TOPLU ULAŞIM PLANLAMASINDA HİZMET PARAMETRELERİNE GÖRE TÜREL SEÇİM

Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı[1],Mehmet Çağrı Kızıltaş[2],Esad Ergin[3]

ÖZET

Trafik güvenliğinin arttırılması ve istenen düzeye taşınması; ulaşım türleri arası dengeli dağılım ve entegrasyon esas alınarak sağlanabilir. Ve bu bağlamda da; hangi ulaşım türü olursa olsun toplu ulaşım seçeneğinin güçlendirilmesi, çeşitlendirilmesi ve öne çıkarılması hayatidir. Toplu ulaşımın tercih edilirliği; ihtiyacı karşılayabilir olması(arz-talep yönetimi ve yönlendirmesi), tüketim kültürünün doğru yöne kanalize edilebilme kabiliyeti, yenilikçi ve teknik donanımlı olması ve hizmet parametreleri(dakiklik,konfor,güvenlik,maliyet) ile doğrudan ilintilidir. Söz gelimi; Japonya' daki tüketim kültürü; bir işadamının bir toplu ulaşım aracı olarak metroyu kullanmasını tolore edip olağan karşılamaktadır. Ama bununla beraber; Japonya' nın söz konusu toplu ulaşımın da konfor ve güvenlik başta olmak üzere hizmet parametrelerinin üst düzeyde sağlandığı da görülebilmektedir. Bu da; bütüncül algı ve entegrasyon yaklaşımının önemini ortaya koymaktadır. Burada; olumlu yönde hızla gelişmekte olan ulaştırma sistemi ve özelde türel dağılım ve toplu ulaşım başlıkları çerçevesinde, kullanıcılara, 'hizmet parametrelerinden birini üst düzeyde elde etmek adına bir diğerinden feragat etmeksizin' sağlamanın koşulları oluşturulmalıdır.

Toplu Ulaşım; daha az yer kaplayan, daha denetlenebilir, daha güzergahlandırılabilir bir hat boyunca 'disiplinli ve konforlu' bir sistemi ortaya koyabilme potansiyeli ile 'trafik güvenliği' ne önemli derecede katkı sağlayabilme kabiliyetindedir.

Anahtar Sözcükler:hizmet parametreleri, metrobüs, planlama, toplu ulaşım

[1] Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı,İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mustafa.ilicali@eng.bahcesehir.edu.tr
[2] Mehmet Çağrı Kızıltaş,İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, themacagri@yandex.com
[3] Esad Ergin, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, esad.ergin@rc.bahcesehir.edu.tr

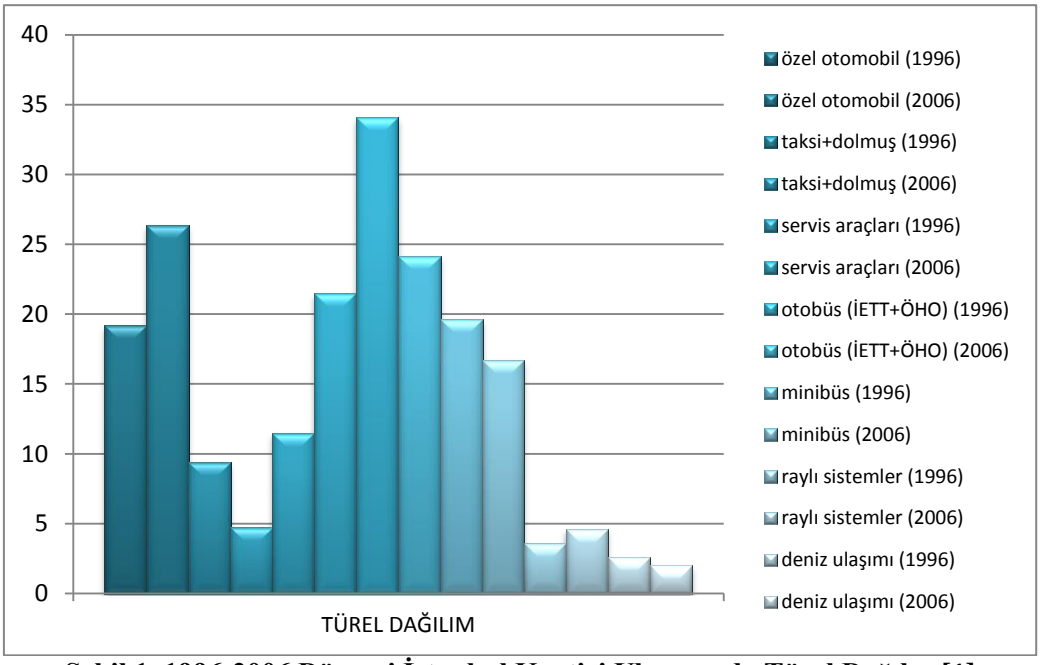
GİRİŞ

Ulaştırma bir ülkenin ekonomik gelişimini ve refah seviyesini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Etkili ulaştırma sistemleri, pazarlara, işlere ve yatırımlara erişilebilirliği kolaylaştırarak sosyoekonomik fırsatlar ve yararlar oluşturmaktadır. Ulaşım günümüz dünyasında küreselleşme ve ekonomik büyümeye paralel olarak hızlı bir değişim göstermektedir. Bilim ve teknolojinin hızlı gelişimi ve nüfus artışı; kapasitesi yüksek, daha hızlı, daha güvenli ve daha konforlu ulaşım isteğini öne çıkarmaktadır.

Demiryolu yatırımları, çevreci, ekonomik, daha yüksek kapasiteli olması, az yer kaplaması ve enerji verimli olması gibi sebeplerle 20. yüzyılın başından itibaren yaygın bir kullanım alanına sahip olmuştur. Takip eden yıllarda, otomobilin icadı ve yaygınlaşması ve karayolu standartlarının yükselmesiyle, karayolu ulaşım türü dünya çapında geniş bir yaygınlık kazanmıştır. Cumhuriyet'in ilk yıllarında önemli bir miktarda demiryolu yatırımı gerçekleştirilmiş olup, dış politik angajmanlarla, karayoluna yapılan yatırımlar önemli ölçüde yaygınlık kazanmış, kısa sürede de neredeyse tek ulaştırma türü halini almıştır.

Kentiçi raylı sistem yatırımları; metro başta olmak üzere son on yılda hızlı bir gelişim göstermiş olup bu, dengeli türel dağılım sağlanması ve özel otomobil sahipliği oranlarının düşürülmesi için tek başına yeterli olmayacaktır. Bu; tüketim kültürünün yönetişiminden şehirleşmeye ve ulaşım ana planına, bunlarında birbiriyle entegrasyonuna kadar geniş bir sahayı ifade etmektedir. Asya'dan Avrupa'ya geçişler incelendiğinde bunun % 81' inin köprülerden, %19' unun ise denizyolu ile gerçekleştirildiği görülmektedir

Daha geniş perspektiften bakıldığında; Boğaz köprüleri geçişlerinde araçların %90 'ı oluşturan özel otomobiller yolcuların %24' ünü taşırken, %10' luk paya sahip olan lastik tekerlekli toplu taşıma araçları ise yolcuların %37' sini taşımaktadır. Özel otomobil sahipliği oranlarını oldukça artması ve hemen her özel otomobilde ortalama bir 1-1,2 yolcunun bulunmasının sonucu olarak, köprüdeki trafik tıkanıklığının en önemli faktörü olan özel otomobiller, köprülerden taşınan yolcuların ancak çok kısıtlı bir kısmını karşılamaktadır. Buradan; köprülerden insanlardan çok özel otomobillerin geçişinin sağlandığı sonucuna da varılabilmektedir. Bu çerçevede; gerçekleştirilecek olan ulaştırma yatırımlarında, toplu taşıma öncelikli yaklaşımların geliştirilmesi gerektiği görülmektedir[1]. Aşağıda Şekil 1' de 1996-2006 yılları arasında İstanbul'un



Şekil 1. 1996-2006 Dönemi İstanbul Kentiçi Ulaşımında Türel Dağılım[1]

kentiçi ulaşımındaki türel dağılım değişimi görülmektedir. Şekil 1' de görüldüğü üzere, kentiçi ulaşımda türel dağılımdaki farklılaşma esas olarak 1996 yılı sonrası dönemde gerçekleşmiş olup, özel otomobiller ve servis araçlarında önemli oranda bir artış gerçekleşmiştir. Bu çerçevede özellikle son on yılda gerçekleştirilmiş olan kentiçi raylı sistem yatırımları, bu tablonun dengelenmesi adına kayda değer bir gelişim ortaya koymuştur.

---

[1] Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı,İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mustafa.ilicali@eng.bahcesehir.edu.tr
[2] Mehmet Çağrı Kızıltaş,İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, themacagri@yandex.com
[3] Esad Ergin, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, esad.ergin@rc.bahcesehir.edu.tr

İstanbul' da Türel Dağılım ve Hareketlilik Değerleri

İstanbul'da ulaştırma değerlerinden, toplu ulaşımın mevcut durumdan daha yüksek oranda kullanılabileceği ve kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bunun için de; ulaştırma türlerinin çeşitlendirilmesi ve türel dağılımın dengelenmesi, türler arası entegrasyonun sağlanması (toplu ulaşımın farklı türleri arası entegrasyon, ulaşımın farklı türleri arası entegrasyon, toplu ulaşım ile bireysel ulaşım arası entegrasyon vb.) gereklidir. İstanbul'da trafik tıkanıklığının katlanılabilir düzeylere çekilmesinde raylı sistem ve özellikle de metro yatırımları hayati bir öneme sahiptir. İstanbul'da 2004'ten günümüze önemli oranda metro ve hafif raylı sistem hattı inşası devam etmekte olup geçtiğimiz yıl itibariyle Kadıköy-Kartal Metro hattı işletime alınmıştır. 2010' da İstanbul' da verilen yolculuk değerlerinde türel dağılımda karayolu ulaştırma türünün %78,4' lük ağırlığı olup 2014' te %67,7' ye, 2018'de %50,7' ye, 2023'te %26,5' a düşmesi öngörülmektedir. 29 Ekim 2013 itibariyle kısmen açılışı yapılan Marmaray'ın 2014 itibariyle türel dağılımda %7,4; 2018' de %7,9; 2023'te ise %5,7'lik paya ulaşması öngörülmektedir. İstanbul'daki trafik tıkanıklığı sorununun katlanılabilir noktaya geriletilmesinde bir diğer ana belirleyici de kentiçi raylı sistem hatlarının yaygınlaştırılmasıdır. Kentiçi raylı sistem hatlarından ise yaygın yatırım alanı

Tablo 1. 2010-2014-2018-2023 Hareketlilik Değerleri ve Türel Dağılım Öngörüleri[2]

2010 YILI GÜNLÜK YOLCULUK DEĞERLERİ				**2014 YILI GÜNLÜK YOLCULUK DEĞERLERİ**		
Ulaşım Türü	Yolcu/Gün	Oran (%)		Ulaşım Türü	Yolcu/Gün	Oran (%)
Lastik Tekerlekli	5.541.466	%78,4		**Lastik Tekerlekli**	10.715.595	%67,7
				Marmaray	1.170.178	%7,4
Raylı	1.335.372	%18,9		**Raylı**	3.745.397	%23,7
Deniz	195.056	%2,8		**Deniz**	186.575	%1,2
Toplam	7.071.894	%100		**Toplam**	15.817.745	%100
2018 YILI GÜNLÜK YOLCULUK DEĞERLERİ				**2023 YILI GÜNLÜK YOLCULUK DEĞERLERİ**		
Ulaşım Türü	Yolcu/Gün	Oran (%)		Ulaşım Türü	Yolcu/Gün	Oran (%)
Lastik Tekerlekli	8.427.620	%50,7		**Lastik Tekerlekli**	7.739.228	%26,5
Marmaray	1.312.880	%7,9		**Marmaray**	1.673.092	%5,7
Raylı	6.722.825	%40,4		**Raylı**	19.530.944	%66,9
Deniz	170.071	%1,0		**Deniz**	240.034	%0,8
Toplam	16.633.396	%100		**Toplam**	29.183.298	%100

olarak metro hatlarının yapılması gerekliliği ve bu hatların birbiriyle entegre bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır[2]. İstanbul'da birkaç yıldır ilk ve tek örnek olarak işletilen metrobüs hattı (BRT), dünyada özellikle Latin Amerika'da başarılı örnekleri olan bir sistem olup, İstanbul'da da özellikle zamandan kazanç anlamında tercih edilir bir ulaştırma türü olup yoğun bir taleple karşılaşmıştır. Metrobüs hattı, Boğaz aşan bir hat olup doğu-batı ekseninde şehrin iki uzak noktasını ve yoğun yolculuk talepleri olan bölgeleri birbirine bağlamaktadır. Tam kapasite olarak çalışan ve süreden önemli kazanç sağlayan bu hat, diğer taraftan da konfor ve güvenlik parametreleri itibariyle de tartışılmıştır, tartışılmaktadır. Metrobüs; işletimsel olarak yapılacak kısmi iyileştirmelerle daha iyi parametrelerde hizmet verebilir. Ancak İstanbul'un trafik tıkanıklığı kaynaklı sorunlarının katlanılabilir bir noktaya çekilmesinde, yaygın olarak, şehri doğu-batı ve kuzey-güney ekseninde birbirine bağlayan metro hatlarının kurulumu zorunludur[3]. Güncel değerlendirmelerden birisi de metrobüs hattına paralel bir metro hattının gerçekleştirilmesi hususudur. Metrobüs hattının bütünüyle iptal edilerek yerini metroya bırakması görüşünü ifade edenler de bulunmaktadır. Yine 1.Boğaz Köprüsü ve 2.Boğaz Köprüsü arasında, raylı sistemve lastik tekerlekli taşımacılığı kapsayan 3 katlı bir tüp tünel projeksiyonu ortaya konmuştur. Bütün bunlar, hatların hizmet parametreleri (konfor, güvenlik, güvenirlik, maliyet, dakiklik ve seyahat süresi) ve yatırım maliyetleri bağlamında detaylı bir karşılaştırma ve analiz yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

[1] Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı,İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mustafa.ilicali@eng.bahcesehir.edu.tr
[2] Mehmet Çağrı Kızıltaş,İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, themacagri@yandex.com
[3] Esad Ergin, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, esad.ergin@rc.bahcesehir.edu.tr

Çok Kriterli Analiz

Çok amaçlı kriter analizleri (MCA), bir dizi kriter temelli olarak farklı politika tercihlerinin karşılaştırmalı değerlendirmesini desteklemektedir. Çok ölçekli biçimlerdeki kriter çeşitliliğini entegre edebilmeleri ve çok çeşitli durumlara adapte edilebilmeleri nedeniyle değerlendirme ve karar alma süreçlerinin desteklenmesinde oldukça etkindirler. Prosedürler ve sonuçlar MCA' dan sağlanmakta olup paydaşlar arası etkileşimle geliştirilebilirler. MCA sonuçlarının güvenilirliği; seçili kritere, verili kriterlerdeki önceliklere (seçili ağırlıklar önemlidir) ve bu ağırlıkların paydaşlarca ne kadar kabul edildiğine, dolayısıyla beslenen bilginin kesinliğine bağlıdır. Hassasiyet analizleri; hesaplar ve/veya ağırlıklarda değişimlerde sonuçların güvenilirliğinin kontrolü için kullanılabilir. Aynı zamanda; bir yada birden fazla MCA yöntemi kullanana birçok bilgisayar programı da hassasiyet analizlerinin kontrolünde kullanılabilir. MCA' nın ana rolü entegre değerlendirmede (Faz 3) ortaya çıkmaktadır. Burada MCA; politik tercihlerin karşılaştırılması, bu tercihlerin etkilerinin tanımlanması ve yapılacak dönüşümlerin tanımlanmasında kullanılabilmektedir. Bununla birlikte MCA Faz 2' de de (yani tercihlerin belirlenmesi) dikkate alınabilmekte olup en istenmeyen yada en gerçekten uzak olanın elenmesi için bir dizi tercihin değerlendirilmesinde rol almaktadır. Bununla beraber; bu gibi uygulamalar sapmalardan ziyade yaklaşmalar için kullanılmaktadır. Faz 1 (problem analizi) ve Faz 4' te (entegre bir değerlendirmenin sonuçlandırılmasında) MCA' nın belirli bir rolü söz konusu değildir. Bununla birlikte; entegre bir değerlendirmede MCA' nın etkin bir şekilde uygulanması için, ilk olarak amaçların açık bir şekilde tanımlanması ve problemin belirli bir şekilde yapılandırılması gerekmektedir. Böylelikle entegre bir değerlendirmenin Faz 1' i, MCA' nın dahil olduğu Faz 3' ün başarılı bir şekilde yürütülmesini sağlamış olacaktır.

Çok Kriterli Analiz Seçimi

Seçili kritere göre; kademelendirilecek, karşılaştırılacak ve/veya en uygun politik tercihlerin belirlenmesini sağlayacak çok sayıda MCA yönetim söz konusudur. Bu yöntemler; kullanılan karar alma kuralına göre (denkleştirici, kısmi denkleştirici,

Tablo 2. Çoklu Kriter Analizinde Kriterlendirme Yönteminin Seçimi[2]

YÖNTEM	DENKLEŞTİRİCİ	KISMİ DENKLEŞTİRİCİ	DENKLEŞTİRİCİ OLMAYAN	NİCEL VERİ	NİTEL VERİ	KARMA VERİ
Çoklu Bağlantılı Değerleme Teorisi	X					X
Ağırlıklı Toplam	X			X		
Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)	X					X
Zenginleştirme Değerlendirmelerinde Sıralı Seçim Yöntemi		X				X
Çevresel Karar Verme ve Değerlendirmede Özgünlük Yaklaşımı		X				X
REJİM		X			X	X
Baskınlık Yöntemi			X		X	

Karar Kuralları

Bir karar kuralı, alternatif politikaların yürütülmesine izin veren bir prosedürdür. Alternatiflerin etraflı bir değerlendirmesiyle; alternatiflerde ve karar alıcı tercihlerinde veri ve bilgi entegrasyonunu sağlamaktadır. Denkleştiricilik kavramı, bu karar kurallarının belirlenmesinde önemli bir faktördür. Denkleştiricilik; kriterlendirmedeki kötü bir performansın dikkate alınarak denklenmesi kabiliyetidir. Daha kapsayıcı olarak; farklı kriterler diğer kriterlerce denkleştirilebilmekte, üç temel yöntem MCA' da değerlendirilebilmektedir: denkleştirici yöntem, kısmi denkleştirici yöntem ve denkleştirici olmayan yöntem. Denkleştirici yöntemle, zayıf bir performans kriterlemesi, bir diğer iyi performans kriterlemesi ile tamamen denkleştirilebilir. Kısmi denkleştirici yönteminde ise; zayıf performanslı kriter ile diğer bir iyi performanslı kritere arasında denkleştirmeye bir sınır koyulmuştur.

---

[1] Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı,İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mustafa.ilicali@eng.bahcesehir.edu.tr
[2] Mehmet Çağrı Kızıltaş,İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, themacagri@yandex.com
[3] Esad Ergin, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, esad.ergin@rc.bahcesehir.edu.tr

Veri Türü

İlkesel olarak, politik alternatiflere etki eden her bir kriter, nitel ve nicel olarak ölçeklendirilebilirdir. Çeşitli MCA yöntemleri kriterdeki sadece nicel bilgilerin (ağırlıklı toplam) süreci için tasarlanmıştır. Pratikte bu dezavantaj çok önemli değildir çünki, nitel değerlendirmede kullanılan artı ve eksi değerler çoğu zaman nicel değerlerin temel katsayılarıyla ilişkili olarak türetilmektedir. İyi seçilen bir standardizasyon yöntemiyle verili nicel değerler hesaplamaların ağırlıklı toplamında kullanılabilir. Diğer yöntemlerse (baskınlık yöntemi, rejim v.b.) nitel verilerin değerlendirilmesi için tasarlanmıştır. Sonuç olarak bir dizi MCA yöntemi, ölçeklendirmelerine göre sağladıkları verilerle değerlendirilmektedir[4].

NATA: Sürdürülebilir Bir Ulaştırma Sistemi İçin Değerlendirmeler

- Eddington Çalışması ve Stern Araştırması, 2007 yılında NATA' nın (Değerlendirmede Yeni Yaklaşım) ilgili departman dahilinde kuruluşuna öncülük etmiştir. On yıllık süreçte NATA' nın kullanılmaya başlamasına paralel olarak Sürdürülebilir Ulaştırma Sistemi Politik Hedefleri dahilinde politik müdahalelerle özellikle ekonomik gelişim, sosyal ve çevresel etkiler dahilinde zorluklarla karşılaşılmıştır.
- 2008 yılında ilgili alanlarda yapılan özel çalışmalar dahilinde NATA bünyesinde bir müşavirlik departmanı oluşturulmaya başlanmıştır. 2009-2010 süresince NATA için yeni analizler önerildiği görülmektedir.
- Bu süreçte, ulaştırma sübvansiyonları, ulaşım talep tahminleri ve taşımacılıktaki analiz yetersizlikleri çerçevesinde bir kılavuzluk oluşturma ihtiyacı ortaya çıkmıştır.
- 2010 yılı içerisinde NATA' nın finansal yapısı ile ilgili detaylı raporlar ortaya konmuştur.
- Burada; NATA müşavirliğinin, tarafları değişimlerle ilgili daha doğrudan ve yoğun bilgilendirmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.
- Kalkınma, nüfus, yakıt fiyatları ve ulaştırma talebinin diğer değişkenleri ile ilgili olarak en güncel tahminlerin kayda alınabilmesi için ilgili kılavuzluk ve yazılım güncellenmiştir.
- Bu çerçevede Birleşik Krallık Hükümeti' ne bağlı İklim Değişikliği Komitesi ile özellikle 'ekonomik parametreler' bağlamında yoğun bir işbirliği çalışması yürütülmeye başlanmıştır.
- Yakıt tüketimindeki artış ve buna bağlı dolaylı vergi karlarındaki eğilimin hükümete olumsuz bir maliyet yükü getirdiği görülmekte olup, bu konuda eş güdümlü bir çalışma yürütülmesi gerektiği görülmüştür.
- Fakat NATA' nın müşavirliğinin görüşü, genel kanının aksine mevcut durumun, toplu ulaşımın kullanımını teşvik edici hale getirilmesi için kullanılabileceği ve farklı vergilendirme oranları ile fayda/maliyet dengesini fayda lehine arttırılabileceği yönünde olmuştur.
- Bunun için dolaylı vergilendirmenin, şimdiki değer maliyetlerinden (PVC) çıkartılarak, şimdiki değer faydalarına (PVB) dahil edilerek hesaplamaların yapılması önerilmiştir.
- Ayrıca NATA müşavirliği tarafından Sürdürülebilir Ulaştırma Sistemi Stratejisi Geliştirme Departmanı' na (DaSTS) Ulusal Planlamanın Geliştirilmesi dahilinde çeşitli temel değişikler önerilmiştir. Bu değişiklikler kısaca; karbon etkilerinin daha detaylı değerlendirilmesi ve yerel-ulusal hedeflerinin gelişiminin hızlandırılması başlıkları altındadır.
- NATA fayda/maliyet analizleri ile ilgili kayda değer düzeyde çalışma yapmış olup mümkün olduğunca, etkilerin parasallaştırılması yoluyla Hükümet Bütçesi ile sağlıklı bir karşılaştırmanın sağlanmasını hedeflemiştir.
- Bu çalışmalar da, dolaylı vergilendirme etkilerinin ve zaman kazancı başta olmak üzere ulaştırma hizmet parametrelerinin daha detaylı olarak incelenmesini içermektedir.
- NATA çerçevesi genellikle, yeni ana para yatırımlarında doğrudan uygulanmaktadır.
- Bu bağlamda; karın akıllı program seçimlerine harcanmasından yeni bir ücretlendirme politika veya düzenlemesine kadar, ilkeler ve yaklaşımlar herhangi bir yatırım kararı politikasına eşit olarak uygulanmaktadır.
- Burada dikkate değer noktası ise geliştirilen analizlerin güvenilirliği yüksek olmakla beraber bu, her alanda gereğinin üzerinde kullanılmadığı gerçeğidir.

Mevcut ulaştırma proje değerlendirmesi (örneğin: NATA, Birleşik Krallık) 5 kritere dayalı daha detaylı bir yaklaşım geliştirse de, alternatif projeler hakkında belirlenen tercihlerin tanımlanması için gerekli bilginin karar alıcılara nasıl çoklu kriter tanımlaması olarak aktarılacağı konusunda eksiklikler bulundurmaktadır. Bu da; alternatiflerin her tür etkilerinin detaylı değerlendirilmesine rağmen, açıklık, tutarlılık ve hesaplanabilir bağlamında eksikliklere yol açmaktadır. Bu nedenle, ağırlıklı toplam kullanılarak bilgilerin kombine değerlendirilmesini içeren bir yöntem önerilmesi gerekmektedir. Bu

[1] Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı,İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mustafa.ilicali@eng.bahcesehir.edu.tr
[2] Mehmet Çağrı Kızıltaş,İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, themacagri@yandex.com
[3] Esad Ergin, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, esad.ergin@rc.bahcesehir.edu.tr

çerçevede, özgün bir yolla ilgili alternatifler kullanılarak ağırlıklar arasındaki ayrışım (değerlendirme) sağlanmış olup ağırlıkların türevleri çok sayıda açık kısıtlara bağlanmıştır. Bu sayede; ilgili çok sayıda kritere nazaran yeterli tutarlılık ve esneklik derecesi yakalanabilmektedir. Bu da; ulaştırma yatırımı seçeneklerinin; daha esnek, açık ve kullanıcı dostu bir yöntemle kademelendirilmesini kolaylaştırmaktadır. Ulaştırma yatırımlarının değerlendirilmesi yöntemlerindeki son gelişmeler, parasal olmayan kriterlere, standart fayda maliyet analizindeki geleneksel kriterlendirmeler ölçeğinde önem verilmesini sağlamıştır. NATA' da (Değerlendirmede Yeni Yaklaşım) birçok kriter yeni yer almış olmasına karşın daha önceki raporlarda birçoğu tanımlanmış bulunmakta olup geçmişte 'değerlendirme prosesinde denklik faktörü' başlığı altında daha yoğun olarak tartışılmışlardır. Sorun; hangi etkinin dikkate alınacağı, ölçeklendirileceği ve değerlendirileceği olup bu daha detaylı bir tartışmanın konusudur fakat, değerlendirme prosesinin bu fazının yanı sıra diğer bir önemli konu ise, değerlendirilen seçeneğin nasıl tanımlanacağı ve alternatif projelerdeki bütün ilgili etkilerin nasıl değerlendirileceğidir. Problem; tutarlılık ve esnekliğin çelişen gereksinimlerinin nitelendirilmesiyle ilgilidir. Değerlendirme süresince kriterler uyarlanması ve seçeneklerin sıralanmasında en iyi yöntemin seçiminde dengenin sağlanmasından çok esas olarak tutarlılık ve esneklik arasındaki dengenin sağlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Değerlendirme süresince alternatiflerin ele alınmasındaki temel kriterler NATA' da açık olarak ortaya konmuş ve detaylar sıralı kılavuzlarda çeşitli revizyonlara tabi tutulmuş olmasına karşın, esas olarak herhangi bir değişime tabi tutulmadan korunmuşlardır. Bu kriterlerin; yerleşim, amaç ve türden bağımsız olarak her bir proje değerlendirmesinde uygulanması öngörülmüştür. Kriter ağırlıklarında çeşitli belirsizlikler olan birçok esnek kılavuzlama ve düzenlemeye izin veren bir yaklaşım, hassas değer tanımlamalarından çok kriter ağırlıklarının ilgili büyüklükleri için bir dizi kısıt getirmektedir. Bu tür tercihlemeler, ilk çalışmalar başladığı 1980' lerden günümüze değin MCA literatüründe 'lineer parçalı bilgi' veya 'tutarsız orantı ifadesi' olarak bilinmektedir. Aşağıda; bir yerleşimdeki üç farklı ulaştırma seçeneğinin trafiğe bağlı değerlendirmesi verilmiştir: (A) asgari iyileştirme, (B) güzergahın kısaltılması, (C) mevcut güzergahın altyapı iyileştirmesine tabi tutulması. Her bir seçenek, NATA kriterlerinin bir altkümesi olarak değerlendirilmiştir. Tablo 3; her bir seçeneğin 15 yıllık zaman periyodu için değerlendirmesini ortaya koymaktadır. Bu değerlendirmenin amaçları doğrultusunda zaman ölçüsüne temel bir yaklaşım şu şekilde geliştirilmiştir: her bir seçeneğin maliyet toplam maliyet olup net şimdiki değere (PVC) indirgenmiş, diğer kriterler için ise performans ölçüsü, 15 yıllık süreçteki tahmini maliyetler olarak alınmıştır. Nicel ölçüler uygun oldukları yerlerde kullanılmıştır. Nitel veriler ise NATA ölçeklendirmesi paralelinde -3/+3 arasında değerlenmiştir. Her bir performans ölçütü için doğal birimler belirlenmiş olmasına karşın, yüksek yada düşük değerleri birbirine nazaran 'daha iyi' olarak tanımlayacak bir değerlendirmeye olan gereksinimden dolayı değerler rakamsal olarak uyarlanmıştır. Aşağıdaki tabloda büyük rakamlar her zaman daha iyi performansı göstermekte olup dahası performans nicel değerlerle ölçülendirildiğinde +3 'en iyi' -3 'en kötü' yü ifade etmektedir. Genel olarak negatif değerler kötüye doğru bir değişimi, pozitif değerler iyiye doğru bir değişimi, '0' değeri ise herhangi bir etkinin söz konusu olmadığını ifade etmektedir. (A) seçeneği çoğu kriterde '0' veya negatif bir değeri aldığından, asgari yol bakımı ile mevcut durumun korunmasını ifade etmektedir. Performansta yol altyapısı ve/veya kaplamasındaki bozulmalardan kaynaklı herhangi bir düşüş, doğrudan trafik akış düzeyini ve trafik hacmini etkilemektedir.

Tablo 3. Mevcut Duruma Bağlı Olarak Üç Ulaştırma Yatırım Seçeneğinin Performansı[4]

Kriter	Birim	A Seçeneğinin Performansı	B Seçeneğinin Performansı	C Seçeneğinin Performansı
Gürültü Kirliliği	Kabul edilemez gürültü düzeyiyle onlarca özellikte net düşüş	-0,5	7	2
Hava Kalitesi	Kabul edilemez hava kirliliğiyle onlarca özellikte net düşüş	-0,5	8	2
Arazi Etkisi	**-3/+3 aralığında nicel ölçü, '0' değişim olmadığını göstermektedir**	0	-2	-1
Güvenlik	**-3/+3 aralığında nicel ölçü, '0' değişim olmadığını göstermektedir**	-0,25	3	1
Maliyet	Şimdiki Değer Birimlerinde	-1	-30	-15
Güvenilirlik	**-3/+3 aralığında nicel ölçü, '0' değişim olmadığını göstermektedir**	0	2	1
Seyahat Süresi	Yıllık bazda onbinlerce yolcu-saat zamandan kazanç	-0,5	10	1,5

[1] Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı,İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mustafa.ilicali@eng.bahcesehir.edu.tr
[2] Mehmet Çağrı Kızıltaş,İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, themacagri@yandex.com
[3] Esad Ergin, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, esad.ergin@rc.bahcesehir.edu.tr

Bir karar analizindeki bütün birimlerin tutarlı olması gerekliliğine karşın, farklı durumlar için farklı ölçü birimleri uygun olabilmektedir. Ağırlıklar doğrudan denkleştirmeye uyarlanacağından, bu seçeneklerin son sıralamasına etki etmeyecektir. Bu durum sadece bağısız kararlar arası karşılaştırmayı etkileyebilir. Karar sürecinin başlangıcında kriter ağırlıkları bilinmemekte olup aşağıdaki gerekliliklerle kısıtlanmıştır:

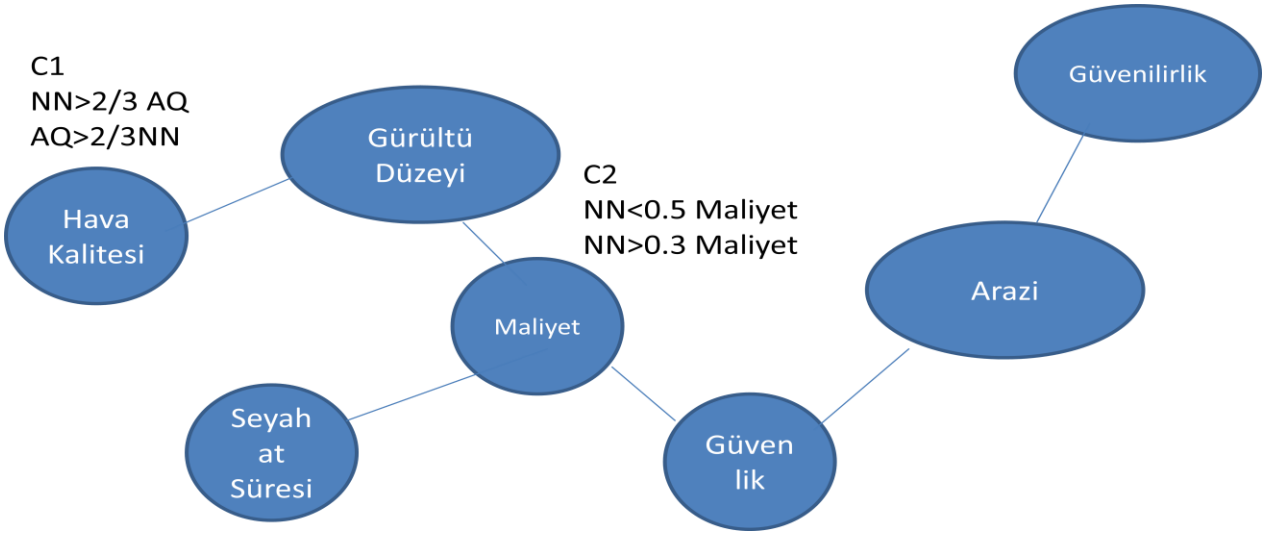
- Kriter için seçilen '1' ağırlığı maliyettir. Bu, diğer kriterlerdeki marjinal birim değişiminin kesi parasal değerinin ele alınmasını kolaylaştırmaktadır.
- Her bir ağırlık 0,001-1.000 aralığındadır (bazı kısıtlar belirlenmelidir ve mevcut durum için gereklidir). Herhangi bir değerdeki birim değişiklik, maliyet bazında 1000 birimden fazla, 0,001 birimden az etki oluşturamaz.

Hava kalitesinin atması ve gürültü düzeyinin düşmesinin diğer özelliklere etkisi C1 kısıtı olarak tanımlanmıştır: Hava kalitesindeki iyileşmenin ağırlığı, gürültü düzeyindeki düşüşün ağırlığının 2/3' ünden az olamaz ve gürültü düzeyindeki düşüşün ağırlığı da hava kalitesindeki düşüşün ağırlığının 2/3' ünden az olamaz. Yine; kabul edilemez düzeydeki gürültüdeki düşüşe maliyet atanması (söz gelimi 3000-5000 paund) ile ilgili belirlenen kısıt ta C2' dir: gürültünün maliyete oranı (örneğin gürültü düzeyinde düşüş için 100.000 paund maliyetin diğer özelliklerdeki iyileşmeye yansıması) 0.3-0.5 aralığında olmalıdır. Tablo 4' te üç seçenek için kriter ağırlıklandırmaları ve hesap sonuçları verilmektedir. Kriter ağırlıkları ve ortalama puanlar için problem sonuçları C1 ve C2 kısıtlarının optimizasyonunda Tablo 2' de verilmiştir. C1 ve C2 kısıtlarıyla, Tablo 4' te görülen ağırlıkların varyansları minimize edilmiştir. Kriterde güvenlik ve maliyet arası ilişiğin kurulabilmesi için güvenlik parametresi nicel olarak ölçülendirilmiştir. Öngörülen kaza şiddetindeki herhangi bir değişimin net şimdiki faydasının (PVB) geleneksel kullanımıyla, her bir seçeneğin kesin güvenlik-maliyet ilişkisi elde edilmiştir. Bu değerlendirmede, güvenlik değişiminin PVB değeri yaklaşık 1.000.000 paund olup C3 kısıtı: güvenlik biriminin değeri, maliyetin 1 biriminin (100.000 paund) 9 ila 11 katıdır. Şekil 2' de hizmet parametreleri ve ilgili kriterler arasındaki grafiksel gösterim yer almaktadır. Seçenek sıralamasındaki kesin bilgi, C4 kısıtıyla kriter ağırlıklandırlamalarından çıkartılabilir. Karar alıcı açısından güvenilirlik ve arazi durumu arasındaki ilişki C5 kısıtı ile tanımlanmıştır: güvenilirlikle ilgili bir iyileşmenin arazi durumundaki iyileşmeye etkisi 0,8-1,25 katsayıları arasındadır. Bu aralıktaki yaklaşıklık değeri karar alıcının öngörülerine göre değişmektedir. Seyahat süresi ile ilgili yapılan detaylı çalışmalar, bir birim zamanlık iyileşmenin, çalışma saatlerinde 11,57 paunda, çalışma dışı saatlerde ise 3,74 paunda karşılık geldiğini ortaya koymaktadır[4].

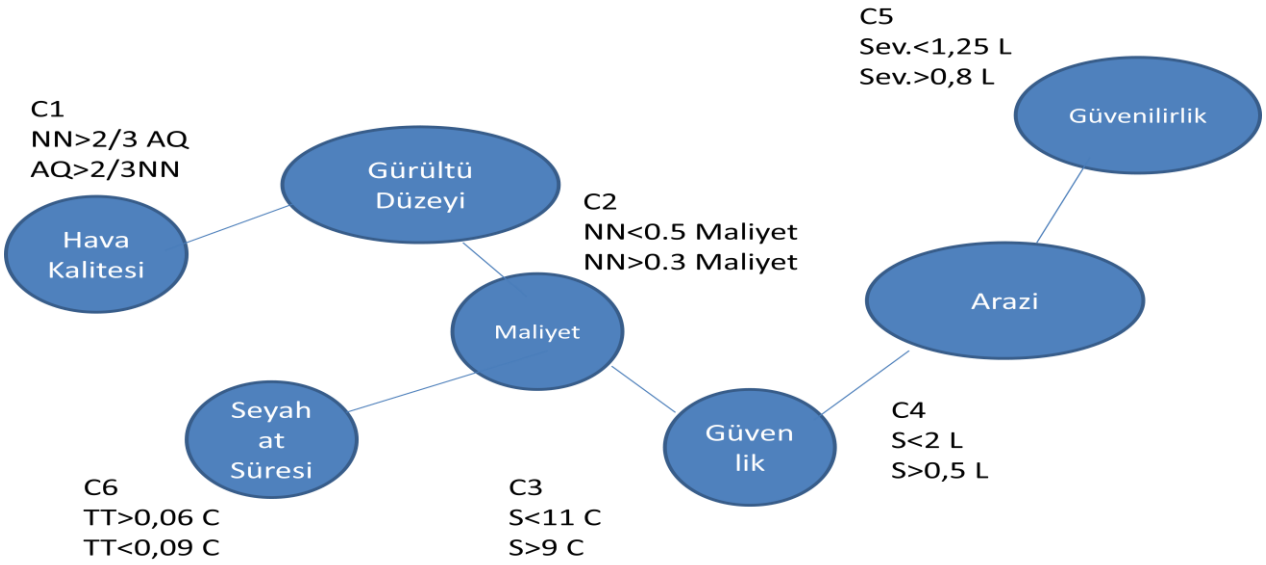
Tablo 4. Üç Seçenek İçin Kriter Ağırlıkları ve Sonuç Puanları Serisi[4]

Kriter	Kriter-Ağırlık	Seçenek A		Seçenek B		Seçenek C	
		Performans	Ağırlıklı Puan	Performans	Ağırlıklı Puan	Performans	Ağırlıklı Puan
Gürültü Kirliliği	0,3	-0,5	-0,15	7	2,1	2	0,6
Hava Kalitesi	0,2	-0,5	-0,1	8	1,6	2	0,4
Arazi Etkisi	0,059	0	0	-2	-0,118	-1	-0,059
Güvenlik	0,001	-0,25	-0,00025	3	0,003	1	0,001
Maliyet	1	-1	-1	-30	-30	-15	-15
Güvenilirlik	12,53	0	0	2	25,06	1	12,53
Seyahat Süresi	0,001	-5	-0,005	100	0,1	15	0,015
Ortalama Puan			-1,255		-1,255		-1,513

[1] Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı,İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mustafa.ilicali@eng.bahcesehir.edu.tr
[2] Mehmet Çağrı Kızıltaş,İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, themacagri@yandex.com
[3] Esad Ergin, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, esad.ergin@rc.bahcesehir.edu.tr



Şekil 2. Hizmet Parametreleri ve İlgili Kriterlerin Grafiksel Gösterimi[4]



Şekil 3. Bütün Kriter Dizisinin İlişki Ağı [5]

Seyahat süresi ve maliyet birlikte değerlendirildiğinde C6 kısıtı:

Wseyahat süresi > 0,06 Wmaliyet

Wseyahat süresi ≤ 0,09 Wmaliyet

Olarak açıklanmaktadır. C1' den C6' ya bütün kriterler arasındaki ilişki yukarıda Şekil 3' te tanımlanmıştır. İkincil aşama kısıtları olan C3-C4-C5-C6' nın sonuçları da aşağıda Tablo 6' da verilmektedir.

[1] Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı,İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mustafa.ilicali@eng.bahcesehir.edu.tr
[2] Mehmet Çağrı Kızıltaş,İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, themacagri@yandex.com
[3] Esad Ergin, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, esad.ergin@rc.bahcesehir.edu.tr

Tablo 5. Arazi Değeriyle İlgili Karşılaştırma[5]

Kriter	Birim	Seçenek A	Seçenek B	Seçenek C
Arazi Etkisi	3/+3 aralığında nicel ölçü, +3 en iyi değeri göstermektedir	-1	-3	-2
Güvenlik	3/+3 aralığında nicel ölçü, +3 en iyi değeri göstermektedir	1	2	3

Tablo 6. Kriter Ağırlıklandırması ve Seçenek Puanlarının 2.Revizesi[5]

		Seçenek A		Seçenek B		Seçenek C	
Kriter	**Kriter-Ağırlık**	**Performans (ii)**	**Ağırlıklı Puan (i X ii)**	**Performans (iii)**	**Ağırlıklı Puan (i X iii)**	**Performans (iv)**	**Ağırlıklı Puan (i X iv)**
Gürültü Düzeyi	0,3	-0,5	-0,15	7	2,1	2	0,6
Hava Kalitesi	0,2	-0,5	-0,1	8	1,6	2	0,4
Arazi Etkisi	0,059	0	0	-2	-0,118	-1	-0,059
Güvenlik	0,001	-0,25	-0,00025	3	0,003	1	0,001
Maliyet	1	-1	-1	-30	-30	-15	-15
Güvenilirlik	12,53	0	0	2	25,06	1	12,53
Seyahat Süresi	0,001	-5	-0,005	100	0,1	15	0,015
Ortalama Puan			-1,255		-1,255		-1,513

SONUÇ

İstanbul' daki trafik tıkanıklığı sorununun giderilmesinde bir diğer ana belirleyici de kentiçi raylı sistem hatlarının yaygınlaştırılmasıdır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, son on yıllık süreçte, yaptığı metro yatırımlarıyla şehrin mevcut metro ve hafif raylı sistem hatlarını geometrik olarak arttırmıştır. Ancak; halihazırda İstanbul ölçeklerinde bir şehir için önemli oranda metro hattına ihtiyaç bulunmaktadır. 10.Kalkınma Planı ve 11.Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Şurası' nda İstanbul özelinde ortaya konan hedeflerde, İstanbul' da 2014, 2019 ve 2019 sonrası metro hatları için inşa, yapım ve işletim projeksiyonları ortaya konmuş olup şehrimizin 10 yıl içerisinde dünya çapında en çok metro ağına sahip şehirler arasına girmesi öngörülmektedir.

İstanbul' daki türel dağılımda karayolu aşırı yüklü bir paya sahipken, karayolunda 'özel otomobil' kullanım payıda çok yüksek bir orana sahiptir. Bu; Karayolu Trafik Güvenliği' ni tehdit eder boyutlarda sonuçlara yol açarken, bütün İstanbul halkını alabildiğine konfor-güvenlik-dakiklik gibi parametrelerden sürekli olarak feragat etmeye zorlamaktadır. Toplu ulaşıma; bütün ulaşım türlerinde yönelmek ve bu anlamda daha entegre, konforlu, dakik, güvenli bir hizmeti sunabilmek kısa vadede gözle görülür geri dönüşler almamızı sağlamaktadır ve sağlayacaktır.

[1] Prof.Dr.Mustafa Ilıcalı,İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, mustafa.ilicali@eng.bahcesehir.edu.tr
[2] Mehmet Çağrı Kızıltaş,İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, themacagri@yandex.com
[3] Esad Ergin, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, esad.ergin@rc.bahcesehir.edu.tr

KAYNAKLAR

[1] Ilıcalı, M, 2012, Kentiçi Toplu Ulaşım Gelişmesinin Trafik Kazalarına Etkisi ve Akıllı Ulaşım Sistemleri, Taşıma Dünyası Gazetesi

[2] Kızıltaş, M, Ç, 2013, Marmaray Projesi ve İstanbul' da Kentiçi Ulaşım, Lokomotif Dergisi

[3] Kızıltaş, M, Ç, 2012, IRU Taksi Forum-Köln, Taşıma Dünyası Gazetesi

[4] Kızıltaş, M, Ç, 2013, Marmaray Projesi ve Ulaştırma Yatırımları, Ulaştırma Dünyası Gazetesi

[5] Kızıltaş, M, Ç, 2015, AB Ulaşım Politikaları ve Ülkemiz Ulaştırma Sistemine Etkileri, Ulaştırma Dünyası Gazetesi