

# Türkiye-Avrupa Ulaştırma Koridorunda Çoklu Taşımacılık Maliyetleri ve Taşıma Türü Seçimi

**Hava ALDIN**

E-Posta: havaaldin@hotmail.com

**Öğr. Gör. Volkan ÇETİNKAYA**

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Lojistik Yönetimi Bölümü,  
Buca/İZMİR

Tel: (232) 453 81 97

E-Posta: volkan.cetinkaya@deu.edu.tr

**Prof. Dr. D. Ali DEVECİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü,  
Buca/İZMİR

Tel: (232) 453 81 97

E-Posta: adeveci@deu.edu.tr

## Öz

Son yıllarda Türkiye’de çoklu taşımacılığın geliştirilmesine yönelik politikalar ve bu bağlamda ulaştırma altyapılarına yapılan yatırımlar ile birlikte çoklu taşımacılık (multimodal taşımacılık) hizmetlerinin sunumu artış göstermeye başlamıştır. Türkiye coğrafi konumu itibari ile çoklu taşımacılık açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye’den en fazla çoklu taşımacılık en büyük ticaret ortağı olan Avrupa ülkelerine gerçekleştirilmektedir.

Bu araştırmanın amacı Türkiye-Avrupa Ulaştırma Koridorundaki çoklu taşıma hizmetlerinin, ulaştırma maliyeti ve transit süreleri baz alarak, alternatif rotaları ve taşıma türü kombinasyonlarını karşılaştırmak ve çoklu taşıma sistemlerini değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda araştırma modeli olarak Beresford Ulaştırma Maliyeti Modeli’nden yararlanılmış ve örnek olay inceleme yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmanın sonuçlarının Türkiye-Avrupa Ulaştırma Koridorunda taşıtanların çoklu taşıma kombinasyonları ve rotalarının seçimine katkı sağlaması beklenmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Çoklu Taşımacılık, Beresford Modeli, Taşıma Maliyetleri, Transit Süre

## Giriş

1950’li yılların ortalarından itibaren dünyada taşımacılık alanında konteyner taşımacılığının ortaya çıkması ile kombine ve çoklu taşımacılık kavramları doğmuş, günümüze kadar artan ticaret hacmi ile birlikte çoklu taşımacılığa ilgi de artmış bulunmaktadır. Çoklu taşımacılığın bu kadar önem kazanmasının sebeplerinden birisi taşımacılık maliyetinin özellikle büyük tedarik zincirlerinde zincirin tüm üyeleri için büyük bir kalem olmasıdır. Endüstriyel

ürünlerin mümkün olan en kısa sürede hedef noktaya ulaşması hizmet kalitesini arttırmaktadır, fakat her bir taşıma türünün birbirinden çok farklı teslim sürelerine ve maliyetlere sahip olması bu ulaştırma türleri arasında bir değiş-tokuş dengesi(trade-off) analizi gerektirmektedir. Olayın çevresel boyutuna da baktığımızda her bir ulaştırma türünün çevreye olan zararları farklı boyutlardadır. Bu bakımdan çoklu taşımacılık sistemlerindeki her bir taşıma türü, tedarik zincirinin etkinliği açısından avantaj ve dezavantajlar sunmaktadır. Çoklu taşımacılık sistemlerinde amaç, tüm taşıma türlerinin en avantajlı yönlerinden yararlanarak maliyet, süre ve çevresel boyut açısından etkin, verimli ve doğaya saygılı bir rota ve taşıma kombinasyonunun seçilmesidir.

Uygun bir rota seçimi için 1999 yılında A. Beresford tarafından geliştirilmiş olan Beresford Modeli özellikle maliyet ve süre gibi ulaştırma değişkenlerinin analiz edilmesinde kullanılan bir modeldir.

Bu çalışma çoklu taşımacılıktaki ulaştırma türleri ile ilgili kavramları açıklayarak, Türkiye'den İsviçre'ye mermer taşımacılığı üzerine maliyet ve transit süre faktörleri açısından Beresford Yöntemi ile en uygun bir rota ve taşıma türü kombinasyonu ortaya koymayı amaçlamaktadır.

### **Çoklu Taşımacılık Sistemleri ve Taşıma Türü Seçimi**

Çoklu taşıma, maliyet, süre, çevresel etki ve hizmet kalitesi gibi değişkenler açısından birbirlerinden üstünlükleri bulunan en az iki taşıma türünün; verim, üretkenlik ve maliyet etkinliği sağlamak amacı ile bir araya getirilmesi ile oluşan uluslararası bir taşıma sistemidir. (United Nations Conference on Trade and Development UNCTAD, 1993).

Çoklu taşıma sistemlerinde her bir taşıma türünün süre ve maliyet açısından üstün yönlerinden yararlanılması sistemin toplam maliyetini düşürecek, toplam bekleme süresini en aza indirecek ve başarılı bir servis hizmeti ortaya konulmasını sağlayacaktır. Ayrıca taşıma esnasında tüm sorumluluğun taşıma koordinatörü olarak nitelenen tek bir elde olması aktarma merkezlerindeki zaman kaybı, çalınma, kaybolma gibi riskleri de ortadan kaldırmaktadır. Tüm bu belirtilen faydaların sonucu olarak çoklu taşıma Sistemleri, daha kısa aktarma süreleri içeren, daha az dokümantasyon içeren daha düşük maliyetli ve daha güvenli bir ulaştırma olanağı sağlamaktadır. Bunun yanında; karayolu taşımacılığında çoklu taşımacılığa doğru artan eğilim, sırası ile hava kirliliğinin azalması, yakıt tüketiminin azalması gibi çevresel faydaların yanı sıra, trafik kazalarının azalması gibi sosyal faydaları da ortaya koyacaktır.

Hayuth (1989) ve Sanders'e (1991) göre çoklu taşımacılık sistemi kavramsal olarak fiziksel altyapı, kapıdan kapıya taşıma operasyon sistemi, ticari sistem, bilgi sistemi, sorumluluk sistemi ve lojistik sistem olarak adlandırılan altı boyuttan oluşmakta ve her bir boyut farklı bir fonksiyonu gerçekleştirmektedir (Deveci, 2010). Deveci'nin 2010 yılında yapmış olduğu bir çalışmada karayolu, terminal, demiryolu, liman fiziksel altyapı kapsamında, paketleme, yükleme, yük hareketi kapıdan kapıya taşıma operasyon sistemi kapsamında, rezervasyon, fatura, yük teslimi bilgi sistemi kapsamında, yükün sorumluluğu, hukuk, sigorta sorumluluk kapsamında ve son olarak tedarik, depolama, dağıtım gibi fonksiyonlar da lojistik sistem boyutu kapsamında belirtilmiştir.

Çoklu taşıma sistemlerinde karayolu, demiryolu, denizyolu, su yolu ve havayolu gibi ulaştırma türlerinin entegrasyonunun yanında, akışların, taşıma sorumluluklarının, organizasyon yapılarının, yasal düzenlemelerin ve çevresel gerekliliklerin de entegrasyonu önemlidir. Çoklu taşımada tüm taşıma tek bir sorumlu tarafından koordine edilmektedir. Bu sorumlu, yükleyicilerle taşıyıcılar arasında çalışan araçlar, yükleyici firma ya da nakliye acentesi olabilir. Taşıma rotasında yer alan her ülkenin yasal ve çevresel düzenlemeleri farklı olduğundan bu entegrasyonun planlı bir şekilde yapılması sınır kapılarındaki ve aktarma merkezlerindeki bekleme sürelerini azaltacaktır. Farklı ulaştırma türlerinin belirtilen faktörler açısından entegrasyonu zaman, maliyet ve servis kalitesi açısından tüm tedarik zincirini koordine eden bir kapıdan kapıya teslimat anlayışı sağlar. Çoklu taşımacılıkta başarılı olabilmek için ulaşım türleri arasında işbirliği ve koordinasyon önemli bir gerekliliktir (Banomyang, 2000).

Taşıma türünün seçimi ve türlerin kombinasyonları çoklu taşıma sisteminin verimliliği üzerinde doğrudan etkilidir (Beresford, Pettit, Liu, 2006). Şakar 2010 yılında yaptığı çalışmada taşıma için kullanılacak kaynakları ve taşıma sonucu oluşacak çevresel etkileri belirlediği için taşıma türlerinin doğru modellenmesinin ulaştırma sisteminin analizinin en önemli kısmı olduğunu belirtmiştir.

Günümüzde çoklu taşıma kombinasyonu yaratma amaçlı kullanılan taşıma türleri karayolu, demiryolu, denizyolu, iç su yolu, havayolu ve boru hatlarıdır. Karayolu çoklu taşımanın bir parçası olarak en çok kullanılan taşıma türüdür (Tuna, 2009). Diğer taşıma türleri ile karşılaştırıldığında kamyonların yükü gemilere, demiryolu ve havayolu terminallerine kolay bir şekilde ulaştırabilmesi karayolu taşımasının erişilebilirliğini sağlamaktadır (Ballou, 1999). Maliyet açısından bakıldığında karayolu sabit maliyetleri düşük fakat yakıt giderleri, vergiler ve terminal giderleri sebebiyle işletme maliyetleri oldukça yüksektir. Karayolu transit süresi aynı rotalar referans alındığı takdirde demiryolu ve denizyoluna göre oldukça kısadır. Hava kirliliği, trafik kazaları ve trafik tıkanıklıkları karayolu taşıma türüne ait olumsuzluklar arasındadır. Deniz yolunun büyük miktarlarda ticari ürün taşımacılığına izin vermesi düşük birim maliyet avantajını ortaya koyarken, hava kirliliği, tehlikeli madde sızıntısı gibi olumsuz çevresel etkileri de mevcuttur. İç su yolu taşıma türü nehir, göl ve kanalların coğrafi olarak elverişliliğine bağlı olup, bugün Avrupa ve ABD’de tercih edilmektedir (Lambert, Ellram, Stock, 1998). Havayolu uzak mesafe veya acil taşımalar için uygun bir tür olup, maliyeti oldukça yüksektir (Coyle, Bardi, Langley, 1996).

Taşıma türü seçiminde etkili faktörler ile ilgili yapılan araştırmalarda genel olarak maliyet, hizmet, süre, güvenlik ve rota ilişkili faktörler incelenmiştir. Murphy ve Hall (1995) taşıma türü seçimindeki faktörleri güvenilirlik, navlun ücretleri, transit süreler, taşıyanın özellikleri, taşınan ürüne ait pazarın durumu ve yük tipi olarak gruplandırırken, Evers ve diğerleri (1996) en önemli faktörleri rotanın uygunluğu, dakiklik, taşıyan ile iletişim, maliyet ve hasar durumunda tazmin edebilme olarak belirlemiştir. McKinnon’a göre taşıma türünün ve kombinasyonlarının seçiminde etkili olan faktörler; kargo hacmi, ve özellikleri, ulaştırma maliyetleri, bekleme süreleri, rotanın ulaşım kapasitesi, müşterinin ortaya koyduğu gereklilikler, taşıyıcının teknik kapasitesi ve yasal düzenlemeler olarak sıralanabilir. Bu faktörler arasında en önemlileri matematiksel modeller ile incelenebilmeleri açısından maliyet ve transit sürelerdir; ve bunlar uygun bir çoklu taşıma sistemi kurulabilmesi için analiz edilmesi gereken faktörlerdir.

# Türkiye ve İsviçre Arasında Çoklu Taşımacılık Alternatif Modeli Üzerine Bir Araştırma

## Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

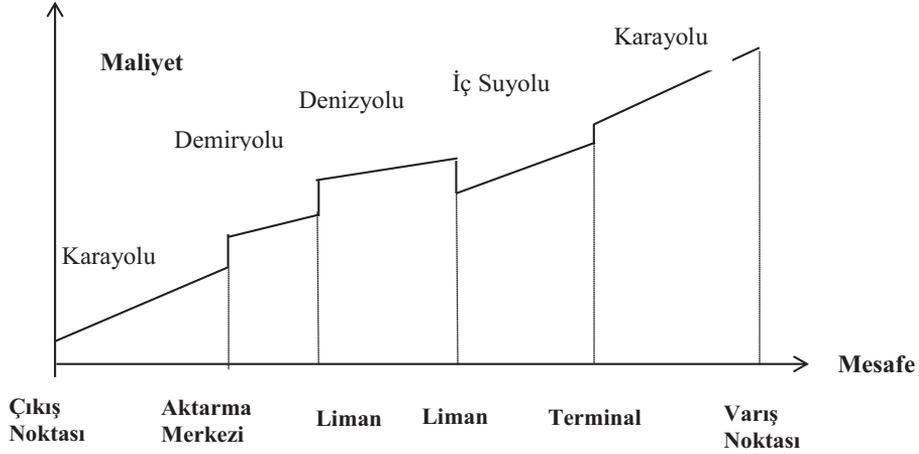
Araştırmanın amacı, Türkiye’de üretilen mermerin İsviçre’ye taşınması ile ilgili uygun çoklu taşımacılık alternatiflerinin maliyet ve süre açısından analiz edilerek en uygun rota ve taşıma türü kombinasyonunun saptanmasıdır. Araştırmada gerekli veri toplama ve alternatiflerin belirlenebilmesi için uygun yöntem olarak örnek olay incelemesi seçilmiştir. Bu kapsamda örnek olarak 1 FEU (forty foot equivalent unit) birim mermerin Türkiye’den İsviçreye ulaştırılması ele alınmıştır. Araştırmada karayolundaki ortalama hızın 60 km/saat olduğu ve tek sürücü ile taşınmanın sağlandığı varsayılmıştır. Araştırma ile ilgili veriler, belirtilen koridorda çalışan lojistik hizmet sağlayıcılarından ve rota üzerindeki terminallerden elde edilmiş ve Beresford Modeli yardımı ile analiz edilmiştir.

Beresford Modeli, farklı türlerde ve hacimlerde ürün taşıyan, farklı uzaklıklar içeren, çok veya az elemanlı tüm tedarik zincirlerine uygulanabilir esnek bir modeldir. Modelin en önemli öğeleri maliyet, süre, uzaklık, ve taşıma türüdür. Banomyang (2001) bu modelin taşıma operasyonunda geçen sürelerin (karayolu, demiryolu, iç su yolu ve deniz yolu taşıması) yanı sıra çoklu taşıma transfer işlemlerinde ( limanlar, kara ve demiryolu gümrüklerinde v.b.) geçen süreleri de içerdiğini belirtmiştir. Model önceki yıllarda, farklı araştırmacılar tarafından farklı tedarik zincirlerinde ve farklı ulaştırma koridorlarında gerçek veriler ile çalışılmış ve uygulanmıştır. Modelin kullanıldığı araştırmalar Tablo 1’ de özetlenmiştir.

Tablo 1 Beresford Modelinin Kullanılmış Olduğu Geçmiş Uygulamalar.

| Koridor                | Ürün               | Kaynak                          |
|------------------------|--------------------|---------------------------------|
| İngiltere - Yunanistan | Viski              | Beresford (1999)                |
| Laos - AB              | Elbise             | Banomyang and Beresford (2001)  |
| Avustralya-Çin         | Demir cevheri      | Beresford, Liu and Petit (2006) |
| Viantane - Singapur    | Konteyner Ürünleri | Banomyang (2001)                |
| Türkiye - İngiltere    | Tekstil            | Şakar (2010)                    |
| Türkiye - Rusya        | Konteyner Ürünleri | Abdullayev (2013)               |

Beresford’a göre her bir taşıma türünün veya rotanın üstünlüklerinin belirlenebilmesi amacı ile taşıma türleri arasında geçen aktarma süreleri ve maliyetleri, sınır kapılarında ve terminallerdeki bekleme süreleri ve maliyetleri gibi çoklu taşıma süresince gerçekleşen dolaylı maliyetler ve süreler analiz edilmelidir.



Şekil 1 Çoklu Taşıma Beresford Maliyet Modeli.

ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and Pacific) , Beresford Modelinin maliyet-mesafe ve maliyet-zaman karşılaştırmalı olarak iki ayrı şekilde kurulabileceğini belirtmiş ve modeli kurmak için gerekli olan verileri aşağıdaki gibi sıralamıştır.

- Yükün çıkış ve varış noktaları
- Tüm rota boyunca yükün hareket etmediği noktalar (Limanlar, aktarma merkezleri v.b.).
- Rota boyunca her bir merkeze ulaşım için taşıma türleri.
- Her bir taşıma sürecinde kat edilen mesafe.
- Bekleme noktalarındaki transit süreler.
- Her bir taşıma sürecinde gerçekleşen maliyetler.

Model öncelikle birim ulaştırma maliyetlerinin ulaştırma alternatifleri arasında farklılıklar gösterdiğini; deniz yolunun ton/km. birimi ile ifade edildiğinde en ucuz ulaştırma alternatif, karayolunun en pahalı ulaştırma alternatif ve demiryolu ve iç su yollarının orta maliyetli bir ulaştırma alternatif olduğu varsayımında bulunmaktadır (Beresford, 1999). Şekil 1' de de görüleceği üzere liman ve terminal gibi bekleme noktalarında mesafe kat edilmez iken maliyetler ciddi oranda artmış, taşıma esnasında kullanılan taşıma türüne bağlı olarak maliyet doğru eğimlerinin arttığı noktalarda daha fazla yükselmiş ve teslimat noktasında toplam maliyete ulaşmıştır.

### Araştırmanın Bulguları

Araştırmada mermerin Türkiye'nin Denizli kentinden İsviçre'nin Kreuzlingen kentine ulaştırılmasında kullanılacak birçok rotadan karayolu, demiryolu ve denizyolu kombinasyonlarını içeren beş adet alternatif rota değerlendirilmiştir. Bu rotalar özet olarak Tablo 2' de görülebilir.

Tablo 2 Denizli - Kreuzlingen Arasındaki Alternatif Ulaştırma Rotaları.

| Rota | Çıkış Noktası | Taşıma Türü | Aktarma Merkezi | Taşıma Türü | Aktarma Merkezi | Taşıma Türü | Aktarma Merkezi | Taşıma Türü | Aktarma Merkezi | Taşıma Türü | Varış Noktası |
|------|---------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|---------------|
| 1    | Denizli       | Karayolu    | Denizli         | Demiryolu   | İzmir           | Denizyolu   | Antwerp         | -----       | -----           | Karayolu    | Kreuzlingen   |
| 2    | Denizli       | Karayolu    | -----           | -----       | İzmir           | Denizyolu   | Antwerp         | Demiryolu   | Zürih           | Karayolu    | Kreuzlingen   |
| 3    | Denizli       | Karayolu    | -----           | -----       | İzmir           | Denizyolu   | La Spezia       | Demiryolu   | Zürih           | Karayolu    | Kreuzlingen   |
| 4    | Denizli       | Karayolu    | Denizli         | Demiryolu   | Aliağa          | Denizyolu   | Antwerp         | Demiryolu   | Zürih           | Karayolu    | Kreuzlingen   |
| 5    | Denizli       | Karayolu    | İzmir           | Karayolu    | Çeşme           | Denizyolu   | Trieste         | Karayolu    | Zürih           | Karayolu    | Kreuzlingen   |

*Rota 1 Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu*

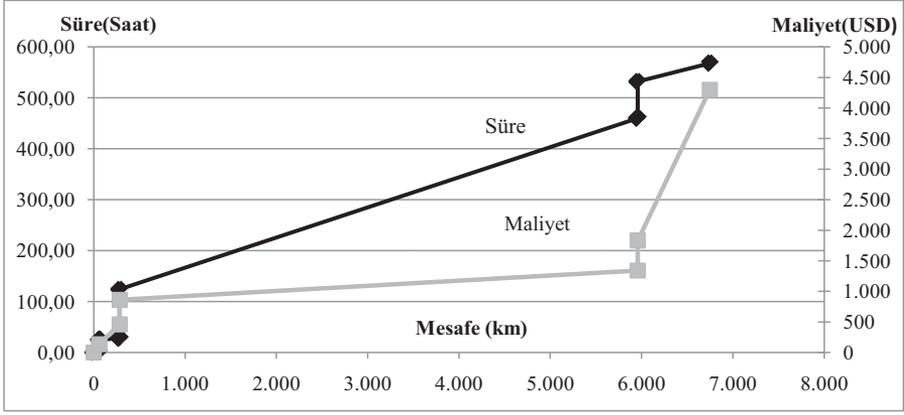
En önemli ayağı İzmir Limanı ve Antwerp Limanı arasındaki denizyolu olan bu rotanın İzmir ve Denizli arasındaki kısmı kara ve demiryolu taşıma türlerinin kombinasyonu ile sağlanmaktadır. Bu rotada Antwerp'ten Kreuzlingen'e ulaşım ise karayolu ile sağlanmaktadır.

Tablo 3 'de de görüldüğü üzere rotadaki toplam sürenin 568 saat (23.66 gün), toplam maliyetin 4,298 \$ olarak ve birim maliyetin 0.64\$/km.olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Rotada maliyetin en yüksek olduğu kısım Antwerp Limanı ve Kreuzlingen arasında gerçekleşen karayolu ayağıdır. Rotanın denizyolu ayağındaki mesafe alınan toplam mesafenin %84'nü oluştururken, bu kısımdaki maliyet ise toplam maliyetin %11'ini oluşturmaktadır. Fakat buna karşın hizmet süresinin büyük kısmı denizyolu taşımacılığında gerçekleşmektedir. Bu durum bize, denizyolu taşımacılığının maliyet açısından oldukça avantajlı olduğunu, fakat hizmet sürelerinin uzun olduğunu göstermektedir.

Tablo 3 Rota 1 Transit Süre - Mesafe ve Maliyetler.

| Rota Ayağı                            | Taşıma Türü | Transit Süre (Saat) | Mesafe (km)  | Maliyet (USD) |
|---------------------------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------|
| Denizli - Denizli Tren İstasyonu      | Karayolu    | 1                   | 60           | 135           |
| Denizli Tren İstasyonu                |             | 24                  |              |               |
| Denizli Tren İstasyonu - İzmir Limanı | Demiryolu   | 3                   | 223          | 325           |
| İzmir Limanı                          |             | 96                  |              | 285           |
| İzmir Liman Gümrük                    |             |                     |              | 115           |
| İzmir - Antwerp                       | Denizyolu   | 336                 | 5,675        | 480           |
| Antwerp Limanı                        |             | 72                  |              | 266           |
| Antwerp Liman Gümrük                  |             |                     |              | 123           |
| T1 Vergisi                            |             |                     |              | 103           |
| Antwerp-Kreuzlingen                   | Karayolu    | 36                  | 790          | 2,466         |
| <b>Toplam</b>                         |             | <b>568</b>          | <b>6,748</b> | <b>4,298</b>  |

Şekil 2'de, incelenen 1 numaralı rotaya ait verilerin Beresford Modeli grafik gösterimi verilmiştir.



Şekil 2 Rota 1 Süre ve Maliyet-Mesafe Grafiği.

#### Rota 2 Karayolu/Denizyolu/Demiryolu/Karayolu

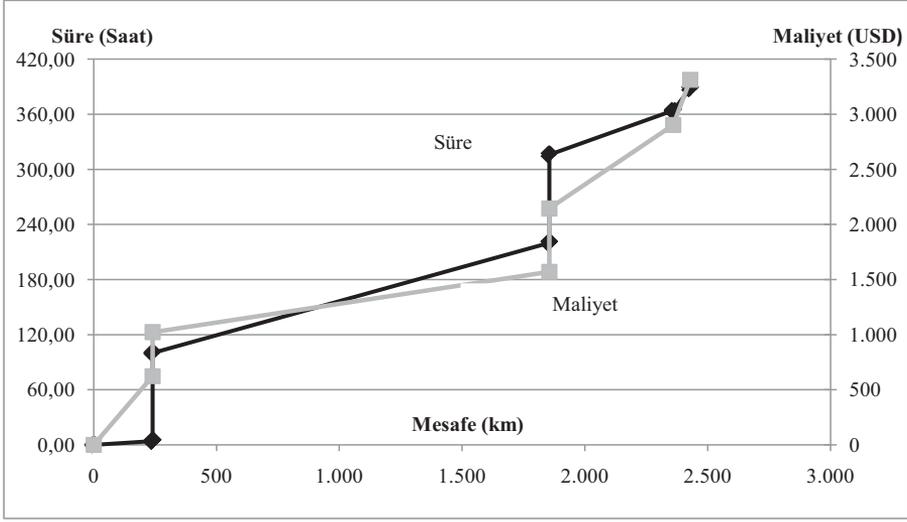
Rota 2 Rota 1 ile benzer ulaştırma türlerini içerse de ilk taşıma ve son taşıma türleri dolayısıyla maliyetleri farklılıklar göstermektedir. Rota 2 ile ilgili Tablo 4' de verilen bilgilere göre rotanın ana ayağının Rota 1'de olduğu gibi İzmir Limanı - Antwerp Limanı arasındaki ulaştırmanın olduğu açıkça görülmektedir. Antwerp Limanından sonraki taşıma Antwerp-Kreuzlingen arasında tamamı karayolu olan bir ulaştırma türünden daha ucuz olan demiryolu-karayolu kombinasyonu ile sağlanmaktadır. Son ulaştırma ayağındaki bu demiryolu-karayolu kombinasyonu Rota 1'e göre toplam maliyetin fark edilir seviyede düşmesini sağlamıştır. Bu rotada toplam maliyetin 3,365\$, toplam ulaştırma süresinin 557 saat (23.20 gün), alınan toplam mesafenin 6,675 km. ve birim maliyetin 0.5\$/km. olarak gerçekleşmesi beklenmektedir.

Tablo 4 Rota 2 Aktarma Süreleri ve Maliyetler.

| Rota Ayağı             | Taşıma Türü | Transit Süre (Saat) | Mesafe (km)  | Maliyet (USD) |
|------------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------|
| Denizli - İzmir Limanı | Karayolu    | 4                   | 240          | 623           |
| İzmir Limanı           |             | 96                  |              | 285           |
| İzmir Liman Gümrük     |             |                     |              | 115           |
| İzmir - Antwerp        | Denizyolu   | 336                 | 5,675        | 480           |
| Antwerp Limanı         |             | 72                  |              | 266           |
| Antwerp Liman Gümrüğü  |             |                     |              | 123           |
| T1 Vergisi             |             |                     |              | 103           |
| Antwerp - Zürih        | Demiryolu   | 48                  | 691          | 959           |
| Zürih - Kreuzlingen    | Karayolu    | 1                   | 69           | 411           |
| <b>Toplam</b>          |             | <b>557</b>          | <b>6,675</b> | <b>3,365</b>  |

Şekil 3' de 2 numaralı rotaya ait verilerin Beresford Modeli grafik gösterimi verilmiştir.





Şekil 4 Rota 3 Süre ve Maliyet-Mesafe Grafiği.

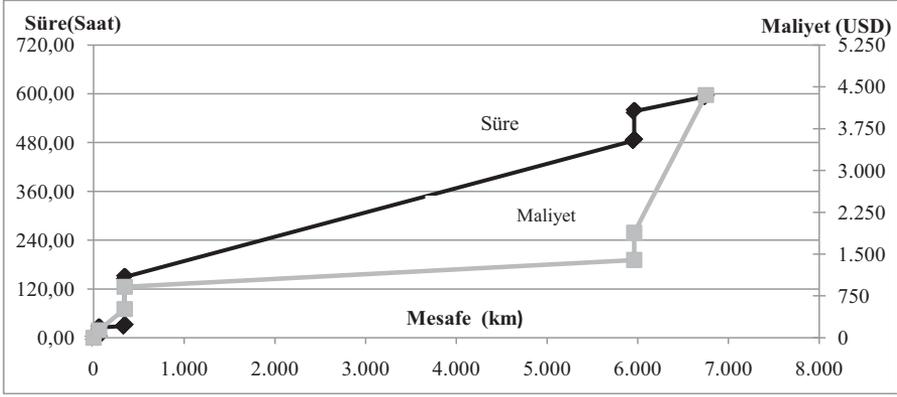
Şekil 4'de görüldüğü gibi rotaya ait maliyet ve süre doğrularının birbirine çok yakın seyretmesi bu rotanın optimale yakın olduğunu göstermektedir.

#### Rota 4 Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu (Aliğa Rotası)

Dört numaralı rotanın denizyolu ayağı hariç diğer tüm kısımları bir numaralı rota ile aynı kombinasyonları içermektedir. Rota 1'in Türkiye ayağında kullanılan liman İzmir Limanı iken Rota 4'de deniz ayağında yapılacak yükleme için Aliğa Limanı tercih edilmektedir. Bu rotadaki toplam uzunluk 6,751 km., transit süresi 593 saat (24.7 gün) olup, toplam maliyetin 4,352\$ ve birim maliyetin 0.64\$/km. olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Rota 4'e ait süre mesafe ve maliyet verileri Tablo 6'da , Beresford Modeli gösterimi Şekil 5'de verilmiştir.

Tablo 6 Rota 4 Aktarma Süreleri ve Maliyetler.

| Rota Ayağı                     | Taşıma Türü | Transit Süre (Saat) | Mesafe (km)  | Maliyet (USD) |
|--------------------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------|
| Denizli-Denizli Tren İstasyonu | Karayolu    | 1                   | 60           | 135           |
| Denizli Tren İstasyonu         |             | 24                  |              |               |
| Denizli - Aliğa                | Demiryolu   | 4                   | 283          | 379           |
| Aliğa Limanı                   |             | 120                 |              | 285           |
| Aliğa Liman Gümrüğü            |             |                     |              | 115           |
| Aliğa - Antwerp                | Denizyolu   | 336                 | 5,618        | 480           |
| Antwerp Limanı                 |             | 72                  |              | 266           |
| Antwerp Liman Gümrüğü          |             |                     |              | 123           |
| T1 Vergisi                     |             |                     |              | 103           |
| Antwerp - Kreuzlingen          | Karayolu    | 36                  | 790          | 2,466         |
| <b>Toplam</b>                  |             | <b>593</b>          | <b>6,751</b> | <b>4,352</b>  |



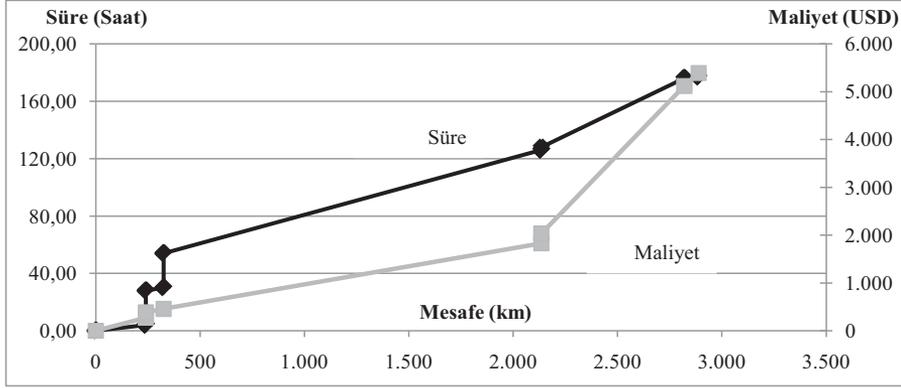
Şekil 5 Rota 4 Süre ve Maliyet-Mesafe Grafiği.

#### Rota 5 Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu

Beş numaralı rotada operasyonun deniz ayağı olarak Çeşme-Trieste arasındaki Ro-Ro hattı kullanılmaktadır. Denizli’de başlayan Türkiye karayolu ayağı gümrük işlemleri İzmir Gümrüğü’nde tamamlandıktan sonra Çeşme’de son bulur. Deniz ulaştırması ayağı operasyonun %25’lik kısmını kapsa da karayolu ayağının %75 ‘lik kısmı oluşturması toplam maliyetlerin yükselmesine sebep olmaktadır. Rota 5’in toplam uzunluğu 2,889 km. olup 177 saat (7.4 gün) sürmektedir. Toplam maliyetin 5,391\$ ve birim maliyetin 1.87\$/km. olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu rotada Trieste-Kreuzlingen hattında karayolunun seçilmesi toplam maliyeti arttırmış olup, bu durum Ro-Ro taşımacılığının olumlu maliyet düşürücü etkisini ortadan kaldırmıştır. Bu yüzden, deniz ayağında Ro-Ro taşımacılığının tercih edildiği rotalarda son taşıma ayağında demiryolunun kullanılması ekonomik açıdan daha olumlu olacaktır. Rota 5’e ait veriler Tablo 7’ de Beresford Maliyet Modeli gösterimi Şekil 6’da verilmiştir.

Tablo 7 Rota 5 Aktarma Süreleri ve Maliyetler.

| Rota Ayağı        | Taşıma Türü | Transit Süre (Saat) | Mesafe (km)  | Maliyet (USD) |
|-------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------|
| Denizli-İzmir     | Karayolu    | 4                   | 240          | 274           |
| İzmir Gümrüğü     |             | 24                  |              | 115           |
| İzmir - Çeşme     | Karayolu    | 2                   | 85           | 69            |
| Çeşme Limanı      |             | 24                  |              |               |
| Çeşme - Trieste   | Denizyolu   | 72                  | 1,810        | 1,370         |
| Trieste Limanı    |             | 2                   |              | 75            |
| T1 Vergisi        |             |                     |              | 103           |
| Trieste - Zürih   | Karayolu    | 48                  | 685          | 3,111         |
| Zürih-Kreuzlingen | Karayolu    | 1                   | 69           | 274           |
| <b>Toplam</b>     |             | <b>177</b>          | <b>2,889</b> | <b>5,391</b>  |



Şekil 6 Rota 5 Süre ve Maliyet-Mesafe Grafiği.

### Sonuç ve Öneriler

Araştırmada 1 FEU konteyner mermer taş ürününün Denizli'den İsviçre'nin Kreuzlingen kentine ulaştırılması ele alınmış, bu kapsamda ilgili veriler toplanarak 5 adet rota değerlendirilmiş ve uygun rota seçimi yapılmıştır. Ulaştırma operasyonunun ana ayağını deniz ve kara taşımasının oluşturduğu ve maliyeti düşürmek için tüm operasyon boyunca karayolu taşımasının azaltılması, denizyolu taşımasının artırılması gerekliliğine ulaşılmıştır. Araştırmada maliyet ve transit süre değişkenleri Beresford Modeli yardımı ile analiz edilmiş olup, yapılan analiz sonucu 3,313\$'lık toplam maliyet ile 3 numaralı Karayolu/Denizyolu/Demiryolu/Karayolu rotasının en uygun alternatif olduğu belirlenmiş ve ihracatçılara önerilmiştir. Ro-Ro alternatifinde ise özellikle Trieste'den sonraki taşıma, demiryolu ulaşımı ile desteklenebilirse maliyetler düşecek ve Ro-Ro 'nun süre avantajı belirginleşecektir. Rotalara ait karşılaştırılmalı maliyet ve zaman verileri Tablo 8 'de özetlenmiştir:

Tablo 8 Rota Alternatiflerinin Karşılaştırması.

| Rota | Rota Kombinasyonu                     | Transit Süre (saat) | Mesafe (km) | Toplam Maliyet (USD) | Birim Taşıma Maliyeti (USD/km) |
|------|---------------------------------------|---------------------|-------------|----------------------|--------------------------------|
| 1    | Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu | 568                 | 6,748       | 4,298                | 0.64                           |
| 2    | Karayolu/Denizyolu/Demiryolu/Karayolu | 557                 | 6,675       | 3,365                | 0.50                           |
| 3    | Karayolu/Denizyolu/Demiryolu/Karayolu | 381                 | 2,429       | 3,314                | 1.36                           |
| 4    | Karayolu/Demiryolu/Denizyolu/Karayolu | 593                 | 6,751       | 4,352                | 0.64                           |
| 5    | Karayolu/Ro-Ro/Karayolu               | 177                 | 2,889       | 5,391                | 1.87                           |

Araştırmanın en önemli sonuçlarından birisi olarak, denizyolunun en ucuz taşıma türü olduğu fakat denizyolu taşımacılığında transit sürenin uzun olduğu buna karşın karayolu taşımacılığında maliyetin yüksek olduğu fakat hizmet süresinin kısa olduğu tespit edilmiştir.

Çoklu taşımacılıktaki amaç da diğer taşıma türlerinin de dahil edilerek en optimal rotanın bulunmasıdır.

Bu çalışmada çoklu taşıma ekonomiklik ve transit süre açısından incelenmiştir. Fakat çoklu taşıma konusu , enerji tüketiminin ve emisyon gazı salınımının azaltılması gibi çevresel etkiler , trafik kazalarının azaltılması gibi sosyal açılardan da incelenmesi ve geliştirilmesi gereken bir konudur. Ekonomik, verimli, çevreye saygılı ve trafik kazalarının yaşanmadığı bir çoklu taşıma sistemi, sürdürülebilir bir ulaştırma sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Beresford, A. (1999) Modelling Freight Transport Costs: A Case Study of The UK-Greece Corridor, International Journal of Logistics: Research and Applications. 2 (3), pp. 229-246
- Banomyong, R. (2000) Multimodal Transport Corridors in South East Asia: A case Study Approach, Phd. Thesis, Cardiff University.
- Banomyong, R. (2001) Modelling Freight Logistics: The Vientiane-Singapore Corridor, International Conference on Integrated Logistics, Singapore.
- Beresford, A. , P. Stephen, L. Yukuan, (2006) Multimodal Supply Chains: Iron ore from Australia to China, Emerald Supply Chain Management Journal.16 (1), pp. 32-42
- Ballou, R. (1999) Business Logistics Management-Planning, Organizing and Controlling The Supply Chain, Printice Hall, New Jersey.
- Coyle, J.J., Bardi, E.J. & Langley, C.J. (1996), The Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective, South Western, Ohio.
- Deveci, D.A. (2010), Türkiye’de Çoklu Taşımacılığın Geliştirilmesine Yönelik Stratejik Bir Model Önerisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi. 2 (1), s.13-32
- Evers, P.T., Harper, D. & Needham, P. (1996), Determinants of Shipper Perception of Modes, Transportation Journal, 36(2) pp. 13-25
- Economic and Social Commission for Asia and The Pacific (ESCAP) (2003) Multimodal Transport and Logistics, 22/01/2015, from <http://www.unescap.org/publications/detail.asp?id=1047> .
- Gubbins, E.J. (2003), Managing Transport Operations, Kogan Page Limited, London.
- Lambert, D., Ellram L., & Stock, J. (1998), Fundamentals of Logistics Management, Irwin/McGraw Hill, Singapore.
- McKinnon, A. (1989) Physical Distribution Systems, Routledge Publications, London.
- Murphy, P.R., & Hall P.K. (1995), Investigating Selection Criteria for International Freight Forwarders, Transportation Journal, 37(1), pp. 29-36
- Şakar, G. D. (2010) Transport Mode Choice Decisions and Multimodal Transport: A Triangulated Approach, Dokuz Eylül University Publications, İzmir.
- Tuna, O. (2009) Lojistik Laboratuvarı İlkeler ve Uygulamalar, İlkem Yayıncılık, İzmir.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), (1993), World Investment Report, 19/01/2014, <http://unctad.org/en/pages/publicationArchieve.aspx?publicationid=640>.