	0,078* (0,042)	-0,095 (0,111)
β_4		0,181 (0,948)	0,746* (0,800)
β_5			87,147* (43,955)
β_6			-5,509* (2,849)
β_7			0,017* (0,061)
R^2	0,405	0,407	0,608
D�zelt�lm�� R^2	0,285	0,238	0,359
F-�statistiēi	3,402	2,404	3,537
Breusch-Godfrey LM (χ^2 istatistiēi)	5,354*	5,252*	11,716***
Breusch-Pagan-Godfrey (χ^2 istatistiēi)	1,506	1,700	11,416*
Hata Terimlerinin Duraēanlık Testi (ADF, t-istatistiēi)	-6,103***	-5,958***	-5,937***
Hata Terimlerinin Duraēanlık Testi (PP, t-istatistiēi)	-6,379***	-6,428***	-16,614***

Grafik 49. Kültür, Sanat ve Eēence Yaparak (LR) ve Ara tıarak  ērenme (RR) Oranları

SONUÇ ve ÖNERİLER

Gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere önemli bir farkı, ülkelerinin ekonomik faaliyetlerindeki işgücü verimliliğinin oldukça yüksek olması ve ayrıca bu durumu sürdürmeyi başarabilmeleridir. Gelişmekte olan ülkeler ise bu gelişmişlik farkını kapatabilmek için gelişme evrelerinin başlangıcında ucuz işgücünü kullanarak yurtdışından doğrudan yatırım çekmeye çalışırlar. İleri aşamalarda ise Japonya ve Güney Kore örneklerinde olduğu gibi öncelikle teknoloji transferi yaparak teknolojik öğrenme seviyelerini artırırılar. Bunu yaparken gelecek nesillere nitelikli eğitim imkanı sağlayarak beşeri sermayelerini güçlendirirler. Son aşamada ise teknolojik bilgi birikimine sahip yetkin kadrolarıyla bilimsel araştırma-geliştirme ve yenilik faaliyetleriyle kendi teknolojilerini geliştirip yurtdışına ihraç ederler. Kuşkusuz tüm bu çabalarının amacı verimlilik oranlarını gelişmiş ülkelerin seviyesine yükseltmektir. Çünkü uluslararası ticaretten daha fazla pay alabilmenin en etkili yolu yüksek katma değerli ürün üretmekten geçmektedir.

Literatürde işgücü verimliliğini ölçmenin yollarından biri öğrenme eğrisi modellerini kullanmaktır. Bu modellere dayanılarak yapılan ampirik çalışmaların ilki T.P. Wright'ın 1936 yılındaki tek faktörlü doğrusal öğrenme eğrisi modelini kullanarak yaptığı çalışmadır. Zamanla Wright'ın öğrenme eğrisi modeli daha da geliştirilerek Moore yasası, deneyim eğrisi, Stanford B modeli olarak adlandırılmış ve 2000'li yılların başından itibaren de dinamik öğrenme eğrisi modeli olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise özellikle ampirik çalışmalarda tek faktörlü öğrenme modeli yerine iki veya daha fazla faktörlü öğrenme eğrisi modelleri daha yaygın kullanım alanı bulmuşlardır. Bu durumun ortaya çıkmasının temel nedeni, tek faktörlü model ile hesaplanan öğrenme oranlarının gerçekte olduğundan daha yüksek tahmin edilmesidir. Bu problemi ortadan kaldırmak için modele diğer bağımsız değişkenler eklenerek tek faktörlü modele göre daha tutarlı sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin, sadece kümülatif üretimin kullanıldığı tek faktörlü modelden elde edilen “*yaparak*” öğrenme oranları oldukça yüksek çıkmış, Ar-Ge harcamaları, ölçek ekonomileri etkisi ya da patent sayılarının da bağımsız değişken olarak yer aldığı iki ya da ikiden fazla faktörlü modelde kümülatif üretimden kaynaklanan “*yaparak*” öğrenmenin etkisinin azaldığı gözlenmiştir (Kahouli-Brahmi, 2009: 1204-1206). Buna karşılık ölçek ekonomileri etkisinin ve Ar-Ge yatırımları, patentlerin ticarileştirilmesi ve yenilik faaliyetlerinden kaynaklanan “*araştırarak*” öğrenmenin etkisinin arttığı tespit edilmiştir (Kavlak vd, 2018: 706; Odam ve Vries, 2020: 6).

Doğrusal öğrenme modelinde dönem ortalamasını temsil eden sabit bir öğrenme oranı elde edilmektedir. Dolayısıyla, doğrusal modeli kullanan çalışmalardan elde edilen bulgular yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Çünkü S şeklindeki öğrenme eğrisi klasik doğrusal öğrenme eğrisine göre zamanla gerçekleşen değişimleri daha iyi yansıtmaktadır. Geleneksel logaitmik-doğrusal öğrenme modeli incelenen tüm yıllar için aynı öğrenme esnekliği değerini üretir. Zaman değişkenli bir spesifikasyona sahip olan dinamik öğrenme modeli ise öğrenme esnekliğinin kümülatif üretim ve kapasite düzeyine bağlı olarak zaman içinde değiştiğini savunur. Yani teknolojik öğrenme düzeyini her yıl için ayrı ayrı ölçmek mümkündür. Yapılan ampirik çalışmalarda teknolojik öğrenme seviyelerinin zamanla değiştiği görülmektedir Karaöz ve Albeni (2005). Dinamik

modelde her yıla ait öğrenme oranlarına ulaşmak mümkündür. Böylece zamanla değişen öğrenme oranlarının izlediği seyre göre ilgili bağımsız değişkenlerin maliyet düşüşlerine etkisi ölçülmektedir. Dolayısıyla bir alt sektördeki Ar-Ge yatırımlarının istenen sonucu sağlayıp sağlamadığı bu modelle kolaylıkla izlenebilmekte ve ilgili çalışmadan elde edilen bulgular, gelecekte hangi sektörlere Ar-Ge teşvikleri verilmesi gerektiği konusunda politikacılara yol gösterebilmektedir.

Karaöz ve Albeni (2005), A.B. Badiru (1992) ve J.G. Carlson (1973)'un geliştirdikleri S şeklindeki öğrenme eğrisini kullanarak, Pramongkit vd. (2002)'nin Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan geliştirdikleri öğrenme eğrisi modelinin kübik fonksiyona dönüşümünü sağlayarak dinamik öğrenme eğrisi modelini geliştirmişlerdir. Bu modeli de ilk kez 2005 yılında yaptıkları ampirik çalışmalarında kullanmışlardır. (Asgari ve Yen 2009: 82; Aduba ve Asgari 2020: 348. Çalışmalarında, Türkiye imalat sanayi alt sektörlerindeki öğrenme oranlarının izlediği seyir elde edilerek sektörlerin “*yaparak*” öğrenme performansları karşılaştırılmış ve gelişme oranlarının grafiklerine göre ilgili sektörler sınıflandırılmıştır. Daha sonra bu modeli kullanarak Çalmaşur vd. (2021) Türkiye ekonomisi, Aduba ve Asgari (2020) ise Japonya ekonomisi imalat sanayi alt sektörlerine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Hizmet sektörlerine yönelik çalışmalarda Asgari ve Yen (2009) Malezya ekonomisi verilerini, Çalmaşur vd. (2020) ise Türkiye ekonomisi verilerini kullanmışlardır.

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisi 20 imalat sanayi alt sektörünün 1990-2021 dönemine ve 21 hizmet alt sektörünün 2003-2021 dönemine ilişkin “*yaparak*” ve “*araştırarak*” öğrenme oranlarını elde etmek amacıyla dinamik öğrenme eğrisi modelinin üç ayrı versiyonu tahmin edilmiştir. Tek faktörlü dinamik öğrenme modelinde kümülatif üretim miktarı, bunun karesi ve küpü alınarak elde edilen bağımsız değişkenler kullanılmıştır. Daha sonra kontrol değişkeni olarak istihdam hacmi modele dahil edilmiştir. İki faktörlü dinamik öğrenme modelinde ise ayrıca reel kümülatif Ar-Ge harcamaları, bunun karesi ve küpü alınarak elde edilen bağımsız değişkenler modele dahil edilmiştir.

Çalışmada ayrıca doğrusal ve dinamik öğrenme eğrisi modellerinin bulguları karşılaştırılmıştır. Örneğin bu çalışmadaki iki faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modelinin tahmin sonuçlarına göre hesaplanan metal harici mineraller alt sektöründeki “*araştırarak*” öğrenme oranları dönemin büyük çoğunluğunda (1996-2015) pozitif değerler almaktadır. Diğer bir ifadeyle, ilgili sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler azalmıştır. Halbu ki ilgili sektörde klasik doğrusal öğrenme modeli uygulandığı durumda bu oran, dönem ortalaması olan -0,163 olarak kaydedilmiştir. Buradan çıkan sonuç, bu sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamaları ikiye katlandığında birim maliyetler %16,3 oranında artmıştır. Benzer şekilde, yine bu çalışmada petrol ürünleri ve kok kömürü alt sektöründe doğrusal model uygulandığında “*yaparak*” öğrenme oranı dönem ortalaması olan -0,073 değerinde hesaplanmaktadır. Başka bir deyişle, bu sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler %7,3 oranında artmıştır. Buna karşın, dinamik öğrenme eğrisi modelinde dönemin çoğunluğunda (1992-2007) bu oran

pozitif değerler almaktadır. Bunun anlamı, ilgili sektörde kümülatif miktar ikiye katlandığında birim maliyetler azalmıştır.

B.Y.S. makine alt sektöründe Karaöz ve Albeni (2005)'nin çalışmalarının bulgularına göre hiçbir dönemde unutma görülmemiş, ancak ilgili diğer üç çalışmada ise son dönemlerde unutmaya rastlanmıştır. Tekstil ürünleri alt sektörüne bakıldığında, bu çalışmanın iki faktörlü dinamik modeli tahmin sonucu ve Çalmaşur vd.(2021)'nin çalışmalarında başlangıç döneminde unutmaya rastlanmıştır. İlgili alt sektörde Karaöz ve Albeni (2005)'nin çalışmalarında hiçbir dönemde unutma görülmemiş, Aduba ve Asgari (2020) 'nin çalışmalarında ise son dönemde unutma baş göstermiştir. Deri ürünleri alt sektöründe ise bu çalışmadaki iki faktörlü dinamik öğrenme modeli bulgularına göre son dönemde “*yaparak*” öğrenmede gerileme gözlenmiş ve bu sonuç Çalmaşur vd.(2021) ve Aduba ve Asgari (2020)'nin bulguları ile uyumlu çıkmıştır. Diğer taraftan, Karaöz ve Albeni (2005)'nin çalışmalarında ilgili sektörün “*yaparak*” öğrenme seviyesinde istikrarlı bir artış gözlenmiştir.

Bu çalışmalarda elde edilen bulguların ortak özelliği, Karaöz ve Albeni (2005)'in bulgusundan büyük oranda farklılaşmasıdır. Bu durumun ortaya çıkması, Karaöz ve Albeni (2005)'in veri setinin elde edildiği dönemin (1980-2000) diğer üç çalışmanın dönemlerinden daha eski olması ve tek faktörlü öğrenme eğrisi modelinde bu veriler kullanılarak elde edilen “*yaparak*” öğrenme oranlarının sapmalı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü imalat sanayi alt sektörlerinde son 30 yıldaki teknolojik dönüşüm baş döndürücü seviyelere ulaşmış, özellikle YET'te kullanılan iki faktörlü dinamik öğrenme eğrisi modelinde “*yaparak*” öğrenmenin yerini “*araştırarak*” öğrenmeye bıraktığı görülmüştür (Kouvaritakis vd, 2000; Kahouli-Brahmi, 2009).

Bu çalışmanın elektrikli makine ve teçhizat alt sektörüne ilişkin tüm model tahminlerinde “*yaparak*” öğrenme katsayıları istatistiksel olarak anlamsız çıkmış, ilgili diğer üç çalışmada ise “*yaparak*” öğrenme seviyesinin sürekli yükseldiği gözlenmiştir. Yüksek teknolojiye sahip olan telekomünikasyon alt sektöründe bu çalışmanın iki faktörlü dinamik öğrenme modeli tahmin sonucuna göre “*yaparak*” öğrenme seviyesinin son dönemde düşüş gösterdiği, ilgili diğer iki çalışmada ise tam tersine yükseldiği gözlenmiştir. Bir diğer yüksek teknoloji sektörleri sınıfındaki bilgisayar-elektronik alt sektörüne bakıldığında, bu çalışmadaki üç modelin de tahmin sonuçlarına göre başlangıç dönemi haricinde unutmada sürekli bir artış kaydedilmiş, Çalmaşur vd. (2021)'nin çalışmalarında tam tersine azalma görülmüş, Karaöz ve Albeni (2005) ve Aduba ve Asgari (2020)'nin çalışmalarında ise hiçbir dönemde unutmaya rastlanmamıştır. Böyle bir sonucun ortaya çıkmasında, bu çalışmada ilgili alt sektörlerde reel kümülatif Ar-Ge harcamalarının modele dahil edilmesinin önemli bir payı olduğu düşünülebilir. Çünkü iki faktörlü dinamik modelin kullanıldığı bu çalışmada, dönemin ortasından itibaren “*yaparak*” öğrenmenin etkisini kaybederek yerini “*araştırarak*” öğrenmeye bıraktığı, tek faktörlü modeli kullanan diğer üç çalışmada ise “*yaparak*” öğrenmenin etkisinin artarak devam ettiği gözlenmiştir.

Hizmet sektörlerine bakıldığında, toptan ticaret alt sektöründe Çalmaşur vd. (2020) ve bu çalışmanın tek faktörlü dinamik modeli tahmin sonucuna göre başlangıç dönemi haricinde “*yaparak*” öğrenme seviyesi sürekli yükselmiş, ancak bu çalışmanın iki faktörlü dinamik öğrenme modeli tahmin sonucuna ve Asgari ve Yen (2009)’e göre son yıllarda sürekli düşüş göstermiştir. Bu çalışmadaki iki model bulgularının farklı çıkmasının nedeni, ilgili alt sektörde reel kümülatif Ar-Ge harcamalarının modele dahil edilmesidir. Benzer şekilde konaklama ve yiyecek sektöründeki diğer iki çalışmaya göre son yıllarda unutmada artış kaydedilmiş, bu çalışmanın iki faktörlü dinamik öğrenme modeli tahmin sonucuna göre ise hiçbir dönemde unutma görülmemiştir. Bu sonuçlar, tek faktörlü ve iki faktörlü modellerden elde edilen bulguların çok farklı çıktıklarını açıkça ortaya koymaktadır.

Çalışmanın bulgularına göre sektörler üç gruba ayrılmıştır. Birinci gruptaki gıda-içecek, petrol ürünleri ve kok kömürü, ağaç ürünleri, motorlu kara taşıtları, basım-yayım, fabrikasyon metal ürünleri, ana metal sanayi, yayıncılık, telekomünikasyon, bilgisayar programlama ve danışmanlık, bilgi hizmet, gayrimenkul, mimarlık-mühendislik faaliyetleri, bilimsel araştırma-geliştirme ve kültür, sanat ve eğlence alt sektörlerinde sadece “*yaparak*” öğrenme etkili olmuştur. İkinci gruptaki kimya, metal harici mineraller, elektrik, gaz ve su üretimi, konaklama ve yiyecek, eğitim ve sağlık alt sektörlerinde dönem başından 2000li yılların başına kadar “*araştırarak*” öğrenme etkili olmuş, ancak daha sonra “*araştırarak*” öğrenmenin etkisini kaybederek yerini yeniden “*yaparak*” öğrenmeye bıraktığı gözlenmiştir. Diğer taraftan üçüncü gruptaki kauçuk-plastik, bilgisayar-elektronik, eczacılık, B.Y.S. makine, elektrikli makine ve teçhizat, tekstil ürünleri, giyim, deri ürünleri, kağıt ürünleri, motorlu kara taşıtlarının ticareti ve onarımı, toptan ticaret, ulaştırma ve depolama, inşaat, idari danışmanlık, reklamcılık ve piyasa araştırmacılığı ve diğer mesleki ve bilimsel faaliyetler alt sektörlerinde “*araştırarak*” öğrenmenin oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Eurostat NACE Rev.2 teknoloji yoğunluklarına göre imalat sanayi sektörleri sınıflandırmasında düşük teknoloji yoğunluğuna sahip tekstil ürünleri, giyim, deri ürünleri, kağıt ürünleri, mobilya ve orta-düşük teknoloji yoğunluğuna sahip kauçuk-plastik, metal harici mineraller, elektrik, gaz ve su üretimi, ulaştırma ve depolama, motorlu kara taşıtlarının ticareti ve onarımı, toptan ticaret, ulaştırma ve depolama ve konaklama ve yiyecek alt sektörlerinde beklentilerin aksine “*araştırarak*” öğrenmenin etkili olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, Ar-Ge harcamalarının birim maliyetleri düşürmesinin beklendiği yüksek teknoloji yoğunluğuna sahip sinema, video ve müzik, telekomünikasyon, bilgisayar programlama ve danışmanlık, bilgi hizmet, mimarlık-mühendislik faaliyetleri, bilimsel araştırma-geliştirme, bilgi hizmetleri, hukuk ve muhasebe ve orta-yüksek teknoloji yoğunluklu motorlu kara taşıtları, yayıncılık hizmetleri ve kültür, sanat ve eğlence alt sektörlerinde “*araştırarak*” öğrenmenin etkisiz kaldığı tespit edilmiştir. Öte yandan, yüksek teknoloji yoğunluğuna sahip bilgisayar-elektronik, eczacılık, idari danışmanlık, reklamcılık ve piyasa araştırmacılığı ve diğer mesleki ve bilimsel faaliyetler, orta-yüksek teknoloji yoğunluklu kimya, B.Y.S. makine, elektrikli makine ve teçhizat, inşaat alt sektörlerinde beklentilere paralel olarak “*araştırarak*” öğrenme oranlarının son yıllarda giderek arttığı

gözlemlenmiştir. İki faktörlü dinamik öğrenme modeli tahmin sonucuna göre hesaplanan “*araştırarak*” öğrenme oranları, sektörler verilen Ar-Ge desteklerinin ne kadar etkili olduklarını ve ayrı ayrı tüm sektörlerin yüksek katma değerli ürün üretmeye olan yatkınlıklarının ölçülmesini sağlamıştır.

Bu çalışmanın bulgularından hareketle, yüksek teknoloji yoğunluğuna sahip sinema, video ve müzik, telekomünikasyon, bilgisayar programlama ve danışmanlık, bilgi hizmet, mimarlık-mühendislik faaliyetleri, bilimsel araştırma-geliştirme, bilgi hizmet, hukuk ve muhasebe ve orta-yüksek teknoloji yoğunluklu motorlu kara taşıtları, yayıncılık hizmetleri ve kültür, sanat ve eğlence alt sektörlerine yapılan Ar-Ge yatırımlarının neden maliyet düşüşü sağlayamadığının dikkatlice araştırılması gerektiği söylenebilir. Ayrıca ikinci gruptaki kimya, metal harici mineraller, elektrik, gaz ve su üretimi, konaklama ve yiyecek, eğitim ve sağlık alt sektörlerinde 2000li yılların başına kadar yüksek olan “*araştırarak*” öğrenme seviyelerindeki son dönemdeki düşüşün sorgulanması gerektiği söylenebilir. Diğer taraftan, yüksek teknolojili bilgisayar-elektronik, eczacılık, idari danışmanlık, reklamcılık ve piyasa araştırmacılığı ve diğer mesleki ve bilimsel faaliyetler, orta-yüksek teknoloji yoğunluklu kimya, B.Y.S. makine, elektrikli makine ve teçhizat, inşaat ve sağlık, orta-düşük teknoloji yoğunluğuna sahip kauçuk-plastik, metal harici mineraller, ulaştırma ve depolama, motorlu kara taşıtlarının ticareti ve onarımı, toptan ticaret ve konaklama ve yiyecek, düşük teknoloji yoğunluğuna sahip tekstil ürünleri, giyim, deri ürünleri ve kağıt ürünleri alt sektörlerinin seçilecek bu sektörler arasında yerlerini almaları beklenebilir.

KAYNAKÇA

- Aduba, Joseph J. ve Asgari, Behrooz (2020), “Productivity and Technological Progress of the Japanese Manufacturing Industries, 2000–2014: Estimation with Data Envelopment Analysis and Log-Linear Learning Model”, **Asia-Pacific Journal of Regional Science**, 2020, 4 (2), 389-389.
- Alchian, Armen (1963), “Reliability of Progress Curves in Airframe Production”, **Econometrica**, 31 (4), 679-695.
- Anzanello, M. J. ve Fogliatto, F. S. (2011), “Learning Curve Models and Applications: Literature Review and Research Directions”, **International Journal of Industrial Ergonomics**, 41, 573-583.
- Argote, Linda ve Eppe, Dennis (1990), “Learning Curves in Manufacturing”, **Science**, 247, 920-924.
- Argote, Linda (1999), **Organizational Learning: Creating, Retaining and Transferring Knowledge**, 2nd Ed., Springer Publishing, Washington, DC.
- Atamtürk, Burak (2007), “Büyüme Teorileri ve IMF Politikaları”, **Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 12 (1), 89 - 103.
- Atkinson, Robert D. (2018) “How ICT can restore Lagging European Productivity Growth”, **Information Technology & Innovation Foundation**, Washington, DC
- Asgari, Behrooz ve Yen, L. W. (2009), “Accumulated Knowledge and Technological Progress in terms of Learning Rates: A Comparative Analysis on the Manufacturing and Service Industry in Malaysia”, **Asian Journal of Technological Innovation**, 17, 71-99.
- Asher, Harold (1956), **Cost-Quantity Relationships in the Airframe Industry**, RAND Corporation, R-291, Santa Monica, California.
- Arrow, Kenneth. J. (1962), “The Economic Implications of Learning by Doing”, **Review of Economic Studies**, 29, 155-173.
- Aydın, Mustafa Kemal ve Aksoy, Özlem (2014), “Öğrenmenin Kısa Dönem Koşulları Altında Maliyetleri Azaltıcı Etkisi Üzerine Bir Değerlendirme”, **Bilgi Dergisi**, 29, 1-15.
- Azizi, Nader, Zolfaghari, Saeed ve Liang, Ming (2010), “Modeling Job Rotation in Manufacturing Systems: The Study of Employee’s Boredom, Skill Variations”, **International Journal of Production Economics** 123 (1), 69-85.
- Berndt, Ernst R. (1990), “Energy Use, Technical Progress And Productivity Growth: A Survey Of

- Economic Issues, **Journal of Productivity Analysis**, 2, 67-83.
- Badiru, Adedeji B. (1992), “Computational Survey of Univariate and Multivariate Learning Curve Models”, **IEEE Transactions on Engineering Management**, 39, 176-188.
- Bailey, Charles D. (2000), “Time and Cost Estimation with Learning Curves: New Software for Small and Service Businesses”, Working Paper, **University of Central Florida**, Orlando.
- Bekmez, Selahattin ve Altunç, Ömer Faruk (2008), “Türkiye’de Kamu ve Özel Kesim İmalat Sanayinin Teknolojik Öğrenme ve Verimlilik Performansının Ölçülmesi”, **Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar**, 517, 73-86.
- Bergesen, Joseph D. ve Suh, Sangwon (2016), “A Framework for Technological Learning in Supply Chain: A Case Study on Cdte Photovoltaics”, **Applied Energy**, 169, 721–728.
- Blancett, Robert. S. (2002), “Learning from Productivity Learning Curves”, **Research- Technology Management**, 43(3), 54-58.
- Bolinger, Mark. ve Wiser, Ryan (2012), “Understanding Wind Turbine Price Trends in the U.S. over the Past Decade“, **Energy Policy**, 42, 628-641.
- Boston Consulting Group (1968), **Perspectives on Experience**, Boston.
- Breusch, Trevor S. (1978), “Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models”, **Australian Economic Papers**, 17: 334–355.
- Breusch, Trevor S. ve Pagan, Adrian R. (1979): “A simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation”. **Econometrica**, 47 (5), 1287-1294.
- Candelise, Chiara, Winskel, Mark ve Gross, Mark (2013), “The Dynamics of Solar PV Costs and Prices as a Challenge for Technology Forecasting”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 26, 96-107.
- Carlson, John Gary H. (1973), “Cubic Learning Curves: Precision Tool for Labor Estimating.”, **Manufacturing, Engineering. and Management**, 67(11), 22–25.
- Chambers, Stuart ve Johnston, Robert (2000) “Experience Curves in Services: Macro and Micro Level Approaches”, **International Journal of Operations and Production Management**, 12(3), 205-2013.
- Chen, Kang Chen, Lo, Chi Chung ve Liao, Yi-Xiang (2008), “Optimal Lot Size with Learning Consideration on an Imperfect Production with Allowable Shortages”. **International Journal of Operations & Production Exconomics**, 113(1), 459-469.
- Çalmaşur, Gürkan, Daştan, Hüseyin ve Karaca, Zeynep (2020a), “Bilgi Yoğun Hizmetler Alt Sektörlerinde Öğrenme Eğrileri”, **Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 13(3), 477-491.

-
- (2020b), "The Learning Curve: An Application in Turkish Manufacturing Industry", **Innovative Issues and Approaches in Social Sciences**, 14(1), 89-105.
- Kayapalı, Yıldırım ve Çalmaşur, Gürkan (2021). "İşgücü Verimliliği ve Öğrenen Örgüt İlişkisi: Otomotiv Sektöründe Bir Araştırma", **İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 8 (2), 299-315.
- Criqui, Patrick, Martin, Jean-Marie, Schrattenholzer, Leo, Kram, Tom, Soete, Luc ve Van Zon, Adriaan (2000), "Energy Technology Dynamics", **International Journal of Global Energy Issues**, 14 (1), 65-103.
- Criqui, Patrick, Mima, Silvana, Menantou, Philip ve Kitous, Alban-Gabriel (2015), "Mitigation Strategies and Energy Technology Learning: An Assessment with The POLES Model", **Technological Forecasting and Social Change**, 90, 119-136.
- Conceçao, Pedro (2003), "Infrastructures, Incentives and Institutions: Fostering Distributed Knowledge Bases for the Learning Society", **Technological Forecasting and Social Change**, 70 (7), 583-617.
- Dar-El, Ezey M. (2000), **Human Learning: From Learning Curves to Learning Organizations**, 1st Ed., Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- Davidovitch, Lior, Parush, Avi ve Shtub, Avy (2008), "Simulation-Based Learning: The Learning-Forgoetting- Relearning Process and Impact of Learning History", **Computers & Education**, 50(3), 866-880.
- De Jong, Jeremy R. (1957), "The Effects of Increasing Skill on Cycle Time and its Consequences for Time Standards", **Ergonomics**, 1,51-60.
- De Wit, Marc, Junginger, Martin, Faaij, André (2013), "Learning in Dedicated Wood Production Systems: Past Trends, Future Outlook and Implications for Bioenergy", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 19, 417-432.
- Dickey, David A. ve Fuller, Wane A. (1979), "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", **Journal of American Statistical Association**, 74 (366a), 427-431.
- Dosi, Giovanni, Grazzi, Marco, Nanditha, Mathew (2017), "The Cost-Quantity Relations and the Diverse Patterns of Learning by Doing: Evidence from India", **Research Policy**, 46, 1873-1886.
- Dutton, John M. ve Thomas, Annie (1984), "Treating Progress Functions as a Managerial Opportunity", **Academy of Management Review**, 9 (2), 215-224.

- Ek, Kristina ve Söderholm, Patrick (2010), “Technology Learning in the Presence of Public R&D: The Case of European Wind Power”, **Ecological Economics**, 69, 2356- 2362.
- Elshurafa, Amro M., Albardi, Shahad R., Bollino ve Carlo Andrea (2018), “Estimating the Learning Curve of Solar PV Balance-of- System for over 20 Countries: Implications and Policy Recommendations”, **Journal of Cleaner Production**, 196, 122-133.
- Franceschini, Frederick ve Galetto, Massimo (2002), “Asymptotic Defectiveness of Manufacturing Plants: An Estimate Based on Process Learning”, **International Journal of Production Research**, 40, 537-545.
- Gan, Peak Yen ve Li, Zi Dong (2015), “Quantitative Study on Long Term Global Solar Photovoltaic Market”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 46, 88-99.
- Globerson, Shlomo (1989), “Determining Learning Curves in Group Technology Settings”, **International Journal of Production Research**, 27, 1653-1664.
- Globerson, Shlomo ve Gold, Dennis (1997), “Statistical Attributes of the Power Learning Curve Model”, **International Journal of Production Research**, 35, 699-711.
- Grosse, Eric H. (2015), ”Production Economics and the Learning Curve: A meta- Analysis”, **International Journal of Production Economics**, 170, 401-412.
- Grubb, Michael, Köhler, Jonathan ve Anderson, Dennis (2002), “Induced Technical Change in Energy and Environmental Modeling: Analytic Approaches and Policy Implications”, **Annual Review of Energy and the Environment**, 27, 271-308.
- Gruber, Henthall (1998) “Learning by Doing and Spillovers: Further Evidence for Semiconductor Industry”, **Review of Industrial Organisation**, 13(6), 697-711.
- Hall, Graham ve Howell Sydney (1985), “The Experience Curve from the Economist's Perspective”, **Strategic Management Journal**, 6 (3), 197-212.
- Hayashi, Daisuke, Huenteler, Joern ve Lewis, Joanna I. (2018), “Gone with the Wind: A Learning Curve Analysis of China's Wind Power Industry”, **Energy Policy**, 120, 38-51.
- Heuberger, Clara F., Rubin, Edward S., Staffella, Iain, Shahb, Nilay ve MacDowell, Niall (2017), “Power Capacity Expansion Planning Considering Endogenous Technology Cost Learning”, **Applied Energy**, 204, 831-845.
- Huenteler, Joern, Niebuhr, Christian ve Schmidt, Tobias S. (2016), “ The Effect of Local and Global Learning on the Cost of Renewable Energy in Developing Countries”, **Journal of Cleaner Production**, 128, 6-21.
- Hirsh, Ira J., Davis, Hallowell, Silverman, S. Richard, Reynolds, Elizabeth G., Eldert, Elizabeth ve Benson, Robert (1952), “Development of Materials for Speech Audiometry”, **Journal of**

Speech and Hearing Disorders, 17 (3), 321-337.

- Hong, Sungjun (2015), “Scenario Analysis for Estimating the Learning Rate of Photovoltaic Power Generation on Learning Curve Theory in South Korea”, **Energy**, 79, 80-89
- Hsieh, I-Yun Lisa, Sam Panb, Menghsuan , Chiangb, Yet-Ming ve Greena, William H. (2019). “Learning only Buys You So Much: Practical Limits on Battery Price Reduction”, **Applied Energy**, 239, 218-224.
- IEA (2000a, 2000b), “Experience Curves for Energy Technology Policy”, **International Energy Agency**, Paris.
- International Labour Office (2019), **World Employment and Social Outlook: Trends 2019**, Global Commission on the Future of Work, Cenevre.
- Jaber, Mohamad ve Guiffrida, Alfred (2004), “Learning Curves for Generating Defects Requiring Reworks”, **European Journal of Production Research**, 159, 663-672.
- Jaber, Mohamad, ve Khan, Mehmood (2010), “Managing Yield by Lot Splitting in a Serial Production Line with Learning, Rework And Scrap”, **International Journal of Production Economics**, 124, 32-39.
- Jamasb, Tooraj (2007), “Technical Change Theory and Learning Curves: Progress in Electricity Generation Technologies”, **The Energy Journal**, 28 (4), 51-79.
- Jamasb, Tooraj ve Kohler, Jonathan (2007), **Learning Curves for Energy Technology: A Critical Assessment**, Working Paper, Pensilvania State University, Pensilvania.
- Junginger, Martin, Faaj, A. P. C. Ve Turkenberg, W. C.(2005), “Global Experience Curves for Wind Farms”, **Energy Policy**, 33 (2), 133-150.
- Jensen, Stine Grenaa (2004), “Quantitative Analysis of Technological Development within Renewable Energy Technologies”, **International Journal of Energy Technology and Policy**, 2 (4), 335-353.
- Kahouli-Brahmi, Sondes (2009), “Testing for the Presence of Some Features of Increasing Returns to Adoption Factors in Energy System Dynamics: An Analysis via the Learning Curve Approach”, **Journal of Ecological Economics**, 65, 1195-1212.
- Karali, Nihan, Park, Won Young ve McNeil, Michael (2017), “Modeling Technological Change and its Impact on Energy Savingsi in the U.S. Iron and Steel Sector”, **Applied Energy**, 202, 447–458.
- Karaöz, Murat ve Albeni, Mesut (2005), “Dynamic technological learning trends in Turkish manufacturing industries”, **Technological Forecasting and Social Change**, 72 (2005), 866-885.
- Kavlak, Göksin, McNerneya, James ve Trancik, Jessika E. (2017), “Evaluating The Causes of Cost

- Reduction in Photovoltaic Modules”, **Energy Policy**, 123, 700-710.
- Klaassen, Ger (2005), “The Impact of R&D on Innovation for Wind Energy in Denmark, Germany and the United Kingdom”, **Ecological Economics**, 54 (2-3), 227-240.
- Kobos, Peter H., Erickson, Jon D. ve Drennen, Thomas E. (2006), “Technological Learning and Renewable Energy Costs: Implications for US Renewable Energy Policy”, **Energy Policy**, 34 (13), 1645-1658.
- Kouvaritakis, Nikolaos, Soria, Antonio ve Isoard, Stephen (2000), “Modelling Energy Technology Dynamics: Methodology for Adaptive Expectations Models with Learning by Doing and Learning by Searching”, **International Journal of Global Energy Issues**, 14, 104-115.
- Kwiatkowski, Denis, Philips, Peter C. B., Schmidt, Peter ve Yongcheol, Shin (1992), “Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root”, **Journal of Econometrics**, 54 (1-3), 159-178.
- La Tour, Arnould, Glachant, Matthieu ve Ménière, Yann (2013), “Predicting the costs of photovoltaic solar modules in 2020 using experience curve models”, **Energy**, 62, 641-348.
- Lemming, Jashua, Morhorst, P. E. ve Clausen, Niels-Erik (2009), “**Offshore Wind Power Experiences, Potential and Key Issues for Deployment**”, Technical Report, U.S. Department of Energy, Washington, DC
- Levy, Ferdinand K. (1965), “Adaptation in the Production Process”, **Management Science**, 11 (6), 136-154.
- Lundvall, Bengt Ake (2009), **The Danish Model and the Globalizing Learning Economy**, ECONSTOR Research Paper, 2009/18.
- Lieberman, Marvine B. (1984), “The Learning Curve and Pricing in the Chemical Processing Industries”, **The RAND Journal of Economics**, 15, 213-228.
- _____(1987), “The Learning Curve, Diffusion, And Competitive Strategy”, **Strategic Management Journal**, 8 (5), 441-452.
- Lundberg, Ervine (1961), "Produktivitet och rdntabilitet: studier i kapitalets betydelse inom svenskt ndringsliv" **Stockholm, Studieförb. Näringsliv o. samhälle: Norstedt (distr.)**.
- Maycock, Paul D. ve Wakefield, George F. (1975), **Business Analysis of Solar Photovoltaic Energy Conversion**, Eleventh IEEE Photovoltaic Specialists Conference, (IEEE, 1975), Scottsdale, Ariz
- McDonald, Alan ve Schrattenholzer, Leo (2001),” Learning Rates For Energy Technologies”, **The Energy Policy**, 29 (4), 255-261.
- Miketa, Asarni ve Schrattenholzer, Leo (2004), “Experiments with a Methodology to Model the

- Role of R&D Expenditures in Energy Technology Learning Processes; First Results”, **Energy Policy**, 32 (15), 1679-1692.
- Müller, Christian, Tomatis, Laura ve Thomas, Laubli (2010). “Muscular Load and Performance Compared Between a Pen and a Computer Mouse as Input Devices”, **International Journal of Industrial Ergonomics**, 40, 607-617.
- Moor, Gordon (1965), "Cramming More Components onto Integrated Circuits," **IEEE Electronics Magazine**, 38, (8), 114-117.
- Muth, Eginhard J. ve Spremann, Klaus (1983), “Learning Effect in Economic Lot Sizing”, **Management Science**, 29, 102-108.
- Nadeau, Marie-Cloud, Kar, Ashish ve Roth, Richard (2010), “A Dynamic Process-Based Cost Modeling Approach to Understand Learning Effects in Manufacturing”, **International Journal of Production Economics**, 128 (1), 223-234.
- Nagy, Bela, Farner, John, Bui, Quan M. ve Transick, Jassica E. (2013) “Statistical Basis for Predicting Technological Progress”, **PLoS ONE**, 8, 526-569.
- Neij, Lena (2008), “Cost Development of Future Technologies for Power Generation—A Study Based on Experience Curves and Complementary Bottom-Up Assessments”, **Energy Policy**, 36 (6), 2200-2211.
- Nembhard, David A. ve Uzumeri, Mustafa (2000), “An Individual-Based Description of Learning within an Organization”, **IEEE Transactions on Engineering Management**, 47, 370-378.
- Nemet, Gregory F. (2009) “Interim Monitoring of Cost Dynamics for Publicly Supported Energy Technologies”, **Energy Policy**, 37, 825-835.
- Ockwell, David G., Haum, Rudiger, Mallette, Alexandra ve Watson, Jim (2010), “Intellectual Property Rights and Low Carbon Technology Transfer: Conflicting Discourses of Diffusion And Development”, **Global Environmental Change**, 20 (4), 729-738.
- Odam, Neil ve De Vries, Frans P. (2020), “Innovation Modelling and Multi-Factor Learning in Wind Energy Technology”, **Energy Economics**, 85, 104594.
- Pavitt, Keith (1984), “Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory”, **Research Policy**, 13 (6), 343-373.
- Papineau, Maya (2006), “An Economic Perspective on Experience Curves and Dynamic Economies in Renewable Energy Technologies”, **Energy Policy**, 34 (4), 422-432.
- Phillips, Peter C.B. ve Perron, Pierre (1988), “Testing for a unit root in time series regression”, **Biometrika** 75 (2), 335–346.

- Pramongkit, Prasopchoke, Shawyun, Teay ve Sirinaovakul, Boongmark (2000), “Analysis of Technological Learning for the Taiwanese Manufacturing Industry”, **Technovation**, 20(4), 189-195.
- Qiu, Yueming ve Anadon, Laura D. (2012), “The Price of Wind Power in China During its Expansion: Technology Adaption, Learning by Doing , Economics of Scale and Manufacturing Localization”, **Energy Economics**, 34 (3), 772-785.
- Rivera-Tinoco, Rodrigo ve Schoots, Koen (2012), “Learning Curves for Solid Oxide Fuel Cells”, **Energy Conversion and Management**, 57, 86-96.
- Romer, Paul M. (1986), “Increasing Returns and Long-Run Growth”, **Journal of Political Economy**, 94 (5), 1002-1037.
- Salameh, Moueen K., Abdulmalak, Mohamed-Asem ve Jaber, Mohamed Y. (1993), “Mathematical Modelling of the Effect of Human Learning in the Finite Production Model”, **Applied Mathematics Modelling**, 17, 613-615.
- Saraswat, Satya P. ve Gorgone, John T. (1990), “Organizational Learning Curve in Software Installation: An Empirical Investigation”, **Information & Management**, 19, 53-59.
- Schaeffer, George J., Seebregts, A.J., Beurskens, L.W.M., De Moor, H.H.C., Alsema, Elisa, (2004), **Learning from the Sun. Analysis of the Use of Experience Curves for Energy Policy Purposes**, Final Report of the Photex Project, International Atomic Energy Agency, New York.
- Schoots, Kevin , Ferioli, F., Kramer, G.J., van der Zwan, B.C.C., (2008), “Learning Curves for Hydrogen Production Technology: An Assessment of Observed Cost Reductions”, **International Journal of Hydrogen Energy**, 33, 2630-2645.
- _____ (2010), ”Technology Learning for Fuel Cells: An Assessment of Past and Potential Cost Reductions”, **Energy Policy**, 38, 2887-2897.
- Senker, Jacqueline (1995), “Tacit Knowledge and Models of Innovation”, **Industrial and Corporate Change**, 4 (2), 425-447.
- Schumpeter, Joseph. A. (1934), “The Theory of Economic Development”, **Harvard University Press**, Cambridge, MA.
- _____ (1942), “Capitalism, Socialism and Democracy”, **Harvard University Press**, Cambridge, MA.
- Shayegh, Soheil, Sanchez, Droitte L., Caldeira, Karen, (2017), “Evaluating Relative Benefits of Different Types of R&D for Clean Energy Technologies”, **Energy Policy**, 107, 532-538.
- Sheshinski, Eytan (1967), “Tests of the Learning by Doing Hypothesis”, **The Review of Economics and Statistics**, 49 (4), 568-578.

- Shittu, Ekundayo, Kamdem, Bruno G., Weigelt, Carmen (2019), “Heterogeneities in Energy Technological Learning: Evidence from the U.S. Electricity Industry”, **Energy Policy**, 132, 1034-1049.
- Söderholm, Patrick ve Klaassen, Ger (2007), “Wind Power in Europe: A Simultaneous Innovation–Diffusion Model”, **Environmental and Resource Economics**, 36, 163–190.
- Söderholm, Patrick ve Sunqvist, Thomas (2007), “Empirical Challenges in the Use of Learning Curves for Assessing the Economic Prospects of Renewable Energy Technologies”, **Renewable Energy**, 32 (15), 2559-2578.
- Smith, Sarah J., Wei, Max, Sohn, Michael D., (2016) , “A Retrospective Analysis of Compact Fluorescent Lamp Experience Curves and their Correlations to Deployment Programs”, **Energy Policy**, 98, 505-512.
- Smunt, Timothy L. (1999), “Log-Linear and Non-Log-Linear Learning Curve Models for Production Research and Cost Estimation”, **International Journal of Production Research**, 37, 3901-3911.
- Stoneman, Paul (1995), ” The Impact of Technology Adoption on Firm Productivity”, **Economics of Innovation and New Technology**, 3, 219-234.
- Strupeit, Lars ve Neij, Lena (2017), “Cost Dynamics in the Deployment of Photovoltaics: Insights from the German Market for Building-Sited Systems”, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 69, 948-960.
- Sturm, Roland (1999), “Cost and Quality Trends under Managed Care: Is There a Learning Curve in Behavioral Health Care?”, **Journal of Health Economics**, 18 (5), 593-604.
- Tang, Tian (2012), “Explaining Technological Change in the US Wind Industry: Energy Policies, Technological Learning and Collaboration”, **Energy Policy**, 120, 192-212.
- Teplitz, Charles. J. (1991), **The Learning Curve Deskbook: A Reference Guide to Theory, Calculations and Applications**, 1st Ed., Quorum Books, New York.
- Trappey, Amy J. C. vd. (2013), “A Hierarchical Cost Learning Model for Developing Wind Energy Infrastructures”, **International Journal of Production Economics**, 146 (2), 386-391.
- _____ (2016), “The Determinants of Photovoltaic System Costs: An Evaluation Using a Hierarchical Learning Curve Model”, **Journal of Cleaner Production**, 112, 1709-1716.
- EUROSTAT Gross Domestic Expenditure on R&D, 2021, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=R%26D_expenditure.
- USPTO Patent Statistics Table, (1963-2020),

https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/us_stat.htm.

- Upstill, Garrett ve Hall, Peter (2018), “Estimating the Learning Rate of a Technology with Multiple Variants: The Case of Carbon Storage”, **Energy Policy**, 121, 498-505.
- Von Hippel, Eric (1994), “Sticky Information and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation”, **Management Science**, 40 (4), 429-439.
- Wahab, Muhammed I. M. ve Jaber, Mustapha Y. (2010), “Economic Order Quantity Model for Items with Imperfect Quality, Different Holding Costs, and Learning Effects: A Note”, **Computers and Industrial Engineering**, 58, 186-190.
- Watanabe, Sumio (1999), “Algebraic Analysis for Non-Regular Learning Machines”, **Advances in Neural Information Processing Systems Conference**, Tokyo
- Waterworth, Christopher. J. 2000. “Relearning The Learning Curve: A Review of The Derivation and Applications of Learning-Curve Theory”, **Project Management Journal**, 31, 24-31.
- Wei, Max vd. (2017), “Experience Curve Development and Cost Reduction Disaggregation for Fuel Cell Markets in Japan and the US” , **Applied Energy**, 191, 346-357.
- Wright, Thomas Peterson (1936), “Factors Affecting the Cost of Airplanes”, **Journal of the Aeronautical Sciences**, 3, 122-128.
- Wu, Xu Dong (2016), “Progress And Prospect of CCS In China: Using Learning Curve to Assess the Cost-Viability of a 2x600mw Retrofitted Oxyfuel Power Plant as a Case Study”, **Renewable and Sustainable Energy Review**, 60, 1274 –1285.
- Xu, Yan vd. (2017), “Learning of Power Technologies in China: Staged Dynamic Two-Factor Modeling and Empirical Evidence”, **Sustainability**, 9, 861-879.
- Yeh, Sonia ve Rubin, Edward S. (2012), “A Review of Uncertainties in Technology Experience Curves”, **Energy Economics**, 34 (3), 762-771.
- Yelle, Louis E. (1980), “Industrial Life Cycles and Learning Curves: Interaction of Marketing and Production”, **Industrial Marketing Management**, 9, 311-318.
- Zangwill, Willard. I. ve Kantor, Paul. B. (1998), “Toward a Theory of Continuous Improvement and the Learning Curve”, **Management Science**, 44, 910-920.



EKLER

Ek 1. İmalat ve Hizmet Alt Sektörleri Tanımlayıcı İstatistikleri

1, Eczacılık	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,000589	0,000074	0,001104	0,000195
Kümülatif Üretim	6805755	248712	19728654	5571854
Ar-Ge Harcamaları	1005467202	4047600	4443458317	1379321416
İstihdam Miktarı	31989	24960	44082	5349
2, Bilgisayar-Elektronik	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0198	0,0073	0,0654	0,0147
Kümülatif Üretim	20892081	362940	64805009	19700635
AR-GE Harcamaları	2990706134	26000000	14834890554	3937833562
İstihdam Miktarı	26121	11092	56901	11593
3, Petrol Ürünleri ve Kok Kömürü	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0011	0,0007	0,0014	0,0002
Kümülatif Üretim	123487948	6384813	245897859	73303395
AR-GE Harcamaları	3843764121	5354841	107345513	28161733
İstihdam Miktarı	7899	6180	10200	1146
4, Metal Harici Mineraller	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0101	0,0005	0,0026	0,0004
Kümülatif Üretim	2487568452	74794020	6990142415	2071523125
AR-GE Harcamaları	3487892530	7083333	862054128	266032458
İstihdam Miktarı	174263	103100	263406	51813
5, Kauçuk-Plastik	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0217	0,0072	0,0661	0,0146
Kümülatif Üretim	105023568	1403634	384012589	114526835
AR-GE Harcamaları	3446756	64685	10852716	3259984
İstihdam Miktarı	138665	76116	249802	55454
6, Motorlu Kara Taşıtları	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,2427	0,1500	0,4730	0,0894
Kümülatif Üretim	6625354	157595	18994053	5675902
AR-GE Harcamaları	42516959	225000	136012548	43284912
İstihdam Miktarı	118112	64057	210419	46188
7, Gıda-İçecek	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0099	0,0061	0,0191	0,0036
Kümülatif Üretim	5390123651	21045549	17702256983	5290112453
AR-GE Harcamaları	389012548	7857100	1110254568	332027458
İstihdam Miktarı	392574	275773	597720	91301

Ek 1. (Devamı)

8, Basım-Yayım	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0181	0,0121	0,0265	0,0039
Kümülatif Üretim	40086369	2825938	83481758	23960173
AR-GE Harcamaları	38932216	5714300	89089685	24398532
İstihdam Miktarı	46088	32438	74106	8868
9, Kimya	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0087	0,0030	0,0227	0,0056
Kümülatif Üretim	157012456	5550483	434021524	126017896
AR-GE Harcamaları	758788356	16666500	2130784235	686229245
İstihdam Miktarı	85811	61342	125823	13557
10, B,Y,S, Makine	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0154	0,0055	0,0388	0,0089
Kümülatif Üretim	170021254	4595745	555022365	158014587
AR-GE Harcamaları	1361823763	13023300	4124339225	12354102
İstihdam Miktarı	172988	112606	282159	46312
11, Fabrikasyon Metal Ürünleri	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0289	0,0231	0,0337	0,0026
Kümülatif Üretim	839422290	4452760	222015632	62933307
AR-GE Harcamaları	402012586	1750000	1690145236	540012586
İstihdam Miktarı	198195	90550	376750	99064
12, Elektrikli Makine ve Teçhizat	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0176	0,0009	0,1777	0,0333
Kümülatif Üretim	202012541	667666	673010879	200125874
AR-GE Harcamaları	792012586	6293103	3480256245	1040102658
İstihdam Miktarı	126487	90634	203683	31192
13, Tekstil Ürünleri	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0519	0,0371	0,0862	0,0127
Kümülatif Üretim	122012565	6325884	266021524	77464897
AR-GE Harcamaları	268012568	7572138	899013461	270125698
İstihdam Miktarı	412648	302845	541992	50467
14, Giyim	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,1058	0,0831	0,1281	0,0122
Kümülatif Üretim	54520969	3325354	117012568	33763550
AR-GE Harcamaları	120012568	4425689	370012546	97544808
İstihdam Miktarı	391095	256264	651306	109042

Ek 1. (Devamı)

15, Deri Ürünleri	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,1036	0,068	0,1841	0,0303
Kümülatif Üretim	8445752	479128	18814369	5303093
AR-GE Harcamaları	15313834	163934	3809422	13362195
İstihdam Miktarı	57691	34204	88393	13161
16, Kağıt Ürünleri	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0076	0,0041	0,0147	0,0025
Kümülatif Üretim	89434865	3859245	243012568	65668615
AR-GE Harcamaları	32809548	263158	151012568	38462225
İstihdam Miktarı	50079	28675	89088	15824
17, Ana Metal Sanayi	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0018	0,0012	0,0935	0,0006
Kümülatif Üretim	870012563	35529325	2040105214	618012589
AR-GE Harcamaları	391010256	85428758	757012569	190021548
İstihdam Miktarı	108347	65300	171642	29375
18, Ağaç ürünleri	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,1141	0,0029	0,3051	0,0789
Kümülatif Üretim	6588483	210437	21407319	5840959
AR-GE Harcamaları	13071589	357143	41685268	12264364
İstihdam Miktarı	48992	25328	73935	13727
19, Mobilya	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0021	0,0008	0,0037	0,0009
Kümülatif Üretim	887012568	28584094	2690102546	769019258
AR-GE Harcamaları	49224793	1325462	197010259	54615148
İstihdam Miktarı	131315	75959	194719	34191
20, Elektrik, Gaz ve Su Üretimi	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0322	0,0138	0,0888	0,0171
Kümülatif Üretim	56485140	1404796	172012549	49466223
AR-GE Harcamaları	165015693	12857143	369012697	96289985
İstihdam Miktarı	129233	84170	215058	40436
21, Motorlu Taşıtların Ticareti ve Onarımı	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0195	0,0157	0,0257	0,0026
Kümülatif Üretim	115012568	11909879	232012598	65043152
AR-GE Harcamaları	6407135	19402	17417423	6503715
İstihdam Miktarı	233694	148905	294624	41562

Ek 1. (Devamı)

22, Toptan Ticaret	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0148	0,0125	0,0171	0,0016
Kümülatif Üretim	505012548	31943306	1140125648	340022598
AR-GE Harcamaları	488015623	3464755	1520225648	484016589
İstihdam Miktarı	868811	453871	1218255	218385
23, Perakende Ticaret	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0314	0,0232	0,0352	0,0035
Kümülatif Üretim	162010564	1490736	543025698	163032597
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	1113356	463836	1607287	342479
24, Ulaştırma ve Depolama	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0092	0,0067	0,0113	0,0014
Kümülatif Üretim	634012532	37501533	1400235214	424011239
AR-GE Harcamaları	81850523	2415897	306015698	91737501
İstihdam Miktarı	689933	268792	1066741	233752
25, Konaklama ve Yiyecek	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0277	0,0248	0,0321	0,0019
Kümülatif Üretim	194012568	9858477	472012563	146027458
AR-GE Harcamaları	2903685	47001	7782575	2460956
İstihdam Miktarı	677829	266646	1027595	271653
26, Yayımcılık	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0093	0,0068	0,0133	0,0018
Kümülatif Üretim	16954771	585205	38148943	12108703
AR-GE Harcamaları	80474513	1524685	198012548	67789008
İstihdam Miktarı	18808	4983	25193	6582
27, Sinema, Video ve Müzik	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0068	0,0031	0,0115	0,0022
Kümülatif Üretim	17228312	1717456	34388789	10431105
AR-GE Harcamaları	6812264	98125	31009287	7941695
İstihdam Miktarı	12463	5177	18373	4762

Ek 1. (Devamı)

28, Telekomünikasyon	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
29, Bilgisayar Programlama ve Danışmanlık	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
30, Bilgi Hizmetleri	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
31, Hukuk ve Muhasebe	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
32, Gayrimenkul Hizmetleri	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
33, İnşaat	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
34, İdari Danışmanlık	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48

Ek 1. (Devamı)

35, Reklamcılık ve Piyasa Araştırması	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
36, Mimarlık-Müh,	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
37, Bilimsel Ar-Ge	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
38, Diğer Mesleki Faaliyetler	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
39, Eğitim	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
40, Sağlık	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48
41, Kültür, Sanat ve Eğlence	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart Sapma
Birim Maliyet	0,0267	0,0089	0,0958	0,0208
Kümülatif Üretim	11725635	2285109	34942563	10145268
AR-GE Harcamaları	16501569	1331295	72458625	21525012
İstihdam Miktarı	88679	60126	142529	21600,48

Ek 2. Birim Kök Testleri (ADF, PP, KPSS) Sonuçları

No	Test	$\ln C_t$	$\ln Q_t$	$(\ln Q_t)^2$	$(\ln Q_t)^3$	$\ln RD_t$	$(\ln RD_t)^2$	$(\ln RD_t)^3$	$\ln L_t$
1	ADF	-3,58**	-5,11***	-3,24*	-3,86**	-4,12***	-1,38	-2,91	-2,23
	PP	-3,52**	-5,12**	-4,60***	-4,03***	-3,33**	-1,65	-1,48	-1,58
	KPSS	0,11*	0,18***	0,17***	0,17***	0,17***	0,09*	0,15***	0,25*
2	ADF	-2,65*	-5,75***	-4,52***	-3,31**	-4,03**	-5,83***	-5,37**	-4,34**
	PP	-5,27***	-5,38***	-4,96***	-4,44***	-2,88**	-4,55***	-2,86	-4,35**
	KPSS	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,13**	0,14**	0,14**	0,17**
3	ADF	-1,78	-4,52***	-4,52***	-3,34**	2,25	2,43	2,59	-1,32
	PP	-1,85	-8,63***	-8,55***	-8,49***	-3,42**	-3,06	-2,71	-1,14
	KPSS	0,19*	0,20***	0,20***	0,20***	0,16***	0,11*	0,09*	0,19**
4	ADF	-3,43**	-4,47***	-3,68***	-2,89**	-4,29***	-3,56**	-10,66***	-10,76
	PP	-4,98***	-5,36***	-5,02***	-4,67***	-9,20***	-9,04***	-8,83***	-2,89
	KPSS	0,19***	0,18***	0,18***	0,17***	0,19***	0,19***	0,19***	0,16**
5	ADF	-1,78	-4,52***	-4,52***	-3,3**	-0,72	-0,72	-0,72	-0,45
	PP	-1,85	-8,63***	-8,55***	-8,49***	-3,42**	-3,06	-2,71	-0,72
	KPSS	0,09**	0,18***	0,16***	0,13**	0,20***	0,20***	0,20***	0,16**
6	ADF	-4,01**	-4,91***	-4,17***	-4,25***	-5,34***	-4,71***	-3,97***	-2,68
	PP	-4,08**	-5,30***	-4,82***	-4,31***	-4,33***	-3,51**	-2,79*	-2,52
	KPSS	0,14**	0,18***	0,18***	0,19**	0,19***	0,19***	0,18***	0,14**
7	ADF	-3,14**	-10,26***	-9,10***	-7,83***	-2,89**	-2,74*	-6,40***	-2,14
	PP	-2,23	-8,18***	-7,73***	-7,28***	-5,26***	-4,92***	-4,55***	-1,56
	KPSS	0,19***	0,18***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,18**
8	ADF	-4,73***	-9,77***	-9,45***	-9,13***	-3,42*	-3,40*	-3,27*	-3,16**
	PP	-4,767***	-6,32***	-6,08***	-5,84***	-4,61***	-4,28***	-3,97**	-3,16**
	KPSS	0,09*	0,18***	0,18***	0,18***	0,07*	0,07*	0,08*	0,15*
9	ADF	-3,93***	5,40***	-4,50***	-3,57***	-7,29***	-3,45***	-2,90**	-2,32
	PP	-2,63*	-5,97***	-5,61***	-5,21***	-5,45***	-5,00***	-4,47***	-2,45
	KPSS	0,15***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,21**	0,25*
10	ADF	-4,11**	-3,66**	-3,98***	-3,64**	-10,83***	-10,14***	9,30***	-3,14
	PP	-3,98**	-4,49***	-3,98***	-3,42**	-7,14***	-6,72***	-6,26***	-3,12
	KPSS	0,06*	0,17***	0,16***	0,16***	0,19***	0,19***	0,19***	0,18**
11	ADF	-3,02**	-4,52***	-4,11***	-3,54**	-2,54	-1,77	-2,52	-2,42
	PP	-5,27***	-4,80***	-4,42***	-4,02***	-3,30**	-3,74**	-2,73	-2,63
	KPSS	0,08*	0,17***	0,16***	0,16***	0,13**	0,08*	0,08*	0,15**
12	ADF	-3,16**	-8,77***	-7,35***	-3,57**	-2,10	-1,70	-1,97	-1,79
	PP	-3,52**	-7,63***	-7,37***	-7,04***	-4,02**	-3,19	-2,38	-1,82
	KPSS	0,18***	0,19***	0,19***	0,19***	0,10*	0,08*	0,09*	0,18**

Not : ***, **, *, serilerin I (0) seviyelerinde sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde durağan olduklarını göstermektedir.

Ek 2. (Devamı)

No	Test	$\ln C_t$	$\ln Q_t$	$(\ln Q_t)^2$	$(\ln Q_t)^3$	$\ln RD_t$	$(\ln RD_t)^2$	$(\ln RD_t)^3$	$\ln L_t$
13	ADF	-2,28	-6,74***	-5,95***	-5,18**	-3,65**	-3,33**	-2,83*	-2,15
	PP	-2,87	-8,30***	-8,11***	-7,94***	-3,53***	-2,99**	-3,88**	-2,31
	KPSS	0,16***	0,19***	0,19***	0,19***	0,18***	0,17***	0,16***	0,18**
14	ADF	-1,48	-7,43***	-6,81***	-6,20***	-2,64	-1,59	-1,48	-3,54**
	PP	-2,41	-7,43***	-7,24***	-7,04***	-4,51***	-3,97***	-3,41**	-3,42*
	KPSS	0,10*	0,19***	0,19***	0,19***	0,17***	0,16***	0,16***	0,20**
15	ADF	-2,24	-3,43**	-3,69**	-3,21*	-3,32**	-2,69*	-2,39	-1,79
	PP	-2,85	-6,29***	-5,92***	-5,53***	-6,36**	-6,13***	-3,48**	-1,97
	KPSS	0,09**	0,18***	0,18***	0,18***	0,19***	0,19***	0,19***	0,17*
16	ADF	-1,24	-1,85	-0,89	-0,22	-2,38	-2,18	-0,97	-1,46
	PP	-1,24	-5,41***	-4,92***	-4,42***	-3,32**	-2,57	-1,62	-1,46
	KPSS	0,10*	0,17***	0,17***	0,17***	0,15**	0,14*	0,13*	0,19**
17	ADF	-2,75*	-16,24***	-5,67***	-5,07***	-4,99***	-5,08***	-5,17***	-2,12
	PP	-2,67*	-7,43***	-7,24***	-7,05***	-4,03***	-3,85***	-3,63**	-2,91
	KPSS	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,17***	0,17***	0,17***	0,18**
18	ADF	-2,19	-21,52***	-20,56***	-2,28	-3,42*	-13,96***	-13,55***	-2,08
	PP	-2,08	-16,93***	-17,85***	-14,04***	-4,61***	-9,35***	-9,49***	-10,10
	KPSS	0,13**	0,18***	0,18***	0,18***	0,17***	0,18***	0,19***	0,17**
19	ADF	-3,49*	-14,80***	-3,27*	-3,57***	-3,27*	-3,86**	-3,53**	-6,22**
	PP	-2,72	-12,23***	-11,77***	-10,79***	-5,45***	-4,37***	-2,97	-3,47*
	KPSS	0,09*	0,18***	0,18***	0,17***	0,19***	0,07*	0,11*	0,04*
20	ADF	-3,13	-2,76	-2,72	-2,63	-1,98	-1,93	-1,89	-2,79
	PP	-3,13	-13,65***	-14,04***	-13,41***	-9,96***	-8,72***	-7,34***	-2,81
	KPSS	0,14**	0,19***	0,18***	0,18***	0,14**	0,14**	0,14**	0,15**
21	ADF	-3,14**	-10,26***	-9,10***	-7,83***	-2,89**	-2,74*	-6,40***	-2,14
	PP	-2,23	-8,18***	-7,73***	-7,28***	-5,26***	-4,92***	-4,55***	-1,56
	KPSS	0,19***	0,18***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,18**
22	ADF	-4,73***	-9,77***	-9,45***	-9,13***	-3,42*	-3,40*	-3,27*	-3,16**
	PP	-4,767***	-6,32***	-6,08***	-5,84***	-4,61***	-4,28***	-3,97**	-3,16**
	KPSS	0,09*	0,18***	0,18***	0,18***	0,07*	0,07*	0,08*	0,15*
23	ADF	-2,12	-7,50***	-6,56***	-5,94***	-4,23**	-3,69**	-8,94***	-2,69*
	PP	-4,24***	-15,64***	-7,32***	-14,83***	-4,23**	-4,15**	-3,41*	-7,16**
	KPSS	0,19***	0,18***	0,18***	0,19***	0,17***	0,17***	0,17***	0,19**
24	ADF	-3,93***	5,40***	-4,50***	-3,57***	-7,29***	-3,45***	-2,90**	-2,32
	PP	-2,63*	-5,97***	-5,61***	-5,21***	-5,45***	-5,00***	-4,47***	-2,45
	KPSS	0,15***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,21**	0,25*

Not : ***, **, *, serilerin I (0) seviyelerinde sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde durağan olduklarını göstermektedir.

Ek 2. (Devamı)

No	Test	$\ln C_t$	$\ln Q_t$	$(\ln Q_t)^2$	$(\ln Q_t)^3$	$\ln RD_t$	$(\ln RD_t)^2$	$(\ln RD_t)^3$	$\ln L_t$
25	ADF	-4,11**	-3,66**	-3,98***	-3,64**	-10,83***	-10,14***	9,30***	-3,14
	PP	-3,98**	-4,49***	-4,48***	-3,98***	-7,14***	-6,72***	-6,26***	-3,12
	KPSS	0,06*	0,17***	0,16***	0,16***	0,19***	0,19***	0,19***	0,18**
26	ADF	-2,77*	-7,54***	-6,26***	-4,98***	-5,51***	-4,21**	-7,87***	-3,61**
	PP	-2,21	-16,13***	-15,68***	-15,07***	-5,51***	-4,21**	-8,76***	-4,81**
	KPSS	0,14**	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,19***	0,18**
27	ADF	-3,17	-1,75	-1,66	-1,76	-3,79**	-2,31	-1,86	-1,85
	PP	-3,00	-15,71***	-13,97***	-12,22***	-3,76**	-2,81	-2,09	-4,14**
	KPSS	0,14**	0,18**	0,18***	0,18***	0,15***	0,17***	0,15***	0,17***
28	ADF	-4,87***	-10,34***	-9,38***	-8,51***	-7,49***	-6,95**	-6,36***	-5,91**
	PP	-4,94***	-13,83***	-13,49***	-13,17***	-6,24***	-5,78***	-5,27***	-2,28
	KPSS	0,14**	0,18***	0,18***	0,18***	0,19***	0,19***	0,19***	0,13**
29	ADF	-2,58	-4,03***	-7,22***	-6,52***	-18,53***	-14,38***	-10,73***	-3,28
	PP	-2,51	-14,15***	-14,41***	-15,26***	-23,03***	-13,81***	-9,54***	-3,42*
	KPSS	0,10*	0,18***	0,18***	0,18***	0,18***	0,18***	0,18***	0,14**
30	ADF	-2,09	-1,99	-1,69	-1,53	-1,13	-0,96	-0,86	-2,53
	PP	-2,09	-14,98***	-11,29***	-8,27***	-8,87***	-6,79***	-5,25***	-2,49
	KPSS	0,09*	0,17***	0,17***	0,16***	0,13**	0,12**	0,11*	0,11*
31	ADF	-2,71	-7,48***	-7,02***	-6,61***	-9,34***	-6,01***	-3,59**	-3,71**
	PP	-2,71	-22,12***	-16,49***	-11,80***	-28,87***	-9,33***	-4,24**	-9,10**
	KPSS	0,08*	0,18***	0,18***	0,18***	0,19***	0,17***	0,17***	0,18***
32	ADF	-4,96***	8,31***	-6,99***	-5,64***	-6,91***	-6,93***	-6,12***	-2,40
	PP	-5,32***	-6,98***	-5,97***	-5,15***	-8,05***	-6,67***	-5,71***	-2,74*
	KPSS	0,09*	0,19***	0,19***	0,19***	0,16***	0,16***	0,16***	0,18**
33	ADF	-1,51	-3,38**	-3,25**	-3,25**	-25,71***	-21,97***	18,20***	-3,85**
	PP	-12,51***	-11,29***	-10,22***	-7,56***	-12,73***	-11,03***	-9,46***	-3,72**
	KPSS	0,15**	0,19***	0,19***	0,19***	0,16***	0,16***	0,16***	0,18**
34	ADF	-1,99	-37,32***	-31,72***	-25,44**	-3,52*	-4,09**	-3,02	-4,22**
	PP	-1,73	-96,85***	-38,47***	-22,09***	-5,85***	-3,65**	-2,10	-9,89**
	KPSS	0,15***	0,18***	0,18***	0,18***	0,10*	0,06*	0,12**	0,16**
35	ADF	-2,65	-4,09**	-3,63*	-4,35***	-1,67	-1,61	-1,69	-2,36
	PP	-2,05	-10,75***	-10,17***	-5,71***	-11,22***	-9,51***	-7,92***	-4,04**
	KPSS	0,18***	0,18***	0,18***	0,18***	0,18***	0,18***	0,18***	0,20**
36	ADF	-2,89*	-2,71	-2,74*	-3,11**	-8,71***	7,59***	-6,54***	-2,05
	PP	-2,95*	-11,02***	-8,09***	-5,05***	-6,98***	-6,15***	-5,36***	-3,53**
	KPSS	0,14**	0,19***	0,17***	0,17***	0,19***	0,19***	0,19***	0,18**

Not : ***, **, *, serilerin I (0) seviyelerinde sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde durağan olduklarını göstermektedir.

Ek 2. (Devamı)

No	Test	$\ln C_t$	$\ln Q_t$	$(\ln Q_t)^2$	$(\ln Q_t)^3$	$\ln RD_t$	$(\ln RD_t)^2$	$(\ln RD_t)^3$	$\ln L_t$
37	ADF	-1,58	-21,35***	-2,95	-2,51	-5,24***	-4,11***	-3,24	-3,04**
	PP	-1,82	-9,46***	-7,16***	-3,62***	-5,24***	-4,11***	-3,24	-2,35
	KPSS	0,13**	0,17***	0,17***	0,17***	0,17***	0,17***	0,18***	0,15**
38	ADF	-1,43	-4,74***	-4,79***	-4,98***	-4,31**	-4,09**	-3,911**	-4,23**
	PP	-3,24**	-12,89***	-9,40***	-7,41***	-11,87**	-9,67***	-6,48***	-2,35
	KPSS	0,09*	0,17***	0,17***	0,16***	0,17***	0,17***	0,17***	0,08*
39	ADF	-2,98*	-6,45***	-6,20***	-5,81***	-2,49	-1,80	-2,74	-2,38
	PP	-1,80	-13,56***	-6,44***	-11,65***	-3,21**	-2,05	-1,62	-2,94*
	KPSS	0,10*	0,18***	0,18***	0,18***	0,17***	0,10*	0,13*	0,17**
40	ADF	-5,69***	-15,82***	-14,73***	-12,62***	-6,52***	-4,89***	-3,04**	-7,04**
	PP	-5,61***	-12,39***	-11,61***	-10,74***	-6,52***	-4,92***	-3,21***	-7,04**
	KPSS	0,08*	0,19***	0,19***	0,19***	0,20***	0,20***	0,18***	0,17**
41	ADF	-3,36**	-7,05***	-6,78***	-6,51***	-20,90***	-16,07***	-11,92***	-2,08
	PP	-3,36**	-6,80***	-6,37***	-5,39***	-23,11***	-16,25***	-11,92***	-2,12
	KPSS	0,17***	0,19***	0,19***	0,19***	0,18***	0,18***	0,18***	0,09*

Not : ***, **, *, serilerin I (0) seviyelerinde sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde durağan olduklarını göstermektedir.

Ek 3. Gıda-İçecek Alt Sektörü Model 2 ve Tekstil Ürünleri Alt Sektörü Model 3
EKK Tahmin Sonuçları

Model 2

Model 3

	-a	d	LR	-a	d	LR	-b	d _r	RR
1990	-0,088	0,941	0,059	0,995	1,993	-0,993	-1,055	0,481	0,519
1991	-0,080	0,946	0,054	0,311	1,240	-0,240	-0,380	0,769	0,231
1992	-0,107	0,929	0,071	-0,045	0,970	0,030	-0,228	0,854	0,146
1993	-0,140	0,907	0,093	-0,262	0,834	0,166	-0,095	0,936	0,064
1994	-0,174	0,886	0,114	-0,408	0,754	0,246	-0,020	0,986	0,014
1995	-0,207	0,866	0,134	-0,524	0,695	0,305	0,048	1,034	-0,034
1996	-0,241	0,846	0,154	-0,617	0,652	0,348	0,131	1,095	-0,095
1997	-0,276	0,826	0,174	-0,691	0,619	0,381	0,290	1,223	-0,223
1998	-0,308	0,808	0,192	-0,744	0,597	0,403	0,374	1,296	-0,296
1999	-0,339	0,791	0,209	-0,782	0,582	0,418	0,430	1,347	-0,347
2000	-0,369	0,774	0,226	-0,815	0,569	0,431	0,462	1,378	-0,378
2001	-0,397	0,759	0,241	-0,840	0,559	0,441	0,468	1,383	-0,383
2002	-0,424	0,745	0,255	-0,862	0,550	0,450	0,470	1,386	-0,386
2003	-0,452	0,731	0,269	-0,879	0,544	0,456	0,471	1,386	-0,386
2004	-0,481	0,716	0,284	-0,894	0,538	0,462	0,470	1,385	-0,385
2005	-0,511	0,702	0,298	-0,904	0,535	0,465	0,462	1,378	-0,378
2006	-0,539	0,688	0,312	-0,911	0,532	0,468	0,445	1,361	-0,361
2007	-0,566	0,675	0,325	-0,917	0,530	0,470	0,416	1,334	-0,334
2008	-0,594	0,662	0,338	-0,920	0,528	0,472	0,378	1,300	-0,300
2009	-0,621	0,650	0,350	-0,922	0,528	0,472	0,330	1,257	-0,257
2010	-0,649	0,638	0,362	-0,924	0,527	0,473	0,284	1,218	-0,218
2011	-0,680	0,624	0,376	-0,924	0,527	0,473	0,225	1,169	-0,169
2012	-0,710	0,611	0,389	-0,924	0,527	0,473	0,158	1,116	-0,116
2013	-0,741	0,598	0,402	-0,922	0,528	0,472	0,104	1,074	-0,074
2014	-0,772	0,585	0,415	-0,919	0,529	0,471	0,039	1,027	-0,027
2015	-0,804	0,573	0,427	-0,915	0,530	0,470	-0,033	0,978	0,022
2016	-0,834	0,561	0,439	-0,911	0,532	0,468	-0,106	0,929	0,071
2017	-0,865	0,549	0,451	-0,904	0,534	0,466	-0,168	0,890	0,110
2018	-0,895	0,538	0,462	-0,897	0,537	0,463	-0,247	0,842	0,158
2019	-0,926	0,526	0,474	-0,888	0,540	0,460	-0,338	0,791	0,209
2020	-0,959	0,514	0,486	-0,879	0,544	0,456	-0,406	0,755	0,245
2021	-0,997	0,501	0,499	-0,864	0,550	0,450	-0,464	0,725	0,275

Ek 4. Giyim Alt Sektörü Model 3 ve Deri Ürünleri Alt Sektörü Model 3

EKK Tahmin Sonuçları

Model 3

Model 3

	-a	d	LR	-b	d _r	RR	-a	d	LR	-b	d _r	RR
1990	-0,866	0,549	0,451	0,301	1,232	-0,232	0,457	1,373	-0,373	-0,307	0,808	0,192
1991	-0,505	0,705	0,295	-0,079	0,946	0,054	0,098	1,070	-0,070	-0,061	0,959	0,041
1992	-0,342	0,789	0,211	-0,263	0,833	0,167	-0,056	0,962	0,038	0,034	1,024	-0,024
1993	-0,239	0,847	0,153	-0,391	0,762	0,238	-0,135	0,911	0,089	0,084	1,060	-0,060
1994	-0,174	0,886	0,114	-0,485	0,715	0,285	-0,175	0,886	0,114	0,114	1,082	-0,082
1995	-0,109	0,927	0,073	-0,541	0,687	0,313	-0,200	0,871	0,129	0,133	1,097	-0,097
1996	-0,058	0,960	0,040	-0,600	0,660	0,340	-0,215	0,861	0,139	0,145	1,106	-0,106
1997	-0,018	0,988	0,012	-0,644	0,640	0,360	-0,222	0,857	0,143	0,152	1,111	-0,111
1998	0,017	1,012	-0,012	-0,694	0,618	0,382	-0,223	0,857	0,143	0,154	1,112	-0,112
1999	0,043	1,030	-0,030	-0,727	0,604	0,396	-0,221	0,858	0,142	0,152	1,111	-0,111
2000	0,066	1,047	-0,047	-0,753	0,593	0,407	-0,216	0,861	0,139	0,149	1,109	-0,109
2001	0,085	1,061	-0,061	-0,771	0,586	0,414	-0,210	0,864	0,136	0,144	1,105	-0,105
2002	0,101	1,073	-0,073	-0,784	0,581	0,419	-0,203	0,869	0,131	0,140	1,102	-0,102
2003	0,115	1,083	-0,083	-0,794	0,577	0,423	-0,195	0,874	0,126	0,135	1,098	-0,098
2004	0,128	1,092	-0,092	-0,809	0,571	0,429	-0,184	0,880	0,120	0,128	1,092	-0,092
2005	0,137	1,099	-0,099	-0,822	0,565	0,435	-0,176	0,885	0,115	0,118	1,085	-0,085
2006	0,145	1,106	-0,106	-0,836	0,560	0,440	-0,165	0,892	0,108	0,100	1,072	-0,072
2007	0,152	1,111	-0,111	-0,847	0,556	0,444	-0,154	0,899	0,101	0,070	1,049	-0,049
2008	0,158	1,115	-0,115	-0,860	0,551	0,449	-0,144	0,905	0,095	0,033	1,023	-0,023
2009	0,163	1,119	-0,119	-0,871	0,547	0,453	-0,135	0,910	0,090	0,025	1,018	-0,018
2010	0,167	1,123	-0,123	-0,879	0,544	0,456	-0,123	0,918	0,082	0,016	1,011	-0,011
2011	0,172	1,126	-0,126	-0,887	0,541	0,459	-0,113	0,925	0,075	0,004	1,003	-0,003
2012	0,176	1,129	-0,129	-0,894	0,538	0,462	-0,094	0,937	0,063	-0,009	0,994	0,006
2013	0,179	1,132	-0,132	-0,900	0,536	0,464	-0,074	0,950	0,050	-0,024	0,983	0,017
2014	0,182	1,134	-0,135	-0,906	0,534	0,466	-0,052	0,965	0,035	-0,046	0,969	0,031
2015	0,185	1,137	-0,137	-0,910	0,532	0,468	-0,030	0,979	0,021	-0,060	0,960	0,040
2016	0,187	1,138	-0,138	-0,915	0,530	0,470	-0,010	0,993	0,007	-0,072	0,952	0,048
2017	0,189	1,140	-0,140	-0,920	0,529	0,471	0,012	1,008	-0,008	-0,082	0,945	0,055
2018	0,190	1,140	-0,140	-0,924	0,527	0,473	0,030	1,021	-0,021	-0,090	0,939	0,061
2019	0,190	1,141	-0,141	-0,925	0,527	0,473	0,050	1,035	-0,035	-0,095	0,936	0,064
2020	0,190	1,141	-0,141	-0,924	0,527	0,473	0,068	1,048	-0,048	-0,099	0,934	0,066
2021	0,190	1,141	-0,141	-0,922	0,528	0,472	0,089	1,064	-0,064	-0,103	0,931	0,069

Ek 5. Ağaç Ürünleri Alt Sektörü Model 2 ve Kağıt Ürünleri Alt Sektörü

Model 2 ve 3 EKK Tahmin Sonuçları

	Model 2			Model 2			Model 3		
	-a	d	LR	-a	d	LR	-b	d _r	RR
1990	-0,354	0,783	0,217	-0,242	0,846	0,154	-0,555	0,681	0,319
1991	-0,638	0,643	0,357	0,169	1,124	-0,124	-0,274	0,827	0,173
1992	-0,773	0,585	0,415	0,332	1,259	-0,259	-0,148	0,902	0,098
1993	-0,854	0,553	0,447	0,385	1,306	-0,306	-0,038	0,974	0,026
1994	-0,905	0,534	0,466	0,390	1,310	-0,310	0,019	1,013	-0,013
1995	-0,947	0,519	0,481	0,369	1,291	-0,291	0,055	1,039	-0,039
1996	-0,975	0,509	0,491	0,336	1,262	-0,262	0,145	1,106	-0,106
1997	-1,005	0,498	0,502	0,291	1,224	-0,224	0,140	1,102	-0,102
1998	-1,025	0,492	0,508	0,243	1,183	-0,183	0,126	1,091	-0,091
1999	-1,039	0,487	0,513	0,195	1,144	-0,144	0,112	1,081	-0,081
2000	-1,051	0,483	0,517	0,150	1,109	-0,109	0,095	1,068	-0,068
2001	-1,058	0,480	0,520	0,107	1,077	-0,077	0,083	1,059	-0,059
2002	-1,064	0,478	0,522	0,055	1,039	-0,039	0,074	1,053	-0,053
2003	-1,067	0,477	0,523	-0,001	0,999	0,001	0,065	1,046	-0,046
2004	-1,069	0,477	0,523	-0,058	0,960	0,040	0,056	1,040	-0,040
2005	-1,069	0,477	0,523	-0,116	0,923	0,077	0,046	1,032	-0,032
2006	-1,068	0,477	0,523	-0,171	0,888	0,112	0,037	1,026	-0,026
2007	-1,063	0,479	0,521	-0,227	0,854	0,146	0,027	1,019	-0,019
2008	-1,058	0,480	0,520	-0,280	0,823	0,177	0,016	1,011	-0,011
2009	-1,052	0,482	0,518	-0,332	0,794	0,206	-0,010	0,993	0,007
2010	-1,044	0,485	0,515	-0,390	0,763	0,237	-0,033	0,978	0,022
2011	-1,034	0,488	0,512	-0,451	0,731	0,269	-0,053	0,964	0,036
2012	-1,024	0,492	0,508	-0,514	0,700	0,300	-0,078	0,947	0,053
2013	-1,012	0,496	0,504	-0,579	0,670	0,330	-0,099	0,934	0,066
2014	-0,999	0,500	0,500	-0,652	0,636	0,364	-0,119	0,921	0,079
2015	-0,986	0,505	0,495	-0,733	0,602	0,398	-0,142	0,906	0,094
2016	-0,972	0,510	0,490	-0,812	0,570	0,430	-0,225	0,856	0,144
2017	-0,959	0,515	0,485	-0,891	0,539	0,461	-0,309	0,807	0,193
2018	-0,944	0,520	0,480	-1,003	0,499	0,501	-0,403	0,756	0,244
2019	-0,930	0,525	0,475	-1,116	0,461	0,539	-0,503	0,706	0,294
2020	-0,915	0,530	0,470	-1,229	0,427	0,573	-0,590	0,664	0,336
2021	-0,891	0,539	0,461	-1,352	0,392	0,608	-0,648	0,638	0,362

Ek 6. Basım-Yayım Alt Sektörü Model 1 ve 2 ve Petrol Ürünleri ve Kok Kömürü Alt Sektörü Model 1 EKK Tahmin Sonuçları

	Model 1			Model 2			Model 1		
	-a	d	LR	-a	d	LR	-a	d	LR
1990	-0,423	0,746	0,254	-0,023	0,984	0,016	-2,996	1,608	-0,608
1991	-0,222	0,857	0,143	0,078	1,055	-0,055	-1,375	1,108	-0,108
1992	-0,163	0,893	0,107	0,092	1,066	-0,066	-0,726	0,949	0,051
1993	-0,137	0,909	0,091	0,081	1,058	-0,058	-0,408	0,877	0,123
1994	-0,135	0,911	0,089	0,064	1,045	-0,045	-0,264	0,843	0,157
1995	-0,142	0,906	0,094	0,039	1,028	-0,028	-0,208	0,827	0,173
1996	-0,155	0,898	0,102	0,014	1,010	-0,01	-0,210	0,823	0,177
1997	-0,169	0,89	0,11	-0,01	0,993	0,007	-0,247	0,825	0,175
1998	-0,183	0,881	0,119	-0,031	0,979	0,021	-0,308	0,833	0,167
1999	-0,198	0,871	0,129	-0,052	0,964	0,036	-0,381	0,842	0,158
2000	-0,217	0,86	0,14	-0,078	0,947	0,053	-0,452	0,853	0,147
2001	-0,233	0,851	0,149	-0,097	0,935	0,065	-0,517	0,863	0,137
2002	-0,247	0,843	0,157	-0,115	0,924	0,076	-0,626	0,880	0,120
2003	-0,264	0,833	0,167	-0,136	0,91	0,09	-0,724	0,896	0,104
2004	-0,288	0,819	0,181	-0,165	0,892	0,108	-0,835	0,915	0,085
2005	-0,312	0,806	0,194	-0,192	0,875	0,125	-0,958	0,937	0,063
2006	-0,336	0,792	0,208	-0,22	0,858	0,142	-1,110	0,965	0,035
2007	-0,359	0,78	0,22	-0,246	0,843	0,157	-1,255	0,993	0,007
2008	-0,381	0,768	0,232	-0,27	0,829	0,171	-1,429	1,028	-0,028
2009	-0,406	0,755	0,245	-0,297	0,814	0,186	-1,538	1,050	-0,050
2010	-0,43	0,742	0,258	-0,324	0,799	0,201	-1,666	1,077	-0,077
2011	-0,452	0,731	0,269	-0,347	0,786	0,214	-1,856	1,119	-0,119
2012	-0,474	0,72	0,28	-0,371	0,773	0,227	-2,047	1,163	-0,163
2013	-0,494	0,71	0,29	-0,392	0,762	0,238	-2,214	1,202	-0,202
2014	-0,514	0,7	0,3	-0,414	0,751	0,249	-2,359	1,238	-0,238
2015	-0,537	0,689	0,311	-0,438	0,738	0,262	-2,480	1,269	-0,269
2016	-0,563	0,677	0,323	-0,464	0,725	0,275	-2,585	1,296	-0,296
2017	-0,588	0,665	0,335	-0,491	0,712	0,288	-2,726	1,333	-0,333
2018	-0,61	0,655	0,345	-0,513	0,701	0,299	-2,861	1,370	-0,370
2019	-0,631	0,646	0,354	-0,535	0,69	0,31	-2,991	1,407	-0,407
2020	-0,651	0,637	0,363	-0,555	0,681	0,319	-3,126	1,446	-0,446
2021	-0,674	0,627	0,373	-0,579	0,67	0,33	-3,250	1,484	-0,484

Ek 7. Kimya Alt Sektörü Model 1, 2 ve 3 EKK Tahmin Sonuçları

	Model 1			Model 2			Model 3					
	-a	d	LR	-a	d	LR	-a	d	LR	-b	d _r	RR
1990	0,243	1,184	-0,184	0,212	1,158	-0,158	-1,774	0,292	0,708	1,324	2,504	-1,504
1991	-0,085	0,943	0,057	-0,019	0,987	0,013	-1,158	0,448	0,552	0,764	1,698	-0,698
1992	-0,237	0,848	0,152	-0,140	0,908	0,092	-0,799	0,292	0,708	0,500	1,414	-0,414
1993	-0,332	0,794	0,206	-0,224	0,856	0,144	-0,516	0,448	0,552	0,296	1,228	-0,228
1994	-0,390	0,763	0,237	-0,280	0,824	0,176	-0,313	0,575	0,425	0,185	1,137	-0,137
1995	-0,439	0,738	0,262	-0,332	0,794	0,206	-0,225	0,699	0,301	0,125	1,091	-0,091
1996	-0,476	0,719	0,281	-0,377	0,770	0,230	-0,165	0,805	0,195	0,012	1,008	-0,008
1997	-0,507	0,704	0,296	-0,418	0,748	0,252	-0,115	0,856	0,144	-0,166	0,891	0,109
1998	-0,528	0,694	0,306	-0,452	0,731	0,269	-0,076	0,949	0,051	-0,296	0,815	0,185
1999	-0,544	0,686	0,314	-0,481	0,717	0,283	-0,026	0,982	0,018	-0,392	0,762	0,238
2000	-0,556	0,680	0,320	-0,507	0,704	0,296	-0,002	0,998	0,002	-0,456	0,729	0,271
2001	-0,563	0,677	0,323	-0,527	0,694	0,306	-0,001	1,000	0,000	-0,488	0,713	0,287
2002	-0,569	0,674	0,326	-0,547	0,684	0,316	-0,014	0,990	0,010	-0,509	0,703	0,297
2003	-0,572	0,673	0,327	-0,566	0,675	0,325	-0,043	0,970	0,030	-0,504	0,705	0,295
2004	-0,574	0,672	0,328	-0,586	0,666	0,334	-0,090	0,940	0,060	-0,480	0,717	0,283
2005	-0,574	0,672	0,328	-0,604	0,658	0,342	-0,150	0,901	0,099	-0,440	0,737	0,263
2006	-0,573	0,672	0,328	-0,620	0,651	0,349	-0,222	0,857	0,143	-0,389	0,763	0,237
2007	-0,570	0,674	0,326	-0,636	0,644	0,356	-0,306	0,809	0,191	-0,329	0,796	0,204
2008	-0,565	0,676	0,324	-0,652	0,637	0,363	-0,409	0,753	0,247	-0,270	0,829	0,171
2009	-0,559	0,679	0,321	-0,664	0,631	0,369	-0,500	0,707	0,293	-0,198	0,872	0,128
2010	-0,552	0,682	0,318	-0,676	0,626	0,374	-0,607	0,656	0,344	-0,100	0,933	0,067
2011	-0,544	0,686	0,314	-0,688	0,621	0,379	-0,726	0,604	0,396	0,016	1,011	-0,011
2012	-0,535	0,690	0,310	-0,700	0,616	0,384	-0,853	0,554	0,446	0,151	1,111	-0,111
2013	-0,525	0,695	0,305	-0,711	0,611	0,389	-0,990	0,504	0,496	0,359	1,283	-0,283
2014	-0,514	0,700	0,300	-0,721	0,607	0,393	-1,129	0,457	0,543	0,529	1,443	-0,443
2015	-0,502	0,706	0,294	-0,731	0,603	0,397	-1,273	0,414	0,586	0,678	1,600	-0,600
2016	-0,489	0,712	0,288	-0,740	0,599	0,401	-1,425	0,373	0,627	0,826	1,772	-0,772
2017	-0,476	0,719	0,281	-0,749	0,595	0,405	-1,584	0,334	0,666	0,935	1,912	-0,912
2018	-0,463	0,726	0,274	-0,756	0,592	0,408	-1,733	0,301	0,699	1,036	2,050	-1,050
2019	-0,449	0,732	0,268	-0,763	0,589	0,411	-1,884	0,271	0,729	1,142	2,207	-1,207
2020	-0,432	0,741	0,259	-0,771	0,586	0,414	-2,070	0,238	0,762	1,229	2,345	-1,345
2021	-0,412	0,752	0,248	-0,780	0,582	0,418	-2,295	0,204	0,796	1,300	2,463	-1,463

Ek 8. Eczacılık Alt Sektörü ve Kauçuk-Plastik Alt Sektörü Model 3 EKK
Tahmin Sonuçları

Model 3					Model 3			
	-a	LR	-b	RR	-a	LR	-b	RR
1990	0,785	-0,723	-2,881	0,864	1,450	-1,732	-3,564	0,915
1991	0,164	-0,120	-2,008	0,751	1,033	-1,046	-1,639	0,679
1992	-0,035	0,024	-1,596	0,669	0,696	-0,620	-0,943	0,480
1993	-0,105	0,070	-1,320	0,599	0,243	-0,183	-0,696	0,383
1994	-0,115	0,076	-1,097	0,533	-0,014	0,009	-0,520	0,302
1995	-0,093	0,062	-0,938	0,478	-0,251	0,160	-0,374	0,228
1996	-0,046	0,031	-0,735	0,399	-0,419	0,252	-0,178	0,116
1997	0,023	-0,016	-0,547	0,315	-0,555	0,319	0,013	-0,009
1998	0,101	-0,072	-0,419	0,252	-0,644	0,360	0,103	-0,074
1999	0,183	-0,135	-0,314	0,195	-0,699	0,384	0,156	-0,114
2000	0,274	-0,209	-0,191	0,124	-0,737	0,400	0,236	-0,177
2001	0,354	-0,278	-0,053	0,036	-0,757	0,408	0,289	-0,222
2002	0,444	-0,360	0,079	-0,056	-0,767	0,412	0,283	-0,217
2003	0,541	-0,455	0,168	-0,124	-0,765	0,411	0,241	-0,182
2004	0,647	-0,566	0,239	-0,180	-0,751	0,406	0,183	-0,135
2005	0,724	-0,652	0,294	-0,226	-0,728	0,396	0,116	-0,084
2006	0,802	-0,743	0,327	-0,254	-0,691	0,380	0,047	-0,033
2007	0,867	-0,823	0,336	-0,263	-0,641	0,359	-0,027	0,019
2008	0,927	-0,901	0,330	-0,257	-0,583	0,332	-0,112	0,075
2009	0,986	-0,981	0,311	-0,240	-0,518	0,302	-0,209	0,135
2010	1,052	-1,074	0,281	-0,215	-0,413	0,249	-0,316	0,197
2011	1,114	-1,164	0,206	-0,153	-0,282	0,178	-0,429	0,257
2012	1,173	-1,254	0,121	-0,087	-0,137	0,091	-0,562	0,323
2013	1,225	-1,337	0,030	-0,021	0,020	-0,014	-0,668	0,371
2014	1,279	-1,426	-0,059	0,040	0,177	-0,131	-0,770	0,414
2015	1,337	-1,526	-0,146	0,096	0,357	-0,281	-0,851	0,446
2016	1,407	-1,652	-0,217	0,140	0,533	-0,447	-0,942	0,479
2017	1,483	-1,795	-0,303	0,189	0,700	-0,624	-1,139	0,546
2018	1,554	-1,936	-0,432	0,259	0,857	-0,811	-1,353	0,609
2019	1,635	-2,106	-0,501	0,293	1,012	-1,016	-1,508	0,649
2020	1,727	-2,311	-0,563	0,323	1,151	-1,221	-1,653	0,682
2021	1,820	-2,532	-0,619	0,349	1,305	-1,471	-1,770	0,707

Ek 9. Metal Harici Mineraller Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları**Model 3**

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
1990	-2,914	0,133	0,867	2,175	4,516	-3,516
1991	-2,519	0,174	0,826	1,754	3,373	-2,373
1992	-2,015	0,247	0,753	1,598	3,027	-2,027
1993	-1,454	0,365	0,635	1,411	2,659	-1,659
1994	-0,804	0,573	0,427	0,543	1,457	-0,457
1995	-0,310	0,807	0,193	0,068	1,048	-0,048
1996	0,049	1,034	-0,034	-0,352	0,783	0,217
1997	0,329	1,256	-0,256	-0,625	0,648	0,352
1998	0,535	1,449	-0,449	-0,718	0,608	0,392
1999	0,669	1,590	-0,590	-0,790	0,578	0,422
2000	0,768	1,703	-0,703	-0,847	0,556	0,444
2001	0,825	1,772	-0,772	-0,887	0,541	0,459
2002	0,866	1,823	-0,823	-0,887	0,541	0,459
2003	0,890	1,854	-0,854	-0,874	0,545	0,455
2004	0,898	1,864	-0,864	-0,841	0,558	0,442
2005	0,885	1,847	-0,847	-0,806	0,572	0,428
2006	0,848	1,800	-0,800	-0,753	0,593	0,407
2007	0,794	1,734	-0,734	-0,697	0,617	0,383
2008	0,730	1,659	-0,659	-0,638	0,642	0,358
2009	0,662	1,582	-0,582	-0,570	0,673	0,327
2010	0,584	1,499	-0,499	-0,500	0,707	0,293
2011	0,486	1,400	-0,400	-0,418	0,749	0,251
2012	0,380	1,302	-0,302	-0,319	0,802	0,198
2013	0,260	1,197	-0,197	-0,216	0,861	0,139
2014	0,130	1,094	-0,094	-0,132	0,913	0,087
2015	-0,006	0,996	0,004	-0,042	0,971	0,029
2016	-0,144	0,905	0,095	0,105	1,075	-0,075
2017	-0,291	0,817	0,183	0,209	1,156	-0,156
2018	-0,439	0,738	0,262	0,312	1,241	-0,241
2019	-0,561	0,678	0,322	0,403	1,322	-0,322
2020	-0,702	0,615	0,385	0,490	1,404	-0,404
2021	-0,887	0,541	0,459	0,578	1,493	-0,493

Ek 10. Ana Metal Sanayi Alt Sektörü Model 1, 2 ve 3 EKK Tahmin Sonuçları

	Model 1			Model 2			Model 3		
	-a	d	LR	-a	d	LR	-a	d	LR
1990	-0,086	0,942	0,058	-0,112	0,925	0,075	-0,054	0,963	0,037
1991	-0,591	0,664	0,336	-0,512	0,701	0,299	-0,762	0,590	0,410
1992	-0,796	0,576	0,424	-0,693	0,618	0,382	-1,063	0,479	0,521
1993	-0,899	0,536	0,464	-0,799	0,575	0,425	-1,224	0,428	0,572
1994	-0,939	0,522	0,478	-0,854	0,553	0,447	-1,296	0,407	0,593
1995	-0,951	0,517	0,483	-0,887	0,541	0,459	-1,329	0,398	0,602
1996	-0,945	0,520	0,480	-0,906	0,534	0,466	-1,336	0,396	0,604
1997	-0,924	0,527	0,473	-0,914	0,531	0,469	-1,324	0,399	0,601
1998	-0,895	0,538	0,462	-0,914	0,531	0,469	-1,299	0,406	0,594
1999	-0,862	0,550	0,450	-0,908	0,533	0,467	-1,267	0,415	0,585
2000	-0,825	0,564	0,436	-0,899	0,536	0,464	-1,229	0,427	0,573
2001	-0,788	0,579	0,421	-0,888	0,540	0,460	-1,189	0,438	0,562
2002	-0,746	0,596	0,404	-0,874	0,546	0,454	-1,144	0,453	0,547
2003	-0,698	0,616	0,384	-0,857	0,552	0,448	-1,091	0,469	0,531
2004	-0,645	0,639	0,361	-0,836	0,560	0,440	-1,031	0,489	0,511
2005	-0,591	0,664	0,336	-0,814	0,569	0,431	-0,969	0,511	0,489
2006	-0,531	0,692	0,308	-0,789	0,579	0,421	-0,900	0,536	0,464
2007	-0,473	0,720	0,280	-0,763	0,589	0,411	-0,833	0,561	0,439
2008	-0,413	0,751	0,249	-0,736	0,600	0,400	-0,763	0,589	0,411
2009	-0,350	0,784	0,216	-0,707	0,613	0,387	-0,689	0,620	0,380
2010	-0,289	0,818	0,182	-0,678	0,625	0,375	-0,616	0,652	0,348
2011	-0,223	0,857	0,143	-0,646	0,639	0,361	-0,537	0,689	0,311
2012	-0,152	0,900	0,100	-0,612	0,654	0,346	-0,454	0,730	0,270
2013	-0,099	0,933	0,067	-0,586	0,666	0,334	-0,390	0,763	0,237
2014	-0,046	0,968	0,032	-0,560	0,678	0,322	-0,327	0,797	0,203
2015	0,002	1,002	-0,002	-0,536	0,690	0,310	-0,268	0,830	0,170
2016	0,049	1,034	-0,034	-0,513	0,701	0,299	-0,212	0,863	0,137
2017	0,100	1,072	-0,072	-0,487	0,714	0,286	-0,150	0,901	0,099
2018	0,147	1,107	-0,107	-0,463	0,725	0,275	-0,093	0,937	0,063
2019	0,202	1,150	-0,150	-0,435	0,740	0,260	-0,027	0,981	0,019
2020	0,258	1,196	-0,196	-0,407	0,754	0,246	0,040	1,028	-0,028
2021	0,322	1,250	-0,250	-0,374	0,772	0,228	0,118	1,085	-0,085

**Ek 11. Fabrikasyon Metal Ürünleri Alt Sektörü (Model 3) ve Bilgisayar-Elektronik
Alt Sektörü Model 1 ve 2 EKK Tahmin Sonuçları**

Model 3							Model 1			Model 2			
	-a	d	LR	-b	d	RR		-a	d	LR	-a	d	LR
1990	-2,385	0,191	0,809	1,891	3,710	-2,710	1990	0,062	1,044	-0,044	-0,221	1,166	-0,166
1991	-1,813	0,285	0,715	1,448	2,729	-1,729	1991	-0,389	0,764	0,236	-0,280	0,823	0,177
1992	-1,579	0,335	0,665	1,227	2,341	-1,341	1992	0,538	0,69	0,311	-0,456	0,729	0,271
1993	-1,433	0,370	0,630	1,079	2,113	-1,113	1993	-0,617	0,652	0,348	-0,554	0,681	0,319
1994	-1,361	0,389	0,611	0,954	1,937	-0,937	1994	-0,653	0,633	0,364	-0,603	0,658	0,342
1995	-1,301	0,406	0,594	0,879	1,839	-0,839	1995	-0,674	0,627	0,373	-0,635	0,644	0,356
1996	-1,256	0,419	0,581	0,800	1,741	-0,741	1996	-0,688	0,621	0,379	-0,660	0,633	0,367
1997	-1,223	0,428	0,572	0,741	1,671	-0,671	1997	-0,692	0,619	0,381	-0,678	0,625	0,375
1998	-1,204	0,434	0,566	0,695	1,619	-0,619	1998	-0,684	0,622	0,378	-0,682	0,623	0,377
1999	-1,192	0,438	0,562	0,658	1,578	-0,578	1999	-0,669	0,629	0,371	-0,678	0,625	0,375
2000	-1,184	0,440	0,560	0,619	1,536	-0,536	2000	-0,646	0,639	0,361	-0,666	0,630	0,370
2001	-1,181	0,441	0,559	0,571	1,486	-0,486	2001	-0,624	0,649	0,351	-0,652	0,637	0,363
2002	-1,179	0,442	0,558	0,538	1,452	-0,452	2002	-0,590	0,665	0,335	-0,628	0,647	0,353
2003	-1,180	0,441	0,559	0,519	1,433	-0,433	2003	-0,549	0,684	0,316	-0,597	0,661	0,339
2004	-1,182	0,441	0,559	0,501	1,415	-0,415	2004	-0,494	0,710	0,290	-0,554	0,681	0,319
2005	-1,188	0,439	0,561	0,491	1,406	-0,406	2005	-0,436	0,739	0,261	-0,507	0,704	0,296
2006	-1,198	0,436	0,564	0,483	1,398	-0,398	2006	-0,366	0,776	0,224	-0,448	0,733	0,267
2007	-1,211	0,432	0,568	0,474	1,389	-0,389	2007	-0,303	0,811	0,189	-0,394	0,761	0,239
2008	-1,227	0,427	0,573	0,467	1,383	-0,383	2008	0,230	0,853	0,147	-0,332	0,795	0,205
2009	-1,244	0,422	0,578	0,459	1,375	-0,375	2009	-0,169	0,890	0,110	-0,278	0,825	0,175
2010	-1,263	0,417	0,583	0,457	1,373	-0,373	2010	-0,106	0,929	0,071	-0,223	0,857	0,143
2011	-1,286	0,410	0,590	0,466	1,382	-0,382	2011	-0,035	0,976	0,024	-0,160	0,895	0,105
2012	-1,311	0,403	0,597	0,483	1,397	-0,397	2012	0,040	1,028	-0,028	-0,093	0,937	0,063
2013	-1,341	0,395	0,605	0,503	1,417	-0,417	2013	0,108	1,078	-0,078	-0,032	0,978	0,022
2014	-1,373	0,386	0,614	0,531	1,445	-0,445	2014	0,179	1,132	-0,132	0,031	1,022	-0,022
2015	-1,405	0,378	0,622	0,554	1,468	-0,468	2015	0,238	1,179	-0,179	0,085	1,061	-0,061
2016	-1,438	0,369	0,631	0,598	1,514	-0,514	2016	0,297	1,228	-0,228	0,138	1,100	-0,100
2017	-1,474	0,360	0,640	0,621	1,538	-0,538	2017	0,357	1,281	-0,281	0,193	1,143	-0,143
2018	-1,506	0,352	0,648	0,641	1,559	-0,559	2018	0,407	1,326	-0,326	0,239	1,180	-0,180
2019	-1,542	0,343	0,657	0,663	1,583	-0,583	2019	0,449	1,365	-0,365	0,277	1,211	-0,211
2020	-1,581	0,334	0,666	0,679	1,601	-0,601	2020	0,520	1,434	-0,434	0,342	1,268	-0,268
2021	-1,626	0,324	0,676	0,691	1,615	-0,615	2021	0,599	1,515	-0,515	0,415	1,333	-0,333

Ek 12. Bilgisayar-Elektronik Alt Sektörü ve Elektrikli Makine ve Teçhizat Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

Model 3

Model 3

	-a	d	LR	-b	d _r	RR	-b	d _r	RR
1990	1,136	2,198	-1,198	-4,686	0,039	0,961	-1,716	0,304	0,696
1991	0,892	1,856	-0,856	-2,392	0,191	0,809	-1,207	0,433	0,567
1992	0,593	1,508	-0,508	-1,323	0,400	0,600	-0,988	0,504	0,496
1993	0,359	1,283	-0,283	-0,662	0,632	0,368	-0,799	0,575	0,425
1994	-0,083	0,944	0,056	-0,332	0,794	0,206	-0,680	0,624	0,376
1995	-0,417	0,749	0,251	-0,080	0,946	0,054	-0,666	0,630	0,370
1996	-0,726	0,604	0,396	0,174	1,129	-0,129	-0,515	0,700	0,300
1997	-1,038	0,487	0,513	0,359	1,282	-0,282	-0,411	0,752	0,248
1998	-1,276	0,413	0,587	0,490	1,405	-0,405	-0,381	0,768	0,232
1999	-1,447	0,367	0,633	0,612	1,528	-0,528	-0,369	0,774	0,226
2000	-1,577	0,335	0,665	0,749	1,680	-0,680	-0,359	0,780	0,220
2001	-1,653	0,318	0,682	0,840	1,790	-0,790	-0,353	0,783	0,217
2002	-1,722	0,303	0,697	0,915	1,886	-0,886	-0,350	0,785	0,215
2003	-1,761	0,295	0,705	0,972	1,962	-0,962	-0,350	0,785	0,215
2004	-1,769	0,293	0,707	1,015	2,021	-1,021	-0,352	0,783	0,217
2005	-1,744	0,299	0,701	1,040	2,056	-1,056	-0,361	0,779	0,221
2006	-1,680	0,312	0,688	1,048	2,067	-1,067	-0,372	0,773	0,227
2007	-1,601	0,330	0,670	1,036	2,051	-1,051	-0,388	0,764	0,236
2008	-1,492	0,355	0,645	1,000	2,000	-1,000	-0,410	0,753	0,247
2009	-1,388	0,382	0,618	0,932	1,909	-0,909	-0,484	0,715	0,285
2010	-1,272	0,414	0,586	0,911	1,880	-0,880	-0,563	0,677	0,323
2011	-1,130	0,457	0,543	0,885	1,847	-0,847	-0,664	0,631	0,369
2012	-0,971	0,510	0,490	0,851	1,803	-0,803	-0,759	0,591	0,409
2013	-0,820	0,567	0,433	0,802	1,744	-0,744	-0,850	0,555	0,445
2014	-0,656	0,635	0,365	0,761	1,695	-0,695	-0,948	0,518	0,482
2015	-0,515	0,700	0,300	0,710	1,636	-0,636	-1,039	0,487	0,513
2016	-0,371	0,773	0,227	0,465	1,381	-0,381	-1,138	0,454	0,546
2017	-0,219	0,859	0,141	0,173	1,128	-0,128	-1,238	0,424	0,576
2018	0,092	0,939	0,061	-0,140	0,908	0,092	-1,348	0,393	0,607
2019	0,016	1,011	-0,011	-0,445	0,734	0,266	-1,441	0,368	0,632
2020	0,205	1,152	-0,152	-0,658	0,634	0,366	-1,518	0,349	0,651
2021	0,417	1,335	-0,335	-0,857	0,552	0,448	-1,582	0,334	0,666

Ek 13. B.Y.S. Makine Sektörü Model 3 ve Motorlu Kara Taşıtları Alt Sektörü
Model 2 EKK Tahmin Sonuçları

Model 3							Model 2		
	-a	d	LR	-b	d _r	RR	-a	d	LR
1990	0,314	1,243	-0,243	-0,670	0,629	0,371	-0,315	0,804	0,196
1991	-0,534	0,690	0,310	-0,101	0,932	0,068	-0,202	0,869	0,131
1992	-0,919	0,529	0,471	0,192	1,143	-0,143	-0,149	0,902	0,098
1993	-1,181	0,441	0,559	0,301	1,232	-0,232	-0,12	0,92	0,08
1994	-1,310	0,403	0,597	0,390	1,310	-0,310	-0,112	0,925	0,075
1995	-1,413	0,375	0,625	0,427	1,345	-0,345	-0,106	0,929	0,071
1996	-1,490	0,356	0,644	0,439	1,356	-0,356	-0,103	0,931	0,069
1997	-1,547	0,342	0,658	0,435	1,352	-0,352	-0,103	0,931	0,069
1998	-1,578	0,335	0,665	0,422	1,339	-0,339	-0,105	0,93	0,07
1999	-1,593	0,331	0,669	0,401	1,320	-0,320	-0,108	0,928	0,072
2000	-1,600	0,330	0,670	0,370	1,292	-0,292	-0,112	0,925	0,075
2001	-1,601	0,330	0,670	0,342	1,268	-0,268	-0,115	0,923	0,077
2002	-1,598	0,330	0,670	0,307	1,237	-0,237	-0,119	0,921	0,079
2003	-1,588	0,333	0,667	0,268	1,204	-0,204	-0,125	0,917	0,083
2004	-1,570	0,337	0,663	0,221	1,166	-0,166	-0,134	0,911	0,089
2005	-1,547	0,342	0,658	0,172	1,127	-0,127	-0,145	0,904	0,096
2006	-1,517	0,349	0,651	0,123	1,089	-0,089	-0,156	0,898	0,102
2007	-1,481	0,358	0,642	0,066	1,046	-0,046	-0,167	0,891	0,109
2008	-1,439	0,369	0,631	-0,010	0,993	0,007	-0,177	0,885	0,115
2009	-1,393	0,381	0,619	-0,041	0,972	0,028	-0,183	0,881	0,119
2010	-1,341	0,395	0,605	-0,076	0,949	0,051	-0,193	0,875	0,125
2011	-1,285	0,410	0,590	-0,119	0,921	0,079	-0,206	0,867	0,133
2012	-1,223	0,428	0,572	-0,171	0,888	0,112	-0,218	0,86	0,14
2013	-1,155	0,449	0,551	-0,223	0,857	0,143	-0,243	0,845	0,155
2014	-1,081	0,473	0,527	-0,270	0,830	0,170	-0,258	0,836	0,164
2015	-1,001	0,500	0,500	-0,317	0,803	0,197	-0,271	0,829	0,171
2016	-0,917	0,530	0,470	-0,377	0,770	0,230	-0,287	0,82	0,18
2017	-0,827	0,564	0,436	-0,442	0,736	0,264	-0,305	0,809	0,191
2018	-0,734	0,601	0,399	-0,513	0,701	0,299	-0,322	0,8	0,2
2019	-0,638	0,643	0,357	-0,584	0,667	0,333	-0,336	0,792	0,208
2020	-0,539	0,688	0,312	-0,638	0,643	0,357	-0,353	0,783	0,217
2021	-0,436	0,739	0,261	-0,688	0,621	0,379	-0,371	0,773	0,227

**Ek 14. Mobilya Alt Sektörü ve Elektrik, Gaz ve Su Üretimi Alt Sektörü Model 3
EKK Tahmin Sonuçları**

Model 3

Model 3

	-a	d	LR	-b	d _r	RR	-a	d	LR	-b	d _r	RR
1990	1,682	3,209	-2,209	-1,756	0,296	0,704	-1,286	0,410	0,590	1,544	2,916	-1,916
1991	0,822	1,768	-0,768	-0,890	0,540	0,460	-0,676	0,626	0,374	0,218	1,163	-0,163
1992	0,369	1,291	-0,291	-0,222	0,858	0,142	-0,435	0,740	0,260	-0,220	0,858	0,142
1993	0,068	1,048	-0,048	0,008	1,005	-0,005	-0,330	0,796	0,204	-0,368	0,775	0,225
1994	-0,080	0,946	0,054	0,097	1,070	-0,070	-0,291	0,817	0,183	-0,389	0,764	0,236
1995	-0,212	0,864	0,136	0,153	1,112	-0,112	-0,289	0,818	0,182	-0,390	0,763	0,237
1996	-0,326	0,798	0,202	0,191	1,141	-0,141	-0,312	0,806	0,194	-0,370	0,774	0,226
1997	-0,412	0,752	0,248	0,218	1,163	-0,163	-0,351	0,784	0,216	-0,296	0,815	0,185
1998	-0,483	0,716	0,284	0,242	1,182	-0,182	-0,403	0,756	0,244	-0,223	0,857	0,143
1999	-0,533	0,691	0,309	0,263	1,200	-0,200	-0,463	0,726	0,274	-0,157	0,897	0,103
2000	-0,568	0,674	0,326	0,299	1,230	-0,230	-0,534	0,691	0,309	-0,118	0,922	0,078
2001	-0,584	0,667	0,333	0,316	1,245	-0,245	-0,599	0,660	0,340	-0,084	0,944	0,056
2002	-0,591	0,664	0,336	0,325	1,253	-0,253	-0,668	0,629	0,371	-0,053	0,964	0,036
2003	-0,591	0,664	0,336	0,385	1,306	-0,306	-0,742	0,598	0,402	-0,033	0,977	0,023
2004	-0,587	0,666	0,334	0,433	1,350	-0,350	-0,816	0,568	0,432	-0,016	0,989	0,011
2005	-0,576	0,671	0,329	0,450	1,366	-0,366	-0,892	0,539	0,461	0,001	1,000	0,000
2006	-0,559	0,679	0,321	0,462	1,377	-0,377	-0,968	0,511	0,489	0,039	1,028	-0,028
2007	-0,539	0,688	0,312	0,458	1,374	-0,374	-1,045	0,485	0,515	0,094	1,067	-0,067
2008	-0,514	0,700	0,300	0,434	1,351	-0,351	-1,135	0,455	0,545	0,161	1,118	-0,118
2009	-0,500	0,707	0,293	0,387	1,307	-0,307	-1,223	0,428	0,572	0,229	1,172	-0,172
2010	-0,485	0,715	0,285	0,329	1,256	-0,256	-1,312	0,403	0,597	0,273	1,208	-0,208
2011	-0,466	0,724	0,276	0,267	1,203	-0,203	-1,403	0,378	0,622	0,326	1,254	-0,254
2012	-0,445	0,735	0,265	0,217	1,163	-0,163	-1,505	0,352	0,648	0,421	1,339	-0,339
2013	-0,421	0,747	0,253	0,162	1,119	-0,119	-1,617	0,326	0,674	0,531	1,445	-0,445
2014	-0,395	0,760	0,240	0,117	1,085	-0,085	-1,728	0,302	0,698	0,660	1,580	-0,580
2015	-0,367	0,775	0,225	0,067	1,047	-0,047	-1,837	0,280	0,720	0,871	1,829	-0,829
2016	-0,339	0,790	0,210	-0,009	0,994	0,006	-1,934	0,262	0,738	1,049	2,070	-1,070
2017	-0,307	0,808	0,192	-0,150	0,901	0,099	-2,030	0,245	0,755	1,218	2,327	-1,327
2018	-0,275	0,826	0,174	-0,261	0,834	0,166	-2,129	0,229	0,771	1,364	2,575	-1,575
2019	-0,244	0,845	0,155	-0,388	0,764	0,236	-2,230	0,213	0,787	1,489	2,807	-1,807
2020	-0,210	0,865	0,135	-0,524	0,696	0,304	-2,334	0,198	0,802	1,609	3,050	-2,050
2021	-0,165	0,892	0,108	-0,643	0,641	0,359	-2,461	0,182	0,818	1,712	3,276	-2,276

**Ek 15. Motorlu Taşıtların Ticareti ve Onarımı Alt Sektörü Model 3
EKK Tahmin Sonuçları**

	-b	d _r	RR
2003	-0,539	0,688	0,312
2004	-0,421	0,747	0,253
2005	-0,261	0,834	0,166
2006	-0,207	0,866	0,134
2007	-0,169	0,889	0,111
2008	-0,153	0,899	0,101
2009	-0,142	0,906	0,094
2010	-0,142	0,906	0,094
2011	-0,151	0,901	0,099
2012	-0,175	0,886	0,114
2013	-0,198	0,872	0,128
2014	-0,237	0,848	0,152
2015	-0,266	0,832	0,168
2016	-0,281	0,823	0,177
2017	-0,287	0,820	0,180
2018	-0,295	0,815	0,185
2019	-0,304	0,810	0,190
2020	-0,312	0,806	0,194
2021	-0,323	0,799	0,201

Ek 16. Toptan Ticaret Alt Sektörü Model 1 ve 2 EKK Tahmin Sonuçları

Model 1				Model 2		
	-a	d	LR	-a	d	LR
2003	0,084	1,060	-0,06	-0,301	0,812	0,188
2004	0,500	1,415	-0,415	0,047	1,033	-0,033
2005	0,631	1,549	-0,549	0,139	1,101	-0,101
2006	0,659	1,579	-0,579	0,145	1,106	-0,106
2007	0,653	1,573	-0,573	0,122	1,088	-0,088
2008	0,631	1,549	-0,549	0,087	1,062	-0,062
2009	0,603	1,519	-0,519	0,050	1,035	-0,035
2010	0,569	1,484	-0,484	0,007	1,005	-0,005
2011	0,526	1,440	-0,44	-0,045	0,969	0,031
2012	0,482	1,397	-0,397	-0,096	0,935	0,065
2013	0,434	1,351	-0,351	-0,151	0,900	0,100
2014	0,383	1,304	-0,304	-0,208	0,866	0,134
2015	0,330	1,257	-0,257	-0,267	0,831	0,169
2016	0,275	1,210	-0,210	-0,328	0,797	0,203
2017	0,214	1,160	-0,160	-0,393	0,761	0,239
2018	0,152	1,111	-0,111	-0,461	0,726	0,274
2019	0,091	1,065	-0,065	-0,526	0,694	0,306
2020	0,030	1,021	-0,021	-0,592	0,664	0,336
2021	-0,029	0,980	0,020	-0,654	0,635	0,365

Ek 17. Toptan Ticaret Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

Model 3

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	0,921	1,892	-0,892	-0,381	0,768	0,232
2004	-1,031	0,489	0,511	0,177	1,130	-0,131
2005	-1,538	0,344	0,656	0,727	1,655	-0,655
2006	-1,563	0,339	0,661	0,789	1,727	-0,727
2007	-1,428	0,372	0,628	0,713	1,639	-0,639
2008	-1,226	0,428	0,572	0,592	1,507	-0,507
2009	-1,009	0,497	0,503	0,357	1,280	-0,281
2010	-0,762	0,591	0,411	0,183	1,135	-0,135
2011	-0,469	0,723	0,277	-0,076	0,949	0,051
2012	-0,174	0,886	0,114	-0,242	0,845	0,155
2013	0,141	1,103	-0,103	-0,404	0,756	0,244
2014	0,465	1,381	-0,381	-0,559	0,679	0,321
2015	0,801	1,741	-0,741	-0,728	0,604	0,396
2016	1,144	2,210	-1,210	-1,034	0,488	0,512
2017	1,519	2,866	-1,866	-1,237	0,424	0,576
2018	1,904	3,743	-2,743	-1,463	0,363	0,637
2019	2,274	4,836	-3,836	-1,700	0,308	0,692
2020	2,647	6,263	-5,263	-1,901	0,268	0,732
2021	3,003	8,016	-7,016	-2,083	0,236	0,764

Ek 18. Ulaştırma ve Depolama Alt Sektörü Model 1, 2 ve 3 EKK Tahmin Sonuçları

Model 1

Model 2

Model 3

	-a	d	LR	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	0,288	1,221	-0,221	-0,177	0,885	0,115	1,792	3,462	-2,462
2004	0,733	1,662	-0,662	0,198	1,147	-0,147	1,251	2,380	-1,380
2005	0,913	1,883	-0,883	0,335	1,261	-0,261	0,974	1,964	-0,964
2006	0,978	1,970	-0,970	0,372	1,294	-0,294	0,499	1,413	-0,413
2007	0,995	1,993	-0,993	0,370	1,293	-0,293	0,186	1,138	-0,138
2008	0,992	1,989	-0,989	0,353	1,278	-0,278	-0,010	0,993	0,007
2009	0,981	1,974	-0,974	0,333	1,260	-0,260	-0,151	0,901	0,099
2010	0,965	1,952	-0,952	0,308	1,238	-0,238	-0,359	0,780	0,220
2011	0,941	1,920	-0,920	0,276	1,211	-0,211	-0,493	0,711	0,289
2012	0,913	1,883	-0,883	0,239	1,181	-0,181	-0,632	0,645	0,355
2013	0,881	1,842	-0,842	0,201	1,149	-0,149	-0,737	0,600	0,400
2014	0,851	1,804	-0,804	0,165	1,121	-0,121	-0,785	0,581	0,419
2015	0,810	1,753	-0,753	0,117	1,084	-0,084	-0,795	0,577	0,423
2016	0,772	1,708	-0,708	0,074	1,052	-0,052	-0,775	0,585	0,415
2017	0,731	1,660	-0,660	0,027	1,019	-0,019	-0,679	0,625	0,375
2018	0,687	1,610	-0,610	-0,023	0,984	0,016	-0,572	0,673	0,327
2019	0,642	1,561	-0,561	-0,072	0,951	0,049	-0,448	0,733	0,267
2020	0,603	1,518	-0,518	-0,116	0,923	0,077	-0,296	0,814	0,186
2021	0,566	1,480	-0,480	-0,156	0,897	0,103	-0,129	0,915	0,085

Ek 19. Konaklama ve Yiyecek Alt Sektörü Model 1 ve 3 EKK Tahmin Sonuçları

Model 1			Model 3						
	-a	d	LR	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	-0,361	0,779	0,221	0,722	1,645	-0,647	-0,494	0,710	0,290
2004	-0,240	0,847	0,153	1,195	2,281	-1,281	-1,472	0,360	0,640
2005	-0,197	0,872	0,128	1,088	2,114	-1,114	-1,600	0,330	0,670
2006	-0,188	0,878	0,122	1,015	2,013	-1,013	-1,564	0,338	0,662
2007	-0,190	0,877	0,123	0,952	1,931	-0,931	-1,450	0,366	0,634
2008	-0,198	0,872	0,128	0,871	1,827	-0,827	-1,291	0,409	0,591
2009	-0,212	0,863	0,137	0,718	1,635	-0,635	-1,098	0,467	0,533
2010	-0,229	0,853	0,147	0,636	1,547	-0,547	-0,945	0,519	0,481
2011	-0,250	0,841	0,159	0,498	1,404	-0,404	-0,817	0,568	0,432
2012	-0,273	0,828	0,172	0,385	1,301	-0,301	-0,712	0,610	0,390
2013	-0,297	0,814	0,186	0,292	1,223	-0,222	-0,633	0,645	0,355
2014	-0,322	0,800	0,200	-0,151	0,901	0,098	-0,525	0,695	0,305
2015	-0,347	0,786	0,214	-0,290	0,817	0,182	-0,417	0,749	0,251
2016	-0,370	0,774	0,226	-0,387	0,768	0,231	0,286	1,220	-0,220
2017	-0,394	0,761	0,239	-0,455	0,732	0,267	0,326	1,253	-0,253
2018	-0,421	0,747	0,253	-0,595	0,664	0,335	0,398	1,317	-0,317
2019	-0,449	0,733	0,267	-0,783	0,582	0,417	0,547	1,461	-0,461
2020	-0,466	0,724	0,276	-0,871	0,547	0,452	0,730	1,658	-0,658
2021	-0,496	0,709	0,291	-0,998	0,503	0,496	0,921	1,893	-0,893

Ek 20. Yayıncılık Hizmetleri Alt Sektörü Model 1 EKK Tahmin Sonuçları

Model 1			
	-a	d	LR
2003	-0,637	0,643	0,357
2004	-0,037	0,974	0,025
2005	0,152	1,111	-0,110
2006	0,210	1,156	-0,155
2007	0,196	1,145	-0,145
2008	0,147	1,107	-0,107
2009	0,075	1,053	-0,052
2010	-0,007	0,995	0,005
2011	-0,092	0,938	0,062
2012	-0,176	0,885	0,114
2013	-0,252	0,839	0,160
2014	-0,323	0,799	0,200
2015	-0,395	0,760	0,239
2016	-0,467	0,723	0,276
2017	-0,541	0,687	0,312
2018	-0,622	0,649	0,350
2019	-0,694	0,617	0,382
2020	-0,762	0,587	0,412
2021	-0,834	0,561	0,438

Ek 21. Telekomünikasyon Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	-2,568	0,169	0,831	1,810	3,506	-2,506
2004	-2,492	0,178	0,822	1,692	3,231	-2,231
2005	-2,386	0,191	0,809	1,583	2,996	-1,996
2006	-2,275	0,207	0,793	1,476	2,782	-1,782
2007	-2,189	0,219	0,781	1,419	2,674	-1,674
2008	-1,904	0,267	0,733	1,372	2,589	-1,589
2009	-1,641	0,321	0,679	1,164	2,240	-1,240
2010	-1,442	0,368	0,632	0,824	1,771	-0,771
2011	-1,273	0,414	0,586	0,693	1,616	-0,616
2012	-1,133	0,456	0,544	0,499	1,413	-0,413
2013	-1,013	0,495	0,505	0,405	1,324	-0,324
2014	-0,915	0,530	0,470	0,371	1,294	-0,294
2015	-0,829	0,563	0,437	0,397	1,317	-0,317
2016	-0,752	0,594	0,406	0,410	1,328	-0,328
2017	-0,682	0,623	0,377	0,421	1,339	-0,339
2018	-0,624	0,649	0,351	0,437	1,353	-0,353
2019	-0,574	0,672	0,328	0,455	1,371	-0,371
2020	-0,528	0,694	0,306	0,490	1,404	-0,404
2021	-0,483	0,716	0,284	0,530	1,444	-0,444

Ek 22. Bilgisayar Programlama ve Danışmanlık Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	-1,818	0,284	0,716	1,385	2,612	-1,612
2004	-1,448	0,367	0,633	0,951	1,933	-0,933
2005	-1,364	0,389	0,611	0,757	1,690	-0,690
2006	-1,370	0,387	0,613	0,679	1,601	-0,601
2007	-1,412	0,376	0,624	0,671	1,593	-0,593
2008	-1,481	0,358	0,642	0,707	1,632	-0,632
2009	-1,570	0,337	0,663	0,757	1,690	-0,690
2010	-1,665	0,315	0,685	0,821	1,767	-0,767
2011	-1,775	0,292	0,708	0,894	1,858	-0,858
2012	-1,887	0,270	0,730	0,975	1,966	-0,966
2013	-2,012	0,248	0,752	1,059	2,083	-1,083
2014	-2,139	0,227	0,773	1,146	2,213	-1,213
2015	-2,273	0,207	0,793	1,238	2,359	-1,359
2016	-2,407	0,189	0,811	1,366	2,578	-1,578
2017	-2,550	0,171	0,829	1,488	2,805	-1,805
2018	-2,694	0,155	0,845	1,608	3,049	-2,049
2019	-2,832	0,140	0,860	1,718	3,291	-2,291
2020	-2,984	0,126	0,874	1,833	3,563	-2,563
2021	-3,151	0,113	0,887	1,943	3,844	-2,844

Ek 23. Bilgi Hizmet Alt Sektörü Model 1 ve 2 EKK Tahmin Sonuçları

Model 1				Model 2		
	-a	d	LR	-a	d	LR
2003	-0,398	0,759	0,241	-0,618	0,651	0,349
2004	-0,146	0,904	0,096	-0,505	0,704	0,296
2005	-0,071	0,952	0,048	-0,521	0,697	0,303
2006	-0,054	0,963	0,037	-0,574	0,672	0,328
2007	-0,065	0,956	0,044	-0,645	0,640	0,360
2008	-0,089	0,940	0,060	-0,718	0,608	0,392
2009	-0,125	0,917	0,083	-0,799	0,575	0,425
2010	-0,166	0,891	0,109	-0,883	0,542	0,458
2011	-0,215	0,861	0,139	-0,972	0,510	0,490
2012	-0,260	0,835	0,165	-1,049	0,483	0,517
2013	-0,303	0,811	0,189	-1,120	0,460	0,540
2014	-0,350	0,785	0,215	-1,195	0,437	0,563
2015	-0,404	0,756	0,244	-1,280	0,412	0,588
2016	-0,461	0,727	0,273	-1,367	0,388	0,612
2017	-0,522	0,696	0,304	-1,458	0,364	0,636
2018	-0,625	0,648	0,352	-1,608	0,328	0,672
2019	-0,731	0,603	0,397	-1,759	0,295	0,705
2020	-0,828	0,563	0,437	-1,896	0,269	0,731
2021	-0,918	0,529	0,471	-2,020	0,247	0,753

Ek 24. Gayrimenkul Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

	-b	d _r	RR
2003	0,700	1,625	-0,625
2004	0,449	1,365	-0,365
2005	0,205	1,152	-0,152
2006	0,130	1,094	-0,094
2007	0,101	1,072	-0,072
2008	0,166	1,122	-0,122
2009	0,201	1,149	-0,149
2010	0,235	1,177	-0,177
2011	0,268	1,204	-0,204
2012	0,299	1,230	-0,230
2013	0,327	1,254	-0,254
2014	0,343	1,268	-0,268
2015	0,352	1,276	-0,276
2016	0,356	1,280	-0,280
2017	0,358	1,281	-0,281
2018	0,359	1,283	-0,283
2019	0,360	1,284	-0,284
2020	0,361	1,284	-0,284
2021	0,362	1,285	-0,285

Ek 25. İnşaat Alt Sektörü Model 1 ve 2 EKK Tahmin Sonuçları

	Model 1			Model 2		
	-a	d	LR	-a	d	LR
2003	-2,935	0,131	0,869	-2,417	0,187	0,813
2004	-1,510	0,351	0,649	-1,109	0,464	0,536
2005	-0,694	0,618	0,382	-0,334	0,794	0,206
2006	-0,251	0,840	0,160	0,111	1,080	-0,080
2007	-0,037	0,974	0,026	0,346	1,271	-0,271
2008	0,049	1,035	-0,035	0,462	1,378	-0,378
2009	0,070	1,049	-0,049	0,519	1,433	-0,433
2010	0,043	1,030	-0,030	0,529	1,443	-0,443
2011	-0,020	0,986	0,014	0,508	1,422	-0,422
2012	-0,108	0,928	0,072	0,463	1,378	-0,378
2013	-0,225	0,856	0,144	0,393	1,313	-0,313
2014	-0,352	0,783	0,217	0,311	1,241	-0,241
2015	-0,492	0,711	0,289	0,217	1,163	-0,163
2016	-0,648	0,638	0,362	0,109	1,079	-0,079
2017	-0,819	0,567	0,433	-0,012	0,992	0,008
2018	-0,994	0,502	0,498	-0,138	0,909	0,091
2019	-1,165	0,446	0,554	-0,263	0,833	0,167
2020	-1,284	0,411	0,589	-0,351	0,784	0,216
2021	-1,367	0,388	0,612	-0,412	0,751	0,249

Ek 26. İnşaat Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	1,175	2,259	-1,259	-0,223	0,857	0,143
2004	-0,043	0,970	0,030	0,472	1,387	-0,387
2005	-1,011	0,496	0,504	0,635	1,553	-0,553
2006	-1,495	0,355	0,645	0,674	1,596	-0,596
2007	-1,691	0,310	0,690	0,650	1,570	-0,570
2008	-1,734	0,301	0,699	0,583	1,498	-0,498
2009	-1,693	0,309	0,691	0,500	1,414	-0,414
2010	-1,598	0,330	0,670	0,371	1,293	-0,293
2011	-1,455	0,365	0,635	0,204	1,152	-0,152
2012	-1,283	0,411	0,589	-0,001	1,000	0,000
2013	-1,071	0,476	0,524	-0,113	0,925	0,075
2014	-0,851	0,555	0,445	-0,222	0,858	0,142
2015	-0,617	0,652	0,348	-0,335	0,793	0,207
2016	-0,361	0,778	0,222	-0,429	0,743	0,257
2017	-0,086	0,942	0,058	-0,725	0,605	0,395
2018	0,192	1,142	-0,142	-1,015	0,495	0,505
2019	0,462	1,378	-0,378	-1,336	0,396	0,604
2020	0,647	1,566	-0,566	-1,524	0,348	0,652
2021	0,776	1,713	-0,713	-1,644	0,320	0,680

Ek 27. İdari Danışmanlık Alt Sektörü Model 1 ve 3 EKK Tahmin Sonuçları

	Model 1			Model 3					
	-a	d	LR	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	-1,177	0,442	0,558	-4,727	0,038	0,962	2,889	7,407	-1,803
2004	0,118	1,086	-0,086	-2,325	0,200	0,800	1,603	3,038	-1,385
2005	0,628	1,546	-0,546	-1,145	0,452	0,548	0,962	1,948	-0,947
2006	0,822	1,768	-0,768	-0,493	0,711	0,289	0,637	1,555	-0,555
2007	0,868	1,825	-0,825	-0,116	0,923	0,077	0,422	1,340	-0,339
2008	0,831	1,779	-0,779	0,137	1,100	-0,100	0,272	1,207	0,207
2009	0,764	1,698	-0,698	0,256	1,194	-0,194	0,151	1,111	0,111
2010	0,696	1,620	-0,620	0,315	1,244	-0,244	-0,110	0,927	0,073
2011	0,609	1,525	-0,525	0,356	1,280	-0,280	-0,354	0,783	0,217
2012	0,510	1,424	-0,424	0,374	1,296	-0,296	-0,535	0,690	0,310
2013	0,407	1,326	-0,326	0,374	1,296	-0,296	-0,597	0,661	0,339
2014	0,295	1,227	-0,227	0,360	1,284	-0,284	-0,653	0,636	0,364
2015	0,165	1,121	-0,121	0,330	1,257	-0,257	-0,696	0,617	0,382
2016	0,034	1,024	-0,024	0,288	1,221	-0,221	-0,748	0,595	0,405
2017	-0,117	0,922	0,078	0,229	1,172	-0,172	-0,740	0,599	0,401
2018	-0,272	0,828	0,172	0,159	1,117	-0,117	-0,706	0,613	0,387
2019	-0,434	0,740	0,260	0,078	1,056	-0,056	-0,654	0,635	0,364
2020	-0,607	0,656	0,344	-0,016	0,989	0,011	-0,597	0,661	0,339
2021	-0,784	0,581	0,419	-0,119	0,921	0,079	-0,539	0,688	0,312

Ek 28. Reklamcılık ve Piyasa Araştırması Alt Sektörü Model 1 ve 3 EKK Tahmin Sonuçları

	Model 1			Model 3					
	-a	d	LR	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	-1,438	0,369	0,631	-1,565	0,338	0,662	1,770	3,410	-2,668
2004	0,120	1,087	-0,087	0,164	1,120	-0,120	1,595	3,021	-1,581
2005	0,313	1,242	-0,242	0,375	1,297	-0,297	1,312	2,482	-0,827
2006	0,335	1,262	-0,262	0,397	1,317	-0,317	1,167	2,246	-0,434
2007	0,307	1,237	-0,237	0,364	1,287	-0,287	0,783	1,720	-0,244
2008	0,244	1,184	-0,184	0,292	1,224	-0,224	0,520	1,434	-0,139
2009	0,162	1,119	-0,119	0,199	1,148	-0,148	0,315	1,244	-0,017
2010	0,058	1,041	-0,041	0,081	1,058	-0,058	0,188	1,139	0,028
2011	-0,063	0,957	0,043	-0,055	0,962	0,038	0,024	1,017	0,065
2013	-0,313	0,805	0,195	-0,337	0,792	0,208	-0,096	0,935	0,099
2014	-0,437	0,739	0,261	-0,477	0,719	0,281	-0,123	0,918	0,112
2015	-0,565	0,676	0,324	-0,621	0,650	0,350	-0,151	0,901	0,122
2016	-0,693	0,619	0,381	-0,764	0,589	0,411	-0,172	0,888	0,135
2017	-0,820	0,566	0,434	-0,907	0,533	0,467	-0,188	0,878	0,148
2018	-0,934	0,523	0,477	-1,034	0,488	0,512	-0,210	0,865	0,157
2019	-1,047	0,484	0,516	-1,161	0,447	0,553	-0,231	0,852	0,157
2020	-1,157	0,449	0,551	-1,284	0,411	0,589	-0,246	0,843	0,157
2021	-1,272	0,414	0,586	-1,414	0,375	0,625	-0,247	0,843	0,157

Ek 29. Mimarlık-Mühendislik Faaliyetleri Alt Sektörü Model 2 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR
2003	-0,189	0,877	0,123
2004	-0,545	0,685	0,315
2005	-0,706	0,613	0,387
2006	-0,822	0,566	0,434
2007	-0,860	0,551	0,449
2008	-0,860	0,551	0,449
2009	-0,832	0,562	0,438
2010	-0,785	0,580	0,420
2011	-0,733	0,602	0,398
2012	-0,673	0,627	0,373
2013	-0,610	0,655	0,345
2014	-0,544	0,686	0,314
2015	-0,475	0,719	0,281
2016	-0,397	0,760	0,240
2017	-0,329	0,796	0,204
2018	-0,272	0,828	0,172
2019	-0,215	0,861	0,139
2020	-0,163	0,893	0,107
2021	-0,113	0,925	0,075

Ek 30. Bilimsel Araştırma-Geliştirme Alt Sektörü Model 2 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR
2003	-1,482	0,358	0,642
2004	-0,566	0,676	0,324
2005	-0,116	0,923	0,077
2006	0,485	1,400	-0,400
2007	0,556	1,470	-0,470
2008	0,545	1,459	-0,459
2009	0,485	1,399	-0,399
2010	0,414	1,333	-0,333
2011	0,329	1,256	-0,256
2012	0,241	1,182	-0,182
2013	0,115	1,083	-0,083
2014	-0,012	0,992	0,008
2015	-0,113	0,925	0,075
2016	-0,237	0,849	0,151
2017	-0,369	0,774	0,226
2018	-0,524	0,695	0,305
2019	-0,657	0,634	0,366
2020	-0,887	0,541	0,459
2021	-1,196	0,436	0,564

Ek 31. Bilimsel Araştırma-Geliştirme Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	-3,315	0,101	0,899	2,546	5,839	-4,839
2004	-2,563	0,169	0,831	1,323	2,501	-1,501
2005	-2,194	0,219	0,781	0,640	1,558	-0,558
2006	-1,700	0,308	0,692	0,599	1,515	-0,515
2007	-1,643	0,320	0,680	0,947	1,928	-0,928
2008	-1,652	0,318	0,682	1,455	2,741	-1,741
2009	-1,702	0,307	0,693	1,508	2,844	-1,844
2010	-1,760	0,295	0,705	1,657	3,153	-2,153
2011	-1,830	0,281	0,719	1,825	3,544	-2,544
2012	-1,902	0,268	0,732	1,996	3,990	-2,990
2013	-2,006	0,249	0,751	2,184	4,543	-3,543
2014	-2,110	0,232	0,768	2,369	5,167	-4,167
2015	-2,194	0,219	0,781	2,558	5,890	-4,890
2016	-2,295	0,204	0,796	2,622	6,154	-5,154
2017	-2,405	0,189	0,811	2,694	6,472	-5,472
2018	-2,532	0,173	0,827	2,783	6,881	-5,881
2019	-2,641	0,160	0,840	2,890	7,414	-6,414
2020	-2,831	0,141	0,859	3,029	8,161	-7,161
2021	-3,085	0,118	0,882	3,196	9,167	-8,167

Ek 32. Diğer Mesleki Faaliyetler Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	-2,430	0,186	0,814	2,051	4,143	-3,143
2004	-1,330	0,398	0,602	1,176	2,260	-1,260
2005	-0,820	0,566	0,434	0,730	1,659	-0,659
2006	-0,427	0,744	0,256	0,461	1,376	-0,376
2007	-0,207	0,866	0,134	0,258	1,196	-0,196
2008	-0,068	0,954	0,046	0,108	1,078	-0,078
2009	-0,028	0,981	0,019	0,049	1,035	-0,035
2010	0,111	1,080	-0,080	0,039	1,027	-0,027
2011	0,446	1,362	-0,362	0,029	1,020	-0,020
2012	0,720	1,648	-0,648	0,016	1,011	-0,011
2013	0,945	1,926	-0,926	-0,026	0,982	0,018
2014	1,088	2,126	-1,126	-0,076	0,949	0,051
2015	1,130	2,188	-1,188	-0,114	0,924	0,076
2016	1,082	2,116	-1,116	-0,166	0,891	0,109
2017	0,953	1,936	-0,936	-0,257	0,837	0,163
2018	0,776	1,713	-0,713	-0,360	0,779	0,221
2019	0,564	1,479	-0,479	-0,480	0,717	0,283
2020	0,312	1,242	-0,242	-0,630	0,646	0,354
2021	0,024	1,017	-0,017	-0,780	0,582	0,418

Ek 33. Eğitim Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	-1,455	0,365	0,635	1,823	3,539	-2,539
2004	-0,741	0,598	0,402	1,159	2,233	-1,233
2005	-0,337	0,791	0,209	0,865	1,821	-0,821
2006	-0,099	0,934	0,066	0,685	1,608	-0,608
2007	0,068	1,048	-0,048	0,527	1,441	-0,441
2008	0,200	1,149	-0,149	0,389	1,310	-0,310
2009	0,311	1,241	-0,241	0,067	1,047	-0,047
2010	0,403	1,322	-0,322	0,015	1,011	-0,011
2011	0,481	1,396	-0,396	-0,025	0,983	0,017
2012	0,552	1,466	-0,466	-0,077	0,948	0,052
2013	0,616	1,533	-0,533	-0,100	0,933	0,067
2014	0,675	1,597	-0,597	-0,098	0,935	0,065
2015	0,727	1,655	-0,655	-0,085	0,943	0,057
2016	0,773	1,709	-0,709	0,012	1,008	-0,008
2017	0,813	1,757	-0,757	0,128	1,092	-0,092
2018	0,847	1,799	-0,799	0,198	1,147	-0,147
2019	0,877	1,836	-0,836	0,276	1,211	-0,211
2020	0,900	1,866	-0,866	0,287	1,220	-0,220
2021	0,921	1,894	-0,894	0,317	1,246	-0,246

Ek 34. Sağlık Alt Sektörü Model 1 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR
2003	0,099	1,071	-0,071
2004	0,255	1,193	-0,193
2005	0,334	1,261	-0,261
2006	0,381	1,302	-0,302
2007	0,411	1,330	-0,330
2008	0,433	1,350	-0,350
2009	0,450	1,366	-0,366
2010	0,460	1,375	-0,375
2011	0,467	1,383	-0,383
2012	0,472	1,387	-0,387
2013	0,475	1,390	-0,390
2014	0,477	1,392	-0,392
2015	0,477	1,392	-0,392
2016	0,476	1,391	-0,391
2017	0,475	1,390	-0,390
2018	0,473	1,388	-0,388
2019	0,471	1,386	-0,386
2020	0,469	1,384	-0,384
2021	0,466	1,381	-0,381

Ek 35. Sağlık Alt Sektörü Model 3 EKK Tahmin Sonuçları

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	-1,372	0,386	0,614	0,849	1,802	-0,802
2004	-0,934	0,524	0,476	0,543	1,457	-0,457
2005	-0,706	0,613	0,387	0,377	1,298	-0,298
2006	-0,568	0,675	0,325	0,276	1,211	-0,211
2007	-0,478	0,718	0,282	0,195	1,145	-0,145
2008	-0,409	0,753	0,247	0,127	1,092	-0,092
2009	-0,356	0,781	0,219	0,069	1,049	-0,049
2010	-0,321	0,801	0,199	0,013	1,009	-0,009
2011	-0,294	0,816	0,184	-0,035	0,976	0,024
2012	-0,274	0,827	0,173	-0,062	0,958	0,042
2013	-0,260	0,835	0,165	-0,071	0,952	0,048
2014	-0,251	0,840	0,160	-0,085	0,943	0,057
2015	-0,245	0,844	0,156	-0,091	0,939	0,061
2016	-0,241	0,846	0,154	-0,093	0,937	0,063
2017	-0,240	0,847	0,153	-0,091	0,939	0,061
2018	-0,241	0,846	0,154	-0,086	0,942	0,058
2019	-0,243	0,845	0,155	-0,078	0,947	0,053
2020	-0,246	0,843	0,157	-0,070	0,953	0,047
2021	-0,249	0,841	0,159	-0,061	0,959	0,041

Ek 36. Kültür, Sanat ve Eğlence Alt Sektörü Model 1 ve 3 EKK Tahmin Sonuçları**Model 1****Model 3**

	-a	d	LR	-b	d _r	RR
2003	0,515	1,429	-0,429	1,376	2,595	-1,595
2004	-0,040	0,973	0,027	0,966	1,953	-0,953
2005	-0,107	0,928	0,072	0,751	1,683	-0,683
2006	-0,104	0,930	0,070	0,691	1,614	-0,614
2007	-0,062	0,958	0,042	0,684	1,607	-0,607
2008	-0,006	0,996	0,004	0,707	1,632	-0,632
2009	0,086	1,061	-0,061	0,749	1,681	-0,681
2010	0,185	1,137	-0,137	0,765	1,699	-0,699
2011	0,299	1,230	-0,230	0,778	1,715	-0,715
2012	0,420	1,338	-0,338	0,798	1,739	-0,739
2013	0,545	1,459	-0,459	0,831	1,779	-0,779
2014	0,668	1,589	-0,589	0,857	1,811	-0,811
2015	0,787	1,725	-0,725	0,893	1,858	-0,858
2016	0,902	1,869	-0,869	0,958	1,943	-0,943
2017	1,015	2,021	-1,021	1,000	2,000	-1,000
2018	1,123	2,179	-1,179	1,069	2,097	-1,097
2019	1,257	2,390	-1,390	1,235	2,355	-1,355
2020	1,293	2,451	-1,451	1,280	2,428	-1,428
2021	1,356	2,561	-1,561	1,363	2,573	-1,573

ÖZGEÇMİŞ

Ayhan KOÇ, 1984 yılında Trabzon Merkez Ata İlkokulu'nu, 1987 yılında Trabzon Merkez Atatürk Ortaokulu'nu, 1990 yılında Trabzon Lisesi'ni ve 2014 yılında Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi İktisat Bölümü'nü bitirdi ve 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı'nda bütünleşik doktora programına başladı. 2007-2017 döneminde Trabzon Valiliği'nde memur olarak çalışan KOÇ, 2017 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Teknoloji Transferi Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde Öğretim Görevlisi kadrosuna atandı. Halen bu görevi yürütmektedir.

KOÇ, evli ve 3 kız babası olup, İngilizce bilmektedir.