



**THE WORLD
CADASTRE
SUMMIT**

CONGRESS & EXHIBITION
April 20-24, 2015
Istanbul, TURKEY



KADASTRO HARİTALARININ SAYISALLAŞTIRILMASINDA KALİTE KONTROL ANALİZİ

Yasemin ŞİŞMAN , Ülkü KIRICI



Sunum Akış Şeması

- 1. GİRİŞ
- 2. MATERYAL VE METHOD
- 3. AFİN KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ
- 4. KALİTE KONTROL
- 5. İRDELEME VE DEĞERLENDİRME
- 6. SONUÇ



GİRİŞ

- ▶ Kadastro sistemi, arazi parsellerinin sınırları, alanı ve maliki ile ilgili konumsal ve konumsal olmayan, bilgi edinme yöntemidir. Kadastro insan toplumunun varlığını güçlü bir temel oluşturulması nedeniyle ulusal ekonomide temel faktörlerinden biridir. Ayrıca, bu arazi mülkiyet ve yönetim sistemi, sürdürülebilir ulusal kalkınma için kaçınılmaz bir gerekliliktir.
- ▶ Türkiye'de kadastro çalışmalarının başlangıç tarihi Osmanlı İmparatorluğu dönemine dayanmaktadır ve halen çalışmalar devam etmektedir. Bu süreçte birçok farklı özellikte kadastro haritaları oluşturulmuştur. Bu haritaların bir kısmı sayısal olmasına rağmen halen sayısal olmayan birçok kadastro haritası bulunmaktadır. Bu haritaların sayısallaştırılması yöntemlerinden biri taranmış görüntülerden koordinat dönüşümü yapılmasıdır.



- ▶ Koordinat dönüşümü için birkaç farklı yöntem olmasına rağmen haritaların dönüşümünde genellikle afin koordinat dönüşümü kullanılmaktadır. Koordinat dönüşümü iki aşamalı bir işlemdir.
- ▶ Ortak nokta koordinatları ile iki koordinat sistemi arasındaki ilişkiyi tanımlanması birinci aşamayı; bu dönüşüm parametrelerini kullanarak diğer noktaların koordinatlarının dönüştürülmesi işlemi ise ikinci aşamayı oluşturur.
- ▶ Her iki koordinat sisteminde de koordinatı bilinen 3 ortak nokta ile afin dönüşümünün 6 dönüşüm parametresi hesaplanır ve koordinat sistemleri arasındaki ilişkiyi tanımlanır. Ortak nokta sayısı 3'den fazla ise dengeleme hesabı ile çözüm yapılarak dönüşüm parametreleri elde edilir



- Koordinat dönüşümü bir koordinat sisteminden başka bir koordinat sistemine geçişte iki sistem arasındaki geometrik ilişkilerin tamamlanması sürecidir. Koordinat dönüşümünde ölçü değeri olarak kullanılan ortak nokta koordinatları ölçme ve değerlendirme sürecine bağlı olarak birçok hata ile yüküldür.
- Kadastro haritaları ölçüm ve üretim yöntemleri açısından hata içermesinin yanı sıra zamana bağlı olarak da deformasyona uğramış olabilir. Bu nedenle kadastro haritalarının sayısallaştırılmasında dönüşüm yönteminin gerektirdiği ölçü sayısından fazla ölçü alınmalı ve dönüşüm sonuçlarının kalite kontrolü yapılmalıdır.



- Bir uygulamanın ekonomiklik, duyarlık ve güvenilirlik faktörlerine göre kalite kontrol kriterleri hesaplanabilir. Sonuçların gerçek değere yakınlığı duyarlık ve güvenilirlik kriterleri ile incelenirken, ekonomiklik uygulamanın amacına göre çeşitli değerler alabilir. Duyarlık ve güvenilirlik açısından birçok kriter tanımlanmış olmasına rağmen bunların birkaçı uygulamada sıklıkla kullanılmaktadır. Bunların başında karesel ortalama hata gelmektedir.
- Bu çalışmada farklı altlık ve farklı ölçeğe sahip kadastro haritalarının afin koordinat dönüşümü ile sayısallaştırılması işlemi yapılmıştır. Altlık türü olarak alüminyum ve astrolon paftalar, ölçek olarak 1/500, 1/1000 ve 1/2500 kullanılmıştır. Dönüşüm sonuçlarından kalite kontrol kriterleri elde edilmiştir.



MATERYAL VE METHOD

- Türkiye'deki kadastro çalışmaları yasal ve teknik kısım olarak ikiye ayrılabilir.
- Yasal kısım 3402 ve 6831 sayılı kanunlarla gerçekleştirilir.
- Teknik kısım ise teknolojik donanım ve yazılımlarda gerçekleşen yeniliklerle çeşitli değişimler göstermiştir.
- Osmanlı imparatorluğundan 1934'e kadar yazılı kadastro sadece mülkiyet ve bazı yönere ait sınırları belirlemiştir. 1934'den bugüne kadar kadastro çalışmalarında mülkiyetin yanında konumsal bilgilerde elde edilmektedir.



- Kadastro çalışmaları sonucunda elde edilen kadastro haritaları çeşitli ölçme ve hesaplama yöntemlerine göre üretilirler ve sürekli olarak kullanılırlar. Kadastro haritaları üretim yöntemleri, ölçekleri, altlıkları, koordinat sistemleri gibi çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Kadastro haritalarının hepsi sayısal ortamda üretilmemiştir. Aşağıdaki tabloda Türkiye kadastro haritalarının güncel durumunu göstermektedir.

Tablo : Kadastro Haritalarının sınıflandırılması.

Üretim yöntemi	Harita Sayısı	Oran
Sayısal haritalar	258801	41.6%
Analog(Sayısal olmayan) Haritalar	363309	58.4%



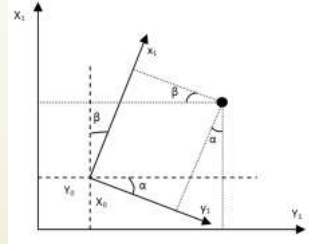
- ▶ Analog olarak üretilmiş haritaların oranı %58.4'dür. Bu analog haritaların modern standartlara getirilebilmesi için bu haritaların sayısallaştırılması gereklidir.
- ▶ Kadastro haritalarının sayısallaştırılmasında en iyi yöntem ölçü değerleri ile tekrar çizilmeleri olmasına rağmen üretim tarihinden günümüze değin olan gelişmeler ve uzun süreli bir işlem olması nedeniyle bu haritaların taranarak koordinat dönüşümü ile sayısallaştırılması uygulamada daha çok tercih edilmektedir.
- ▶ Bu işlem için haritalar önce taranmakta daha sonra taranmış görüntü koordinat sisteminden ulusal koordinat sistemine koordinat dönüşümü işlemi yapılmaktadır. Çeşitli koordinat sisteminde üretilmiş kadastro haritalarının ulusal koordinat sistemine dönüşümü için kullanılabilir birkaç dönüşüm yöntemi olmasına rağmen bu işlem için en çok tercih edilen yöntem **afin koordinat dönüşümüdür**.



AFİN KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ

- ▶ Koordinat dönüşümü işlemi iki koordinat sistemi arasındaki matematiksel ilişkiyi tanımlar. Bu işlemde her iki sistemde de koordinatı bilinen ortak noktalara ihtiyaç duyulur. Ortak nokta koordinatları kullanılarak elde edilen koordinat dönüşümü parametreleri diğer koordinatların ikinci koordinat sistemine dönüşümünde kullanılır.

Koordinat dönüşümü birçok meslekte sıklıkla uygulanan bir yöntemdir ve ayrıca haritaların dönüşümünde de kullanılır. Afin koordinat dönüşümü Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği 2005/9070 ile lokal koordinat sisteminde elde edilmiş haritaların dönüşümü için önerilmektedir.



- Afin dönüşümünde iki koordinat sisteminin birbirlerine göre durumları 6 dönüşüm parametresiyle açıklanmaktadır. Bunlar koordinat eksenleri yönünde iki öteleme, iki dönüklük ve eksenler yönünde iki ölçek parametreleridir.
- n tane ortak nokta için ;

$$\begin{bmatrix} Vx_1 \\ Vy_1 \\ \dots \\ \dots \\ Vx_n \\ Vy_n \end{bmatrix}_{2 \times n} = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 \end{bmatrix}_{2 \times 6} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{bmatrix}_{6 \times 1} - \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \dots \\ \dots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix}_{2 \times n}$$



KALİTE KONTROL

- Diğer mühendislik çalışmalarında olduğu gibi koordinat dönüşümünde de kalite kontrolün ekonomiklik, duyarlık ve güvenilirlik faktörlerine bağlıdır
- Duyarlık, koordinat dönüşümü sonucunda elde edilen koordinatların gerçek değerlerinin sınırlarını belirleyen kriterdir ve kaba ve sistematik hatalardan arındırılmış ölçülerle yapılan dengeleme hesabı sonucunda, dönüşümün geometrik şekli ve rasgele ölçü hataları ile oluşan bilinmeyenlerin varyans-kovaryans matrisiyle açıklanır.
- Güvenirlik ise, kurulan matematik modelin hatalarını denetleyen bir kriterdir. Fonksiyonel modelin ölçülerle bilinmeyenler arasındaki geometrik ve fiziksel ilişkileri, stokastik modelin ölçülerin duyarlıklarını ve aralarındaki korelasyonu tam olarak yansıtır yansıtmadığını denetlemek için güvenilirlik ölçütleri kullanılır.



Tablo: Lokal Duyarlılık Ölçütleri

Lokal Duyarlılık Ölçütleri	Koordinat Bilinmeyenlerinin Ortalama Hatası	$m_{x_i} = m_0 \sqrt{Q_{x_i x_i}}$
	Hata Elipsi	$a_H = m_0 \sqrt{\lambda_1}, b_H = m_0 \sqrt{\lambda_2}, c_H = m_0 \sqrt{\lambda_3}$
	Bağıl Hata Elipsi,	$d = FX, Q_{dd} = FQ_{xx} F^T, a_{BH} = m_0 \sqrt{\lambda_1}, b_{BH} = m_0 \sqrt{\lambda_2}, c_{BH} = m_0 \sqrt{\lambda_3}$
	Kuramsal Güven Elipsi	$a_G = m_0 \sqrt{\beta \lambda_1 F_{3, f1-a}}, b_G = m_0 \sqrt{\beta \lambda_2 F_{3, f1-a}}, c_G = m_0 \sqrt{\beta \lambda_3 F_{3, f1-a}}$
	Bağıl Güven Elipsi	$d = FX, Q_{dd} = FQ_{xx} F^T, a_{BG} = m_0 \sqrt{\beta \lambda_1 F_{3, f1-a}}, b_{BG} = m_0 \sqrt{\beta \lambda_2 F_{3, f1-a}}, c_{BG} = m_0 \sqrt{\beta \lambda_3 F_{3, f1-a}}$
	<u>Helmert</u> Nokta Konum Hatası	$m_p = \sqrt{m_{x_1}^2 + m_{y_1}^2 + m_{z_1}^2} = m_0 \sqrt{Q_{x_1 x_1} + Q_{y_1 y_1} + Q_{z_1 z_1}} = m_0 \sqrt{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}$
<u>Werkmeister</u> Nokta Konum Hatası	$w_p = \sqrt{m_{x_1}^2 + m_{y_1}^2 + m_{z_1}^2} = m_0 \sqrt{Q_{x_1 x_1} + Q_{y_1 y_1} + Q_{z_1 z_1}} = m_0 \sqrt{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}$	



Tablo: Global Duyarlılık Ölçütleri

Global Duyarlılık Ölçütleri	<u>Güven Hiperelipsoidi</u>	$a_{IDG} = m_0 \sqrt{\beta \lambda_1 F_{3p, f1-a}}, b_{IDG} = m_0 \sqrt{\beta \lambda_2 F_{3p, f1-a}}, c_{IDG} = m_0 \sqrt{\beta \lambda_3 F_{3p, f1-a}}$
	<u>Varyans Ölçütü</u>	$iz(K_{xx}) - m_0^2 iz(Q_{xx}) = m_0^2 (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_{3p}) \Rightarrow iz(K_{xx}) = m_0^2 \sum_{i=1}^{3p} \lambda_i$
	<u>Hacim Ölçütü</u>	$det(K_{xx}) = m_0^2 det(Q_{xx}) = m_0^2 (\lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_{3p}) \Rightarrow det(K_{xx}) = m_0^2 \prod_{i=1}^{3p} \lambda_i$
	<u>Özdeğerler Ölçütü</u>	$f = F(x), d_f = \frac{\partial F(x)}{\partial x} d_x = a^T d_x, m_f^2 = a^T K_{xx} a = m_0^2 a^T Q_{xx} a$
	<u>Ortalama Duyarlığı</u> Koordinat	$m_{x_1}, m_{y_1}, m_{z_1} = \sqrt{\frac{iz(K_{xx})}{3p}} = m_0 \sqrt{\frac{iz(Q_{xx})}{3p}}$



- Kalite kontrol kriterleri incelendiğinde, bu kriterlerin hesabında birim ölçünün karesel ortalama hatası m_0 değerinin ve Q_{xx} bilinmeyenlerin ters ağırlık matrisinin kullanıldığı görülür. Bir afin koordinat dönüşümü çalışmanın tümünün kalite kriteri olarak ortak nokta koordinatlarının karesel ortalama hatası seçilebilir. Bu kriter ortak nokta koordinatları afin dönüşümünde ölçü değeri olarak kullanıldığından ortak noktaların kesin ölçülerinin ters ağırlık matrisinden hesaplanır.

$$V = Ax - l \quad P = Q_{ll}; \quad Q_{xx} = (A^T P A)^{-1}; \quad Q_{ll} = A(A^T P A)^{-1} A^T$$



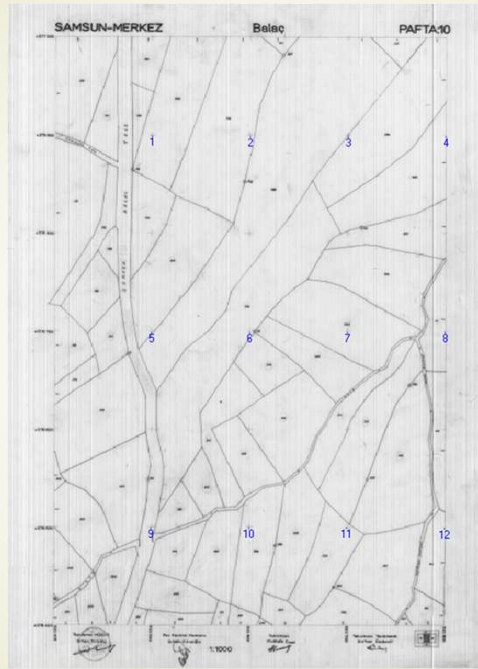
- Ortak noktaların karesel ortalama hataları ise m_0 ve Q_{ll} değerlerinden Helmert nokta konum hatası eşitliğiyle aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$m_0 = \sqrt{\frac{[Pv]}{(2*n-6)}}, \quad m_{p_i} = \sqrt{m_{l_{x_i}}^2 + m_{l_{y_i}}^2}, \quad m_{l_{x_i}} = m_0 \sqrt{Q_{l_{x_i} l_{x_i}}}, \quad m_{l_{y_i}} = m_0 \sqrt{Q_{l_{y_i} l_{y_i}}}$$



İRDELEME VE DEĞERLENDİRME

- Bu çalışmada Samsun Kadastro müdürlüğünce kullanılan 1/500, 1/1000 ve 1/2500 ölçekli kadastro haritalarının afin dönüşümü ile sayısallaştırılması işlemi yapılmıştır.
- Afin dönüşümde ortak nokta sayısı 4 ve 12 olarak alınmış ve uyumsuz ölçü analizi yapılmıştır. 4 ortak noktalı dönüşümde kenardaki noktalar (1, 4, 9, 12) ortak nokta olarak alınmıştır.
- Afin koordinat dönüşümü sonuçlarından kalite kontrol kriteri olarak en büyük değeri alınmıştır. Ortak noktaların koordinat değerleri elde edilirken Netcad programından, afin dönüşümü, uyumsuz ölçülerin belirlenmesi ve değerinin belirlenmesi işlemlerinde ise MatLab programlama dilinde yazılan programdan faydalanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekildedir.



- Afin dönüşümünde kullanılan ortak noktalar.



Tablo: Afin Dönüşüm Sonuçları

Dönüşüm No	Ortak Nokta Sayısı	Ölçek	Altlık	m_0 (cm.)	$\max. m_{P_i}$	NN
1	4	1/500	Alüminyum	4,301	4,5623	12
2	12	1/500	Alüminyum	4,910	2,4890	12
3	4	1/500	Astrolon	5,329	5,6540	12
4	12	1/500	Astrolon	6,349	3,3588	12
5	4	1/1000	Alüminyum	8,215	8,7158	4
6	12	1/1000	Alüminyum	13,836	7,0159	12
7	4	1/1000	Astrolon	2,577	2,7337	4
8	12	1/1000	Astrolon	4,498	2,1934	4
9	4	1/2500	Alüminyum	95,121	100,9833	1
10	12	1/2500	Alüminyum	51,407	26,0795	1
11	4	1/2000	Astrolon	18,158	19,2545	12
12	12	1/2000	Astrolon	17,437	8,8402	9



- Tablo'dan seçilen kalite kriteri olarak karesel ortalama hata alınır en iyi çözümün 1/1000 ölçekli astrolon paftada 4 ortak noktalı çözümle elde edildiği görülmektedir. Aynı şekilde 1/2500 ölçekli alüminyum paftada 4 ortak noktalı afin dönüşümü uygulamasının kalitesinin düşük olduğu da belirlenmiştir.



SONUÇ

- Bu çalışmada sayısal olmayan kadastro haritalarının sayısallaştırılması işleminde çeşitli ölçek, altlık ve ortak nokta seçeneklerine göre afin dönüşümü kullanılarak koordinat dönüşümü yapılmıştır.
- Elde edilen sonuçların duyarlık analizi için karesel ortalama hata ve nokta koordinatlarının ölçü olarak kullanılması nedeniyle ölçülerin ters ağırlık matrisinden elde edilen ortak nokta konum hatası değerlerinden hesaplanan nokta konum hatası duyarlık kriteri olarak alınmıştır.
- Yapılan uygulama sonuçlarından en küçük karesel ortalama sonucunu veren çözümün 1/1000 ölçekli astrolon paftada 4 ortak noktalı çözümün olduğu tespit edilmiştir.



- Ortak nokta yerinin seçimi ve dağılımı koordinat dönüşümünde önemli olduğu bilindiğinden en büyük nokta konum hatalarının olduğu noktalar ve bu noktaların konumu tespit edilmiştir.
- Yapılan bu incelemede duyarlık kriteri olarak seçilen ortak nokta konum hatasına göre en büyük değeri alan ortak noktaların tümünün kenar kısımlardaki noktalar olduğu ve büyük bir oranda ise son nokta (12 nolu) olduğu görülmüştür.
- Birim ölçünün karesel ortalama hatasına göre yapılan duyarlık analizinde 4 ortak nokta ile çözüm 12 ortak nokta ile çözümden daha iyi sonuçlar verse de ortak noktaların konum hataları incelendiğinde 12 noktalı çözümden elde edilen nokta konum hatalarının daha iyi olduğu tespit edilmektedir.



- Yapılan uygulama ile sayısal olmayan paftaların sayısallaştırılmasında; afin dönüşümün 4 ortak noktalı çözümünün yapılan uygulama için yeterli olduğu, ortak nokta konumunun çözüm sonuçlarında direk etkili olduğu görülmüştür.
- Bu çalışmada sadece koordinat dönüşüm parametreleri hesaplanmış olduğu ve sayısallaştırma işleminin ikinci adımı olan diğer koordinatların elde edilen dönüşüm parametreleri ile dönüştürülmesi işleminde ortak nokta konumunun önemini artıracaktır. Bu nedenlerle paftaların sayısallaştırılmasında ortak nokta seçiminde konumun ortak nokta sayısı kadar etkili olduğu sonucuna varılmıştır.



DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM ...

