

12. KAYNAKLAR

III Büyüksalih, G., 1997. "Geometric and Radiometric Calibration of Video Infrared Imagers for Photogrammetric Applications", Ph. D Thesis, University of Glasgow, 1997,497 Pages.

121 Büyüksalih, G., 1999. "Son Teknoloji Uzaktan Algılama Sistemleri ve Harita Yapım Amaçlı Yeterlilik Düzeylerinin Değerlendirilmesi", Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları, KTÜ, Trabzon, Sayfa: 213-231.

13/ Büyüksalih, G., 1999. "Doğrusal Dizin Görüntüleme Sistemleri", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Yayın Kabul Edildi ve Basım Aşamasında.

141 Büyüksalih, G., 1999. "Uzaydan Fotogrametrik Yöntemle Harita Yapımı", Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Yayın Kabul Edildi ve Basım Aşamasında.

151 Büyüksalih, G., 1999. "Uydu Görüntüleme Sistemleri ve Harita Üretimi Açısından Eksiklikleri", YTÜ Dergisi, Yayın Kabul Edildi ve Basım Aşamasında.

16/ Büyüksalih, G., 1999. "Topoğrafik Harita Üretimi İçin Geliştirilmiş Uzaktan Algılama Donanımları", Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Dergisi, Yayın Aşamasında.

III <http://www.eurimage.com> *ISI*

<http://www.terraserver.com> *191*

<http://www.spaceimaging.com>

110/ Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., 1994. "Remote Sensing and Image Interpretation (3rd Edition)". John Wiley & Sons, Inc., Newyork, 750pp.

DİLİMLER ARASI KOORDİNAT DÖNÜŞÜMLERİ

Hasan KIRAN*
Nihat ERSOY*

GİRİŞ

Bilindiđi gibi dünyanın Őekli Geoid'dir. Bu Őekil dđnel elipsoide ĉok benzer. Geoid üzerinde hesap yapmak olanaksız olduğundan hesaplar elipsoid üzerinde yapılır. DeđiŐik Őlkeler, birbirinden biraz farklı elipsoidler kullanırlar. TŐrkiye uluslararası kabul edilen Hayford elipsoid'ini ŐeĉmiŐtir. Hesaplar Hayford elipsoid değerlerine gđre yapılmaktadır, $a = 6378388.000$ m ; $b = 6356911.764$ m

Dünyanın Őekli elipsoid olduğundan Őç boyutludur. Dünyanın haritasını (iki boyutlu) yapabilmek iĉin değerik projeksiyon sistemleri kullanılır. Bu projeksiyonlar, aĉınımı düzlem olan Őekiller (Koni, silindir .düzlem) üzerine yapılır. Bu projeksiyonlardan biri de Gauss-Krüger projeksiyonudur. Bu sistemde izdüşüm, dünya yüzüne bir meridyen boyunca teğet olan silindir üzerine yapılır. Teđet meridyen boyunca dünya üzerindeki uzunluklar, projeksiyondaki (izdüşümdeki) uzunluklara eŐit olur. Teđet meridyenden uzaklaŐtıĉa artan deformasyonlar oluşur. Dünya yüzündeki uzunluklar, izdüşümde daha büyük olur. Farklar kabul edilebilir sınır değerlerini aŐmıyacak Őekilde baŐlangıĉ meridyenleri (boylamları) 60 de bir veya 3o de bir değeritirilir. Bđylece 60 lik ve 3 o lik dilimler oluşur. Gauss-Krüger projeksiyon sistemiyle UTM (Universal Transverse Mercator) sistemi aynı sistemdir. Yalnızca 6 o lik dilim numaraları; Gauss-Krüger projeksiyon sisteminde ulusal, UTM de uluslararasıdır.

Her **dilimin** ayrı bir koordinat sistemi vardır. Dilim orta meridyenleri (boylamları) x eksenini, ekvator da y eksenidir. Dilim orta meridyeni ile ekvatorun kesim noktası baŐlangıĉ noktasıdır. Bir nokta x, y değerleri ile belirtilir. Bu değerlere Gauss-Krüger koordinatları, kısaca Gauss koordinatları denir. x değerleri dünyadaki

*Yıldız Teknik Üniversitesi Öğretim Üyesi

uzunluklarla aynı uzunlukta, y değerleri ise dünyadaki değerinden biraz büyüktür. Farkı azaltmak için x , y değerleri m_0 gibi bir sayı ile çarpılır. (6° lik dilimlerde $m_0 = 0.9996$, 3° lik dilimlerde $m_0 = 1$ alınır.) ve $x_0 = m_0 x$ ve $y_0 = m_0 y$ bulunur, y değeri, dolayısı ile y_0 değeri başlangıç meridyeninin solunda negatiftir. Negatiflikten kurtarmak için y_0 'a 500 000 eklenir. Böylece başlangıç noktası ekvator üzerinde 500 000 m batıya ötelenmiş olur. Bu durumda koordinatlar sağa değer ve yukarı değer adlarını alırlar. (Yukarı değer = $Y_u = x_0 = m_0 x$; Sağa değer = $y_0 + 500\,000 = m_0 y + 500\,000$) Ekvatorun yukarı değeri = 0; başlangıç meridyeninin sağa değeri = 500 000 olur. Sağa ve Yukarı değerler çizim koordinatlarıdır.

Türkiye batı-doğu doğrultusunda uzanır. Boylam farkı 19° dir. Bu sebepten Türkiyede, 6° lik 4 dilim ile (6° lik 4 ayrı koordinat sistemi), 3° lik 7 dilim (3° lik 7 ayrı koordinat sistemi) vardır. 6° lik dilimlerin başlangıç boylanılan 27° , 33° , 39° , 45° ve 3° lik dilimlerin başlangıç boylanmaları 27° , 30° , 33° , 36° , 39° , 42° , 45° dir. Yukarı değerler ekvatorun başlangıcından 4 000 000 m civarındadır. Sağa değerler ise 6° lik dilimlerde 200 000 - 800 000 m ve 3° lik dilimlerde 350 000 - 650 000 m arasındadır. Burada kullanılan 6° lik dilimlerdeki sağa değerler, dilim numarasız sağa değerlerdir.

Yanyana iki komşu dilimin sınırında bulunan iki ayrı sistemdeki komşu noktaların koordinatlarından faydalanmak imkansızdır. Faydalanmak için noktaların koordinatlarının aynı sistemde olması gerekir. Bu düşünce ile 6° lik dilimlerde dilim sınırı, $\pm 3^\circ$ olmasına rağmen başlangıç boylamından $\pm 4^\circ$ ye kadar uzaklıkta olan noktaların her iki sistemde koordinatları hesaplanır. Böylece sınırda 2° lik bir ortak alan oluşur. Bu alandaki noktaların koordinatları her iki sistemde de hesaplanır.

3° lik dilimlerde dilim sınırı, başlangıç boylamından $\pm 1.5^\circ$ ise de $\pm 2^\circ$ ye kadar uzatılır. Böylece sınırda 1 o lik ortak bir alan oluşur. Bu alandaki noktaların koordinatları her iki dilim sisteminde de hesaplanır. Ancak, bu ortak alandaki noktaların koordinatları genellikle her iki sistemde hesaplanmamış olabilir. O zaman komşu dilimlerdeki bu komşu noktalardan faydalanmak için bu noktalardan birinin koordinatlarının diğer dilime dönüştürülmesi gerekir. Türkiyede dilim çok olduğundan dilimden dilime dönüşüm de karşımıza çok çıkar. Burada bu dönüşümlerin nasıl yapılacağı gösterilecektir. Dönüşüm için iki yol izlenir.

1. DİLİMLER ARASI KOORDİNAT DÖNÜŞÜMLERİNDE DOLAYSIZ YOL

Bu yol formülleri, bir dilim koordinatlarından komşu dilim koordinatlarına dönüşümü doğrudan doğruya verir. Bunun yapılabilmesi için dolaysız yola ait formüller ile bu formüllerde kullanılan katsayılara ait tabloların bulunması gerekir. Bu yola ait metotlar aşağıdadır.

- 1 - Gotthardt katsayıları metodu
- 2 - Hübeny formüllerine göre hesaplanmış Hübeny katsayıları metodu
- 3 - Eğrisel Enterpolasyon metodu
- 4 - Bölgesel katsayılar metodu

1.1. Gotthardt Katsayıları Metodu

Bu metoda ait katsayılar Matematiksel Geodezi kitaplarında ve Prof .Hasan Kıran'ın doçentlik tezinde vardır.Gotthardt katsayılar metodunda, dönüştürülecek koordinatlar S_a , Y_u ; dönüştürülmüş koordinatlar s_a , y_u şeklinde gösterilirse ;

S_{a0}, s_{a0} ile $k_1, k_2 ; k_3, k_4, k_5, k_6$ katsayıları Gotthardt katsayıları tablosundan alınır. Bu tablolar 3° ve 6° lik dilimler için yapılmıştır. Aşağıda kullanılan formüllere göre dönüştürülmüş koordinatlar bulunur.

$$DY = S_a - S_{a0} \quad ; (y) = DY \cdot 10^{m5}$$

$$DX = Y_u - Y_{u0} \quad ; (x) = DX \cdot 10^{m5}$$

$$K_3 = k_1(y) - k_2(x) + k_3 \quad ; K_5 = K_3(y) - K_4(x) + k_5$$

$$K_5 = k_3(x) + k_4(y) + k_5 \quad ; K_6 = K_3(x) + K_4(x) + k_6$$

$$s_a = s_{a0} + Ay + K_5(y) - K_6(x) \quad ; y_u = y_{u0} + Ax + K_5(x) + K_6(y)$$

1.1.1. 6° den 6° ye dönüşüm :

Soru : 6° lik dilimde koordinatları $S_a = 256185.743$; $Y_u = 4413748.306$ olan

noktanın komşu dilim koordinattan nedir ?

Çözüm ; Dönüşüm, $S_a < 500\ 000$ den $s_a > 500\ 000$ e olduğundan doğudan batıdır. 6° lik dilimlere ait Gotthardt katsayıları tablosunda $Y_u = 4413748.306$ değerine en yakın P° noktasının enleminin 40° olduğu görülür. Bu problem 40° ye ait katsayılarla çözülür.

Dönüşüm doğudan batıya olduğundan katsayılar aynı işaretli alınır. 6° lik Gotthardt katsayıları tablosundan 40° enlemine ait değerler ;

$$\begin{aligned} S_{a0} &= 243888.771 & ; & \quad s_{a0} = 756111.229 & ; & \quad Y_{u0} = y_{u0} = 4432145.148 \\ k_1 &= 0.00241 & ; & \quad k_2 = 0.28321 & ; & \quad k_3 = 62.66188 \\ k_4 &= 6.35184 & ; & \quad k_5 = -226.70649 & ; & \quad k_6 = 6729.82017 \text{ alınır.} \end{aligned}$$

$$AY = S_a - S_{a0} = 256185.743 - 243888.771 ; AY = 12296.972 ;$$

$$(y) = AY \cdot 10^5 = 0.12296972$$

$$AX = Y_u - Y_{u0} = 4413748.306 - 4432145.148 ; AX = -18396.842 ;$$

$$(x) = AX \cdot 10^5 = -0.18396842$$

$$k_1(y) = 0.00030 \quad k_1(x) = -0.00044 \quad K_3(y) = 7.71196 \quad K_3(x) = -11.53745$$

$$-k_2(x) = 0.05210 \quad k_2(y) = 0.03483 \quad -K_4(x) = 1.17486 \quad +K_4(y) = 0.78531$$

$$+k_2 = 62.66188 \quad \pm k_2 = 6,35184 \quad +k_5 = -226.70649 \quad +k_6 = 6729.82017$$

$$K_3 = 62.71428 \quad K_4 = 6.38623 \quad K_5 = -217.81967 \quad K_6 = 6719.06803$$

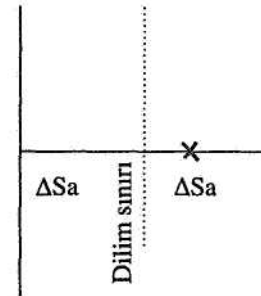
$$K_5(y) = -26.7852 \quad ; \quad K_5(x) = 40.0719$$

$$-K_6(x) = 1236.0963 \quad ; \quad K_6(y) = 826.2418$$

$$AY = 12296.972 \quad ; \quad AX = -18396.842$$

$$S_a = 256185.743 \quad ; \quad y_{u2} = 4432145.148$$

$$s_a = 769617.512 \quad ; \quad y_u = 4414614.620$$



$$sa = 769617.512 \quad L_0 = 27^\circ \quad yu = 4414614.620 \quad Asa = sa - 500000$$

$$= 269617.512 \quad ; \quad ASa = ISa - 500000i = 243814.257 \quad lAsal < lAsal$$

olduğundan nokta doğu dilimindedir

1.12.3° «ki* 3° ye dönüşüm :

Sor» : Bir noktanın 3° lik dilim koordinattan Sa = 642846.793 , Yu = L 82914.708 dir. Komşu 3° lik dilim koordinattan nedir ? Bu nokta doğu diliminde ii yoksa batı diliminde midir?

Çözüm : Dönüşüm, Sa > 500 000 den sa < 500 000 e olduğundan batıdan do-iyadır. Yu = 4182914.708 değerine en yakın P₀ noktasının Yu₀ değeri , Yu₀ = 208629.766 dir. Bu değer B₀ = 38° enlemine aittir. Dönüşüm 38° katsayılan ile ya-lacaktır. Dönüşüm batıdan doğuya olduğundan k₂ , k₃ , k₆ değerleri ters işaretli inmahdır. 3° lik Gotthardt katsayılan tablosundan 38° enlemine ait değerler ;

$$Sao = 631758.264 \quad ; \quad sa_0 = 368241.736 \quad ; \quad yu_0 = Yu_0 = 4208629.766$$

$$ki \gg 0.00194 \quad ; \quad k_3 = -32.39259 \quad ; \quad k_5 = -51.9681$$

$$k_2 = -0.13489 \quad ; \quad k_4 = 1.56775 \quad ; \quad k_6 = -3223.50058$$

$$+A = Sa - Sao = 11088.529 \quad ; \quad (y) = +A \cdot 10^{''5} = 0.11088529$$

$$-f-A = Yu - Yu_0 = -25715.058 \quad ; \quad (x) = +A \cdot 10^{''5} = -0.25715058$$

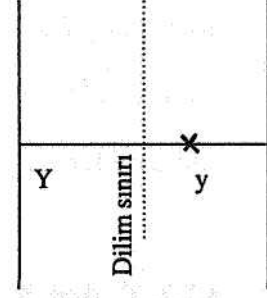
$$k!(y) = 0.00022 \quad k_1(x) = -0.00050 \quad K_3(y) = -3.58799 \quad K_3(x) = 8.32080$$

$$-k_2(x) = 0.03469 \quad +k_2(y) = -0.01496 \quad -K_4(x) = 0.39917 \quad +K_4(y) = 0.17213$$

$$+k^* = -32.39259 \quad \underline{+ki = 1.56775 \quad +k_5 = -51.96810 \quad +k^* = -3223.50058}$$

$$K_3 = 62.71428 \quad K_4 = 1.55229 \quad K_5 = -55.15692 \quad K_6 = -3215.00765$$

$$\begin{aligned}
 K_5(y) &= -6.116 & K_5(x) &= 14.184 \\
 -K_6(x) &= -826.741 & +K_6(y) &= -356.497 \\
 +AY &= 11088.529 & AX &= -25715.058 \\
 \underline{sa.} &= 368241.736 & \underline{yu} &= 4208629.766 \\
 sa &= 378497.408 & yu &= 4182572.395
 \end{aligned}$$



$$y = sa - 500\,000 = -121502.592 \quad ; \quad Y = Sa - 500\,000 = 142846.793$$

İyi < İYİ olduğundan nokta doğu dilinimdedir.

Not: B = 38° ye ait 3° lik dilimde Gotthardt Katsayıları Tablosu

İs	San (batı)	sa» (doğu)	Yu&^Jüfa
38°	631758.264	368241.736	4208-629.766

<i>—ki</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>
0.00194	0.13489	32.39259	1.56775	-51.96810	3223.50058

Katsayıların işaretleri doğudan batıya dönüşüm yapılacağına göre. Batıdan doğuya dönüşüm için k2 , İC3 , kö nın işaretleri değiştirilmelidir.

12. Hiibeny formüllerine göre hesaplanmış Hübeny Katsayıları Metodu

Hübeny katsayıları 6° lik 3° lik dilimler için verilmişlerdir. Katsayılar batıdan doğuya geçiş içindir. Doğudan batıya geçiş için a2 , &4 , as , b\ , b? , bg ters işaretli alınmalıdır. Bu katsayılar Prof.Hasan Kıran tarafından hesaplanmış ve Prof.Uasan Kıran 'm doçentlik tezinde vardır.Katsayılar, verilen Yu değerine en yakın Yuo 'in bulunduğu elipsoidal enlemden alınır. Bu metotda dönüştürülecek koordinatlar Sa , Yu ; dönüştürülmüş koordinatlar sa , yu şeklinde gösterilirse, kullanılacak formüller :

$$ASa = Sa - Sao \quad ; \quad AYu = Yu - Yu_0 \quad ; \quad (y) = ASa \cdot 10^{n5} \quad ; \quad (x) = AYu \cdot 10^{n5}$$

$$Asa = a_1(y) + a_2(x) + a_3(y)(x) + a_4((x)^2 - (y)^2) + a_5((x)^3 - (x)(y)^2) + a_6(3(x)^2(y) - (y)^3)$$

$$Ayu = b_1(y) + b_2(x) + b_3(y)(x) + b_4((x)^2 - (y)^2) + b_5((x)^3 - (x)(y)^2) + b_6(3(x)^2(y) - (y)^3)$$

$$sa = sa_0 + As^a \quad > \quad W = y^o_0 + Ay^u$$

12.1.6° den 6° ye dönüşüm :

Sora $\hat{L}_0 = 33^\circ$ olan 6° lik dilimde $Sa = 256185.743$; $Yu = 4413748.306$ dir. Bu noktanın komşu 6° lik dilim koordinatları nedir ?

Çözüm: 6° lik Hübey katsayılar tablosunda $Yu = 4413748.306$ değerine en yakın $Yu_0 = 4432145.148$ değeridir. Bu değer $B = 40^\circ$ enlemine aittir. Katsayılar 40° enlemine ait olacaktır.

40° enlemine ait tablo değerleri:

B	Sa ₀ (Doğu) sa ₀ (Batı)	Yu ₀ =yu ₀	a ₁ b ₁	a ₂ b ₂	a ₃ b ₃	a ₄ b ₄	a ₅ b ₅	a ₆ b ₆
40°	243888.771 756111.229	4432145.148	99773.2906 - 6729.8202	6729.8202 99773.2906	-12.7086 -125.3700	62.6850 -6.3543	-0.2762 -0.0197	-0.0197 0.2762

NöT : Katsayılar batıdan doğuya geçiş ($Sa > 500000$ den $sa < 500000$ 'e) içindir. Doğudan batıya geçiş için bu katsayılar $a_2 \gg a_4 > a_5 > a_1 \gg a_3$, $b < s$ ters işaretli alınmalıdır. Bu problem, doğudan batıyadır. Bu durumda $a_2 \gg M > a_5 > b_1$, b_3 , b_6 ters işaretli alınmalıdır.

$$a_1 = 99773.2906 ; a_2 = -6729.8202 ; a_3 = -12.7086 ; a_4 = -62.6850 ; a_5 = 0.2762 ; a_6 = -0.0197$$

$$b_1 = 6729.8202 ; b_2 = 99773.2906 ; b_3 = 125.3700 ; b_4 = -6.3543 ; b_5 = -0.0197 ; b_6 = -0.2762$$

$$ASa = Sa - Sa_0 = 256185.743 - 243888.771 = 12296.972$$

$$AYu = Yu - Yu_0 = 4413748.306 - 4432145.148 = -18396.842$$

$$(y) = ASa \cdot 10^{m5} = 0.12296972 ; (x) = AYu \cdot 10^{m5} = -0.18396842$$

$$Asa = a_1(y) + a_2(x) + a_3(y)(x) + a_4((x)^2 - (y)^2) + a_5((x)^3 - (x)(y)^2) + a_6(3(x)^2(y) - (y)^3) = 13506.282$$

$$Ayu = b_1(y) + b_2(x) + b_3(y)(x) + b_4((x)^2 - (y)^2) + b_5((x)^3 - (x)(y)^2) + b_6(3(x)^2(y) - (y)^3) = -17530.529$$

$$sa = sa_0 + Asa = 756111.229 + 13506.282 = 769617.511 \text{ yu} =$$

$$yu_0 + Ayu = 4432145.148 - 17530.529 = 4414614.619$$

122.3° den 3° ye dönüşüm :

Soru: 3° lik dilim koordinatları $Sa = 642846.793$; $Yu = 4182914.708$ olannok-tamn komşu dilim koordinattan nedir ? Nokta doğu diliminde mi yoksa batı diliminde midir ?

Çözüm : 3° lik dilim katsayılarında $Yu = 4182914.708$ e en yakın $Yu_0 = 4208629.766$ dir. Bu $B_0 = 38^\circ$ enlemine aittir. 38° enlemine ait katsayılarla hesap yapılacaktır. Dönüşüm batıdan doğuyadır. Katsayılar batıdan doğuya göre verilmiştir. Bu durumda katsayılar Hübeny katsayıları tablosundan aynı işaretli alınacaktır.

38° enlemine ait tablo değerleri:

B	$sa_0(\text{Doğu})$ $sa_0(\text{Batı})$	$Yu_0=yu_0$	a_1 b_1	a_2 b_2	a_3 b_3	a_4 b_4	a_5 b_5	a_6 b_6
38°	368241.736 631758.264	4208629.766	99948.0317 -3223.5006	3223.5006 99948.0317	-3.1355 -64.7842	32.3921 -1.5677	-0.1323 -0.0053	-0.0053 0.1323

Not % Katsayılar batıdan doğuya geçiş içindir. Doğudan batıya geçiş için a_2 , a_4 , a_5 , b_1 , b_3 , b_6 ters işaretli alınmalıdır. Hübeny katsayıları tablosu Prof .Hasan Kıran 'in doçentlik tezinde vardır. Burada problem, batıdan doğuyadır. Katsayılar, aynı işaretli alınmalıdır.

$$Sa^{\wedge} 631758.264 ; sa_{,,} = 368241.736 ; Yu_0 = yu_0 = 4208629.766$$

$$a_1 = 99948.0317 ; a_2 = 3223.5006 ; a_3 = -3.1355 ;$$

$$a_4 = 32.3921 ; a_5 = -0.1323 ; a_6 = -0.0053$$

$$b_1 = -3223.5006 ; b_2 = 99948.0317 ; b_3 = -64.7842$$

$$b_4 = -1.5677 ; b_5 = -0.0053 ; b_6 = 0.1323$$

$$Asa = a_1y + a_2x + a_3yx + a_4(x^2 - y^2) + a_5(x^3 - 3xy^2) + a_6(3x^2y - y^3) = 10255.675 Ayu$$

$$= b_1f + b_2x + b_3yx + b_4(x^2 - y^2) + b_5(x^3 - 3xy^2) + b_6(3x^2y - y^2) = -26057.367 sa = sa_j +$$

$$Asa = 378497.411 ; yu = yu! + Ayu = 4182572.399$$

13. Eğrisel Enterpolasyon Metodu

Dönüşüm için 6° den 6° ye ve 3° den 3° ye enterpolasyon tablolarının bulunması gerekir. Bu tablolar Prof. Hasan Kıran 'in doçentlik tezinde vardır. Tablolardaki katsayılar, doğudan batıya göre dir.

$$sa = f(Sa, Yu) = f(Sa_0, Yu_0) + n_{sa} f_{sa} + n_{yu} f_{yu} + n_{sa} (n_{sa} - 1) \cdot f_{sasa} / 2 + \ddot{u}yu$$

$$(n_{yu} - 1) \cdot i_{yuy} / 2 + n_{sa} n_{yu} \cdot t_{sa} y_u$$

yu = f(Sa, Yu) içinde aynı formül kullanılır. Ancak tablo değişiktir.

$$n_{sa} = \frac{Sa - Sa_0}{ASa_0} ; n_{yu} = \frac{Yu - Yu_0}{AYu_0}$$

Eğrisel Enterpolasyon için genel tablo : (Sağa değer ve Yukarı değer için)

Sa Yu	Sa ₀			Sa ₀
Yu ₀	f(Sa ₀ , Yu ₀) f _{yu} f _{yu yu}	f _{sa} f _{sa yu}	f _{sa sa}	
Yu ₀				

1.3.1. 6° den 6° ye dönüşüm :

Soru : Koordinatları 6° lik dilimde Sa = 256185.743 , Yu = 4413748.306 olan noktanın komşu dilim koordinatları nedir ?

Çözüm : Burada 250 000 < Sa < 275 000 ve 4 400 000 < Yu < 4 425 000 olan sağa değer ve yukarı değer tablosu bulunacak ve katsayılar oradan alınacaktır.

Noktanın bulunduğu yer için sağa değer tablosu :

Sa Yu	250 000			275 000
4 400 000	764365.911 -1676.484 - 7.842	24950.202 - 0.813	7.871	789316.113
4 425 000	762689.427			787638.816

$$n_{sa} = \frac{Sa - Sa_0}{\Delta Sa_0} = \frac{256185.743 - 250000}{25000} = 0.24742972$$

$$n_{yu} = \frac{Yu - Yu_0}{\Delta Yu_0} = \frac{4413748.306 - 4400000}{25000} = 0.54993224$$

$$sa = f(Sa, Yu) = f(Sa_0, Yu_0) + n_{sa}f_{sa} + n_{yu}f_{yu} + n_{sa} (n_{sa}-1).f_{sasa} / 2 + n_{yu} (n_{yu}-1).f_{yuyu} / 2 + n_{sa}n_{yu}.f_{sayu}$$

$$sa = 764365.911 + n_{sa}.24950.202 + n_{yu}.(-1676.484) + n_{sa} (n_{sa} - 1) \cdot 7.871 / 2$$

$$+ n_{yu} (n_{yu} - 1) \cdot (-7.842) / 2 + n_{sa}n_{yu} (-0.813)$$

$$sa = 769617.507$$

f(Sa , Yu) formülü yu hesabında da geçerlidir. (Yukarı değer tablosu kullanılmamalıdır.)

Noktanın bulunduğu yer için yukarı değer tablosu :

Sa \ Yu	250 000			275 000
4 400 000	4400481.050	1672.957	0.828	4402154.007
	24945.867	7.857		
	-0.800			
4 425 000	442542.917			4427107.731

$$yu = f(Sa, Yu) = 4400481.050 + n_{sa}.1672.957 + n_{yu}.24945.867$$

$$+ n_{sa} (n_{sa} - 1) \cdot 0.828 / 2 + n_{yu} (n_{yu} - 1) \cdot (-0.800) / 2 + n_{sa}n_{yu}.7.857$$

$$yu = 4414614.617$$

1.3.2. 3° den 3° ye dönüşüm

Soru : Sap = 642846.793 ; Yup = 4182914.708 olan noktanın komşu 3° lik dilim koordinatları nedir ?

Çözüm : Dönüşüm, Sa > 500 000 de sa < 500 000 e olduğundan batıdan doğuyadır. Prof.Hasan Kıran 'ın doçentlik tezinde enterpolasyon tabloları doğudan batıya göre hesaplanmıştır. Batıdan doğuya dönüşüm için önce noktanın başlangıç boy-lamına göre simetriği olan Pφ noktası alınmalı (Sap' = 1000000 - Sap , Yup' = Yup). Sonra P' noktasının eğrisel enterpolasyonla sap' ve yup' bulunmalı, tekrar bu değerlerin simetriği alınmalıdır.

$$Sap = 1000 000 - sap' ; yup = yup'$$

Simetrik P'noktasının koordinatları ; $S_{ap}' = 357153.207$; $Y_{up}' = 4182914.708$

Sağa değerler için interpolasyon tablosu :

$Y_{u_0} \backslash S_{a_0}$	350 000			375 000
4175000	614607.285 -802.309 -4.052	24986.337 -0.192	4.067	639593.622
4200000	613804.976			638791.121

Yukarı değerler için interpolasyon tablosu :

$Y_{u_0} \backslash S_{a_0}$	350 000			375 000
4175000	4174433.311 24984.211 -0.186	800.373 4.060	0.199	4175233.684
4200000	4199417.522			4200221.955

$$s_a = F_{s_a} Y_u = f(S_{a_0}, Y_{u_0}) + n_{s_a} f_{s_a} + n_{y_u} f_{y_u} + n_{s_a} (n_{s_a} - 1) f_{s_a s_a} / 2$$

$$n_{s_a} = \frac{S_a - S_{a_0}}{A_{s_a}} = \frac{357153.207 - 350000}{25000} = \frac{7153.207}{25000} = 0.28612828$$

$y_u = F_{y_u}$ içinde aynı formül kullanılır. Ancak tablo değişiktir.

$$n_{y_u} = \frac{Y_u - Y_{u_0}}{A_{y_u}} = \frac{4182914.708 - 4175000}{25000} = \frac{7914.708}{25000} = 0.31658832$$

$$\begin{aligned} sa' &= fsaYu * 614607.285 + n_{sa} \cdot 24986.337 + n_{yu} \cdot (-802.309) + \\ & n_{sa} (n_{sa} - 1)(4.067) / 2 + n_{yu} (n_{yu} - 1)(-4.052) / 2 + n_{sa} fsa \\ & (-0.192) = 621502.586 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} yu' &= fsaYu = 4174433.311 + \text{£}1^{.800.373} + n_{sa} \cdot (24984.211) \\ & + \ll_{sa} (n_{sa} - 1)(0.199) / 2 + n_{yu} (n_{yu} - 1)(-0.186) / 2 \\ & + nsafsa (4.060) = 4182572.397 P \end{aligned}$$

için P' nin simetriği alınır.

$$sa_p = 1000\ 000 - 621502.586 = 378497414 \quad ; \quad vu_r = \underline{4182572.397}$$

1.4. Bölgesel Katsayılar Metodu

Katsayılar, Prof .Hasan Kıran'm "Gauss-Krüger Projeksiyonunda Bölgesel Katsayılarla Hesaplamalar" kitabında vardır. YTÜ yayınıdır. YTÜ de satılmaktadır.

1,4,1, r *ilmi* 6° ye döffiUşttni;

Bu raetotda kullanılacak formüller:

$$Sa = a_0 + a_1 dy + a_2 dx + a_3 dy dx + \hat{d}y^2 + a_5 dx^2 + a_6 dy^2 dx + a_7 dy dx^2 + a_8 dy^3 + a_9 dx^3$$

$$Yu = b_0 + b_1 dy + b_2 dx + b_3 dy dx + b_4 dy^2 + b_5 dx^2 + b_6 dy^2 dx + b_7 dy dx^2 + b_8 dy^3 + b_9 dx^3$$

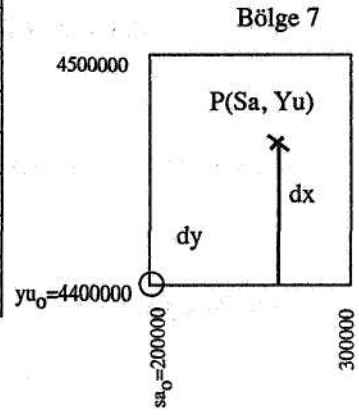
Sora: 6° lik Dilim Koordinattan; sa = 256185.743 ; yu = 4413748.306 olan noktanın komşu 6° lik dilim koordinattan nedir ?

Çözüm ; Dönüşüm, $s_a < 500\ 000$ den $S_a > 500\ 000$ e olduğundan dönüşüm doğudan batıyaadır. Verilen katsayılar doğudan batıya göre dir. $4400\ 000 < y_u < 4500\ 000$ olduğundan nokta 7. bölgededir. Çözüm 7. Bölge katsayıları ile yapılır.

7. Bölge katsayıları

$$dy = (s_a - 200\ 000) / 1000 ; dx = (y_u - 4\ 400\ 000) / 1000$$

$a_0 = 714489.114$		$b_0 = 4397137.510$
$a_1 = 997.221145$	dy	$*b_1 = 66.840225$
$*a_2 = - 66.84016$	dx	$b_2 = 997.22112$
$a_3 = - 0.00119563$	dydx	$*b_3 = 0.0125918$
$*a_4 = 0.00629574$	dy ²	$b_4 = 0.00059704$
dx $*a_5 = - 0.00629658$	dx ²	$b_5 = - 0.000598$
$*a_6 = - 0.0000008534$	dy ² dx	$b_6 = 0.000000004$
$a_7 = - 0.0000000046$	dydx ²	$*b_7 = - 0.000000856$
$a_8 = 0$	dy ³	$*b_8 = 0.0000002891$
$*a_9 = 0.0000002891$	dx ³	$b_9 = 0$



$$dy = (s_a - 200\ 000) / 1000 = 56.185743$$

$$dx = (y_u - 4400\ 000) / 1000 = 13.748306$$

$$S_a = a_0 + a_1 dy + a_2 dx + a_3 dy dx + a_4 dy^2 + a_5 dx^2 + a_6 dy^2 dx + a_7 dy dx^2 + a_8 dy^3 + a_9 dx^3$$

$$714489.114 + 997.221145 dy - 66.84016 dx - 0.00119563 dy dx + 0.00629574 dy^2$$

$$- 0.00629658 dx^2 - 0.0000008534 dy^2 dx$$

$$- 0.0000000046 dy dx^2 + 0 dy^3 + 0.0000002891 dx^3$$

$$S_a = 769617.511$$

$$Y_u = b_0 + b_1 dy + b_2 dx + b_3 dy dx + b_4 dy^2 + b_5 dx^2 + b_6 dy^2 dx + b_7 dy dx^2 + b_8 dy^3 + b_9 dx^3$$

$$\begin{aligned} Y_u &= 4397137.510 + 66.840225dy + 997.22112dx + 0.0125918dydx \\ &+ 0.00059704dy^2 - 0.000598dx^2 + 0.000000004dy^2dx \\ &- 0.000000856dydx^2 + 0.0000002891dy^3 + 0.0dx^3 \\ Y_u &= \underline{4414614.620} \end{aligned}$$

Not: Yukarıda örnekte olduğu gibi katsayılar doğu diliminden batı dilimine göredir. Katsayılar ($sa < 500\ 000$ den $Sa > 500\ 000$ e) dönüşümlerde tablodan aynen almır.

Eğer $sa > 500\ 000$ den $Sa < 500\ 000$ e yani batı diliminden doğu dilimine dönüşümde, $a_0 = 1000\ 000$ - bölge a_1 , ayrıca $dy = (sa - 800\ 000) / 1000$ ve $a_2, a_4, a_5, a_6, a_7, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ katsayıları ters işaretli alınmalıdır. Bu katsayılar tabloda * lı gösterilmişlerdir.

1A2.3° den 3° ye dönüşüm :

Bu metotda kullanılacak formüller: y_{u_0} , bölgenin alt kenarının yukarı değeridir.

$$\begin{aligned} dy &= (sa - 350\ 000) / 1000 \quad ; \quad dx = (y_u - y_{u_0}) / 1000 \\ sa &= a_0 + a_1dy + a_2dx + a_3dydx + a_4dy^2 + a_5dx^2 + a_6dy^2dx + a_7dydx^2 \\ y_u &= b_0 + b_1dy + b_2dx + b_3dydx + b_4dy^2 + b_5dx^2 + b_6dy^2dx + b_7dydx^2 \end{aligned}$$

Sora : $Sa = 642846.793$; $Y_u = 4182914.708$ olan noktanın komşu 3° lik dilim koordinatları nedir ? Nokta doğu diliminde mi yoksa batı diliminde midir ?

Çözüm i $Sa > 500\ 000$ den $sa < 500\ 000$ e olduğundan dönüşüm batıdan doğuyadır. 7'. bölge katsayıları kullanılacaktır. 7'. bölge katsayıları 7. Bölge katsayılarından bulunur.

$$\hat{a} = 1000\ 000 - \text{bölge } \hat{a}_1 = 1000\ 000 - 615405.527 = 384594.473$$

$\hat{a}_2 > H \gg \hat{a}_5 > \hat{a}_6$ ve b_1, b_3, b_7 katsayıları ters işaretli alınarak 7'. Bölge katsayıları bulunur.

7'. Bölge katsayıları

$$dx = (Yu - 4150\ 000) / 1000 \quad ; \quad dy = (Sa - 650\ 000) / 1000$$

384594.473	= a ₀			b ₀ =	4149448.913
-7148.7695	a ₁ = 999.379642	dy = - 7.153207	b ₁ = - 31.84808		227.8159
1048.2802	a ₂ = - 31.848382	dx = 32.914708	b ₂ = 999.37966		32894.2897
0.0702	a ₃ = - 0.00029808	dydx =	b ₃ = - 0.0065252		1.5363
- 0.1670	a ₄ = - 0.0032628	dy ² =	b ₄ = 0.0001584		0.0081
3.5239	a ₅ = 0.00325272	dx ² =	b ₅ = - 0.0001496		- 0.1621
0.0007	a ₆ = 0.0000004	dy ² dx =	b ₆ = 0.000000016		0.0000
0.0001	a ₇ = - 0.0000000096	dydx ² =	b ₇ = 0.0000004		- 0.0031
378497.412	= sa			yu =	4182572.398

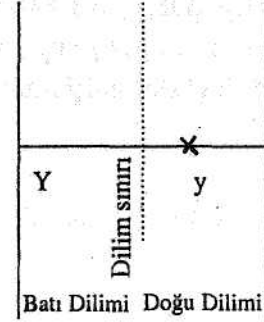
$$y = sa - 500\ 000 = - 121502.588$$

$$Y = Sa - 500\ 000 = 642846.793 - 500\ 000$$

$$Y = 142846.793$$

$|y| < |Y|$ olduğundan nokta doğu dilimindedir.

sa , yu dönüştürülmüş değerlerdir.



2. DİLİMLER AMASI KOORDİNAT DÖNÜŞÜMLERİNDE DOLAYLI YOL

Burada dönüştürülecek değerler Sa, Yu ; dönüştürülmüş değerler sa , yu dur. Önce Sa , Yu dan (veya Y , X ten) B , L ; sonra diğer dilimin L₀ başlangıcı alınarak B , L den y , x ve sa , yjı hesaplanır.

Bu yolda noktanın önce elipsoidal enlemi (B) ve elipsoidal boylamı (L) bulunur. Sonra diğer dilim başlangıcı (L₀) ve noktanın enlemi ve boylamından diğer dilim koordinatları bulunur. Burada Gauss-Krüger projeksiyonunun temel formülleri kullanılır.

2.1. Genel formülle çözüm ı

Burada, Gauss-Krüger projeksiyonuna ait çözümün nasıl yapılacağı gösterilmeyecektir. Bu yol çok uzun ve zordur.

22. Bölgesel Katsayılar Metodu :

Bu yolla çözüm için elimizde bölgesel katsayıların bulunması gerekir. Bu katsayılar, Prof. Ulaşan Kıran'ın yazdığı "Gauss-Krüger Projeksiyonunda Bölgesel Katsayılarla Hesaplamalar" adlı YTÜ de basılan kitapta vardır. Kitap YTÜ de satılmaktadır. Bu metotta bilinenler: dönüştürülecek koordinatlar X , Y veya Y_u , S_a değerleri ve L_0 . İstenenler: X ve Y_u , S_a dönüştürülmüş koordinatlar ve L_0 dır.

Tablolar X , Y Gauss-koordinatlarına göre yapılmıştır. Bu yüzden Y_u , S_a değerleri verilmişse önce X , Y bulunmalıdır. $X = Y_u / m_{00}$; $Y = (S_a - 500\ 000) / m_0$

Not: 6° lik dilimlerde, $m_{00} = 0.9996$; 3° lik dilimlerde, $m_0 = 1$ dir. X , Y den tablo 4, 5 ve 6 dan biri kullanılarak b , l ve sonra B , L bulunur. Tablodan X_0 ve a_i , b_j katsayıları alınır, $i = (1, \dots, 19)$ Aşağıdaki formüllerle b , l bulunur.

$$AX = X - X_0 \quad ; \quad x = AX/10^5 \quad ; \quad y = Y/10^5$$

$$1000 b = a_1 x + a_2 x^2 + a_3 y^2 + a_4 xy^2 + a_5 x^3 + a_6 x^2 y^2 + a_7 x^4 + a_8 y^4 + a_9 xy^4 + a_{10} x^3 y^2$$

$$1000 l = b_1 y + b_2 xy + b_3 x^2 y + b_4 y^3 + b_5 xy^3 + b_6 x^3 y + b_7 x^2 y^3 + b_8 x^4 y + b_9 y^5$$

formülleri ile b , l hesaplanır. $B = B_0 + b$; $L = L_0 + l$ ile B , L bulunur. Sonra komşu dilim $L_0 + 1$ bulunur.

$l < 0$ ise 6° lik dilimlerde; $L_0 = L_0 - 6$; 3° lik dilimlerde; $L_0 = L_0 - 3$ tür.

$l > 0$ ise 6° lik dilimlerde; $L_0 = L_0 + 6$; 3° lik dilimlerde; $L_0 = L_0 + 3$ tür.

$l = L - L_0$ ve b ile tablo 1,2,3 ten biri kullanılarak x , y formülleri ile dönüştürülmüş Gauss koordinattan bulunur.

$$x = X_0 + a_1 b + a_2 b^2 + a_3 P + a_4 b P + a_5 b^3 + a_6 b^2 / 2 + a_7 b^4 + a_8 b^4 + a_9 b^3 / 2 y = b_1 / - i - b_2 b / + b_3 b^2 / + b_4 / 3 + b_5 W^3 + b_6 b^3 / + b_7 b^2 / 3 + b_8 W + b_9 / 5$$

$\hat{u} = m_o X$ ve $\hat{a} = m_o x + 500\ 000$ ile noktanın dönüştürülmüş sağa , yukarı değerleri bulunur.

Not: Hesaplar tablo üzerinde yapılırsa daha kolay olur.

22.1.6° den 6° ye dönüşüm :

Soru: 6° lik dilim koordinattan $S_a = 256185.743$; $Y_u = 4413748.306$ olan noktanın komşu dilim koordinattan nedir? ($L_o = 33^\circ$)

Çözüm : $Y = (S_a - 500\ 000) / 0.9996 = - 243911.8217$;

$$X = Y_u / 0.9996 = 4415514.512 ; 4\ 200\ 000 < X < 4\ 450\ 000$$

olduğundan Tablo 5 ile hesaplar yapılır. $B_o = 39^\circ$ $X_o = 4318576.795$;

$$\Delta X = X - X_o = 96937.717 \quad x = \Delta X \cdot 10''^5 = 0.96937717 \quad ; \quad y = Y \cdot 10''^5 = -$$

$$2.4399118217 \quad 1000 \quad b = 900.7503 \quad x - 0.07002 \quad x^2 - 5.71023 \quad y^2 - 0.182369$$

$$xy^2$$

$$- 0.000151 \quad x^3 - 0.0022808 \quad x^2 y^2 + 0.0000057 \quad x^4 + 0.0008104 \quad y^4$$

$$+ 0.00004055 \quad xy^4 - 0.00004414 \quad x^3 y^2$$

$$1000 \quad b = 838.0943309 ;$$

$$b = 0^\circ.8380943309 ; B = b_o + b = 39^\circ.8380943309 = 39^\circ 50' 17'' .1396$$

$$1000 \quad / = 1154.330535 \quad y + 14.635567 \quad xy + 0.327629 \quad x^2 y - 0.10921 y^3$$

$$- 0.005345 \quad xy^3 + 0.005345 \quad x^3 y - 0.000194705 \quad x^2 y^3 + 0.000097353 \quad x^4 y$$

$$+ 0.000019471 y^5 ; L = 30^\circ.150744549$$

$$1000 \quad 1 = - 2849.255451 ; / = -2^\circ.849255451$$

l/k 3° ; nokta doğu dilimindedir. $L_o = 33^\circ$

Batı diliminde $L_o = L_o - 6$; $L_o = 27^\circ$; $1 = L - L_o = + 3^\circ.150744549$

veya $l = 6 + l$ ($l < 0$ olduğundan)

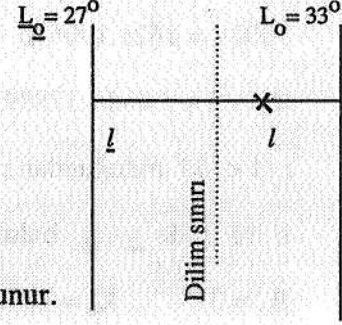
Şimdi Tablo 2 ve $b = 0^\circ.8380943309$

$l = 3^\circ.150744549$ ve x, y formülleri ile,

$$\underline{x} = 4416381.176 \Rightarrow \underline{yu} = 4414614.624$$

$$y = 269725.4084 \Rightarrow \underline{sa} = 769617.518 \text{ bulunur.}$$

$||l| < ||l|$ olduğundan nokta doğu dilimindedir.



22.2.3° den 3° ye dönüşüm

Soru : 3° lik dilim koordinatları $Sa = 642846.793$; $Yu = 4182914.708$; $L_0 = 36^\circ$ olan noktanın komşu dilim koordinatları nedir? Nokta doğu diliminde mi yoksa batı diliminde midir?

Çözüm : Önce Sa, Yu dan Y, X ve buradan B, L bulunur. Sonra B, L ve komşu dilim LQ dan y, x ve sa, y_u değerleri bulunur.

$$m_0 = l ; Y = 142846.793 ; X = 4182914.708 \quad X < 4250000$$

olduğundan Tablo 4 ile Y, X den B, L bulunur. . Tablo 4 de $B_0 =$

$$37^\circ ; X_0 = 4096577.792$$

$$AX = X - X_0 = 86336.916; x = Ax \cdot 10^{-5} = 0.86336916 ; y = Y \cdot 10^{-5} = 1.42846793$$

$$1000b = a_0x + a_1x^2 + a_2y^2 + a_3xy^2 + a_4x^3 + a_5x^2y^2 + a_6x^4 + a_7y^4 + a_8xy^4 + a_9x^3y^2$$

$$1000b = 901.05872x - 0.068847x^2 - 5.31615y^2 - 0.1728635xy^2 - 0.0002023x^3$$

$$-0.00200812x^2y^2 + 0.0000056x^4 + 0.00072626y^4 + 0.000035628xy^4 - 0.000038107x^3y^2$$

$$1000b = 766.7426605 \quad b = 0^\circ.7667426605 \quad B = 37^\circ.7667426605$$

$$1000l = b_2y + b_3xy + b_7x^2y + b_8y^3 + b_{10}xy^3 + b_{12}x^3y + b_{13}x^2y^3 + b_{18}x^4y + b_{19}y^5$$

$$l = 1123.398194y + 13.255858xy + 0.2947391x^2y - 0.0982464y^3 - 0.0045566xy^3 +$$

$$0.0045566x^3y - 0.00016119x^2y^3 + 0.000080595x^4y + 0.000016119y^5$$

$$1000/-1621.106675 ; I = 1°.621106675 ; L = L_0 + 1 = 37°.621106675$$

$$/ = -3 + / = -10.378893325 ; l > 0 ; L_0 = L_0 +$$

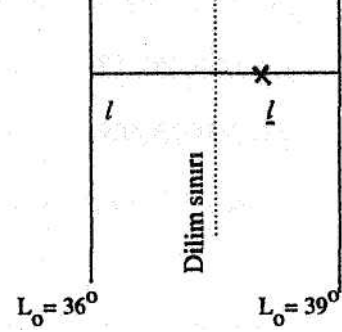
$$3 = 39° \text{ veya } l = L - L_0 \text{ tür}$$

$l / l < I / I$ olduğundan nokta doğu dilimindedir. b

ve l ile l^x bulunur. (Tablo 1) $B_0 = 37°$

$$X_0 = 4096577.792$$

Tablo 1 den



$$i m X_0 + a_1 b + a_4 b^2 + a_5 l^2 + a_6 W^2 + a_8 b^3 + a_{11} b l + a_{13} b^4 + a^4 b^4 + a_{17} b^3 f x =$$

$$4096577.792 + 110980.558 b + 9.4103 b^2 + 467.49468 f$$

$$+ 4.705723 b f + 0.032295 b^3 - 0.284416 b^2 l^2 - 0.000964 b^4$$

$$+ 0.033842 l - 0.0008588 W^4 - 0.0009503 b^3 l^2$$

$$i = 4182572.398$$

$$y u = 4182572.398$$

$$y = b_2 l + b_3 b l + b_7 b^2 l + b_9 l^3 + b_{10} b l^3 + b_{12} b^3 l + b_{16} b^2 l^3 + b_{18} b^4 l + b_{19} l^5$$

$$y = 89015.6318 l - 1165.70144 U - 13.598424 b^2 l + 1.258127 f$$

$$- 0.168773 W^3 + 0.057309 b^2 l + 0.0010457 b^2 l^3$$

$$+ 0.0003442 b^4 l - 0.0001372 f$$

$$y = -121502.588$$

$$s a = 378497.412$$

S » Hft dönüştürülmüş değerler ise, Sonuç: $l^x = 39°$; $y m = 4182572.398$;

$s a = 378497.412$ biiünür.