NİRENGİ AĞLARININ OPTİMİZASYONU

•Tevfik AYAN

1.Giriş

Mirengi ağların tasarımı denilince affın içindeki geometrik ıjnkillerin biçim ve türleri, konar uzunlukları, kenar- ölçülerinin (bazların) ve azimutların yoğunluğu ve ağ içindeki dağılımı ve bunların özelİlklerinin ve gerekli ölçme presizyonlarının saptanması akla gelir. Ancak bu açıklama klasik anlamda ağ ile belli, alışılmış ölçeklerde harita üretimine temel olacak nirengi ağı anlatılmak istenmektedir. Oysa günümüzde nirengi ağları çok değişik amaçlar için kurulmaktadır. Nirengi ağlarının- amaçlarından kaynaklanan özellikleri olmalıdır. Örneğin deforntasyon analizi amaçları için kurulacak ağların tüm noktalarının her yönde yüksek doğrulukla bnlirlenmesincien başka ağın şeklinin muhtemel deformasyonları ortaya çıkaracak biçimde olması beklenirken,, tünel kaüiilnrını yönlendirme!; için kurulacak ağlarda, ağın sadece bir yönde, yanı tünel eksenine dik yöndeki nokta konum doğruluklarının yüksek olması arzu edilir. Diğer yönden günümüzde ülke nirengi ağı gibi klasik anlamda kurulan nirengi ağlarının işlevleri de değişmiş bunlardan daha çok ürün beklenir olmuştur. Bu beklentilerin çeşi11 i ligi -do ülke nirengi ağlarının bu amaçlar. dağrultuşunda geliştirilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarılmıştır. Özet olarak Jeodezik'ağların tasarımı sırasında bunların amaçları ve işlevleri göz önünde bulundurulmaktadır. Ancak amaçların çokluyu, ve çeşitliliği bu ayların tasarımını şimdiye kadar olduğu gibi yönetmelikler, teknik şartnameler ile gerçekleştirmeye elvermez. Önceden saptanan bir amacı gerçekleştirecek olan bir ağın kurulabilmesi için, son 20-25 yılda matematiğin bir kolu olmaktan çıkara): işletme mesleğinin önemli bir dalı haline gelen matematiksel optinti zasyon yöntemlerine başvurulmalıdır.

2«Matematiksel Optimizasyon ve Jeodezik Ağ-

2.1. Matejnatiksel optimizasyon ve çözüm Yöntemleri

Teknikte' ve ekonomide herhangi bir yatırımın gerçekleştirilmesi sırasında elde bulunan, araç, hammadde, para, işgücü ve zamanın optimal olarak kullanılması problemi ile karşılaşılmaktadır. Yatırımın mevcut koşulların sağlanarak, yani kısıtlamalar için'do kalınarak amacın en iyi bir biçimde gerçekleştirilmek üzere organize edilmesi gerekir. Kısıtlamalar bazı parametrelerle ifade edilebiliyorsa ve amaç da bu parametrelerin fonkpiyonu olarak tanımlanabiliyorsa matematiksel optimizasyon söz konusu olur.

Matematiksel optimizasyon iki ilke ile özetlenebilir :

a) Maksimum ilkesi : Belli kısıtlamalar (haffmıadde, para, iş gücü, zaman v.b.) karşılığında en çok kazanç (miktar,ka lite, presizyon) amaçlanır.

b) ninimura ilkesi : Belli bir amaç (kazanç, kalite, presiz yon) için,en az harcama (hammadde,, para, zaman, işgücü) aranır•

Bu iki ilkede görüldüğü gibi amaç ve kısıtlamalar yer değiştirmektedir .

Söz konusu kısıtlamajnrile amacı ifade eden matematiksel bağıntılar lineer ise, optimizasyon problemi lineer optimizasyon ar'mı alır. Lineer optimizasyon problemler inin çözümünde sinpleks algoritması uygulanır.

Kısıtlamaları gösteren bağıntı (restiriktion) lardan biri ya da amaç fonksiyonu lineer değilse, lineer olmayan optinizasyon söz konusu olur. Bu tür optimizasyon problemlerinin çözümünde» ya yaklaşım yöntemleri uygulanır, ya da lineer olmıyan ifadeler lineer hale getirilerek simpleks algoritması uygulanır.

Matematiksel optimizasyon problemi, "belli sayıdaki işletme birimleri gibi parçalarda ifade edilebiliyorsa, ya da problem belli zaman aralıklarında bölümler halinde tasarlanabiliyorsa, optimal kazanç her bir bölümde verilecek kararların optimal kazancı verecek biçimde sıralanması ile sağlanır. Optimal kararlar zinciri (strateji) dinamik optimizasyon yöntemi ile bulunur. Dinamik optimizasyon yönteminde problemin her bir basamağı optimize edilir, yalnız sırası gelen basamağın optimize edilmesi sırasında, kendisinden sonra gelecek basamaklar ve bunların kısıtlamaları gözönünd.e bulundurulur»

2.2. Jeodezik Ayda Optimizasyon Problemi

, Jeodezik a§ların tasarımı, noktalarının zemin ve gözleme işaretlerinin yapımı, ölçülmesi, hesabı ve analizi için gerekli donatım, para, zaman ve işgücü gözönünde tutulduğunda, nirengi ağlarıda bir işletmeye benzetilerek, nirengi ağından optimal kazanç amaçlanarak ay matematiksel optimizasyona konu edilebilir. Jeodezik ağların presizyon, güvenirlilik ve maliyetinin tasarlanan amaç çerçevesinde gerçekleştirilebilmesi için gerekli ağ yapısı ve ölçü presizyonlarının saptanması, jeodezik ağların opti-mizasyonu adını alır (Ayan 1981). Bazı kaynaklarda jeodezik ağların optimizasyonu yerine dizaynı sözü de kullanılmaktadır (Grafa-rendHarland 1973, Ninkov 1980, Schmitt 1981).

Nirengi ağlarının optimizasyonu bir.örnekle kısaca şu şekilde açıklanabilir : Ağdaki kısıtlamalar yalnızca maliyet içinde özetlendiği düşünülürse, ölçü yineleme sayıları ile ifade edile-bilen ölçü ağırlıkları ile, maliyet arasında bir ilişki kurulabilir. Örneğin, her bir seri açı ölçüsü tutarı b liradan, b.t liraya mal olan toplam t sayıda seri, n sayıdakiağ noktalarına nasıl dağıtılmalıdır ki, kazanç maksimum olsun. Kazanç nokta konum doğruluğu ile ifade edilirse ve en büyük ortalama nokta konum hatasın minimum olması istenirse matematiksel optimizasybn problemi

$$Z = M_{p_{max}} \longrightarrow \min \qquad 22.1$$

$$\Sigma p_i = t \qquad 22.2$$

$$p_i \geqq 0 \qquad 22.3$$

şeklinde fırmüle edilir. Burada 22.1 amaç fonksiyonunu 22.2 ile ağırlıkların yalnız pozitif değerler alabileceğini gösteren 22.3 bağıntıları problemin kısıtlamalırmı göstermektedir. Optimizasyon problemi, yukarıda örnektekinin tersine olarak amaç fonksiyonu parametreleri' ile kısıtlamanın parametreleri yer değiştirerek te ortaya çıkabilir. Bu durumda belli bir presizyon için ert düşük harcama amaçlanır. Örneğin matematiksel optimizasyon

$$Z = \Sigma p_i \longrightarrow \min \qquad 22.4$$

$$M_{p_{max}} = k \qquad 22.5$$

$$p_i \geqq 0 \qquad 22.6$$

olur. Her iki optimizasyon probleminin çözümü p lerin bulunması anlamına gelir.

Grafarend (1974,1979) jeodezik ağların- optimizasyon-probl'e-mini serbest ağ parametrelerine göre dört guruba, ayırmıştır.

a) 0. Derece Optimizasyon

Bir datum problemidir. Problem ağ noktalarının koordinatları, ya da bunların bir fonksiyonu ile tanımlanacak bir amaç fonksiyonunun gerçekleştirilebilmesi için datumun nasıl seçilmesi gerektiği biçiminde ortaya konur. Problemde ağın şekli ve ölçü ağırlıkları değişmez. Amaç fonksiyonu olarak,

7, = t.r (£.)■ ••"■ min 22.7

alınırsa, problem serbest ağ dengelemesine dönüşür.

b) I. Derece optimizasyon

Datum ve ölçü ağırlıkları sabit tutularak, ağ şekli değiştirilmek suretiyle amaç fonksiyonunun gerçekleştirilmesi problemidir. Kısaca, ağın serbest parametreleri A dizayn matrisi (düzeltme denklemleri katsayılar matrisi) dir. Eu matris ise iki parametreye bağlı olarak değişir. Bu parametreler ağ nortalarının yaklaşık koordinatları, bir başka anlatımla ağ noktalarının yerleri ile ölçü planıdır. Şu halde I.derece optimizasyönu iki türlü ele almak mümkündür :

b.l) Ay noktalarının yerlerinin optimal seçimi b.2) Ölçü planının optimal oluşturulması, yani ağa alınacak ölçü elemanlarının optimal seçimi

c) II. Derece Optimizasyon

Ölçü ağırlıklarının optimal dağılım problemidir. Ağın datumu ye şekli sabit tutularak'amaç fonksiyonu sadece ağırlıkların değişimiyle gerçekleştirilir. Problem bu şekliyle hem presizyon hem de maliyet optimizasyonuna dönüştürülebilir.

d) III. Derece Optimizasyon

Belli amaçlara uygun olmayan ağların söz konusu amaç fonksiyonunu sağlayacak biçimde geliştirilmesi problemidir. Optimizasyon probleminin bu şeklinde kısmen ,serbest ağ parametrelerinden söz edilebilir. Ağın datumu değişmez, dizayn metrisi kısmen değiştirilir, ölçü ağırlıkları kısmen değiştirilir.

d.1).Dizayn metrisi ağa yeni ölçüler katılarak değiştirilir
d.2) Dizayn metrisi ağa yeni noktalar,katılarak değiştirilebilir.
d.3) d.l ve d.2 birlikte ele alınabilir.
d.4) Ağa eklenecek yani ölçüler değişik presizyonda yapılarak ağırlık matrisi kısmen değiştirilebilir.

Türkiye nirengi ağının güncel genel gereksinimlere cevap verecek şekilde geliştirilmesi bir üçüncü derece optimizasyon problemidir.

3» Amaç Fonksiyonları

3.1. Doğruluk Ölçütlerinden Türetilen Amaç Ponksiyonları

Ağın amacını ifade etmek için ençok başvurulan ölçütler, ağın bilinmeyenlerinin varyans- kovaryans matrisinden türetilen doğruluk ölçütleridir.

Bunlar ağın faktörler matrisini,ve m birim ağırlık ölçünün resel ortalama hatasını,göstermek üzere

a) $$m_{x_i} = m_o \cdot Q_{x_ix_i} \qquad 31.2$$

$$m_{y_i} = m_o \cdot Q_{y_iy_i}$$

Mokta koordinatlarının karesel ortalama hatası,

b) $$m_p^2 = m_o^2 \, (Q_{x_ix_i} + Q_{y_iy_i}) \qquad 31.3$$

Karesel ortalama nokta konum hatası,

c) $$A_{H_i}^2 = m_o^2 \, (Q_{x_ix_i} + Q_{y_iy_i} + Q_i)/2 = m_o^2 \, A_{jy} \qquad 31;4$$

$$B_{H_i}^2 = m_o^2 \, (Q_{x_ix_i} + Q_{y_iy_i} - Q_i)/2 = m_o^2 \, M_z$$

$$Q_i^2 = (Q_{x_ix_i} - Q_{y_iy_i})^2 + 4 Q_{x_iy_i}^2 \qquad 31.4$$

$$\theta = \tfrac{1}{2} \arctan \left(2Q_{x_iy_i} / (Q_{x_ix_i} - Q_{y_iy_i})\right)$$

bağıntıları ile hesaplanan Hemert ortalama (standart)hata elipslerdir. Ağın bazı kesimlerinin doğruluğu amaç fonksiyonunda ifade edilmek istenirse, söz konusu bölgede seçilecek ağın noktalamanın koordinatlarının herhangi bir fonksiyonunun doğruluk ölçütünden yararlanılır.

Ülke ağları gibi genel kullanıma açık, çok amaçlı ağlarda doğruluk ölçütlerinden amaç fonksiyonları çoğunlukla ağın global doğruluk ölçütlerinden türetilir. Bunlardan en sık kullanılanı ağın tümü için geçerli tek bir skaler, varyans-kovaryans matrisi K_{xx} in izi —

$$Z = tr\,(K_{xx}) \rightarrow min \qquad 31.7$$

ifadesidir (Pelzer 1980).

j

i

Bunlardan başka ağın tümü için geçerli olan,

$$Z = \det(\underline{K}_{xx}) \rightarrow \min \qquad 31.8$$

$$Z = \lambda_{max} \rightarrow \min \qquad 31.9$$

$$Z = \lambda_{max} - \lambda_{min} \rightarrow \min \qquad 31.10$$

$$Z = 1 - \lambda_{max} - \lambda_{min} \rightarrow \min \qquad 31.11$$

şeklinde tanımlanan amaç fonksiyonları da uygulamada denenmigtir (Ayan 1901).

3.2. Güvenirlik Ölçütlerinden Türetilen Amaç Fonksiyonları

tlirengi ablarının presizyonu ve bunu tanımlayan kavramların tümü ağ dengelemesi sonucunda bulunabilmektedir» Hu sonuçlar stakastik modelin isabetli seçimi halinde doğru olurlar, başka bir anlatımla bunlar ölçülerin kaba ve sistematik hatalardan arı olduğu varsayımının geçerli olduğu sürece doğrudurlar. Bu nedenle nirengi ağları incelenirken yukarıda sözü edilen model hataları ortaya çıkarılmalıdır. Model hatalarının ortaya çıkarılmasına uygun yapıdaki ağlara güvenilir ağlar denilmektedir.

nirengi ağları doğruluk bakımından olduğu gibi, güvenirlik açısından da bazı skaler ölçütlerde değerlendirilir. Bir ölçünün diğer ölçüler tarafından kontrol edilebilirliğini gösteren ve ağın fazla ölçüleri sayısı f = n-u 'nun herhangi bir ölçüye düşen payı kısmi serbestlik derecesi

$$r_i = Vv_{ıı}. Pi \qquad 32\_x$$

nin büyüklüğü amaç fonksiyonu olarak kullanılabilir (Augath 1976) Ayrıca her bir ölçü için tek bir sınır değeri olarak bir r de kabul edilebilir. Pelzer (1980) tüm ağ için bir tel; skaler olarak global güvenirlik ölçütü

$$_z = i.Aı\ p\ £ \quad p\ \hat{}\ \rightarrow\!\!». _{max} \qquad 32.2$$

önermektedir.

3.3. Ölçüt Matrisleri

Ayın anacını tanımlayan skaler bir büyüklük veren bir fonksiyon alınacak yerde, ağın prezisyon ve güvenirlik ölçülerinin yansıtmasına kaynaklık eden varyans-kovaryaris matrisinin' önceden belirlenen bir ideal varyans-kovaryans metrisine mümkün olduğu kadar uyması istenebilir. Hata teorisine uygun ve, ağın arzu, edilen özelliklerine cevap veren bu ideal, yapay varyans-kovaryans matrisi ölçüt matrisi adını alır. Bundan böyle ilerideki bölümlerde ağın sonuç olarak elde edilecek varyans-kovaryans matrisi efektif varyans-kovaryans matrisi veya' yalnızca varyans-kovaryans matrisi diye anılacaktır.Optimizasyon probleminde efektif varyans -kovaryans matrisinin ölçüt matrisine benzemesi anaçlığında,amaç fonksiyonu bir skaler değil bir matris olur ve optimizasyon problemi bu şekli ile tanımlanmış olur.

Flarita alımına altlık olacak nirengi ayları ile ülke nirengi ağlarından genellikle beklenen nitelik, bu ağların noktalarının sahip olacakları doğruluğun ayın her kesiminde aynı olması diğer bir değişte homojen olmasıdır. Ayrıca ağ noktalarının doğruluklarının her doğrultuda aynı olması da istenirse homojen izotrop ağlardan söz edilir. Başka bir anl^ımla homojen izotrop yapıdaki ağlar her noktasında hata elipsleri aynı'yarıçaplı daireler olan ağlardır.

Taylor-Karraan yapısındaki ölçüt matrisinde ağ noktaları, arasındaki enine ve boyuna korelasyon analitik olarak noktalar arasındaki uzaklıkların fonksiyonu olarak potansiyel tipte Bessel fonksiyonlarıyla ifade edilmektedir.

*

3.4. Tasarımda Maliyetin Göz Önüne Alınması

Amaç fonksiyonları prezisyon ve güven ölçütlerinden seçildiklerinde, ağ ekonomisi genellikle optimizasyon probleminin koşulları içinde yer alır. Problem sınırlı bir maliyet karşısında en yüksek prezisyon ve güvenin sağlanması biçiminde ortaya konur. Halbuki optimizasyon problemi bu ifadenin karşıtı olarak da ileri sürülebilir. Bir jeodezik ağın kurulması, ölçülmesi, hesabı ve analizi için yapılan harcamalar C ile gösterilirse, C ağın noktalarının ve ölçülerinin sayısının fonksiyonu olarak ifade edilebilir. Bu durumda amaç fonksiyonu olarak

$$Z = C(n,m) \rightarrow \min \qquad 34.1$$

yazılır; burada n ağ noktalarının, sayısını, m ölçülerin sayısını çösterınektedi r.

Bu kez de doğal olarak, koşullar ağın değer yargılarından türetilir,

$$f \; (\underline{K}_{xx}) \leqq k \qquad 34.2$$

Amaç fonksiyonu ile koşulların aynı parametrelerle ifade edilmesi gerekir, 34.1 ve 34.2'de gerek $\underline{K}_{xx}$ gerekse n ve m dizayn matrisi $\underline{A}$ ve ölçü ağırlıkları $\underline{P}$ nin fonksiyonudur. Örneğin her bir ölçünün ağırlığı o ölçünün tekrarlanma sayısı ile ifade edilerek, ağdaki ölçülerin sayısı ile maliyet, ağırlıklar toplamı

$$Z = \sum P_i \qquad 34.3$$

şekline dönüştürülebilir.

Maliyet Optimizasyonu için tipik bir amaç fonksiyonu olarak

$$Z = a_c + \sum_{i=1}^{n_s} (k_{si} \; (n_i).a_E + \sum_{j=1}^{n_{zi}} n_{ij}.a_E + k_{zij}(n_{ij}).$$

$$[a_z + 2 \; a_F.S_{ij}(x)]) \qquad 34.4$$

örnek gösterilebilir, burada

a : sabit giderler

k_{si} : $n_x > 0$ ise $k_{si}=1$

n. : P. noktasındaki ölçülerin sayısı

a., ' : nokta başına inşaat maliyeti

n_{ij} : P_i den P_j ye ölçü sayısı

a : bir ölçünün fiatı

k_{zij} : $n_{yy}>0$ ise $k_{zij} = 1$

a : hedef noktası için yapılan harcama

a : durak noktasında taşıt fiatı

S.. : kenar uzunluğu

n_s : nokta sayısı

n : bir duraktaki noktasındaki hedef sayısı

anlamına gelmektedir.

4. Nirengi ağların uygulanabilen Optimizasyon Algoritmaları

4.1. Simulasyon Yöntemleri

4.1.1.Ay İndirgemesi

Çekil optimizasyonu problemi daha çok arazi koşulları ile belirlenen nokta yerlerinin değişmesi gözönünde tutulmaksızın optimal ölçü planı elde edilmek üzere, ağ ölçme olanağı bulunan bütün ölçülerin katılımı ile şekillendirilir. Bu genişletilmiş şekil ile amaç fonksiyonu hesaplanır, daha sonra sıra ile ölçüler birer birer terkedilerek ağ hesapların ve her defasında amaç fonksiyonu hesaplanarak terkedilen ölçünün amaç fonksiyonu üzerindeki etkisi bulunur. Amaç fonksiyonuna etkisi en' az olan ölçü törkedilir. Aynı yol izlenerek terkedilecek ikinci ölçü aranır.

İşlem böylece sürdürülerek amaç fonksiyonunu gerçekleştiren kısıtlamar içinde kalan ağ şekli ortaya çıkarılır.

Aynı yöntem optimal ağırlık dağılımı probleminde de, herbir ölçü ayılığı değiştirilerek, bu değişimin getireceği yük (kısıtlama) ile orantılı olarak hesaplanır. Yine sıra ile bütün ölçüler için aynı şey yapılarak amaç fonksiyonunu gerçekleştiren, kısıtlamalara uygun ağırlık değılımı bulunur.

4.1.2. lîonte - Carlo Yöntemi

Monte-Carlo yöntemi optimizasyon probleminin birbirinden bağımsız rastgele çözümleri arasından amaç fonksiyonunu optimal yapan bir çözümün seçilmesidir. Yöntemin ismi çözümün şans oyunlarında olduğu gibi rastgele verilerle gerçekleştirilmesinden gelmektedir. Sonuçta gerçekten optimal çözümün elde edilme veya buna yeterince yaklaşılma olasılığı rastgele verilerle elde edilen çözümlerin sayısına bağlıdır.

Bir rastgele çözüm, ölçü ağırlıklarının örneğin P sabit, P 0 kısıtlamalarına uygun olarak, bir rastlantı jenaratörü tarafından üretilen P matrisi için hesaplanan am.aç fonksiyonları bir diyagrama işlenirse, çözümler yelpazesinde bunların minimumlarını birleştiren eğri las Wegas diyagramı adını alır. Bu eğri yaklaşık olarak yatay duruma geldiğinde simulasyona son verilir.

Monte-Carlo yöntemi amaç fonksiyonlarinin çok kesin olarak tanımlanamadığı veya yaklaşık optimumun yeterli olduğu durumlarda uygulanan bir yöntemdir (Schmitt 1977).

4.2. Direkt Yöntemler

4*2.1.Simpleks Yöntemi

Lineer optiraisasyon problemlerine uygulanan bir çözüm' yöntemidir. Hirengi ağlarında amaç fonksiyonları veya kısıtlamalar çoğunlukla lineer olmadıklarından, söz konusu fonksiyonlar önce lineer hale getirilir'. Amaç fonksiyonları skaler ölçütler olan ağ problemlerine uygulanabilir.

Baz büyütme ağlarında ağırlık dağılımı 1882'de Schreiber tarafından Simpleks yöntemine çok benzeyen bir yolla çözülmüştür (Ayan 1981). '

4.2.2.Ölçüt Matrisleri İle Optimizasyon

Bölüm 3.3'de açıklandığı gibi saptanan ölçüt matrisi O ölçü lerin ağırlıkları I? ve düzeltme denklemleri k-atsayılari A rıatri sler iyle gösterilirse, aranan J? matrisi

$$(\underline{A}'\underline{P}\,\underline{A})^{-1} = \underline{\Omega}_{xx} \qquad 4221.1$$

eşitliğinden bulunmaktadır. Bunun için önce verilen ölçüt matrisi $\underline{\Omega}_{xx}$ den

$$\underline{P}_x = \underline{\Omega}_{xx}^{-1} \qquad 4221.2$$

hesaplanarak

$$\underline{A}'\underline{P}\,\underline{A} = \underline{P}_x \qquad 4221.3$$

yazılır. Burada simetrik $\underline{P}$ matrisinin alt üçgen matrisi sütunları sıra ile alt alta yazılarak

$$\mathrm{vec}\,(P_x) = \underline{q} \qquad 4221.4$$

ve $\underline{P}$'de ve $\underline{P}$'nin bir sütun vektör ile gösterilmesiyle Khatri-Rao çarpımı yardımıyla

$$(\underline{A}' \odot \underline{A}')\,\underline{p} = \underline{q} \qquad 4221.5$$

olur. 4221.3'de sıfır olan her normal denklem katsayısı için 4221.5 eşitliğinde sol tarafta bir satış sıfır olmaktadır. Çözüme katkısı olmayan böyle satırlar ayıklanır ve $\underline{P}$ in simetri özelliği göz önünde tutulursa

$$(\underline{A}' \odot \underline{A}')\,\mathrm{red} = \underline{C} \qquad 4221.6$$

indirgenmiş ve ağırlıklı Khatri-Rao çarpımı ile

£ 2 ~ 3. j 11 4221.7

çözüme esas olacak denklem sistemi elde edilir; burada M, 4.3'de simetri nedeniyle iki kez geçen ama 4221.5'de bir kez yazılan denklemlerin ağırlığını değiştiren bir ağırlık matrisidir.

4221.7 den p nin çözümü için C nin detaylı bir rank analizine gerek vardır (Schmitt 1979).

Her ne kadar bu haliyle ölçüt metrisleriyle optimizasyon ikinci dereceden bir optimizasyon ise de/ 4.1.1.'de açıklanan ağ indirgemesine benzeyen bir yol izlenerek ikinci derece optimizasyon üzerinden birinci derece optimizasyon da gerçekleştirilebilir.

5. uygulama ve Öneriler

5.1. Ay Şeklinin Tasarımı ve Optimizasyon

Ağ şeklinin optimal tasarımı daha çok küçük alanlarda kurulan arazi koşullarının etkin olmadığı, özel amaçlı ağlar için söz konusu olabilir. Çoğunlukla ağ noktalarının optimal yejri uygun ölçme olanakları sağlayacak biçimde seçilir. Ancak ağ 'sıklaştırması sırasında kestirme noktalarının yerlerinin seçiminde uygulama alanı bulabilir.

5»2.2.Ölçüt Matrisleri ile Ölçü Planının. Optimizasyönu

noktalarının yaklaşık koordinatları bilinen ağda mümkün bütün ölçü olanakları işaretlenerek, bu ölçülerin tümü gerçekleştirilecek mişcesine bu ölçülerin ağırlıklarının hesaplanması yoluna gidilir. Optimizasyonun diğer bir verisi de verilen yaklaşık koordinatlardan 3.3. bölümünde açıklandığı gibi hesaplanan ölçüt matrisidir.

Çekil 522.1 de gösterilen ağın, horaojen-izotrop yapıda tasarlanması istendiğine göre Taylor-Karman yapısında olan ve' bölüm 3.3.3.'de açıklandığı biçimde hesaplanan ölçüt matrisleririnden hesaplanan optimizasyon sonuçları yine şekil 522.1'de gösterilmektedir .

PROJE

ANADOLU OTOYOLU BAĞLANTI AĞI