

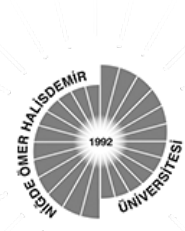
PAPER DETAILS

TITLE: Bilgi Yogun Hizmetler Alt Sektörlerinde Öğrenme Eğrileri

AUTHORS: Gürkan ÇALMASUR,Hüseyin DASTAN,Zeynep KARACA

PAGES: 477-491

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1202699>



Araştırma Makalesi
Research Article

Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi
Yıl: 2020 Cilt-Sayı: 13(3) ss: 477-491
Academic Review of Economics and Administrative Sciences
Year: 2020 Vol-Issue: 13(3) pp: 477-491
<http://dergipark.org.tr/tr/pub/ohuiibf/>

ISSN: 2564-6931

DOI: 10.25287/ohuiibf.658987

Geliş Tarihi / Received: 13.12.2019

Kabul Tarihi / Accepted: 08.05.2020

BİLGİ YOĞUN HİZMETLER ALT SEKTÖRLERİNDE ÖĞRENME EĞRİLERİ

Gürkan ÇALMAŞUR¹
Hüseyin DAŞTAN²
Zeynep KARACA³

Öz

Öğrenme eğrisi, firmanın kümülatif toplam üretimi arttıkça ortalama maliyetlerindeki düşüşü göstermektedir. Tek değişkenli ve çok değişkenli olmak üzere farklı öğrenme eğrisi modelleri vardır. Geleneksel tek değişkenli öğrenme eğrisi, üretim maliyeti gibi bir bağımlı değişkeni kümülatif üretim miktarı vb. Bağımsız değişkenler açısından açıklamaya çalışmaktadır. Tek değişkenli modeller arasında Log-Lineer model, S-eğrisi, Stanford-B modeli, DeJong'un öğrenme formülü, Levy'nin adaptasyon fonksiyonu, Glover'ın öğrenme formülü, Pegel'in üstel fonksiyonu, Knecht'in yükselme modeli, Yelle'nin ürün modeli sayılabilir. Söz konusu modeller içinde S-eğrisi veya kübik öğrenme modeli, öğrenme seviyesinin zaman içinde değiştiğini varsaymaktadır. Öğrenme eğrileri geleneksel olarak sanayi ve hizmet sektörlerinde kullanılmaktadır. Hizmetler sektörü, nihai ürünlerden ziyade hizmetin üretildiği bir endüstri koludur. Bu çalışmanın ana amacı, 2003-2017 dönemi için Türk Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörlerine ait öğrenme eğrilerini detaylı bir biçimde analiz etmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için kübik öğrenme modeli, 2003 ve 2017 yılları arasında Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörleri için öğrenme (ilerleme) oranı değerleri tahmin edilmiş ve hesaplanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, Bilgi Yoğun Hizmetler sektörlerinde her bir alt sektördeki öğrenme eğrisinin dış bükey, içbükey, negatif ve pozitif eğimli olmak üzere dört farklı şekle sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Öğrenme Eğrisi, Öğrenme (İlerleme) Oranı, Bilgi Yoğun Hizmetler, Türkiye.

Jel Sınıflandırılması : D83, L80.

¹ Doç. Dr., Erzurum Teknik Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, gurkan.calmasur@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8515-5719

² Doç. Dr., Erzurum Teknik Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, hdaстан@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8016-7145

³ Dr Öğr. Üyesi., Erzurum Teknik Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, zeynep.karaca@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8046-7222

LEARNING CURVES IN THE KNOWLEDGE INTENSIVE SERVICES SUB-SECTORS

Abstract

The learning curve illustrates the decrease in average cost as the cumulative total output of the firm increases. There are different learning curve models including univariate and multivariate. The traditional univariate learning curve symbolizes a dependent variable such as production cost in terms of independent variables (cumulative output, etc.). The univariate models are the log-linear model, the S-curve, the Stanford-B model, DeJong's learning formula, Levy's adaptation function, Glover's learning formula, Pegel's exponential function, Knecht's upturn model, and Yelle's product model. Among these models, the S-curve or cubic learning model assumes that the level of learning varies over time. The learning curves have traditionally been used for industry and service sectors. Service sector is the branch of industry in which the service is produced rather than the final goods. The main aim of this study is to make a detailed analysis the learning curves in the Turkish Knowledge Intensive Services sub-sectors for 2003-2017 period. In order to satisfy this aim, the cubic learning model has been estimated and calculated the learning (progress) ratio values Knowledge Intensive Services sub-sectors from 2003 to 2017. According to the findings obtained from the study, it was observed that the learning curve in the Knowledge Intensive Services sectors in each sub-sector has four different shapes, convex, concave, negative and positive slope.

Keywords : Learning Curve; Learning (Progress) Ratio, Knowledge Intensive Services, Turkey.

Jel Classification: D83, L80.

GİRİŞ

Bilgi yoğun hizmetler sektörü, gerek sağladığı istihdam ve gerekse ihracata yönelik katkıları sebebiyle Türkiye ekonomisinde ekonomik kalkınma ve yenilikçilik faaliyetlerinin gerçekleştiği önemli bir konumda yer almaktadır. Sektör, kendi içerisinde birçok alt sektöre ayrıldığı için homojen bir yapıya sahip değildir. Dolayısıyla ilgili alt sektörlerde yaşanan değişim ve gelişimlerin ayrı ayrı incelenmesi ve yorumlanması gerekmektedir. Bu bağlamda, bilgi yoğun hizmetler alt sektörlerinde yaşanan ekonomik, teknolojik vb. gelişim ve değişimlerin bilinmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Bilgi yoğun hizmetler alt sektörlerinin teknolojik öğrenme seviyelerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Firmalar zaman içerisinde daha fazla mal veya hizmet ürettiklerinde, birim üretim maliyeti genellikle azalan oranda bir seyir izlemektedir. Bu olgu, öğrenme eğrisi veya deneyim eğrisini ifade etmektedir (Argote & Epple, 1990: 920). Öğrenme eğrisi, İkinci Dünya Savaşı sırasında yetkililer tarafından savaş yürütmek için kullanılacak gemi ve uçakların inşaat maliyetleri ve zaman gereksinimlerini tahmin etmek amacıyla kullanılarak dikkat çekmeye başlamıştır (Yelle, 1979: 303). Yapılan analizler neticesinde, üretilen kümülatif uçak sayısı arttıkça uçak başına isabet eden işgücü girdisinin kayda değer bir biçimde düzenli olarak azaldığı keşfedilmiştir (Krajewski, Malhotra, & Ritzman, 2019: I-2). 1925 yılında askeri bir fabrikada gözlemlenen bu öğrenme olgusu 1936 yılında ampirik bir teori olarak şekillenmiştir. 1936 yılında Wright, öğrenme eğrisi üzerindeki ampirik bulgularını açıklamıştır. Wright'ın bulgularına göre, uçak üretiminin her iki katına çıkmasıyla birlikte işgücü girdi gereksinimi yaklaşık olarak %20 oranında azalmaktadır (Asgari & Yen, 2009: 77).

Uçak üretim alanında keşfedilen kümülatif üretim miktarının artmasıyla birlikte işgücü maliyetinde gerçekleşen %20 civarındaki bu azalışın birinci nedeni, işçilerin aynı işi devamlı olarak yapmaları sonucunda, söz konusu işi daha az zamanda yapmayı başarmalarıdır. İkinci neden ise, yine aynı işi sürekli olarak gerçekleştiren personelin daha etkin yöntemler geliştirmesidir. Tecrübe ile birlikte sağlanan bu maliyet azalışı zamanla daha da yaygınlaşmıştır (Dinler, 2019: 229).

Öğrenme veya deneyim eğrileri, uçak, beyaz eşya, gemi, bilgisayar çipleri, rafine petrol ürünleri vb. malların üretim faaliyetini gerçekleştiren imalat ve hizmet sanayilerinde yaygın bir

biçimde uygulanmıştır. Ayrıca, söz konusu eğriler işgücü, malzeme ile hammadde ihtiyacını tespit etmek, üretim sürecini planlamak amacıyla da kullanılmaktadır. Son olarak, mal veya hizmetlerin satılacağı fiyatı tespit etmek ve hatta tedarikçilerin fiyat tekliflerini değerlendirmek için bile öğrenme eğrilerinden faydalanılmaktadır (Salvatore, 2003: 251-252).

Tek değişkenli ve çok değişkenli olmak üzere farklı öğrenme eğrisi modelleri vardır. Geleneksel tek değişkenli öğrenme eğrisi, bazı bağımsız değişkenler (kümülatif üretim miktarı, vb.) ile bağımlı bir değişkeni (üretim maliyeti) açıklamaya çalışmaktadır. Log-lineer model, S-eğrisi, Stanford-B modeli, DeJong modeli, Levy modeli, Glover modeli, Pegel modeli, Knecht modeli, Yelle modeli ve Çarpımsal güç modeli tek değişkenli modeller arasında yer almaktadır (Badiru, 1992: 176).

Bu çalışmanın ana amacı, NACE Rev.2 (İkili Düzey) ekonomik faaliyet sınıflandırması altında 2003-2017 dönemi için Türkiye özelinde Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörlerinde gerçekleşen öğrenme düzeyini analiz etmektir. Bu bağlamda, Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörlerindeki ilerleme (öğrenme) oranlarının tahmin edilmesinde kübik öğrenme modeli kullanılmıştır. Literatürde, Türkiye özelinde Bilgi yoğun hizmetler alt sektörleri için öğrenme eğrisini analiz eden herhangi bir çalışmaya pek rastlanamamıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın ilgili alt sektörler için ilk defa gerçekleştirilecek olmasının, çalışmayı özgün kıldığı düşünülmektedir. Çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde, konu ile ilgili literatür taraması sunulmaktadır. Üçüncü bölümde makalenin veri ve metodolojisi açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde, imalat sanayi alt sektörlerinin teknolojik öğrenme düzeylerine tespitinde elde edilen ampirik bulgular özetlenmiş ve yorumlanmıştır. Beşinci ve son bölümde ise çalışmanın sonuçlarına yer verilmiştir.

II. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatürde öğrenme eğrisi modellerini analiz eden yerli ve yabancı birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Söz konusu çalışmalarda genel olarak kümülatif üretim miktarının artışıyla birlikte üretim maliyetlerinin zaman içerisinde azaldığı tespit edilmiştir. Tablo 1’de, öğrenme eğrisi modelini analiz eden yerli ve yabancı çalışmalardan bazıları kronolojik olarak ifade edilmektedir.

Tablo 1: Öğrenme Eğrisini Analiz Eden Bazı Çalışmalar

Yıl	Yazar	Sektör	Yıl	Yazar	Sektör
1936	Wright, T. P.	Uçak	2000	Sinclair, G. vd.	Kimyasal
1965	Hartley, K.	Uçak	2000	Tan, W. & Elias, Y.	İnşaat
1973	Boston Consulting Group	Yarı İletken	2002	Pramongkit, P. vd.	İmalat
1971	Baloff, N.	Otomobil, tekstil ve büyük müzik aletleri	2001	Chung, S.	Yarı İletken
1972	Dudley, L.	Metal	2003	Franceschini, F. & Galetto, M.	İmalat
1974	Sultan, R.	Buhar türbini	2004	Goldemberg J. vd.	Etanol
1984	Lieberman, M. B.	Kimyasal	2005	Karaoz, M. & Albeni, M.	İmalat
1990	Argote, L. & Epple, D.	Uçak	2009	Asgari, B. & Yen, L. W.	İmalat, Hizmet
1990	Argote L. vd.	Gemi	2010	Nadeau, M. C. vd.	Hidroforming
1991	Dick, A. R.	Yarı İletken	2012	Asgari, B. & Gonzalez-Cortez, J. L.	İmalat
1994	Jarmin, R. S.	Suni ipek	2018	Aduba, J. J. & Izawa, H.	İmalat –İmalat dışı

Wright, 1936 yılında öğrenme eğrisi modelini ampirik olarak analiz eden ilk araştırmacıdır. Wright (1936), uçak endüstrisindeki üretim maliyetini araştırmıştır. Wright, uçak üretimindeki birim işçilik maliyetlerinin kümülatif üretim artışı ile beraber düştüğünü tespit etmiştir. Wright'ın yapmış

olduğu çalışmadan günümüze kadar, öğrenme eğrisi modelleri tablo 1’den de görüldüğü üzere farklı sektör ve alanlarda yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

Öğrenme eğrisi teorisi, Boston Consulting Group (1970) tarafından değiştirilmiş ve deneyim eğrisi kavramı ortaya çıkmıştır. Orijinal öğrenme eğrisi yaklaşımı, üretim sürecindeki sadece tek bir girdiyi göz önünde bulundururken, deneyim eğrisi kavramı, öğrenmenin sadece bir üretim faktörünü değil aksine üretim sürecindeki tüm üretim faktörlerini içermesi gerektiğini ifade etmektedir. Boston Consulting Group, öğrenme analizinin tek bir fabrika ortamından endüstriyel seviyeye genişletilmesine de olanak sağlamıştır (Karaöz & Albeni, 2005: 870). Spence (1981) ile Kalish (1983) gibi araştırmacılar ise fiyat ve üretim miktarının belirlenmesinde öğrenme eğrisinin nasıl kullanılabileceğini göstererek yüksek teknolojik öğrenme seviyesine sahip bir firmanın herhangi bir sektördeki diğer firmalardan daha fazla üretmesi gerektiğini tespit etmişlerdir (Majd & Pindyck, 1989: 331). Anzanello & Fogliatto (2011), öğrenme eğrisi modelleriyle ilgili kapsamlı bir literatür taraması sunmaktadır.

Günümüzde, özellikle iş dünyasının da içinde yer aldığı çeşitli alanlarda birçok öğrenme eğrisi modeli değerlendirilmekte ve öğrenme eğrisi modelleri içerisinde ise log-doğrusal model yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple çalışmamızda Türkiye’de Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörlerinin teknolojik öğrenme düzeylerini ve bu sayede öğrenme eğrilerini tespit etmek için log-doğrusal model içerisinde değerlendirilen kübik öğrenme eğrisi modeli kullanılmıştır.

III. METODOLOJİ

Bilgi yoğun hizmetler alt sektörlerine ilişkin veriler, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)’nden elde edilmiştir. Veri seti, 2003-2017 dönemine ilişkin yıllık veri setini kapsamaktadır. Çalışmada, üretim miktarını temsil etmek için üretim değeri ve işgücünü ifade etmek için ise personel maliyeti değişkenleri kullanılmıştır. Söz konusu veriler parasal verilerdir. İlgili değişkenleri reel hale getirmek yani fiyat etkisinden arındırmak için TÜİK tarafından yayınlanan Tüketici Fiyat İndeksi (TÜFE 2003=100) ile deflate edilmiştir.

Eurostat bilgi yoğun hizmetler üreten alt sektörleri, Tablo 2’de gösterildiği gibi altı grupta sınıflandırmıştır. Söz konusu sınıflandırmada yer alan alt sektörlerden bazılarına ilişkin veriler Türkiye özelinde bulunmadığı için analizlerde bazı alt sektörler yer almamaktadır. Örneğin, bilgi yoğun finansal hizmetler kategorisinde veri bulunmadığı için bu alt sektörlerle ilişkin herhangi bir analiz yapılamamıştır.

Tablo 2: Bilgi Yoğun Hizmetler Faaliyetlerinin Eurostat Sınıflandırması

Yüksek Teknoloji ve Finansal Hizmetleri İçeren Bilgi Yoğun Piyasa Hizmetleri	Diğer Bilgi Yoğun Hizmetler
Su yolu taşımacılığı (50) Hava yolu taşımacılığı (51) Hukuk ve muhasebe faaliyetleri (69) İdare merkezi faaliyetleri; idari danışmanlık faaliyetleri (70) Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri; teknik muayene ve analiz (71) Reklamcılık ve piyasa araştırması (73) Diğer mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler (74) İstihdam faaliyetleri (78) Güvenlik ve soruşturma faaliyetleri (80)	Yayımcılık faaliyetleri (58) Veterinerlik hizmetleri (75) Kamu yönetimi ve savunma; zorunlu sosyal güvenlik (84) Eğitim (85) İnsan sağlığı hizmetleri (86) Yatılı bakım faaliyetleri (87) Barınacak yer sağlanmaksızın verilen sosyal hizmetler (88) Yaratıcı sanatlar, gösteri sanatları ve eğlence faaliyetleri (90) Kütüphaneler, arşivler, müzeler ve diğer kültürel faaliyetler (91) Kumar ve müşterek bahis faaliyetleri (92) Spor faaliyetleri, eğlence ve dinlence faaliyetleri (93)
Daha Az Bilgi Yoğun Piyasa Hizmetleri	Bilgi Yoğun Finansal Hizmetler
Motorlu kara taşıtlarının ve motosikletlerin toptan ve perakende ticareti ile onarımı (45) Toptan ticaret (Motorlu kara taşıtları ve	Finansal hizmet faaliyetleri (Sigorta ve emeklilik fonları hariç) (64) Sigorta, reasürans ve emeklilik fonları (Zorunlu sosyal güvenlik hariç) (65)

motosikletler hariç) (46) Perakende ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç) (47) Kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı (49) Taşımacılık için depolama ve destekleyici faaliyetler (52) Konaklama (55) Yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri (56) Gayrimenkul faaliyetleri (68) Kiralama ve leasing faaliyetleri (77) Seyahat acentesi, tur operatörü ve diğer rezervasyon hizmetleri ve ilgili faaliyetler (79) Binalar ile ilgili hizmetler ve çevre düzenlemesi faaliyetleri (81) Büro yönetimi, büro destek ve iş destek faaliyetleri (82) Bilgisayarların, kişisel eşyaların ve ev eşyalarının onarımı (95)	Finansal hizmetler ile sigorta faaliyetleri için yardımcı faaliyetler (66)
	Yüksek Teknoloji Bilgi Yoğun Hizmetler
	Sinema filmi, video ve televizyon programları çekim sonrası faaliyetleri (59) Programcılık ve yayıncılık faaliyetleri (60) Telekomünikasyon (61) Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler (62) Bilgi hizmet faaliyetleri (63) Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri (72)
	Diğer Daha Az Bilgi Yoğun Hizmetler
	Posta ve kurye faaliyetleri (53) Üye olunan kuruluşların faaliyetleri (94) Diğer hizmet faaliyetleri (96) Ev içi çalışan personelin işverenleri olarak hanehalklarının faaliyetleri (97) Hanehalkları tarafından kendi kullanımlarına yönelik olarak üretilen ayırım yapılmamış mal ve hizmetler (98) Uluslararası örgütler ve temsilciliklerinin faaliyetleri (99)

Kaynak: www.ec.europa.eu

Firma herhangi bir mal veya hizmetin üretim sürecinde deneyim kazandıkça, ortalama üretim maliyeti düzenli olarak azalır. Başka bir deyişle, söz konusu bir yıldaki belirli bir üretim seviyesi için, toplam üretim miktarının zamanla kümülatif olarak artması, genellikle firmanın ortalama maliyetinde önemli ölçüde azalmaya sebep olacaktır. Öğrenme veya deneyim eğrisi, firmanın kümülatif toplam üretim miktarı arttıkça ortalama maliyetteki düşüşü göstermektedir (Salvatore, 2003: 251).

Öğrenme eğrisi çeşitli fonksiyonel biçimlere sahiptir. Bu modeller Log-lineer model, Plato modeli, Stanford modeli, Dejong modeli, S modeli vb.dir. Söz konusu modeller içerisinde, Wright tarafından geliştirilen log-lineer öğrenme eğrisi modeli şimdiye kadar yaygın bir biçimde kullanılmıştır (Yelle, 1979: 304). Log-lineer model, geleneksel lineer öğrenme eğrisi varsayımı altında teknolojik ilerleme oranını tahmin etmek için kullanılmaktadır. Wright'ın geleneksel öğrenme eğrisi modelini şöyle ifade etmek mümkündür (Anzanello & Fogliatto, 2011: 574).

$$C_t = C_1 X_t^{-a} \quad (1)$$

C_t : t zamanındaki üretim düzeyi başına işgücü girdisini, C_1 : ilk üretim düzeyini elde etmek için gerekli olan işgücü girdisini, X_t : t zamanına kadar olan kümülatif üretim miktarını ve $-a$ ise öğrenme esnekliğini temsil eder. 1 no.lu denklemin logaritmik biçimi 2 no.lu denklemle aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Karaöz & Albeni, 2005: 870):

$$\ln C_t = \ln C_1 + a \ln X_t \quad (2)$$

Denklem 2'de yer alan C_t yani t zamanındaki birim üretim maliyeti, kümülatif üretim seviyesini temsil eden X_t ve üretim sürecinde ilk birimin üretim maliyetini gösteren C_1 'in bir fonksiyonudur. Ayrıca, öğrenme etkisi ise a 'nın değeri ile ölçülmektedir. a 'nın değeri ne kadar büyük olursa, öğrenme etkileri de o kadar önemlidir. İlerleme oranı (d) ise öğrenme esnekliğini temsil eden a ile türetilmektedir. İlerleme oranı, kümülatif üretim seviyesi veya deneyim ikiye katlandığında birim başına maliyetin hangi oranda azaldığını göstermektedir. İlerleme veya öğrenme oranı, $d = 2^{-a}$ formülü ile hesaplanmaktadır (Pramongkit, Shawyun, & Sirinaovakul, 2000: 190).

Herhangi bir firma veya endüstride öğrenme söz konusu ise, ilerleme oranı değerlerinin sıfır ile bir arasında olması beklenir. İlerleme oranı değeri sıfıra yaklaştıkça daha iyi öğrenme olmaktadır. Bununla birlikte, bire yakın ilerleme oranı değeri düşük öğrenme oranını göstermektedir. Birden büyük bir ilerleme oranı ise öğrenme yerine unutma yaşandığını ifade eder. Yani, toplam üretim miktarı arttıkça birim üretim maliyetlerinde bir artış veya verimlilikte bir azalma gerçekleşmektedir.

Ayrıca, ilerleme oranının değeri 1'e eşit olduğunda ne öğrenme ne de unutma söz konusudur (Karaöz & Albeni, 2005: 871).

Öğrenme eğrisi etkisini hesaplamak için 3 no.lu denklemde verilen geleneksel Neo-klasik üretim fonksiyonundan faydalanabiliriz.

$$Q_t = A_t L_t^\alpha K_t^\beta \quad (3)$$

Q_t ; t yılındaki üretim düzeyini, L_t ; t yılındaki işgücü seviyesini, K_t ; t yılındaki sermaye düzeyini ve A_t , t yılındaki teknoloji seviyesini göstermektedir. α ve β sırasıyla üretimin işgücü ve sermaye esnekliğidir. α ve β parametrelerinin toplamı, ölçeğe göre getiriyi ifade etmektedir. $\alpha + \beta > 1$ ise ölçeğe göre artan ve $\alpha + \beta < 1$ ise ölçeğe göre azalan getiri vardır. $\alpha + \beta = 1$ olduğu durumda ölçeğe göre sabit getiri söz konusudur (Salvatore, 2003: 221).

3 no.lu denklemin logaritmik biçimi 4 no.lu denklemdeki gibi gösterilebilir.

$$\ln Q_t = \ln A_t + \alpha \ln L_t + \beta \ln K_t \quad (4)$$

A_t ile X_t arasında 5 no.lu denklemde ifade edilen fonksiyonel ilişki bulunmaktadır.

$$A_t = H X_t^a \quad (5)$$

Bu denklemde yer alan H bir sabittir ve X_t^a , daha önce 1 no.lu denklemde $1 (X_t^a = C_1/C_t)$ ile ifade edilen X_t^{-a} 'nın tersidir. Denklem 5'in doğal logaritmik biçimi ise şu şekildedir:

$$\ln A_t = \ln H + a \ln X_t \quad (6)$$

$X_t^a = C_1/C_t$ ilişkisini kullanarak, 5 no.lu denklemi 7 no.lu denklemdeki gibi yazabiliriz.

$$A_t = H \frac{C_1}{C_t} \quad (7)$$

7 no.lu denklemin logaritmik biçimi 8 no.lu denklemdeki gibidir.

$$\ln A_t = \ln H + \ln \left(\frac{C_1}{C_t} \right) \quad (8)$$

Kübik öğrenme modelinde öğrenme seviyesinin zaman içinde değiştiği varsayılmaktadır. Carlson (1973), kübik öğrenme oranlarını tahmin etmek için S-eğrisi fonksiyonunun kullanılması gerektiğini göstermiştir. S-eğrisi fonksiyonu, t zamanında birim başına üretim maliyetinin, üçüncü dereceden polinomal bir kümülatif üretim fonksiyonu olduğunu ifade eder (Karaöz & Albeni, 2005: 872). Bu çalışmada, öğrenme düzeyini tespit etmek için kübik öğrenme modeli kullanılmıştır. Kübik öğrenme modeli 9 no.lu denklemdeki gibi gösterilebilir.

$$\ln C_t = \ln C_1 + B \ln X_t + C (\ln X_t)^2 + D (\ln X_t)^3 \quad (9)$$

9 no.lu eşitlikte t yılındaki üretimin birim başına maliyeti kümülatif üretim seviyesinin bir fonksiyonudur. Öğrenme esnekliği, 9 no.lu denklemin birinci dereceden türevi ile belirlenmektedir.

$$-a = \frac{d \ln C_t}{d \ln X_t} = B + 2C \ln X_t + 3D (\ln X_t)^2 \quad (10)$$

11 no.lu denklem, 9 no.lu denklemden aşağıdaki gibi elde edilebilir:

$$\ln \left(\frac{C_1}{C_t} \right) = -[B \ln X_t + C (\ln X_t)^2 + D (\ln X_t)^3] \quad (11)$$

8 no.lu denklemde yer alan $\ln \left(\frac{C_1}{C_t} \right)$ ifadesi yerine 11 no.lu denklemdeki eşitliğini ilave edersek 12 no.lu denklemi elde ederiz.

$$\ln A_t = \ln H - B \ln X_t - C (\ln X_t)^2 - D (\ln X_t)^3 \quad (12)$$

12 no.lu denklemi, 4 no.lu denkleme eklediğimizde ise 13 no.lu denklem bulunur.

$$\ln Q_t = \ln H - B \ln X_t - C (\ln X_t)^2 - D (\ln X_t)^3 + \alpha \ln L_t + \beta \ln K_t \quad (13)$$

13 no.lu denklemde, sermaye ve emek arasındaki ilişkinin şöyle olduğu varsayılmaktadır:

$$K_t = \mu L_t^\lambda \quad (14)$$

μ ve λ sabittir. Bu denklemin logaritmik biçimi 13 no.lu denkleme eklenerek 15 no.lu denkleme ulaşabiliriz.

$$\ln Q_t = \ln H - B \ln X_t - C (\ln X_t)^2 - D (\ln X_t)^3 + \alpha \ln L_t + \beta (\ln \mu + \lambda \ln L_t) \quad (15)$$

15 no.lu denklemin her iki tarafına $\ln L_t$ eklendikten sonra 16 no.lu denklem elde edilir.

$$\ln \left(\frac{L}{Q} \right)_t = -\ln H - \beta \ln \mu + B \ln X_t + C (\ln X_t)^2 + D (\ln X_t)^3 + (1 - \beta \lambda - \alpha) \ln L_t \quad (16)$$

16 no.lu denklemi daha kolay bir biçimde ifade edebilmek için $\theta_1 = -(\ln H + \beta \ln \mu)$, $\theta_2 = (1 - \beta \lambda - \alpha) \ln L_t$ ve $\ln C_t = \ln \left(\frac{L}{Q} \right)_t$ olduğunu varsayarsak 17 no.lu denkleme ulaşabiliriz (Karaöz & Albeni, 2005: 875).

$$\ln C_t = \theta_1 + B \ln X_t + C (\ln X_t)^2 + D (\ln X_t)^3 + \theta_2 \ln L_t \quad (17)$$

17 no.lu denklemin birinci dereceden türevi 18 no.lu denkleme gösterilen öğrenme esnekliğini vermektedir.

$$-a = \frac{\partial C_t}{\partial X_t} \frac{X_t}{C_t} = B + 2C \ln X_t + 3D (\ln X_t)^2 \quad (18)$$

IV. AMPİRİK BULGULAR

17 no.lu denklemde yer alan θ_1 , θ_2 , B, C ve D parametrelerini tahmin etmek için En Küçük Kareler yöntemi kullanılmıştır. İlgili parametreler aracılığıyla öğrenme esnekliğini ifade eden a değeri hesaplanmış ve ilerleme veya öğrenme oranını tespit etmek için ise $d = 2^{-a}$ formülünden yararlanılmıştır.

Tablo 3: Kübik Modelden Elde Edilen Tahmin Sonuçları

	Kod	θ_1	θ_2	B	C	D	F değeri	R ²
Yüksek Teknoloji ve Finansal Hizmetleri İçeren Bilgi Yoğun Piyasa Hizmetleri	50	1079,357 (2,22)***	0,211 (0,58)	-170,421 (-2,19)***	8,908 (2,15)***	-0,155 (-2,13)***	3,36***	0,573
	51	256,926 (1,10)	1,345 (4,57)*	-46,859 (-1,31)	2,622 (1,42)	-0,049 (-1,55)	11,16*	0,817
	69	-537,465 (-2,88)**	-0,371 (-0,70)	89,253 (2,90)**	-4,903 (-2,94)**	0,090 (2,97)**	6,27*	0,715
	70	361,483 (0,59)	1,244 (1,95)***	-49,088 (-0,61)	2,089 (0,59)	-0,030 (-0,59)	3,25***	0,565
	71	-168,290 (-1,64)	0,667 (1,86)***	26,264 (1,60)	-1,445 (-1,64)	0,026 (1,66)	4,72**	0,654
	73	937,330 (4,39)*	-0,382 (-1,12)	-146,575 (-4,36)*	7,630 (4,31)*	-0,132 (-4,26)*	25,18*	0,910
	74	-43,319 (-0,23)	-0,118 (-0,60)	9,856 (0,30)	-0,715 (-0,36)	0,017 (0,43)	4,58**	0,650
	78	-35,746 (-0,31)	0,184 (0,98)	5,098 (0,24)	-0,260 (-0,21)	0,004 (0,18)	2,65***	0,515
	80	34,310 (2,27)**	0,083 (0,72)	-6,483 (-2,55)**	0,387 (2,58)**	-0,008 (-2,64)**	67,13*	0,964
Diğer Bilgi Yoğun Hizmetler	58	26,068 (0,33)	0,940 (3,05)**	-5,672 (-0,43)	0,249 (0,33)	-0,004 (-0,25)	81,30*	0,970
	75	-462,314 (-1,93)***	0,936 (3,14)**	86,742 (1,89)***	-5,537 (-1,88)***	0,117 (1,86)***	9,17*	0,786

	85	184,589 (3,11)**	0,342 (1,52)	-31,203 (-3,22)*	1,700 (3,25)*	-0,031 (-3,28)*	15,03*	0,857
	86	-136,81 (-1,82)**	0,919 (2,78)**	19,706 (1,71)	-1,052 (-1,70)	0,018 (1,69)	84,66*	0,971
	87	190,123 (3,80)*	0,384 (3,58)*	-40,436 (-3,94)*	2,777 (3,96)*	-0,063 (-3,99)*	26,47*	0,914
	88	-90,795 (-4,30)*	0,429 (3,65)*	16,465 (4,21)*	-1,058 (-4,30)*	0,022 (4,36)*	31,75*	0,927
	90	-756,332 (-2,15)***	1,877 (2,43)**	138,794 (2,13)***	-8,701 (-2,14)***	0,180 (2,15)***	3,21***	0,422
	91	-75,242 (-2,03)***	1,623 (3,14)**	16,748 (1,94)***	-1,470 (-2,02)***	0,040 (2,04)***	7,31*	0,745
	92	-464,729 (-5,79)*	1,859 (6,47)*	76,905 (5,54)*	-4,439 (-5,56)*	0,084 (5,51)*	97,34*	0,975
	93	-170,023 (-2,34)**	0,523 (2,32)**	28,086 (2,18)***	-1,614 (-2,12)***	0,031 (2,04)***	22,21*	0,899
Yüksek Teknoloji Bilgi Yoğun Hizmetler	59	1080,304 (4,89)*	-0,331 (-1,43)	-183,284 (-4,84)*	10,322 (4,77)*	-0,193 (-4,69)*	31,07*	0,926
	61	507,172 (1,96)***	1,616 (5,48)*	-79,404 (-2,06)***	3,915 (2,06)***	-0,064 (-2,05)***	21,81*	0,897
	62	-120,833 (-2,05)***	0,685 (2,44)**	17,929 (1,88)***	-0,959 (-1,83)***	0,017 (1,75)	4,10**	0,621
	63	-694,168 (-3,11)**	-0,813 (-3,15)**	131,615 (3,21)*	-8,195 (-3,29)*	0,170 (3,38)*	11,61*	0,823
	72	89,101 (1,80)	-0,333 (1,78)	-18,727 (-1,85)***	1,239 (1,76)	-0,027 (-1,72)	7,70*	0,755
Daha Az Bilgi Yoğun Piyasa Hizmetleri	46	664,718 (2,71)**	0,635 (2,13)***	-96,870 (-2,73)**	4,611 (2,74)**	-0,073 (-2,75)**	17,68*	0,876
	47	267,691 (1,69)	0,304 (1,73)	-39,304 (-1,69)	1,866 (1,65)	-0,029 (-1,60)	180,21*	0,986
	49	343,942 (1,75)	-0,436 (-1,47)	-36,106 (-1,54)	1,272 (1,37)	-0,015 (-1,20)	13,07*	0,839
	52	302,570 (2,50)**	-0,860 (-1,47)	-45,195 (-2,37)**	2,321 (2,35)**	-0,039 (-2,29)**	6,64*	0,726
	55	-412,328 (-2,18)***	0,320 (1,19)	63,914 (2,19)***	-3,348 (-2,22)***	-0,058 (2,24)**	6,66*	0,727
	56	-171,099 (-1,73)	-0,023 (-0,11)	27,054 (1,74)	-1,438 (-1,79)	0,026 (1,83)***	40,50*	0,942
	68	-296,696 (-5,06)*	0,263 (2,12)***	48,861 (5,12)*	-2,716 (-5,25)*	0,050 (5,35)*	34,04*	0,932
	77	-197,695 (-3,24)*	0,180 (0,96)	33,076 (3,14)**	-1,880 (-3,09)**	0,035 (3,04)**	3,43***	0,578
	81	136,143 (6,90)*	0,307 (3,51)*	-23,372 (-7,28)*	1,285 (7,34)*	-0,024 (-7,45)*	107,14*	0,977
	82	-202,844 (-2,59)**	1,289 (6,07)*	30,961 (2,38)**	-1,712 (-2,35)**	0,031 (2,28)**	16,12*	0,866
	95	-769,231 (-4,76)*	0,109 (0,53)	131,135 (4,73)*	-7,476 (-4,74)*	0,142 (4,74)*	16,47*	0,868
Diğer Daha Az Bilgi Yoğun Hizmetler	53	-473,221 (-3,73)*	-1,027 (-6,41)*	82,418 (3,95)*	-4,623 (-4,01)*	0,086 (4,08)*	71,49*	0,966
	96	-140,283 (-2,19)***	0,409 (4,10)*	24,834 (2,25)**	-1,532 (-2,41)**	0,031 (2,55)**	89,00*	0,973

*, ** ve *** sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeyinde istatistiki açıdan anlamlılığı temsil etmektedir.

Tablo 3'te, 2002-2017 dönemi itibariyle Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörleri için kübik öğrenme modeli kullanılarak tahmin edilen katsayılar görülmektedir. Tablo 3'te yer alan tüm modeller, ilgili önem düzeyinde (F değerleri) bir bütün olarak istatistiksel olarak anlamlıdır. Modellerin R² değerleri %42,2 ile %98,6 arasında değişim göstermektedir. Parametreler için hesaplanan t değerleri alt sektörlerin birçoğu için ilgili katsayının istatistiki açıdan seçilen önem düzeyinde (%1, %5 ve %10) anlamlı olduğunu belirtmektedir.

Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörleri için öğrenme seviyesi (ilerleme oranı) değerleri, Tablo 4'te sunulmaktadır. Bu değerler, $d = 2^{-a}$ formülünden hareketle hesaplanmıştır. Tablo 4'te yer alan öğrenme seviyesi değerleri incelendiğinde, 1 değerinin altındaki bir öğrenme seviyesi, öğrenmenin hala devam ettiğini gösterirken, 1 değerinin üzerindeki öğrenme seviyesi ise unutmayı ifade etmektedir. Şayet öğrenme seviyesi değeri 1'e eşit ise verimliliğin değişmemekte ve bir gelişme veya kötüleşme bulunmamaktadır. Gölgeleştirilmiş hücreler 1 değerinin üzerindeki teknolojik öğrenme seviyesini yani, unutkanlık durumunu ifade ederken, gölgesiz hücreler ise ilgili alt sektör tarafından üretim sürecinde yaşanan verimlilik kazancını veya öğrenme durumunu göstermektedir.

Tablo 4: 2003-2017 Dönemi İtibariyle Bilgi Yoğun Hizmetler Alt Sektörlerinde Yıllık Öğrenme Seviyesi

Yıl Kod	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Ort.
46	0,742	0,965	1,030	1,031	1,008	0,978	0,947	0,912	0,875	0,838	0,800	0,763	0,727	0,692	0,656	0,864
47	0,907	1,048	1,104	1,126	1,136	1,136	1,133	1,127	1,119	1,110	1,099	1,088	1,076	1,063	1,050	1,088
49	0,713	0,894	1,038	1,145	1,220	1,276	1,314	1,350	1,385	1,417	1,445	1,470	1,492	1,513	1,531	1,280
50	0,470	1,013	1,174	1,213	1,207	1,172	1,144	1,107	1,063	1,018	0,976	0,933	0,892	0,855	0,813	1,003
51	0,905	0,891	0,838	0,778	0,723	0,671	0,623	0,578	0,531	0,487	0,447	0,407	0,373	0,346	0,295	0,593
52	0,991	1,317	1,450	1,488	1,504	1,505	1,496	1,478	1,454	1,426	1,394	1,360	1,325	1,292	1,254	1,382
53	1,242	0,934	0,892	0,878	0,876	0,885	0,917	0,964	1,023	1,093	1,172	1,255	1,345	1,440	1,536	1,097
55	1,210	0,980	0,903	0,882	0,883	0,898	0,921	0,952	0,992	1,034	1,083	1,136	1,190	1,229	1,278	1,038
56	1,071	1,019	1,023	1,039	1,060	1,086	1,116	1,150	1,186	1,225	1,265	1,306	1,349	1,392	1,437	1,182
58	0,768	0,843	0,883	0,908	0,925	0,927	0,952	0,963	0,973	0,982	0,989	0,995	1,000	1,005	1,010	0,953
59	0,347	1,666	1,952	2,034	2,040	2,016	1,946	1,842	1,716	1,577	1,438	1,301	1,171	1,061	0,955	1,538
61	0,765	0,978	1,037	1,056	1,053	1,041	1,022	1,001	0,978	0,954	0,930	0,907	0,885	0,862	0,840	0,954
62	1,008	0,861	0,802	0,766	0,746	0,731	0,720	0,714	0,712	0,711	0,713	0,716	0,720	0,726	0,732	0,759
63	1,596	1,029	0,943	1,016	1,281	1,620	1,787	1,991	2,236	2,490	2,758	3,084	3,509	4,012	4,627	2,265
68	1,081	0,824	0,760	0,743	0,748	0,762	0,808	0,860	0,922	0,994	1,072	1,154	1,233	1,312	1,396	0,978
69	1,491	1,082	1,024	1,012	1,043	1,096	1,179	1,274	1,379	1,493	1,614	1,744	1,885	2,036	2,182	1,436
70	0,490	0,604	0,656	0,678	0,678	0,654	0,633	0,621	0,607	0,592	0,577	0,560	0,541	0,522	0,501	0,594
71	0,922	0,802	0,755	0,727	0,721	0,724	0,735	0,750	0,769	0,789	0,811	0,835	0,861	0,887	0,917	0,800
72	0,474	0,644	0,760	0,946	0,982	0,986	0,982	0,963	0,935	0,904	0,865	0,827	0,800	0,767	0,735	0,838
73	0,525	1,372	1,582	1,629	1,632	1,600	1,548	1,477	1,399	1,320	1,241	1,167	1,096	1,030	0,968	1,306
74	0,820	0,892	0,949	1,039	1,112	1,174	1,204	1,241	1,280	1,325	1,379	1,444	1,510	1,578	1,650	1,240
75	1,784	1,083	0,852	0,703	0,636	0,614	0,591	0,588	0,602	0,628	0,661	0,704	0,756	0,817	0,891	0,794
77	1,349	1,087	0,961	0,907	0,881	0,868	0,860	0,863	0,875	0,894	0,919	0,951	0,988	1,028	1,075	0,967
78	0,928	0,889	0,863	0,844	0,837	0,830	0,824	0,818	0,812	0,807	0,802	0,797	0,792	0,789	0,784	0,828
80	0,958	1,005	1,022	1,028	1,027	1,021	1,013	1,004	0,994	0,983	0,972	0,960	0,948	0,936	0,924	0,986
81	0,805	0,926	0,974	0,984	0,980	0,969	0,952	0,933	0,912	0,889	0,864	0,839	0,813	0,786	0,760	0,892
82	0,906	0,703	0,629	0,588	0,571	0,559	0,553	0,553	0,557	0,564	0,573	0,583	0,595	0,609	0,623	0,611
85	0,857	0,962	0,992	0,993	0,983	0,968	0,950	0,929	0,908	0,886	0,861	0,836	0,811	0,786	0,763	0,899
86	0,888	0,796	0,763	0,750	0,746	0,747	0,752	0,758	0,766	0,775	0,785	0,795	0,806	0,817	0,827	0,785
87	0,655	0,943	1,033	1,052	1,050	1,038	1,015	0,981	0,937	0,891	0,839	0,792	0,743	0,691	0,636	0,886
88	1,009	0,881	0,839	0,825	0,823	0,831	0,847	0,867	0,888	0,913	0,939	0,963	0,988	1,016	1,044	0,912
90	1,681	0,770	0,550	0,439	0,393	0,392	0,416	0,465	0,534	0,621	0,739	0,893	1,074	1,131	1,366	0,764
91	0,782	0,557	0,428	0,379	0,368	0,370	0,390	0,417	0,452	0,506	0,576	0,648	0,727	0,789	0,855	0,548
92	1,521	0,801	0,603	0,495	0,454	0,436	0,434	0,479	0,542	0,620	0,706	0,800	0,896	0,995	1,097	0,725
93	1,244	0,996	0,914	0,865	0,837	0,822	0,811	0,808	0,810	0,816	0,825	0,837	0,851	0,866	0,883	0,879
95	1,779	1,138	0,968	0,912	0,906	0,923	0,970	1,035	1,121	1,213	1,301	1,389	1,492	1,603	1,726	1,232
96	0,906	0,850	0,854	0,875	0,905	0,937	0,981	1,031	1,081	1,129	1,173	1,214	1,258	1,301	1,346	1,056

Tablo 4'teki yıllık öğrenme seviyesi değerleri, ilgili alt sektör için kümülatif üretimin iki katına çıkması durumunda birim üretim maliyetlerinde yaşanan düşüş veya artışları göstermektedir. Yıllık öğrenme seviyelerinin bir yıldan diğerine değişmesi, teknolojik öğrenme seviyesinin her yıl için farklılık sergilediğini ifade etmektedir. Örneğin, 46 kodlu Toptan ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç) alt sektörü için 2003, 2004 ve 2005 yıllarında, yıllık teknolojik öğrenme seviyeleri sırasıyla 0.742, 0,965 ve 1.030'dur. Bu sayılar, belirli bir yıl için elde edilen veya kaçırılan birim başına maliyet verimliliğini gösterir. Örneğin, 2003 ve 2004'te, Toptan ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç) alt sektörü üretimi için birim üretim maliyetleri, üretim düzeyinin her iki katına çıkması ile birlikte %25,8 ve %3,5 oranında azalırken, 2005 yılında birim üretim maliyeti %3 oranında artmıştır. Bu sayı (1.030), ilgili alt sektör için 2005 yılında unutmanın gerçekleştiğini ifade etmektedir.

Tablo 5, 2003-2017 dönemi itibariyle Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörleri için Tablo 4'teki her bir alt sektörün öğrenme seviyesini belirten rakamlardan türetilen öğrenme eğrilerini göstermektedir. Söz konusu alt sektörler, öğrenme eğrilerinin şekillerinin benzerliğine bağlı olarak dört kategoride toplanmıştır. Bu kategoriler; bir minimum noktasına sahip olan dışbükey öğrenme

eğrisi, bir maksimum noktasına sahip olan içbükey öğrenme eğrisi, bir minimum noktası olmayan negatif eğimli öğrenme eğrisi ve bir maksimum noktası olmayan pozitif eğimli öğrenme eğrisi şeklindedir. Alt kategoriler ise ilgili alt sektörde unutmamanın yaşanıp yaşanmamasına bağlı olarak iki sınıfa ayrılmıştır.

Tablo 5: 2003-2017 Dönemi İtibariyle Bilgi Yoğun Hizmetler Alt Sektörleri Öğrenme Eğrileri

Öğrenme Eğrisinin Şekli	Unutma	Alt Sektör
Bir Minimum Noktasına Sahip Dışbükey Öğrenme Eğrisi	Bazı Yıllarda Unutma	Posta ve kurye faaliyetleri, Konaklama, Yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri, Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler, Bilgi hizmet faaliyetleri, Gayrimenkul faaliyetleri, Hukuk ve muhasebe faaliyetleri, Veterinerlik hizmetleri, Kiralama ve leasing faaliyetleri, Barınacak yer sağlanmaksızın verilen sosyal hizmetler, Yaratıcı sanatlar, gösteri sanatları ve eğlence faaliyetleri, Kumar ve müşterek bahis faaliyetleri, Spor faaliyetleri, eğlence ve dinlence faaliyetleri, Bilgisayarların, kişisel eşyaların ve ev eşyalarının onarımı, Diğer hizmet faaliyetleri
	Hiçbir Yılda Unutmama	Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri; teknik muayene ve analiz, Büro yönetimi, büro destek ve iş destek faaliyetleri, İnsan sağlığı hizmetleri, Kütüphaneler, arşivler, müzeler ve diğer kültürel faaliyetler
Bir Maksimum Noktasına Sahip İçbükey Öğrenme Eğrisi	Bazı Yıllarda Unutma	Toptan ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç), Perakende ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç), Su yolu taşımacılığı, Taşımacılık için depolama ve destekleyici faaliyetler, Sinema filmi, video ve televizyon programları çekim sonrası faaliyetleri, Telekomünikasyon, Reklamcılık ve piyasa araştırması, Güvenlik ve soruşturma faaliyetleri, Yatılı bakım faaliyetleri
	Hiçbir Yılda Unutmama	İdare merkezi faaliyetleri; idari danışmanlık faaliyetleri, Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri, Binalar ile ilgili hizmetler ve çevre düzenlemesi faaliyetleri, Eğitim
Bir Minimum Noktası Olmayan Negatif Eğimli Öğrenme Eğrisi	Bazı Yıllarda Unutma	-
	Hiçbir Yılda Unutmama	Hava yolu taşımacılığı, İstihdam faaliyetleri,
Bir Maksimum Noktası Olmayan Pozitif Eğimli Öğrenme Eğrisi	Bazı Yıllarda Unutma	Kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı, Yayımcılık faaliyetleri, Diğer mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler
	Hiçbir Yılda Unutmama	-

Tablo 5'te yer alan ilk kategoride, dışbükey öğrenme eğrilerine sahip olan alt sektörler yer almaktadır. Bu şekle sahip olan alt sektörlerde öğrenme seviyesi değerleri belirli bir yıla kadar sürekli bir biçimde azalmakta ve söz konusu yıldan sonra ise ilgili değerlerde artış gözlenmektedir.

Bu kategorinin ilk sınıfında, 15 yıllık zaman dilimi içerisinde bazı yıllarda unutmamanın gerçekleştiği yani öğrenme seviyesi değerinin 1'den büyük olduğu alt sektörler bulunmaktadır. Bu alt sektörler: Posta ve kurye faaliyetleri, Konaklama, Yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri, Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler, Bilgi hizmet faaliyetleri, Gayrimenkul

faaliyetleri, Hukuk ve muhasebe faaliyetleri, Veterinerlik hizmetleri, Kiralama ve leasing faaliyetleri, Barınacak yer sağlanmaksızın verilen sosyal hizmetler, Yaratıcı sanatlar, gösteri sanatları ve eğlence faaliyetleri, Kumar ve müşterek bahis faaliyetleri, Spor faaliyetleri, eğlence ve dinlence faaliyetleri, Bilgisayarların, kişisel eşyaların ve ev eşyalarının onarımı ile Diğer hizmet faaliyetleri alt sektörleridir. Söz konusu kategorinin ikinci sınıfında ise 2003-2017 dönemi itibariyle hiçbir yılda unutmamanın olmadığı veya her yıl için öğrenmenin gözlemlendiği alt sektörler ifade edilmiştir. Bu sınıfın alt sektörleri: Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri; teknik muayene ve analiz, Büro yönetimi, büro destek ve iş destek faaliyetleri, İnsan sağlığı hizmetleri, Kütüphaneler, arşivler ile müzeler ve diğer kültürel faaliyetler alt sektörleridir.

Benzer şekilde, ikinci kategoride, öğrenme eğrisinin içbükey şeklinde olduğu alt sektörler sıralanmıştır. Bu alt sektörlerde öğrenme seviyesi değerleri belirli bir yıla kadar sürekli artmakta ve daha sonra ise ilgili değerler azalmaktadır. Bu kategorinin ilk sınıfında, ilgili dönemde öğrenme seviyesi değerinin 1'den büyük olduğu alt sektörler bulunmaktadır. Bu alt sektörler: Toptan ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç), Perakende ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç), Su yolu taşımacılığı, Taşımacılık için depolama ve destekleyici faaliyetler, Sinema filmi, video ve televizyon programları çekim sonrası faaliyetleri, Telekomünikasyon, Reklamcılık ve piyasa araştırması, Güvenlik ve soruşturma faaliyetleri ile Yatılı bakım faaliyetleri alt sektörleridir. Kategorinin ikinci sınıfında ise hiçbir yılda unutmamanın olmadığı alt sektörler bulunmaktadır. Bu sınıfın alt sektörleri: İdare merkezi faaliyetleri; idari danışmanlık faaliyetleri, Bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri, Binalar ile ilgili hizmetler ve çevre düzenlemesi faaliyetleri ile Eğitim alt sektörleridir.

Ayrıca, üçüncü kategori, negatif eğimli öğrenme eğrilerine sahip olan alt sektörleri göstermektedir. Bu alt sektörlerde öğrenme seviyesi değerleri ilgili dönem itibariyle daima azalmaktadır. Bu kategoride hiçbir yılda unutmamanın olmadığı Hava yolu taşımacılığı ile İstihdam faaliyetleri alt sektörleri yer almaktadır.

Son olarak, dördüncü kategori, öğrenme eğrisinin pozitif eğimli olduğu yani öğrenme seviyesi değerlerinin 2003-2017 zaman diliminde sürekli olarak arttığı alt sektörleri kapsamaktadır. İlgili kategori, bazı yıllarda unutmamanın yaşandığı Kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı, Yayımcılık faaliyetleri ile Diğer mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler alt sektörleri'nden oluşmaktadır.

Yüksek teknoloji ve finansal hizmetleri içeren bilgi yoğun piyasa hizmetleri kategorisinde yer alan alt sektörlerin öğrenme eğrilerinin şekilleri farklılıklar arz etmektedir. Su yolu taşımacılığı İdare merkezi faaliyetleri; idari danışmanlık faaliyetleri, Reklamcılık ve piyasa araştırması ile Güvenlik ve soruşturma faaliyetleri alt sektörlerinin öğrenme eğrilerinin şekli içbükeydir. Hava yolu taşımacılığı ile istihdam faaliyetleri alt sektörlerinin öğrenme eğrilerinin eğimi negatif iken Diğer mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler alt sektörünün öğrenme eğrisinin eğimi pozitifdir. Ayrıca, Hukuk ve muhasebe faaliyetleri ile Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri; teknik muayene ve analiz alt sektörlerinin öğrenme eğrileri ise dışbükeydir. 51 kodlu Hava yolu taşımacılığı, 70 kodlu İdare merkezi faaliyetleri; idari danışmanlık faaliyetleri, 71 kodlu Mimarlık ve mühendislik faaliyetleri; teknik muayene ve analiz ile 78 kodlu İstihdam faaliyetleri alt sektörlerinde 2003-2017 döneminde her yıl öğrenme yaşanmışken 69 kodlu Hukuk ve muhasebe faaliyetleri alt sektöründe ise tüm yıllarda unutmama gözlenmiştir. Yüksek teknoloji ve finansal hizmetleri içeren bilgi yoğun piyasa hizmetleri kategorisinde yer alan alt sektörlerin 2003-2017 dönemi itibariyle ortalama öğrenme oranları incelendiğinde, en yüksek öğrenme düzeyinin 0,593 ile Hava yolu taşımacılığı alt sektöründe gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Diğer bilgi yoğun hizmetler kategorisinde bulunan alt sektörlerden Eğitim, Yatılı bakım faaliyetleri ile Yayımcılık faaliyetleri haricinde geriye kalan tüm alt sektörlerin öğrenme eğrileri dışbükey bir biçime sahiptir. Yani, genel anlamda ilgili kategoride yer alan alt sektörler belirli bir yıla kadar öğrenme yaşanmışken söz konusu yıldan sonra unutmama durumu gerçekleşmiştir. 2003-2017 döneminde ortalama öğrenme düzeyleri incelendiğinde, diğer bilgi yoğun hizmetler kategorisinde yer alan tüm alt sektörlerde öğrenme yaşandığı görülmektedir. En büyük öğrenme düzeyinin ise 0,548 ile Kütüphaneler, arşivler, müzeler ve diğer kültürel faaliyetler alt sektöründe olduğu belirlenmiştir.

Daha az bilgi yoğun piyasa hizmetleri kategorisinde değerlendirilen alt sektörlerin de öğrenme eğrilerinin biçimleri birbirinden farklıdır. Toptan ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç), Perakende ticaret (Motorlu kara taşıtları ve motosikletler hariç), Taşımacılık için depolama ve destekleyici faaliyetler ile Binalar ile ilgili hizmetler ve çevre düzenlemesi faaliyetleri alt sektörlerinin öğrenme eğrileri içbükeydir. Kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı alt sektörünün öğrenme eğrisinin şekli pozitif eğimli iken geriye kalan Konaklama, Yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri, Gayrimenkul faaliyetleri, Kiralama ve leasing faaliyetleri, Büro yönetimi, büro destek ve iş destek faaliyetleri ile Bilgisayarların, kişisel eşyaların ve ev eşyalarının onarımı alt sektörlerinin öğrenme eğrileri ise dışbükeydir. Daha az bilgi yoğun piyasa hizmetleri kategorisinde yer alan alt sektörlerin ilgili dönemde ortalama öğrenme oranları incelendiğinde, en yüksek öğrenme düzeyinin 0,611 ile Büro yönetimi, büro destek ve iş destek faaliyetleri alt sektöründe gerçekleştiği görülmektedir.

Yüksek teknoloji bilgi yoğun hizmetler kategorisinde yer alan alt sektörlerin öğrenme eğrileri Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler ile Bilgi hizmet faaliyetleri alt sektörleri haricinde içbükeydir. Yüksek teknoloji bilgi yoğun hizmetler kategorisinde yer alan alt sektörlerin 2003-2017 dönemi itibarıyla ortalama öğrenme oranları incelendiğinde, en yüksek öğrenme düzeyinin 0,759 ile Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler alt sektöründe gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Diğer daha az bilgi yoğun hizmetler kategorisinde bulunan alt sektörlerin öğrenme eğrileri dışbükey bir biçime sahiptir. Bu kategoride yer alan Posta ve kurye faaliyetleri ile Diğer hizmet faaliyetleri alt sektörlerinde analiz döneminde ortalama öğrenme düzeyleri (1,097 ve 1,056) 1 değerinden büyük olduğu için ilgili alt sektörlerde unutmaya yaşanmıştır.

SONUÇ

Hizmet sanayi, ülkelerin kalkınması ve büyümesinde önemli roller üstlenen bir sektör konumundadır. Günümüzde, bu sektörün gelişimi ve rekabetçi yapısının güçlendirilmesi, teknolojik değişim ve dönüşüm hızına bağlıdır. Bu durum ise teknolojik öğrenme seviyesi ile yakından ilgilidir. Öğrenme eğrisi, herhangi bir sektörün teknolojik öğrenme düzeyini belirlemek için geçmişten günümüze kadar yaşanan süreç içerisinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, 2003-2017 dönemi Türkiye’de Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörleri için öğrenme eğrilerinin şekillerini, kübik öğrenme modeli ile analiz etmektir. Kübik öğrenme modelinden elde edilen tahmin sonuçları, ilgili alt sektörlerde öğrenme veya ilerleme oranının zaman içinde değiştiğini göstermiştir. 2003-2017 yılları arasında, Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörlerinde ortalama öğrenme seviyeleri dikkate alındığında 37 alt sektörden 23’ünde öğrenme ve geriye kalan 14 alt sektörde ise unutmaya yaşanmıştır. Bu bağlamda, Bilgi Yoğun Hizmetler alt sektörlerinin genel anlamda iyi bir performans gösterdiklerini söylemek mümkündür. İlgili alt sektörler içerisinde 91 kodlu Kütüphaneler, arşivler, müzeler ve diğer kültürel faaliyetler alt sektörü söz konusu dönem için en yüksek ortalama öğrenme seviyesine sahiptir (0,548). Yani, 2003-2017 yılları arasında Kütüphaneler, arşivler, müzeler ve diğer kültürel faaliyetler alt sektörünün üretimi için birim üretim maliyetleri, üretim düzeyinin her iki katına çıkması ile birlikte %45,2 oranında azalmıştır.

Bu çalışmada, farklı alt sektörlerin farklı öğrenme oranlarına ve dolayısıyla farklı öğrenme eğrilerine sahip oldukları görülmüştür. Bilgi yoğun hizmetler alt sektörlerin bazılarında başlangıç döneminden sonra daha iyi öğrenme gözlemlenirken, diğerlerinde bazı başlangıç ve bitiş dönemlerinde daha iyi öğrenme potansiyeli görülmüştür. Ayrıca, bazı alt sektörlerde ise her yıl için öğrenme yaşanmıştır. Öğrenme eğrisinin olumlu etkileri daha iyi anlaşıldıkça daha düşük maliyetle daha iyi üretim ve teknolojik kararlar alınabilir. Sektörler arasındaki teknolojik farklılıklar, Ar-Ge harcamaları seviyesindeki farklılıklar ve üretim sürecindeki farklılıklar vb. her bir alt sektörün öğrenme eğrisinin şeklinin farklı olmasına neden olmaktadır. Ayrıca, firma ve sektöre özgü faktörler de öğrenme eğrisinin nasıl bir eğim göstereceğini belirlemektedir. Hükümetler, teknolojik öğrenmeyi

veya ilgili alt sektörün unutkanlığını göz önünde bulundurarak yeniden düzenlenmesi gereken herhangi bir alt sektöre müdahale etmelidir.

Sonuç olarak, herhangi bir sektörde gerçekleşen öğrenme düzeyi, dönemden döneme, ülkeden ülkeye ve bölgeden bölgeye değişebilmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, inceleme döneminde elde edilebilen veriler, kullanılan değişkenler ve analiz yöntemi ile sınırlıdır. Farklı dönem, değişken veya yöntemlerin kullanılması analiz sonuçlarının değişmesine yol açabilir.

Bilgi yoğun hizmetler alt sektörlerindeki öğrenme seviyeleri bu çalışmada mikro-ekonomik değişkenler göz önüne alınarak analiz edilmiştir. Teknolojik öğrenme seviyelerini etkileyebilecek makro-ekonomik değişkenler de analiz konusu olabilir. Bu çalışmanın sonuçlarının öğrenme eğrisi ile ilgili gelecekte yapılacak diğer çalışmalara ışık tutması beklenmektedir.

Etik Beyanı : Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar olarak beyan ederiz. Aksi bir durumun tespiti halinde ÖHÜİBF Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir. İlgili çalışmada kullanılan veriler 2019 yılında toplanmış ve analiz edilmiştir. Veriler 2020 yılı öncesi toplandığından etik kurul kararı gerekmemektedir.

Yazar Katkıları : Çalmaşur, çalışmada Giriş, Metodoloji, Ampirik Bulgular bölümlerinde ve (veri toplama, analiz vs. gibi) aşamalarında katkı sağlamıştır. Daştan, çalışmada Literatür Özeti, Metodoloji, Sonuç bölümlerinde ve (veri toplama, analiz vs. gibi) aşamalarında katkı sağlamıştır. Karaca, çalışmada Literatür Özeti, Metodoloji, Ampirik Bulgular bölümlerinde ve (veri toplama, analiz vs. gibi) aşamalarında katkı sağlamıştır. 1. yazarın katkı oranı: %40, 2. yazarın katkı oranı: %30, 3. yazarın katkı oranı: %30.

Çıkar Beyanı : Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Teşekkür : Yayın sürecinde katkısı olan hakemlere ve editöre teşekkür ederiz.

Ethics Statement : The authors declare that the ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In the event of a contrary situation, ÖHÜİBF Journal has no responsibility and all responsibility belongs to the authors of the study. The data used in this study were collected in 2019 and the data were analyzed. Since the data are collected before 2020, an ethical committee decision is not required.

Author Contributions : Çalmaşur contributed in the Introduction, Methodology, Empirical Findings sections and stages (such as data collection, analysis etc.). Daştan made a contribution in the Literature Summary, Methodology, Conclusion sections and stages (such as data collection, analysis etc.). Karaca contributed to the Literature Summary, Methodology, Empirical Findings sections and stages (such as data collection, analysis etc.) in the study. Contribution rate of 1st the author: 40%, Contribution rate of the 2nd author: 30%, Contribution rate of the 3rd author: 30%.

Conflict of Interest : There is no conflict of interest among the authors.

Acknowledgement : We thank the referees and editor who contributed to the publication process.

KAYNAKÇA

- Aduba, J. J., & Izawa, H. (2018). Industry (economic)-wide learning: a comparative study of manufacturing and non-manufacturing sector in Japan. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 9(4), 1–14. <https://doi.org/10.9734/AJEBA/2018/46859>
- Anzanello, M. J., & Fogliatto, F. S. (2011). Learning curve models and applications: literature review and research directions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(5), 573–583. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.05.001>
- Argote, L., Beckman, S. L., & Eppe, D. (1990). The persistence and transfer of learning in industrial settings. *Management Science*, 36(2), 140–154. <https://www.jstor.org/stable/2661452>
- Argote, L., & Eppe, D. (1990). Learning curves in manufacturing. *Science*, 247(4945), 920–924. <https://www.jstor.org/stable/2873885>
- Asgari, B., & Gonzalez-Cortez, J. L. (2012). Measurement of technological progress through analysis of learning rates; the case of the manufacturing industries in Mexico. *Ritsumeikan Journal of Asian Pacific Studies*, 31, 101–119. http://en.apu.ac.jp/rcaps/uploads/fckeditor/publications/journal/RJAPS_V31.pdf

- Asgari, B., & Yen, L. W. (2009). Accumulated knowledge and technical progress in terms of learning rate; a comparative analysis on the manufacturing industry and service industry in Malaysia. *Asian Journal of Technological Innovation*, 17(2), 71–99. <https://doi.org/10.1080/19761597.2009.9668674>
- Asher, H. (1956). *Cost-quantity relationships in the airframe industry*. Report No. 291, RAND Corporation.
- Badiru, B. A. (1992). Computational survey univariate and multivariate learning curve models. *IEEE Transaction on Engineering Management*, 39(2), 176–188. <https://doi.org/10.1109/17.141275>
- Baloff, N. (1971). Extension of the learning curve-some empirical results. *Operational Research Quarterly*, 22(4), 329–340. <https://doi.org/10.2307/3008186>
- Boston Consulting Group. (1970). *Perspectives on experience*. Boston: Boston Consulting Group.
- Boston Consulting Group. (1973). *The experience curve-reviewed II: history, perspectives*. Boston: Boston Consulting Group.
- Carlson, J. G. (1973). Cubic learning curves: precision tool for labor estimating. *Manufacturing Engineering and Management*, 71(5), 22–25.
- Chung, S. (2001). The learning curve and the yield factor: the case of Korea's semiconductor industry. *Applied Economics*, 33(4), 473–483. <https://doi.org/10.1080/00036840122474>
- Church, J., & Ware, R. (2000). *Industrial organization: a strategic approach*. Boston: McGraw Hill.
- De Jong, J. R. (1957). The effects of increasing skill on cycle time and its consequences for time standards. *Ergonomics*, 1(1), 51–60. <https://doi.org/10.1080/00140135708964571>
- Dick, A. R. (1991). Learning by doing and dumping in the semiconductor industry. *Journal of Law and Economics*, 34(1), 133–159. <https://www.jstor.org/stable/725416>
- Dinler, Z. (2019). *Mikro ekonomi*, Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Dudley, L. (1972). Learning and productivity change in metal products. *The American Economic Review*, 62(4), 662–669. <https://www.jstor.org/stable/1806108>
- Franceschini, F., & Galetto, M. (2002). Asymptotic defectiveness of manufacturing plants: an estimate based on process learning. *International Journal of Production Research*, 40(3), 537–545. <https://doi.org/10.1080/00207540110090948>
- Goldemberg, J., Coelho, S. T., Nastari, P. M., & Lucon, O. (2004). Ethanol learning curve-the Brazilian experience. *Biomass and Bioenergy*, 26(3), 301–304. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(03\)00125-9](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(03)00125-9)
- Hartley, K. (1965). The learning curve and its application to the aircraft industry. *The Journal of Industrial Economics*, 13(2), 122–128. <http://www.jstor.com/stable/2097667>
- Jarmin, R. S. (1994). Learning by doing and competition in the early rayon industry. *The RAND Journal of Economics*, 25(3), 441–454. <http://www.jstor.com/stable/2555771>
- Kalish, S. (1983). Monopolist pricing with dynamic demand and production cost. *Marketing Science*, 2(2), 135–159. <http://www.jstor.org/stable/184114>
- Karaöz, M., & Albeni, M. (2005). Dynamic technological learning trends in Turkish manufacturing industries. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(7), 866–885. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.09.005>
- Knecht, G. R. (1974). Costing technological growth and generalized learning curves. *Operations Research Quarterly*, 25(3), 487–491. <https://doi.org/10.1057/jors.1974.82>
- Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., & Ritzman, L. (2015). *Operations management: processes and supply chains*. Essex: Pearson Education.
- Levy, F. K. (1965). Adaptation in the production process. *Management Science*, 11(6), 136–154. <https://doi.org/10.1287/mnsc.11.6.B136>
- Lieberman, M. B. (1984). The learning curve and pricing in the chemical processing industries. *The RAND Journal of Economics*, 15(2), 213–228. <https://doi.org/10.2307/2555676>
- Majd, S., & Pindyck, R. S. (1989). The learning curve and optimal production under uncertainty. *The RAND Journal of Economics*, 20(3), 331–343. <https://doi.org/10.2307/2555574>
- Nadeau, M., Kar, A., Roth, R., & Kirchain, R. (2010). A dynamic process-based cost modeling approach to understand learning effects in manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 128(1), 223–234. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.07.016>
- Petrakis, E., Rasmusen, E., & Roy, S. (1997). The learning curve in a competitive industry. *The RAND Journal of Economics*, 28(2), 248–268. <https://doi.org/10.2307/2555804>
- Pramongkit, P., Shawyun, T., & Sirinaovakul, B. (2002). Productivity growth and learning potentials of Thai industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 69(1), 89–101. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(99\)00088-8](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(99)00088-8)
- Salvatore, D. (2003). *Microeconomics: theory and applications*. New York: Oxford University Press.
- Sinclair, G., Klepper, S., & Cohen, W. (2000). What's experience got to do with it? sources of cost reduction in a large specialty chemicals producer. *Management Science*, 46(1), 28–45. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.1.28.15133>

- Spence, A. M. (1981). The learning curve and competition. *Bell Journal of Economics*, 12(1), 49-70. <https://doi.org/10.2307/3003508>
- Sultan, R. (1974). *Pricing in the electrical oligopoly*. Boston: Harvard University Press.
- Tan, W., & Elias, Y. (2000). Learning by doing in Singapore construction. *Journal of Construction Research*, 4(2), 151–158. <https://doi.org/10.1142/S1609945103000431>
- Waldman, D. E., & Jensen, E. J. (2013). *Industrial organization: theory and practice*. Boston: Pearson Education.
- Wright, T. P. (1936). Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of the Aeronautical Sciences*, 3, 122–128. <https://doi.org/10.2514/8.155>
- Yelle, L. E. (1979). The learning curve: historical review and comprehensive survey. *Decision Science*, 10(2), 302–328. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1979.tb00026.x>