Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi
Nigde Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences

ISSN: 2564-6605
Araştırma / Research

PARSELLERİN BÖLÜNMESİ (İFRAZINDA) VE PARSEL KIRIK SINIRLARININ DÜZELTİLMESİNDE DİK KOORDİNATLARA DAYALI KESİN YÖNTEM

Ramazan Gürsel HOŞBAŞ[1], Atınç PIRTI[2,*]

[1]YTÜ, Harita Mühendisliği Bölümü, Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, İstanbul.
[2]YTÜ, Harita Mühendisliği Bölümü, Jeodezi Anabilim Dalı, İstanbul.

ÖZET

Arazi bölümlendirmeleri ve parsel kırık sınırlarının düzeltilmesinde son zamanlara kadar uygulanan yöntemler genellikle sınama esasına dayanmaktadır. Bu durum, normal olarak geometrik ve trigonometrik elemanların hesaplanmasını gerektirir. Bu çalışmada herhangi bir parsel şekline bağlı olmaksızın uygulanabilecek genel formüller verilmektedir. Böylelikle bölümlendirme sonuçlarını elde etmek mümkün olmaktadır. Bu yöntem arazideki parsellerin dik koordinat sistemindeki koordinatlarını esas almaktadır. Bölümlendirme, belirli bir alanın ayrılmasını ve bölümlendirme çizgisinin istenen bir yerden geçirilmesini sağlamaktadır. Böyle üç gereksinim düşünülebilir; bölümlendirme çizgisinin bir uç noktası sabit olabilir, çizginin yönü sabit olabilir veya çizginin bilinen bir iç noktadan geçmesi istenebilir, [1]. Bunlara ilaveten bazı teknik ve ekonomik gerekçelerle kırık parsel sınırlarının da düzeltilmesi gerekmektedir. Bazı özel durumlar için, yöntem formüller uygulamadan önce dik koordinat eksenlerinin döndürülmesini gerektirmektedir. Sunulan çalışmada, iki uygulama verilerek yöntemin sonuçlarının uygunluğu gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Parsel, Bölümleme (ifraz), Kırık sınır çizgisi, Dik koordinatlar

EXACT SOLUTION BASED ON CARTESIAN COORDINATES FOR LAND DIVISION (SUBDIVISION) AND THE CORRECTION OF PARCEL BROKEN BOUNDARY LINES

ABSTRACT

Until recently, methods of land subdivision and correction of parcel broken boundaries are generally based on testing. In this case, it is normally necessary to calculate the geometric and trigonometric elements. In this study, general formulas are given which can be applied regardless of the shape of a parcel, and thus it is possible to obtain direct subdivision results. This method is based on the coordinates of the parcels in the cartesian coordinate system. The subdividing allows a particular area to be separated and the subdividing line to be traversed to a desired location. Three such requirements can be considered; an end point of the subdividing line may be constant, the direction of the line may be constant, or the line must pass through a desired inner point, [1]. In addition, the boundaries of the broken parcels should be corrected for some technical and economic reasons. For some special cases, the method requires the rotation of the cartesian coordinate axes before applying the formulas. In the presented study, it was given with two applications and the suitability of the results of the method was shown.

Keywords: Parcel, Subdivision, Broken boundary line, Cartesian coordinates.

1. GİRİŞ

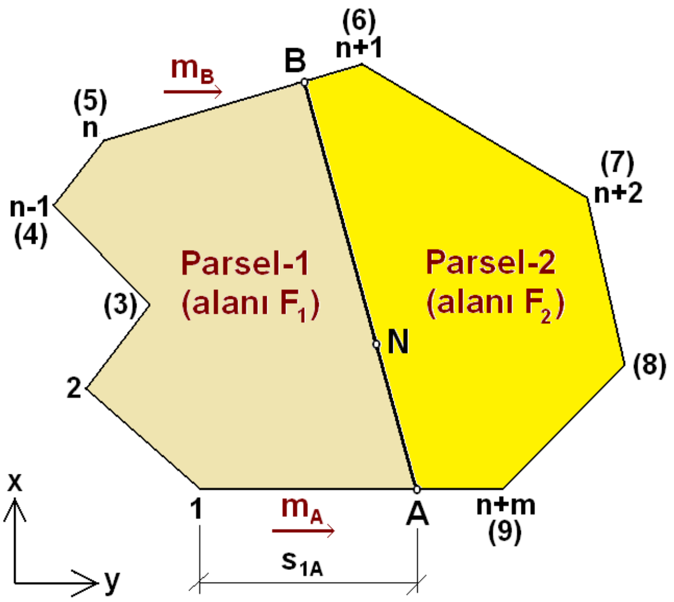
Haritacılık bilim dalındaki ölçme işleri arasında yüksek doğruluk ve yüksek duyarlık isteyen işlemlerden biri de alan bölme işlemidir. Belirli hizmetlerin gerçekleştirilmesi sürecinde genellikle alan hesaplama işlemleri yardımıyla parsellerin bölünmesi işlemi ile karşılaşılır. Örneğin; yeni özellikli sınırların oluşturulması için bir parselin kadastro, imar uygulaması, kamulaştırma, miras, sigortalama ve benzeri nedenlerle bölünmesi veya yeni sınır belirleme işlemlerine ihtiyaç duyulabilir, [2]. Bu durumda yeni sınırın, aplikasyon değerlerinin hesaplanıp arazide işaretlenmesi gerekir, [3]. Parsellerin bölünmesinde alan oranları ya da verilen kenar şartlarına göre iki yöntem uygulanır. Bunlar, kesin yöntem ve yaklaşık yöntemlerdir. Kesin yöntem ancak

* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: atinc@yildiz.edu.tr
Geliş / Recieved: 05.02.2020 Kabul / Accepted: 24.06.2020 doi: 10.28948/ngmuh.685245

uygulanacak olan bağıntıların kolay kavranabilir, yani kolayca sonuç verebilir olması durumunda pratiktir. Aksi durumda yaklaşık yöntem uygulanır. Çokgen şekilli parsellerin bölünmesinde, özellikle parsel köşe noktalarının dik koordinat değerlerinin belli olmaması durumunda, yaklaşık yöntemler kullanılmaktadır, [4], [5]. Buna karşın parsel köşe noktalarının koordinat değerlerinin bilinmesi durumunda Gauss'un üçgenlerle alan hesabı bağıntısı kullanılabilir. Bu durumda bölme işlemi (ifraz) ve kırık sınırların düzeltilmesi problemleri kesin yöntemle çözülebilir.

2. PARSELLERİN BÖLÜNMESİ (İFRAZ) YÖNTEMİ

Şekil 1.'de görülen parsel AB hattı ile iki parsele bölünmek isteniyor. Parselin köşe noktaları, ayırma noktası A noktasından itibaren köşe noktaları sürekli olarak ardışık şekilde saat ibresi yönünde numaralandırılmıştır. n ve m ardışık olarak Parsel-1 ve Parsel-2'nin köşe nokta sayıları olmak üzere, Parsel-1 için 1'den başlayan n'e kadar sayılarla, Parsel-2 için n+1'den başlayan n+m'e kadar numaralandırılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan n+m köşe noktalı parsel ile ayrılması istenen n köşe noktalı parselin alanı bilinmektedir. Tüm parsel köşelerinin bilinen koordinatları $(x_1,\ y_1)$, (x_2, y_2), …, (x_{n+m}, y_{n+m})'e kadar numaralanarak gösterilmiştir, [1].



Şekil 1. İfrazı yapılacak parselin alanı [1]

2.1. Genel Tasarım Formülleri

Ayırma probleminin çözümü için belirlenmek istenen ifraz çizgisinin A ve B noktalarının dik koordinatları (x_A, y_A) ve (x_B, y_B) ile gösterilir. Bu değişkenlerden hareketle parseli ikiye bölecek A ve B noktalarının üzerinde bulunduğu sınır çizgilerinin eğimleri için;

$$m_A = \tan\alpha_{1,\,n+m} = \frac{y_{n+m} - y_1}{x_{n+m} - x_1} = \frac{y_A - y_1}{x_A - x_1} \tag{1}$$

$$m_B = \tan\alpha_{n,\,n+1} = \frac{y_{n+1} - y_n}{x_{n+1} - x_n} = \frac{y_B - y_n}{x_B - x_n} \tag{2}$$

eşitlikleri yazılabilir. Aslında burada $\alpha_{1,\,n+m}$ ve $\alpha_{n,\,n+1}$ A ve B noktalarının üzerinde olduğu (1, n+m) ve (n, n+1) parsel sınırlarının kuzeyle saat ibresi yönündeki açıları yani jeodezik anlamda açıklık açılarıdır. (1) ve (2) eşitliklerinden yararlanarak iki koşul denklemi

$$y_A = y_1 + m_A\,(x_A - x_1) \quad \rightarrow \quad \text{1. koşul denklemi} \tag{3}$$
$$y_B = y_n + m_B\,(x_B - x_n) \quad \rightarrow \quad \text{2. koşul denklemi} \tag{4}$$

yazılabilir. Ayrılması öngörülen Parsel-1'in alanı F_1 için;

$$\begin{aligned} 2\,F_1 = {} & x_B(y_A - y_1) + x_A(y_1 - y_B) + x_1(y_2 - y_A) + \\ & x_2(y_3 - y_1) + \ldots + x_n(y_B - y_{n-1}) \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \text{3. koşul denklemi} \tag{5}$$

koşulu yazılır. Görüldüğü gibi (3), (4) ve (5) eşitlikleri dört bilinmeyen içermektedir, [1]. Bu durum ise dört koşul gerektirmektedir. Dördüncü koşul parselin ayırma çizgisini oluşturacak ifraz çizgisi için öngörülen bir isteme göre oluşturulabilir. Aşağıda bu istemlerden üç özel durum ayrı ayrı incelenmiştir.

2.2. A veya B Köşe Noktalarından Birinin Sabit Olması Hali

A köşe noktasının A(x_A, y_A) koordinatlarının verildiğini varsayalım. Bu nokta ifrazı yapılacak parselin köşe noktalarında biri de olabilir. Parsel-1'in alanı F_1 Gauss'un üçgenlerle dik koordinat eşitliğinden yararlanılarak

$$2\,F_1 = x_B(y_A - y_n) + x_A(y_1 - y_B) + x_1(y_2 - y_A) + \ldots + x_n(y_B - y_{n-1})$$

şeklinde yazılabilir, (2), (3), (5). Bu eşitliğin ikinci teriminden sonraki terimler açılır ve düzenlenirse, (Şekil 1.'deki gibi parselin 9 köşe noktası olduğu varsayılırsa);

$$\begin{aligned} 2\,F_1 = {} & x_B(y_A - y_5) + x_A(y_1 - y_B) - x_1 y_A + x_5 x_B + x_1 y_2 \\ & + x_2 y_3 - x_2 y_1 + x_3 y_4 - x_3 y_2 + x_4 y_5 - x_4 y_3 + x_5 y_4 \end{aligned}$$

$$2\,F_1 = x_B(y_A - y_5) + x_A(y_1 - y_B) - x_1 y_A + x_5 x_B + \sum_{i=1}^{n-1}(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \tag{6}$$

şeklinde yazılabilir ve yeni bir düzenleme ile

$$2\,F_1 - \sum_{i=1}^{n-1}(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) = x_B(y_A - y_5) + x_A(y_1 - y_B) - x_1 y_A + x_5 y_B \tag{7}$$

elde edilir ve

$$2\,F_1 - \sum_{i=1}^{n-1}(-x_{i+1} y_i + x_i y_{i+1}) = k_1 \tag{8}$$

denilir ve eşitliğin sağ tarafı yeniden düzenlenirse,

$$k_1 = x_B(y_A - y_5) + x_A y_1 - x_A y_B - x_1 y_A + x_5 y_B$$
$$k_1 = x_B(y_A - y_5) - y_B(x_A - x_5) + x_A y_1 - x_1 y_A$$
$$k_1 - x_A y_1 + x_1 y_A = x_B(y_A - y_5) + y_B(x_5 - x_A) \tag{9}$$

(9) eşitliğinde B noktasına ait iki koordinat değeri de bilinmemektedir. Bu nedenle B noktasına ait x_B değişkenini belirlemek için eşitliğin sağ tarafının ikinci terimindeki y_B 'nin (4) eşitliğindeki karşılığı yerine konularak tekrar düzenlenerek;

$$
\begin{aligned}
y_B(x_5 - x_A) &= \left[y_5 + m_B(x_B - x_5)\right].(x_5 - x_A) \\
&= y_5(x_5 - x_A) + m_B(x_B - x_5)(x_5 - x_A) \\
&= y_5(x_5 - x_A) + m_B(x_5 - x_A)x_B - m_B(x_5 - x_A)x_5 \\
&= (x_5 - x_A)(y_5 - m_B x_5) + m_B(x_5 - x_A)x_B
\end{aligned} \tag{10}
$$

elde edilir. (10) eşitliği (9)'da yerine konularak yapılacak düzenleme ile,

$$x_B(y_A - y_5) + m_B(x_5 - x_A)x_B = k_1 - x_A y_1 + x_1 y_A - (x_5 - x_A)(y_5 - m_B x_5)$$

$$x_B = \frac{k_1 - x_A y_1 + x_1 y_A - (x_5 - x_A)(y_5 - m_B x_5)}{(y_A - y_5) + m_B(x_5 - x_A)} \quad \text{veya}$$

$$x_B = \frac{k_1 - x_A y_1 + x_1 y_A + (x_A - x_5)(y_5 - m_B x_5)}{(y_A - y_5) - m_B(x_A - x_5)} \tag{11}$$

eşitliğine ulaşılır. Yine Şekil 1.'e göre 5 numaralı parsel köşesinin Parsel-1'in n'inci noktası olduğu dikkate alınarak (11) eşitliği,

$$x_B = \frac{k_1 - x_A y_1 + x_1 y_A + (x_A - x_n)(y_n - m_B x_n)}{(y_A - y_n) - m_B(x_A - x_n)} \tag{12}$$

genel bağıntısı belirlenir. y_B koordinatı (4) eşitliğinden hesaplanır.

Benzer şekilde B köşe noktasının $B(x_B, y_B)$ koordinatlarının verilmesi durumunda, x_A (3) ve (5) eşitliklerinden benzer şekilde hesaplanarak,

$$x_A = \frac{-k_1 - x_B y_n + x_n y_B + (x_B - x_1)(y_1 - m_A x_1)}{(y_B - y_1) - m_A(x_B - x_1)} \tag{13}$$

genel eşitlik bağıntısı bulunur. Yine benzer şekilde y_A (3) eşitliğinden hesaplanabilir, [1].

Eğer A ve B noktalarının koordinatları yerine bu noktaların parsel köşe noktalarından olan uzaklıkları verilirse, örneğin Şekil 1.'e göre A noktasının 1 numaralı parsel köşesinden olan uzaklığı s_{1A} verilmiş ise A noktasının koordinatları,

$$x_A = x_1 + s_{1A}.\cos\alpha_{1,n+m} \tag{14}$$

$$y_A = y_1 + s_{1A}.\sin\alpha_{1,n+m} \tag{15}$$

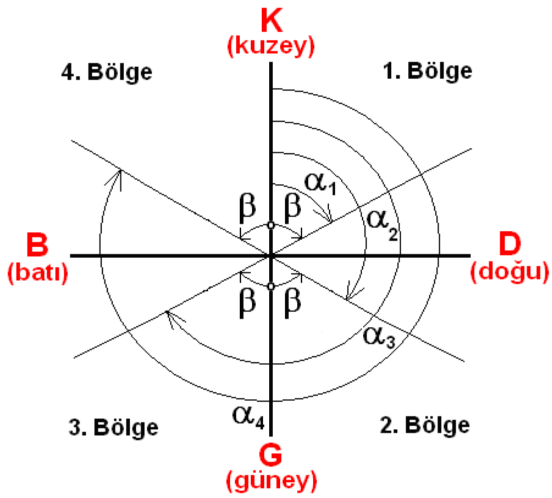
eşitlikleri ile 1. Jeodezik Temel Ödev vasıtası ile hesaplanabilir, [3], [6].

2.3. İfraz Çizgisinin Doğrultusunun Verilmesi Hali

AB ifraz çizgisinin β yöneltmesi ya da α açıklık açısı özel olarak seçilebilir. Eğer β kırılma açısı belirli ise ifraz çizgisinin α açıklık açısı 3. Jeodezik Temel Ödev'e benzer şekilde hesaplanabilir.
Şekil 2.'ye göre eğer ifraz doğrultusunun kırılma açısı β;

1. Bölgede, kuzey-doğu yönleri arasında ise açıklık açısı : α1 = β (16a)
2. Bölgede, doğu-güney yönleri arasında ise açıklık açısı : α 2= 200g-β (16b)
3. Bölgede, güney-batı yönleri arasında ise açıklık açısı : α 3= 200g+β (16c)
4. Bölgede, batı-kuzey yönleri arasında ise açıklık açısı : α 4= 400g-β (16d)

eşitlikleri ile hesaplanabilir, [3], [6].



Şekil 2. İfraz çizgisinin coğrafi yönler ile yaptığı β kırılma açıları ve α açıklık açıları

AB ifraz çizgisinin açıklık açısının tanjantı

$$T = \tan\alpha$$

ile gösterilebilir. Eğer ifraz çizgisinin doğrultusu, C ve D köşeleriyle tanımlanan bir sınıra paralel belirlenecekse;

$$T = \frac{y_D - y_C}{x_D - x_C} \tag{17}$$

eşitliği ile hesaplanabilir. Eğer ifraz çizgisinin doğrultusu CD kenarına dik ise

$$T = \frac{x_D - x_C}{y_D - y_C} \tag{18}$$

şeklinde hesaplanır.
Şimdi, T'yi dört bilinmeyen bakımından hesaplayabiliriz.

$$T = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \tag{19}$$

y_A ve y_B 'nin (3) ve (4) bağıntılarındaki karşılıklarını (19)'da yerine koyarak;

$$T = \frac{y_n + m_B(x_B - x_n) - y_1 - m_A(x_A - x_1)}{x_B - x_A} \tag{20}$$

elde edilir. (20) eşitliği düzenlenerek;

$$T(x_B - x_A) = (y_n - y_1) + m_B x_B - m_B x_n - m_A x_A + m_A x_1$$
$$T\,x_B - T\,x_A = (y_n - y_1) + m_B x_B - m_B x_n - m_A x_A + m_A x_1$$
$$T\,x_B - (y_n - y_1) - m_B x_B + m_B x_n - m_A x_1 = T\,m_A - m_A x_A$$
$$(T - m_B)\,x_B + y_1 - y_n - m_A x_1 + m_B x_n = (T - m_A)\,x_A$$

$$x_A = \frac{y_1 - y_n - m_A x_1 + m_B x_n}{T - m_A} + \frac{T - m_B}{T - m_A} x_B \tag{21}$$

eşitliğine ulaşılır. (21) eşitliğinde;

$$k_2 = \frac{y_1 - y_n - m_A x_1 + m_B x_n}{T - m_A} = -\frac{y_n - y_1 + m_A x_1 - m_B x_n}{T - m_A} \tag{22a}$$

$$k_3 = \frac{T - m_B}{T - m_A} \tag{22b}$$

kısaltmaları yapılarak;

$$x_A = k_2 + k_3\, x_B \tag{23}$$

eşitliği elde edilir.

$T = \infty$ için ifraz çizgisi ya meridyende ya da meridyen yakınlarındadır. (22a) ve (22b) eşitliklerinin sınırları sırasıyla 0 ve 1'dir. (3), (4), (5) ve (23) eşitlikleri dört bilinmeyeni (x_A, y_A, x_B, y_B) belirlemek için çözülebilir. (5)'de yapılan düzenlemelerle ulaşılan (7)'de (3) ve (4) yerine konularak;

$$\begin{aligned}
&2\,F_1 - \sum_{i=1}^{n-1}(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) = k_1 = x_B(y_A - y_n) + x_A(y_1 - y_B) - x_1 y_A + x_n y_B \\
&-k_1 + x_B\left[y_1 + m_A(x_A - x_1) - y_n\right] + x_A\left[y_1 - y_n - m_B(x_B - x_n)\right] \\
&\quad - x_1\left[y_1 + m_A(x_A - x_1)\right] + x_n\left[y_n + m_B(x_B - x_n)\right] = 0 \\
&-k_1 + x_B(y_1 - y_n) + m_A x_B(x_A - x_1) + x_A(y_1 - y_n) - m_B x_A(x_B - x_n) \\
&\quad - x_1 y_1 - m_A x_1(x_A - x_1) + x_n y_n + m_B x_n(x_B - x_n) = 0 \\
&-k_1 + x_B y_1 - x_B y_n + m_A x_A x_B - m_A x_1 x_B + x_A y_1 - x_A y_n - m_B x_A x_B + m_B x_1 x_B \\
&\quad - x_1 y_1 + x_n y_n - m_A x_1 x_A + m_A x_1^2 + m_B x_n x_B - m_B x_n^2 = 0
\end{aligned} \tag{24}$$

eşitliğine ulaşılır. (24) eşitliğinde,

$$k_4 = k_1 + x_1 y_1 - x_n y_n - m_A x_1^2 + m_B x_n^2 \tag{25}$$

yine (24) eşitliğinin $y_1(x_A + x_B) - m_A x_1(x_A + x_B) + m_B x_n(x_A + x_B) - y_n(x_A + x_B)$ kısmında yapılacak düzenlemelerle,

$$k_5(x_A + x_B) = y_n - y_1 - m_B x_n + m_A x_1 \quad \text{ve} \tag{26}$$

$$k_6\; x_A x_B = (m_B - m_A)\; x_A x_B \tag{27}$$

kısaltmalarının ardından,

$$k_4 + (x_A + x_B)\, k_5 + x_A x_B\; k_6 = 0 \tag{28}$$

eşitliğine ulaşılır. x_B'nin hesabı için (23)'ü (28)'de yerine koyarsak;

$$k_4 + (k_2 + k_3 x_B + x_B)k_5 + (k_2 + k_3 x_B) x_B k_6 = 0$$
$$k_4 + k_2 k_5 + k_3 k_5 x_B + k_5 x_B + k_2 k_6 x_B + k_3 k_6 x_B^2 = 0$$
$$k_3 k_6 \, x_B^2 + \left[k_5 (k_3 + 1) + k_2 k_6\right] x_B + (k_4 + k_2 k_5) = 0 \tag{29}$$

karesel formuna ulaşılır. Bu eşitliğin çözümü ile iki x_B değeri elde edilir. Bir değer ifraz çizgisi üzerinde A ve B'nin yer aldığı sınır ile kesişme noktasına karşılıktır. Diğer değer ise ifraz çizgisinin alanı çapraz ters taraftaki sınırla kesişmesine karşılıktır, (ki bu değer anlamlı değildir).

Eğer A ve B noktalarının üzerinde bulunduğu sınırlar paralel ise (27) eşitliğindeki k_6 sıfıra eşittir ve bu durumda (29) eşitliği;

$$\left[k_5 (k_3 + 1) + k_2 k_6\right] x_B + (k_4 + k_2 k_5) = 0$$

halini alır ve,

$$x_B = \frac{k_4 + k_2 k_5}{k_5 (k_3 + 1)} \tag{30}$$

eşitliği elde edilir.. Bundan sonra sırasıyla (23), (3) ve (4) bağıntılarından x_A, y_A ve y_B hesaplanır, [1].

2.4. İfraz Çizgisinin Parselin İçindeki Bir Noktadan Geçmesi Hali

Eğer ifraz sınır çizgisinin bir N noktasından geçmesi istenirse, bu koşulu sağlayan birçok doğru olacaktır. Bu nedenle, ölçmeci, A ve B noktalarını o şekilde belirlemedir ki bu noktalar sınır çizgileri üzerinde olsun. N noktası ile A ve B noktaları bilinmeyen koordinatları arasındaki bağıntı;

$$\frac{y_A - y_B}{x_A - x_B} = \frac{y_N - y_B}{x_N - x_B} \tag{31}$$

şeklinde olacaktır. (3) ve (4) bağıntılarını (31)'de yerlerine konulur, içler dışlar çarpımları yapılır ve çarpımlar açılırsa;

$$\frac{y_1 + m_A (x_A - x_1) - y_n - m_B (x_B - x_n)}{x_A - x_B} = \frac{y_N - y_n - m_B (x_B - x_A)}{x_N - x_B}$$
$$\frac{y_1 - y_n + m_A x_A - m_A x_1 - m_B x_B + m_B x_n}{x_A - x_B} = \frac{y_N - y_n - m_B x_B + m_B x_n}{x_N - x_B}$$

$$\begin{aligned} y_1 x_N - y_1 x_B - y_n x_N + y_n x_B + m_A x_N x_A - m_A x_A x_B - m_A x_1 x_N + m_A x_1 x_B \\ - m_B x_N x_B + m_B x_B^2 + m_B x_n x_N - m_B x_n x_B = \\ y_N x_A - y_n x_A - y_N x_B + y_n x_B - m_B x_A x_B + m_B x_B^2 + m_B x_n x_A - m_B x_n x_B \end{aligned} \tag{32}$$

eşitliği elde edilir. Gerekli kısaltmaların yapılmasının ardından,

$$\begin{aligned} (m_A x_N - m_B x_n - y_N + y_n)\, x_A + (y_N - y_n + y_n - y_1 + m_A x_1 - m_B x_N)\, x_B \\ - (m_A - m_B)\, x_A x_B + (y_1 x_N - y_n x_N - m_A x_1 x_N + m_B x_n x_N) = 0 \end{aligned} \tag{33}$$

(33) eşitliğinde yapılacak kısaltmalar,

$$k_6 = -(m_A - m_B) = m_B - m_A$$

$$k_7 = m_A x_N - m_B x_n - y_N + y_n$$
$$k_8 = y_N - y_n + y_n - y_1 + m_A x_1 - m_B x_N$$
$$y_1 x_N - y_n x_N - m_A x_1 x_N + m_B x_n x_N = (y_1 - y_n - m_A x_1 + m_B x_n)\, x_N = k_9\, x_N$$

düzenlemeleri neticesinde,

$$k_7 x_A + k_8 x_B + k_6 x_A x_B + k_9 = 0 \tag{34}$$

eşitliğine ulaşılır. (28) ve (34) eşitliklerinin farkı oluşturularak yani (28)-(34) işlemi yapılarak;

$$k_4 + k_5 x_A + k_5 x_B + k_6 x_A x_B - k_7 x_A - k_8 x_B - k_6 x_A x_B - k_9 = 0$$

eşitliğinde kısaltmalar yapılarak,

$(k_4 - k_9) + (k_5 - k_7)\, x_A + (k_5 - k_8) = 0$ ’dan

$$x_A = \frac{(k_4 - k_9) + (k_5 - k_8)\, x_B}{(k_7 - k_5)} \tag{35}$$

(35) eşitliğinin (28)’de yerine konulması ile,

$$k_4 + \left[\frac{(k_4 - k_9) + (k_5 - k_8)\, x_B}{(k_7 - k_5)} + x_B\right] k_5 + \left[\frac{(k_4 - k_9) + (k_5 - k_8)\, x_B}{(k_7 - k_5)}\right] x_B k_6 = 0$$

$$(k_7 - k_5)\, k_4 + (k_4 - k_9)\, k_5 + (k_5 - k_8)\, k_5 x_B + (k_7 - k_5)\, k_5 x_B + (k_4 - k_9)\, k_6 x_B + (k_5 - k_8)\, k_6 x_B^2 = 0$$

$$k_6\, (k_5 - k_8)\, x_B^2 + \left[k_5 (k_5 - k_8 + k_7 - k_5)\, x_B + (k_4 - k_9)\, k_6 x_B\right] + \left[k_4\, (k_7 - k_5) + k_5\, (k_4 - k_9)\right] = 0$$

$$k_6\, (k_5 - k_8)\, x_B^2 + \left[k_5 (k_7 - k_8) + k_6\, (k_4 - k_9)\right] x_B + \left[k_4\, (k_7 - k_5) + k_5\, (k_4 - k_9)\right] = 0 \tag{36}$$

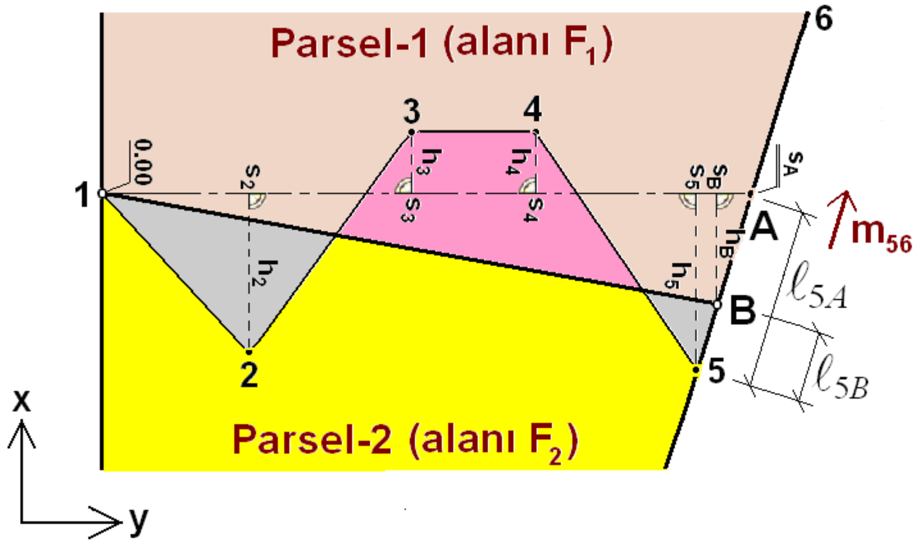
eşitliğine ulaşılır. İkinci derece denklem sistemi olan (36) eşitliğinin çözümünden x_B için iki değer elde edilir. Her iki değerde çözüm olabilir. Diğer bilinmeyenler x_A, y_A ve y_B sırasıyla (35), (3) ve (4) eşitliklerinden hesaplanır, [1].

Varsayalım ki N noktası A noktasının üzerinde bulunduğu parsel sınırı üzerinde olsun. O takdirde $x_N = x_A$ ve $y_N = y_A$ konulmasıyla, B noktasının koordinatları, Bölüm 2.3’deki formüllerle elde edildiğinde, Bölüm 2.1.’deki formüllerden elde edilenlerle aynı olacaktır.

3. PARSEL KIRIK SINIRLARININ DÜZELTİLMESİ

Arazi ve arsa kırık sınırları muhtelif amaçlar için ekonomik olmayan sonuçlar doğurabilir. Örneğin; kırık sınırları olan tarım arazilerinin sürülmesi, ekilmesi ve biçilmesi zordur. Benzer şekilde kent alanlarındaki arsalarda yapılacak bina geometrilerinin düzgün olmaması ise yapıların teknik ve görsel özellikleri bakımından uygun olmayan sonuçlar doğuracağından arzu edilmeyen bir durumdur. Bu nedenlerle mümkün mertebe kırık sınır çizgilerinden kaçınılmalı ve doğru sınır çizgileri oluşturulması hedeflenmelidir, [2]. Burada en önemli ölçüt, kırık sınırın düzeltilmesi işlemi sürecinde sınırın her iki tarafındaki bölgede kalan Parsel-1 ‘in F_1 ve Parsel-2 ’nin F_2 alanlarının aynı kalmasının sağlanmasıdır, (Şekil 3.).

Şekil 3.’e göre Parsel-1 ve Parsel-2 arasındaki dik koordinatları bilinen 1, 2, 3, 4 ve 5 köşe noktalarının oluşturduğu kırık sınır çizgisinin 1B doğru sınır çizgisi ile düzeltilmesi istenmektedir. Koşul, sınır düzeltmesinin sonrasında parsel alanları F_1 ve F_2’nin değişmemesidir. Çözüm, iki parsel arasındaki bir cephedeki örneğin 1 numaralı sınır köşe noktasının sabit alınarak diğer cephedeki B sınır köşe noktasının konumunun yani dik koordinatlarının belirlenmesidir. Bu amaçla 5 köşe noktasının bulunduğu cephe üzerinde bu noktadan seçilecek ℓ_{5A} uzaklığında bir yardımcı A köşe noktası seçilir.



Şekil 3. İki parsel arasındaki kırık sınırın düzeltilmesi

Ve Parsel-1'in 56 sınır doğrusunun eğimi m_{56}'dan yararlanılarak XY dik koordinatları

$$m_{56} = \tan \alpha_{56} = \frac{y_6 - y_5}{x_6 - x_5} \tag{37}$$

olmak üzere

$$\begin{aligned} y_A &= y_5 + \ell_{5A} \,.\, \sin(atn\, m_{56}) \\ x_A &= x_5 + \ell_{5A} \,.\, \cos(atn\, m_{56}) \end{aligned} \tag{38}$$

eşitlileri ile hesaplanır.

1A doğrusu ölçü hattı olarak kabul edilerek ve 1 numaralı parsel köşe noktası başlangıç noktası kabul edilerek iki parsel arasındaki kırık sınır çizgisinin 2, 3, 4 ve 5 numaralı köşe noktalarının ters koordinat hesabı yöntemi uygulanarak s_i dik ayağı ve h_i dik boyu uzunlukları hesaplanır, [7]. Buna göre;

$$\begin{aligned} a &= \sin \alpha_{1A} = \frac{y_A - y_1}{s_{A1}} = \frac{\Delta y_{A1}}{s_{A1}} \\ b &= \cos \alpha_{1A} = \frac{x_A - x_1}{s_{A1}} = \frac{\Delta x_{A1}}{s_{A1}} \end{aligned} \tag{39}$$

$$\begin{aligned} \Delta y_{1i} &= y_i - y_1 \\ \Delta x_{1i} &= x_i - x_1 \end{aligned} \tag{40}$$

olmak üzere,

$$\begin{aligned} s_i &= a \,.\, \Delta y_{1i} + b \,.\, \Delta x_{1i} \\ h_i &= b \,.\, \Delta y_{1i} - a \,.\, \Delta x_{1i} \end{aligned} \tag{41}$$

eşitlikleri ile aranan yerel dik koordinat değerleri hesaplanabilir. Bu hesaplama şekli 1 numaralı parsel köşe noktasına göre olup ara köşe noktalarının yerel dik koordinat hesabı kontrolsüzdür. Eğer hesabın bir önceki noktaya göre kontrollü olarak yapılmak istenirse,

$$\begin{aligned} \Delta y_i &= y_i - y_{i-1} \\ \Delta x_i &= x_i - x_{i-1} \end{aligned} \tag{42}$$

olmak üzere ardışık köşe noktaları arasındaki dik ayağı ve dik boyu farkları

$$\begin{aligned} \Delta s_i &= a \,.\, \Delta y_{i,\,i-1} + b \,.\, \Delta x_{i,\,i-1} \\ \Delta h_i &= b \,.\, \Delta y_{i,\,i-1} - a \,.\, \Delta x_{i,\,i-1} \end{aligned} \tag{43}$$

eşitlikleri ile hesaplanarak her bir köşe noktasının dik ayağı ve dik boyu uzunlukları,

$$\begin{aligned} s_i &= s_{i-1} + \Delta s_i \\ h_i &= h_{i-1} + \Delta h_i \end{aligned} \tag{44}$$

bağıntıları ile hesaplanır, [2], [7].

Yine Şekil 3.'e göre yardımcı köşe noktası A'ya göre 1 numaralı köşe noktasından başlayarak 1, 2, 3, 4, 5, A, 1 kapalı çokgeninin alan farkı ΔF dik ayağı ve dik boyu uzunlukları kullanılarak Gauss'un üçgenlerle alan hesabı bağıntısına göre,

$$2 \,.\, \Delta F = h_1(s_2 - s_A) + h_2(s_3 - s_1) + h_3(s_4 - s_2) + h_4(s_5 - s_3) + h_5(s_A - s_4) + h_A(s_1 - s_5) \tag{45}$$

hesaplanır.

2.ΔF alan farkı miktarı artı işaretli ise Parsel-1'e fazla miktarda alan verilmiş olup ΔF kadar alanın Parsel-2'ye iadesi gerekmektedir. Parsel-2'ye geçecek ΔF alanını oluşturan üçgenin tabanı s_A dik ayağı uzunluğu olup yüksekliği de h_B dik boyudur. Bu durumda yeni sınır köşe noktası 5A doğrusu üzerindeki B noktası olacaktır. Buna göre;

$$2\ \Delta F = s_A \,.\, h_B \quad \rightarrow \quad h_B = \frac{2 \,.\, \Delta F}{s_A} \tag{46}$$

dik boyu uzunluğu hesaplanır. B köşe noktasının dik ayağı uzunluğu ise;

$$\begin{aligned} \Delta s_{5A} &= s_A - s_5 \\ \Delta s_{BA} &= s_A - s_B \end{aligned} \tag{47}$$

olmak üzere üçgen benzerliklerinden yararlanılarak,

$$\frac{\Delta s_{5A}}{h_5} = \frac{\Delta s_{BA}}{h_B} \quad \rightarrow \quad \Delta s_{BA} = \Delta s_{5A} \,.\, \frac{h_B}{h_5} \rightarrow \quad s_B = s_A - \Delta s_{BA} \tag{48}$$

eşitlikleri ile hesaplanır.

B noktasının XY dik koordinatlarının hesabında kısaltmalar,

$$\begin{aligned} \Delta s_{5B} &= s_B - s_5 \\ \Delta h_{5B} &= h_B - h_5 \end{aligned} \tag{49}$$

şeklinde yapılarak,

$$\ell_{5B} = \sqrt{\Delta s_{5B}^2 + \Delta h_{5B}^2} \tag{50}$$

bağıntısı ile B yeni parsel köşe noktasının 5 numaralı köşe noktasından olan uzaklığı hesaplanır ve

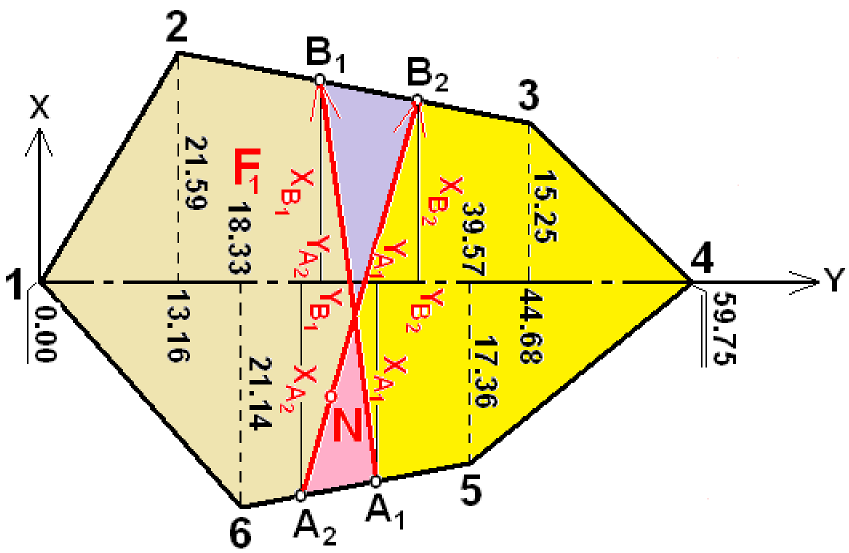
$$\begin{aligned} y_B &= y_5 + \ell_{5B} \,.\, \sin(atn\, m_{56}) \\ x_B &= x_5 + \ell_{5B} \,.\, \cos(atn\, m_{56}) \end{aligned} \tag{51}$$

eşitlikleri ile belirlenir, [2].

4. SAYISAL UYGULAMA

4.1. Parsellerin Bölünmesi Uygulaması

Sayısal uygulama için altı köşe noktalı bir parsel ele alınmıştır. İfrazı yapılacak parselin şekli ve hesaplarda kolaylık sağlaması bakımından yerel koordinat değerleri Şekil 4.'de verilmiştir. Öncelikle bu verilerle Gauss'un koordinat değerleri ile üçgen bağıntısı kullanılarak ifrazı yapılacak yani bölünecek parselin alanı hesaplanmıştır, (Tablo 1.).



Şekil 4. İfrazı yapılacak örnek parselin koordinatları ve ifraz çizgileri

Tablo 1. İfrazı yapılacak parselin köşe noktalarının koordinatları ve alan hesabı

Nokta No.	Y_i (m)	X_i (m)	Y_{i+1} - Y_{i-1}	X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1})
1	0.00	0.00	-5.17	0.0000
2	13.16	21.59	44.68	964.6412
3	44.68	15.25	46.59	710.4975
4	59.75	0.00	-5.11	0.0000
5	39.57	-17.36	-41.42	719.0512
6	18.33	-21.14	-39.57	836.5098
			Σ= 0.00	2F=3230.6997 m^2
				F=1615.35 m^2

Sonra parseli bölecek ifraz çizgisinin A ve B noktalarının bulunduğu 6-5 ve 2-3 parsel sınırlarının eğimleri (1), (2) bağıntılarından, A ve B noktalarının y değerleri için (3), (4) bağıntıları kullanılarak koşul denklemleri yazılmıştır.

$$m_A = \frac{39.57-18.33}{-17.36+21.14} = 5.61905 = \frac{y_A-18.33}{x_A+21.14} \quad \rightarrow \quad \alpha_{6-5} = 88.^g7877 \tag{52}$$

$$m_B = \frac{44.68-13.16}{15.25-21.59} = -4.97161 = \frac{y_B-13.16}{x_B-21.59} \quad \rightarrow \quad \alpha_{2-3} = 112.^g6365 \tag{53}$$

$$y_A = 18.33 + 5.61905(x_A + 21.14) \tag{54}$$

$$y_B = 13.16 - 4.97161(x_B - 21.59) \tag{55}$$

Parseli iki eşit alana bölecek AB ifraz çizgisinin koordinatlarını belirlemek için gereken üçüncü koşul denklemi A612B köşe noktalı F_1 alanı için (5)'den yazılmıştır.

$$F_1 = \frac{F}{2} \quad \rightarrow \quad 2\,F_1 = F = 1615.35\,m^2 \text{'dir.}$$

$$x_B(y_A - 13.16) + x_A(18.33 - y_B) - 21.14(0.00 - y_A)$$
$$+ 0.00(13.16 - 18.33) + 21.59(y_B - 0.00) = 1615.35\,m^2$$

yazılarak yapılan düzenlemeler sonunda,

$$x_B(y_A - 13.16) + x_A(18.33 - y_B) + 21.14 y_A + 21.59 y_B = 1615.35\,m^2 \tag{56}$$

denklemi elde edilmiştir.

1. durum: A_1 ve B_1 noktalarından birinin sabit olması.

Bu uygulamada A_1 noktasının sabit olması öngörülmüştür. Bu durumda (4) eşitliğinden

$$y_{B_1} = -4.97161 x_{B_1} + 120.497$$

elde edilmiş ve (5) koşulunda yerine konularak yapılan düzenlemeler sonucunda (12)'nin karşılığı

$$x_{B_1} = \frac{-986.18 + 102.167 x_{A_1} - 21.14 y_{A_1}}{(4.97161 x_{A_1} - 107.337) + (y_{A_1} - 13.16)}$$

eşitliği bulunmuştur. Parselin 6 numaralı köşe noktasından $S(6\text{-}A_1)=10$ m uzakta olması öngörülen A_1 noktasının dik koordinatları (14) ve (15) eşitliklerinden,

$$x_{A_1} = -21.14 + 10.00 \times \cos 88.^g7877 = -19.39\,m$$

$$y_{A_1} = +18.33 + 10.00 \times \sin 88.^g7877 = +28.18\,m$$

olarak hesaplanmıştır. Bu değerler (12)'nin karşılığında yerine konulmak suretiyle,

$$x_{B_1} = \frac{-986.18 + 102.167 \times (-19.39) - 21.14 \times 28.18}{(4.97161 \times (-19.39) - 107.337) + (28.18 - 13.16)} = +18.88\,m \tag{57}$$

bulunmuş ve (4)'de yerine konularak,

$$y_{B_1} = 13.16 - 4.97161 \times (18.88 - 21.59) = +26.63\,m \tag{58}$$

olarak B_1 noktasının dik koordinatları hesaplanmıştır. B_1 noktasının parselin 2-3 sınır hattı üzerinde olup olmadığının kontrolü için 2-3 sınırının eğimi bir kez de bu değerlerle hesaplanmış ve

$$m_B = \frac{26.63 - 13.16}{18.88 - 21.59} = -4.97048$$

değeri elde edilerek noktanın parsel sınırı üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

2. durum: İfraz çizgisinin doğrultusunun verilmesi.

Yine parselin 6 numaralı köşe noktasından S(6-A_2)=5 m uzakta olduğu düşünülen A_2 noktasının dik koordinatları için (14) ve (15) eşitlikleri ile,

$$x_{A_2} = -21.14 + 5.00 \times \cos 88.^{g}7877 = -20.26\,m$$
$$y_{A_2} = +18.33 + 5.00 \times \sin 88.^{g}7877 = +23.25\,m$$

değerleri elde edilmiştir. Bu değerlerde (12)'nin karşılığı olan eşitlikte ve oda (4) yerine konularak,

$$x_{B_2} = \frac{-986.18 + 102.167 \times (-20.26) - 21.14 \times 23.25}{(4.97161 \times (-20.26) - 107.337) + (23.25 - 13.16)} = +17.92\,m \tag{59}$$

$$y_{B_2} = 13.16 - 4.97161 \times (17.92 - 21.59) = +31.41\,m \tag{60}$$

olarak tespit edilmiştir. Buradan hareketle parseli iki eşit alana bölecek A_2B_2 ifraz çizgisinin T_2 doğrultusu (17) eşitliği ile hesaplanarak,

$$T_2 = \frac{+31.41 - 23.25}{+17.92 - 20.26} = +0.213724 \rightarrow \quad \alpha_{T_2} = 13.^{g}4045 \tag{61}$$

olarak verildiğini kabul edelim. Şimdi,

$$T_2 = +0.213724 = \frac{y_{B_2} - y_{A_2}}{x_{B_2} - x_{A_2}} \tag{62}$$

olduğu öngörülerek bu eşitlikte (1) ve (2)'den hareket edilerek y_{A_2}, y_{B_2} için (3) ve (4) ile

$$y_{A_2} = +18.33 + 5.61905 \times (x_{A_2} + 21.14) \tag{63}$$
$$y_{B_2} = +13.16 - 4.97161 \times (x_{B_2} - 21.59) \tag{64}$$

hesaplanmış ve bu eşitlikler (17/2)'de yerine konularak,

$$+0.21372 = \frac{+13.16 - 4.97161 \times (x_{B_2} - 21.59) - 18.33 - 5.61905 \times (x_{A_2} + 21.14)}{x_{B_2} - x_{A_2}}$$

elde edilmiş ve yapılan kısaltma düzenlemeleri sonucunda,

$$x_{A_2} = -3.07474 - 0.9593\, x_{B_2} \tag{65}$$

eşitliğine ulaşılmıştır.

(3/2) ve (4/2)'yi (5)'de yerine koyarsak,

$$x_{B_2}\left[18.33 + 5.61905 \times (x_{A_2} + 21.14) - 13.16\right] + x_{A_2}\left[18.33 - 13.16 + 4.97161 \times (x_{B_2} - 21.59)\right]$$
$$+ 21.59\left[13.16 - 4.97161 \times (x_{B_2} - 21.59)\right] + 21.14\left[18.33 + 5.61905 \times (x_{A_2} + 21.14)\right] = 1615.35\, m$$

düzenleme ve kısaltmalarla,

$$3884.8288 + 16.62(x_{A_2} + x_{B_2}) + 10.59066\, x_{A_2} x_{B_2} = 0 \tag{66}$$

ulaşılır. (23/2)'yi (28/2)'de yerine koyarak,

$$3884.8288 + 16.62\left[(-3.07474 - 0.9593 x_{B_2}) + x_{B_2}\right] + 10.59066(-3.07474 - 0.9593 x_{B_2}) + x_{B_2} = 0$$

düzenlenerek,

$$-10.15962\, x_{B_2}^2 - 31.8871\, x_{B_2} + 3833.72662 = 0 \tag{67}$$

ikinci derece denklem eşitliği bulundu. Bu denklem çözüldüğünde iki kökü

$$x_{B_2}^{I} = -21.06\, m \quad \text{ve} \quad x_{B_2}^{II} = +17.92\, m$$

değerleri elde edilmiştir. Negatif işaretli değer problemimiz için anlamlı (dik koordinat sistemine göre) olmadığından pozitif işaretli $x_{B_2} = +17.92\, m$ değeri aranan sonuç olmaktadır. Bu değer (4/2) yerine konularak,

$$y_{B_2} = +13.16 - 4.97161 \times (17.92 - 21.59) = +31.41\, m$$

değerleri elde edilir ki, problemin oluşumundaki hesapladığımız (12/2) ve (4/2) ile belirlediğimiz değerler böylece tekrar elde edilmiş oldu.

3. durum: İfraz çizgisinin parselin içindeki bir noktadan geçmesi.

Parsel içindeki N noktasının A_2B_2 ifraz çizgisi üzerinde A_2 noktasından $S(A_2\text{-}N)=15$ m uzaklıkta bir nokta olduğunu varsayalım. Bu noktanın koordinatları,

$$x_N = -20.26 + 15.00 \times \cos 13.^{g}4045 = -5.59\, m$$
$$y_N = +23.25 + 15.00 \times \sin 13.^{g}4045 = +26.39\, m$$

olacaktır. Parseli iki eşit alana bölecek yeni sınırın bu N noktasından geçmesini isteyelim. Bu durumda,

$$\frac{y_{A_2} - y_{B_2}}{x_{A_2} - x_{B_2}} = \frac{y_N - y_{B_2}}{x_N - x_{B_2}}$$

'de (3/2) ve (4/2)'yi yerine koyarsak,

$$\frac{18.33+5.6105(x_{A_2}+21.14)-13.16+4.97161(x_{B_2}-21.59)}{x_{A_2}-x_{B_2}}=\frac{26.39-13.16+4.97161(x_{B_2}-21.59)}{-5.59-x_{B_2}}$$

bütün düzenlemeler ve kısaltmalar yapıldıktan sonra,

$$62.6970\,x_{A_2}-138.5153\,x_{B_2}-10.59066\,x_{A_2}x_{B_2}-92.9058=0 \tag{68}$$

eşitliği elde edilmiştir. (28/2)'den (34/2) çıkarılarak,

$$3884.8288+16.62\,x_{A_2}+16.62\,x_{B_2}+10.59066\,x_{A_2}x_{B_2}=0 \tag{69}$$

$$+92.9058-62.6970\,x_{A_2}-138.5153\,x_{B_2}-10.59066\,x_{A_2}x_{B_2}=0 \qquad \text{-(34/2)'den}$$

$$3791.9230+79.3170\,x_{A_2}-121.8953\,x_{B_2}=0 \text{ 'dan}$$

$$x_{A_2}=-47.8072+1.5368\,x_{B_2} \tag{70}$$

'ye ulaşılmıştır. (35/2), (28/2)'de yerine konularak,

$$3884.8288+16.62\big[(-47.8072+1.5368\,x_{B_2})+x_{B_2}\big]+10.59066\big[-47.8072+1.5368\,x_{B_2}\big]x_{B_2}=0$$

'nin düzenlenmesi ile,

$$16.2757\,x_{B_2}^2-464.1482\,x_{B_2}+3090.2731=0 \tag{71}$$

ikinci derece denkleminin kökleri için,

$$x_{B_2}^{I}=+17.986\,m \text{ ve } x_{B_2}^{II}=+10.592\,m$$

değerlerine ulaşılmıştır. Burada 10.592 m değeri parselin 2-3 sınır çizgisinin üzerinde olamayacağından 17.986 m değeri aranan değer olmaktadır. Bu değer (4/2)'de yerine konularak,

$$y_{B_2}=+13.16-4.97161\times(17.986-21.59)=+31.078\,m$$

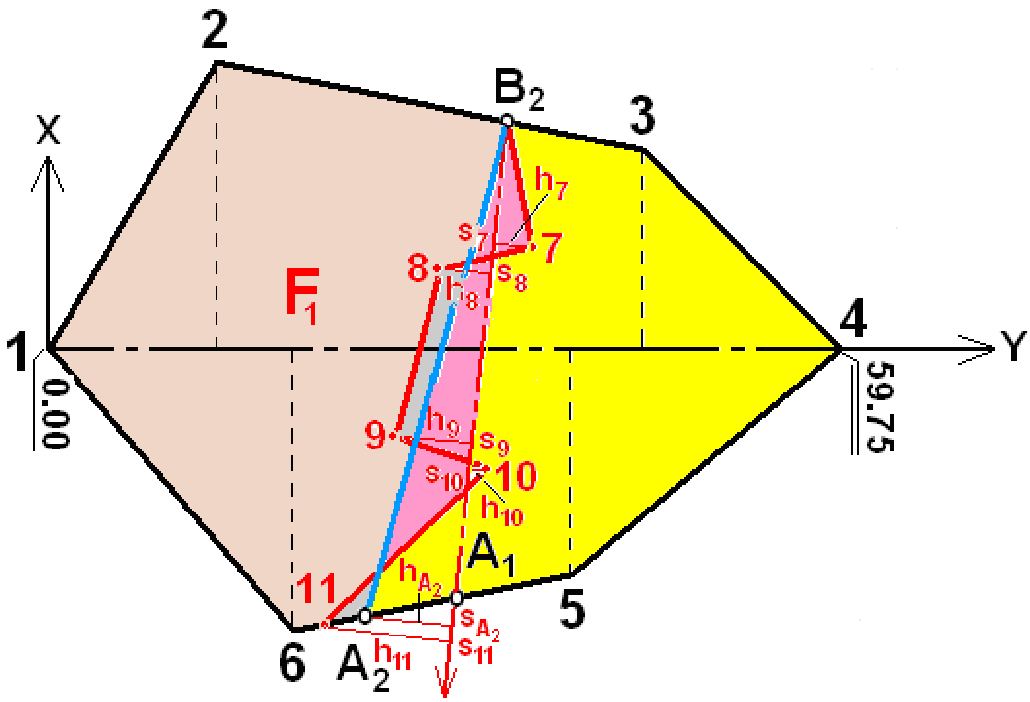
olarak B_2 noktasının dik koordinatları bulunmuştur. B_2 noktasının parselin 2-3 sınır hattı üzerinde olup olmadığının tespiti için 2-3 sınırının eğimi bir kez de bu değerlerle hesaplanmış ve

$$m_B=\frac{31.078-13.16}{17.986-21.59}=-4.97170$$

değeri elde edilerek noktanın parsel sınırı üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Parsel Kırık Sınırının Düzeltilmesi Uygulaması

Şekil 4.'de verilen parselin F_1 ile gösterilen alana sahip kısmının 23 ve 56 kenar çizgileri arasında B_2, 7, 8, 9, 10 ve 11 noktaları ile kırık sınır oluşturacak şekilde iki eşit alana bölündüğü öngörülmüştür. Kırık sınır noktalarının yerel koordinatlarının (s_i, h_i) hesaplanması amacıyla B_2A_1 hattı, A_2B_2 yeni doğru sınır hattının belirlenmesine yönelik olarak geçici ölçü hattı seçilmiştir. (39) eşitlikleri ile a ve b katsayıları, (42) eşitlikleri ile XY dik koordinat farkları, (43) eşitlikleri ile ardışık kırık sınır köşe noktalarının dik ayağı ve dik boyu farkları, (44) eşitlikleri ile de kontrollü olarak dik ayağı ve dik boyu uzunlukları hesaplanmıştır. Hesap sonuçları Tablo 2.'de verilmiştir. Burada h dik boyu uzunluklarının (-) işaretli olması noktanın hesap yönünün sol tarafında olduğunu göstermektedir.



Şekil 5. Kırık parsel sınırının düzeltilmesi

Tablo 2. Kırık sınır noktalarının XY dik koordinatlarından dik ayağı ve dik boyu uzunluklarının hesabı
[$\alpha(B_2A_1)$=205.49764 gon, a=-0.086249361, b=-0.996273580]

Nokta No.	Y_i (m)	X_i (m)	$\Delta Y_i=Y_{i+1}-Y_{i-1}$	$\Delta X_i=X_{i+1}-X_{i-1}$	$\Delta s_i=a.\Delta Y_i+b.\Delta X_i$ $s_i=s_{i-1}+\Delta s_i$	$\Delta h_i=b.\Delta Y_i-a.\Delta X_i$ $h_i=h_{i-1}+\Delta h_i$
B_2	31.41	17.92			**0.000**	**0.000**
			1.66	-10.67	-0.143+10.630=	-1.654-0.920=
7	33.07	7.25			+10.487→ **+10.487**	-2.574→ **-2.574**
			-6.57	-1.73	+0.567+1.724=	+6.546-0.149=
8	26.50	5.52			+2.291→ **+12.778**	+6.397→ **+3.823**
			-3.00	-13.14	+0.259+13.091=	+2.989-1.133=
9	23.50	-7.62			+13.350→ **+26.128**	+1.856→ **+5.679**
			5.83	-2.63	-0.503+2.620=	-5.808-0.227=
10	29.33	-10.25			+2.117→ **+28.245**	-6.035→ **-0.356**
			-9.05	-10.54	+0.781+10.501=	+ 9.016-0.909=
11	20.28	-20.79			+11.282→ **+39.527**	+8.107→ **+7.751**
			7.90	1.40	-0.681-1.395=	-7.871+0.121=
A_1	28.18	-19.39			-2.076→ **+37.451**	-7.750→ **+0.001**
	Y_n-Y_1= -3.23	**X_n-X_1= -37.31**	**[ΔY]= -3.23**	**[ΔX]= -37.31**		

Hesaplanan yerel dik koordinat değerleri ile B_2A_1 geçici ölçü hattına göre hattın her iki tarafı arasında kalan ΔF alan farkı Gauss'un üçgenlerle alan hesabı bağıntısına göre hesaplanmıştır (Tablo 3.).

Tablo 3.'e göre geçici ölçü hattının sol tarafında kalan kısma ΔF=90.6635 m^2 fazla alan geçmiştir. Kırık sınırın doğru sınır haline dönüştürülmesi için geçici hattın sağ tarafına $A_1A_2B_2$ üçgeni kadar alanın geri verilmesi, yani A_1 noktasının A_2 noktasına ötelenmesi gerekmektedir. A_2 noktasının konumunun belirlenmesi için yerel sistemdeki dik ayağı ve dik boyu belirlenmelidir. (46) eşitliği ile dik boyu hesaplanmıştır.

Tablo 3. Kırık sınır çizgisinin geçici ölçü hattı arasında kalan alan farkının hesabı

Nokta No.	s_i (m)	h_i (m)	$s_{i+1} - s_{i-1}$	$h_i (s_{i+1} - s_{i-1})$
B_2	0.000	0.000	-26.964	0.0000
7	10.487	-2.574	12.778	-32.8906
8	12.778	3.823	15.641	59.7955
9	26.128	5.679	15.467	87.8371
10	28.245	-0.356	13.399	-4.7700
11	39.527	7.751	9.206	71.3557
A_1	37.451	0.000	-39.527	0.0000
			Σ= 0.000	**2ΔF=181.3277 m²**
				ΔF=90.66385 m²

$$2\,.\,\Delta F = s_{B_2A_1}\,.\,h_{A_2} \quad \rightarrow \quad h_{A_2} = \frac{181.3277}{27.451} = 4.842\ m$$

Noktanın dik ayağı uzunluğu ise (47) ve (48) eşitlikleri ile hesaplanmıştır.

$$\frac{\Delta s_{11-A_1}}{h_{11}} = \frac{\Delta s_{A_2-A_1}}{h_{A_2}} \rightarrow \Delta s_{A_2-A_1} = \frac{-2.076\,.\,4.842}{7.751} = -1.297\ m \tag{72}$$

Benzer üçgenlerin hipotenüsleri (49) ve (50) eşitlikleri ile hesaplanmıştır.

$$\ell_{11-A_1} = \sqrt{\Delta^2_{A_{11}-A_1} + h_{11}^2} = \sqrt{2.076^2 + 7.751^2} = 8.024\ m$$
$$\ell_{A_2-A_1} = \sqrt{\Delta s^2_{A_2-A_1} + h_{A_2}^2} = \sqrt{1.297^2 + 4.842^2} = 5.013\ m$$
$$\Delta\ell_{11-A_2} = 8.024 - 5.013 = 3.011\ m \tag{73}$$

6 ile 11 köşe noktaları arasındaki açıklık açısı (37) eşitliğinden,

$$\alpha_{6-11} = atn\frac{20.28-18.33}{-20.79+21.14} = atn\frac{+1.95}{+0.35} = 88.6939\ gon$$

$$(m_{6-11} = 5.571428572) \tag{74}$$

olarak hesaplanmış olup bu verilerle A_2 noktasının XY dik koordinat değerleri (51) eşitlikleri ile belirlenmiştir.

$$y_{A_2} = y_{11} + \Delta\ell_{11-A_2}\,.\,\sin\alpha_{6-11} = 20.28 + 3.011\,.\,\sin 88.6939 = 23.244 \cong +23.25\ m \tag{75a}$$
$$x_{A_2} = x_{11} + \Delta\ell_{11-A_2}\,.\,\cos\alpha_{6-11} = -20.79 + 3.011\,.\,\cos 88.6939 = -20.258 \cong -20.26\ m \tag{75b}$$

Görüldüğü gibi parseli iki eşit alana bölen düzeltilmiş sınırın A_2 parsel köşe noktasının koordinat değerleri parsellerin bölünmesi uygulaması kısmındaki 2. durumdaki A_2 köşe noktasının aynı değerleri bulunmuştur.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma ile sunulan yöntem, görüldüğü gibi bir herhangi geometriye sahip parselin bölme işlemi için deneme ve yanılmasız doğrudan sonuç vermektedir. Yöntemin uygulanabilmesi için ifrazı yapılacak parselin köşe noktalarının koordinatlarının bilinmesi gerekmektedir. Kırık parsel sınırlarının düzeltilmesinde de sadece bir fazla adım ile kesin sonuca ulaşılabilmektedir. Problemlerin çözümünde genel koordinat değerleri kullanılabilir. Ayrıca verilen sayısal uygulamalarda olduğu gibi ters koordinat dönüşümü ile parsel bazlı yerel koordinat sistemine (obje koordinat sistemi) geçilerek küçük değerlerle çalışmak da mümkündür. Yöntem, koordinat değerlerine dayandığından uygun bir programlama dili kullanılarak formüle edilebilir. Bu sayede yöntemin bilgisayar ortamında çalışan bir uygulamaya dönüştürülmesi mümkün olacaktır. Bu yöntem, bir parselin ikiden fazla parçaya bölümlendirilmesi için de rahatlıkla uygulanabilir.

KAYNAKLAR

[1] S. M. Easa, "General direct method for land subdivision", *Journal of Surveying Engineering*, vol. 115(4), pp. 402-411, 1989.

[2] V. Matthews, *Vermessungskunde 1*, B.G. Teubner, Stuttgart-Leipzig-Wiesbaden, 2003.

[3] İ. Koç, *Ölçme Bilgisi 1*, Gökhan Matbaacılık, İstanbul 1998.

[4] M.N. Ergin, *Ölçme Bilgisi-1*, Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayını, Konya, 1994.

[5] İ. Koç, "Parsellerin bölünmesi ve sınır aplikasyonları", I. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 30-31 Ekim 2003, ss: 435-450

[6] H. W. Stoughton, "Subdivision of aquadrilateral for a specified area", *The Canadian Surveyor*, vol. 40(2), pp: 146-172, 1986.

[7] H. Erkaya, "Ölçme Bilgisi", Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Basılmamış Ders Notları, sayfa: 89-91, İstanbul 2010.