

PAPER DETAILS

TITLE: TÜRKİYE'DE ULASTIRMA SEKTÖRÜ ENERJİ TÜKETİMİNİN AZALTILMASI: BİR
SENARYO YAKLASIMI

AUTHORS: Ali Osman SOLAK

PAGES: 125-140

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/69289>

TÜRKİYE’DE ULAşTIRMA SEKTÖRÜ ENERJİ TÜKETİMİNİN AZALTILMASI: BİR SENARYO YAKLAşIMI

Ali Osman SOLAK*

REDUCING ENERGY CONSUMPTION OF TRANSPORTATION SECTOR IN TURKEY: A SCENARIO APPROACH

Öz

Bu çalışmada, karayolu ve demiryolu ulaştırma sistemlerinin enerji tüketimi açısından karşılaştırılması ve senaryo yaklaşımı ile şehirlerarası taşımacılığın karayollarından demiryollarına kaydırılmasının sağlayacağı enerji tasarrufunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen enerji yoğunluğu değerlerine göre, yük taşımacılığında karayolu demiryolunun yaklaşık 3,6 katı enerji tüketmektedir; yolcu taşımacılığında ise karayolu ve demiryolu arasında enerji tüketimi açısından fazla fark bulunmamaktadır. Senaryolar ise, demiryollarının yük taşımacılığından aldığı payın artırılması ve karayollarının payının azaltılması sonucunda 3,99 MTEP ile 11,82 MTEP arasında değişen miktarlarda enerji tasarrufu sağlanabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tüketimi, Enerji Yoğunluğu, Ulaştırma Sektörü, Karayolu, Demiryolu

Abstract

The aims of this study are to compare highway and railway transport systems in the context of energy consumption, and using scenario approach to exhibit energy savings generated by shifting long-distance transport from highways to railways. The obtained values of energy intensity shows that in terms of energy consumption there is not much difference between highway and railway in passenger transport, but highway consumes approximately 3,6 times energy in freight transport. Assessed scenarios show that significant energy savings, amounts ranging between 3.99 MTEP and 11.82 MTEP, can be achieved by increasing the share of railways and reducing the share of roads in freight transport.

Key Words: Energy Consumption, Energy Intensity, Transportation Sector, Highway, Railway

* Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İİBF, aliosmansolak@hotmail.com

1. Giriş

Enerji, üretim sürecinin temel girdileri arasında yer almakta ve ülke ekonomileri için çok önemli rol oynamaktadır. 2011 yılı itibari ile Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin yaklaşık %13,9'u ve birincil petrol tüketiminin yaklaşık %50,8'i ulaştırma sektöründe kullanılmıştır. Ulaştırma sektöründe kullanılan enerjinin tamamına yakını (%97,1) petrol ürünleri oluşturmaktadır. Önümüzdeki yıllarda, gerek Türkiye'de gerekse dünya genelinde ulaştırma sektöründeki petrol bağımlılığında ciddi bir azalma beklenmemektedir. Türkiye'nin petrol üretiminin, tüketimin %7-9'luk bir bölümünü karşıladığı ve geriye kalan %91-93'lük bölümün ithalat yolu ile karşılandığı göz önüne alındığında, ulaştırma sektöründe enerji tasarrufu ve enerjinin etkin kullanımının büyük önem arz ettiği söylenebilir (ETKB, 2013).

Türkiye'nin geçmiş yıllardaki ulaştırma politikalarına bakıldığında; taşımacılık paylarının ulaştırma türleri arasında dengesiz bir şekilde dağıldığı görülmektedir. Daha fazla enerji tüketen ve tükettiği enerjinin tamamına yakını petrol ürünleri olan karayollarının taşımacılıktan aldığı pay oldukça fazla iken, buna karşılık elektrik enerjisi kullanımının mümkün olduğu demiryolu taşımacılığının payı oldukça azdır (Taşıma payları Tablo 1'de verilmiştir). Elbette ki ulaştırma türü tercihi etkileyen tek faktör enerji değildir, ancak önemli bir faktördür ve giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Dolayısıyla, ulaştırma sektörünün enerji tüketimi açısından daha ekonomik bir yapıya kavuşturulması konusu da önemli hale gelmektedir.

Bu çalışmada, karayolu ve demiryolu ulaştırma sistemlerinin enerji tüketimi açısından karşılaştırılması ve şehirlerarası taşımacılığın karayollarından demiryollarına kaydırılmasının sağlayacağı enerji tasarrufunun ortaya konulması amaçlanmıştır.¹ Bu amaç doğrultusunda, çalışmada alternatif senaryolara göre 2030 yılına kadar ulaştırma sektöründe tahmini enerji tüketim değerleri hesaplanmış; bulunan değerler, referans senaryolar için elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır.

¹ Taşımacılığın karayollarından demiryollarına kaydırılarak enerji tüketiminin azaltılmasının, petrol ithalatının azalması yolu ile ödemeler dengesi, fiyatlar genel seviyesi, istihdam, milli gelir gibi çeşitli makro ekonomik büyüklükleri olumlu etkilemesi, ayrıca ulaştırma kaynaklı karbondioksit (CO₂) ve benzeri zararlı gazların sebep olduğu hava kirliliği ve küresel ısınma gibi olumsuz çevresel etkilerin azalması beklenmektedir.

Referans senaryolarda karayolu, demiryolu ve diğ er sistemlerin 2010 yılı taşımacılık payları temel alınmıştır. Alternatif senaryolarda ise karayolu ve demiryolu dışında kalan taşımacılık türlerinin payı sabit tutulmuş, karayolunun payı demiryoluna kaydırılmıştır. Çalışmada, temel referans senaryonun yanı sıra iyimser ve kötümser referans senaryolara da yer verilmiştir. Temel, iyimser ve kötümser referans senaryoların her biri için üç alternatif senaryo olmak üzere toplamda dokuz senaryo hazırlanmıştır. Referans senaryolar için gelecek yıllara ait taşıma miktarlarının tahmin edilmesinde, geçmiş yıllara ait değerlerden faydalanılarak ortalama bir büyüme rakamı kullanılmıştır. şehirlerarası yük taşımacılığı açısından gerek havayolunun gerekse denizyolunun karayolu ve demiryoluna alternatif olamaması; şehirlerarası yolcu taşımacılığı açısından karayolu ve demiryolu taşımacılığının alternatifi olabilecek havayolu taşımacılığının enerji maliyetinin çok yüksek olması nedeni ile senaryolarda havayolu ve denizyolu taşımacılığına yer verilmemiştir.

Türkiye ulaştırma sektörünün enerji tüketimi ile ilgili yapılan çalışmalara baktığımızda; Cansız (2007)'ın ulaştırma sistemlerinin optimizasyonu ile geçmiş ve gelecek için farklı senaryoların getirilerini tahmin ettiği  alışması, Murat ve Ceylan (2006)'ın yapay sinir ağları yöntemi ile farklı senaryolar için 2002-2020 dönemi ulaştırma sektörü enerji talebini tahmin ettiği çalışması ve Haldenbilen ve Ceylan (2005)'ın genetik algoritma yöntemi ile farklı senaryolar için 2001-2020 dönemi ulaştırma sektörü enerji talebini tahmin ettiği çalışması görülmekte; bunun dışında Utlu ve Hepbaşlı (2006) ve Ediger ve Çamdalı (2007)'nın ulaştırma sektörünün enerji ve ekserji etkinliği üzerine yaptėı çalışmalar yer almaktadır. Diğer  lkeler için yapılan çalışmalara baktığımızda ise Lipsey ve Schipper (2013), Zhang vd. (2011), Aghajani ve Shavakhi (2011), Liimatainen ve P llanen (2010), Federici vd. (2009), Banister ve Stead (2002) ve Ramanathan (2000)'ın çalışmaları görülmektedir.

2. Türkiye'de Ulaştırma Sektörü

Türkiye'de 1950'li yıllara kadar, dünya genelindeki uygulamalara paralel olarak demiryolu ağırlıklı ulaştırma politikaları uygulanmıştır. Demiryollarının parlak günlerini yaşadığı bu dönemde, 1950 yılı itibari ile demiryollarının yolcu taşımacılığındaki payı %42'ye ve yük taşımacılığındaki payı %78'e kadar yükselmiş, anahat uzunluğu 7.671 km'ye ulaşmıştır (DPT, 2001: 10).

Tablo 1. Türkiye'de Ulaştırma Sistemlerinin Taşıma Payları (%)

Yıl	Yolcu Taşımacılığı		Yük Taşımacılığı	
	Karayolu	Demiryolu	Karayolu	Demiryolu
1983	95,6	3,5	49,1	7,1
1985	95,4	3,7	42,9	7,3
1990	96,6	2,5	51,0	6,1
1995	96,0	2,3	90,2	6,8
2000	95,9	2,2	71,0	4,3
2005	95,3	1,9	88,5	4,8
2010	97,8	1,6	75,0	4,5

Not: Şehir içi taşımacılık dâhil değildir.

Kaynak: TCDD (2012: 110); TCDD (2008: 108-109).

1950'li yıllardan itibaren, dünya genelinde gelişen otomotiv sanayisi ve karayolunun esneklik ve kapıdan kapıya taşıma yeteneği, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de karayolu ağırlıklı ulaştırma politikalarının uygulanması sonucunu doğurmuştur (Kaynak, 2002: 25). Türkiye'deki uygulamalar demiryollarının tamamen ihmal edilmesi şeklinde oldukça sert olmuş, gelişen demiryolu teknolojisine paralel olarak yapılması gereken demiryolu sistemini geliştirme ve modernizasyon çalışmaları bile tam olarak yapılamamıştır (DPT, 2001: 10). Bu dönemde Türkiye'de karayolu yatırımları oldukça artmış, buna karşılık demiryolu yatırımları tamamen geri plana itilmiştir. Bu durumun doğal sonucu olarak ulaştırma türleri arasında önemli dengesizlikler oluşmuş, karayolları gerek yük taşımacılığında, gerekse yolcu taşımacılığında çok belirgin şekilde öne çıkmıştır. Tablo 1'den görüldüğü üzere 2010 yılı itibari ile yurt içi yolcu taşımacılığında karayollarının payı %97,8 olurken demiryollarının payı %1,6 düzeyinde kalmış; yük taşımacılığında ise karayollarının payı %75 olurken demiryollarının payı sadece %4,5 olmuştur. Türkiye, 2011 yılı sonu itibariyle 888 km'si yüksek hızlı hat olmak üzere toplam 12.000 km'lik demiryolu hattına (TCDD, 2012: 21) ve 2.119 km'si otoyol olmak üzere toplam 65.049 km'lik karayolu ağına sahiptir (KGM, 2012: 205). Tam üyelik için müzakere sürecinde olduğumuz Avrupa Birliği ülkelerinin çoğunda, demiryollarının aldığı pay -özellikle yük taşımacılığında- ülkemize oranla daha fazladır. Demiryollarının yük taşımacılığındaki payı Çek Cumhuriyeti'nde %44,9'u, Avusturya'da %48,1'i bulmaktadır. Tablo 2'de bu durum açıkça görülmektedir.

Tablo 2. Ükelere ve Ulaştırma Sistemlerine Göre Yolcu ve Yük Taşımacılığı (2009 Yılı, %)

Ülke	Yolcu Taşımacılığı		Yük Taşımacılığı			
	Karayolu	Demiryolu	Karayolu	Demiryolu	İç Suyolu	Petrol Boru Hattı
<i>Türkiye</i>	97,7	2,3	76,1	4,4	0,0	19,5
İngiltere	93,2	6,8	80,7	13,0	0,1	6,2
Yunanistan	98,9	1,1	97,0	2,2	0,0	0,9
Almanya	92,0	8,0	59,5	23,2	13,5	3,9
İtalya	94,4	5,6	83,2	10,2	0,0	6,6
İspanya	94,6	5,4	90,5	4,5	0,0	4,9
Fransa	89,8	10,2	72,5	14,9	4,0	8,5
Avusturya	88,4	11,6	30,7	48,1	4,6	16,6
Çek Cum.	93,1	6,9	47,4	44,9	0,1	7,6
Polonya	94,3	5,7	54,4	29,8	0,1	15,7
Macaristan	87,8	12,2	49,3	31,1	7,4	12,2
Bulgaristan	96,4	3,6	60,0	30,0	5,8	4,2
Romanya	93,5	6,5	52,5	27,9	16,6	3,1

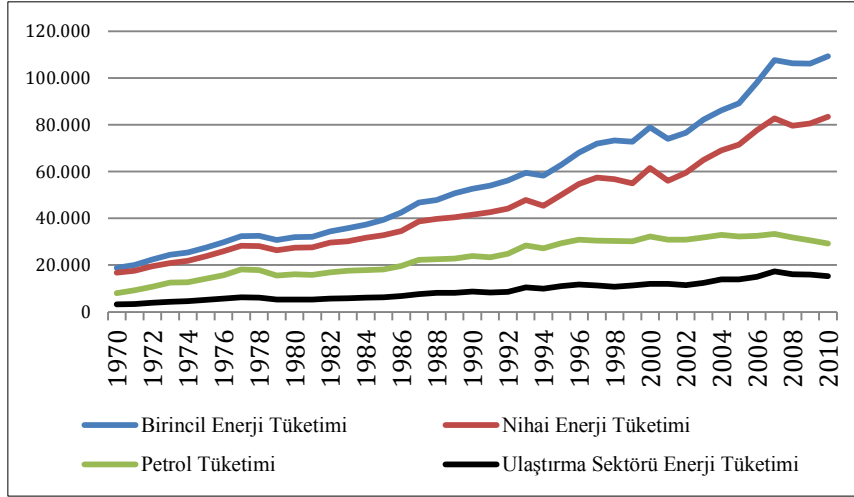
Not: Havayolu ve denizyolu verileri dâhil değildir.

Kaynak: TCDD (2012: 111-112).

3. Ulaştırma Sektörü Enerji Tüketimi

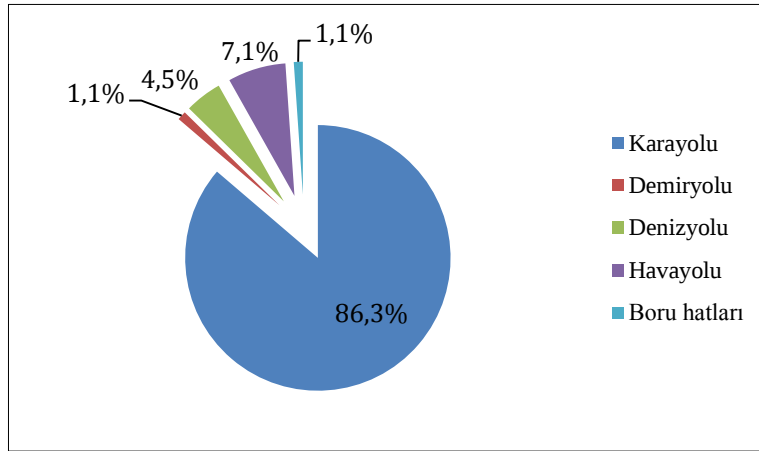
ETKB (2013) verilerine göre 2011 yılında toplam nihai olarak 86.952.200 ton eşdeğer petrol (TEP) enerji tüketilmiştir. Bu miktarın yaklaşık %18,3'ü ulaştırma sektöründe, %34,5'i konutlar ve hizmet sektöründe, %35,5'i sanayide ve %6,6'sı tarımda kullanılmıştır. Şekil 1'de 1970-2011 yılları arası Türkiye'nin birincil enerji tüketimi, nihai enerji tüketimi, toplam petrol tüketimi ve ulaştırma sektörü enerji tüketiminin yıllara göre değişimi yer almaktadır. Ulaştırma sektörünün toplam enerji tüketimi içindeki payı, yıllar itibari ile göreceli olarak azalmış olsa da, yine de önemli bir pay almaktadır. Sektördeki enerji tüketimine miktar olarak bakıldığında ise yıllar itibari ile artmış olduğu görülmektedir. Ulaştırma sektöründe tüketilen enerjinin ulaştırma türlerine göre dağılımı ise Şekil 2'de gösterilmektedir. Ulaştırma sektörü toplam enerji

tüketiminde karayolu taşımacılığının payı %86,3 iken, demiryolu taşımacılığının payı %1,1'dir.



Şekil 1. Türkiye Enerji Tüketimi (Bin TEP)

Kaynak: ETKB (2013)



Şekil 2. Ulaştırma Sistemlerinin Enerji Tüketim Payları (2011 Yılı)

Kaynak: ETKB (2013)

3.1. Karayolu ve Demiryolu Taşımacılığının Enerji Tüketimi Açısından Karşılaştırılması

Bu çalışmada, iki ulaştırma türünün enerji tüketimi açısından karşılaştırılması için enerji yoğunluğu değerleri kullanılmıştır. Enerji yoğunluğu, taşıma sistemlerinin birim taşıma (yolcu-km ve ton-km) için harcadıkları enerji miktarı olup, ulaştırma sistemlerinin yolcu ve yük taşımaları için harcadığı enerji miktarlarının taşıma miktarlarına bölünmesi ile elde edilmiştir. Harcanan enerji miktarının hesaplanmasında mevcut yol ve hatların, yapım bakım ve onarımı için harcanan enerji ihmal edilmiş ve sadece taşımalar için harcanan enerji dikkate alınmıştır.

Karayolu taşımacılığı enerji yoğunluğunun hesaplanmasında, şehirlerarası karayollarındaki taşıma miktarları için KGM (2012: 206) tarafından yayımlanan veriler kullanılmış; bu taşımalar için harcanan enerji miktarları ise yine KGM (2012: 206) tarafından yayımlanan otomobil, otobüs, orta yüklü ticari taşıt, kamyon, kamyon-römork ve çekici-yarı römork gibi her bir aracın taşıt-km değerlerinin ortalama yakıt tüketim değerleri ile çarpılıp toplanmasıyla elde edilmiştir. Enerji tüketim miktarı için ETKB (2013) verilerinin kullanılmamasının sebebi, ETKB (2013) tarafından yayımlanan verilerin şehir içi ve şehirlerarası olarak ayrılmamış olmasıdır; yayımlanan veriler karayollarında tüketilen toplam enerji miktarıdır. ETKB (2013), 2011 yılı için karayollarında şehir içi ve şehirlerarası toplam enerji tüketimini 13.757.200 TEP olarak vermiştir. Tablo 3'ten de görüldüğü üzere, bu çalışmada şehirlerarası enerji tüketimi 2011 yılı için 8.362.367 (3.654.975 + 4.707.392) TEP olarak hesaplanmıştır.

Demiryolu taşımacılığı enerji yoğunluğunun hesaplanmasında, taşıma miktarları ve bu taşımalar için harcanan enerji miktarı için TCDD (2012)'nin yayımladığı veriler kullanılmıştır. TCDD (2012: 109) verilerine göre; 2011 yılında 152.645 TEP'i motorin, 18.420 TEP'i elektrik olmak üzere demiryollarında toplam 171.065 TEP enerji tüketilmiştir. Ancak TCDD'nin yayımladığı verilerde demiryolu taşımacılığı için harcanan enerji, yolcu ve yük olarak ayrılmamış, toplam olarak verilmiştir. Bu nedenle demiryollarında yolcu ve yük taşımacılığı için tüketilen enerjiyi bulmak için, toplam tüketilen enerji yolcu ve yük tren-km değerleri (22.209.000 ve 18.123.000) ile orantılı olarak dağıtılmıştır. Bu çalışmada, ortalama bir yük treninin km başına tükettiği

enerjinin, ortalama bir yolcu treninin km başına tükettiği enerjinin 1,15 katı olduğu kabul edilmiştir.²

Tablo 3. Karayolu Taşımacılığının Enerji Tüketimi (2011 Yılı)

Taşıtlar	Taşıt Taşıma Miktarı (milyon taşıt-km)	Ort. Yakıt Tük. (litre/100 taşıt- km motorin)	Taşıtın Toplam Enerji Tüketimi (litre-motorin)
Otomobil	58.739	6,5	3.818.035.000
Otobüs	2.539	30	761.700.000
Yolcu Taşımacılığı Toplam Enerji Tüketimi			4.579.735.000 (3.877.204 TEP)
Ort. yük. tic. taş.	4.495	9	404.550.000
Kamyon	12.472	25	3.118.000.000
Kam-röm, Çek-yar.röm	7.250	35	2.537.500.000
Yük Taşımacılığı Toplam Enerji Tüketimi			6.060.050.000 (5.130.438 TEP)

Kaynak: Taşıma miktarları için KGM (2012: 206) verileri kullanılmış; Taşıtların ortalama yakıt tüketim değerleri için çeşitli taşıt markalarının internet sitesindeki yakıt tüketim değerleri dikkate alınarak ortalama bir değer kullanılmıştır.

Tablo 4'ten de görüldüğü üzere, 2011 yılı için karayolu yolcu taşımacılığının enerji yoğunluğu 0,0000160 TEP/yolcu-km, demiryolu yolcu taşımacılığının enerji yoğunluğu 0,0000150 TEP/yolcu-km, karayolu yük taşımacılığının enerji yoğunluğu 0,0000253 TEP/ton-km, demiryolu yük taşımacılığının enerji yoğunluğu 0,0000071 TEP/ton-km olarak hesaplanmıştır. Cansız (2007: 92 ve 115) çalışmasında 2005 yılı itibari ile taşıma türlerinin enerji yoğunluklarını; karayolu yolcu taşımacılığı için 1,13 MJ/yolcu-km (0,000027 TEP/yolcu-km), demiryolu yolcu taşımacılığı için 0,51 MJ/yolcu-km (0,0000122 TEP/yolcu-km), karayolu yük taşımacılığı için 1,69 MJ/ton-km (0,0000404 TEP/ton-km) ve demiryolu yük taşımacılığı için 1,02 MJ/ton-km (0,0000244 TEP/ton-km) olarak hesaplamıştır.

² Bu değer, TCDD çalışanları ile görüşülerek elde edilmiştir.

Tablo 4. Karayolu ve Demiryolu Taşımacılığı Enerji Yoğunluğu (2011 Yılı)

Taşıma Türü	Enerji Tüketimi (TEP)	Taşıma Miktarı (milyon yolcu-km, ton-km)	Enerji Yoğunluğu (TEP/yolcu-km, TEP/ton-km)
Karayolu Yolcu Taşımacılığı	3.877.204	242.265	0,0000160
Demiryolu Yolcu Taşımacılığı	$171.065 \cdot 22.209 / (22.209 + 18.123 \cdot 1,15) = 88.249,5$	5.882	0,0000150
Karayolu Yük Taşımacılığı	5.130.438	203.072	0,0000253
Demiryolu Yük Taşımacılığı	$171.065 \cdot 18.123 \cdot 1,15 / (22.209 + 18.123 \cdot 1,15) = 82.815,5$	11.677	0,0000071

Kaynak: Karayolu enerji tüketim değerleri için Tablo 4'teki değerler kullanılmış; Karayolu taşıma miktarları için KGM (2012: 206) verileri kullanılmış; Demiryolu enerji tüketim değerleri için TCDD (2012: 109) verileri kullanılmış; Demiryolu taşıma miktarları için TCDD (2012: 109) verileri kullanılmıştır.

Elde edilen enerji yoğunluğu değerlerine göre, yolcu taşımacılığında demiryolu taşımacılığı ile karayolu taşımacılığının birbirine çok yakın enerji yoğunluğuna sahip olması oldukça dikkat çekicidir. Bu durum ülkemiz demiryolu taşımacılığının enerji tüketimi açısından yolcu taşımacılığına çok elverişli olmadığını göstermektedir. Demiryolu yolcu taşımacılığının teknolojisi yenilenememiş konvansiyonel hat ve trenlerle yapılmasının ve hızlı trenlerin yaygınlaşmamasının bu sonuca sebep olduğu söylenebilir. Yük taşımacılığına baktığımızda ise, karayolu taşımacılığı demiryolu taşımacılığının yaklaşık 3,6 katı maliyete sahiptir; enerji tüketimi açısından demiryollarının oldukça avantajlı olduğu görülmektedir.

4. Demiryollarının Taşımacılıktan Aldığı Payın Artırılmasının Enerji Tüketimine Etkisi

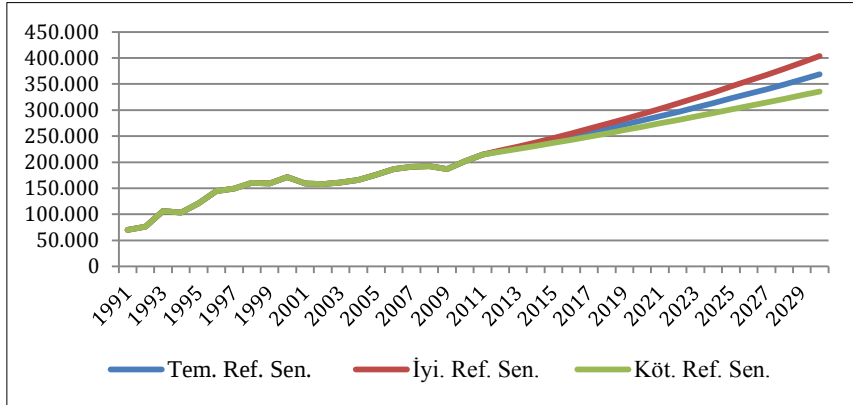
Karayolu ve demiryolu taşımacılıklarının enerji yoğunluğu değerleri, enerji tüketimi açısından yolcu taşımacılığında karayolu ve demiryolu arasında fazla fark olmadığını, ancak yük taşımacılığında karayollarının oldukça fazla enerji tükettiğini göstermektedir. Dolayısıyla, önümüzdeki

yıllarda yük taşımacılığında demiryollarının payının artırılması ve buna karşılık karayollarının payının azaltılmasının önemli miktarda enerji tasarrufu sağlayacağı öngörülmektedir.

Bu bölümde, yük taşımacılığının karayolundan demiryoluna kaydırılması üzerine kurulmuş alternatif senaryolara göre 2030 yılına kadar ulaştırma sektöründe enerji tüketim değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler, referans senaryolar için elde edilen değerlerle karşılaştırılarak tasarruf edilen enerji miktarı ortaya konmuştur. Enerji tüketimi açısından, yolcu taşımacılığında karayolu ve demiryolu arasında çok fazla fark olmaması nedeniyle senaryolarda yolcu taşımacılığına yer verilmemiştir.

Referans senaryolarda, iki taşımacılık sisteminin geçmişteki toplam taşıma miktarları referans alınarak 2012-2030 yılları arası toplam taşıma miktarları tahmin edilmiş; karayolu ve demiryolunun 2010 yılı yük taşımacılığı içindeki %75 ve %4,5 olan payları ve bu iki sistem dışında kalan boru hatları, havayolları ve denizyollarının toplam %20,5 olan payının 2030 yılına kadar aynı kalacağı kabul edilmiştir.

Türkiye karayolları ve demiryollarında 1991 yılında toplam 70.062 milyon ton-km yük taşınırken, bu rakam 2001 yılında 158.982 milyon ton-km, 2006 yılında 187.075 milyon ton-km ve 2011 yılında 214.749 milyon ton-km olmuştur. Son 20 yıllık sürede karayolu ve demiryolu yük taşımacılığının ortalama yıllık büyümesi %5,76, son 10 yıllık sürede %3,05 ve son 5 yıllık sürede %2,80 olmuştur. Bu rakamlardan yola çıkarak bu çalışmada temel referans senaryoda yıllık büyüme oranı 2012-2020 dönemi için %3, 2021-2025 dönemi için %2,85 ve 2026-2030 dönemi için %2,70 alınmıştır. Temel referans senaryonun yanı sıra taşıma miktarlarının tahmini ile ilgili iyimser ve kötümser senaryolara da yer verilmiş; iyimser referans senaryoda yıllık büyüme oranı 2012-2020 dönemi için %3,5, 2021-2025 dönemi için %3,35 ve 2026-2030 dönemi için %3,20; kötümser referans senaryoda yıllık büyüme oranı 2012-2020 dönemi için %2,5, 2021-2025 dönemi için %2,35 ve 2026-2030 dönemi için %2,20 olarak tahmin edilmiştir. Referans senaryolar için toplam yıllık yük taşıma miktarları Şekil 3'te gösterilmiştir.

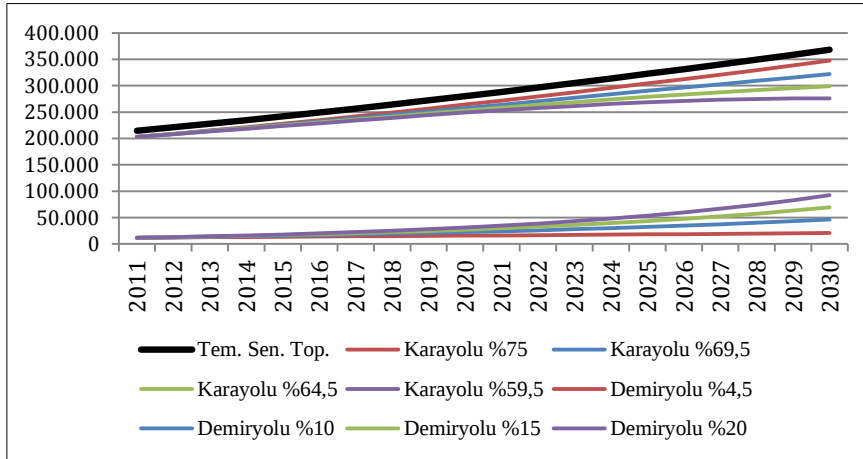


Şekil 3. Referans Senaryolara Göre 2012-2030 Dönemi İçin Tahmin edilen Karayolu ve Demiryolu Toplam Yük Taşımaları (milyon ton-km)

Alternatif senaryolar ise demiryollarının payının 2030 yılına kadar %10, %15 ve %20'ye çıkartılması ve buna paralel olarak karayollarının payının sırasıyla %69,5, %64,5 ve %59,5'e indirilmesidir. Diğer taşımacılık türlerinin payı 2030 yılına kadar %20,5 olarak sabit tutulmuştur. Temel, iyimser ve kötümser referans senaryoların her biri için alternatif senaryolar hazırlanmıştır. Hazırlanan senaryolar Tablo 4'te analitik olarak görülmektedir. Şekil 4'te temel referans senaryo için alternatif senaryolara göre hazırlanan taşıma miktarları yer almaktadır. Senaryolara göre demiryollarının yük taşımacılığında aldığı payın artırılması için mevcut konvansiyonel hatların yük taşımacılığında daha fazla kullanılmasını gerektirmektedir. Ancak bu durum tek başına yeterli değildir. Bunun yanı sıra yeni hat ve bağlantı yollarının yapılması gerekmektedir. Çekerol ve Nalçakan (2011: 339)'ın belirttiği gibi 81 il merkezinin 37'sinden geçmeyen mevcut demiryolu altyapısı ile demiryollarının yük taşımacılığında %20 pay almasını beklemek çok gerçekçi olmayacaktır. Şekil 4'te görüldüğü gibi, alternatif senaryolarda karayollarının taşımacılıktan aldığı pay azalsa da, miktar olarak karayolu taşımacılığının büyümesi devam etmektedir. Karayolu taşımacılık sektörünü küçülterek taşımacılıktan aldığı payı azaltmak çok gerçekçi bir senaryo olmayacaktır. İyimser ve kötümser referans senaryolar için hazırlanan alternatif senaryolara göre de, karayolu taşımacılığının payı azalsa da miktar olarak büyümektedir. Örneğin kötümser referans senaryo dikkate alınarak karayollarının payının %59,5'e indirildiği alternatif

senaryoda, karayollarının 2011 yılında 203.072 milyon ton-km olan taşımacılık miktarı 2030 yılında 251.357 milyon ton-km'ye çıkmakta; sektör yıllık ortalama yaklaşık %1,13 büyümeye göstermektedir.

ADEME (2012: 3) tarafından yapılan çalışmada, ulaştırma sektöründe Avrupa Birliği ülkelerinin 1990 yılından 2009 yılına kadar geçen süreçte enerji tüketimi açısından %17 daha etkin olduğu tespit edilmiştir. Enerji verimliliğindeki artış ve gelişen yakıt ve araç teknolojisi göz önüne alınarak senaryoların gerçekçi olması için bu çalışmada, enerji yoğunluğu değerleri her yıl için yaklaşık %0,50 olmak üzere 2030 yılına kadar toplamda %10 azaltılmış, karayolunun 2011 yılında 0,0000253 TEP/ton-km olan enerji yoğunluğu değeri 2030 yılında 0,0000228 TEP/ton-km'ye, demiryolunun 2011 yılında 0,0000071 TEP/ton-km olan enerji yoğunluğu değeri 2030 yılında 0,0000064 TEP/ton-km olarak alınmıştır. Senaryoların her biri için taşıma miktarları, Excel Programı kullanılarak hesaplanmıştır.



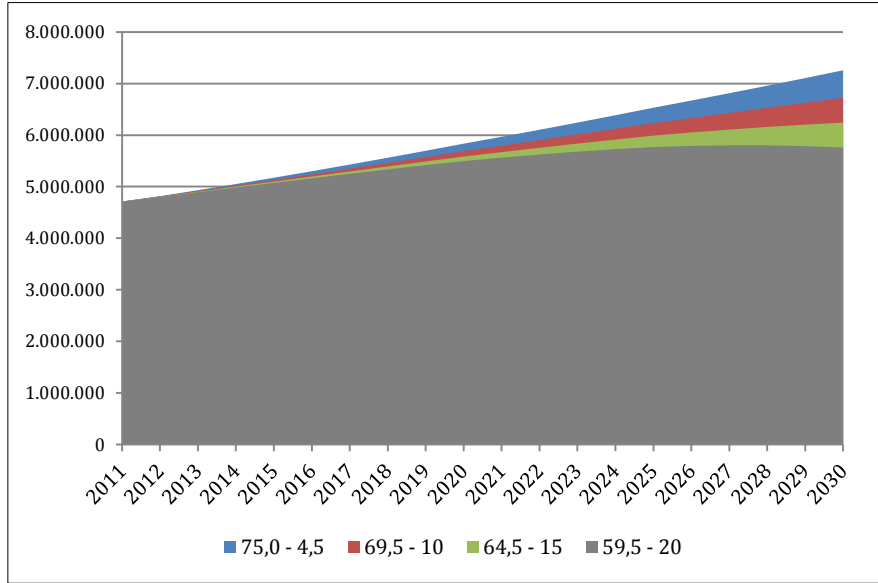
Şekil 4. Temel Referans Senaryo İçin Hazırlanan Alternatif Senaryolara Göre 2012-2030 Dönemi İçin Tahmin Edilen Karayolu ve Demiryolu Yük Taşımaları (milyon ton-km)

Senaryoların tamamı için elde edilen enerji tüketim değerleri Tablo 5'te yer almaktadır. Şekil 5'te ise, temel referans senaryo için hazırlanan alternatif senaryolara göre toplam enerji tüketimi yer almaktadır. Türkiye'nin, demiryollarının yük taşımacılığında aldığı payın %20'ye

ıkartılması ile elde edeceği enerji tasarrufu yaklaşık 11,01 MTEP – şekil 5'te mavi, kırmızı ve yeşil ile gösterilen toplam alan- olmaktadır. Bu rakam taşımacılık sektöründeki büyüme oranına göre değişmektedir; kötümser ve iyimser referans senaryolar dikkate alındığında, demiryollarının payının %20'ye çıkartılması ile elde edilecek enerji tasarrufunun 10,27 MTEP ile 11,82 MTEP arasında değiştiği söylenebilir. Demiryollarının payının %15'e çıkartılması ile elde edilecek enerji tasarrufu yaklaşık 7,26 MTEP ile 8,34 MTEP arasında değişmekte; demiryollarının payının %10'a çıkartılması ile elde edilecek enerji tasarrufu ise yaklaşık 3,99 MTEP ile 4,58 MTEP arasında değişmektedir. Temel referans senaryoya şehirlerarası yük taşımacılığında demiryollarının %4,5 olan payının 19 yılda doğrusal olarak %20'ye çıkartılmasıyla elde edilecek toplam enerji tasarrufu, Türkiye'nin 2011 nihai enerji tüketiminin %12,7'sine denk gelmektedir.

Tablo 5. Senaryolar İçin Tahmin Edilen Enerji Tüketimi ve Tasarrufu (TEP)

		Referans Senaryolar	Alternatif Senaryolar			
		Demiryolu %4,5 Karayolu %75 Diğer %20,5	Demiryolu %10 Karayolu %69,5 Diğer %20,5	Demiryolu %15 Karayolu %64,5 Diğer %20,5	Demiryolu %20 Karayolu %59,5 Diğer %20,5	
Temel Referans Senaryo	Enerji Tüketimi	124.123.021	119.846.880	116.344.817	113.108.612	
	Enerji Tasarrufu	-	4.276.141	7.778.204	11.014.409	
İyimser Referans Senaryo	Enerji Tüketimi	130.762.206	126.180.745	122.423.601	118.946.958	
	Enerji Tasarrufu	-	4.581.461	8.338.605	11.815.248	
Kötümser Referans Senaryo	Enerji Tüketimi	117.873.716	113.882.402	110.617.998	107.605.607	
	Enerji Tasarrufu	-	3.991.314	7.255.718	10.268.109	



Şekil 5. Temel Referans Senaryo İçin Hazırlanan Alternatif Senaryolara Göre 2012-2030 Dönemi İçin Tahmin Edilen Karayolu ve Demiryolu Toplam Enerji Tüketimi (TEP)

5. Sonuç ve Öneriler

Ulaştırma sektörü, Türkiye'nin toplam enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir ve sektörde tüketilen enerjinin büyük çoğunluğunu petrol ürünleri oluşturmaktadır. Ulaştırma sektörünün enerji tüketimi açısından daha ekonomik bir yapıya kavuşturulması ve enerji temininde dışa bağımlılığın azaltılması önem arz eden bir konudur. Karayolu ve demiryolu ulaştırma sistemlerinin enerji tüketimi açısından karşılaştırıldığı ve farklı senaryolar için şehirlerarası taşımacılığın karayollarından demiryollarına kaydırılmasının sağlayacağı enerji tasarrufunun ortaya konulmasının amaçlandığı bu çalışma sonucunda:

2011 yılı için karayolu yolcu taşımacılığının enerji yoğunluğunun 0,000016 TEP/yolcu-km, demiryolu yolcu taşımacılığının enerji yoğunluğunun 0,000015 TEP/yolcu-km, karayolu yük taşımacılığının enerji yoğunluğunun 0,0000253 TEP/ton-km, demiryolu yük taşımacılığının enerji yoğunluğunun 0,0000071 TEP/ton-km olduğu tespit edilmiştir.

Yük taşımacılığında, demiryollarının payının %10, %15 ve %20'ye çıkartılması ve buna paralel olarak karayollarının payının sırasıyla %69,5, %64,5 ve %59,5'e indirilmesi üzerine hazırlanan senaryolarda; Demiryollarının yük taşımacılığındaki payının %20'ye çıkartılması ile elde edilecek enerji tasarrufunun yaklaşık 10,27 MTEP ile 11,82 MTEP arasında olduğu; demiryollarının payının %15'e çıkartılması ile elde edilecek enerji tasarrufunun yaklaşık 7,26 MTEP ile 8,34 MTEP arasında olduğu; demiryollarının payının %10'a çıkartılması ile elde edilecek enerji tasarrufunun ise yaklaşık 3,99 MTEP ile 4,58 MTEP arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu tespitler ve karayolu taşımacılığında kullanılan petrolün büyük ölçüde ithalat yolu karşılandığı göz önüne alındığında; yük taşımacılığının karayolundan demiryoluna kaydırılması sonucunda elde edilecek olan enerji tasarrufu konusunun politika yapıcılar açısından ele alınması gerektiği söylenebilir.

Kaynakça

- ADEME (Agence de l'Environnement et de la maitrise de l'Energie) (2012), Energy Efficiency Trends in the Transport Sector in the EU Lessons from the ODYSSEE MURE Project. <http://www.ipeec.org/RESOURCES/Publications.aspx>, 23.09.2012.
- Aghajani, A. M., Shavakhi, B. L. (2011), "Investigation and Comparison of Energy Intensity in Iranian Transportation Industry (Case Study Road Transportation Sector)", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 51, 89-96.
- Banister, D., Stead, D. (2002), "Reducing Transport Intensity", *European Journal of Technology and Infrastructure Research*, 2(3/4), 161-178.
- Cansız, Ö. F. (2007). *Enerji Politikalarının Ulaştırma Sistemlerinin Optimizasyonu İle Geliştirilmesi ve Uygulamadan Elde Edilen Getirilerin Ortaya Konması*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çekerol, G. S., Nalçakan, M. (2011), "Lojistik Sektörü İçerisinde Türkiye Demiryolu Yurtiçi Yük Taşıma Talebinin Ridge Regresyonla Analizi", *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 31(2), 321-344.

- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı) (2001), *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ulaştırma Özel İhtisas Komisyonu Raporu Demiryolu Ulaştırması Alt Komisyonu Raporu*, Ankara.
- Ediger, V. Ş., Çamdalı, Ü. (2007), "Energy and Exergy Efficiencies in Turkish Transportation Sector, 1988–2004", *Energy Policy*, 35(2), 1238-1244.
- ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) (2013), http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=tr&sf=webpages&b=y_istatistik&bn=244&hn=244&id=398, 16.03.2013.
- Federici, M., Ulgiati, S., Basosi, R. (2009), "Air Versus Terrestrial Transport Modalities: An Energy and Environmental Comparison", *Energy*, 34(10), 1493-1503.
- Kaynak, M. (2002), "Yeni Demiryolu Çağı, Yüksek Hızlı Trenler ve Türkiye", *Ekonomik Yaklaşım*, 13(42–43), 23-53.
- KGM (Karayolları Genel Müdürlüğü) (2012), *2011 Trafik ve Ulaşım Bilgileri*, Ankara.
- Liimatainen, H., Pöllänen, M. (2010), "Trends of Energy Efficiency in Finnish Road Freight Transport 1995–2009 and Forecast to 2016", *Energy Policy*, 38(12), 7676-7686.
- Lipsy, P. Y., Schipper, L. (2013), "Energy Efficiency in the Japanese Transport Sector", *Energy Policy*, 56, 248-258.
- Ramanathan, R. (2000), "A Holistic Approach to Compare Energy Efficiencies of Different Transport Modes", *Energy Policy*, 28(11), 743-747.
- TCDD (Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları) (2008), *2003-2007 İstatistik Yıllığı*, Ankara.
- TCDD (Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları) (2012), *2007-2011 İstatistik Yıllığı*, Ankara.
- Utlı, Z., Hepbaşlı, A. (2006), "Assessment of the Energy Utilization Efficiency in the Turkish Transportation Sector Between 2000 and 2020 Using Energy and Exergy Analysis Method", *Energy Policy*, 34(13), 1611-1618.
- Zhang, M., Li, H., Zhou, M., Mub, H. (2011), "Decomposition Analysis of Energy Consumption in Chinese Transportation Sector", *Applied Energy*, 88(6), 2279-2285.