

OECD ve AB Üyesi Ülkelerin Karayolları Trafik Güvenliği Etkinliği Değişiminin Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile Ölçülmesi¹

Determining Changes in Road Safety Efficiency of OECD and EU Countries' Using Malmquist TFP Index

Serdar ARBAŞ* İhsan ALP**

Makale Geliş Tarihi / Received :29.09.2021
Makale Kabul Tarihi / Accepted :30.11.2021

ÖZET

Trafik kazalarına bağlı ölümler, gelişmekte olan ülkeler ile düşük ve orta gelir grubuna mensup ülkelerde ölüm sebepleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Bu nedenle, özellikle gelişmekte olan ülkelerde karayolları trafik güvenliği etkinliği analizleri yapılarak, etkin ülkelerin iyi uygulama örneklerinin düşük performans gösteren ülkelere ithali önem taşımaktadır. Bu çalışmada, OECD ve AB ülkelerinin 2015-2017 yılları arasında karayolları trafik güvenliği etkinliğindeki değişim Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi kullanılarak analiz edilmiştir. Ülkelerin performanslardaki kararlılıklar ile etkinlik ve toplam faktör verimliliklerindeki değişimlerin sebepleri irdelenmiştir.

Anahtar Kavramlar: Ulaşım ve trafik, Karayolları trafik güvenliği, Etkinlik, Veri zarflama analizi, Malmquist TFV endeksi

ABSTRACT

Road fatalities are among top causes of death in developing, low and middle income countries. Therefore, benchmarking road safety efficiency and importing good practices of efficient countries to those are not, is crucial. In this study, OECD and EU countries' road safety efficiency changes were analysed Malmquist total factor productivity index. Consistency of their performances and reasons behind efficiency and total factor productivity changes were examined.

Keywords: Transport and traffic, Road safety, Data envelopment analysis, Efficiency, Malmquist TFP index

¹ Serdar ARBAŞ'a ait "OECD ve AB Üyesi Ülkelerin Karayolları Trafik Güvenliği Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçülmesi" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

*Yüksek lisans öğrencisi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı, serdar.arbas@gazi.edu.tr, ORCID NO: 0000-0003-0607-1873

**Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü, ihsanalp@gazi.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-6306-5114

GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma, sadece finansal verilerle ölçülebilen bir kavram olmaktan çıkarak, ekonomik, sosyal, kültürel ve çevresel olarak çok boyutlu ele alınmaya başlanmıştır. Sürdürülebilir ulaşım, bugünün ulaşım ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin bu ihtiyaçlarını karşılama yetisini tehlikeye atmadan karşılamak olarak tanımlanmaktadır (Banister, 2008). Trafik güvenliği, sürdürülebilir ulaştırmanın bileşenlerinden biridir.

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO, Global status report on road safety, 2018), 2018 Küresel Yol Güvenliği raporuna göre, trafik kazalarına bağlı ölümlerin sayısı artarak yılda 1,35 milyon kişiye ulaşmıştır. Buna göre günde ortalama 3700 kişi sürücü, yolcu ya da yaya olarak trafik kazalarında hayatını kaybetmektedir. Trafik kazalarına bağlı ölümler, 5-29 yaş arası ölüm sebeplerinde ilk sırada yer almaktadır. (Mathers & Loncar, 2006) tarafından yapılan bir projeksiyona göre, trafik kazalarına bağlı ölümler, yüksek gelir grubuna mensup ülkelerde ilk on ölüm sebebi arasında yer almazken, düşük gelirli ülkelerde dördüncü, orta gelirli ülkelerde altıncı ölüm sebebi olması öngörülmektedir. Bu nedenle, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde trafik güvenliği ile ilgili çalışmalar yapılması önem arz etmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO, Projections of mortality and causes of death 2016 to 2060, 2016), düşük ve orta gelirli ülkelerin dünya üzerindeki araçların toplam %54'üne sahip olmasına rağmen, trafik kazalarının yaklaşık %90'ının bu ülkelerde meydana geldiğini belirtmektedir. Ekonomik kalkınmanın motorlu araç sayısında artışa neden olduğu, bunun da ülkelerin trafik güvenliği performansını olumsuz etkilediği değerlendirilmektedir. (Kopits & Kropper, 2005), kalkınmakta olan ülkelerde motorlu araç sayısı kullanımındaki artışa bağlı olarak trafik kazalarına bağlı ölümler arttığını, bu ülkelerin belirli gelişmişlik seviyesine ulaşmasıyla tekrar düşüşe geçtiğini savunmuşlardır.

(Yannis, Papadimitriou, & Folla, 2014), 27 Avrupa ülkesinde gayri safi yurtiçi hasıla(GSYH) değişiminin trafik kazalarına bağlı ölüm sayılarına etkisi üzerine yaptığı çalışmada, GSYH artışının ölüm sayılarında artışa, GSYH düşüşünün ise ölüm sayılarında azalışa sebep olduğunu tespit etmişlerdir. (Elvik, 2010)'e göre, trafik kazalarına bağlı ölümlerin en yüksek olduğu dönemin, ülkede 1000 kişi başına düşen araç sayısının 100 ile 300 arasında olduğunu savunmaktadır. OECD ile paylaştığı verilere göre, 2018 itibariyle Türkiye'de 1000 kişi başına düşen hususi araç sayısı 150,6, toplam motorlu araç sayısı 254,9'dur.

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine göre (WHO, Sustainable development goals (SDGs) : Goal 3. Target 3.6. Target 11.2., 2016), üye milletlerin 2020 yılına kadar trafik kazalarına bağlı ölümlerin yarıya indirilmesini ve 2030 yılı itibariyle kadın, çocuk, engelli kimseler ve yaşlıların ihtiyaçlarını göz önünde bulunduran toplu taşıma ağlarını genişleterek güvenli, ulaşılabilir, sürdürülebilir ulaşımı sağlamayı hedeflediklerini bildirmektedir.

Ülkelerin yol güvenliği performanslarını, trafik kazalarına bağlı ölüm sayılarını esas alarak karşılaştırmanın, konunun istatistiksel analiz yöntemi ile irdelenmesinin, yol güvenliği araştırmaları için anlamlı bir ilk adım olduğu, ancak karmaşık doğası gereği çok sayıda değişken ve performans göstergesi barındıran alanın, veri zarflama analizi (VZA) gibi parametrik olmayan yöntemlerle

irdelenmesinin, etkin ülkelerin iyi uygulama örneklerinin, etkin olmayan ülkelere ithalinin etkili bir yöntem olacağı değerlendirilmektedir.

Araştırmada OECD veri tabanından yararlanılmış, verileri tam ülkeler veri setine dahil edilerek günümüze en yakın tarihlerden üç yılı kapsayan 2015-2017 yılları arasında verileri tam olan 24 ülke analize dahil edilebilmiştir.

1. MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ ENDEKSİ

Karar verme birimlerinin zaman içindeki etkinlik değişimlerini gözlemekte kullanılan, (Caves, Christensen, & Divert, 1982) tarafından önerilen Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi(MTFV), uzaklık fonksiyonları yardımıyla bir endeks oluşturmayı ilk öneren Sten Malmquist'in adıyla anılır (Malmquist, 1953). Endeks, her veri noktasının uzaklıklarının oranını hesaplayarak, farklı zaman ait veri noktalarının arasındaki toplam faktör verimliliğindeki (TFV) toplam değişimi ölçmeyi amaçlamaktadır.

MTFV, zamanla yaşanan ölçek büyüklüğü değişiminin verimlilik değişimine etkisini önlemek için karar verme birimlerinin ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile hareket ettiğini kabul etmektedir. Rezitis'e (2006) göre, MTFV endeksinin VZA ile hesaplanabilmesi için; t zaman dilimi ($t=1,2,\dots,T$) için, $x^t \in R^m$ girdisini, $y^t \in R^m$ çıktısına çeviren S^t üretim teknolojisi $S^t = \{(x^t, y^t): x^t, y^t \text{ üretir}\}$ olarak tanımlanabilir.

(Fare, Grosskopf, Norrrys, & Zhang, 1994)'a göre, birden fazla karar verme birimi arasında veya bir karar verme biriminin farklı zaman dilimleri arasındaki verimlilik farklarını girdi ve çıktı yönelimli olarak hesaplayabilen MTFV endeksi, verimlilik değişimlerini, teknik etkinlikteki ve teknolojiye bağlı değişime dayandırmaktadır. MTFV, teknik etkinlik değişiminin, teknolojik değişimle çarpımı ile hesaplanmaktadır. MTFV endeksi, iki MTFV endeksinin (M_1 ve M_2) geometrik ortalaması olarak tanımlanmaktadır. $M_1 = t$ zaman diliminin ortak teknolojisi ile elde edilen MTFV endeksi, $M_2 = t + 1$ zaman diliminin ortak teknolojisi ile elde edilen MTFV endeksi ise; $M = (M_1 * M_2)^{\frac{1}{2}}$ 'dir. (Caves, Christensen, & Divert, 1982), bir zaman dilimi t ve onu takip eden zaman dilimi t+1 için t zaman dilimi referans alındığında MTFV endeksinin aşağıdaki gibi tanımlandığıdır:

$$M_{CCD}^t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (1.1)$$

t+1 zaman dilimi referans alındığında MTFV endeksi aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$M_{CCD}^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (1.2)$$

(Grefell & Lovel, 1996), ölçeğe göre değişken getiri varsayımının kullanılmasının, TFV endeksinde değişimleri doğru ölçmediğini göstermiş ve MTFV'nin ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında hesaplanmasını önermişlerdir.

MTFV değişimi endeksi, ölçüğe göre sabit getiri varsayımıyla, yukarıda gösterilen iki endeksin geometrik ortalaması olarak aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.3)$$

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{\overbrace{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}^{\text{Etkinlik Değişimi}}}{D_0^t(x^t, y^t)} * \overbrace{\left[\left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}}}^{\text{Teknolojik Değişim}} \quad (1.4)$$

M, t ile t+1 zaman dilimleri arasında 1'e eşitse toplam faktör verimliliğinde durgunluk, 1'den büyükse artış, 1'den küçükse azalış yaşandığını gösterir.

Sabit getiri varsayımı altında hesaplanan etkinlik değişimi, değişken getiri varsayımı altında hesaplanarak saf teknik etkinlik değişimi (STED) ve ölçek etkinliği değişimi (ÖED) olarak iki ayrı bileşene ayrılabilir. Etkinlik değişimi bu iki bileşenin çarpımına eşittir.

$$\text{Etkinlik Değişimi} = \text{Saf Teknik Etkinlik Değişimi} * \text{Ölçek Etkinliği Değişimi} \quad (1.5)$$

$$\frac{\overbrace{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}^{\text{Etkinlik Değişimi}}}{D_0^t(x^t, y^t)} = \frac{\overbrace{D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}^{\text{Saf Teknik Etkinlik Değişimi}}}{D_{VRS}^t(x^t, y^t)} * \frac{\overbrace{D_{CRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})/D_{VRS}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}^{\text{Ölçek Etkinliği Değişimi}}}{D_{CRS}^t(x^t, y^t)/D_{VRS}^t(x^t, y^t)} \quad (1.6)$$

(Işık & Hasan, 2003), etkinlik değişiminin iki bileşeninden biri olan saf teknik etkinlikteki artışın yönetim uygulamalarındaki gelişimi, ölçek etkinliğinde meydana gelecek değişimin ise maliyet kontrolü bakımından optimal ölçek büyüklüğüne yaklaşıp uzaklaşmayı gösterdiğini değerlendirmektedir.

1. UYGULAMA

1.1. Amaç

Bu çalışmada, OECD ve AB üyesi ülkelerin karayolları trafik güvenliği etkinliğindeki değişimin Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile ölçülmesi, değişimin kaynağının belirlenmesi ve

araştırmaya konu olan 2015-2017 yılları arasında bir OECD üyesi ve AB aday ülkesi olan Türkiye'nin diğer ülkelere göre performansının ortaya konması amaçlanmıştır.

1.2. Değişkenlerin Seçimi

Yolcu kilometre, yol yatırımlarının gayri safi milli hasılaya oranı, bin kişiye düşen motorlu araç sayısı girdi; bir milyon kişide motorlu trafik kazasında ölüm sayısı ve bir milyon araçta trafik kazasında ölüm sayısı çıktı olarak alınmıştır. İki çıktı da istenmeyen çıktı olduğu için 365/çıkıtı olarak alınmış; trafik kazalarında meydana gelen ölümler arasında geçen gün sayısı hesaplanmıştır. Veriler 2015-2017 yıllarını kapsamaktadır. Girdi ve çıktılar OECD İstatistik Veritabanı stats.oecd.org adresinde yayımlanan verilerden alınmıştır.

Çizelge 2.1. Girdi ve çıktı değişkenleri

Girdiler	Çıktılar
Yolcu kilometre	Bir milyon kişide motorlu trafik kazasında ölüm sayısı
Yol yatırımlarının gayri safi yurtiçi hasılaya oranı	Bir milyon motorlu araçta trafik kazasında ölüm sayısı
Bin kişiye düşen motorlu araç sayısı	

Yolcu Kilometre: Kilometre başına düşen yolcu sayısını ifade eden ölçü birimidir. Ulaştırma hesaplamalarında kullanılan temel ölçü birimlerinden biridir.

Çizelge 2.2. Yolcu-km değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler

Yolcu-km	2015	2016	2017
Ortalama	501708,58	511731,88	516877,88
Türkiye	290734,00	300852,00	314734,00
Minimum	2232,00	2187,00	94304,42
Maksimum	6393041,82	6512056,00	1323557,18
Medyan	89429,49	91893,90	2146,00
Standart Sapma	1290807,96	1314799,10	6558301,00

Yolcu-km değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2.2.'de verilmiştir. Türkiye her üç yılda da ortalama yolcu-km değerinin altında yer alsa da her üç yılda da en çok yolcu-km değerine sahip dokuzuncu ülkedir.

Yol Yatırımlarının Gayri Safi Yurtiçi Hasılaya Oranı: Ulaştırma performans göstergelerinden, ulaşım altyapısı ile ilgilidir. Karayollarına yapılan yatırımın, o yıl içinde yurtiçinde üretilen toplam nihai mal ve hizmetlerin parasal değerine oranıdır.

Çizelge 2.3. Yol yatırımlarının GSYH'a oranı değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler

Yol yatırımlarının GSYH'a oranı	2015	2016	2017
Ortalama	0,76	0,62	0,62
Türkiye	1,17	0,94	0,81
Minimum	0,31	0,21	0,53
Maksimum	1,84	1,39	0,30
Medyan	0,56	0,51	0,20
Standart Sapma	0,44	0,29	1,14

Yol yatırımlarının GSYH'a oranı Çizelge 2.3.'te verilmiştir. Türkiye her üç yılda da yol yatırımlarına, analize katılan 24 ülkenin ortalamasının üzerinde GSYH'tan pay ayırmıştır. Türkiye 2015 ve 2016'da, yol yatırımlarına GSYH'tan en çok pay ayıran dördüncü, 2017'de dokuzuncu ülkedir.

Bin Kişiye Düşen Motorlu Araç Sayısı: Ulaştırma performans göstergelerinden, ulaşım donanımları ile ilgilidir. Belirtilen yılda trafiğe çıkmaya yetkili ve kayıtlı motorlu araç sayısının bin kişiye düşen miktarını verir. Bu sayılara askeri araçlar dahil değildir.

Çizelge 2.4. 1000 kişiye düşen motorlu araç sayısı değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler

1000 kişiye düşen motorlu araç sayısı	2015	2016	2017
Ortalama	600,49	616,44	628,34
Türkiye	233,03	242,10	251,30
Minimum	233,03	242,10	658,46
Maksimum	877,36	903,29	186,03
Medyan	615,34	644,50	251,30

Standart Sapma	183,12	185,24	943,51
----------------	--------	--------	--------

1000 kişiye düşen motorlu araç sayısı değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2.4.'te verilmiştir. 1000 kişiye düşen motorlu araç sayısına göre Türkiye her üç yılda da ortalamanın altında ve sonuncu sırada yer almıştır.

Bir Milyon Kişide Motorlu Trafik Kazasında Ölüm Sayısı: Bir milyon kişide trafik kazası esnasında ya da trafik kazasında yaralanıp buna bağlı olarak 30 gün içinde hayatını kaybedenlerin sayısıdır. Motorlu araçlarda meydana gelen intihar sayılarını kapsamaz. İstenmeyen çıktı olduğu için, 365/Bir Milyon Kişide Motorlu Trafik Kazasında Ölüm Sayısı olarak analize katılmıştır. Bu şekliyle trafik kazası sebebiyle hayatını kaybedenler arasında geçen gün sayısı hesaplanmıştır.

Bir milyon kişide trafik kazasına bağlı ölüm sayısı değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2.5.'te verilmiştir. Türkiye bir milyon kişide trafik kazasına bağlı ölüm sayısında her üç yılda da ortalamanın üzerinde varlık göstermiş, 2015 yılında ABD ve Bulgaristan'dan sonra üçüncü, 2016 ve 2017 yıllarında ABD, Bulgaristan ve Romanya'dan sonra dördüncü sırada yer almıştır.

Çizelge 2.5. Bir milyon kişide trafik kazasına bağlı ölüm sayısı değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler

Bir milyon kişide trafik kazasına bağlı ölüm sayısı	2015	2016	2017
Ortalama	60,58	58,40	56,17
Türkiye	95,89	91,45	91,58
Minimum	22,55	25,79	51,15
Maksimum	110,67	116,00	26,16
Medyan	54,23	53,81	20,09
Standart Sapma	26,48	25,44	114,26

Bir Milyon Motorlu Araçta Trafik Kazasında Ölüm Sayısı: Bir milyon motorlu araçta trafik kazası esnasında ya da trafik kazasında yaralanıp buna bağlı olarak 30 gün içinde hayatını kaybedenlerin sayısıdır. Motorlu araçlarda meydana gelen intihar sayılarını kapsamaz. İstenmeyen çıktı olduğu için, 365/Bir Milyon Motorlu Araçta Trafik Kazasında Ölüm Sayısı olarak analize katılmıştır. Bu şekliyle trafik kazası sebebiyle hayatını kaybedenler arasında geçen gün sayısı bir milyon motorlu araca hesaplanmıştır.

Bir milyon araçta trafik kazasına bağlı ölüm sayısı değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2.6.'da verilmiştir. Türkiye 2015, 2016 ve 2017 yıllarında bir milyon araçta trafik kazasına bağlı ölüm sayısı en yüksek birinci ülke olmuştur.

Çizelge 2.6. Bir milyon araçta trafik kazasına bağlı ölüm sayısı değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler

Bir milyon araçta trafik kazasına bağlı ölüm sayısı	2015	2016	2017
Ortalama	120,68	111,63	105,44
Türkiye	411,49	377,76	364,41
Minimum	30,69	34,76	72,24
Maksimum	411,49	377,76	81,36
Medyan	86,42	82,29	26,84
Standart Sapma	91,87	83,31	364,41

1.3. Malmquist TFV endeksi sonuçları

Çizelge 2.7.'de ülkelerin 2015-2016 dönemi karayolları trafik güvenliği etkinlik değişimi için Malmquist TFV analizi sonuçları verilmiştir. İlgili dönemde etkinlik değişiminde en yüksek artış %41,6 ile Bulgaristan'da gerçekleşmiştir. Bulgaristan'ın etkinlik değişimindeki artışın kaynağının saf teknik etkinlik değişimindeki artış olduğu görülmektedir. Aynı dönemde Letonya'da etkinlik değişiminde, saf teknik etkinlik değişimindeki düşüşten kaynaklanan %4,5 azalış meydana geldiği görülmektedir.

Teknik etkinlik değişimi artışının, diğer bir deyişle teknolojik gelişimin en yüksek olduğu ülke %17,5 ile Hırvatistan'dır. Yine Hırvatistan, %46,5 artış ile toplam faktör verimliliğini en çok arttıran ülke olmuştur.

2015-2016 döneminde Türkiye dahil 6 ülkede etkinlik değişimi yaşanmazken, 2 ülkede etkinlik değişiminde azalış, 16 ülkede artış görülmüştür. Bu dönemde Türkiye'de etkinlik değişimi durağanken, teknoloji/teknik etkinlik değişiminde %3,5 azalış yaşanmış, bu da toplam faktör verimliliğinde %3,5 azalmaya sebep olmuştur. 8 ülkede toplam faktör verimliliğinde azalış görülürken, 16 ülkede artış görülmüştür.

2015-2016 dönemi için 24 ülkenin analizi incelendiğinde; ortalama toplam faktör verimliliğinde %5,9, etkinlik değişiminde ise %10,4 artış yaşandığı görülmektedir. Artışın %8 saf teknik etkinlik artışı ve %2,3 ölçek etkinliği değişimi artışından kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Şekil 2.1.'de 2015-2016 dönemi için etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değişimleri verilmiştir. Bulgaristan'ın saf teknik etkinlik değişimindeki artışın, ölçek etkinliği değişimindeki azalışa rağmen, etkinlik değişiminde artışa sebep olduğu görülmektedir. Türkiye'de

bu dönemde saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değişimi yaşanmamış, dolayısıyla etkinlik değişimi meydana gelmemiştir.

Çizelge 2.7. 2015-2016 Dönemi Malmquist TFV endeksi

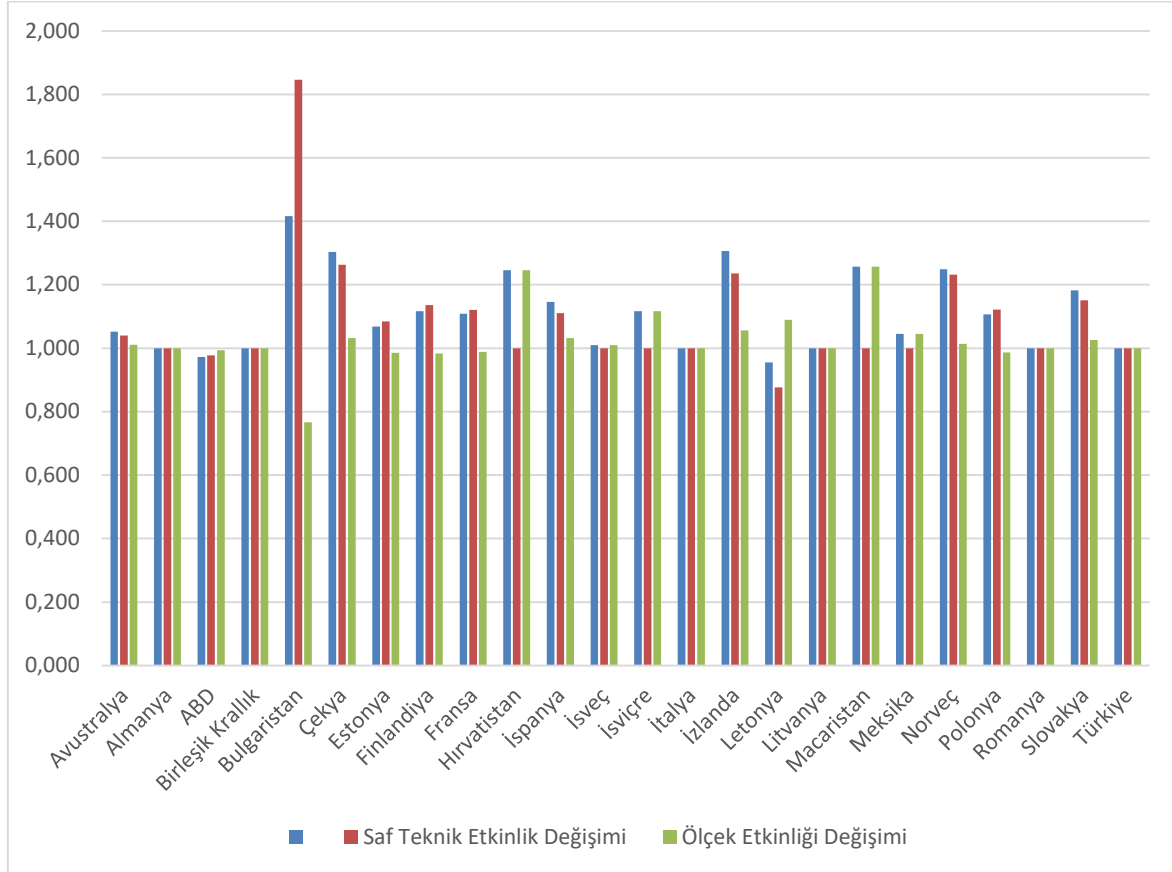
Ülke	Etkinlik Değişimi	Teknik Etkinlik Değişimi	Saf Teknik Etkinlik Değişimi	Ölçek Etkinliği Değişimi	Toplam Faktör Verimliliği
Avustralya	1,052	0,887	1,040	1,011	0,933
Almanya	1,000	1,022	1,000	1,000	1,022
ABD	0,972	0,988	0,978	0,994	0,960
Birleşik Krallık	1,000	0,932	1,000	1,000	0,932
Bulgaristan	1,416	0,900	1,846	0,767	1,274
Çekya	1,303	0,936	1,263	1,032	1,220
Estonya	1,068	0,960	1,084	0,986	1,025
Finlandiya	1,117	0,969	1,136	0,984	1,083
Fransa	1,109	0,919	1,121	0,989	1,019
Hırvatistan	1,246	1,175	1,000	1,246	1,465
İspanya	1,146	0,999	1,111	1,032	1,145
İsveç	1,010	1,001	1,000	1,010	1,011
İsviçre	1,117	1,012	1,000	1,117	1,130
İtalya	1,000	1,082	1,000	1,000	1,082
İzlanda	1,306	0,894	1,236	1,056	1,167
Letonya	0,955	0,954	0,877	1,089	0,911
Litvanya	1,000	0,875	1,000	1,000	0,875
Macaristan	1,257	0,953	1,000	1,257	1,198
Meksika	1,045	0,880	1,000	1,045	0,920
Norveç	1,249	0,874	1,232	1,014	1,092
Polonya	1,107	0,960	1,122	0,987	1,063
Romanya	1,000	0,925	1,000	1,000	0,925
Slovakya	1,182	1,013	1,151	1,026	1,197
Türkiye	1,000	0,965	1,000	1,000	0,965
Ortalama	1,104	0,959	1,080	1,023	1,059

Şekil 2.2.'de 2015-2016 döneminde etkinlik, teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliğindeki değişimler verilmiştir. Hırvatistan'ın toplam faktör verimliliğindeki artışın hem etkinlik, hem teknik etkinlik/teknoloji artışından kaynaklandığı görülmektedir. Aynı dönemde Türkiye'deki toplam faktör verimliliği değişimindeki azalmanın, teknik etkinlik değişimindeki düşüşten kaynaklandığı izlenmektedir.

Çizelge 2.8.'de ülkelerin 2016-2017 dönemi karayolları trafik güvenliği etkinlik değişimi için Malmquist TFV analizi sonuçları verilmiştir. İlgili dönemde etkinlik değişiminde en yüksek

artış %20,9 ile Bulgaristan'da gerçekleşmiştir. Bulgaristan'ın etkinlik değişimindeki artışın kaynağının ölçek etkinliği değişimindeki artış olduğu görülmektedir. Aynı dönemde Meksika'da etkinlik değişiminde, ölçek etkinliği değişimindeki düşüştan kaynaklanan %29,4 azalış meydana geldiği görülmektedir.

Şekil 2.1. 2015-2016 Dönemi Etkinlik, Saf Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği Değişimleri



Tüm ülkelerin teknik etkinlik değişiminde artış yaşanan bu dönemde, değişimin en yüksek olduğu ülke %45,6 ile İtalya'dır. Yine İtalya, %45,6 artış ile toplam faktör verimliliğini en çok arttıran ülke olmuştur.

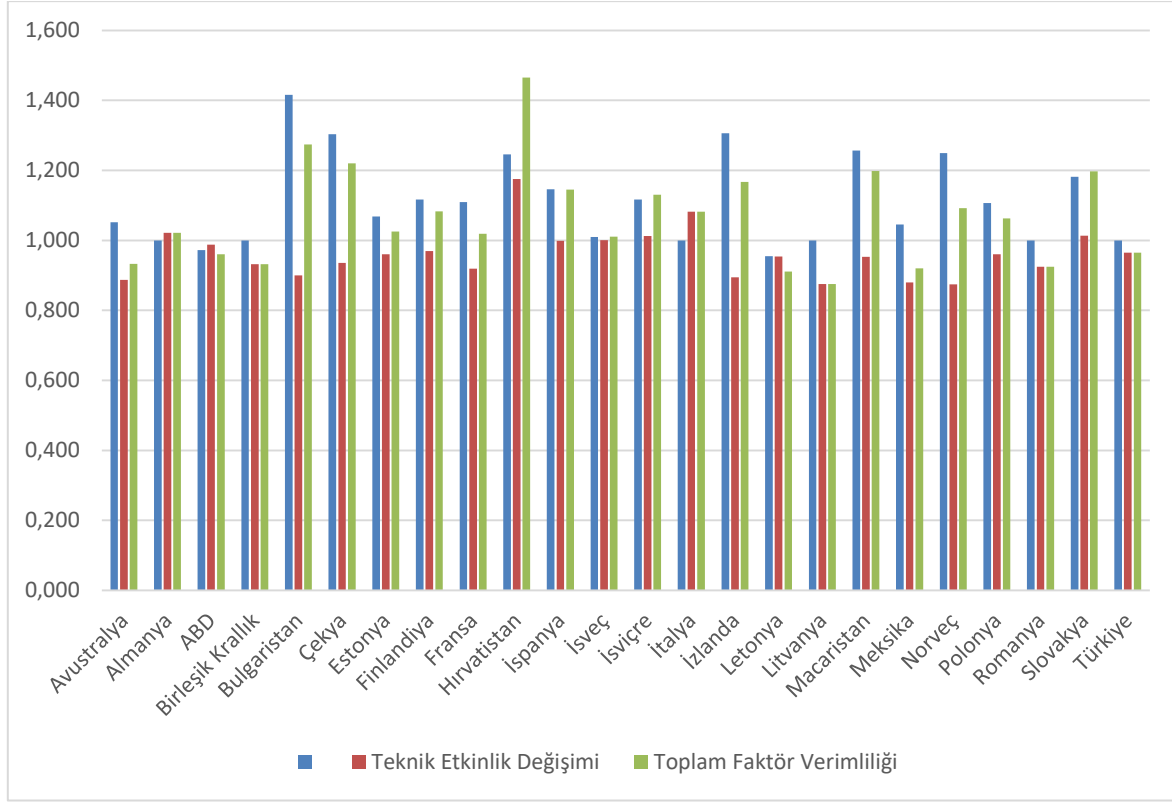
2016-2017 döneminde 6 ülkede etkinlik değişimi yaşanmazken, Türkiye dahil 15 ülkede etkinlik değişiminde azalış, 3 ülkede artış görülmüştür.

Bu dönemde Türkiye'de etkinlik değişiminde %16,9 azalış, teknoloji/teknik etkinlik değişiminde %18,5 artış yaşanmış, bu da toplam faktör verimliliğinde %1,5 azalmaya sebep olmuştur. 8 ülkede toplam faktör verimliliğinde azalış görülürken, 16 ülkede artış görülmüştür.

2016-2017 dönemi için 24 ülkenin analizi incelendiğinde; ortalama toplam faktör verimliliğinde %6,5 artış, etkinlik değişiminde ise %10,2 azalış yaşandığı görülmektedir. Toplam faktör verimliliğindeki artışın, teknik etkinlik/teknoloji değişimindeki %18,6 artıştan kaynaklandığı,

etkinlik değişimindeki %10,2 azalışın, saf teknik etkinlik değişimindeki %2,8 azalış ile ölçek etkinliği değişimindeki %7,6 azalıştan kaynaklandığı görülmektedir.

Şekil 2.2. 2015-2016 Dönemi Etkinlik, Teknik Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Değişimleri



Şekil 2.3.'te 2016-2017 dönemi için etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değişimleri verilmiştir. Bulgaristan'ın ölçek etkinliği değişimindeki artışın, etkinlik değişiminde artışa sebep olduğu görülmektedir. Polonya'nın etkinlik değişimindeki artışın ise hem saf teknik etkinlik değişimindeki hem de ölçek etkinliği değişimindeki artışa bağlı olduğu izlenmektedir. Türkiye'de bu dönemde yaşanan etkinlik değişimi azalışının ise ana nedeninin ölçek etkinliği değişimindeki azalışa bağlı olduğu görülmektedir.

Şekil 2.4.'te 2016-2017 döneminde etkinlik, teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliğindeki değişimler verilmiştir. Almanya ve İtalya'nın toplam faktör verimliliğindeki artışın, teknik etkinlik/teknoloji artışından kaynaklandığı görülmektedir. Aynı dönemde Türkiye'de yaşanan toplam faktör verimliliği değişimindeki azalışın, teknik etkinlik değişimindeki artışa rağmen, etkinlik değişimindeki azalıştan kaynaklandığı izlenmektedir.

Çizelge 2.9.'da 2015-2017 dönemi için toplam faktör verimliliği ve bileşenlerinin ortalama değişimleri verilmiştir. Etkinlik değişimi 1'den büyük olan 7 ülkenin bu dönemde üretim sınırını yakaladığı söylenebilir. 5 ülkede etkinlik değişimi yaşanmamış, 12 ülkede ise etkinlik değişimi azalışı yaşanmıştır. Bulgaristan %30,8, Hırvatistan %11,6 ve Çekya %11,2 artış ile en yüksek etkinlik değişimi artışı yaşanan ülkeler olmuştur. Meksika %14,1, Amerika Birleşik Devletleri %9,5

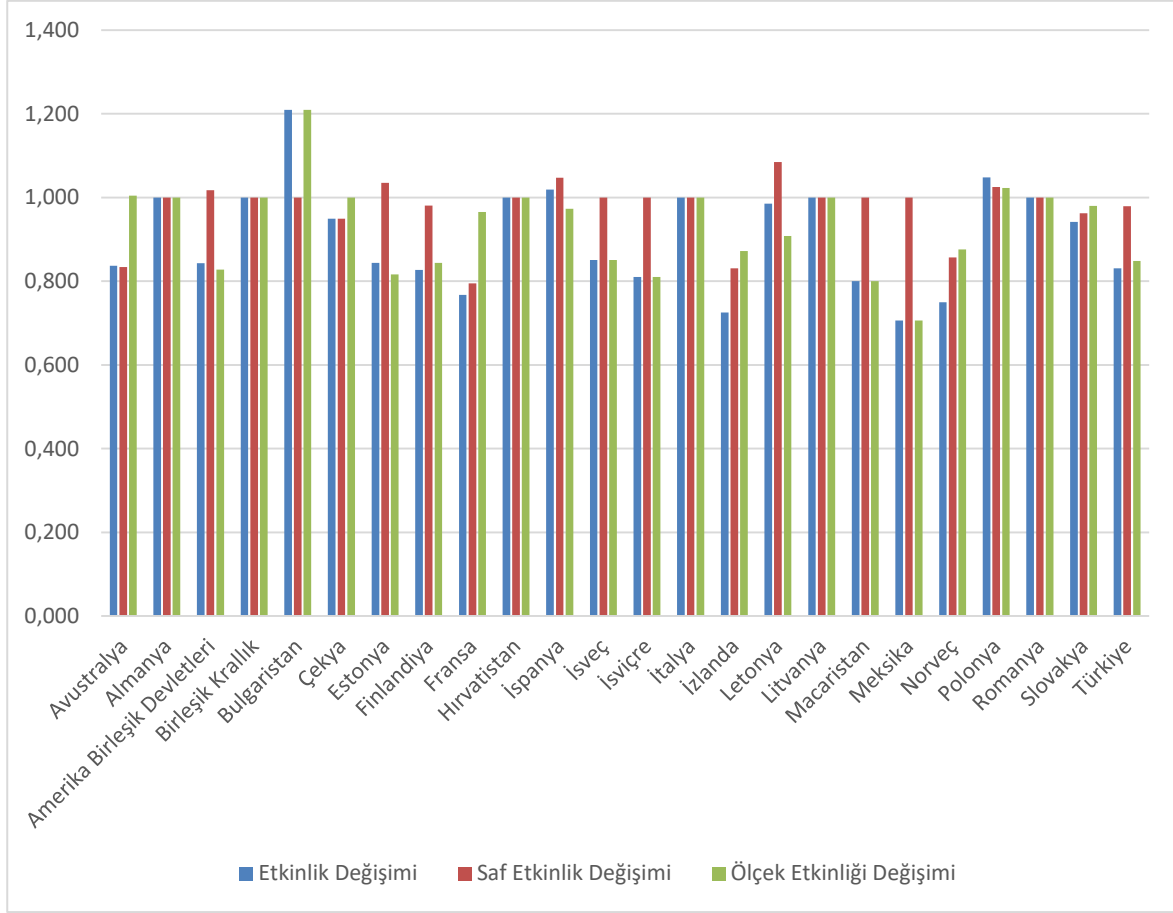
ve Türkiye %8,9 düşüş ile en çok etkinlik değişimi azalışı yaşanan ülkeler olmuşlardır. Tüm ülkelerin ortalaması göz önüne alındığında ortalama %0,04 teknik etkinlik değişiminde azalış meydana gelmiştir. Türkiye %8,9 azalış ile ortalamanın altında bir performans göstermiştir.

Çizelge 2.8. 2016-2017 Dönemi Malmquist TFV endeksi

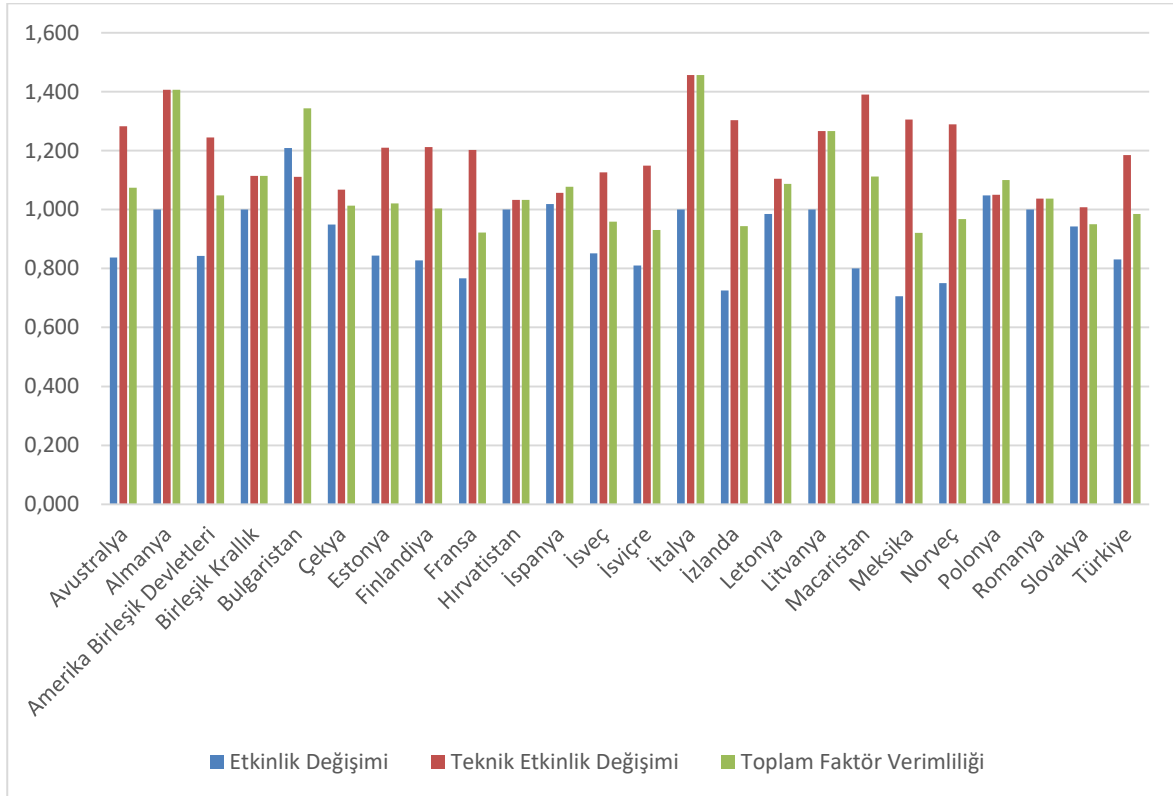
Ülke	Etkinlik Değişimi	Teknik Etkinlik Değişimi	Saf Teknik Etkinlik Değişimi	Ölçek Etkinliği Değişimi	Toplam Faktör Verimliliği
Avustralya	0,837	1,283	0,834	1,004	1,074
Almanya	1,000	1,406	1,000	1,000	1,406
ABD	0,843	1,244	1,017	0,828	1,048
Birleşik Krallık	1,000	1,114	1,000	1,000	1,114
Bulgaristan	1,209	1,111	1,000	1,209	1,343
Çekya	0,949	1,067	0,949	1,000	1,013
Estonya	0,844	1,210	1,035	0,816	1,021
Finlandiya	0,827	1,212	0,981	0,844	1,003
Fransa	0,767	1,202	0,795	0,965	0,922
Hırvatistan	1,000	1,033	1,000	1,000	1,033
İspanya	1,019	1,057	1,047	0,973	1,077
İsveç	0,851	1,126	1,000	0,851	0,959
İsviçre	0,810	1,149	1,000	0,810	0,931
İtalya	1,000	1,456	1,000	1,000	1,456
İzlanda	0,725	1,303	0,831	0,872	0,944
Letonya	0,985	1,104	1,085	0,908	1,087
Litvanya	1,000	1,266	1,000	1,000	1,266
Macaristan	0,800	1,390	1,000	0,800	1,112
Meksika	0,706	1,305	1,000	0,706	0,921
Norveç	0,750	1,289	0,857	0,876	0,967
Polonya	1,048	1,050	1,025	1,023	1,100
Romanya	1,000	1,037	1,000	1,000	1,037
Slovakya	0,942	1,008	0,962	0,980	0,950
Türkiye	0,831	1,185	0,979	0,848	0,985
Ortalama	0,898	1,186	0,972	0,924	1,065

Teknik etkinlik değişimi 1'den büyük 21 ülke vardır. Bu ülkeler 2015-2017 döneminde teknolojilerindeki artışa bağlı olarak aynı girdi ile daha çok çıktı üretebilmişlerdir. Teknolojik değişimi (teknik etkinlik değişimi) azalan tek ülke %2,1 azalışla Romanya olmuştur. Bulgaristan ve Çekya'da ise değişim yaşanmamıştır. Teknik etkinlik değişimi en yüksek ülkeler %25,5 artışla İtalya, %19,8 artışla Almanya, %15,1 artışla Macaristan olmuştur. Tüm ülkeler göz önüne alındığında ortalama %6,6 teknik etkinlik değişimi yaşanırken bu dönemde Türkiye'de ortalamanın hemen üstünde %7 teknik etkinlik artışı yaşanmıştır.

Şekil 2.3. 2016-2017 Dönemi etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değişimleri



Şekil 2.4. 2016-2017 Dönemi etkinlik, teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliği değişimleri



Çizelge 2.9. 2015-2017 Ortalama Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi sonuçları

Ülke	Etkinlik Değişimi	Teknik Etkinlik Değişimi	Saf Teknik Etkinlik Değişimi	Ölçek Etkinliği Değişimi	Toplam Faktör Verimliliği
Avustralya	0,939	1,067	0,931	1,008	1,001
Almanya	1,000	1,198	1,000	1,000	1,198
Amerika Birleşik Devletleri	0,905	1,108	0,997	0,907	1,003
Birleşik Krallık	1,000	1,019	1,000	1,000	1,019
Bulgaristan	1,308	1,000	1,359	0,963	1,308
Çekya	1,112	1,000	1,095	1,016	1,111
Estonya	0,950	1,077	1,059	0,897	1,023
Finlandiya	0,961	1,084	1,055	0,911	1,042
Fransa	0,922	1,051	0,944	0,977	0,969
Hırvatistan	1,116	1,102	1,000	1,116	1,230
İspanya	1,080	1,028	1,078	1,002	1,110
İsveç	0,927	1,062	1,000	0,927	0,985
İsviçre	0,951	1,078	1,000	0,951	1,025
İtalya	1,000	1,255	1,000	1,000	1,255
İzlanda	0,973	1,079	1,014	0,959	1,050
Letonya	0,970	1,026	0,975	0,995	0,995
Litvanya	1,000	1,052	1,000	1,000	1,052
Macaristan	1,003	1,151	1,000	1,003	1,154
Meksika	0,859	1,072	1,000	0,859	0,920
Norveç	0,968	1,061	1,028	0,942	1,027
Polonya	1,077	1,004	1,072	1,005	1,081
Romanya	1,000	0,979	1,000	1,000	0,979
Slovakya	1,055	1,011	1,052	1,003	1,066
Türkiye	0,911	1,070	0,990	0,921	0,975
Ortalama	0,996	1,066	1,024	0,972	1,062
>1	7	21	9	7	18
=1	5	2	10	5	0
<1	12	1	5	12	6

Toplam faktör verimliliği; etkinlik değişimi ve teknolojik değişimin (teknik etkinlik değişimi) çarpılmasıyla elde edilir. 2015-2017 döneminde 16 ülkenin toplam faktör verimliliğinde artış yaşanırken, 8 ülkede düşüş yaşanmıştır. Toplam faktör verimliliğinde %30,8 artış ile Bulgaristan, %25,5 artış ile İtalya ve %23 artış ile Hırvatistan başı çekmektedir. Meksika %8,

Fransa %3,1 ve Türkiye %2,5 azalış ile bu dönemde toplam faktör verimliliği en çok düşen ülkeler olmuştur. Tüm ülkeler göz önüne alındığında ise toplam faktör verimliliğinde ortalama %6,2 artış yaşanmıştır. Ortalama toplam faktör verimliliğindeki artışın ana kaynağının ortalama teknik etkinlik değişimindeki artıştan kaynaklandığı görülmektedir. Bu dönemde ülkeler genel olarak teknolojilerindeki artışa bağlı olarak, aynı girdilerle daha çok çıktı elde edebilmişlerdir.

Türkiye'nin toplam faktör verimliliğindeki %2,5 azalışın, teknoloji değişimindeki %7 artışa rağmen, etkinlik değişimindeki %8,9 azalıştan kaynaklandığı görülmektedir. Etkinlik değişimindeki bu azalış, saf teknik etkinliğindeki %1'lik ve ölçek etkinliği değişimindeki %7,9'luk azalışa bağlı olarak yaşanmıştır. Saf teknik etkinlik değişimindeki azalışın kötü yönetim uygulamalarından, ölçek etkinliği değişimindeki azalışın ise maliyet kontrolü açısından ideal ölçek büyüklüğünden uzaklaşma nedeniyle meydana geldiği söylenebilir.

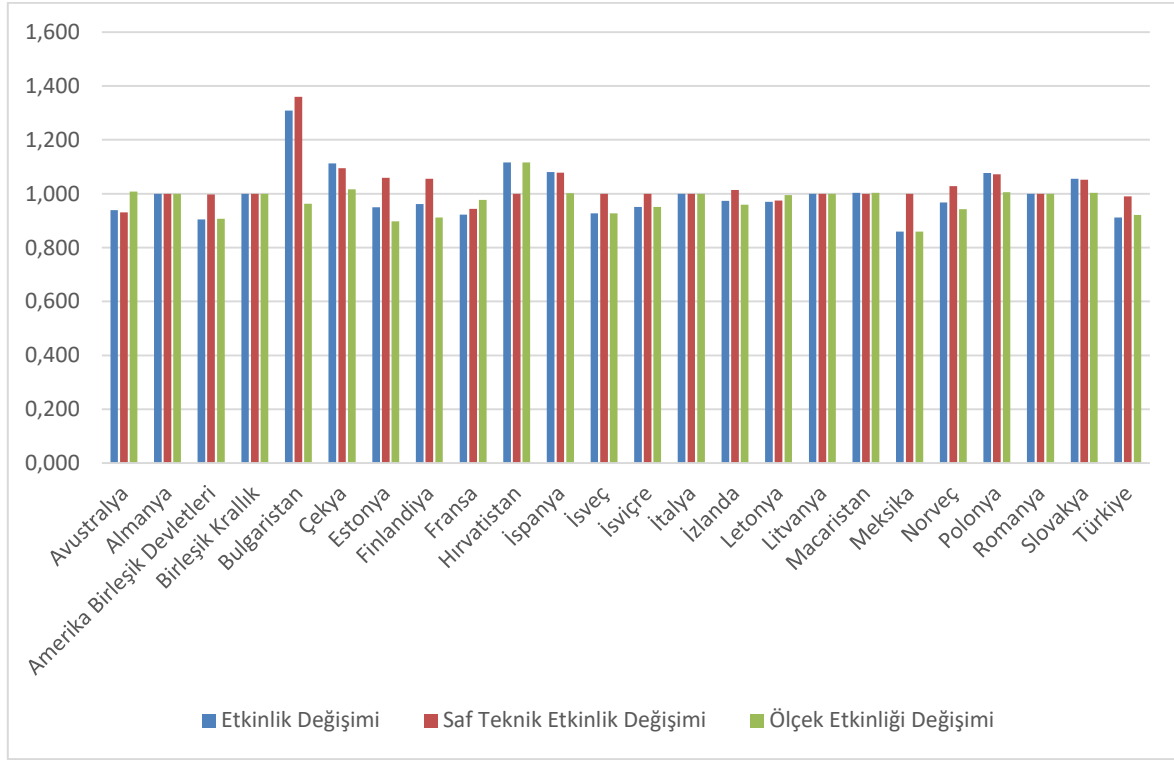
Şekil 2.5.'te 2015-2017 dönemi etkinlik değişimi, saf teknik etkinlik değişimi ve ölçek etkinliği değişimi grafiği görülmektedir. Etkinlik değişimi; saf teknik etkinlik değişimi ve ölçek etkinliği değişiminin çarpımıyla hesaplanmaktadır. Almanya, Birleşik Krallık, İtalya, Litvanya ve Romanya'da bu dönemde saf teknik etkinlik değişimi ve ölçek etkinliği değişimi yaşanmadığı için, etkinlik değişimi meydana gelmemiştir. Türkiye'nin etkinlik değişimindeki azalışın, baskın olarak ölçek etkinliği değişimindeki azalıştan kaynaklandığı izlenmektedir.

Şekil 2.6.'da 2015-2017 dönemi etkinlik, teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliği değişimleri grafiği görülmektedir. Toplam faktör verimliliği, etkinlik değişimi ve teknik etkinlik değişiminin (teknoloji değişimi) çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Almanya, Birleşik Krallık, İtalya, Litvanya ve Romanya'da teknik etkinlik değişimi yaşanmadığı için, toplam faktör verimliliklerindeki değişimin, teknolojik değişimleri ile aynı olduğu görülmektedir. Romanya hariç sayılan ülkeler, etkinlik değişimi yaşamadığı halde, teknolojik değişimlerindeki artış dolayısıyla toplam faktör verimliliklerini arttırmış, Romanya ise teknolojik değişimindeki azalış dolayısıyla toplam faktör verimliliğinde düşüş yaşamıştır.

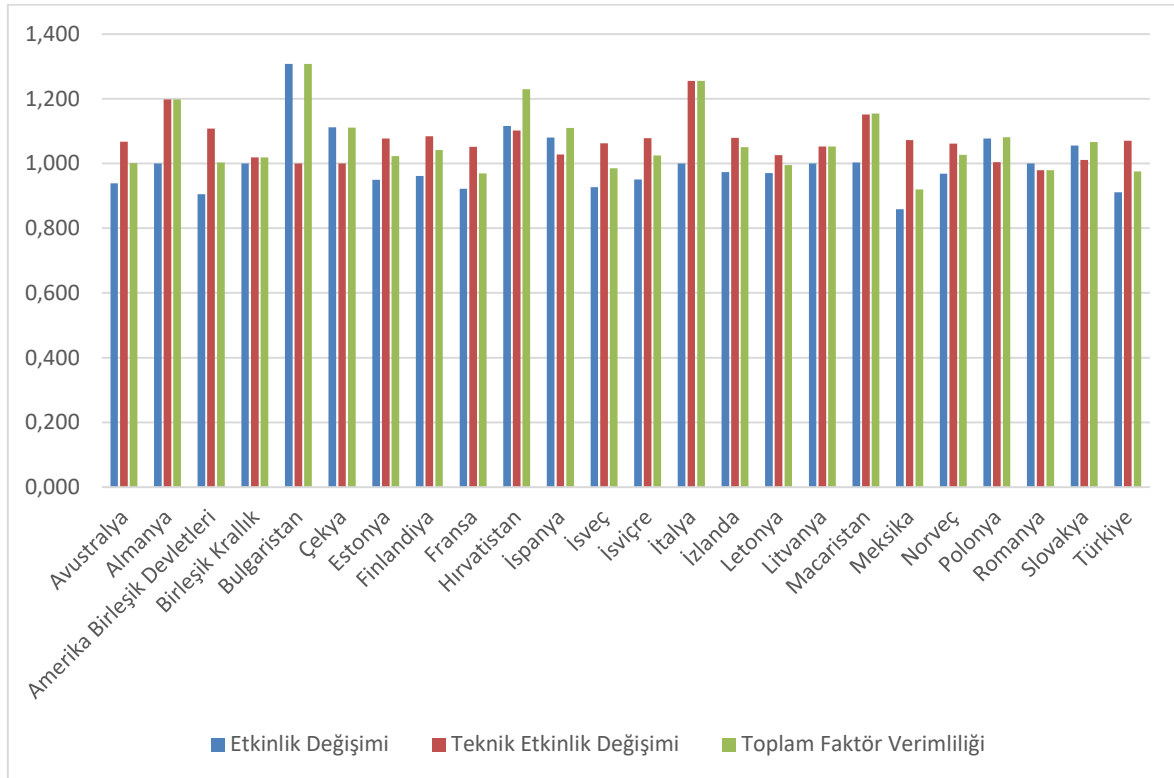
Çizelge 2.10.'da yıllara göre ortalama toplam faktör verimlilikleri değişimi görülmektedir. 2015-2016 döneminde teknik etkinlik değişimindeki azalışa rağmen etkinlik değişimindeki artışa bağlı olarak toplam faktör verimliliğinde artış, 2016-2017 döneminde ise etkinlik değişimindeki azalışa rağmen teknik etkinlik değişimindeki artışa bağlı olarak toplam faktör verimliliğinde artış meydana gelmiştir. Genel olarak bu dönemdeki toplam faktör verimliliğindeki artışın ise, teknik etkinlik değişimindeki artışa bağlı olarak gerçekleştiği görülmektedir.

Şekil 2.7.'de 2015-2016, Şekil 2.8.'de 2016-2017, Şekil 2.9.'da analize dahil edilen tüm yıllar olan 2015-2017 döneminde Türkiye ve diğer karar verme birimlerinin ortalamalarının karşılaştırılması grafik halinde görülmektedir. Türkiye'nin 2015-2016 döneminde ortalama teknik etkinliği değişiminin hemen üstünde yer aldığı, 2016-2017 döneminde teknik etkinlik değişimi ortalamaya yakın seyrederken saf teknik etkinlik değişiminde ortalamanın hemen üstünde yer aldığı izlenmektedir. Şekil 6.11.'de görülen tüm dönemin ortalamaları göz önüne alındığında teknik etkinlik değişimi haricinde toplam faktör verimliliği ve bileşenlerinde ortalamanın altında bir performans sergilediği görülmektedir.

Şekil 2.5. 2015-2017 Dönemi etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değişimleri



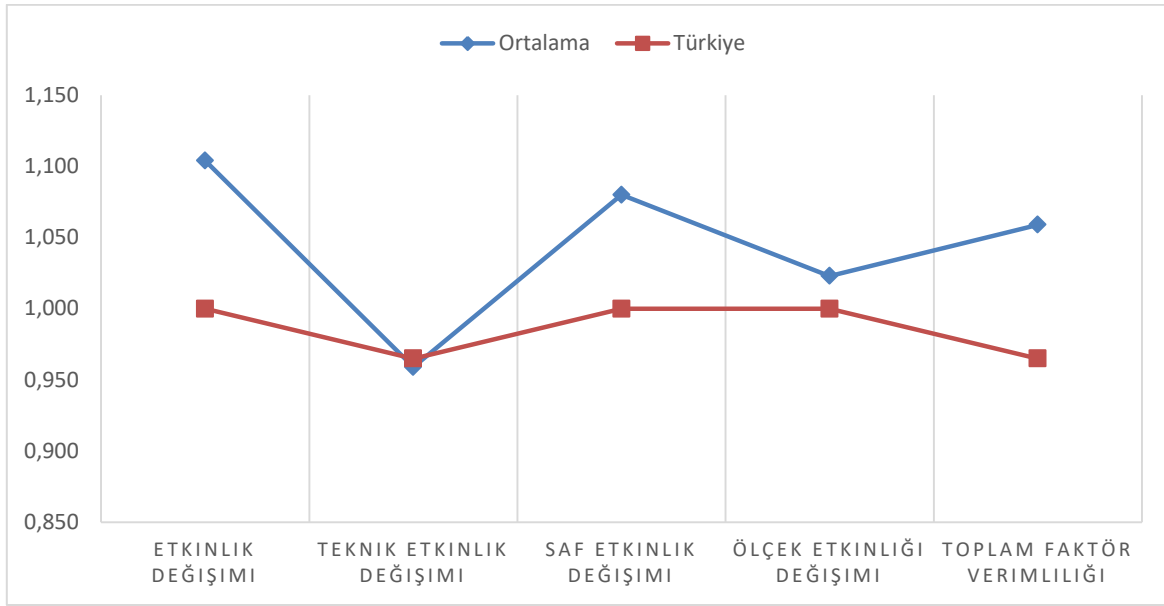
Şekil 2.6. 2015-2017 Dönemi etkinlik, teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliği değişimleri



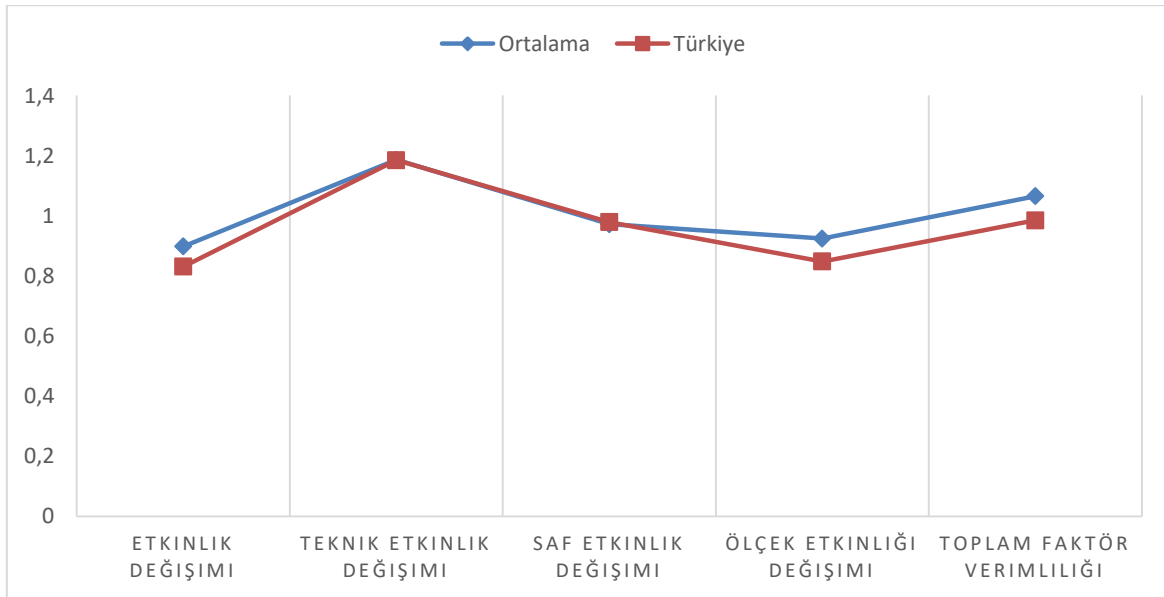
Çizelge 2.10. Yıllara göre toplam faktör verimlilikleri

Yıl	Etkinlik Değişimi	Teknik Etkinlik Değişimi	Saf Etkinlik Değişimi	Ölçek Etkinliği Değişimi	Toplam Faktör Verimliliği
2	1,104	0,959	1,080	1,023	1,059
3	0,898	1,186	0,972	0,924	1,065
Ortalama	0,996	1,066	1,024	0,972	1,062

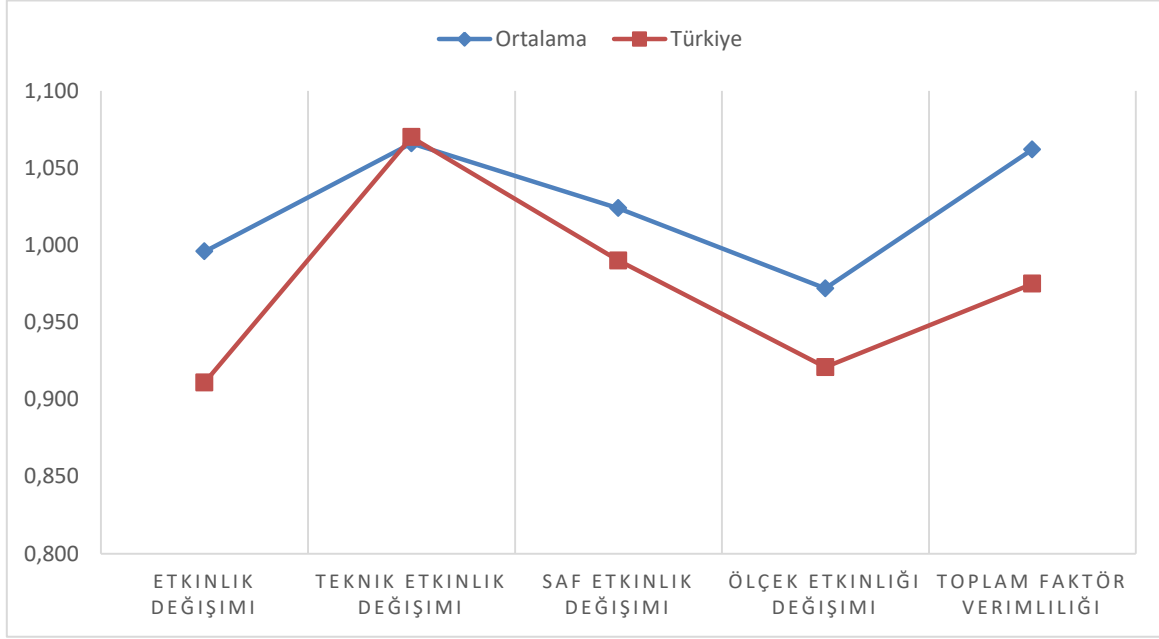
Şekil 2.7. 2015-2016 Dönemi Türkiye ve tüm ülkelerin ortalamalarının karşılaştırılması



Şekil 2.8. 2016-2017 Dönemi Türkiye ve tüm ülkelerin ortalamalarının karşılaştırılması



Şekil 2.9. 2015-2017 Dönemi Türkiye ve tüm ülkelerin ortalamalarının karşılaştırılması



SONUÇ

Gelişmekte olan ve orta gelir grubuna mensup ülkelerde, ekonomik kalkınmaya bağlı artan araç sayısı ve trafik ile birlikte, trafik kazalarına bağlı ölümler ölüm sebepleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Çalışmalar, 1000 kişi başına düşen araç sayısının ortalama 100 ila 300 arası olduğu dönemin trafik kazalarına bağlı ölümlerin en yüksek olduğu dönem olduğunu göstermektedir. Türkiye hem gelişmekte olan, hem orta gelir grubuna mensup, hem de 1000 kişi başına düşen motorlu araç sayısı 2018 yılı itibariyle yaklaşık 255 olan bir ülke olarak, trafik güvenliği açısından en kritik dönemi yaşamaktadır. Bu dönemi minimum kayıpla atlatabilmesi için, üyesi olduğu OECD ve aday olduğu AB'ye mensup ülkeler arasındaki yeri ölçülmeli, etkin olmadığı alanlarda referans kümesi ülkelerden seçilen iyi uygulama örnekleri ithal edilmelidir.

2015-2016 döneminde Türkiye'de etkinlik değişimi durağanken, teknoloji/teknik etkinlik değişiminde %3,5 azalış yaşandığı, bunun da toplam faktör verimliliğinde %3,5 azalmaya sebep olduğu görülmektedir. 2016-2017 döneminde ise Türkiye'de etkinlik değişiminde %16,9 azalış yaşanmış, teknoloji/teknik etkinlik değişiminde %18,5 artışa rağmen toplam faktör verimliliğinde %1,5 azalma yaşandığı görülmektedir.

2015-2017 dönemi bütün olarak değerlendirildiğinde, Türkiye, Meksika ve ABD'den sonra %8,9 azalma ile en çok etkinlik değişimi azalışı yaşayan ülkelerden biri olduğu ve ortalamanın altında bir performans gösterdiği izlenmiştir. Bu dönemde ülkelerde ortalama %6,6 teknik etkinlik değişimi yaşanırken, Türkiye ortalama %7 teknik etkinlik artışı ile ortalamanın üzerinde yer almıştır. Toplam faktör verimliliğinde ortalama %6,2 artış yaşanan bu dönemde, Türkiye %2,5 azalış ile toplam faktör verimliliğinde Meksika ve Fransa'dan sonra en kötü üçüncü ülke konumunda yer almıştır. Türkiye'nin toplam faktör verimliliğindeki %2,5 azalışın, teknoloji değişimindeki %7 artışa rağmen, etkinlik değişimindeki %8,9 azalıştan kaynaklandığı

görülmektedir. Etkinlik değişimindeki bu azalış, saf teknik etkinliğindeki %1’lik ve ölçek etkinliği değişimindeki %7,9’luk azalışa bağlı olarak yaşanmıştır. Saf teknik etkinlik değişimindeki azalışın kötü yönetim uygulamalarından, ölçek etkinliği değişimindeki azalışın ise maliyet kontrolü açısından ideal ölçek büyüklüğünden uzaklaşma nedeniyle meydana geldiği değerlendirilmektedir. Tüm dönemin ortalamaları göz önüne alındığında Türkiye’nin, teknik etkinlik değişimi haricinde toplam faktör verimliliği ve bileşenlerinde ortalamasının altında bir performans sergilediği görülmektedir.

Türkiye’nin, etkinlik sınırından uzak olduğu alanlarda, referans kümesini oluşturan ülkelerin iyi uygulama örneklerini inceleyerek, uygulanması en kolay ve ekonomik olanlardan başlamak üzere bunları ithal etmesinin, karayolları trafik güvenliğindeki etkinliğini arttırmasına yardımcı olacağı değerlendirilmektedir. Türkiye OECD üyesi olarak, trafik güvenliğine ait verilerini OECD veri tabanında yer alan ana performans göstergelerine göre paylaşmaktadır. Türkiye’nin, OECD’nin bir çalışma grubu olan Uluslararası Trafik Güvenliği Veri ve Analiz Grubu’na(IRTAD) üye olarak; yol tipi, kullanıcı, yaş, cinsiyet, mağdurun kaza anında araçtaki yeri, emniyet kemeri takma durumu, kask kullanımı gibi çok sayıda ayrıntılı istatistiğin yer aldığı veri tabanında bulunması durumunda, daha ayrıntılı analizler yapılarak daha etkin öneriler sunulabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Banister. (2008). The Sustainable Mobility Paradigm. *Transport Policy* , 15 (2), 73-80.
- Caves, D., Christensen, L., & Divert, W. E. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and The Measurement of Input, Output and Productivity. *Econometrica* , 1393-1414.
- Elvik, R. (2010). The stability of long-term trends in the number of traffic fatalities in a sample of highly motorised countries. *Safety Science* (63), 42-49.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norrrys, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialised Countries. *American Economic Review* , 84 (1), 66-83.
- Grefell, T., & Lovel, C. (1996). Deregulation and productivity decline: The case of Spanish saving banks. *European Economic Review* (40), 1281-1303.
- Işık, I., & Hasan, M. K. (2003). Financial disruption and bank productivity: The 1994 experience of Turkish banks. *The Quarterly Review of Economics and Finance* , 43 (2), 291-320.
- Kopits, E., & Kropper, M. (2005). Traffic fatalities and economic growth. *Accident Analysis & Prevention* , 37 (1), 169-178.
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference curves. *Trabajos de Estadística* , 4 (1), 209-242.
- Mathers, C., & Loncar, D. (2006). Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *PLoS Med* , 3 (11), 442.
- WHO. (2016). *Sustainable development goals (SDGs) : Goal 3. Target 3.6. Target 11.2.*
- WHO. (2018). *Global status report on road safety.*
- WHO. (2016). *Projections of mortality and causes of death 2016 to 2060.*

Yannis, G., Papadimitriou, E., & Folla, K. (2014). Effect of GDP changes on road traffic fatalities. *Safety Science* (63), 42-49.