


Kamu Hastanelerinde Teknik Etkinlik: Bir Meta-Regresyon Analizi

Neylan Kaya¹ 

Aydolu Algın² 

Kamu Hastanelerinde Teknik Etkinlik: Bir Meta-Regresyon Analizi	Technical Efficiency in Public Hospitals: A Meta-Regression Analysis
Öz <p>Bu çalışmanın amacı, kamu hastanelerinin etkinliğinin hesaplanmasında Veri Zarflama Analizini kullanan çalışmaları incelemek ve teknik etkinliklerini etkileyen faktörleri meta-regresyon analizi ile belirlemektir. 1960-2022 yılları arasında yayımlanmış ve dahil etme kriterlerini sağlayan 35 ampirik makale bu çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Meta-regresyon analizi sonuçlarına göre çalışmaların yayın yılı ve ülkelerin gelir grupları ortalama teknik etkinliği etkilememektedir. Hastane sayısı, değişken sayısı, veri toplama yılı ve ülkenin bulunduğu kıta değişkenleri ortalama teknik etkinlik tahmini üzerinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Çalışma, kamu hastanelerinin büyük çoğunluğunun etkinliklerinin optimalin üstünde olduğunu göstermiştir. Bu çalışmanın, sağlık alanındaki politikacılara ve yöneticilere hastanelerin etkinliğinin artması konusunda farkındalık sağlaması beklenmektedir.</p>	Abstract <p>This study attempts to examine the studies using Data Envelopment Analysis to calculate the efficiency of public hospitals and to identify the factors influencing their technical efficiency through meta-regression analysis. This study employed 35 empirical articles which were published between 1960 and 2022 and which met the inclusion criteria. The results of the meta-regression analysis revealed that the publication year of the studies and the income groups of the countries did not have an impact on the average technical efficiency. The number of hospitals, the number of variables, the year of data collection, and the continent of the countries was noted to be statistically significant in terms of the average technical efficiency estimation. This study suggested that the efficiencies of the vast majority of public hospitals were above optimal. The study is expected to raise politicians' and administrators' awareness of increasing the efficiency of hospitals.</p>
Anahtar Kelimeler: Meta-Regresyon Analizi, Teknik Etkinlik, Veri Zarflama Analizi, Kamu Hastaneleri	Keywords: Meta-Regression Analysis, Technical Efficiency, Data Envelopment Analysis, Public Hospitals
JEL Kodları: C40, M10, I10	JEL Codes: C40, M10, I10

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı	Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.
Yazarların Makaleye Olan Katkıları	Yazar 1'in makaleye katkısı %50, Yazar 2'nin makaleye katkısı %50'dir.
Çıkar Beyanı	Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Akdeniz Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, neylankaya@akdeniz.edu.tr

² Akdeniz Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelikte Yönetim Ana Bilim Dalı, aydolualgın@akdeniz.edu.tr

1. Giriş

Sağlık alanında yapılan küresel harcamalar 2000 yılında 4,2 trilyon dolar (\$) iken 2019 yılında 8,5 trilyon \$' a ulaşmıştır (World Health Organization [WHO], 2021). 2000 yılında 50 trilyon \$ olan küresel Gayrisafi Millî Hasıla (GSMH) 2019 yılında 86 trilyon \$' a yükselmiştir (World Health Organization [WHO], 2021). Bu bağlamda hastane maliyetlerini kontrol altına almanın planlanmasında etkinliğin arttırılması ana seçenek olarak kabul edilebilir (Kiadaliri vd., 2013; Kuntz vd., 2007).

Maliyetlerin kontrol altına alınması yönündeki kamunun baskısı, yasal düzenlemelerin eksikliklerinden doğan fazla kaynak kullanımına ilişkin çalışmalar ülkeleri yeni arayışlara yönlendirmektedir. Ülkelerin rekabetin yüksek olduğu sağlık sektöründe kaynaklarını etkin şekilde kullanması gerekmektedir. Hastanelerin etkinlik ölçümü, sağlık sisteminin değerlendirilmesine yönelik kaynakların rasyonel dağılımı için temel denetim araçlarından birini oluşturmaktadır. Bu sebeple hastanelerin etkinliklerinin değerlendirilmesi dünya çapında ilgi görmektedir (Alatawi vd., 2019). Hastanelerin etkinlik ölçümü, ulusal gereksinimlerinin dikkate alınmasında, yasal düzenlemelerin yapılmasında, sağlık sistemlerinin planlanmasında ve uygulanmasında, sağlık politikalarının belirlenmesinde, politikacılara ve hastane yöneticilerine rehberlik etmektedir.

Etkinlik, üretimde kaynakların en iyi şekilde kullanılmasıdır (Hollingsworth vd., 1999; Shone, 1981). Teknik etkinlik eldeki girdilerden mümkün olan en çok çıktı miktarının üretilmesidir. Örneğin teknik etkin bir hastane, etkin üretim sınırı üzerinde faaliyet göstermektedir (Farrell, 1957; O'Neill vd., 2008). Veri Zarflama Analizi (VZA), sağlık hizmetlerinin etkinlik ölçümü için etkili ve çok yönlü bir yöntemdir. VZA'nın hastanelerin etkinlik ölçümünde tercih edilme sebebi yöntemin çoklu girdi-çıkıtı doğasına uygulanabilirliği ve varsayımlarının basitliğidir. Son yıllarda hastanelerin etkinlik ölçümünün yapılmasında VZA'yı kullanan araştırmacı sayısı artmıştır. VZA, sağlık hizmetlerinin etkinlik ölçümü için etkili ve çok yönlü bir yöntemdir. Yazında hastane etkinliğinin hesaplanmasında sadece VZA yöntemini kullanan çalışmalara (Ahmed vd., 2019; Alatawi vd., 2020; Asiabar vd., 2020), VZA'nın sonuçları ile karşılaştırmak için kullanılan diğer etkinlik yöntemlerini içeren çalışmalara (Cordero vd., 2021; Kiani vd., 2018; Yeşilyurt vd., 2021) çok sık rastlanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, kamu hastanelerinin etkinlik ölçümünde girdi odaklı VZA yöntemini kullanan çalışmaların incelenmesini ve hastanelerin etkinlik ölçümünde kullanılan ortalama etkinlik skorlarını etkileyen faktörleri meta-regresyon analizi ile belirlemektir. Çalışma ile kamu hastanelerinin etkinlik ölçümünde VZA yöntemini kullanacak araştırmacılar için yazını erişilebilir kılmak ve etkinliği etkileyen değişkenleri belirlemek hedeflenmektedir. Meta-regresyon analizi ile hastane etkinliğini girdi odaklı VZA ile hesaplayan tek bir çalışmanın yanlılık riski ve sınırlılığı ortadan kaldırılmıştır. Çalışmanın kamu hastane etkinliğini hesaplamakta VZA'yı kullanacak çalışmalar için etkili, geçerli ve güvenilir parametre tahminleri ile etkin genel bir bakış sağlayarak yazına katkı sunması beklenmektedir.

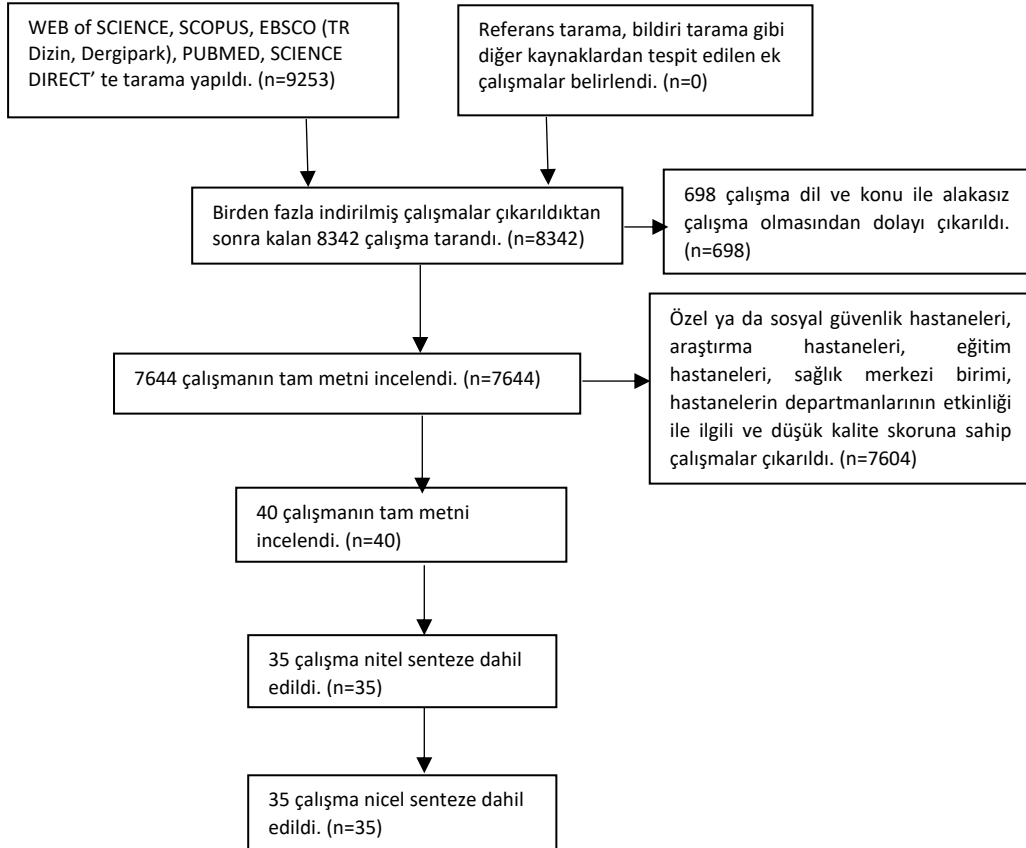
2. Yöntem

Mayıs 2022’ de Web of Science, Scopus, TR Dizin, Dergipark, Pubmed ve Science Direct’ te ilgili eserler taranmıştır. Bu yazın taramasında “*efficiency, public hospital, productivity, technical efficiency, Data Envelopment Analysis, DEA*” anahtar kelimeleri ile arama yapılmıştır. Araştırma sürecinde PRISMA yönergeleri takip edilmiştir (Moher vd., 2009).

2.1. Çalışmaların Seçimi

Çalışmada, 1960-2022 yılları arasında yayımlanan tüm çalışmalar taranmıştır. Yazarlar tarafından ilk taramada 9253 çalışmaya ulaşılmıştır. Yazarlar bağımsız olarak seçim yanlılığı olasılığını ortadan kaldırmak, uygunluk kriterlerinin karşılanıp karşılanmadığını belirlemek için tüm makalelerin başlıklarını, özetlerini, anahtar kelimelerini, metnini ve referanslarını incelemiştir. Birden fazla indirilmiş, İngilizce dışında yazılmış makaleler, bildiriler, kitaplar ve kitap bölümleri, kalite skoru düşük çalışmalar, özel ya da sosyal güvenlik hastaneleri, araştırma ve eğitim hastaneleri, sağlık merkezi birimleri, hastanelerin departman etkinliği ile ilgili çalışmalar kapsam dışında tutulmuştur. Şekil1 çalışmaların seçim sürecini göstermektedir.

Şekil 1. Çalışmanın Akış Diyagramı



Kaynak: (Moher vd., 2009)

Tüm çalışmalar yazarlar tarafından okunmuştur. Yazarlar veri çıkarımını birbirinden bağımsız olarak gerçekleştirmiştir. Tekrar eden ve konu ile alakasız çalışmalar çıkarıldıktan sonra 7644 çalışma tam metin incelemesi için seçilmiştir. Tam metin incelemesinde çalışmaların özel ya da sosyal güvenlik hastaneleri, araştırma hastaneleri, eğitim hastaneleri, sağlık merkezi birimi, hastanelerin departmanlarının etkinliği ile ilgili ve düşük kalite skoruna sahip çalışmalar çıkarılmıştır. İncelenen çalışmaların kalite puanının hesaplanmasında yazında daha önceki çalışmalarda kullanılan (Haghdoost & Moosazadeh, 2013; Moosazadeh vd., 2014; Rezaei vd., 2019; Rezaei vd., 2017) amaç, yöntem, veri toplama araçları, örneklem gibi toplamda 12 sorudan oluşan bir kalite kontrol listesi kullanılmıştır. Kontrol listesinde her soru için bir kalite puanı verilmiştir. Çalışma soruyu karşılıyorsa 1 karşılamıyorsa 0 puan verilmiştir. Bütün sorulara verilen puanlar toplanarak çalışma için genel kalite puanı hesaplanmıştır. Genel kalite puanı 10-12 arasında olanlar çalışmaya dahil edilmiştir. Toplamda 35 çalışma analiz için seçilmiştir.

2.2. Veri Analizi

Her çalışma için yayın yılı, örneklem sayısı, çalışılan ülke, veri toplama yılı, girdi ve çıktı değişkenleri, ortalama teknik etkinlik skoru, kullanılan yazılım ve kalite skoru verileri toplanmıştır. Çalışma kapsamında veri analizi iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, örnekleme tahmin edilmiş ortalama teknik etkinlikler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile çalışmaların heterojenliği test edilmiştir. İkinci aşamada, toplanan verilerden elde edilen teknik etkinlik tahminlerinin tutarlılığını değerlendirmek için bir meta-regresyon analizi yapılmıştır.

Ortalama teknik etkinlik, Tobit modelde bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Yazına ve model özelliklerine dayanarak örneklem sayısı, değişken sayısı (girdi ve çıktı sayısı), veri toplama yılı açıklayıcı değişken çalışmanın yapıldığı ülkenin gelir grubu ve ülkenin bulunduğu kıta kukla değişken olarak kullanılmıştır.

Kamu hastanelerinin teknik etkinlik ölçümünde girdi odaklı VZA yöntemini kullanan çalışmaların çoğunluğu Asya ülkelerinde yapılmıştır. Meta-regresyon analizinin havuzunda yer alan çalışmaların %28,57' si kamu hastanelerinin teknik etkinliğinin hesaplanmasında DEAP yazılım programını kullanmıştır. Tablo1 (Ek1) incelenen çalışmaların belirgin özelliklerini göstermektedir.

Yazındaki teknik etkinlik skorlarının raporlanmasındaki fonksiyonel formun örneklem sayısı, modeldeki değişken sayısı ve tahmin teknikleri gibi çalışmaların özellikleri ile açıklanabileceği bu çalışmanın temel hipotezidir. Bu konuyu araştırmak için aşağıdaki 3 model tahmin edilmektedir.

$$\text{Model 1: OTE} = f(\text{HS, DS, G, Ü})$$

$$\text{Model 2: OTE} = f(\text{HS, DS, Ü, VY})$$

$$\text{Model 3: OTE} = f(\text{HS, DS, Ü, G, VY})$$

Önerilen modelde aşağıdaki değişkenler kullanılmıştır:

OTE: Ortalama teknik etkinlik HS: Hastane sayısı

DS: Değişken sayısı Y: Yayın yılı

G: Gelir gruplarına göre ülkeler Ü: Ülkelerin bulunduğu kıta

VY: Veri toplama yılı

Tablo 1. Teknik Etkinlik İçin Tobit Analizi Sonuçları

Değişkenler	Model 1		Model 2		Model 3	
	Tobit (S.E)	p	Tobit (S.E)	p	Tobit (S.E)	p
Sabit	0,8602 (0,0402)	0,0000***	0,8001 (0,0385)	0,0000***	0,8208 (0,0430)	0,0000***
HS	-0,0004 (0,0002)	0,0485*	-0,0004 (0,0001)	0,0408*	-0,0003 (0,0001)	0,0418*
DS	-0,0024 (0,0038)	0,5283	-0,0030 (0,0036)	0,4086	-0,0032 (0,0036)	0,3686
G			0,0570 (0,0279)	0,0414*	0,0546 (0,0276)	0,0483*
Ü	0,0568 (0,0285)	0,0462*	0,0676 (0,0278)	0,0150*	0,0660 (0,0274)	0,0162*
VY	-0,0056 (0,0050)	0,2575			-0,0048 (0,0047)	0,3067
R ² Log-likelihood	39,42839		40,76308		41,27775	
Regresyon S.E	0,086170		0,082945		0,083181	

Not: ***p<0,001 **p<0,01 *p<0,05

Bu çalışmada Tablo 1'e göre Model 1, 2 ve 3'ün teknik etkinlik puanları 0 ile 1 arasında sınırlandırıldığından modeller Tobit yöntemi ile tahmin edilmiştir (Bravo-Ureta vd., 2007; Greene, 1991).

Analizde kullanılan veriler göz önüne alındığında metodolojik olarak en uygun yöntem Tobit'tir. Model 1'de çalışmaların yapıldığı ülkelerin gelir grubu, Model 2'de çalışmaların veri toplama yılı göz ardı edilirken Model 3'te tüm değişkenlerin etkisi modele dahil edilmiştir. Model 1'den Model 3'e kadar değişkenlerin çoğu en az %5 seviyesinde anlamlıdır. Hastane sayısı ve ülkelerin bulunduğu kıta değişkenleri tüm modellerde ortalama teknik etkinlik tahmini üzerinde etkilidir. Model 1, Model 2 ve Model 3'te değişken sayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir. Model 1 ve Model 3'te çalışmaların veri toplama yılı değişkeninin parametre tahmini istatistiksel olarak anlamlı değildir. Çalışmaların veri toplama yılı raporlanan ortalama teknik etkinlik tahminlerini önemli ölçüde etkilememektedir. Ülkelerin bulunduğu kıta ve gelir grubu kukla değişkenleri için parametre tahmini istatistiksel olarak anlamlıdır.

5. Sonuç

Hastanelerin teknik etkinlik ölçümü konusuna olan eğilim son 10 yılda artmıştır. Çalışmada, 1960-2022 yılları arasında yayımlanmış ve dahil etme kriterlerini sağlayan kamu hastanelerinin etkinliğinin hesaplanmasında girdi odaklı VZA'yı kullanan 35 ampirik makale incelenmiştir. İncelenen makalelerde ortalama teknik etkinlikleri etkileyen değişkenler meta-regresyon analizi ile belirlenmiştir. İlgili yazın incelendiğinde Kiadaliri ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan çalışmada İran'da 2000-2012 yılları arasında VZA ve SFA yöntemini kullanan 29 çalışma analize dahil edilmiştir. Analiz sonuçları, VZA ve SFA sonuçları arasında tahmin edilen etkinlik puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Çalışmalarda örneklem büyüklüğü arttıkça daha fazla gözlemin etkin olmadığı bulunmuştur. Mahdiyan ve arkadaşları (2018) İran'da 2001-2017 yılları arasında hastane etkinliğinin hesaplanmasında VZA ve SSA kullanan 24 çalışmayı incelemiştir. İran'da hastane etkinliğinin hesaplanmasında VZA daha çok kullanılmıştır. VZA ile hesaplanan devlet eğitim hastanelerinin etkinlik skorları SSA ile etkinliği hesaplanan hastanelere göre daha yüksektir. Alatawi ve arkadaşları (2019) tarafından kamu hastanelerinin

teknik etkinliğini hesaplanmasında VZA, SFA, MPI, Pabon Lasso yöntemlerini kullanan Körfez Bölgesinden 4, İran ve Türkiye’den 18 çalışma incelenmiştir. Çalışmalardaki yöntem ve varsayım seçimlerinin verimlilik üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur. Freeman ve arkadaşları (2020) kar amaçlı ve kar amacı olmayan sağlık hizmeti sağlayıcılarının teknik etkinliğini hesaplayan 27 çalışmanın meta-analizini yapmıştır. Kar amaçlı bakımevlerinin kar amacı olmayan sağlık hizmetlerinden daha etkin olduğu bulunmuştur.

Bu çalışma ile kamu hastanelerinin etkinliği konusundaki çalışmalar arasındaki bağlantının meta-analiz yöntemiyle kurulması hedeflenmektedir. Yazında hastane etkinliği ile ilgili yapılan meta-analiz çalışmaları bir ülkede ya da bölgede yayımlanmış çalışmaları kapsamaktadır. Bu çalışmada yazındaki konu ile ilgili tüm çalışmalar taranmıştır. Asya ülkeleri üzerine odaklanan çalışmalar yüksek ortalama teknik etkinliğe sahip iken diğer ülkeler daha düşük ortalama teknik etkinliğe sahiptir. Ortalama teknik etkinlik skorları hastane sayısı değişkeni ile negatif ve anlamlı ilişkili, ülkelerin bulunduğu gelir grupları ve kıta değişkenleri ile pozitif ve anlamlı ilişkili olma eğilimindedir. Ülkelerdeki hastane sayısı arttıkça ortalama etkinlik düşme eğilimindedir. Yüksek gelir grubundaki ülkelerde yapılan çalışmalar ve Asya ülkeleri üzerine odaklanan çalışmalar yüksek ortalama teknik etkinliğe sahip iken diğer ülkeler daha düşük ortalama teknik etkinliğe sahiptir. Bu çalışmada meta-regresyon analizi ile metodolojik varsayımların hastane etkinliği üzerindeki etkilerine sistematik bir şekilde ışık tutulup ampirik bulgular birleştirilmiştir. Kamu hastanelerinin etkinlik ölçümünde VZA yöntemini kullanacak araştırmacılar için literatürü erişilebilir kılmıştır. Çalışmanın politikacılara ve hastane yöneticilerine hastanelerin etkinliğinin artırılmasında rehberlik etmesi beklenmektedir.

Kaynakça

- Ahmadkiadaliri, A., Haghparast-Bidgoli, H., & Zarei, A. (2011). Measuring efficiency of general hospitals in the south of Iran [Article]. *World Applied Sciences Journal*, 13(6), 1310-1316. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84861937765&partnerID=40&md5=177bdc5ee64fc9a9284a05171d09848a>
- Ahmed, S., Hasan, M. Z., Laokri, S., Jannat, Z., Ahmed, M. W., Dorin, F., Vargas, V., & Khan, J. A. M. (2019). Technical efficiency of public district hospitals in bangladesh: A data envelopment analysis [Article]. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 17(1), 1-10, Article 15. <https://doi.org/10.1186/s12962-019-0183-6>
- Alatawi, A., Ahmed, S., Niessen, L., & Khan, J. (2019). Systematic review and meta-analysis of public hospital efficiency studies in Gulf region and selected countries in similar settings. *Cost Eff Resour Alloc*, 17, 17. <https://doi.org/10.1186/s12962-019-0185-4>
- Alatawi, A. D., Niessen, L. W., & Khan, J. A. M. (2020). Efficiency evaluation of public hospitals in Saudi Arabia: An application of data envelopment analysis [Article]. *BMJ Open*, 10(1), Article e031924. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-031924>
- Applanaidu, S. D., Samsudin, S., Ali, J., Dash, U., & Chik, A. R. (2014). Technical and Scale Efficiency of Public District Hospitals in Kedah, Malaysia: A Data Envelopment Analysis (DEA) [Article]. *Journal of Health Management*, 16(3), 327-335. <https://doi.org/10.1177/0972063414539595>
- Asiabar, A. S., Sharifi, T., Rezapour, A., Khatami Firouzabadi, S. M. A., Haghghat-Fard, P., & Mohammad-pour, S. (2020). Technical efficiency and its affecting factors in Tehran's public hospitals: DEA approach and Tobit regression [Article]. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 34, 1-9. <https://doi.org/10.34171/mjiri.34.176>
- Ayiko, R., Mujasi, P. N., Abaliwano, J., Turyareeba, D., Enyaku, R., Anguyo, R., Odoch, W., Bakibinga, P., & Aliti, T. (2020). Levels, trends and determinants of technical efficiency of general hospitals in Uganda: data envelopment analysis and Tobit regression analysis [Article]. *Bmc Health Services Research*, 20(1), 12, Article 916. <https://doi.org/10.1186/s12913-020-05746-w>
- Blatnik, P., Bojnec, Š., & Tušak, M. (2017). Measuring efficiency of secondary healthcare providers in Slovenia. *Open Medicine*, 12(1), 214-225. <https://doi.org/10.1515/med-2017-0031>
- Bo, H. A., Chen, L. H., & Wu, H. T. (2019). Assessing performance of Taiwan hospitals using data envelopment analysis: In view of ownership [Article]. *International Journal of Health Planning and Management*, 34(1), E602-E616. <https://doi.org/10.1002/hpm.2676>
- Bravo-Ureta, B. E., Solís, D., Moreira López, V. H., Maripani, J. F., Thiam, A., & Rivas, T. (2007). Technical efficiency in farming: a meta-regression analysis. *Journal of productivity Analysis*, 27(1), 57-72. <https://doi.org/10.1007/s11123-006-0025-3>
- Chang, H.-H. (1998). Determinants of Hospital Efficiency: the Case of Central Government-owned Hospitals in Taiwan. *Omega*, 26(2), 307-317. [https://doi.org/10.1016/s0305-0483\(98\)00014-0](https://doi.org/10.1016/s0305-0483(98)00014-0)
- Cheng, Z. H., Tao, H. B., Cai, M., Lin, H. F., Lin, X. J., Shu, Q., & Zhang, R. N. (2015). Technical efficiency and productivity of Chinese county hospitals: an exploratory study in Henan province, China [Article]. *Bmj Open*, 5(9), 10, Article e007267. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-007267>
- Cordero, J. M., García-García, A., Lau-Cortés, E., & Polo, C. (2021). Assessing Panamanian hospitals' performance with alternative frontier methods. *International Transactions in Operational Research*. <https://doi.org/10.1111/itor.13013>
- Dash, U., Vaishnavi, S. D., Muraleedharan, V. R., & Acharya, D. (2007). Benchmarking the Performance of Public Hospitals in Tamil Nadu. *Journal of Health Management*, 9(1), 59-74. <https://doi.org/10.1177/097206340700900104>

Dash, U., Vaishnavi, S. D., & Muraleedharan, V. R. (2010). Technical Efficiency and Scale Efficiency of District Hospitals: A Case Study [Article]. *Journal of Health Management*, 12(3), 231-248. <https://doi.org/10.1177/097206341001200302>

Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2343100>

Flokou, A., Kontodimopoulos, N., & Niakas, D. (2011). Employing post-DEA Cross-evaluation and Cluster Analysis in a Sample of Greek NHS Hospitals [Article]. *Journal of Medical Systems*, 35(5), 1001-1014. <https://doi.org/10.1007/s10916-010-9533-9>

Fragkiadakis, G., Doumpos, M., Zopounidis, C., & Germain, C. (2016). Operational and economic efficiency analysis of public hospitals in Greece [Article]. *Annals of Operations Research*, 247(2), 787-806. <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1710-7>

Freeman, A., Nam-Speers, J., & Tokac, U. (2020). A quantitative metaanalysis of organizational ownership and technical efficiency: non-linear influence by facility types and time for nonprofit and for-profit healthcare providers, *International Review of Public Administration*, 25:2, 106-128. <https://doi.org/10.1080/12294659.2020.1775330>

Fumbwe, F., Lihawa, R., Andrew, F., Kinyanjui, G., & Mkuna, E. (2021). Examination on level of scale efficiency in public hospitals in Tanzania. *Cost Eff Resour Alloc*, 19(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12962021-00305-4>

Giancotti, M., Rotundo, G., Pipitone, V., & Mauro, M. (2018). Efficiency and Optimal size of Italian Public Hospitals: Results from Data Envelopment Analysis [Article]. *Epidemiology Biostatistics and Public Health*, 15(4), 12, Article e12929. <https://doi.org/10.2427/12929>

Gok, M. S., & Altındağ, E. (2015). Analysis of the cost and efficiency relationship: experience in the Turkish pay for performance system. *The European Journal of Health Economics*, 16(5), 459-469. <https://doi.org/10.1007/s10198-014-0584-6>

Greene, W. H. (1991). *LIMDEP User's Manual and Reference Guide: Version 6.0*. Econometric Software.

Haghdoust, A. A., & Moosazadeh, M. (2013). The prevalence of cigarette smoking among students of Iran's universities: A systematic review and meta-analysis. *J Res Med Sci*, 18(8), 717-725. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24379851>

Helal, S. M. A., & Elimam, H. A. (2017). Measuring the Efficiency of Health Services Areas in Kingdom of Saudi Arabia Using Data Envelopment Analysis (DEA): A Comparative Study between the Years 2014 and 2006. *International Journal of Economics and Finance*, 9(4), 172. <https://doi.org/10.5539/ijef.v9n4p172>

Hollingsworth, B., Dawson, P., & Maniadakis, N. (1999). Efficiency Measurement of Health Care: A Review of Non-Parametric Methods and Applications. *Health care management science*, 2, 161-172. <https://doi.org/10.1023/A:1019087828488>

Jat, T. R., & Sebastian, M. S. (2013). Technical efficiency of public district hospitals in Madhya Pradesh, India: a data envelopment analysis [Article]. *Global Health Action*, 6, 1-8. <https://doi.org/10.3402/gha.v6i0.21742>

Kakeman, E., Rahimi Forushani, A., & Dargahi, H. (2016). Technical Efficiency of Hospitals in Tehran, Iran [Article]. *Iranian Journal of Public Health*, 45(4), 494-502. <Go to ISI>://WOS:000376045100010 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4888177/pdf/IJPH-45-494.pdf>

Kiadaliri, A. A., Jafari, M., & Gerdtham, U.-G. (2013). Frontier-based techniques in measuring hospital efficiency in Iran: a systematic review and meta-regression analysis. *BMC Health Services Research*, 13(1), 312. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-13-312>

Kiani, M., Raei, B., Asbagharani, P., Yousefi, M., Rigi, S., Salehi, M., & Shiraz, S. (2018). Comparison of the technical efficiency of the hospital sector: Panel data analysis of the Iranian hospitals using parametric and non-parametric approaches. *Bali Medical Journal*, 8, 114. <https://doi.org/10.15562/bmj.v8i1.1242>

Kounetas, K., & Papathanassopoulos, F. (2013). How efficient are Greek hospitals? A case study using a double bootstrap DEA approach [Article]. *European Journal of Health Economics*, 14(6), 979-994. <https://doi.org/10.1007/s10198-012-0446-z>

Kuntz, L., Scholtes, S., & Vera, A. (2007). Incorporating efficiency in hospital-capacity planning in Germany. *The European Journal of Health Economics*, 8(3), 213-223. <https://doi.org/10.1007/s10198-006-0021-6>

Li, N. N., Wang, C. H., Ni, H., & Wang, H. (2017). Efficiency and Productivity of County-level Public Hospitals Based on the Data Envelopment Analysis Model and Malmquist Index in Anhui, China [Article]. *Chinese Medical Journal*, 130(23), 2836-2843. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.219148>

Mahdiyari, S., Dehghani, A., Tafti, A. D., Pakdaman, M., & Askari, R. (2019). Hospitals' efficiency in Iran: A systematic review and meta-analysis. *Journal of education and health promotion*, 8, 126. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_393_18

Medarevic, A., & Vukovic, D. (2021). Efficiency and Productivity of Public Hospitals in Serbia Using DEA-Malmquist Model and Tobit Regression Model, 2015-2019 [Article]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), 22, Article 12475. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312475>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *J Clin Epidemiol*, 62(10), 1006-1012. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.005>

Moosazadeh, M., Nekoei-Moghadam, M., Emrani, Z., & Amiresmaili, M. (2014). Prevalence of unwanted pregnancy in Iran: a systematic review and meta-analysis. *Int J Health Plann Manage*, 29(3), e277-290. <https://doi.org/10.1002/hpm.2184>

Nayer, M. Y., Fazaeli, A. A., & Hamidi, Y. (2022). Hospital efficiency measurement in the west of Iran: data envelopment analysis and econometric approach [Article]. *Cost Effectiveness and Resource*, 20(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/s12962-022-00341-8>

O'Neill, L., Rauner, M., Heidenberger, K., & Kraus, M. (2008). A cross-national comparison and taxonomy of DEA-based hospital efficiency studies. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), 158-189. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2007.03.001>

Osei, D., D'Almeida, S., George, M. O., Kirigia, J. M., Mensah, A. O., & Kainyu, L. H. (2005). Technical efficiency of public district hospitals and health centres in Ghana: a pilot study. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 3(1), 9. <https://doi.org/10.1186/1478-7547-3-9>

Pham, T. L. (2011). Efficiency and productivity of hospitals in Vietnam [Article]. *Journal of Health, Organisation and Management*, 25(2), 195-213. <https://doi.org/10.1108/14777261111134428>

Polyzos, N. (2012). A three-year Performance Evaluation of the NHS Hospitals in Greece [Article]. *Hippokratia*, 16(4), 350-355. <Go to ISI>://WOS:000320844300012
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3738611/pdf/hippokratia-16-350.pdf>

Puenpatom, R. A., & Rosenman, R. (2008). Efficiency of Thai provincial public hospitals during the introduction of universal health coverage using capitation. *Health care management science*, 11(4), 319-338. <https://doi.org/10.1007/s10729-008-9057-8>

Rezaei, S., Hajizadeh, M., Nouri, B., Ahmadi, S., Rezaeian, S., Salimi, Y., & Karyani, A. K. (2019). Iranian hospital efficiency: a systematic review and meta-analysis. *Int J Health Care Qual Assur*, 32(2), 385-397. <https://doi.org/10.1108/IJHCQA-03-2018-0067>

Rezaei, S., Hajizadeh, M., Zandian, H., Fathi, A., & Nouri, B. (2017). Period Prevalence and Reporting Rate of Needlestick Injuries to Nurses in Iran: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Res Nurs Health*, 40(4), 311-322. <https://doi.org/10.1002/nur.21801>

Sendek, S. (2014). Efficiency evaluation of hospitals in the environment of the Slovak Republic [Article]. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 62(4), 697-706. <https://doi.org/10.11118/actaun201462040697>

Shone, R. (1981). Applications in intermediate microeconomics.

Simoes, P., & Marques, R. C. (2011). Performance and congestion analysis of the portuguese hospital services [Article]. *Central European Journal of Operations Research*, 19(1), 39-63. <https://doi.org/10.1007/s10100-009-0122-2>

Sultan, W. I. M., & Crispim, J. (2018). Measuring the efficiency of Palestinian public hospitals during 2010-2015: an application of a two-stage DEA method [Article]. *BMC Health Services Research*, 18, 17, Article 381. <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3228-1>

Wang, M. L., Fang, H. Q., Tao, H. B., Cheng, Z. H., Lin, X. J., Cai, M., Xu, C., & Jiang, S. (2017). Bootstrapping data envelopment analysis of efficiency and productivity of county public hospitals in Eastern, Central, and Western China after the public hospital reform [Article]. *Journal of Huazhong University of Science and Technology-Medical Sciences*, 37(5), 681-692. <https://doi.org/10.1007/s11596-017-1789-6>

World Health Organization. (2021). Global expenditure on health: public spending on the rise? ISBN:978 92 4004121 9.

Yeşilyurt, M. E., Şahin, E., Elbi, M. D., Kızılkaya, A., Koyuncuoğlu, M. U., & Akbaş-Yeşilyurt, F. (2021). A novel method for computing single output for DEA with application in hospital efficiency. *Socio-Economic Planning Sciences*, 76, 100995. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100995>

Yusefzadeh, H., Ghaderi, H., Bagherzade, R., & Barouni, M. (2013). The Efficiency and Budgeting of Public Hospitals: Case Study of Iran [Article]. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 15(5), 393-399. <https://doi.org/10.5812/ircmj.4742>

Zheng, W. H., Sun, H., Zhang, P. L., Zhou, G. J., Jin, Q. Y., & Lu, X. Q. (2018). A four-stage DEA-based efficiency evaluation of public hospitals in China after the implementation of new medical reforms [Article]. *Plos One*, 13(10), 17, Article e0203780. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203780>

Ekler:

Tablo1. Meta-Regresyon Analizinde İncelenen Çalışmalar

Yazar(lar)	Veri Toplama Yılı	Ülke	Gözlem Sayısı	Ortalama TE	Yazılım
(Chang, 1998)	1990-1994	Tayvan	6	0,954	x
(Osei et al., 2005)	2000	Gana	17	0,815	DEAP 2.1
(Dash et al., 2007)	2004-2005	Hindistan	29	0,861	EMS
(Puenpatom & Rosenman, 2008)	2000-2002	Tayland	92	0,819	x
(Dash et al., 2010)	2004-2005	India	29	0,88	EMS
(Ahmadkiadaliri et al., 2011)	2006	İran	19	0,913	DEAP 2.1
(Flokou et al., 2011)	2005	Yunanistan	27	0,914	EMS 1.3, Microsoft Excel VBA
(Pham, 2011)	1998-2006	Vietnam	101	0,720	x
(Simoes & Marques, 2011)	2005	Portekiz	68	0,863	x
(Polyzos, 2012)	2009-2011	Yunanistan	117	0,79	Warwick DEA
(Jat & Sebastian, 2013)	2010	İsveç	40	0,79	DEAP 2.1
(Kounetas & Papathanassopoulos, 2013)	2008	Yunanistan	111	0,797	x
(Yusefzadeh et al., 2013)	2009	İran	23	0,782	DEAP 2.1
(Applanaidu et al., 2014)	2008-2010	Malezya	9	0,982	x
(Sendek, 2014)	2009-2012	Slovakya	48	0,85	x
(Cheng et al., 2015)	2010-2012	Çin	114	0,785	SPSS 13.0, DEAP 2.1
(Gok & Altındağ, 2015)	2001-2008	Türkiye	226	0,703	X
(Fragkiadakis et al., 2016)	2005-2009	Yunanistan	87	0,879	X
(Kakeman et al., 2016)	2014	İran	25	0,796	DEAP 1.0.2, Stata-13.0
(Li et al., 2017)	2010-2015	Çin	12	0,926	Microsoft Excel 2007, SPSS 16.0, DEAP 2.1
(Blatnik et al., 2017)	2005-2011	Slovenya	12	0,863	x
(Helal & Elimam, 2017)	2014	Sudi Arabistan	270	0,923	x
(Wang et al., 2017)	2012-2015	China	254	0,774	R software FEAR
(Giancotti et al., 2018)	2010-2013	İtalya	41	0,816	x
(Sultan & Crispim, 2018)	2010-2015	Filistin	11	0,94	x
(Zheng et al., 2018)	2010-2016	Çin	84	0,876	Excel, DEAP 2.1
(Ahmed et al., 2019)	2015	Bangladeş	62	0,92	x
(Bo et al., 2019)	2012	Taiwan	58	0,79	X
(Alatawi et al., 2020)	2017	Sudi Arabistan	91	0,87	PIM-DEA V.3.2
(Asiabar et al., 2020)	2012-2016	İran	29	0,697	Stata12, SPSS 16
(Ayiko et al., 2020)	2012/2013 2016/2017	Uganda	40	0,780	STATUS 15.1
(Cordero et al., 2021)	2005-2015	İspanya	22	0,708	x
(Fumbve et al., 2021)	2016	Tanzania	114	0,550	DEAP
(Medarevic et al., 2021)	2015-2019	Serbia	39	0,784	STATA 15 R-package deaR Microsoft Excel 2016
(Nayer et al., 2022)	2018	İran	15	0,935	DEAP 2.1

Extended Summary

Technical Efficiency in Public Hospitals: A Meta-Regression Analysis

Global expenditure on health has been increasing in recent years. The increase in health expenditures and consumer quality perceptions are among the significant factors forcing health institutions to compete. A great amount of global healthcare expenditure is devoted to hospitals. Therefore, hospitals are required to use the resources efficiently. The trend toward technical efficiency measurement of hospitals has increased in the last decade. Public hospitals are the most important institutions that will make a great contribution to the development of the health sector all over the world. This study aims at examining the studies performed through the use of output-oriented Data Envelopment Analysis in measuring the efficiency of public hospitals. The study also attempts to determine the factors affecting the average technical efficiency scores through meta-regression analysis.

Data Envelopment Analysis is an effective and versatile method for measuring the effectiveness of health services. The reason why Data Envelopment Analysis is preferred in measuring the efficiency of hospitals is its applicability to the multiple input-output and the simplicity of its assumptions. Upon analyzing the relevant literature, various studies were carried out to measure the technical efficiency of public hospitals only with non-parametric Data Envelopment Analysis and other efficiency methods such as Stochastic Frontier Analysis (SFA), which is used to compare the results of Data Envelopment Analysis.

The research question was noted as follows: "Do the number of hospitals, the number of variables, the publication year, the income group of the countries, the continent of the countries, and the year of data collection have an impact on the public hospitals' average technical efficiency?"

This study scanned the studies which were carried out between 1998-2021 to determine the technical efficiency of public hospitals with output-oriented Data Envelopment Analysis in Web of Science (WOS), Scopus, Ebsco, Pubmed, and Science Direct scientific databases between July 2021 and August 2021. The research was limited to the title, abstract, and keywords of full-text articles. The study used keywords such as "efficiency, public hospital, efficiency, technical efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA)". PRISMA guidelines were followed during the research process. Articles, papers, books, and book chapters are written in other languages except for English, studies with low-quality scores and those related to private or social security hospitals, health center units as well as departmental efficiency of hospitals were excluded from the scope of the study.

This study was conducted with 30 empirical articles that met the inclusion criteria as a result of the quality assessment. All articles were read by the authors who performed data extraction independently of each other. Disagreements on study selection and data extraction were resolved among the authors. The publication year, the number of samples, the country where the study was conducted, the continent of the country, the year of data collection, the number of variables (the number of input and output variables), the average technical efficiency score, the software, and the quality score were collected for each study. The average technical efficiency was used as the dependent variable in the Tobit methods. Based upon the related literature and model features, the number of samples, and the number of variables (number of inputs and outputs) were used as explanatory variables, while the publication year, the year of data collection, the income group of the country, and the continent of the country were used as dummy variables. The main hypothesis of this study was that the functional form in the reporting of technical efficiency scores could be explained by the characteristics of studies such as the number of samples, the number of variables in the model, and estimation techniques. Three models were established to investigate this hypothesis. In the 1st model, the average technical dependent variable was estimated by the number of hospitals, the number of variables, the income group of the countries, the countries, and the data collection year. In the 2nd model, the average technical dependent variable was predicted by the number of hospitals, the number of variables, the publication year of the study, the countries, and the year of data collection. As for the 3rd model, the dependent variable was estimated by the number of hospitals, the number of variables, the publication year of the study, the income group of the countries, the countries, and the data collection year. Meta-regression analysis was performed to evaluate the consistency of technical efficiency estimations.

The findings of the study present detailed information about which variables affected the average technical efficiency. The number of variables and the number of hospitals was identified to be influential on the average technical efficiency estimation in all models. The parameter estimation of the countries' income groups was positive but statistically insignificant in the models. The income group of the countries and the publication year of the studies did not significantly affect the average technical efficiency estimations. The parameter estimation was found to be statistically significant in terms of the dummy variables such as the continent of the countries and the year of data collection. The majority of the studies using the output-oriented Data Envelopment Analysis method in measuring the technical efficiency of public hospitals were conducted in Asian countries. Studies focusing on Asian countries had higher average technical efficiency than the other countries. The main hypothesis of this study was that the functional form in the reporting of technical efficiency scores could be explained by the characteristics of studies such as the number of samples, the number of variables in the model, and estimation techniques. The findings were generally in line with theoretical expectations. This study combined empirical findings by systematically shedding light on the effects of methodological assumptions on hospital efficiency through the use of meta-regression analysis. The risk of bias and limitation of a single study that calculated hospital efficiency with output-oriented Data Envelopment Analysis was eliminated by using meta-regression analysis. The analysis results revealed an effective overview with effective, valid, and reliable parameter estimations for the studies that examined hospital efficiency with Data Envelopment Analysis. This study is expected to guide politicians and hospital administrators in terms of increasing the efficiency of hospitals.