

PAPER DETAILS

TITLE: TÜRKİYE SAĞLIK EKONOMİSİ İÇİN İSTATİSTİKSEL ÇOK AMAÇLI OPTİMİZASYON
MODELİNİN UYGULANMASI

AUTHORS: Abdulkadir Atalan

PAGES: 34-51

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/414076>

TÜRKİYE SAĞLIK EKONOMİSİ İÇİN İSTATİSTİKSEL ÇOK AMAÇLI OPTİMİZASYON MODELİNİN UYGULANMASI

Abdulkadir ATALAN¹

ÖZ

Sağlık sistemleri ülkelerin alt yapısını oluşturmakla beraber aynı zamanda bu ülkelerin ekonomik yapısının önemli temel taşlarındandır. Sağlık sistemlerinin ekonomik yapısını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Gelişmiş ülkelerde sağlık ekonomisini ölçen iki etken mevcuttur; sağlık harcamaları ve kişi başına düşen sağlık giderleridir. Bu çalışmada, 1990-2016 yılları arasında Türkiye'nin sağlık ekonomisini etkileyen faktörler dikkate alınarak, istatistiksel çok amaçlı optimizasyon yöntemi ile sağlık harcamalarının minimize ve kişi başına düşen sağlık giderlerinin ise maksimize edilmesi amaçlanmıştır. Türkiye'nin sağlık ekonomisi için ilk defa uygulanan bu yöntem ile sağlık harcamalarında %7,59 oranında bir azalma sağlanmıştır. Ayrıca, kişi başına düşen sağlık giderlerinin maksimize edilerek 496 dolardan 595,98 dolara çıkması ile %18,250 oranında iyileşme sağlayan optimum değerler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Ekonomisi, Sağlık Harcamaları, Kişi Başına Düşen Sağlık Giderleri, Çok Amaçlı Optimizasyon Modeli

JEL Kodları: I111, I118, I130

APPLICATION OF STATISTICAL MULTI OBJECTIVE OPTIMIZATION METHOD FOR HEALTHCARE ECONOMICS OF TURKEY

ABSTRACT

Health systems constitute not only the sub-structure of the countries but also an important cornerstone of the economic structure of these countries. There are many factors that affect the economic structure of health systems. In developed countries in terms of their economy, there are two factors that measure health economics which are health expenditure and health expenditure per capita. In this study, taking into account factors affecting the health economy for the years 1990-2016 in Turkey, the statistical multi-objective optimization method was used to minimize the health expenditure and maximize health expenditure per capita. This method, which was applied for the first time in the health economics, resulted in a reduction of 7,591% in health expenditures. In addition, maximizing the health expenditure per capita to increase from \$496 to \$595,98 with a rise of 18,250% of the optimum values were achieved.

Key words: Health Economics, Health Expenditures, Per Capita Health Expenditures, Multi Objective Optimization Model

JEL Codes: I111, I118, I130

GİRİŞ

¹ Araştırma Görevlisi, Bayburt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, aatalan@bayburt.edu.tr

Gelişmiş ülkeler (OECD ve G20 Ülkeleri) insanların ekonomik ve sosyal refahını artırmak için ekonomik alanlarda reform yapmayı amaçlamaktadır (OECD, 2017). Bu ülkelere ait sorunlar arasındaki en önemli husus sağlıkla ilgili temalardır. Günümüzde, sağlık alanının önemi artması ile sağlık ekonomisi, gelişmiş ülkelerde dikkate alınan en önemli parametreler arasında yer almaktadır. Bunun temel nedeni, insanların gelişmiş ekonomilerde daha fazla yaşama ihtiyacını hissetmeleridir.

Ekonomik gelişmenin ve sağlık alanında teknolojik ve yapısal olarak ilerlemenin doğru orantılı olduğu görülmektedir. 2016 yılında gelişmiş ülkeler tarafından sağlık harcamaları (SH) için yaklaşık olarak 6,02 trilyon dolar harcama yapılmıştır. Genel olarak, bir ülkenin ekonomisi ne kadar büyük olursa, SH ve kişi başına düşen sağlık harcamaları (KB-SH) oranları da o kadar yüksek olduğu ifade edilmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmada dünyanın en büyük ekonomileri arasında yer alan Türkiye'nin sağlık ekonomisi dikkate alınmıştır.

Sağlık ekonomisinde etkili olabilecek faktörlerin başında, ülkelere ait ekonomi parametreleri gelmektedir. 1992'de 19 OECD ülkesi üzerinde yapılan bir araştırmada, gayri safi milli hâsılayı (GSYİH) ve SH'yi etkileyen kurumsal ve sosyo-demografik faktörler ele alınmıştır (Gerdtham, Sogaard, Andersson, & Jönsson, 1992). 2010'da yapılan başka bir araştırmada, 1971-2004 yıllarına ait 20 üyesi olan OECD ülkeleri için, SH ve KB-SH ile kişilerin yıllık gelirleri arasındaki uzun vadeli ekonomik ilişkiler incelenmiştir. Bulgular arasında, sağlık hizmetlerinin bir zorunluluk olduğu vurgulanmıştır (Moscone, 2010). Ekonomiksel dalgalanmaların sağlık ekonomisi üzerindeki etkileri de araştırmacılar tarafından ele alınmıştır. 2010 yılında Avrupa'da yaşanan ekonomik kriz ve Avrupa ülkelerine ait sağlık sistemleri negatif yönde etkilenmiştir. Avrupa hükümetleri, kriz döneminde sağlık harcamalarını azaltma eğilimindeyken, sağlık sigortası poliçeleri sağlamayan bazı ülkelerde sağlık yardımı ödemeleri artmıştır. Sağlık ekonomisinin, ülkelerin ekonomik dalgalanmalarından etkilenmemesi gerektiğini vurgulanmıştır (Palasca & Jaba, 2015). Ayrıca, ekonomik kriz zamanında sağlık sistemindeki sağlık çalışanlarının ve hastane sayılarının azaltılması sağlanmış, ancak SH'nin arttığı ve KB-SH'nin azaldığı gözlemlenmiştir (Weinstein & Stason, 1977).

Ülke ekonomilerinin yanı sıra sağlıkta bazı tıbbi tedavilerin de SH ve KB-SH üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Örnek olarak, bir araştırmada duygusal zekâyı arttırarak SH'nin azalmasına katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada, duygusal zekâda ortaya çıkan %1 artışlık, SH miktarında %1 azalma sağladığı anlaşılmıştır (Mikolajczak & Van, 2017). Diğer bir çalışmada, 2005-2009 yılları arasında kırmızı tenli balıkçı faktörünün Tayvan'daki sağlık harcamaları üzerindeki etkisi, niceliksel bir regresyon analizi olarak yeniden incelenmiştir. Sağlık harcamaları kırmızı ringa balığı etkisi altında olduğu anlaşılmıştır (Yu, Wang, & Lun, 2015). Diyabet bakımı ve kardiyovasküler tedavileri (COSTAMI çalışması) arasındaki ilişki, deneysel bir düzen kurularak araştırılmıştır (Gregori, Petrinco, Bo, Desideri, Merletti, & Pagano, 2011). Sağ sansür uygulamasında ortalama tedavi maliyetini hesaplamak için regresyon yöntemi

kullanılarak SH üzerindeki etkisi vurgulanmıştır. Sağlık Bakım Örgütü (HMO), ülser tedavisinin maliyeti üzerine bir veritabanı çalışması yürütmüştür (Carides, Heyse, & Iglewicz, 2000). Medicare tarafından desteklenen sağlık bakım masraflarına dahil edilen kolorektal kanser oranlarının istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılması yapılarak SH miktarının düşürülmesi sağlanmıştır (Griswold, Parmigiani, Potosky, & Lipscom, 2004).

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, sağlık ekonomisinin iki temel parametresi olan SH ve KB-SH hakkında bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde, uygulanan yöntem ve Türkiye sağlık sistemini etkileyen ve etkilenen faktörler için bilgi sağlanmıştır. Sayısal bir örnek ile ÇAOM tekniğinin uygulanmasına ait sonuçlar üçüncü bölümde ele alınmıştır. Çalışmanın sonucu ve gelecek yıllarda yapılacak olan çalışma hakkında bilgi son bölümde ifade edilmiştir.

1. TÜRKİYE’NİN SAĞLIK EKONOMİSİ İÇİN GELİŞTİRİLEN YÖNTEM

Ekonomik olarak gelişmiş ülkelerinin verilerini kullanarak, bu ülkelerin sağlık kalitesini gösteren performanslarla ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır (Arah, Westert, Hurst, & Klazinga, 2006). Bu çalışmaların çoğunda, herhangi bir kalite aracı (istatistik, optimizasyon, simülasyon, vb.) kullanılmadan anket veya sözlü boyutlarda incelenmiştir. Bununla birlikte, sağlık ekonomisinde niceliksel ve somut bulgular elde etmek için bazı istatistiksel ve mühendislik tekniklerin uygulanması gerekmektedir. Sağlık ekonomisi genellikle karmaşık bir yapıya sahip olmasından istatistiksel yaklaşımlarının kullanılması kaçınılmazdır. Özellikle, genelleştirilmiş doğrusal modeller, ele alınan verilerdeki çarpıklığı azaltmak için geleneksel yöntemler olarak kullanılmıştır (Saki, Fatemeh, & Ahmadi, 2015). Bununla birlikte, sağlık ekonomisinde etkili olduğu düşünülen faktörlerin önemli oranda etkili olup-olmadığı incelenmiştir. Ayrıca, istatistiksel bir analiz olan regresyon yöntemi, faktörler ve yanıtlar (responses) arasındaki ilişkileri bulmak için birçok araştırmada ele alınmıştır (Gregori, Petrinco, Bo, Desideri, Merletti, & Pagano, 2011; Mihaylova, Briggs, O'Hagan, & Thompson, 2011; Jones, Lomas, & Rice, 2015; Carides, Heyse, & Iglewicz, 2000).

Bu araştırmada istatistiksel analizin yanında optimizasyon yönteminden faydalanılmıştır. Bu yöntem; mühendislik, yönetim ve süreç uygulamaları için vazgeçilmez metottur. Optimizasyon veya yöneylem araştırması yönteminin kullanılması, azami fayda (gelir, üretim vb.) sağlamak ve kayıpları en aza indirmek (maliyetler, bekleme süresi, vb.) için geliştirilmiş bir mühendislik ve işletme bilimi uygulamasıdır. Optimizasyon uygulamaları, kullanıldıkları alanlara göre değişiklik göstermektedir. Enerji, otomotiv, imalat, ulaşım ve sağlık alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok optimizasyon yöntemi yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji için kullanılmıştır (Baños, Manzano-Agugliaro, Montoya, Gil, Alcayde, & Gómez, 2011; Iqbal, Azam, Naeem, KhwajaA.S., & Anpalagan, 2014).

Optimizasyon matematiksel modelleme tekniğinin birçok yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; doğrusal (linear), doğrusal olmayan (non-Linear), dinamik (dynamic), statik (static), tam sayılı (integer), sezgisel (heuristic) vs. çeşitleridir. Örnek olarak, ulaştırma alanında farklı optimizasyon teknikleri uygulanmıştır. Afet sonrasında acil lojistik planlamanın ve uygulanmasının belirsizliği nedeniyle sezgisel optimizasyon yöntemleri geliştirilmiştir (Liu, Lei, Zhang, & Wu, 2018). Sezgisel optimizasyon modelleri, çözümü istenilen problemlerdeki amaç fonksiyonlarına ve kısıtlarına göre geliştirilmektedir. Genellikle, sağlık alanında doğrusal olmayan stokastik (stochastic) optimizasyon modelleri geliştirilmiştir. Hastaların hastanede bekleme sürelerini azaltmaya yönelik optimizasyon modellerinde yoğunlukla simülasyon optimizasyon modeli uygulanmıştır. Aynı şekilde, diğer sağlık konularında; hastanelerde tedavi edilen hastaların sayısı, hastanede kalış süresi, hastane kaynaklarının kullanım oranları, vb. optimizasyon-simülasyon yöntemleri ile çözülmeye çalışılmıştır (Atalan, 2014; Evans, Hwang, & Nagarajan, 2001; Abadi, Ajami, Ketabi, & Bagherian, 2013; Batun & Begen, 2013).

Genel olarak, optimizasyon modelleri geliştirilirken yalnızca bir amaç fonksiyonu oluşturulur. Birden fazla amaç fonksiyonu içeren optimizasyon modellerinde sadece tek amaç fonksiyonu belirlenir ve geri kalan amaç fonksiyonları kısıt denklemlerine dönüştürülerek modellenir. (Ngatchou, and Zarei, & El-Sharkawi, 2005). Özellikle, ekonomik problemler karmaşık bir yapıya sahip oldukları için tek amaçlı optimizasyon modelleri kullanmak cazip değildir (Mason, Duggan, & Howley, 2017). Ekonomik karmaşıklığın üstesinden gelmek için çok amaçlı optimizasyon modelini (ÇAOM) kullanılması gerekmektedir. Bu yöntem teoriksel ve pratiksel birçok araştırmada kullanılmıştır. Bir çalışmada, ÇAOM, küçük bölgelerin nüfus homojenliğini ve tıbbi hizmet çeşitliliğini arttırmak ve hastalar tarafından ziyaret edilen mikro bölgeler arasındaki mesafeyi en aza indirmek için kullanılmıştır (Steiner, Datta, Neto, Scarpin, & Figueira, 2015). Sağlık ekonomisi için ÇAOM yaklaşımı ilk defa bu çalışmada ele alınarak, Türkiye sağlık sistemine ait ekonomik parametreler ile beraber iki amaç fonksiyonu oluşturulmuştur. Amaç fonksiyonlarından birincisi olan Türkiye'deki KB-SH miktarını en üst düzeye çıkarılmasıdır. İkinci amaç fonksiyonu ise Türkiye'deki SH miktarını asgari seviyeye indirilerek optimizasyon modeli geliştirilmiştir.

İstatistiksel analiz ve ÇAOM yöntemi için gerekli bazı faktörlere ihtiyaç duyulmaktadır. Sağlık ekonomisini etkileyen birçok faktörden bazıları dikkate alınarak bu çalışmada incelenmiştir. Bununla birlikte, faktörlerin aldığı değerlere göre niceliksel ve doğru olması, istatistiksel analizin sağlıklı olmasını sağlamaktadır. Şimdiye kadar yapılan araştırmalarda sağlık ekonomisini etkileyen faktörler demografik veya sosyal sorumluluk olarak ele alınmıştır (Dukhanin, Searle, Zwerling, Dowdy, Taylor, & Merritt, 2018). SH ve KB-SH'yi doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen faktörler, GSYİH, KB-GSYİH, yaşam süresi (YS), toplam doktor istihdam sayısı (D), Türkiye'ye ait nüfus oranı (P) ve toplam aktif olan hastane sayısı (H) bu çalışmada ele alınmıştır. Bu faktörlerin önem dereceleri ve uygulanabilir değerleri, istatistiksel

analiz sonuçları ile hesaplamıştır. Buna ek olarak, geliştirilen istatistiksel ÇAOM yöntemi ile gelecek yıllarda Türkiye'deki sağlık sistemlerin gelişmişlik derecesini hesaplamak için kullanılması hedeflenmiştir.

Türkiye sağlık ekonomisi ile ilgili 1990-2016 yılları arasındaki veriler kullanılarak, Türkiye'ye ait sağlık ekonomisini etkileyen ya da etki yapması düşünülen faktörler ve yanıtlar olmak üzere sekiz farklı veri türü dikkate alınmıştır (bkz. Tablo 1).

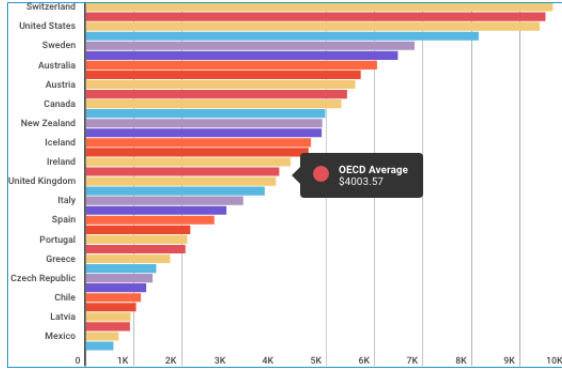
İstatistiksel analizin sonucunda, bu faktörlerin yanıtlar üzerinde ne kadar etkili olduğu ortaya konmuştur. SH ve KB-SH'yi doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen faktörler, gayri safi yurt içi hâsıla (GSYİH), kişi başına düşen gayri safi yurt içi hâsıla (KB-GSYİH), yaşam süresi (YS), Türkiye'ye ait nüfus oranı (P), toplam aktif çalışan doktor istihdam sayısı (D) ve toplam hastane sayısı (H) olarak belirlenmiştir. Bu faktörlerin önem dereceleri ve uygulanabilir değerleri, ancak istatistiksel analiz sonuçları ile hesaplanabilir. Buna ek olarak, geliştirilen regresyon denklemleri önümüzdeki yıllardaki sağlık sistemi içerisindeki gelişmişlik derecelerini hesaplamak için kullanılması amaçlanmıştır. Türkiye'nin sağlık ekonomisinde yer alan parametrelerden yanıtlar ve faktörler tek tek incelenmiş ve aşağıda açıklanmıştır.

Yanıt 1: Ülkelerin sağlık harcamaları GSYİH miktarlarının yüzdesi oranında hesaplanmıştır (OECD, 2016). İnsanların yaşam kalitesi ve yaşama istekliliği arttıkça, SH için ayrılan bütçe de artmaktadır. Ekonomik açıdan gelişmiş ülkelerde sağlık harcamalarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle, gelişmiş sağlık sistemlerinde iyi bir altyapının oluşturulması ile sağlık ekonomisinin boyutunun büyüklüğü orantılı olmaktadır. Ekonomiksel olarak gelişmiş ülkeler hakkında toplanan veriler incelendiğinde, en yüksek sağlık harcamasına sahip ülke ABD'dir (yaklaşık olarak 3,02 trilyon dolar). OECD ülkelerinde sağlık harcamalarının yaklaşık %52'sini ABD'ye ait olduğu görülmektedir. İstatistiksel analiz sonucunda, bu çalışmada ele alınan altı önemli faktörden hangisinin SH üzerinde daha etkili olduğu ortaya çıkarılmıştır. Geliştirilen regresyon matematiksel denklemi ile bir optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Bu model, amaç fonksiyonu olan SH miktarının en aza indirmek için oluşturulmuştur.

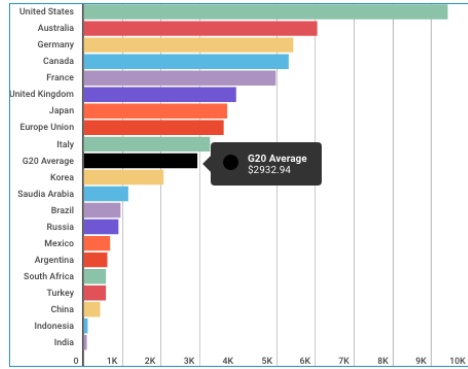
Yanıt 2: Değerlendirilen faktörlerden etkilenen ikinci yanıt ise kişi başına düşen sağlık gideridir (KB-SH) (World Bank, 2018). Bu yanıt, sağlık kalitesi açısından en önemli parametre olarak düşünülmektedir. OECD ülkeleri incelendiğinde GSYİH'ye oranla KB-GSYİH'nin yüksek olduğu görülmektedir. Ancak bu durum G20 ülkelerinde görülememektedir. Aynı şekilde, bu ülkeler için KB-SH miktarı da yüksektir. 2016 yılı itibari ile Türkiye'ye ait KB-SH miktarı 504 dolardır (TÜİK, 2017). Bu miktar OECD ülkelerinin KB-SH miktarlarının ortalamasından (Şekil 1a'da gösterildiği gibi OECD ülkelerine ait KB-SH ortalaması yaklaşık olarak 4003 dolar ve Şekil 1b'ye göre G20 Ülkelerine ait KB-SH ortalaması yaklaşık olarak 3000 dolardır) aşağı seviyede olduğu görülmektedir. Ancak, bu oranlar bu ülkelerin sağlık sistemi açısından iyi olduğu anlamına gelmemelidir. Bu çalışmada oluşturulan ikinci optimizasyon modeli, KB-SH miktarının

maksimum seviyeye çıkarılması ve kısıtları oluşturan faktörlerin optimum değerlere ulaşmasını sağlamak amacıyla kurulmuştur.

Faktör 1: GSYİH faktörünün HS ve KB HS üzerindeki etkisi olduğu varsayılmaktadır (World Bank, 2016a). GSYİH oranlarının yüksek olduğu ülkeler, sağlık sistemleri için sağlık bütçelerinin oranını belirlemekte etkili olmaktadır ve orantılı olarak değişebilmektedir. Gelişmiş ülkelerin GSYİH oranları dünya ülkeleri arasında yüksektir ve bu nedenle Türkiye sağlık ekonomisi için bu faktör bu çalışmada dikkate alınmıştır.



Şekil-1a: OECD Ülkelerine ait KB SH



Şekil-1b: OECD Ülkelerine ait KB SH

Faktör 2: Sağlık ekonomisini etkileyebilecek faktörler arasında, KB-GSYİH faktörü (World Bank, 2016b) olarak düşünülmüştür. Bu çalışmada KB-GSYİH miktarının yüksek olduğu ülkelere biri olan Türkiye için SH ve KB SH üzerinde etkili olup olmadığı gösterilmiştir.

Faktör 3: Faaliyette olan hastanelerin (H) SH'de etkili olduğu düşünülmektedir (OECD, 2018b). Hastanelerin hem yapısal olarak hem de teknolojik olarak hastalara gerekli tedavi ihtiyaçlarını karşılaması açısından maliyetli olduğu anlaşılmaktadır. Donanımlı bir hastanenin kurulumu ve hizmet vermeye başlaması için gerekli olan istihdam sayısının yeterli sayıda olması gerekmektedir. Sağlık sektörü, gelişmiş ülkelerdeki en önemli iş olarak kabul edilirse, H, sağlık sistemleri incelendiğinde sağlık bileşenleri arasındaki en önemli faktör olarak dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü SH, ülkelerin ekonomileri üzerinden büyük bir pay olarak hesaplanmaktadır.

Faktör 4: Genellikle, OECD ülkelerinin ortalama yaşam süresi (YS) yüksek olduğundan sağlık sistemlerini etkileyen bir faktör olarak YS verileri dikkate alınmaktadır (Country Economy, 2015). OECD ülkelerinde ortalama YS 80,65'dir. İnsanlar uzun süre yaşama istekleri olduğu için sağlık bakımında daha fazla harcama yapmalarını teşvik etmektedir. Bu faktör SH ve KB-SH üzerindeki etkisi gibi iki şekilde incelenmelidir. İnsanların SH için daha büyük bir etkiye sahip oldukları ve devlet harcamalarının etkisinin KB-SH miktarından daha büyük olduğunu belirtilmiştir. Her iki durumda da YS seviyesinin sağlık ekonomisi üzerinde az ya da çok etkisi

olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye için hem kadın hem de erkeklerin yaşam sürelerinin ortalaması dikkate alınmıştır.

Faktör 5: Sağlık sisteminin içerisinde yer alan en önemli etmenlerden bir tanesi aktif olarak çalışan doktor (D) sayısıdır (OECD, 2018c). Sağlık sistemindeki çalışanlara ayrılan bütçenin SH miktarında önemli bir yer tutacağı öngörülmüştür. Bununla birlikte, ekonomiksel olarak gelişmiş ülkelere ait hükümetler, SH miktarını azaltmak için sağlık ve sosyal çalışanların sayısını azaltmaya yönelik yasalar yapmaktan kaçınmaları gerekmektedir. Çünkü önemli olan sağlık ve sosyal çalışanların sayısını azaltmak değil, çalışanların kullanım oranlarının verimli hale getirilmesi tavsiyesinde bulunulmuştur.

Faktör 6: Araştırmalara bakıldığında, Hasta, sağlık sistemlerinin merkezinde yer alan en önemli sağlık bileşeni olarak ifade edilmiştir. Ancak bu faktörde dikkat edilen nokta yıllık tedavi edilen hasta sayısı değildir. Türkiye'nin sağlık ekonomisinde etkisi olduğu düşünülen son faktör ise nüfus oranıdır (P). Bu nedenle Türkiye'nin yıllara göre değişen nüfus sayısının sağlık ekonomisinde SH ve KB-SH için etkili olup olmadığı araştırılması için faktörler arasına dâhil edilmiştir (OECD, 2018d).

Çalışmada, yanıtlar üzerinde düşünülen faktörlerin etkisini görmek için uygun bir regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır. İstatistiksel analizin sonucunda, yanıtlar üzerinde hangi faktörün etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, faktörler arasında hangi faktörün yanıtlar üzerinde daha çok etkili olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, istatistiksel analiz için regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Regresyon denklemlerinin geliştirildiği bu çalışmada faktörlerin optimum değerleri ve amaç fonksiyonuna ait değerler hesaplanmıştır. Bu değerler ile SH miktarının en aza indirilmesini ve KB-SH miktarının en üst düzeye çıkarılması sağlanmıştır.

ÇAOM yaklaşımında birden fazla amaç fonksiyonu bulunmaktadır. Bu amaç fonksiyonları aynı yönde (Maksimum-Maksimum ya da Minimum-Minimum) modellenebildiği gibi farklı yönde de (Maksimum-Minimum ya da Minimum-Maksimum) modellenebilir. Klasik optimizasyon modellerinde birden fazla amaç fonksiyonu varsa içlerinde bir tanesi amaç fonksiyonu olarak yazılır, geri kalan amaç fonksiyonları kısıt haline getirilerek modelleme yapılır. Genellikle oluşturulan bu optimizasyon modelleri aynı kısıtlar üzerinde oluşturulmaktadır. ÇAOM matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\text{Min ya da Maks } f_j(x), j = 1, 2, \dots, J \quad (1)$$

Kısıtlar:

$$g_a(x) \geq 0, a = 1, 2, \dots, A \quad (2)$$

$$h_b(x) = 0, b = 1, 2, \dots, B \quad (3)$$

$$x(L)_i \leq x(U)_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

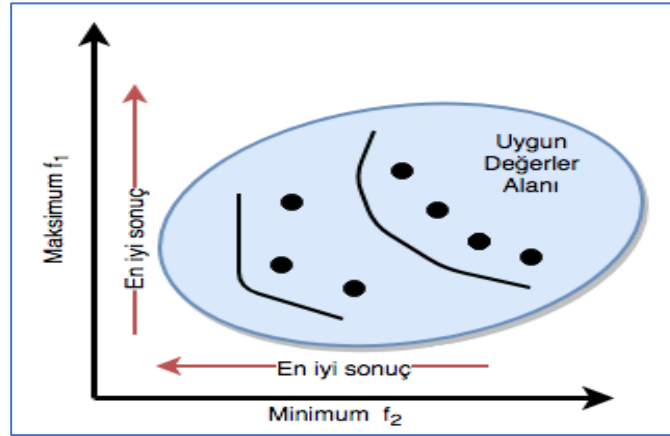
Burada; L alt sınır ve U üst sınırı temsil etmektedir. Tek amaçlı optimizasyon modellerinde, bir çözümün üstünlük oranları diğer çözümlerin üstünlük oranları ile karşılaştırılır. Böylece, amaç fonksiyonun değerleri kolayca hesaplanabilir. Bununla birlikte, çok amaçlı bir optimizasyon probleminde, bir çözüm, baskınlık ya da hâkimiyetlik tarafından belirlenebilmektedir. Yani optimizasyon modeli, iki amaç fonksiyonun pareto sınırlarının en etkin biçimde üretilmesi için kullanılır. Kabul edilebilir çözüm aralığı, pareto grafiğindeki maksimum-maksimum, minimum-minimum veya maksimum-minimum olarak ifade edildiği doğrusal olmayan çizginin oluşturduğu en iyi çözüm aralığıdır. Böylece, amaç fonksiyonların değerleri baskın olan noktalara göre belirlenir (Şekil 2).

Tablo 1. Türkiye Sağlık Ekonomisinde Yer Alan Parametrelerin 1990-2016 Yıllarına Ait Verileri

YIL	GSYİH	KB-GSYİH	KB-SH	KB-SH (GSYİH'NİN %)	POPÜLASYON	DOKTOR SAYISI
1990	\$150.676.291.094,21	\$2.794,35	***	2,45%	53921699	50639
1991	\$150.027.833.333,33	\$2.735,71	***	2,79%	54840531	54485
1992	\$158.459.130.434,78	\$2.842,37	***	2,75%	55748875	56985
1993	\$180.169.736.363,64	\$3.180,19	***	2,69%	56653729	61050
1994	\$130.690.172.297,30	\$2.270,34	***	2,62%	57564132	65832
1995	\$169.485.941.048,04	\$2.897,87	***	2,45%	58486381	67828
1996	\$181.475.555.282,56	\$3.053,95	\$96,22	2,83%	59423208	69118
1997	\$189.834.649.111,26	\$3.144,39	\$117,55	3,06%	60372499	71545
1998	\$275.768.695.818,95	\$4.496,50	\$130,79	3,51%	61329590	75088
1999	\$255.884.300.382,04	\$4.108,13	\$155,89	4,46%	62287326	79658
2000	\$272.979.390.595,01	\$4.316,55	\$189,19	4,62%	63240121	85242
2001	\$200.251.925.587,47	\$3.119,60	\$206,75	4,92%	64191474	89804
2002	\$238.428.126.326,96	\$3.660,07	\$156,34	5,10%	65143054	91949
2003	\$311.823.003.531,22	\$4.718,46	\$189,96	5,06%	66085803	94466
2004	\$404.786.740.091,20	\$6.040,88	\$243,47	4,96%	67007855	97110
2005	\$501.416.301.726,70	\$7.384,26	\$312,93	4,94%	67903406	100853
2006	\$552.486.912.845,64	\$8.034,61	\$386,19	5,19%	68763405	104475
2007	\$675.770.112.825,24	\$9.709,72	\$447,24	5,28%	69597281	108402
2008	\$764.335.657.318,48	\$10.850,87	\$559,69	5,26%	70440032	113151
2009	\$644.639.902.580,65	\$9.036,27	\$627,89	5,53%	71339185	118641
2010	\$771.876.791.231,84	\$10.672,05	\$522,03	5,05%	72326914	123447
2011	\$832.546.270.783,83	\$11.341,13	\$565,87	4,69%	73409455	126029
2012	\$873.981.786.532,07	\$11.720,31	\$557,47	4,48%	74569867	129772
2013	\$950.595.270.314,30	\$12.542,93	\$555,06	4,40%	75787333	133775
2014	\$934.167.809.301,67	\$12.127,23	\$588,20	4,35%	77030628	135616
2015	\$859.794.177.118,10	\$10.984,77	\$567,63 ¹	4,14%	78271472	141259
2016	\$863.711.710.426,51	\$10.862,60	\$496,00 ¹	4,33%	79512426	***

***: Uygun veri mevcut değildir

¹: TÜİK verileri (TÜİK, 2017)



Şekil 2. ÇAOM İçin Pareto Grafiği

Bu araştırmada sağlık ekonomisinin merkezinde yer alan iki farklı amaç fonksiyonu olduğu için ÇAOM tekniği kullanılmıştır. Türkiye'ye ait sağlık ekonomisinin ölçülebilir olduğu parametrelerden ilki sağlık için ayrılan bütçedir. Ancak bu bütçenin maksimum edilmesi sağlık alanında oluşturduğu israfında maksimum düzeye çıkarılması anlamına gelmektedir. Bu nedenle sağlık harcamalarının minimum düzeye çekilmesi ya da israfların yok edilmesi ile daha da etkin bir sağlık servisinin oluşmasına katkı sağlayacaktır. Diğer parametre ise ülkelerin sağlık alanındaki hem kalitesini hem de gelişmişliğini gösteren KB-SH miktarıdır. Maalesef, Türkiye'deki KB-SH miktarının OECD kuruluşunda yer alan ülkelerin KB-SH miktarının çok altında kalmaktadır. OECD ülkelerinin ortalama KB SH miktarı 4002.677 dolardır. Türkiye'nin KB SH miktarı ise 594 dolar civarındadır. Bu olumsuz durumu maksimum hale getirmek için bu çalışma ele alınmıştır.

Oluşturulan matematiksel optimizasyon modelleri için aynı kısıtlar kullanılmıştır. Bu çalışmanın geliştirdiği optimizasyon modeli aşağıda ifade edilmiştir.

$$KB\ SH = \max \beta_0 + \beta_1 f_1 + \beta_2 f_2 + \beta_3 f_3 + \beta_4 f_4 + \beta_5 f_5 + \beta_6 f_6 + s_i \quad (5)$$

$$SH = \min \beta_0 + \beta_1 f_1 + \beta_2 f_2 + \beta_3 f_3 + \beta_4 f_4 + \beta_5 f_5 + \beta_6 f_6 + s_i \quad (6)$$

Kısıtlar:

$$f_i \geq l \quad (7)$$

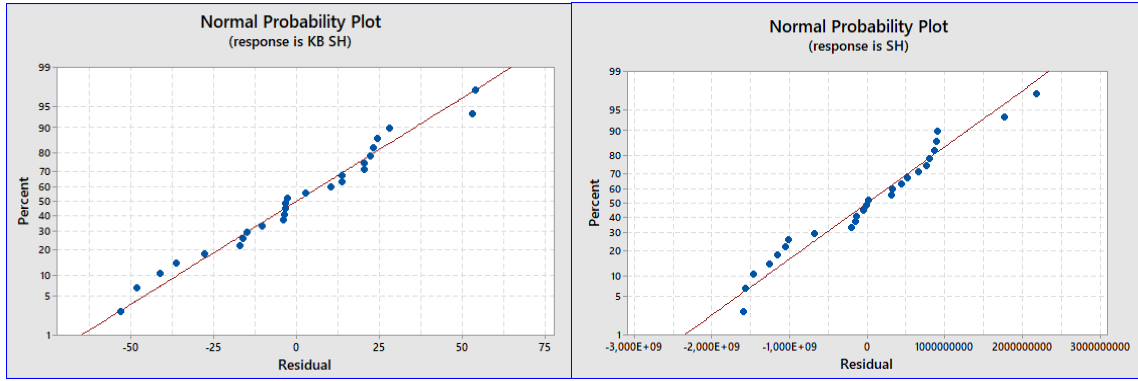
$$f_i \leq u \quad (8)$$

$$f_i \geq 0 \quad (9)$$

2. SAĞLIK EKONOMİSİNE AİT İSTATİSTİKSEL ANALİZLERİNİN VE OPTİMİZASYON MODELLERİNİN SONUÇLARI

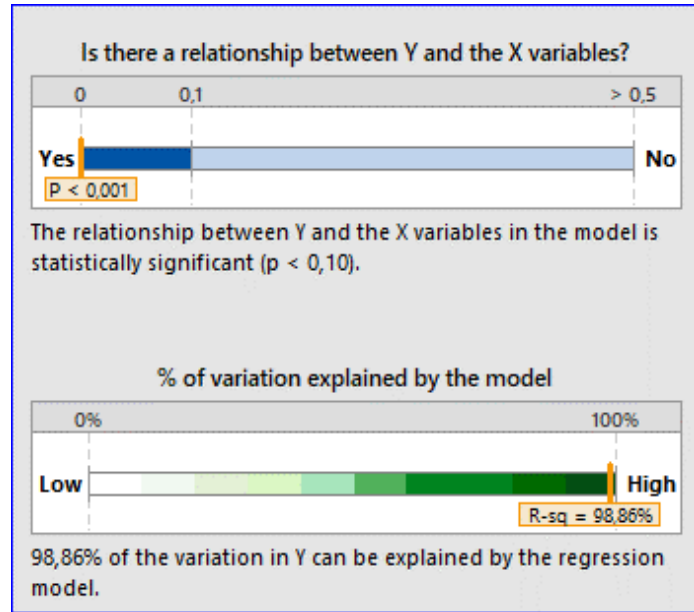
Yapılan istatistiksel analiz sonucunda hangi faktörlerin hem SH hem de KB-SH üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu istatistiksel analizler ayrı ayrı yapıldığında tek tek incelenmiştir. SH ve KB-SH için yapılan istatistiksel analizinde kullanılan veriler normal dağılım özelliği göstermektedir

(Şekil 3a ve 3b).



Şekil-3a: KB-HS için Normal Olasılık Grafiği **Şekil-3b:** SH için Normal Olasılık Grafiği

SH için yapılan istatistiksel analizde yanıt ile faktör değişkenleri arasındaki ilişki şekil 4’te belirtilmiştir. Bu analize göre p değerinin 0,05’ten çok küçük olduğundan yanıt ile faktörler arasında güçlü bir bağ olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, istatistiksel analizin güvenilirlik oranını gösteren R^2 değeri ise yüzde 98,86 olarak belirtilmiştir. Bu değerin %100’e yaklaşması ile yapılan istatistiksel analizin doğruluk ve güvenilirlik seviyesi de artmaktadır.



Şekil 4. SH için İstatistiksel Güvenirlik Analizi

SH için faktörler ve yanıt verilerine ait istatistiksel analiz sonucu tablo 2’de verilmiştir. Bu tabloya göre analizi yapılan altı faktörden dört faktör SH üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. YS ve H faktörlerinin ise SH üzerinde etkilerinin olmadığı ya da çok zayıf olduğu sonucuna varılmıştır.

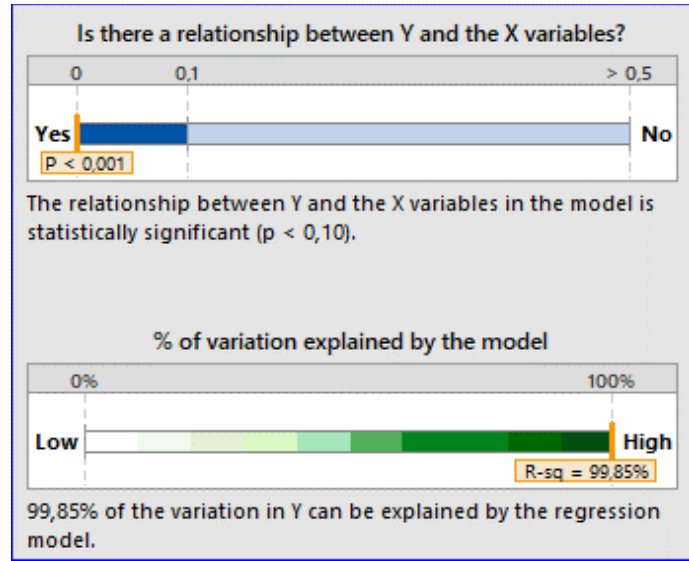
Tablo 2. SH için İstatistiksel Analiz Sonuçları

Source	Df	SeqSs	Contribution	AdjSs	AdjMs	F-Value	P-Value
Regression	6	5,56e+21	99,55%	5,56e+21	9,27e+20	694,42	0,001
GSYİH	1	5,39e+21	96,56%	4,57e+19	4,57e+19	34,21	0,002
KB GSYİH	1	8,76e+19	1,57%	9,66e+19	9,66e+19	72,4	0,001
P	1	5,28e+19	0,95%	1,03e+19	1,03e+19	7,68	0,012
D	1	2,18e+19	0,39%	2,18e+19	2,18e+19	16,33	0,014
H	1	2,54e+18	0,05%	8,19e+17	8,19e+17	0,61	0,443
YS	1	1,83e+18	0,03%	1,83e+18	1,83e+18	1,37	0,068
Error	19	2,54e+19	0,45%	2,54e+19	1,33e+18	***	***
Total	25	5,59e+21	100,00%	***	***	***	***

Bu sonuçlar doğrultusunda GSYİH, KB-GSYİH, P ve D faktörleri SH üzerinde etkili oldukları anlaşılmaktadır ($p \leq 0,05$). KB-SH için yapılan istatistiksel analizde elde edilen regresyon denklemi aşağıdaki gibi formüle edilmiştir:

$$SH = 78026335541 - 0,1008 GSYİH + 10534949 KB GSYİH - 1405 P + 730550 D - 4865236 H \quad (10)$$

Bu denklem için SH yanıtının ÇAOM yaklaşımında amaç fonksiyonu olarak ele alınmıştır.

**Şekil 5.** KB-SH için İstatistiksel Güvenirlilik Analizi

SH-KB için yapılan istatistiksel analiz sonucunda yanıt değişkeni ile faktör değişkenleri arasında güçlü bir ilişki olduğu Şekil 5'te gösterilmiştir. Aynı şekil incelendiğinde yapılan istatistiksel analizin yüksek R^2 değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3. KB-SH için İstatistiksel Analiz Sonuçları

Source	Df	SeqSs	Contributi on	AdjSs	AdjMs	F- Value	P-Value
Regression	6	732931	99,03%	732931	122155	238,36	0
GSYİH	1	685067	92,56%	10900	10900	21,27	0,001
KB GSYİH	1	36389	4,92%	21618	21618	42,18	0,000
P	1	7235	0,98%	821	821	1,6	0,226
D	1	1497	0,20%	4067	4067	7,94	0,014
H	1	745	0,10%	193	193	0,38	0,549
YS	1	1999	0,27%	1999	1999	3,9	0,068
Error	14	7175	0,97%	7175	512		
Total	20	740106	100,00%				

KB-SH için oluşturulan istatistiksel analiz tablosuna göre GSYİH, KB-GSYİH ve D faktörlerin etki düzeylerinin çok fazla olduğu anlaşılmaktadır. YS faktörünün de KB-SH üzerinde etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu faktörlerden Türkiye’de aktif olarak mevcut hastane sayısının ve popülasyonun KB-SH üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir. KB-SH için yapılan istatistiksel analizde elde edilen regresyon denklemi aşağıdaki gibi formüle edilmiştir:

$$KB - SH = 1763 - 0,000011 GSYİH + 0,1990 KB GSYİH - 0,000016 P + 0,01161 D - 0,083 H - 24,7 YS \quad (11)$$

Bu formül aynı zamanda KB-SH için amaç fonksiyonunu ifade etmektedir. Türkiye’nin sağlık ekonomisi için geliştirilen ÇAOM yaklaşımı için aşağıdaki matematiksel model formüle edilmiştir.

$$Maksimum KB - SH \quad (12)$$

$$Minimum SH \quad (13)$$

Kısıtlar:

$$GSYİH \geq \$130.690.172.297,30 \quad (14)$$

$$GSYİH \leq \$950.595.270.314,30 \quad (15)$$

$$KB GSYİH \geq \$2.270,34 \quad (16)$$

$$KB GSYİH \leq \$12.42,93 \quad (17)$$

$$P \geq 53921699 \quad (18)$$

$$P \leq 79512426 \quad (19)$$

$$D \geq 50693 \quad (20)$$

$$D \geq 141259 \quad (21)$$

$$H \geq 899 \quad (22)$$

$$H \geq 1533 \quad (23)$$

$$YS \geq 64,28 \quad (24)$$

$$YS \geq 78,20 \quad (25)$$

Bu modelde kullanılan kısıtlar için alt ve üst limit bulunmaktadır. Ancak bu modelde mevcut veriler dikkate alınarak bir sonuca varılması sağlanmıştır. Yani kısıtlar, maksimum ya da minimum değerleri arasında bir sonuç alabilirler. Bu veriler arasında alınan değerler en uygun değerler olarak ifade edilmektedir. Oluşturulan bu model ile tablo 4’te optimum veriler elde edilmiştir.

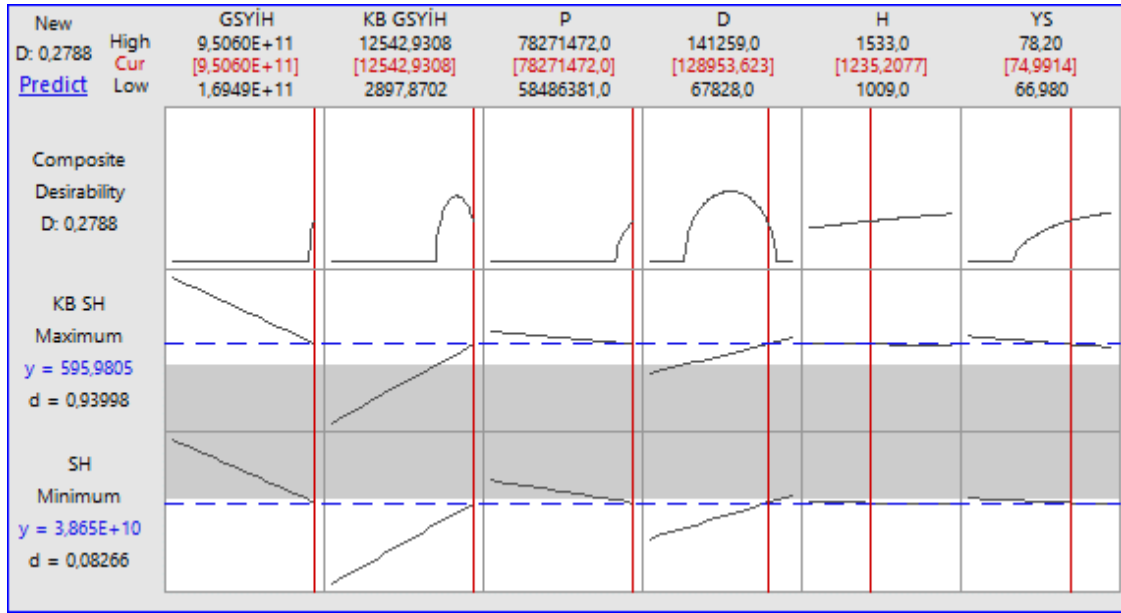
Tablo 3. Yanıtlara ve Faktörlere ait Optimum Değerler

Yanıtlar ve Faktörler	Optimum Değerler
SH	\$38.650.825.140
KB-SH	\$595,9805
GSYİH	\$950.595.270.314,30
KB-GSYİH	\$12.542,93
P	78271472
D	128954
H	1235
YS	74,9914

Elde edilen bu değerler doğrultusunda SH miktarının minimize edilmesi amaçlanmıştır. Türkiye’nin mevcut nüfus oranını dikkate alınması ile yeni SH miktarının üst değer olarak yaklaşık 38,6 milyar dolar olması gerektiği tespit edilmiştir. 2008 yılından itibaren Türkiye’de sağlık harcamalarına aktarılan bütçe 40 milyar doların üzerinde görülmektedir. Bu çalışma ile Türkiye yıllık olarak bu değeri aşmaması gerekmektedir. İkinci amaç fonksiyonu olan KB-SH miktarının 2016 yılı ile yapılan karşılaştırma sonucunda %18,250 oranında artış sağlayarak bu miktar en az 596 dolar olması gerektiği tespit edilmiştir. Ancak bu miktarın ekonomik olarak gelişmiş ülkelerin sahip olduğu KB-SH ortalama miktarının çok gerisindedir.

Bu çalışmada ÇAOM tekniği uygulandığı için elde edilecek pareto grafiğinde çizgilerin genellikle parabolik olması göze çarpmaktadır (Şekil 6). Bunun nedeni, birden fazla amaç fonksiyonun aynı grafik üzerinde yer almasıdır. Maksimum amaçlı bir optimizasyon modeline ait değerlerin maksimum noktaya nüfuz ederken minimum amaçlı bir optimizasyon modeline ait değerlerin en alt seviyeye çekmeye çalışmaktadır. Her iki amaç fonksiyonu için optimum değer, kabul edilebilir değerlere yakın çizilmiş doğrusal ya da parabolik eğriler üzerinde yer alan noktalardan seçilmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen veriler Türkiye’nin sağlık ekonomisi için önem arz etmektedir. Aynı zamanda geliştirilen bu model ile gelecek için bir tahmin yürütülmesine katkı sağlayacaktır. Ancak mevcut veriler ile Türkiye sağlık sisteminin gelişmesi adına bazı faktörlerin üst limitlerinin arttırılması gerekmektedir.



Şekil-6: Türkiye Sağlık Ekonomisi İçin ÇAOM Pareto Grafiği

SONUÇ

Bir ülkenin ekonomik gelişmişliği aynı zamanda sağlık ekonomisinin büyüklüğünü ve gelişmişliğini temsil etmektedir. Ekonomik olarak gelişme gösteren ülkelerde gelişmiş sağlık sistemlerinin varlığı şaşırtıcı değildir. İnsanların sağlık alanında yüksek bir ekonomik avantaja sahip olmaları kaliteli bir hizmet alma yolunu açmıştır. Kaliteli sağlık hizmeti yaratmak için ekonomik olarak sağlık alanında büyük yatırımların yapılması kaçınılmazdır. Bununla birlikte, sağlık alanında istenilen bu durumu sağlamak için sağlık ekonomisinin düzgün yönetilmesi gerekmektedir. Özellikle, OECD ülkelerine bakıldığında sağlık alanında hem ekonomik hem teknolojik olarak gelişmiş oldukları gözlemlenmektedir. Türkiye OECD ülkelerinin içerisinde yer almasına rağmen sağlık ile alakalı bazı parametrelerin düşük seviyede olması sağlık ekonomisinin geri kalmasına neden olmaktadır.

Diğer önemli bir konu ise sağlık sistemlerindeki ekonomik ve teknolojik gelişmişliğin aynı zamanda ülkelerin sahip oldukları sağlık sistemlerine bağlı olmasıdır. Yani devletlerin sahip oldukları sağlık sistemleri sosyal mi yoksa sosyal olmayan bir sağlık sistemine mi sahip oldukları önemlidir. Sosyal sağlık sistemlerine sahip olan ülkelerde, sağlık harcamalarının büyük bir kısmı devlet tarafından karşılanmaktadır. Ancak bu durum, sosyal olmayan sağlık sistemlerine sahip ülkeler ile karşılaştırıldığında hem ekonomik olarak hem de teknolojik olarak sosyal sağlık sistemine sahip olan ülkelerin geride kaldığı anlaşılmaktadır. Türkiye kısmen özel sağlık teşebbüslerine sahip olsa da sosyal bir sağlık sistemine sahiptir. Bu nedenle sağlık harcamalarında devletin katkısı büyük oranlarda olmaktadır (2016 yılında Türkiye’de devlete ait sağlık harcaması toplam sağlık harcaması içindeki payı %78,5 oranındadır). Bu durumun negatif yönü ise sağlık kalitesinin düşük olmasına sebep olmaktadır. Çünkü rekabetçilik ortamının az olduğu bir bölgede kalitenin de düşük olması kaçınılmazdır.

Bu çalışma ile Türkiye’nin sağlık ekonomisi detaylı bir şekilde ele alınarak sağlık ekonomisine etki etmesi düşünülen faktörler belirlenip istatistiksel analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucunda belirlenen

faktörlerden hem SH hem de KB-SH için etkilenme oranlarının değiştiği görülmüştür. İstatistiksel ÇAOM yöntemi ile sağlık ekonomisinin iki amacı olan SH ve KB-SH miktarlarının büyük oranda iyileşme sağlanmıştır. Hem SH miktarının yıllık ortalaması 38 milyon dolara düşürülerek %14.634 oranında bir fayda sağlanmıştır. Aynı şekilde KB-SH miktarının 496,00 dolardan 595,98 dolara arttırılması sağlanarak yüzde %18,250 oranında bir gelişme elde edilmiştir.

Bir sonraki çalışmada, sosyal ve sosyal olmayan sağlık sistemine sahip olan ülkeler için sağlık ekonomisinde etkili olan faktörlerin incelenmesi, maliyet ve harcamalar açısından farklılıklara işaret edilerek ÇAOM yöntemi ile optimum veriler elde edilmesi amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

- World Bank. (2016b). *The World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files*. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2016&locations=TR&start=1990>
- Abadi, M., Ajami, S., Ketabi, S., & Bagherian, H. (2013). Reducing Waiting Time in Emergency Department at Ayatollah-Kashani Hospital Using Simulation. *Journal of Health Administration* , 16 (51), 84-94.
- Arah, O. A., Westert, G. P., Hurst, J., & Klazinga, N. S. (2006). A conceptual framework for the OECD Health Care Quality Indicators Project. *International Journal for Quality in Health Care* , 5-13.
- Atalan, A. (2014). Central Composite Design Optimization Using Computer Simulation Approach. *Flexsim Quarterly Publication* , 5-19.
- Baños, R., Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F., Gil, C., Alcayde, A., & Gómez, J. (2011). Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 15 (4), 1753-1766.
- Batun, S., & Begen, M. A. (2013). Optimization in Healthcare Delivery Modeling: Methods and Applications. In B. T. Denton, *Handbook of Healthcare Operations Management Methods and Applications* (Vol. 184). Springer.
- Carides, G. W., Heyse, J. F., & Iglewicz, B. (2000). A regression-based method for estimating mean treatment cost in the presence of right-censoring. *Biostatistics* , 1 (3), 299-313.
- Country Economy . (2015). *Turkey - Life expectancy at birth*. Retrieved from Expansion countryeconomy.com: <https://countryeconomy.com/demography/life-expectancy/turkey>
- Detwiler, D., Ekhande, S., & Kistner, M. (1996). Computer Aided Structural Optimization of Automotive Body Structure. In S. International (Ed.), *SAE Technical Paper*.
- Dukhanin, V., Searle, A., Zwerling, A., Dowdy, D. W., Taylor, H. A., & Merritt, M. W. (2018). Integrating social justice concerns into economic evaluation for healthcare and public health: A systematic review. *Social Science and Medicine* , 198, 27 - 35.

- Evans, J. H., Hwang, Y., & Nagarajan, N. J. (2001). Management control and hospital cost reduction: additional evidence. *Journal of Accounting and Public Polic* , 20 (1), 73-88.
- Gerdtham, U.-G., Sogaard, J., Andersson, F., & Jönsson, B. (1992). An econometric analysis of health care expenditure: a cross-section study of the OECD countries. *Journal of Health Economics* , 11 (1), 63-84.
- Gregori, D., Petrinco, M., Bo, S., Desideri, A., Merletti, F., & Pagano, E. (2011). Regression models for analyzing costs and their determinants in health care: an introductory review. *International Journal for Quality in Health Care* , 23 (3), 331-341.
- Griswold, M., Parmigiani, G., Potosky, A., & Lipscom, J. (2004). Analyzing health care costs: A comparison of statistical methods motivated by Medicare colorectal cancer charges. *Biostatistics* , 1 (1), 1-23.
- Iqbal, M., Azam, M., Naeem, M., KhwajaA.S., & Anpalagan, A. (2014). Optimization classification, algorithms and tools for renewable energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 39 (Supplement C), 640-654.
- Jones, A. M., Lomas, J., & Rice, N. (2015). Healthcare Cost Regressions: Going Beyond the Mean to Estimate the Full Distribution. *Health Economics* , 24 (9), 1192-1212.
- Liu, Y., Lei, H., Zhang, D., & Wu, Z. (2018). Robust optimization for relief logistics planning under uncertainties in demand and transportation time. *Applied Mathematical Modelling* , 55 (Supplement C), 262 - 280.
- Mason, K., Duggan, J., & Howley, E. (2017). Multi-objective dynamic economic emission dispatch using particle swarm optimisation variants. *Neurocomputing* , 270 (Supplement C), 188 - 197.
- Mihaylova, B., Briggs, A., O'Hagan, A., & Thompson, S. G. (2011). Review of statistical methods for analysing healthcare resources and costs. *Health Economics* , 20 (8), 897-916.
- Mikolajczak, B. M., & Van, S. (2017). Increasing emotional intelligence to decrease healthcare expenditures: How profitable would it be? *Personality and Individual Differences* , 116, 343 - 347.
- Moscone, B. H. (2010). Health care expenditure and income in the OECD reconsidered: Evidence from panel data. *Economic Modelling* , 27 (4), 804-811.
- Muyl, F., Dumas, L., & Herbert, V. (2004). Hybrid method for aerodynamic shape optimization in automotive industry. *Computers and Fluids* , 33 (5), 849 - 858.
- Ngatchou, P., and Zarei, A., & El-Sharkawi, A. (2005). Pareto Multi Objective Optimization. *Proceedings of the 13th International Conference on, Intelligent Systems Application to Power Systems*, (pp. 84-91).
- OECD. (2018b). *Health Care Resources-Hospitals*. Retrieved from OECD Data: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HEALTH_REAC
- OECD. (2018c). *Health Care Resources-Physicians*. Retrieved from OECD Data: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HEALTH_REAC

- OECD. (2016). *Health spending*. Retrieved from OECD Data: <https://data.oecd.org/healthres/health-spending.htm>
- OECD. (2017). *Mission, The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)*. (T. O.-o. Mission, Producer, & OECD) Retrieved from <http://www.oecd.org/about/>
- OECD. (2018d). *Population and vital statistics*. Retrieved from OECD Data: <https://data.oecd.org/pop/population.htm>
- Palasca, S., & Jaba, E. (2015). Economic Crisis' Repercussions on European Healthcare Systems. *Procedia Economics and Finance* , 23, 525-533.
- Saki, M. A., Fatemeh, P., & Ahmadi, A. K. (2015). Statistical models for the analysis of skewed healthcare cost data: a simulation study. *Health Economics Review* , 5 (11).
- Steiner, M. T., Datta, D., Neto, P. J., Scarpin, C. T., & Figueira, J. R. (2015). Multi-objective optimization in partitioning the healthcare system of Parana State in Brazil. *Omega* , 52 (Supplement C), 53 - 64.
- Suzanne K., M., & Selden, T. M. (1998). Health care expenditures and GDP: panel data unit root test results. *Journal of Health Economics* , 17 (3), 369-376.
- TÜİK. (2017). *Türkiye İstatistik Kurumu* . Retrieved from Sağlık Harcamaları İstatistikleri, 2016: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24574>
- Valerie, A., Davezies, L., & Thierry, D. (2010). Health expenditure models: A comparison using panel data. *Economic Modelling* , 27 (4), 791-803.
- Weinstein, M. C., & Stason, W. B. (1977). Foundations of Cost-Effectiveness Analysis for Health and Medical Practices. *New England Journal of Medicine* , 296 (13), 716-721.
- World Bank. (2018). *Health expenditure per capita (current US\$), Turkey*. Retrieved from The World Bank Data: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.PCAP>
- World Bank. (2016a). *The World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. GDP Turkey*. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=TR>
- Yu, W. T., Wang, D. H., & Lun, K. (2015). Reexamining the red herring effect on healthcare expenditures. *Journal of Business Research* , 68 (4), 783 - 787.