

Haritacılıkta Alan Hata Sınırı Formülleri Ve İrdelenmesi

Seyfettin GENCER¹

Özet

Teknolojik gelişmelerden en iyi faydalanabilmek için, hedeflenen alanla ilgili teknik ve hukuki alt yapının oluşturulması gerekmektedir. Bu kapsamda hedeflenen sistem, günümüz ihtiyaçlarını en iyi şekilde analiz etmeli ve bireylerin ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılamalıdır. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) tarafından oluşturulmaya çalışılan Tapu ve Kadastro Bilgi (TAKBİS) sisteminin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle mülkiyet sınırlarının bilgisayar ortamına aktarılması gerekmektedir. Mülkiyet sınırlarının sayısallaştırılmasında standart belirlenmeye çalışılmışsa da teknik ve hukuki ilişkisi tam olarak belirlenememiştir.

Sayısallaştırma sonucunda elde edilen parsel alanlarının kesinleştirilebilmesi için parselin tapuda kayıtlı alanı ile sayısallaştırma sonucu elde edilen alan miktar farkının hata sınırından küçük olması gerekir. Ancak uygulamalarda alan hata sınırı formüllerinin kullanılabilir olmadıkları görülmektedir. Mevcut formüller genellikle, alan belirleme yöntemlerine yönelik olarak kaba hataları ortaya çıkarmak için ortaya konmuş ifadelerdir. Burada bir parselin aynı ölçü modundaki alan hesap doğruluğunun belirlenmesi amaçlanmaktadır. Kesinleştirilmiş mülkiyet sınırlarının elde edilebilmesi için, mülkiyet kırık noktalarına bağlı olarak kabul edilebilir alan hata sınırı yeniden tanımlanarak formüle edilmelidir. Bu makalede alan hata sınırına yeni bir tanımlama getirilerek yeniden formüle edilmesi gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Anahtar kelimeler

Hata sınırı, mülkiyet, bilgi sistemi

Abstract

Investigation On Formulae For Area Error Limit And A New Approach.

In order to benefit fully from technological developments, it is necessary to establish a technical and legal background concerning the field of interest. In this scope, the system aimed should therefore be able to analyze the current requirements and to meet the needs of individuals. It is primarily necessary to digitize the ownership boundaries so that the Deed and Cadastral Information System (TAKBIS) being established by General Directorate for Deed and Cadastre (TKGM) can be achieved. Technical and legal relations with the ownership boundaries have not been well identified despite the fact that standardization on digitizing ownership boundaries is determined.

The magnitude of error between the areas stated in the deed belonging the plot of interest and the one obtained from digitizing it should be within the error limits so that plot areas can be accepted

as definite. Nonetheless the error limit formulas for areas are not really suitable for use in practice. The existing formulas are usually constituted to reveal gross errors for area determining methods. In this study, it is aimed to determine the accuracy of computing an area of a plot of land in the same measurement mode. In order to obtain definite ownership boundaries it is necessary to formulate an acceptable new error limit for areas based on the nodes of ownerships boundaries. In this paper a new approach is proposed for defining an area error limit and the necessity of reformulation is explained

Key Word

Error limit, ownership, information system

1.Giriş

Uzay ve bilgisayar teknolojisinin en yoğun olarak kullanıldığı mühendislik dallarının başında jeodezi ve fotogrametri mühendisliği gelmektedir. Jeodezi ve Fotogrametri mühendisliği de bu teknolojiye ayak uydurma durumunda olmalıdır. Bilgi çağı gereksinimlerinden biri olan e- devlet projesinin tamamlanabilmesi için mülkiyet bilgi sistemi veya Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) tarafından projelendirilen TAKBİS (Tapu ve Kadastro Bilgi sistemi) in bir an önce neticelendirilmesi gerekmektedir. Her yıl yatırım projelerine (yol, kanal, botaş, toplulaştırma, hali hazır...) altlık teşkil etmekte olan mülkiyet sınırlarının sayısallaştırma maliyetleri, emlak vergi bedelleri,...ve bu işlemler için harcanan emek, malzeme ve zaman düşünüldüğünde bilgi sistemi yaklaşımı daha da bir önem kazanmaktadır. TKGM'de kendine amaç edindiği "taşınmaz mallara ait akitler ve her türlü tescil işleminin yapılması, tapu sicillerinin düzenlenmesi için temel prensiplerin tespit edilmesi, kadastralarını yaparak taşınmazların hukuki ve teknik durumlarının belirlenmesi ve güncelleştirilmesini" bir an önce aşarak bilgi sistemini oluşturmak durumundadır. Yıllardır kadastro çalışmalarını tamamlama(ya)mamış bir kurum olmaktan kendisini kurtarması beklenmektedir.

2- Haritacılıkta Hata Sınırı Kavramı

"Hata sınırı" haritacıların uygulamada çok karşılaştıkları bir kavramdır. Bir poligon kenarını, bir nivelman hatlarını gidiş-dönüş adıyla iki kez ölçen haritacı, iki ölçünün ortalamasını alıp kullanmazdan önce, hata sınırı formüllerine bakar, iki

¹Y.Müh. , Kadastro müdürü, Şanlıurfa , seyfettingencer@yahoo.com

ölçü arasındaki fark, “hata sınırı” formülünün verdiği değerden küçükse, ölçüleri kullanmaya devam eder. Aksi halde ölçüleri yeniler. Benzer durum ile poligon hesabında ve alan hesabında da karşılaşılr. Poligon aç, koordinat kapanma hatası ya da parsellerin teker teker hesaplanan alanları toplamının, parselleri oluşturan adanın bir tek eleman olarak belirlenen alanı arasındaki fark, hata sınırı formüllerinin verdiği değerden büyükse işleme devam edilmez, hatalı ölçü, hatalı belirlenmiş parsel alanı araştırılır. Hata sınırı uygulamalarının amacı, kaba hata araştırması yapmak, kaba hataya meydan vermemektir.

Bu uygulamanın temelinde yer alan teorik bilgi şöyle özetlenebilir. Haritacılıkta ölçme bir rastlantı olayı, ölçme sonucu, ölçü değeri ise bir rastlantısal büyüklüktür. Jeodezik ölçülerin ortaya çıkışı, olasılık kavramına göre olur. Jeodezik ölçülerin normal dağılımlı olduğu kabul edilir (Ulsoy 1974, ÖZTÜRK ve ŞERBETÇİ 1992). Normal dağılım özelliğinin kaybolmaması için de önlemler geliştirilir. Bu önlemlerin başlıcaları ölçme aletlerinin ayarlanması, yeterinden fazla ölçü yapılarak ölçü güvenilirliğinin ve kontrollerinin sağlanmasıdır. Ayrıca bir ölçü kümesinin dağılım özelliklerini taşımayan ölçüler de, ‘uyuşumsuz ölçüler’ adlandırması ile belirlenerek ayıklanır ya da bu ölçüler tekrarlanır. (DEMİREL 1987, AYAN 1992, HEKİMOĞLU 2005)

Aynı normal dağılımda olan ℓ_i ($i= 1, 2, \dots, n$) ölçüleri için,

$$f(\ell_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\mu - \ell_i)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

ve

$$-\varepsilon_i = \ell_i - \mu \quad (2)$$

eşitliği ile tanımlanan ε_i ölçü hatası da

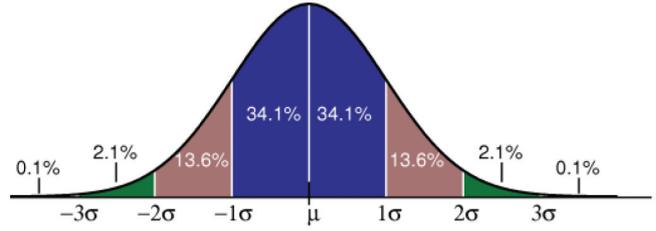
$$f(\varepsilon_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\varepsilon_i^2}{2\sigma^2}\right) \quad (3)$$

olasılık fonksiyonu ile normal dağılımdadır. Burada μ , ölçünün ümit değeri (diğer bir deyişle gerçek değeri), σ^2 ise varyansdır. Bir büyüklük için n sayıda ölçü yapılmışsa, aynı dağılımda olmaları halinde, ümit değeri için ,

$$\mu =_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n \ell_i}{n}, \quad \sigma^2 =_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{n} \quad (4)$$

yaklaşımları da kullanılır.

Normal dağılımlı olan ε_i gerçek hatalarının dağılım fonksiyonu çan eğrisi olarak bilinen, olasılık fonksiyonuna uyarlar. (şekil 1) Buna göre mutlak değerce büyük hatalar az, küçük hatalar çok (sık) olarak meydana gelir.



Şekil 1: Hata Olasılık Fonksiyonu ve Standart Sapma

Ayrıca ε_i nin belli bir a değerinden küçük olma olasılığı standartlaştırılmış normal dağılım yardımıyla hesaplanabilmektedir. Burada, standart sapma σ nın kestirim değerinin jeodezi pratiğindeki karesel ortalama hata olduğu hatırlanmalıdır. Buna göre ε_i nin $-\sigma$ ile $+\sigma$ arasında bulunma olasılığı;

$$P(-\sigma < \varepsilon_i < +\sigma) = 0.683 \quad (5a)$$

olmaktadır. ε_i için sınır değerler -2σ , $+2\sigma$ ve -3σ , $+3\sigma$ sınırları için;

$$P(-2\sigma < \varepsilon_i < +2\sigma) = 0.955 \quad (5b)$$

$$P(-3\sigma < \varepsilon_i < +3\sigma) = 0.997 \quad (5c)$$

olur (Pelzer 1985). Buradan bir jeodezik ölçünün rastlantısal nitelikteki gerçek hatasının mutlak değerce (σ)'nın üç katından küçük olma ($|\varepsilon_i| < 3\sigma$ olma) olasılığının 1'e çok yakın olan (0.997) olduğu görülmektedir. Haritacılıkta bu sonuç, yani 3σ dan büyük hataların nadiren meydana gelebilecekleri ve eğer bu tür hatalara rastlanırsa, bunların rastlantısal olmalarına kuşku ile bakılması gerektiği veya bunların sistematik etkilerle ya da kaba hata biçiminde ortaya çıkmış oldukları şeklinde yorumlanır. Kısaca ifade edilmek gerekirse haritacılıkta 3σ 'dan büyük hatalara, normal dağılım özelliğini bozan kaba hatalar gözüyle bakılır.

Haritacılıkta kullanılan hata sınırı formülleri için kabul edilebilir en büyük değer, söz konusu ölçü doğruluğunun (standart sapmanın yada bu değere bir yaklaşım olan karesel ortalama hatanın) üç katıdır. Hata sınırı (tecvizi hata) formüllerinin doğruluk kavramıyla ilişkisi bu kriterle kurulur. Hata sınırı ölçülerin ya da ölçülerden türetilen elemanların doğruluğunu ifade etmeye uygun değildir.

3. Alan Hata Formülleri

Temmuz 2005 de resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren “Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği”nde alan belirleme konusuna değinilmemiştir. Alan belirleme doğruluğu ve hata sınırları hakkında bir bilgi yoktur. Ancak daha önceki yönetmelik ve genelgelerde alan hata sınırına ilişkin kriterler vardır.

3.1 Büyük Ölçekli Harita Yapım Yönetmeliğinde Alan Hata Sınırı Formülleri

Alan belirleme ile ilgili hükümler 1988 tarihli eski Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği (BHYY)'nin 259. ve 260. maddelerinde,

f alan hata sınırı:

yapılaşma olan kesimlerde ;

$$f = 0.013\sqrt{MF} + 0.0003F \quad (6a)$$

ve

yapılaşma olmayan kesimlerde;

$$f = 0.0004 M\sqrt{F} + 0.0003F \quad (6b)$$

Formülleri ile verilmektedir.

Burada F: m^2 cinsinden parsel alanı ve M: parselin bulunduğu paftanın ölçek paydasıdır. Ayrıca yapılaşmış kesimlerde alanların parsel köşe noktalarının hesaplanmış koordinatlarından elde edilmesi istenmektedir. Yapılaşma olmayan alanlarda ise grafik yöntemle alan belirlemeye izin verilebileceği belirtilmektedir.

Formül çelişkilidir. F, m^2 olarak parselin alanı olduğuna göre eşitliklerde sağda 1. terim m biriminde , ikinci terim m^2 biriminde çıkar. Ayrıca M ölçek paydası nasıl karekök dışına çıkmıştır? Öyle görüyor ki bu eşitlikler, deneyime dayalı olarak, kabul edilebilir hata sınırı varsayımı için teorik bilimsel dayanaktan yoksun üretilmiştir.

3.2. TKGM'nin 1999/1 sayılı genelgesinde Alan Hata Sınırı Formülleri,

a) Ölçü değerlerine göre yapılan sayısallaştırmalarda, - Prizmatik (ortogonal) ölçülerde:

$$ds_{max} = M_K \pm 0.15 \text{ m.} \quad (7)$$

- Takeometrik yöntemle yapılmış ölçülerde (grafik ve klasik)

$$ds_{mx} = M_k = (U^2 M_{\alpha}^2 / \rho^2 4 - M_{mir}^2)^{1/2} \quad (8)$$

olarak verilmektedir.

Burada M_K = Sayısallaştırılan noktanın konum hatası,

U = Noktanın ölçüldüğü poligona yatay uzaklığı,

M_{mir} = Mirada okunan metre cinsinden en küçük değer

İfade etmektedir. Örneğin U ≤ 100 m ise, $M_{mir} = 0.50$ m. 100 m < U < 300 m ise, $M_{mir} = 1$ m alınmalıdır.

M_{α} = Yatay açı okuma hatası (°) dır.

Konum hatası olarak verilen bu değerlerin Alan Hata Sınırı ile ilişkisi belirtilmemiştir.

b) Paftalardan okunmak suretiyle elde edilen değerlere göre sayısallaştırmalarda:

* Ölçü hatası = m_6

* Tersimat hatası = $M_T = 0.0002 \text{ m} \times M$

* Sayısallaştırma hatası = $M_s = 0.0002 \text{ m} \times M$ olmak üzere, hata sınırı için;

$$M_K = (m_6^2 + M_T^2 + M_s^2)^{1/2} \quad (9)$$

eşitliği geçerlidir.

c) Klasik paftalarda Hata sınırları Tablo 1 de verilmektedir.

Tablo 1: Prizmatik ve Takeometrik ölçü yöntemlerine göre nokta konum hataları. (TKGM'NÜN 1999/1 SAYILI GENELGE EKİ YÖNERGE)

	Prizmatik M _ö = 0.15 m		Takeometrik M _ö = 1 m		
M	1/500	1/1000	1/2000	1/2500	1/5000
M _K	0.21m.	0.32 m	1.15m	1.22m	1.73 m

Burada M: Pafta Ölçeğinin Paydasıdır.

d) Fotogrametrik paftalarda :

$$ds_{max} = m_k = 0.0003.m \times M \text{ metre} \quad (10)$$

olarak verilmektedir.

(6)-(9) eşitlikleri ile 1 nolu tabloda "alan hata sınırı" adı altında konum hataları ile ilişkili eşitlikler verilmektedir. Bu eşitliklerde de deneyimsel bilgilerin esas alındığı söylenebilir. Ayrıca konum hatası ile alan hata sınırı arasındaki ilişki belirtilmemiştir.

4. Alan Hata Sınırı Üzerine Görüşler

Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği (BÖHY) ve TKGM'nin 1999/1 sayılı genelgesi irdelendiğinde , nokta konum hatalarının parametreleri, genellikle nokta koordinatlarının elde edildiği ölçme yöntemi ile standartlarına bağlı olacaktır. Bu koordinatlardan elde edilen alan miktarlarının da aynı ölçütlere bağlı olması gerekir.

Nokta konum hatası ise, noktanın ölçüldüğü ölçme yöntemine bağlı olan ölçü hatası, çizim (tersimat) hatası ve sayısallaştırma hatası gibi bileşenlerden oluşmaktadır.

Sonuç olarak günümüzde parsel köşe noktaları koordinatlarından ;

$$2 F = \sum Y_i (X_{i+1} - X_{i-1}) = \sum X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) \quad (11)$$

bağıntısı ile hesaplanan alanın doğruluğu, kadastro haritasının türüne bağlı olarak ya doğrudan doğruya ölçme hatalarından (sayısal kadastro), ya da ölçme+çizim +sayısallaştırma hatalarından ileri gelecektir.

Uygulamada kullanılmakta olan hata sınırı formülleri bu bakımdan yetersiz kalmaktadır. Hata sınırı, Öncelikle kaba hata araştırması içindir. Beklenen doğruluk ise karesel ortalama hata ile ifade edilir.

Uygulamada alan hesabı için öngörülen, arazinin değeri göre ölçme ve hesap yönteminin doğruluk derecesi belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedendir ki alan hatası bir “değerlendirme hatası” olarak kabul edilmektedir. Alan hata sınırının analitik ifadesi ülkeden ülkeye de farklılık göstermektedir (ÖZGEN 1960)

Literatürde alan hata sınırı genelde ;

- * Bir alanın iki defa hesaplanmasında elde edilecek farkın üst sınırını belirleyen değerleri göstermektedir (ÖZGEN 1960.(6) veya,
- * Parsellerin yüzölçümleri ayrı ayrı grafik yöntemle hesaplandıktan sonra, ada veya parsel topluluklarının yüzölçümleri de aynı yöntemle hesaplanır ve bu topluluğa giren parsel yüzölçümleri arasındaki fark olarak tanımlanır (ÖZGEN 1964)

Fark bu sınırın dışında ise hesap tekrar edilir.

Genelde bakılırsa, alan hata sınırı için yapılan tanımlamalar, parsel alanlarının kesinleştirilmeden önce, doğru hesaplanıp hesaplanmadığı, daha doğrusu kaba hata içerip içermediğinin kontrolü ile ilgili tanımlardır ve konu doğruluktan çok, güvenilirlik sorunu olarak ortaya konmuştur. Daha önce kadastro yapılarak veya herhangi bir şekilde alan hesabı kesinleşip tapu kütüğü oluşturulmuş parsellerin alanları, günümüz hesap yöntemleriyle yeniden hesaplandığı zaman arada fark oluşmaktadır. Çıkan bu farkın kabul edilebilir hata sınırı ne olacaktır? Bu konuda alan hata sınırı formüllerine rastlanılmamaktadır. Alan hesaplamaları ile ilgili analizler genelde 1960’lı yıllara aittir.

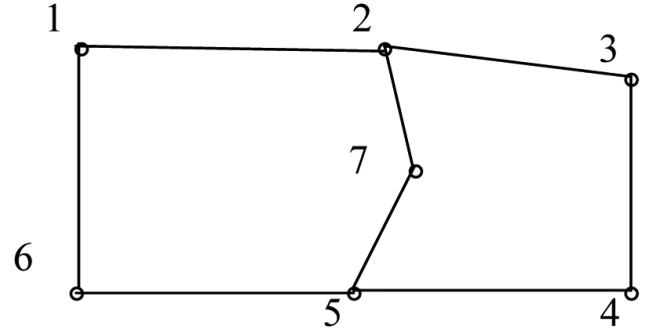
1960’lı yıllarda genelde araziler dik koordinatlara veya kutupsal koordinatlara göre ölçülerek geometrik şekillere ayrılabilen ve alan hesabı da elde edilen koordinatlar yardımıyla Gauss’un Trapez formülleri ile yapılmakta idi. Grafik veya yarı grafik yöntemlerle elde edilen alan hesaplamaları ise genelde planimetreler ile yapılmakta idi (GENCER 2004). Dikkat edilirse ölçme metotları farklı olduğu için alan hatalarına etkileri de farklı olacaktır. Örneğin sadece planimetre aletinin mekanik yapısından kaynaklanan hata kaynakları;

- a-) Gezdirmeye ucunun gezdirmeye sınırından sapması,
- b-) Dönme ekseninin gezdirmeye koluna göre eğik olması,
- c-) Dönme düzleminin dönme eksenine göre eğik olması,
- d-) Kutup ve gezdirmeye kolu eksenlerinin mekanik hataları olarak özetlenebilir.

Buradan görüldüğü gibi, formüle edilmeleri hem zor hem de çok anlamlı olamayan bir çok faktör bulunmaktadır. Çünkü ölçü yöntemi doğruluğundan çok küçük olan hataların irdelenmesi çok anlamlı değildir. Santimetre ölçen bir aletle ölçü yapıp milimetre hassasiyetinde veri elde etmeye benzer.

Diğer yandan alan, 1988 tarihli yönetmelik ve 1999/1 sayılı genelgede öngörüldüğü gibi, parsel köşe noktalarının koordinatlarından hesaplanacak ise, karşılaştırmaya konu herhangi bir fark, matematik olarak oluşamaz. Örnek olarak iki parselden oluşan bir ada düşünülse, önce parsellerin alanları

ayrı ayrı hesaplanarak toplandığında ilk altı noktadan hesaplanan ada alanından, yuvarlatma hatalarının ötesinde bir fark elde edilmez.



Şekil 2

Parsel köşe noktalarının koordinatlarının hesabında ve çiziminde yapılacak kaba hataların alan hesabı ile ortaya çıkarılması mümkün değildir. Örneğin şekil 2’de 7 nolu köşe noktası koordinatlarında 100 m kaba hata yapılmış olsa, parsellerden birinin alanı büyürken, diğeri aynı miktarda küçüleceğinden toplam değişmeyecektir. Özetlemek gerekirse parsel alanlarının köşe koordinatlarından hesaplanması durumunda, (ki BÖHYÖ öncelikle bunu önermektedir), hata sınırı uygulaması tamamen anlamsızdır.

TAKBİS’in yakın zamanda sonuçlandırılabilmesi için, kesinleşmiş paftaların bir an önce sayısallaştırılıp bilgisayar ortamına aktarılması gerekmektedir. Ancak sayısallaştırma aşamasında parsellerin alan hesapları sayısal olarak hesaplanıp tapu miktarları ile karşılaştırıldığında genellikle kullanılmakta olan alan hata sınırının aşıldığı görülmektedir. Dolayısıyla kesinleştirilmiş mülkiyet bilgileri oluşturulamamaktadır. Alan düzeltmelerinin de yapılabilmesi için Kadastro Kanunu (KK)’nin 41. maddesi veya TKGM’nin 1458 sayılı genelgesi uyarınca düzeltme işlemleri yapılabilmektedir. Mülkiyet ile uğraşan kurumların bakış açılarına göre, mevcut yasalar ile yüzölçümü düzeltmelerinin yapılabilmesi hem çok zordur hem de zaman ve maliyet gerekmektedir.(BHYY 1987)

5. Alan Hesabında Doğruluk ve Alan Hata Sınırı için Öneri ve Sonuç

Mesleğimizde bugün parsel alanları büyük bir çoğunlukla parsel köşesi koordinatlarından (11) bağıntısıyla hesaplanmaktadır. Parsel köşe koordinatlarının ya öngörülen konum doğrulukları vardır, ya da harita üretim yöntemlerinden veya sayısallaştırma sonuçlarından, parsellerin söz konusu köşe noktalarının doğrulukları, m_{x_i} m_{y_i} koordinat ya da $m_{p_i}^2 = m_{x_i}^2 + m_{y_i}^2$ konum doğruluğunun bilindiği varsayılırsa, yukarıdaki (10) eşitliğinde hata yayılma yasası uygulanarak, x ve y’nin korelasyonsuz oldukları varsayımı ile alan karesel ortalama hatası,

$$2dF = \sum_{i=1}^n dy_i (X_{i+1} - X_{i-1}) + \sum_{i=1}^n Y_i dx_{i+1} - \sum_{i=1}^n Y_i dx_{i-1}$$

$$4M_F^2 = \sum_{i=1}^n m_{y_i}^2 (X_{i+1} - X_{i-1})^2 + \sum_{i=1}^n m_{x_i}^2 (Y_{i-1} - Y_{i+1})^2$$

elde edilir. Nokta koordinatlarının parselin bütün köşelerinde aynı doğrulukta elde edildikleri düşünülürse,

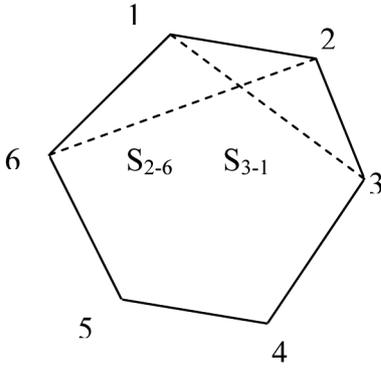
$$m_{x_1} = m_{x_2} = \dots = m_x$$

$$m_{y_1} = m_{y_2} = \dots = m_y$$

ayrıca $m_x = m_y = m$ varsayımı ile,

$$4M_F^2 = m^2 \sum_{i=1}^n [(X_{i+1} - X_{i-1})^2 + (Y_{i-1} - Y_{i+1})^2]$$

olur. burada eşitliğin sağ tarafında toplam işareti altında kalan terimler, parseli oluşturan çokgenin, bir köşe atlamalı köşegenlerinin uzunlukları karesidir (şekil 3) ve



Şekil 3

$$S_{i+1,i-1}^2 = (X_{i+1} - X_{i-1})^2 + (Y_{i-1} - Y_{i+1})^2 \quad (12)$$

ile

$$M_F = \frac{m}{2} \sqrt{\sum_{i=1}^n S_{i+1,i-1}^2} \quad (13)$$

Biçimini alır.

Mülkiyet bilgilerinin kesinleştirilerek bilgisayar ortamına aktarılabilmesi için teknik ve hukuki bazı yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda hata sınırı (tecviz) formüllerinin yeniden tanımlanması yeni hatalara meydan vermemek için zorunlu görülmektedir

Mevcut formüller, yukarda ifade edildiği gibi, genellikle paftadaki çizimi esas alan, alan belirleme yöntemlerine bağlı ve yalnızca alan hesabının kaba hatalarını ortaya çıkarmaya yönelik olarak ortaya konmuş ifadeler olup bir parselin aynı ölçü modundaki alan hesap doğruluğunu saptamaya yöneliktir. Türkiye’de kadaströ çalışmalarının büyük bir kısmının 1950-1970 yılları arasında kesinleştiği göz önüne alındığında, bu sürede ölçü ve hesaplama yöntemlerinin çok değiştiği aşikardır.

Teknoloji ve yöntemden kaynaklanan değişimleri doğru algılanmalı, doğru uygulanmalıdır.

Sonuç olarak, karesel ortalama hataları bilinen koordinatlardan hesaplanan bir alanın karesel ortalama hatası, (12) ve (13) bağıntılarına göre hesaplanmalıdır.

Örnek olarak kenar uzunlukları birbirine eşit ve 100 m olan düzgün altıgen bir parselin, köşe koordinatları ± 15 cm doğrulukla biliniyorsa, ($m_x = m_y = m = \pm 15$ cm), bu parselin köşe koordinatlarından alanı, (11) eşitliğinden;

$$F = 25980 \text{ m}^2$$

$$\text{ve } S_{i+1,i-1} = 2 \times 100 \times \cos 30^\circ = 2 \times 100 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 173.20 \text{ m}$$

$$S_{i+1,i-1}^2 = 30000$$

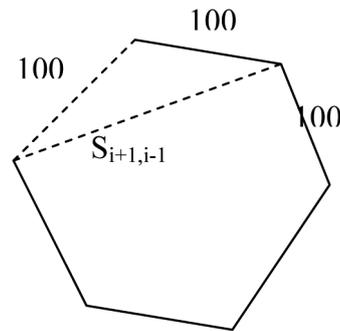
ile (13) eşitliğinden alanın karesel ortalama hatası,

$$M_F = \frac{0.15}{2} \sqrt{\sum 30000 + 30000 \dots + 30000}$$

$$M_F = \pm 31.8 \text{ m}^2$$

elde edilir.

Bir alanın standart sapması σ ise, alan hatasının örneğin -3σ ve $+3\sigma$, ya da σ yerine yaklaşık olarak karesel ortalama hata m alınırsa, $-3m$, $+3m$ sınırları arasında olma olasılığı, Şekil 1.’de gösterilen normal dağılım olasılık fonksiyonu eğrisinin bu sınırlar arasında kalan alanıdır. Başka bir deyişle, örneğimize göre $\pm 3 \times 31.8 = \pm 95.4 \text{ m}^2$ değerinin olasılığı (5.c)ye göre, 0.997 dir.



Şekil 3:

Hata sınırı olarak ortalama hatanın 3 katı alınırsa, verilen örnek değerlerle koordinatlardan bulunan $F=25980 \text{ m}^2$ alan için hata sınırı ; $f=95.4 \text{ m}^2$ bulunur.

Aynı alan için BHYY’ye (5) eşitliğinden örneğin, yapılaşma olan bölgelerde, 1/1000 ölçekli paftalarda $f=74.05 \text{ m}^2$, 1/500 ölçekli paftalarda $f=54.65 \text{ m}^2$ bulunmakta, yapılanma olmayan alanlarda 1/1000 ölçeğine göre alan hata sınırı $f=72.26 \text{ m}^2$ olarak hesaplanmaktadır. Yapılaşma olan alanlarla yapılaşma olmayan alanlardaki fark dikkat çekmektedir.

Bir kadaströ parselinin alanının doğruluğu için bir beklenti tanımlanması gerekiyorsa, nokta konum hatalarına bağlı

karesel ortalama hata kullanılmalıdır. Alan hata sınırı formülündeki parametreler, nokta konum hata sınırı parametrelerinden elde edilmelidir.

Nu durumda (13) eşitliği

$$m_p = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} = m\sqrt{2} \quad \text{den}$$

$$M_F = \frac{m_p}{2\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n S_{i+1,i-1}^2} \quad (14)$$

olur.

Eşitliğin sağ tarafı alana bağlı olarak ta ifade edilebilir. Böylece (7)-(10) eşitlikleri ile alan ortalama hatları arasında bir ilişki kurularak, hesaplanacak karesel ortalama hatalarının 3 katı ile hata sınırları hesaplanıp irdelenebilir.

Örneğin Tablo.1'de prizmatik alımda 1/1000 ölçeği için verilen alana ilişkin karesel ortalama hat $M_F=47.97 \text{ m}^2$ ve Hata sınırı $f=143.91 \text{ m}^2$ elde edilmektedir.

Değişik hata sınırı formüllerinde kuşkusuz alanların hesaplamasına dayanak olan ölçülerin doğrulukları etkili olmaktadır. Formüller ve içlerindeki katsayıların deneyimlere dayalı olarak oluşturulduğu da göz önünde tutulursa, uygulamada kullanılan alan hata formüllerinin uygulanabilirliğinin tartışmalı olduğu söylenebilir. Parsel köşesi koordinatlarının bilinmediği durumlarda, kadastro haritasından beklenen doğruluktan hareket edilerek parsel köşesi

koordinatları için yönetmelik ve genelgelerle belirlenecek m_x , m_y için varsayımla kabul edilen değerlerle işlemler yürütülmelidir. **Temmuz 2005 tarihli yeni yönetmelikte de bu konuda bir bilginin yer almamış olması bir noksanlık olarak değerlendirilebilir.** Oysa alan belirleme, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliğinin ve TKGM'nin en önemli görevleri arasında yer almaktadır. Bu yazı ile konuya ilgi çekebilmiş olmayı umut etmek istiyorum.

Kaynaklar

- AYAN T.: **Uyuşumsuz ölçüler testi**, Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi, Sayı 72, 1992, s. 38 – 46.
- BÖHYİ :Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği, TKGM, Ankara, 1987
- DEMİREL H.: **Nirengi ağlarının dengelenmesi ve sonuçların test edilmesi**, Harita Dergisi, Sayı 98, 1987, s. 1 – 18, Ankara.
- GENCER S.: **3402 sayılı .K.K'nın 41.mad.ve TKGM'nin 1458 sayılı genelgesi kapsamındaki yüzölçümü düzeltmeleri**, HKMO Bülteni,Ağustos 2004, Ankara
- HEKİMOĞLU Ş.: **Kaba hataların belirlenmesindeki sorunlar**, Harita Dergisi, Sayı 05/03, 2005, s. 174 – 180, Ankara
- ÖZGEN M. G.: **Topoğrafyada alanların hesaplanmasında hata sınırı formülleri**, İTÜ D.cilt 18, sayı 1, 1960
- ÖZGEN M. G. : **Alanların hesaplanmasında hata sınırı formülleri ve bir teklif**, İTÜ D.cilt 22 sayı 6, 1964
- ÖZTÜRK E., ŞERBETÇİ M.: **Dengeleme hesabı**, Cilt I, II, III , KTÜ Yayınları, Trabzon, 1992.
- PELZER P.:**Geodaetische Netze in Landes und Ingenieurvermessung**, Dümmler Verlag, 1985.
- ULSOY E.: **Dengeleme Hesabı**, İDMM Yayınları Sayı 87, İstanbul, 1974.