



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2012, Volume: 7, Number: 2, Article Number: 1A0310

İlker Özdemir¹

Osman Aytekin²

Hakan Kuşan³

Eskisehir Osmangazi University¹⁻²

Dumlupinar University³

iozdemir@ogu.edu.tr

oaytekin@ogu.edu.tr

hkusan@dpu.edu.tr

Eskisehir-Turkey

NWSA-ENGINEERING SCIENCES

Received: 2010

Accepted: April 2012

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

**KENT BÖLGE VE ALTBÖLGE HİZMET SERİMLERİNDE ENKKA ve ENBKA YÖNTEMLERİ
KULLANILARAK TOPLAM DEĞER ENİYİLEME**

ÖZET

Bu çalışmada, literatürde En küçük Kapsarağaç ya da karşıtı olarak En büyük Kapsarağaç Yöntemi olarak bilinen ve kullanılan, belediyelerin ve mahalli idarelerin hizmet serimlerinde yöntem olarak kullanmaları önerilen, bir sistem eniyileme modeli tanıtılmaya çalışılmıştır. Bu yöntem uygulamasında örnek olarak bir alt bölge hizmet seriminde çöp toplama, taşıma ve depolamasında en ucuz, en kısa ve en az kaynak kullanımı sayısal uygulaması yapılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enküçük Kapsarağaç Algoritması,
Enbüyük Kapsarağaç Algoritması,
Kentsel Hizmet Serimleri, Eniyileme,
Yönsüz Serim Çözümlenmeleri

**THE TOTAL VALUE OPTIMIZATION IN THE SERVICE NETWORKS OF CITY REGIONS
AND SUB-REGIONS USING METHODS OF MINIMAL AND MAXIMAL SPANNING TREE**

ABSTRACT

In this study, Minimal Spanning Tree (MST) or opposed to Maximal Spanning Tree Algorithm, as known in the literature, used a method for solve the problems of municipalities or local administrations as a way to use proposed service Networks tried to use introduce a system optimization model. In this method as an example of a sub-regional service paves the collection, transportation and storage is the cheapest, shortest and the numerical implementation of resource use at least attempted to be made.

Keywords: Minimal Spanning Tree Algorithm,
Maximal Spanning Tree Algorithm,
Urban Service Networks, Optimization,
Undirected Network Analysis

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnşaat Mühendisliği teknik, teorik ve uygulamalı çalışmalarında planlamacı mühendislik, yönetim ve proje organizasyonu gibi çok önemli işlevsel görevlerin yerine getirilmesi sırasında en çok ortak çalışma yapılan anabilim dalları arasında Endüstri Mühendisliği ve İşletme Mühendisliği gelmektedir. Bu nedenle çalışmaların çoğunda daha tasarım aşamasında Yöneylem Araştırması yöntem bilim ve tekniklerinin kullanımı ile bunlara duyulan gereksinim ortaya çıkmakta veya bu konuda çalışan uzmanların görüşlerinin alınması gerekmektedir. Ülkemizde henüz bu gibi ortak bilim ve arakesit çalışmalarında yeterli ilerleme sağlanamamış, bazı hususlar gecikmiş ya da kabul görmemiş, uzun süre bilimsel bir "içine kapanıklık-tekdüzellik" yaşanmıştır. Oysa her türlü teknik, mühendislik, sanat ve fen yapısı projelendirme, yapım, değişiklik, geliştirme ve güncelleştirme aşamalarında ekonomik karakterler göstermekte, parasal bütçesel planlamalar hep ön plana çıkmaktadır. Hiçbir bilim dalı artık kendi başına büyük başarılar elde edememekte, birtakım ortak ve arakesit çalışmalara şiddetle gereksinim duyulmaktadır.

Çalışmanın başlangıcında, ülkemizde yaygın kent bölge ve altbölge hizmet çalışmaları ve yönetimlerinin temel problemleri arasında yer alan "hizmet dağılım ve kontrol serimlerinde optimizasyon, standardizasyon, koordinasyon ve kooperasyon"; özellikle orta ve büyük ölçekli kentlerimizde uygulanan "Toplu Ulaşım, TL/yükxkm ve TL/Yolcuxkm maliyetlerinin enküçüklenmesi (minimizasyonu), Çöp Toplama ve Katı Atık Rafinasyonu, Hizmet Dağıtım ve Kullanım Serimlerinde en fazla abone veya üniteye hizmetin yoğun ve en ucuz iletimi" gibi kitlesele, bölgesel uygulamalar için bir eniyileme çalışmasının deneme niteliğinde gündeme getirilmesine yöntem oluşturulmaya çalışılmıştır. Söz konusu çalışmayı yapabilmek için de Graf Teori'de yer alan Şebeke Analizi tekniği olan (Enküçük Kapsarağaç: ENKKA) Algoritmasının kullanılması düşünülmüştür. Bu yöntem, çok geniş ve değişik uygulama alanlarında faydalı olabilmektedir. Benzer biçimde ortaya çıkmayan ve çözüm bekleyen arka planda gizli kalan birçok problem de bir ENKKA problemi olarak başarıyla modellenebilmekte, çözülebilmektedir. İlk kez bir televizyon kablo hattını tüm istasyonlarda bir serim problemi şeklinde düzenleyerek çözüm arama fikri ve ENKKA ile modellemesi yapılmıştır [1]. Bu tip serimlerde en az hat uzunluğu ve kablo boyu optimizasyonu şeklinde yararlı kullanımının düzenlenişi gösterilmiştir [2]. Belki de ENKKA'nın en ilginç ve önemli uygulaması "demet ya da küme analizi" olarak adlandırılan, birkaç kümenin bir arada kullanıldığı problemlerde etkin biçimde çözümün uygulama şekli belirtilebilir [3]. Serim güvenilirliği (network reliability) ile ilgili diğer bir uygulama da bir veya birden çok ayrıtta (service lines) meydana gelecek kayıp yada göz ardının bir ağaç içerisinde enküçük olasılıkla ve ENKKA ile ağırlığının belirlenerek gösterilmesidir. Birden fazla bitişli serim akış problemlerinin çözümü için ENKKA yöntemleri bir alt problem olarak ele alınmıştır [4]. Benzer bir uygulama da Held ve Karp'ın çalışmalarında "Gezgin Satıcı Problemlerinin" çözümü için önerilmiş [5 ve 6]; daha sonra yöntem ayrıntılı olarak tanıtımla yayınlanmıştır [7].

Çalışmanın izleyen kısmında yukarıda belirtilen yöntem için önce elle çözümler, sonra algoritma uygulamalarını sıkça ve tekrarlı olarak yapabilmek üzere bir bilgisayar program yazılımı oluşturulup, küçük serimler üzerinde deneysel ve sayısal uygulamaları yapılmış; daha sonra da orta ölçekli gerçek bir kent bölgesi "çöp toplama, taşıma ve depolamasıyla ilgili bir dağılım güzergâh serimi üzerinde sayısal, çalışmalar yürütülmüş ve daha iyi ve uygun sonuçlar elde edilmiştir.

ENKKA ve benzeri yöntemlerle ilgili olarak ülkemizde bazı ulaşım, planlama ve bölgesel yerleşim çalışmaları yapılmış ve bildirilerle sunulmuştur. Kentiçi ulaşım planlamasında İstanbul için ilginç bir çalışma düzenlenmiştir [8]. Ayrıca aynı araştırmacılarca bir bölgesel ulaşım planlaması için eniyileme çalışmasında Dinamik Model geliştirmiştir [9]. Yine aynı sıralarda bu tür sistemlerin kâr-gider analizlerinde yaklaşımlarda bulunulmuştur [10]. Diğer bir çalışmada kentiçi yolcu ulaşımının ENKKA ile planlaması yapılarak uygulama otobüs ulaşım ağının eniyilenmesinde öneri ek hatların yapımı konusunda ortaya konulmuştur [11]. Aynı şekilde, benzer diğer bir çalışmada kent konut dağılımı ve yerleşim bölgelerinde yapılan kablolu TV hizmet dağıtım serimlerinde ENKKA ile enküçük hat maliyeti çalışması tanıtılmıştır [12]. Eskişehir’de Büyükşehir ve İlçe Belediyeleri çalışma bölgelerinde en az yakıt maliyeti ve işçilik tespiti ile zaman enküçüklenmesi bakımından bir çalışma da “ENKKA ile hizmet dağılım maliyetlerinin enküçüklenmesi” biçiminde bir proje kapsamında bire bir verilerle ve aynı hazır program kullanılarak değerlendirilmiştir [13]. Literatür incelendiğinde söz konusu yöntemin (Birleşik, Matematik, Tamsayı, Doğrusal Olmayan ve Kesikli Programlama) yöntemleriyle doğrudan ilişkili, planlama dışında yönetim, karar ve rassal süreçlere de büyük ölçüde bağlı olduğu görülmektedir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, büyük şehirlerdeki iletişim, ulaşım ve altyapı çalışmalarında birtakım hizmetlerin daha az işgücü, maliyet ve sürede verilebilmesi için bir yöntem algoritması uygulanmaya çalışılmıştır. Enküçük Kapsarağaç (Minimal Spanning Tree) algoritması ile hizmet dağılım ağlarının en uygununu elde etmek için bulgusal ve sayısal uygulamalar yapılmıştır.

Bir bölgenin çöp toplama güzergâhı alınarak bu bölgedeki çöpün en kısa sürede toplanabilmesi için serim (şebeke: ağ) oluşturulmaya ve görevli araçların geçkilerinin toplam miktarlarının en aza indirilmesi, dolayısıyla en az yakıt ve işçilik maliyetinin elde edilmesine çalışılmıştır.

Bu algoritmayla temel çözüm için özel bir yazılım hazırlanarak sorun çözülmeye çalışılmıştır [14]. Veri toplamada ilgili kent büyükşehir (veya gerektiğinde ilçe) belediyelerinden birinden yol, mahalle, semt bağlantıları, hizmet altyapı haritalama, plan ve kroki bilgileri İmar programlarından elde edilerek çalışma bire bir ölçekte uygulanarak gerçekleştirilmiş ve önceki sonuçlarla karşılaştırılarak irdelenmiştir. Bu anlamda içme suyu altyapı şebekeleri, otobüs servis güzergâh ve duraklarının yer, adet ve ara mesafeleri, kablolu TV dağıtım ve hizmet sunum ağları, telekomünikasyon ve elektrik şebeke dağılım hatları gibi benzer daha birçok hizmet serimi optimizasyonu çalışmasında bu yöntemin uygulama alanı vardır ve bazıları için de denemiştir. Burada yalnızca “çöp toplama kamyonlarının ve servis araçlarının kent bölgesi içerisinde yalnızca bir mahalle, semt veya kısıtlı bir bölgesi için yapılan çalışmadaki örnek uygulaması gerçek verilerle ele alınmış, uygulanmış ve irdelenmiştir.

2.1. Matematik Formülasyon (Mathematical Formulation)

Enküçük Kapsarağaç Algoritması, yönlendirilmemiş (undirected) veya çift yönlendirilmiş (bidirected) ayrıta sahip serim veya çizgelerde (graphs), ayrıta değerleri toplamını enküçükleyen ve tüm değerleri içeren bir araştırmayı esas almaktadır [15].

Enküçük Kapsarağaç için Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Enk.Z} = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n v_{ij} \quad (1)$$

sağlanmalıdır. Burada;

i : herhangi bir ayrıt için başlangıç tarafındaki düğümü,

j : herhangi bir ayrıt için bitiş tarafındaki düğümü,

n : serimin veya çizgenin toplam düğüm sayısını,

v_{ij} : herhangi bir ayrıt değerini (10 mt. ya da birim uzunlukta yol giderinin toplam maliyetini = birim km. de harcanan yakıt bedeli x yol uzunluğu),

Z : serimin enküçük değerli ayrıtlar kümesini göstermektedir.

Kısıtlayıcı koşullar olarak:

$$i = 1, 2, \dots, n-1 \quad ; i > 0 \quad (2)$$

$$j = i+1, i+2, \dots, n \quad ; i > 0 \quad (3)$$

$$v_{ij} > 0 \quad (4)$$

Mevcut serimde karşılanmakta olan yol taşıma talep değeri Z' parametresiyle gösterildiğinde;

$$Z \geq Z' \quad (5)$$

olma koşulu da sağlanmalıdır. Diğer taraftan son elde edilen Enk.Z'ye göre belirlenen Kapsarağaç için harcanan toplam kablo ve ara tesisat miktar yada gider bazında maliyetinin enküçüklendiğini irdelemek açısından Amaç Fonksiyonu'nun:

$$\text{Enk.Z''} = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \lambda_{ij} \quad (6)$$

eşitliğini sağlaması gerekir. Burada;

λ_{ij} : benimsenen bir başka ayrıt değeri (iki kavşak nokta arasındaki uzaklık, imalat maliyeti, tesisat giderleri toplamı, yapım güçlüğü ya da kolaylığı, v.b.)

Z'' : benimsenen serimin ayrıt değerleri kümesi

olup kısıt koşulları (2, 3 ve 4) nolu eşitliklerde verilenlerin

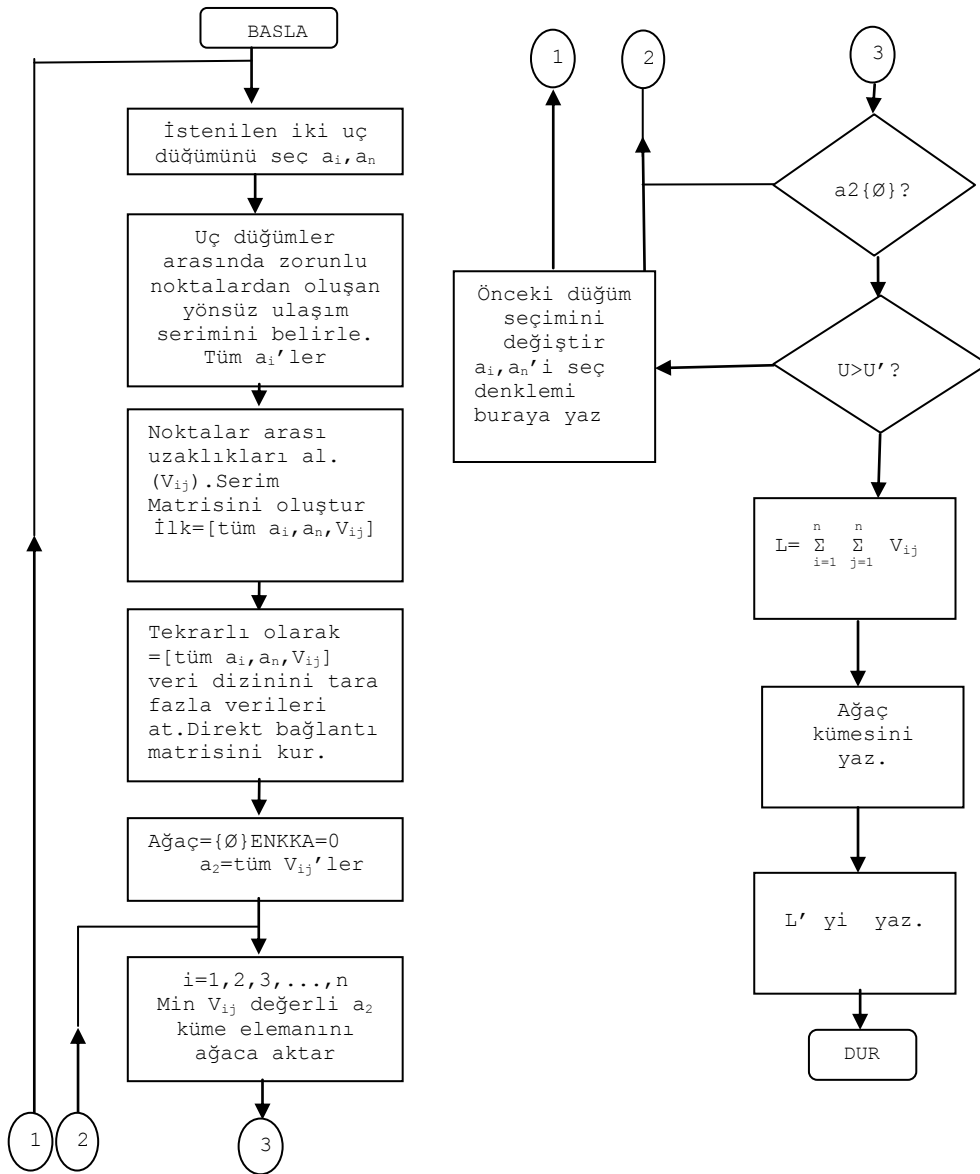
benzeridir ($\lambda_{ij} > 0$).

Formülasyonda yapılan kabuller:

- Tüm düğümlerin yerleri, ara uzaklıkları ve sayıları sabittir.
- Geçiş talep değerleri (v_{ij}), hat birim maliyeti (λ_{ij}), bölgelerarası kapasite, geometrik, fiziksel ve demografik koşulların sabit olduğu varsayılmıştır.
- Uç noktalarda ayrılan küçük bağlantılar ana semtlere birleştirilmiş ve ayrıtların üzerlerindeki değerlerin içinde kabul edilmiştir. Rakamlar tamsayı olarak alınmıştır.
- Tüm serimlerde birçok kez aynı itersyonu tekrarlamamak üzere eşdeğer kapsarağaç sonuçları değerlendirilmiş, alternatif olabilecek ek hat, branşman ve bağlantılar öncelikle incelenerek önerilmiştir.

2.2. Model ve Algoritma (Model and Algorithm)

Çalışmanın ana ilkesini oluşturan ENKKA Algoritması, serimde tüm düğüm noktalarını kapsamak ve bu noktaları birleştiren enküçük ayrıt değerleri toplamına sahip sonuç serimi bulan bir yöntem özelliğine sahiptir [7]. Buna göre Algoritma adımları şu şekilde tanımlanabilir:



Şekil 1. Yöntem ve algoritmanın akış diyagramı
 (Figure 1. Flowchart of method and algorithm)

Adım 1: Serimin düğüm numaralarını içeren iki küme oluşturulur.

S : Kapsanmamış düğümler kümesi

Ŝ : Kapsanmış düğümler kümesi

Başlangıçta serimin tüm düğümleri S kümesinde yer alır. Ŝ kümesi boştur.

$$\hat{S} = \{a_i\}, S = \{\emptyset\}, i = 1, 2, \dots, n.$$

Adım 2: Ŝ kümesinden herhangi bir düğüm seçilir ve serimde bu düğümüne bağlanan tüm komşu düğümler, ara ayırıt değerleriyle incelenerek en küçükten başlamak üzere artan sırada dizilir. Bu adımda Ŝ kümesinde iki düğüm nosu yer alacaktır.

Adım 3: S kümesinde seçilen düğüm ve buna bağlı komşu düğümler arasında ayırıt değeri en küçük olanı (-ki bu son düğüm d değişkeni olarak tanımlanır-) Ŝ'den S' ye aktarılır.

Adım 4: Ŝ' ye aktarılan son düğüm gözönüne alınır. S'nün boş küme olup olmadığına bakılır. Boş küme ise (S={∅})izleyen adıma

geçilir. Değilse 3. adıma dönülür, düğümlerin tamamı taranıncaya kadar işleme devam edilir.

Adım 5: $S = \{\phi\}$ ve $\hat{S} = \{a_i\}$, $i = 1, 2, \dots, n$ ise sıralı düğümlerin ayrıt değerleri toplamı ($\sum v_{ij}$) Enküçük Kapsarağaç Değeri (ENKKA) olarak hesaplanmış olur. Bu aşamada algoritma durur.

Yöntem ve algoritma adımlarının şematik gösterimi ile Akış Diyagramı (Şekil 1) de verilmiştir.

3. KENT BÖLGESİ HİZMET DAĞILIM SERİMLERİNE UYGULAMA (APPLICATION TO THE URBAN DISTRIBUTION SERVICE NETWORKS)

3.1. Hizmet Serimi Kavramı (The Concept of the Service Network)

Küçük ya da büyük ölçekli tüm kent bölgelerinin ulaşımdan sanayiye, elektrikten suya, ısınmadan çevre koruma veya temizliğe kadar pek çok hizmete gereksinimleri vardır. Bütün bu gereksinimlerin süreklilik, eşit uygulama ve dağıtım, ucuz girdi, düşük maliyet ve çevresel-bölgesel olanakların kullanımı gibi birçok koşulu söz konusu olmaktadır. Bu anlamda, yerel hizmetlerden biri olan ve son yıllarda hızla yaygınlaşan "hizmet sunumu eniyilenmesi: çöp toplama hizmetleri" konusunu da bir eniyileme problemi olarak ele almak mümkündür.

Kentlerde semt ve mahallelerle yerleşim bölgeleri ya da sokak cadde kesimi (kavşak noktaları) birer düğüm (node) karar noktası, bu bölgeleri birbirlerine heriki yönde bağlayan çizgiler veya yönlendirilmemiş ayrıtlar da (undirected arcs) belli kapasitelere sahip akım yolları (paths) ya da yapılan giderlerin toplandığı dağıtım yerleri olarak düşünülebilmektedir. Serim akım problemlerinin çözümüyle de yukarıda sayılan birçok hizmetin dağıtımı, toplanması, paylaşımı ve sağlanması gibi yerel yönetim sorunları da büyük ölçüde giderilebilmektedir. Toplam enkısa yolu bulmak (shortest path analysis), toplam enbüyük akımları elde etmek (maximal flow analysis), en kısa sürede belli bir dağıtım yapmak (multiterminal and multicommodity of transportation), enaz maliyetle tesisi veya altyapıyı kurmak gibi sayılabilecek daha pekçok "eniyileme problemi" bu serim akış teknikleriyle (network flow problems) mümkün olabilmektedir.

3.2. Bölgesel Serimlerde Yöntemin Sayısal Uygulaması (Numerical Application of the Method in Regional Networks)

Önceki bölümde içeriği anlatılan "ENKKA" yönteminde öngörülen amaçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Her kent bölgesine mutlaka çöp toplama hizmeti götürülebilmeli, yani herbir düğüm serimde en az bir bağ ile mutlaka bağlanmalı, ya da geçilmelidir.
- Her bölgeden geçen hatlar ayrı ayrı uzunluk olarak enküçük olmalı, yani ayrıt değerleri enküçük birimlerden oluşmalıdır (çöpün teker teker toplanma kümülatif bedeli).
- Toplamda ve dolayısıyla sonuçta kullanılan yol uzunluğu toplamı enkısa olmalı, yani toplam hizmetin sunumu için geçilen yol en aza indirilmiş olmalıdır. "Hizmet Genel Giderleri" bu sayede enküçüklenebilmektedir.

Başlangıçta küçük, basit ve taslak serimler üzerindeki çalışmalarla yöntemin ve sistemin QuickBasic dilinde PC bilgisayarlar için bir yazılımı yapılmış daha sonra prims yöntemi algoritmaya uyarlanarak çalıştırılmıştır. Pek çok sayısal deneme bu safhada gerçekleştirilmiştir. Optimum sonuçların elde edilmesinden sonra, daha büyük ve genel kentiçi serimlerine uygun boyutta sayısal çalışmalar sürdürülmüş; yazılım kapasite olarak desteklenerek geliştirilmiştir.

Örnek bir kent hizmet seriminde "açık serim: open network" ya da "kapalı serim: closed network" uygulanması çözümün eniyilemesinde

etkililik ya da değişkenlik gösterebilmektedir. Uç düğümleri tek hat bağlantılı ve birbirleriyle ilişkisiz olan açık serimlerde daha olumlu ve daha az maliyetli sonuçlara ulaşmak zorlaşmaktadır. Bildiri kapsamı içerisinde, yaklaşık 62 düğüm (kavşak nokta) ve 104 ara-ana yola (geçki) sahip orta ölçekli, gelişmekte olan tipik bir kent alt bölgesine ait veriler kullanılmıştır (Şekil 2). Yöntem uygulaması yapıldıktan sonra açık hale gelen ve her düğümün kapsandığı, en az yol gideri (geçki maliyeti) toplamına sahip yeni güzergâh serimi elde edilmektedir (Şekil 3).

İlk kent bölgesi ana serimi çizilirken her bir yol kavşağı, bağlantısı ve bunları birbirine bağlayan yolların uzunluk değeri (l_{ij}), yol maliyeti olarak (C_{ij1} : makine maliyetleri), (C_{ij2} işçilik zaman maliyetleri) ile çarpılarak serim düğüm bağlantıları bazında ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$M_{ij} = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n l_{ij} \times (C_{ij1} + C_{ij2}) \quad (7)$$

Ayrıtların üzerlerindeki rakamlar sayısal olarak, 1/100 ile kısaltılmış olarak bağlantı işletim maliyetlerini göstermektedir. Programın belirlediği optimum maliyetli ENKKA Serimi (Şekil 3) de verilmiştir.

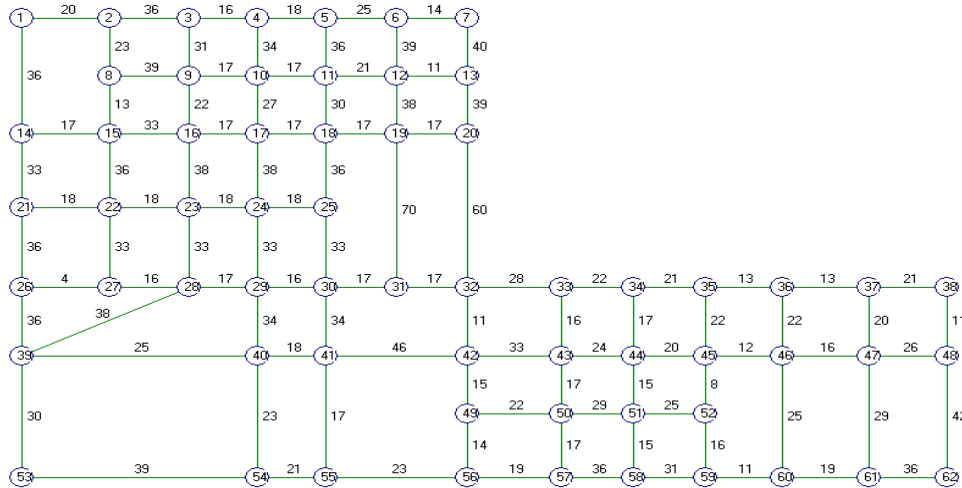
Sayısal uygulamada toplam belirlenen geçki düğüm sayısı (kavşak noktası): 62

Toplam geçki ayrıt sayısı (yol kesimi): 104 adet

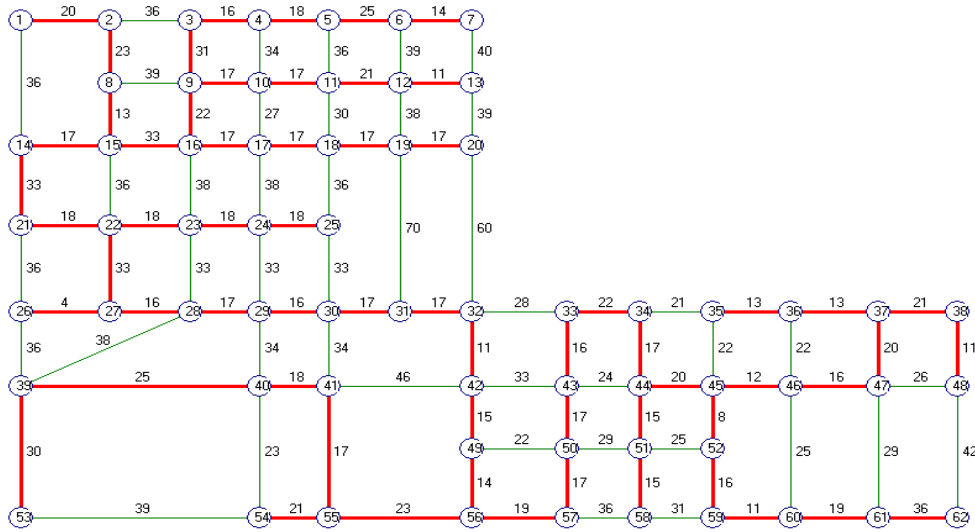
Toplam katedilen kümülatif yol ($\sum C_{ij}$: 2591 br. yöntem uygulanmadan önce).

Yöntem uygulandıktan sonra;

Ağaçtaki gerekli en küçük geçki ayrıt (min yol kesimi) sayısı: 61
Ağaçta katedilen toplam yol ($\sum C_{ij}$: 1119 br. yöntem uygulandıktan sonra). PRIMs yöntemine göre programdan elde edilen işlemler (geçki) tablosu yer darlığı nedeniyle bildiride yer almamıştır.

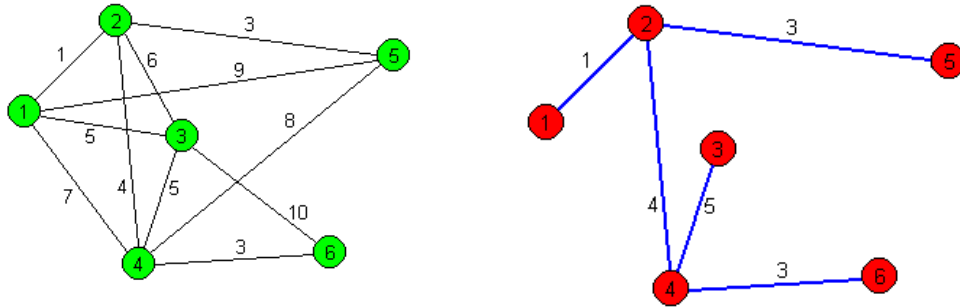


Şekil 2. Gerçek verilerle mevcut orta ölçekli bir altbölge kentsel altyapı kapalı hizmet serimi
(Figure 2. A medium-sized urban infrastructure sub-region closed service network with actual data)



Şekil 3. Gerçek verilerle, çözümlenmiş orta ölçekli bir altbölge kentsel altyapı kapalı hizmet serimi
(Figure 3. An optimized medium-sized urban infrastructure sub-region closed service network with actual data)

Başka bir örnek olarak, bir telefon şirketi 6 adet şehir arasında telefon hattı kurmak istemektedir. Şehirlerin serim yapısı (haritadaki yerleşim konumları) aşağıdaki gibidir. Bağlantı değerleri km cinsinden uzaklığı belirtmektedir. En az kablo uzunluğu kullanarak tüm şehirleri birbirine bağlayan bağlantı bulunacak olursa Şekil 4'de gösterildiği gibi toplam hizmet dağılım bedeli $1 + 3 + 4 + 3 + 5 = 16$ br.TL dir.



Şekil 4. Tüm düğüm noktaları ve ENKKA kullanılarak birbirine bağlantı
(Figure 4. All nodes and connections to each other using ENKKA in the sample network)

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Başlangıçta da açıklandığı üzere çalışmanın çarpıcı sonuçlarının alınması açısından orta ya da büyük ölçekli kentiçi hizmet serimlerinde uygulamanın önemi ortaya çıkmaktadır. Burada yapılan orta ölçekli kentiçi sosyal hizmet dağıtımı ve tesis maliyetinin enküçüklemesi çalışmasında tüm kent bölgesinin toplam iletimine oranla, Enküçük Kapsarağaç Yöntemi kullanılarak, yine aynı bölgelere aynı hizmetin götürülmesinde önemli kazanç sağlanabileceği belirlenmiştir.

Örnek kentiçi seriminin ENKKA ile çözümünde kullanılan destek bilgisayar programı, başlıca şu etkenleri değerlendirmektedir:

- Düşüm bağlantı verilerinin tanımlanmasında herbir ayrıntının iki kez yazılması zorunluluğu vardır,
- Yazılım gereği programın tüm bu bağlantıları tarayıp tek bir bağlantı matrisini kurma zorunluluğu ve sıralama işlemleri yapması gerekmektedir,
- Herbir düşüme bağlı tüm ayrıntı bağlantılarının tek tek ve tekrarlı olarak incelenmesi, "n" sayıda alternatif optimum (küçükten büyüğe) değerlerin tespitini gerektirmektedir,
- Çarpımlı ve toplamlı kümülatif değer tespitinde karar aşamaları sayı olarak fazladır.

NOT (NOTICE)

"Bu makale, 25-26-27 Kasım 2011 tarihleri arasında TMMOB Bursa İMO Şubesi tarafından düzenlenen "6.İnşaat Yönetimi Kongresi"nde sözlü bildiri olarak sunulan, Kongre Oturum Başkanları ve Bilim Kurulu tarafından "Başarılı" bulunan ve hakemlik sürecinden geçirilen çalışmanın yeniden yapılandırılmış versiyonudur."

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Dei Rossi, J.A., Heiser. S., and King N.S., (1970), A cost analysis of minimum distance TV networking for broadcasting medical information. RM-6204-NLM RAND Corporation, California.
2. Saltman, R.G., Bolotsky, G.R., and Ruthberg, Z.G., (1973), Heuristic cost optimization of the federal telpak network. National Bureau of Standards Technical Note 787.
3. Zahn, C.T., (1971), Graph-theoretical methods for detecting and describing gestalt clusters. IEEE Transactions on Computers, C-20(1), pp. 66-86.
4. Gomory, R.E. and Hu, T.C., (1971), Multi-terminal network flows. SIAM Journal of Applied Mathematics, No:9, pp. 551-571.
5. Held, M. and Karp, R., (1970), The travelling salesman problem and minimum spanning trees. Operations Research, 18(6), pp. 1138-1162.
6. Held, M. and Karp, R., (1971), The travelling salesman problem and minimum spanning trees: Part II. Mathematical Programming, Vol:1, No:6, pp.25.
7. Phillips, D.T. and Garcia-Diaz, A., (1981), Fundamentals of Network Analysis. Prentice-Hall, Inc., N.J.07632, pp.91-97.
8. İpek, M. and Dökmeci, V., (1983), Optimum design of transportation networks. Bulletin of the Technical University, Vol.36, No.4, İstanbul, pp. 461-474.
9. Dökmeci, V., (1973), A dynamic model to plan optimal regional transportation networks. Proceedings of the International Conference on Transportation Research, Belgium.
10. Dökmeci, V., (1973), A cost-benefit analysis approach to plan regional transportation system. Proceedings of the Intersociety Conference on Transportation, Denver, Colorado.
11. Özdemir, İ., (1992), Kentiçi yolcu ulaşımının enküçük kapsarağaçla planlanması-Eskişehir için bir uygulama-, İstanbul 2.Kentiçi Ulaşım Kongresi, 16-18 Aralık 1992, Ayazağa, Bildiriler Kitabı, s. 138-148.
12. Özdemir, İ., (1997), Kent bölgeleri konut dağılım serimlerinde çeşitli hizmetlerin enküçük kapsarağaç yöntemiyle optimizasyonu. TMMOB, İMO, Türkiye İnşaat Mühendisliği 14. Teknik Kongresi, 23-24-25 Ekim 1997, İzmir, s.311-323.

13. Kenar, F. ve Ünal, S., (2011), Enküçük kapsarağaç algoritmasını kullanarak kent serimlerinde hizmet dağılım bedel yada maliyetlerinin minimizasyonu. ESOGÜ Müh.Mim.Fak. İnş. Müh. Böl. 2010-2011 Bahar Y.Y. Mühendislik Çözümlenmeleri Mezuniyet Projesi Poster Sunum, Eskişehir.
14. Busacker, R.G. and Saaty, T.L., (1965), Finite Graphs And Networks. Mc.Graw Hill Book Company, New York, pp. 285-294.
15. Darby, G., (2011), Prim's algorithm dff unit library for Borland Delphi.