

SU GEÇİŞİ AMAÇLI ULAŞTIRMA YAPILARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE UZMAN SİSTEM YAKLAŞIMI

Y. İlker Topcu

Araş. Gör.

İ.T.Ü.

İşletme Fak.

Endüstri Müh.Böl.

İstanbul, Türkiye

Fusun Ülengin

Doç. Dr.

İ.T.Ü.

İşletme Fak.

Endüstri Müh.Böl.

İstanbul, Türkiye

Ergun Gedizlioğlu

Prof. Dr.

İ.T.Ü.

İnşaat Fak.

Ulaştırma Böl.

İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada; göl, körfez, boğaz, nehir vs. türünde, su geçişi gerektiren herhangi bir coğrafi bölgede, çok ölçütlü bir kriter sistemi temel alınarak, en uygun seçeneğin bulunması hedeflenmektedir. Dikkate alınan başlıca ulaşım araçları raylı ve lastikli taşıtlar ile deniz taşıtlarıdır. Uzman sistem kentiçi ve kentdişi su geçişleri için ayrı ayrı ele alınmıştır. Lastikli ve Raylı Taşıtlar için Köprü, Tünel, Araba Vapuru ve Çevresini Dolaşma şeklinde seçenekler belirlenmiş; kentiçinde ise öncekilere ek olarak Yolcu Vapuru, Deniz Otobüsü ve Dolmuş Motoru dikkate alınmıştır. Göl ve körfez dışı geçişlerde Çevresini Dolaşma seçenekleri kaldırılmıştır. Beş ana modülden oluşan uzman sistemin geçerliliği farklı geçiş sistemleri üzerinde denenmiştir.

1.GİRİŞ

Bu çalışma; su geçişi gerektiren herhangi bir coğrafi bölgenin kentiçi veya kentdişi olması ve geçiş yapılacak alanın göl, körfez, nehir, boğaz, haliç, ada-anakara veya iki ada arası deniz olmasına bağlı olarak, çok ölçütlü yaklaşım ile en uygun geçiş türünün bir uzman sistem (US) tarafından belirlenmesine ilişkindir. Geliştirilen US herbiri kendi içinde alt modüllere ayrılmış olan beş ana modülden oluşmaktadır. US'nin geçerliliğinin sınanması için gerçek problemler üzerinde uygulamaları yapılmıştır.

2. ULAŞTIRMA PROBLEMLERİNDE US KULLANIMI

Ulaştırma problemlerine US yaklaşımından yararlanılması, son yıllarda giderek önem kazanmaya başlamıştır. **Transportation Research A** dergisinin 24/1, 1990 sayısının salt bu konuya ayrılmış olması bile konunun güncelliğini vurgulamak açısından yeterlidir. Söz konusu sayıda yer alan makalelere örnek olarak karayolu ulaşım şebekelerinde güzergah seçimi için US önerisi (1), tren bakım-onarım yönetimi ve çizelgelemesine yönelik US yaklaşımı (2), asfalt bozukluğu teşhisi ve onarımına ilişkin US modeli (3), uçakların havalimanında uygun çıkış kapılarına atanmasına yönelik US çalışması(4) verilebilir. Söz konusu özel sayının yanı sıra bir çok başka derginin de son yıllarda ulaşımda bilgi tabanlı sistemlerin kullanımına yer verdiği görülmektedir (5,6,7).

Yukarıdaki örneklerden de görüldüğü gibi, bugüne kadar geliştirilen çeşitli US modelleri ulaşım probleminin çok küçük parçalarını çözümlmeye çalışmış, su geçiş türü seçimi gibi olaya bütünsel yaklaşım planlama yapmayı gerektiren sorunlara US yaklaşımına yazarlar tarafından rastlanılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın başlangıç aşaması, böylesi bir probleme , US yaklaşımı ile çözüm aramanın gerçekten doğru ve uygun yol olup olmadığının araştırılmasına yönelik olmuştur.

3. AMAÇ

3.1. Geçiş Türü Belirlenmesinde US Gereksinimi

Bilindiği gibi, bir US'nin geliştirilmesine başlamadan evvel, öncelikle söz konusu soruna US ile yaklaşmanın gerçekten doğru ve uygun olup olmadığının irdelenmesi gerekir. Bu bağlamda ele alınan sorunun aşağıdaki sorular çerçevesinde değerlendirilmesi söz konusu olmalıdır (8): 1) Sorun mevcut algoritmik modeller ve geleneksel yaklaşım ile irdelenebilir mi? 2) Sorunun çerçevesi kesin bir şekilde çizilmiş midir? 3) Böyle bir sisteme gerçekten gereksinim var mıdır? 4) Sistemin oluşturulmasına yardımcı olmaya istekli en az bir uzman mevcut mudur? 5) Uzman, konuya ilişkin bilgilerini, sistem kurucusunun anlayabileceği şekilde aktarabilmekte midir? 6) Uzmanın konuya ilişkin tecrübeye dayalı sezgisel yaklaşımları var mıdır?

Yukarıdaki sorular çerçevesinde geçiş türü sorunu irdelendiğinde elde edilen bulgular bölüm 3.2.'de özetlenmiştir.

3.2. Sorunun Kapsamı ve Yapısı

Bilindiği gibi uzman sistemler; bir uzmanın karar verme becerisini taklit etmeyi amaçlayan bilgisayar sistemleridir. Söz konusu sistemlerin, yapılaşmamış, karmaşık ve tümü ile algoritmik yapıya oturtulamayan dar sınırlı problem alanlarına ilişkin problemlerin çözümü açısından en uygun oldukları saptanmıştır (9).

Bu bağlamda en uygun geçiş türünün seçimi problemi ele alındığında ise, söz konusu problemin farklı boyutları olduğu görülebilir. Örneğin salt lastikli taşıtlar için geçiş sorununu ele alalım. İlk aşamada köprü, tünel, araba vapuru ve -eğer coğrafi bölge göl veya körfez ise- çevresini oluşturma şeklindeki seçenekler için geçiş bölgesinin durumunu, seçeneklerin ekonomik yaptırımlarını, çevresel uygunluklarını ve toplumsal etkilerini bir bütün olarak ele almak gerekecektir.

Geçiş bölgesinin durumuna (GBD) bağlı olarak; köprü, tünel vs. kullanıldığında geçiş süreleri, ilgili alanın çevresindeki arazinin topografik yapısı, hava koşulları, deniz ile deniz geçişlerinin ne ölçüde engellendiği, geçiş yapılacak yerdeki su derinliği, araba vapuru tesisleri için arazinin elverişliliği, iki yakadaki arazi zemininin köprü, tünel yapılarına uygunluğunun irdelenmesi gerekecektir.

Ekonomik durum (ED) değerlendirmesi için seçeneklerin tek tek bölgesel ve bölgelerarası ticaret yapısı üzerine etkisi; enerji tasarrufu gerçekleştirebilirliği; inşaat süresi (zaman maliyeti); yatırım, işletme ve bakım maliyetlerinin ele alınması söz konusu olacaktır.

Seçeneklerin çevresel uygunlukları ÇU açısından irdelenebilmeleri için; herbirinin kullanılması durumunda orman ve bitki örtüsünün tahrip olma düzeyi, bölgede yaşayan canlıların etkilenme düzeyi, çevre kirliliği düzeyi, çevre ile ve çevredeki yapılarla estetik yönden uyumları dikkate alınacaktır.

Son olarak olaya toplumsal etki (TE) açısından bakıldığında, her bir seçeneğin kullanıcı açısından sağladığı konfor, bölgede yaşayanlar üzerinde meydana getireceği rahatsızlık kaza riski açısından değerlendirmeler söz konusu olacaktır.

Yukarıdaki irdelemelerden de anlaşılacağı gibi sorunun çözümü, çok ölçütlü, gerek nitel gerekse nicel değerlendirmelere dayalı, karmaşık bir yapının tümü ile irdelenip bütünleşik bir çözüm aranmasını gerektirmektedir. Böylesi bir yapıyı salt algoritmik temellere oturtmak mümkün değildir.

Konuya ilişkin uzman(lar)ın geçmiş tecrübeleri ve sezgilerinin de ele alındığı bir sisteme gereksinim vardır. Öte yandan, yukarıda ortaya konulan çerçeveden de anlaşılabilirliği gibi, problemin sınırları belirlidir. Bu bağlamda bölüm 3.1'de ele alınan birinci ve ikinci sorunun cevabı, ele alınan problem için US kullanımını destekler görünümündedir.

Konuya US yaklaşımı ile yaklaşımın geçerliliğinin, 3, 4, ve 5. sorular kapsamında irdelenebilmesi için; İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ergun Gedizlioğlu'nun görüşü alınmış ve söz konusu uzman, soruna böylesi bir yaklaşımın çok yararlı olacağı düşüncesinden hareketle, sistemin kurulmasına bizzat destek olmayı kabul etmiştir. Bilgisayar sistemlerine son derece alışık olması nedeni ile, US'nin kurulması sırasında bilgilerini bilgisayarda modellenmeye uygun bir şekilde ifade etmekte hiç zorluk çekmeyeceği saptanmıştır. Öte yandan, uzmanın konuya ilişkin sezgi ve tecrübesi de çalışmaları tarafından kanıtlanmaktadır.

Tüm bu bilgilerin ışığı altında; bu çalışmanın amacı, su geçişleri için en uygun seçeneğin belirlenmesi açısından bir US'nin geliştirilmesi olmuştur. Söz konusu modelin, ileride konuya ilişkin üst düzey karar alma mekanizmalarının stratejik karar vermelerini son derece kolaylaştırıcı bir yapı arzettiği düşünülmektedir.

4. GELİŞTİRİLEN US MODELİ

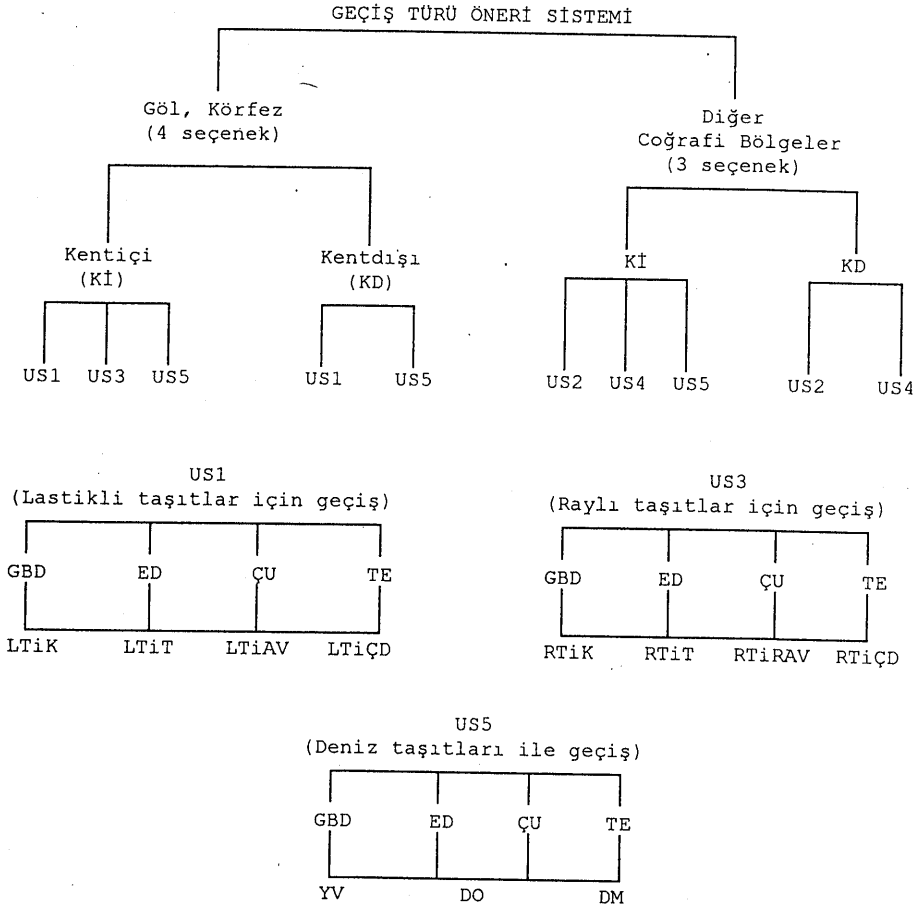
4.1. Modelin Özellikleri

Bir US geliştirilirken bilginin gösterimi çeşitli şekillerde yapılabilir. Bunlar kısaca kural temelli (eğer-öyleyse kuralları) yönetsel sunum, çerçeveler (yapısal sunum), anlamsal ağlar, nesne-nitelik-değer üçlüsü, mantıksal sunum olarak özetlenebilir (9). Bu çalışmada, en tanınmış bilgi gösterim türlerinden biri olan kural-temelli yönetsel sunumdan yararlanılmıştır. Söz konusu sistem bilginin "eğer-öyleyse" sorularına cevap verecek şekilde düzenlenmesine dayalıdır. Çalışmada kullanılan US'nin oluşturulması sırasında kural-temelli bir bilgi gösteriminden yararlanmaya karar verilmesinin ana nedeni, kullanılan paket program EXSYS'in, bu temele göre kurulmuş olmasıdır. Ancak, söz konusu gösterimin diğerlerine göre genelde daha tanınan ve tercih edilen bir özellikte olduğu herkesce bilinen bir gerçektir. Öncelikle kurallar daha şeffaf bir yapı oluştururlar. Bu da yöneticilerin elde edilen sonuçları daha kolay benimsemesine yardımcı olur. Kurallar daha kolay değiştirilebilir, geçerliliklerinin sınanması diğer gösterimlere kıyasla daha kolaydır. Tüm bu açılardan irdelendiğinde de, söz konusu seçimin uygun bir seçim olduğu düşünülebilir.

4.2. Modelin Yapısı

Lastikli Taşıtlar için Köprü (LTİK), Tünel (LTiT), Araba Vapuru (LTiAV), göl veya körfezin Çevresini Dolaşma (LTiÇD); Raylı Taşıtlar için Köprü (RTİK), Tünel (RTiT), Ray döşeli Araba Vapuru (RTiRAV), Çevresini Dolaşma (RTiÇD); Yolcu Vapuru (YV), Deniz Otobüsü (DO) ve Dolmuş Motoru (DM) şeklinde geçiş türleri

önerilmesine ilişkin olarak kurulmasına karar verilen US'nin hiyerarşik yapısı Şekil 1'de görülmektedir.



NOT: US2 US1'in LTiÇD, US4 ise US3'ün RTiÇD seçeneği çıkarılmış şeklidir.

ŞEKİL 1. Geçiş Türü Öneri Sisteminin Hiyerarşik yapısı

Şekilden de görülebildiği gibi, oluşturulan hiyerarşik yapının tam olarak modellenenbilmesi için 5 adet ana uzman sistem modülünden yararlanılmaktadır (US1..US5). US1 322 kural, US2 243 kural, US3 322 kural, US4 243 kural ve US5 243 kuraldan oluşmuştur.

Her bir modülde GBD, ED, ÇU ve TE kriterleri için geliştirilmiş alt modüller aracılığı ile; olurlu seçeneklerin, her kriter açısından sorulan sorulara alınan yanıtlara göre değerlendirilmesi yapılmakta ve daha sonra ilgili kriterin önceden hesaplanmış göreceli önem değeri ile çarpılarak,

seçeneklerin azalan olasılıklar cinsinden sıralanması verilmektedir. Kriterlere göre değerlendirmeye ilişkin ayrıntılı bilgi bölüm 3.2'de verilmiştir. Seçeneklerin kriterler açısından değerlendirilmesi sırasında "geçiş süresi, maliyet" gibi sayısal değerlendirmeler 1-9 leğine dönüştürülmektedir.

Bu sıralama yapıldıktan sonra tüm seçenekler arz ettikleri kapasiteye göre değerlendirilmektedir: Varolan su geçişlerinde fiili olarak taşınan yolcu ya da taşıt sayısı ile ilgili raporlardan (gişe, turnike vb. yerlerden geçişler) elde edilen iki yaka arası trafik hacmi değerine çeşitli ulaştırma mühendisliği teknikleri ve tahmin yöntemleri uygulanarak proje ömrü sonundaki (20 yıl sonraki) trafik hacmi hesaplanmaktadır. Hesaplanan tahmini hacimden mevcut geçişlerin arz ettiği kapasitenin çıkarılmasıyla bulunan farkı karşılamak için LTİK, LTİT ve LTİD seçenekleri için gerekli şerit sayısı, RTİK, RTİT ve RTİD seçenekleri için gerekli hat sayısı ile LTİAV, LTİRAV, YV, DO ile DM seçenekleri için bu seçeneklerden kaç adet gerektiği hesaplanmaktadır.

Su geçişi gerektiren bölge kent içi ise iki yöndeki yolcu sayısı/saat temelindeki fark iki yöndeki taşıt sayısı/saat temeline çevrilmektedir. Lastik tekerlekli taşıtlar için toplu taşıma taşıtlarının ortalama 50 yolcu ve özel taşıtların 2 yolcu taşıdığı kabul edilerek TTO o bölge için yapılan çalışmalarda bulunan toplu taşıma oranını ve YF tahmini hacim ile mevcut kapasite arasındaki yolcu sayısı farkını göstermek üzere;

$$LTF = (YF * TTO) / 50 + (YF * (1-TTO)) / 2 \quad (1)$$

lastikli taşıt sayısı farkı (LTF) bulunmaktadır. Bölgenin kent dışı olması durumunda LTF bilindiğinden bu çevirmeye gerek kalmamaktadır.

LTF köprü seçeneği için 1600 taşıt/saat-şerit, tünel seçeneği için 1500 taşıt/saat-şerit ve evre dolaşma seçeneğini sağlayacak yerde yol için 1700 taşıt/saat-şerit'e bölünerek her seçenek için gerekli şerit sayısı bulunmaktadır. Bir araba vapurunun 100 taşıt taşıdığı kabul edilerek AVSS araba vapurunun beklemler dahil seyir süresini (dak) göstermek üzere gerekli araba vapuru sayısı

$$LTF / ((60 / AVSS) * 100) \quad (2)$$

işlemi ile bulunmaktadır.

Benzer şekilde bir raylı taşıtın ve yolcu vapurunun ortalama 1000 yolcu, deniz otobüsünün 450 yolcu ve dolmuş motorunun 100 yolcu taşıdığı kabul edilerek YVSS, DOSS ve DMSS sırasıyla yolcu vapuru, deniz otobüsü ve dolmuş motorunun beklemler dahil geçiş süresini (ak) göstermek üzere; raylı taşıt sayısı farkı (RTF),

yolcu vapuru sayısı farkı (YVF), deniz otobüsü sayısı farkı (DOF) ve dolmuş motoru sayısı farkı (DMF) bulunmaktadır:

$$RTF = YF / 1000 \quad (3)$$

$$YVF = YF / ((60 / YVSS) * 1000) \quad (4)$$

$$DOF = YF / ((60 / DOSS) * 450) \quad (5)$$

$$DMF = YF / ((60 / DMSS) * 100) \quad (6)$$

Raylı taşıtların iki dakikada bir kalkabileceğinden hareketle bir hatta saatte 30 raylı taşıt olabileceği bulunmakta ve RTF'nin 30'a bölünmesiyle köprü, tünel ve çevre dolaşma için gerekli hat sayısı hesaplanmaktadır. Raylı taşıtların ray döşeli araba vapuru ile taşınması durumunda her raylı taşıt için bir vapur gerektiği kabul edilerek RAVSS ray döşeli araba vapurunun beklemler dahil seyir süresini (dak) göstermek üzere;

$$RTF / (60 / RAVSS) \quad (7)$$

işlemi ile gerekli ray döşeli araba vapuru sayısı bulunmaktadır.

Pratik amaçlar için bölgenin kent dışı olması durumunda raylı taşıtlar için bir değerlendirme yapılmamaktadır.

YVF, DOF ve DMF ise YF'yi karşılamak için gerekli deniz taşıtı sayısını vermektedir.

Her seçenek için bulunan gerekli sayılar konunun uzmanı olarak kabul edilen Prof. Dr. Ergun Gedizlioğlu tarafından verilen bilgiler ışığında oluşturulan Tablo 1'de görülen üst sınırlarla karşılaştırılır. Seçeneklerin üst sınırı aşması durumunda gerekli sayı ile üst sınır arasındaki farktan doğan hacmin, olasılığı yüksek bir başka seçenek tarafından karşılanması gerekir.

TABLO 1. Su geçişi seçenekleri için üst sınırlar

SEÇENEK	ÜST SINIR
LTİK	10 şerit
LTiT	8 şerit
LTiAV	32 vapur/saat
LTiÇD	∞
RTİK	4 hat
RTiT	4 hat
RTiRAV	32 vapur/saat
RTiÇD	4 hat
YV	36 vapur/saat
DO	36 DO/saat
DM	∞

5. GELİŞTİRİLEN MODELİN SINANMASI

Yukarıda geliştirilen US modelinin geçerliliğinin sinanması amacı ile iki ayrı uygulama yapılmıştır. Modüllerin hepsinin çalışırılığının kanıtlanmasına yönelik olarak bir kentiçi bir de kentdişi su geçişi sorununun ele alınmasına karar verilmiş; güncellikleri nedeni ile kentiçi geçiş sorunu vakası olarak İstanbul Boğazı geçişi, kentdişi geçiş sorunu olarak ise İzmit Körfezi geçişi sorununun ele alınması uygun bulunmuştur.

Her iki vakada da öncelikle GBD, ED, ÇU ve TE kriterlerinin, seçeneklerin seçilmesindeki görelî önemlerinin belirlenmesine yönelik olarak Analitik Hiyerarşi yaklaşımı kullanılmıştır. Bu amaçla üç ayrı uzmanın görüşü alınmış ve Tablo 2'de ortaya koyulan söz konusu değerlendirmelerin geometrik ortalamaları bulunmuştur. Ortalama matrisinin özvektörü bulunarak kriterlerin görelî önemleri hesaplanmıştır (Tablo 3). Tablo 3'de de görüldüğü gibi üç uzman görüşünden elde edilen görelî önem değerleri GBD için %35.86, ED için %30.44, ÇU için %19.89 ve TE için %13.81 olarak bulunmuştur.

TABLO 2. Üç Uzmanın Görelî Kriter Önemi Değerlendirmeleri

uzman 1	GBD	ED	ÇU	TE
GBD	1	5	7	9
ED	.2	1	1	4
ÇU	.14	1	1	4
TE	.11	.25	.25	1
uzman 2	GBD	ED	ÇU	TE
GBD	1	.2	.33	.33
ED	5	1	4	3
ÇU	3	.25	1	1
TE	3	.33	1	1
uzman 3	GBD	ED	ÇU	TE
GBD	1	2	3	4
ED	.5	1	1	1
ÇU	.33	1	1	1
TE	.25	1	1	1
ortalama	GBD	ED	ÇU	TE
GBD	1	1.26	1.913	2.289
ED	.794	1	1.587	2.289
ÇU	.523	.63	1	1.587
TE	.437	.437	.63	1

TABLO 3. Kriterlerin Görelî Önemi

GBD	% 35.86
ED	% 30.44
ÇU	% 19.89
TE	% 13.81

Ayrıca her vaka için, kriterlerin göreceli önemleri değişimlerinin seçim üzerine etkisini belirlemek için duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizi sırasında bir kriterin önem değerinin değişimi diğer kriterlerin önem değerlerine Tablo 3'de görülen değerler oranında yansıtılmıştır. Örneğin x, y, z, t sırasıyla LTİK seçeneğinin GBD, ED, ÇU, TE kriterlerine göre olasılık değerleri ve w GBD kriterinin önem değeri iken;

$$xw+y(1-w).3044/.6414+z(1-w).1989/.6414+t(1-w).1381/.6414 \quad (8)$$

işlemi ile LTİK'nın global olasılığı bulunmaktadır.

5.1. İstanbul Boğazı Geçiş Sorununun US Modeli ile İrdelenmesi

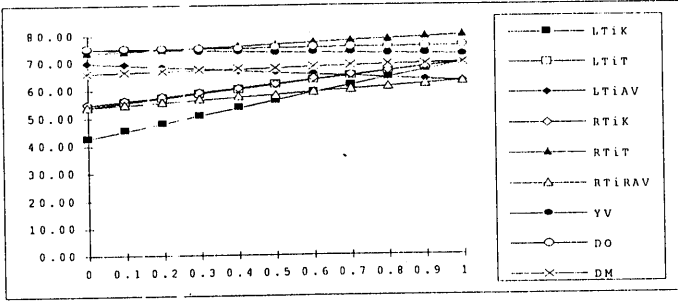
İstanbul'un iki yakası arasındaki geçiş sorunu; 'göl veya körfez harici bir coğrafi bölgede ve kent içinde geçiş' sorunu örneği olduğundan, LTİK, LTİT, LTİAV; RTİK, RTİT, RTİRAV, YV, DO ve DM şeklinde 9 seçenek temel alınarak irdelenmiştir. Bu nedenle uzman sistemin US2, US4 ve US5 modülleri çalıştırılmıştır. Uzmanın verdiği cevaplardan hareket ile US2, US4 ve US5'in, GBD, ED, ÇU ve TE alt modülleri kullanılarak her kriterin aldığı ortalama olasılıklar saptanmıştır. Bu olasılıklar ile kriterlerin uzmanlarca belirlenen göreceli önemleri çarpıldığında Tablo 4'de görülen global olasılıklar elde edilmiştir

TABLO 4. İstanbul Boğazı Geçiş US Sonuçları

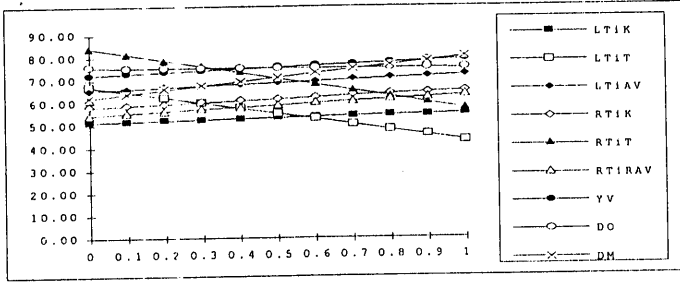
SIRA	SEÇENEK	OLASILIK	GEREKEN	ÜST SINIR
1	RTİT	% 75.91	3 hat	4 hat
2	DO	% 75.36	34 adet	36 adet
3	YV	% 74.26	30 adet	36 adet
4	DM	% 67.54	375 adet	∞ adet
5	LTİAV	% 67.44	63 adet	32 adet
6	RTİK	% 60.17	3 hat	4 hat
7	LTİT	% 59.73	9 şerit	8 şerit
8	RTİRAV	% 57.14	68 adet	32 adet
9	LTİK	% 52.48	8 şerit	10 şerit

Tablo 4'den de görüldüğü gibi, İstanbul'un iki yakası arasındaki en uygun geçiş seçeneği % 75.91 ile Raylı Taşıtlar için Tünel olarak bulunmuştur. Bunu % 75.36 ile Deniz Otobüsü, ve % 74.26 ile Yolcu Vapuru izlemektedir. Ayrıca ileriye yönelik olarak tahmin edilmiş olan talebi karşılamak için söz konusu ilk üç seçeneğin gerekli sayılarının da üst sınırları aşmadığı görülmektedir. Üst sınırının aşılması sorunu 5. (LTİAV), 7. (LTİT) ve 8. (RTİRAV) seçeneklerde ortaya çıkmaktadır.

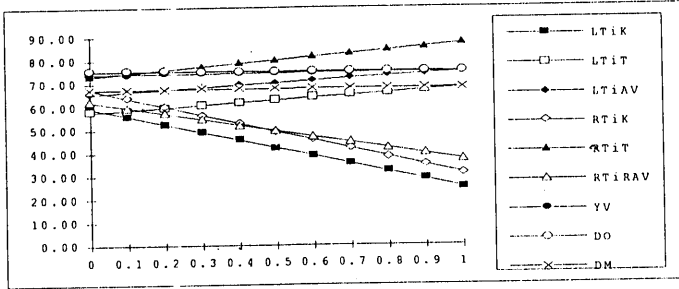
Duyarlılık analizi yapıldığında meydana gelen değişimler Şekil 2, 3, 4 ve 5'de görülmektedir.



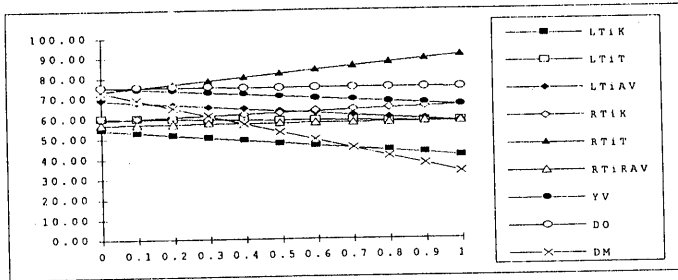
ŞEKİL 2 GBD Kriterine Göre Duyarlılık



ŞEKİL 3 ED Kriterine Göre Duyarlılık



ŞEKİL 4 ÇU Kriterine Göre Duyarlılık



ŞEKİL 5 TE Kriterine Göre Duyarlılık

5.2. İzmit Körfezi Geçiş Sorununun US Modeli ile İrdelenmesi

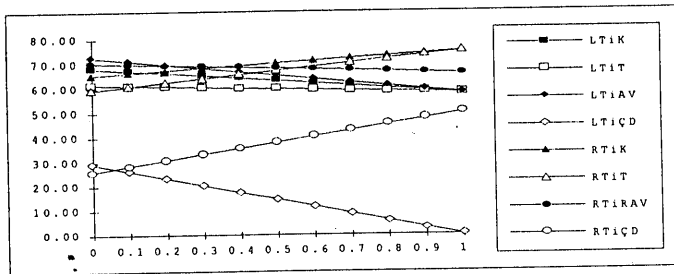
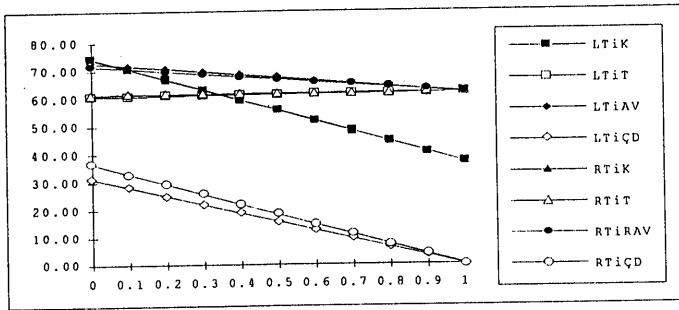
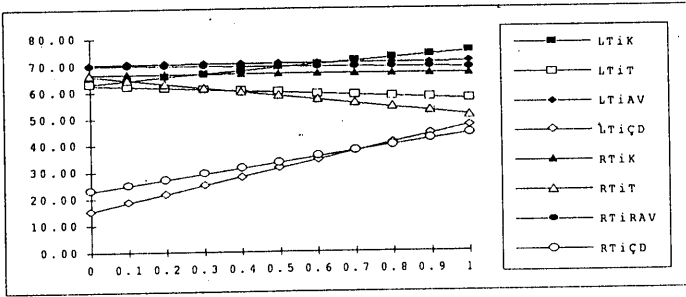
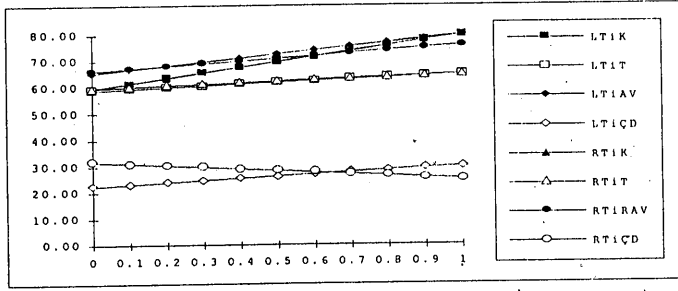
Daha önce de belirtildiği gibi 'göl veya körfez şeklinde bir coğrafi bölgede ve kent dışında geçiş' sorununa örnek teşkil edecek şekilde İzmit Körfezi seçilmiş ve konunun kapsamı gereğince LTİK, LTİT, LTİAV, LTİÇD, RTİK, RTİT, RTİRAV ve RTİÇD seçenekleri temel alınmıştır. Bu nedenle US1 ve US3 modülleri çalıştırılarak gerek lastikli taşıtlar gerekse de raylı taşıtlar için GBD, ED, ÇU ve TE kriterlerine göre durumlarının belirlenmesine yönelik olarak, ilgili alt sistem modüllerinden yararlanılmıştır. Elde edilen değerlerin, ilgili kriterlerin göreceli önemleri ile çarpımı sonucunda Tablo 5'de verilen global olasılıklara ulaşılmıştır.

TABLO 5. İzmit Körfezi Geçişi US Sonuçları

SIRA	SEÇENEK	OLASILIK	GEREKEN	ÜST SINIR
1	LTİAV	% 70.64	85 adet	32 adet
2	RTİRAV	% 69.70	-	-
3	LTİK	% 66.89	8 şerit	10 şerit
4	RTİK	% 66.80	-	-
5	RTİT	% 61.52	-	-
6	LTİT	% 61.00	8 şerit	8 şerit
7	RTİÇD	% 29.26	-	-
8	LTİÇD	% 25.07	7 şerit	∞ şerit

Tablodan da görüldüğü gibi, İzmit Körfezi geçiş sorununa ilişkin olarak, US Modeli en uygun seçeneğin %70.64 olasılık ile Lastikli Taşıtlar için Arabalı Vapur olduğunu bulmuştur. Bunu %69.7 ile Raylı Taşıtlar için Ray döşeli Araba Vapuru ve %66.89 ile Lastikli Taşıtlar için Köprü seçenekleri izlemektedir. Ancak ilk seçenekte kapasite sorunu vardır. LTİAV seferlerinin yapılabilmesi için gereken 85 vapur, üst sınır olan 32'yi büyük ölçüde aştığından, bu seçeneğin tek başına kullanılabilmesi olanaksız gözükmemektedir. Bu durumda ya proje ömrü sonundaki trafik hacmi ile 32 adet araba vapurunun arz ettiği kapasite arasındaki fark bir sonraki seçeneğin de uygulanması ile sağlanacak ya da karar verici bu aşamada iki seçeneği birden kullanmak yerine, kapasitesi yeterli olan fakat sıralamada daha düşük bir sırada olan bir seçeneği (RTİRAV veya LTİK) seçecektir.

Duyarlılık analizi sonuçları ise Şekil 6, 7, 8 ve 9'da görülmektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilindiği gibi, 'ulaştırma yapılarına uygun su geçiş(ler)inin önerilmesi' sorununu çözümlmek, olaya sistem yaklaşımı ile bakılmasını gerektiren oldukça karmaşık bir süreç gerektirir. Daha önce de belirtildiği gibi sorunun gerek ekonomik gerek toplumsal gerekse çevresel boyutları olduğu gibi geçiş bölgesinin uygunluğu da alınacak karara büyük ölçüde etki edebilmektedir. Bu çalışma, söz konusu olayı bir bütün olarak inceleyip karar vericilerin akılcı kararlar alabilmelerine yönelik olarak seçim yapabilmelerine olanak sağlamak amacı ile geliştirilmiştir ve yazarların bilgisi dahilinde , ulaşım türü seçimine böyle bir yaklaşım getiren ilk modeldir. İstanbul'un iki yakası arasındaki geçiş sorununun çözümüne yönelik olarak daha önce yapılmış bir çalışmada (10), söz konusu sorunun çözümüne yönelik olarak sunulan çeşitli seçenekler 'maliyet' ve 'fayda' ana kriterlerine göreli etkileri ve katkıları açısından iki ayrı hiyerarşik çatı altında Analitik Hiyerarşi yaklaşımı ile irdelenmiş ve seçenekler fayda/maliyet değerlerine göre sıralanmaya çalışılmıştır. Ancak, yukarıda adı geçen çalışma salt İstanbul'un iki yakası arasındaki geçiş sorununu ele alan bir çalışmadır ve mevcut tüm su geçişi sorunlarında uygulanacak şekilde genelleştirilmesi mümkün değildir. Oysa burada ele alınan çalışma, kentiçi ve kent dışı olası tüm su geçişi sorunlarına uygulanmak üzere geliştirilmiş bir uzman sistem gerçekleştirme amacına yöneliktir. Bu nedenle örneğin bir göl veya körfez geçişi sorununa uygulanırken 'çevresini dolaşma' seçeneği bile dikkate alınabilmektedir. Öte yandan önceki çalışma (10) olayı köprü, tünel, vapur vs seçeneklerin göreli karşılaştırılmalarına dayandırmaktadır. Bu nedenle, sıralanan seçeneklerin kapasite açısından talebi karşılayabilirliklerini incelememektedir. Oysa bu çalışmada konu daha da ayrıntılandırılmış ve öncelikle taşıt temeline indirgenmiştir. Ayrıca seçeneklerin önem düzeylerine göre sıralanması dışında talebi karşılama açısından kapasite yeterlilikleri de hesaplanmıştır. Bu bağlamda örneğin herhangi bir geçiş sorununun irdelenmesi sırasında en yüksek olasılığı 'Raylı taşıtlar için Tünel' seçeneği almış ise, fakat ileriye yönelik (20 yıl sonraki) tahmin edilen yolculuk talebinin karşılanması için gereken hat sayısı, bir önceki bölümde belirtildiği gibi hesaplanıp üst sınırı aştığı bulunur ise, geliştirilen model kullanıcıyı uyarmakta ve geri kalan kapasitenin bir sonraki seçenek ile sağlanması gerektiğine işaret etmektedir. Karar verici bu aşamada iki seçeneği birden kullanmak yerine, kapasitesi yeterli olan fakat sıralamada daha düşük bir sırada olan bir seçeneği de görebilme ve dolayısı ile seçebilme olanağına sahiptir. Bunun yanı sıra, geliştirilen US modelinin, Ülengin modelinden (10) bir diğer farkı; seçenekleri Ekonomik Durum, Çevresel Uygunluk ve Toplumsal Etkiye ek olarak Geçiş Bölgesinin Durumuna göre de irdemesidir. Öte yandan, bu kriterlerin göreli önemlerini belirlemeye yönelik olarak geliştirilen bir Analitik Hiyerarşi modelinin, kurulan US'yi destekleyici bir modül olarak devreye girmesi, değerlendirmelerin daha gerçekçi bir temele oturmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda,

üst yetkili karar organlarının, konuya ilişkin çözüm bulmaları sırasında oldukça yararlı olacağı düşünülmektedir.

Geliştirilen model kullanılarak daha doğru sonuçların alınabilmesi için, birden fazla uzmanın değerlendirmelerinden yararlanmak ve uzmanlar arasında çelişki olup olmadığını irdelemek, ileriye yönelik olarak önerilebilir (11). Eğer çelişki varsa, bu çelişkilerin nedenlerinin saptanıp dikkate alınması da doğru olacaktır. Bu bağlamda her uzmanın konuya bakış açısının gösteren bilişsel haritaların (cognitive map) (12,13) çıkartılması ve bu haritalardaki farklılıkların araştırılması gerekecektir (14,15).

Öte yandan bu çalışmada, söz konusu geçiş bölgesini kullananların sosyoekonomik durum değerlendirmesi yapılmamıştır. Oysa Ülengin'de (10) önerildiği gibi, söz konusu geçiş bölgesinin 'aktörleri'nin A, B ve C sosyoekonomik grubu üyesi olmalarına bağlı olarak, sonuçların etkilenip etkilenmeyeceği irdelenebilir.

Son olarak; bu çalışmada ulaşım talebi tahmini olarak ulaştırma uzmanlarının bulgularından yararlanılmıştır (16). Oysa talebe etki eden temel faktörler ayrıntılı bir şekilde irdelenip, daha duyarlı tahminlerin elde edilmesi, sonuçların da daha duyarlı olmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- TAYLOR M.A.P, "Knowledge-Based Systems for Transport Network Analysis: A Fifth Generation Persperctive on Transport Network Problems", Transpn. Res. A, Vol.24A, No:1, sf.3-14, 1990.
- 2- MARTLAND C.D. ve diğerleri, "Applications of Expert Systems in Railroad Maintenance: Scheduling Rail Relays", Transpn. Res. A, Vol.24A, No:1, sf.39-52, 1990.
- 3- CORBY O. ve diğerleri, "A Multi-Expert Sytem for Pavement diagnosis and Rehabilitation", Transpn. Res. A, Vol.24A, No:1, sf.53-57, 1990.
- 4- GOSLING G.D, "Design of an Expert System for Aircraft Gate Assignment", Transpn. Res. A, Vol.24A, No:1, sf.59-69, 1990.
- 5- KIRSCHFINK H, "Knowledge-Based System for the Completion of Traffic Data", EJOR, Vol.71, sf.247-256, North-Holland, 1993
- 6- RITCHIE S.G, "A knowledge-Based Decision Support Architecture for Advenced Traffic Management", Transpn. Res. A, Vol.24A, No:1, sf.27-37, 1990.
- 7- RITCHIE S.G, "Expert Sytems in Pavement Management", Transpn. Res. A, Vol.21A, No:2, sf.145-152, 1987.
- 8- GIARRATANO J. ve RILEY G., Expert Systems: Principles and Programming PWS-Kent Publ.Co., 1989.
- 9- IGNIZIO J.P, Introduction to Expert Systems, McGraw-Hill Inc., New York, 1991.
- 10- ÜLENGİN F, "Easing the Traffic in Istanbul: At What Price?", Journal of Operational Research Society, Vol.45, No:7, sf.771-785, 1994.

- 11- O'LEARY D, "Determining Differences in Expert Judgment: Implications for Knowledge Acquisition and Validation", Decision Sciences, Vol.24, No:2, 1993.
- 12- EDEN C, "Cognitive Mapping", European Journal of Operations Research, Vol.36, sf.1-13, 1988.
- 13- LEE S., COURTNEY JF ve O'KEEFE (1992), "A System for Organizational Learning Using Cognitive Maps", OMEGA, Vol.20, No:1, sf.23-36, 1992.
- 14- LANGFIELD S. ve ANDREW W, "Measuring Differences Between Cognitive Maps", Journal of Operational Reserach Society, Vol.43, No:12, sf.1135-1150, 1992.
- 15- KEIN J. ve COOPER D.F, "Cognitive Maps of Decision-Makers in a Complex Game", Journal of Operational Research Society, Vol.33, sf.63-71, 1982.
- 16- EVREN G. ve KARADENİZ Z, "Boğaz Tüp Geçişinin Ulaşım Açısından Değerlendirilmesi" İstanbul 2. Kentiçi Ulaşım Kongresi 16-18 Aralık 1992, Bildiri Kitabı, sf.65-72, İstanbul, 1992.

