

CBS'DE ALAN KORUYAN PROJEKSİYONLAR VE ARCGIS UYGULAMASI

F. Yıldırım¹, A. Kaya²

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Jeodezi Anabilim Dalı, Trabzon, yfaruk@ktu.edu.tr

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, Jeodezi Anabilim Dalı, Trabzon, akaya@ktu.edu.tr

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımlarında çeşitli harita projeksiyonları mevcuttur. Projeksiyonların seçiminde, kullanım amacı çok önemlidir. Ülke veya bölge bazlı CBS uygulamalarında, alan bilgisi kullanılmaktadır. Ülkemizde haritaların çoğunda konform projeksiyon seçilmiştir. Konform projeksiyonlardan alan hesabı çok uygun değildir. Dolayısıyla projeksiyonun alan koruyan veya konform projeksiyon olması, verinin hassasiyetinde önem kazanır. Alan hesabında, doğrudan altlıkların koordinatları yerine, coğrafi, alan koruyan projeksiyon veya konform projeksiyon koordinatları kullanılırsa, farklılıklar görülecektir. Projeksiyon koordinatlarıyla hesaplanan alan değeri, kesin alan değeri olmayıp; indirgeme getirilmesi gerekir. Alanın kesin değerine ulaşmak için, köşe koordinatları coğrafi koordinatlara dönüştürülerek, hesaplama elipsoid yüzeyinde yapılmalıdır. CBS uygulamalarının büyüklüğü gözönüne alınırsa; alan deformasyonunun etkisi daha da önem kazanır. Coğrafi koordinatlarla alan hesabı CBS yazılımlarında mevcut olmayıp ayrı yazılım ve hesap yükü gerektirir.

Çalışmada, farklı bölge ve coğrafi koordinatlarda seçilen 0.01-1000000 hektar aralığındaki parsellerin alanları; UTM(3° ve 6°) ve ArcGIS 9.0 yazılımındaki farklı 14 alan koruyan projeksiyonla hesaplanarak irdelenmiştir. Bu çalışmada sadece projeksiyon seçiminden kaynaklanan alan deformasyon sonuçları incelenmiştir.

Sonuç olarak, CBS uygulamalarında 1000 hektara kadar Albers, Behrmann, Bonne, Sinusoidal alan koruyan projeksiyonları ve 3°'lik UTM kullanılırsa deformasyonun 0.5m²'nin altında olduğu görülmüştür. 1000 hektardan büyük alanlarda ise Behrmann ve Sinusoidal alan koruyan projeksiyonların daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: CBS, UTM, Alan deformasyonu, Alan koruyan projeksiyon

ABSTRACT

EQUAL AREA PROJECTIONS IN GIS

There are various map projections in Geographical Information System (GIS) softwares. The purpose of the work is important in selection of projections. Area data is used in national or district based land use GIS applications. In Turkey, maps are produced based on conform projection principles. Principally, conform coordinates are not appropriate for calculation of area value. Equal-area and conform projection is important for accuracy of data. Therefore, instead of using the coordinates on sheets directly, if geographic, equal-area or conform projection is used, differences could be seen in calculation works of area. The area data calculated from projection coordinates is not a definite area value, it needs for reduction. To get definite value of area, corner coordinates should be transformed to geographic coordinates and calculation should be carried out on ellipsoid surface. When it is taking into consideration that some GIS applications cover large areas, effect of area deformation can be better understood. Area calculation tools are not involved in GIS softwares. Therefore it needs extra software and calculation burden.

In this study, the areas selected in different districts and geographic coordinates and changing between 0,01 and 1.000.000 hectares were examined by calculation of 14 equal-area projections and UTM (3° and 6°) in ArcGIS 9.0 software. The results of area deformations only originated from selection of projection are evaluated.

As a result, it is seen that if Albers, Behrman, Bonne, Sinusoidal equal-qrea map projections and modified 3° UTM projection is used in the areas up to 1000 hectares in GIS applications, deformation are under 0,5 squaremeters. Behrmann and Sinusoidal equal area map projections give beter results larger areas than 1000 hectares.

Keywords: GIS, UTM, Area deformation, Equal-area projection

1.GİRİŞ

Alan verisi CBS uygulamalarında sıkça kullanılmaktadır. Alan hesabında koordinatlar kullanıldığı için, koordinat bilgisinin doğruluğu önem taşımaktadır. CBS’de koordinatlar arazi ölçmelerinden elde edilebileceği gibi; sayısal veri yetersizliğinden dolayı, değişik ölçekli haritalardan, uydu fotoğraflarından veya fotogrametrik haritalardan elde edilmektedir. CBS’de ayrıca haritaların hangi projeksiyonda üretildiği de alan bilgisini etkilemektedir.

Ülkemizde kullanılan 1/1000, 1/5000 ve 1/10000 ölçekli haritalar Değiştirilmiş UTM (DUTM, 3° lik dilim sistemi) ve 1/25000, 1/50000, 1/100000 ve 1/250000 ölçekli haritalar ise UTM (6° lik dilim) projeksiyonunda üretilmektedir. UTM sistemi konform olup alan deformasyonu, alanın büyüklüğüne ve başlangıç boylamından olan uzaklığına göre değişir. Dolayısıyla kesin alan değeri için, UTM koordinatları yerine coğrafi koordinatlarla alan hesabına gerek duyulur. Fakat coğrafi koordinatlarla alan hesabı jeodezik amaçlı yazılımlarda mevcut olmayıp, ayrı bir yazılım ve ek hesap yükü getirir. Bunun yerine genellikle alan koruyan projeksiyon seçimine gidilir (Yıldırım ve Kaya, 2005).

Bu çalışma daha önce yapılan (Yıldırım ve Kaya, 2005) çalışmanın devamı niteliğinde olup, projeksiyon çeşitliliği ve alan hassasiyeti bakımından daha da geliştirilmiştir. CBS yazılımlarında mevcut olan farklı alan koruyan ve UTM projeksiyon koordinatlarıyla elde edilen alanlarla, elipsoid coğrafi koordinatlarla hesaplanan gerçek alanlar arasındaki farklar irdelenmiştir. Bu farklardan, alan deformasyonu en az olan alan koruyan projeksiyon belirlenmiştir.

1.1. Elipsoid Coğrafi Koordinatlarla Alan Hesabı

Projeksiyonlardaki alan deformasyonunun belirlenmesi için elipsoidde coğrafi koordinatlarla hesaplanan gerçek alanın bilinmesi gerekir. Elipsoid üzerindeki hesaplanacak gerçek alan değeri, alan koruyan projeksiyon koordinatlarıyla hesaplanan alanla karşılaştırma amacıyla kullanılacaktır.

Elipsoidal coğrafi koordinatlarla kapalı bir şeklin alan hesabı için literatürde dört yöntem dikkat çekicidir. Bu yöntemler sırasıyla; Kimerling (Kimerling, 1984), Danielsen (Danielsen, 1989), Gillissen (Gillissen, 1993) ve Sjöberg (Sjöberg, 2006) dir. Kimerling yöntemi küresel çözüm olduğundan kenarlar jeodezik eğri değil küredeki büyük daire yayıdır. Bu sebeple kesin elipsoidal çözüm değildir. Danielsen ve Sjöberg çözüm yöntemlerinde parsel kenarları jeodezik eğri alınarak, bu eğri altında kalan alanla elipsoidal alan hesaplanır. Gillissen yönteminde; elipsoiddeki büyük daire yayı parçasını kırımlara bölerek alan Albers alan koruyan konik projeksiyonunda hesaplanmıştır. Danielsen ve Sjöberg yöntemleri seri çözümlere dayandığından alan büyüdükçe etkisi azalır. Gillissen yöntemi ise seri çözüm olmayıp daha karmaşık ve uzun işlem adımları gerektirir ve günümüz hesap imkânları düşünüldüğünde bu zorluk ihmal edilebilir. Bu yöntem alan büyüdükçe diğer yöntemlere nazaran daha hassas sonuçlar verir fakat işlem zamanı olarak dezavantajlıdır. Dolayısıyla bu çalışmada gerçek alanlar Gillissen yöntemiyle hesaplanmıştır.

1.2. CBS Yazılımlarında Alan Koruyan Projeksiyonlar

Çalışmada CBS yazılımlarından ArcGIS 9.0 kullanılmıştır. Bu yazılım önceki yazılımlara (örneğin, ArcInfo 8.3) göre daha kullanışlı ve projeksiyon çeşitliliği bakımından da daha fazladır. ArcGIS 9.0 yazılımında mevcut 14 alan koruyan projeksiyon irdelenmiştir. Alan koruyan projeksiyonlar harici UTM ve DUTM projeksiyon koordinatları da bu yazılımda hesaplanmıştır. Tüm bu projeksiyonların listesi ve uygulamada kullanılan projeksiyon başlangıç koordinatları tablo 1.’de verilmiştir. Bu projeksiyonların denklemleri ve prensipleri için birçok kaynakta, yazılım el kitaplarında ve yardım menülerinde detaylı bilgiler mevcuttur.

Projeksiyon	L ₀	B ₀	B ₁	B ₂	R ₀ =(M ₀ N ₀) ^(1/2)
DUTM	39° 42°				
UTM	39°				
Albers Alan Koruyan Konik	39°	40°	40°	42°	
Alan Koruyan Silindirik	39°	40°			6374618.375
Behrmann Alan Koruyan Konik	39°				
Bonne Alan Koruyan	39°				
Craster Parabolic Alan Koruyan	39°				
Eckert II, Eckert IV ve Eckert VI Alan Koruyan	39°				
Hammer-Aitoff Alan Koruyan	39°				
Lambert Azimutal Alan Koruyan Konik	39°	40°			6374618.375
McBryde-Thomas Flat-Polar Quartic	39°				
Mollweide Alan Koruyan	39°				
Quartic Authalic Alan Koruyan	39°				
Sinusoidal Alan Koruyan	39°				

Tablo 1: Uygulamada kullanılan projeksiyonlar

2. UYGULAMA

En uygun alan koruyan projeksiyonun seçimi için, farklı büyüklükte ve boylamlarda dörtgen şeklinde oluşturulan 33 adet test parselinin elipsoid coğrafi koordinatları ve alanları tablo 2’de verilmiştir. Parsellerin alt ve üst enlemleri ortak olup, boylamlar değişkendir. Parsellerin boylam başlangıçları farklı seçilerek üç bölge belirlenmiştir. Bölgeleri belirleyen boylam başlangıçları sırasıyla; 39°, 40° ve 41° dir. Dolayısıyla bölgeler arası uzaklık 1° dir. Her bir bölgede 11 parsel olup bu parsellerin sol alt köşeleri ortak seçilmiştir. Coğrafi koordinatlarla köşe noktaları belirlenen parsellerin gerçek alanları Gillissen yöntemiyle hesaplanmıştır.

Parsel No	Köşe No	Bölge 1		Bölge 2	Bölge 3	Alan		
		B	L	L	L	m ²	Km ²	hektar
P1	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	100	0.0001	0.01
	2	40 ° 0 ’ 0.32421 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 0 ’ 0.32421 ”	39 ° 0 ’ 0.42156 ”	40 ° 0 ’ 0.42156 ”	41 ° 0 ’ 0.42156 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.42156 ”	40 ° 0 ’ 0.42156 ”	41 ° 0 ’ 0.42156 ”			
P2	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	1000	0.001	0.1
	2	40 ° 0 ’ 1.02525 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 0 ’ 1.02525 ”	39 ° 0 ’ 1.33308 ”	40 ° 0 ’ 1.33308 ”	41 ° 0 ’ 1.33308 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 1.33308 ”	40 ° 0 ’ 1.33308 ”	41 ° 0 ’ 1.33308 ”			
P3	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	10000	0.01	1
	2	40 ° 0 ’ 3.24214 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 0 ’ 3.24214 ”	39 ° 0 ’ 4.21560 ”	40 ° 0 ’ 4.21560 ”	41 ° 0 ’ 4.21560 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 4.21560 ”	40 ° 0 ’ 4.21560 ”	41 ° 0 ’ 4.21560 ”			
P4	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	100000	0.1	10
	2	40 ° 0 ’ 10.25260 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 0 ’ 10.25260 ”	39 ° 0 ’ 13.33101 ”	40 ° 0 ’ 13.33101 ”	41 ° 0 ’ 13.33101 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 13.33101 ”	40 ° 0 ’ 13.33101 ”	41 ° 0 ’ 13.33101 ”			
P5	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	1000000	1	100
	2	40 ° 0 ’ 32.42137 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 0 ’ 32.42137 ”	39 ° 0 ’ 42.15846 ”	40 ° 0 ’ 42.15846 ”	41 ° 0 ’ 42.15846 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 42.15846 ”	40 ° 0 ’ 42.15846 ”	41 ° 0 ’ 42.15846 ”			
P6	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	10000000	10	1000
	2	40 ° 1 ’ 42.52519 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 1 ’ 42.52519 ”	39 ° 2 ’ 13.33572 ”	40 ° 2 ’ 13.33572 ”	41 ° 2 ’ 13.33572 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 2 ’ 13.33572 ”	40 ° 2 ’ 13.33572 ”	41 ° 2 ’ 13.33572 ”			
P7	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	100000000	100	10000
	2	40 ° 5 ’ 24.21106 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 5 ’ 24.21106 ”	39 ° 7 ’ 1.83466 ”	40 ° 7 ’ 1.83466 ”	41 ° 7 ’ 1.83466 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 7 ’ 1.83466 ”	40 ° 7 ’ 1.83466 ”	41 ° 7 ’ 1.83466 ”			
P8	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	500000000	500	50000
	2	40 ° 12 ’ 4.94793 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 12 ’ 4.94793 ”	39 ° 15 ’ 44.02376 ”	40 ° 15 ’ 44.02376 ”	41 ° 15 ’ 44.02376 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 15 ’ 44.02376 ”	40 ° 15 ’ 44.02376 ”	41 ° 15 ’ 44.02376 ”			
P9	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	1000000000	1000	100000
	2	40 ° 17 ’ 5.21839 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 17 ’ 5.21839 ”	39 ° 22 ’ 15.87541 ”	40 ° 22 ’ 15.87541 ”	41 ° 22 ’ 15.87541 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 22 ’ 15.87541 ”	40 ° 22 ’ 15.87541 ”	41 ° 22 ’ 15.87541 ”			
P10	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	5000000000	5000	500000
	2	40 ° 38 ’ 12.29124 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 38 ’ 12.29124 ”	39 ° 49 ’ 54.99890 ”	40 ° 49 ’ 54.99890 ”	41 ° 49 ’ 54.99890 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 49 ’ 54.99890 ”	40 ° 49 ’ 54.99890 ”	41 ° 49 ’ 54.99890 ”			
P11	1	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”	10000000000	10000	1000000
	2	40 ° 54 ’ 1.54315 ”	39 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	41 ° 0 ’ 0.00000 ”			
	3	40 ° 54 ’ 1.54315 ”	40 ° 10 ’ 44.10100 ”	41 ° 10 ’ 44.10100 ”	42 ° 10 ’ 44.10100 ”			
	4	40 ° 0 ’ 0.00000 ”	40 ° 10 ’ 44.10100 ”	41 ° 10 ’ 44.10100 ”	42 ° 10 ’ 44.10100 ”			

Tablo 2: Test parsellerinin köşe coğrafi koordinatları ve alanlar

Uygulama iki amaca yöneliktir. Birincisi; parsellerin, alan koruyan ve UTM projeksiyon sistemlerindeki alanları hesaplanarak gerçek alan değeriyle karşılaştırılmıştır. Böylece seçilen projeksiyon sistemlerinin, farklı parsel büyüklüğündeki alan deformasyonları incelenmiştir. Bu deformasyon hesabında, sadece projeksiyon seçiminden gelen hatalar irdelenmiş olup, koordinatların üretilmesi ve ölçek faktörü gibi hatalar irdelenmemiştir. İkinci amaç ise; farklı bölgelerdeki parsellerle, boylamdan uzaklaşmanın alan deformasyonuna etkisi irdelenmiştir.

Uygulamada, öncelikle 33 adet parsel elipsoid coğrafi koordinatlarıyla coğrafi olarak tanımlanmıştır. Daha sonra parsellerin tablo 1’deki 16 projeksiyona dönüşümü yapılmıştır. Projeksiyonlarda ED50 datumu ve Hayford (International) Elipsoidi kullanılmıştır. Köşe koordinatları belli olan parsellerin alanları hesaplanarak gerçek alanla farkları alınmıştır. Bu farklar tablo 3’ de m² olarak verilmiştir.

Bölge	Parsel	hektar	albers	behrmann	Bonne	craster	cylindir	eckertII	eckertIV	eckertVI
B1	P1	0,01	0,000	0,000	0,000	0,118	-0,114	0,118	0,118	0,118
	P2	0,1	0,000	0,000	0,000	1,183	-1,136	1,183	1,183	1,183
	P3	1	0,000	0,000	0,000	11,829	-11,360	11,829	11,829	11,829
	P4	10	0,000	0,000	0,000	118,272	-113,619	118,272	118,272	118,272
	P5	100	-0,002	0,001	-0,004	1182,002	-1136,904	1182,004	1182,003	1182,003
	P6	1000	-0,217	0,083	-0,410	11797,304	-11391,508	11797,524	11797,399	11797,408
	P7	10000	-21,646	8,349	-41,001	117246,383	-114620,258	117268,429	117255,903	117256,832
	P8	50000	-539,520	211,566	-1024,586	579504,688	-579372,737	580056,141	579742,582	579766,627
	P9	100000	-2153,203	854,850	-4097,036	1148663,740	-1167965,904	1150870,440	1149615,040	1149713,640
	P10	500000	-53314,618	22284,492	-102285,458	5513059,892	-6025430,170	5568320,692	5536812,882	5539534,902
	P11	1000000	-211709,134	91907,001	-408711,559	10657085,601	-12308502,250	10878401,301	10752003,901	10763666,901
Bölge	Parsel	hektar	hammer	lambert	mchycle	mollweide	quartic	sinusoidal	utm	dutm
B1	P1	0,01	0,118	0,000	0,118	0,118	0,118	0,000	-0,080	0,000
	P2	0,1	1,183	0,000	1,183	1,183	1,183	0,000	-0,800	0,000
	P3	1	11,829	-0,001	11,829	11,829	11,829	0,000	-7,998	0,000
	P4	10	118,272	-0,033	118,272	118,272	118,272	0,000	-79,984	0,000
	P5	100	1182,002	-1,047	1182,002	1182,002	1182,002	-0,001	-799,834	0,006
	P6	1000	11797,299	-33,307	11797,327	11797,323	11797,296	-0,122	-7997,784	0,617
	P7	10000	117245,881	-1074,310	117248,712	117248,254	117245,553	-12,159	-79922,510	61,539
	P8	50000	579491,653	-12435,734	579562,687	579551,047	579483,594	-301,102	-398383,098	1538,132
	P9	100000	1148610,140	-36071,927	1148895,060	1148847,960	1148578,320	-1195,782	-793692,508	6152,413
	P10	500000	5511565,642	-445527,358	5518772,092	5517536,412	5510814,002	-28975,148	-3845499,656	153823,378
	P11	1000000	10650640,401	-1349174,054	10679719,901	10674599,601	10647768,401	-113104,959	-7383504,514	615387,698

Tablo 3: Gerçek alanlarla projeksiyon alanları farkları

Tablo 3’ de sadece 1. bölgedeki farklar verilmiştir. 2. ve 3. bölgedeki alan farkları ile 1. bölgedeki alan farkları eşit çıkmıştır. Fakat UTM ve DUTM konform projeksiyonlar için, bölgelerdeki farklar eşit değildir. Dolayısıyla bu çalışmada alan koruyan projeksiyonlar için seçilen parseller ve boylamdan 2°lik bir uzaklaşmanın alan deformasyonuna bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yine tablo 3’de alan büyüdükçe alan deformasyonun arttığı görülmüştür.

Konform projeksiyonlar karşılaştırıldığında, DUTM koordinatlarıyla hesaplanan parsellerde alan deformasyonu UTM sistemine göre çok düşüktür. Bunun nedeni UTM’de m₀ ölçek faktörünün koordinatlara etkisidir. DUTM sisteminde; 1000 hektara kadar olan parsellerde alan deformasyonu 1 m²’nin altındadır. Boylamdan 1° uzaklıktaki 1000 hektar büyüklüğündeki parsel için alan deformasyonu; DUTM için yaklaşık 2 dönüm, UTM için ise yaklaşık 6 dönümdür. UTM ve DUTM projeksiyonlarında boylamdan uzaklaştıkça alan deformasyonu artmaktadır.

Alan koruyan projeksiyonlar karşılaştırıldığında, Albers, Behrmann, Bonne ve Sinusoidal projeksiyonlarının 1000 hektara kadar olan parsellerde alan deformasyonun 1 m²’den küçüktür. 50000 hektara kadarda aynı projeksiyonlardaki alan deformasyonu sırasıyla; 539m², 211m², 1024 m² ve 301 m² den küçüktür. Parsel alanları büyüdükçe Behrmann ve Sinusoidal projeksiyonlarının daha iyi sonuç verdikleri görülmektedir.

3. SONUÇLAR

Alan hassasiyeti için, DUTM ve UTM arasında bir tercih yapılması durumunda DUTM koordinatları kullanılmalıdır. Çünkü UTM sisteminde, koordinatlardaki m₀ ölçek faktörü alan deformasyonunu etkilemektedir. UTM ve DUTM koordinatlarıyla hesaplanan alanlar arasında, ölçek faktörünün karesi oranında bir fark vardır. ArcGIS yazılımında UTM koordinatları kullanılmasında, bu duruma dikkat edilmelidir. DUTM koordinatlarıyla alan hesabında; başlangıç boylamına yakın bölgelerde(1. bölge) 1000 hektara kadar olan parsel büyüklükleri için alanın elipsoid alandan farkı 1 m² nin altındadır. Ve bu konform projeksiyonlarda boylamdan uzaklaştıkça alan deformasyonu artar.

İrdelenen alan koruyan projeksiyonlar için alan deformasyonu karşılaştırıldığında, Albers, Behrmann, Bonne ve Sinusoidal projeksiyonlarının boylama bağlı olmaksızın 1000 hektar büyüklüğündeki parsellerde m² doğruluğunda

kullanılabilir olduğu gözlenmiştir. 50000 hektara kadar da alan farkı yarım dönüm ve altında olmak üzere yine Behrman ve Sinusoidal projeksiyonu önerilebilir. Bu iki projeksiyon arasında tercih yapmak gerekirse Behrmann projeksiyonu daha hassas sonuçlar verdiği için tercih edilebilir. Bu önerilen alan koruyan projeksiyonlarda konform projeksiyonların aksine boylamdan uzaklaşmanın alan deformasyonuna etkisi yoktur

Ülkemizde mevcut harita altlıkları UTM veya DUTM konform projeksiyonlarda üretilmiş olup, kullanıcı şayet alan hassasiyeti için yukarıda önerilen alan koruyan projeksiyonlara geçiş yapmak istiyorsa, bu işlem ArcGIS 9.0 yazılımında mevcuttur. Projeksiyon seçiminden dolayı gelen alan deformasyonun önüne geçme için, koordinatların coğrafi koordinatlara dönüştürülerek elipsoid yüzeyinde alan hesabı yapmak gerekir. Elipsoid yüzeyinde alan hesabı için çalışmamızda kullanılan Gillissen yöntemi önerilir.

CBS uygulamalarında jeodezik hassasiyetle çalışma prensibinin yaygınlaşması için; alan bilgisinin önemli olduğu projelerde projeksiyon seçimine dikkat edilmelidir. Bu çalışmada koordinatların konum ve ölçek doğruluğundan gelen hatalar gözardı edilmiştir. CBS’de büyük alanlı uygulamalarda koordinatların elde edilmesinden kaynaklanan hataların da etkisi düşünülürse doğruluk daha da azalacaktır.

CBS uygulamalarında, kullanıcının tecih ettiği doğruluk ve hassasiyet beklentisine göre verilerin elde edilmesi önemlidir. Dolayısıyla duyarlı alan bilgisinin gerekli olduğu CBS uygulamalarında; koordinatlarının olabildiğince orijinal verilerden oluşmasına özen göstermelidir.

TEŞEKKÜR

Uygulama kısmındaki destekleri için, KTÜ GISLab’dan sayın T. Yomralıoğlu ve sayın H. İ. İnan’a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Danielsen J., 1989. The Area Under The Geodesic, Survey Review, 232 (30), 61-66.

Gillissen I., 1993. Area Computation of A Polygon on An Ellipsoid, Survey Review, 248 (32), 92-98.

Kimerling J. A., 1984. Area Computation from Geodetic Coordinates on the Spheroid, Surveying and Mapping, Vol. 44, No.4, 343-351.

Sjöberg L. E., 2006. Determination of Areas on the Plane, Sphere and Ellipsoid, Survey Review, 301 (38), 583-593.

Yıldırım F., Kaya A., 2005. CBS Uygulamalarında Alan Deformasyonu, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı , Ankara.