

# ŞERİTVARİ PROJELER İÇİN HARİTA PROJEKSİYON SEÇİMİ

Faruk Yıldırım<sup>1</sup>, Şevket Bediroğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KTÜ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Harita Müh.Bölümü, Trabzon, yfaruk@ktu.edu.tr

<sup>2</sup>KTÜ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Harita Müh.Bölümü, Trabzon, s\_bediroglu@hotmail.com

## ÖZET

*Ulaşım, enerji ve sulama nakil hatları alanında hizmet veren kuruluşlar, analiz ve planlama hedeflerini belirlemek için Coğrafi bilgi sistemlerinden (CBS) faydalanılır. Bu uygulamalarda ortaya çıkan özel ihtiyaçlardan biride uzunluk kavramıdır. CBS uygulamalarında bu verinin doğruluğu maliyet ve hedef gibi sonuçları etkilemektedir. Projelerde altlık olarak kullanılan haritalardan elde edilen bu verilerin harita projeksiyonunun seçimiyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle Türkiye gibi bir UTM dilimini aşan projelerde harita projeksiyonunun seçimi önem kazanmaktadır. UTM haricinde konform, uzunluk veya alan koruyan farklı bir projeksiyonunun seçiminin bu tür projelerdeki etkisi araştırılmıştır. Projeksiyonların seçiminde CBS uygulama yazılımı olan ArcGIS de mevcut olan UTM harici 9 projeksiyon çeşidi seçilmiştir. Bu projeksiyonlar ülkemizin coğrafi sınırları içinde koordinat birliği sağlamaktadır. Uygulamada bir 3°'lik UTM dilimine geçen farklı dört güzergah belirlenmiştir. Uygulama sonucunda şeritvari haritalar için uzunluktaki deformasyonu, uzunluk koruyan projeksiyon seçimiyle daha düşük hesaplanmıştır.*

*Anahtar Kelimeler : CBS, UTM, Şeritvari, Ulaşım, Uzunluk Koruyan Projeksiyon*

## ABSTRACT

### ŞERİTVARİ PROJELER İÇİN HARİTA PROJEKSİYON SEÇİMİ

*Establishments employing on transportation, energy and irrigation areas are usually getting benefited from Geographical Information Systems(GIS) for determining analyses and plan aims. At these applications one of special necessities appearing is concept of length. Accuracy of this data effects the factors of cost and target at GIS applications. These data derived from base maps are directly dealt with choose of map projections. Specially at the countries passing over one UTM zone like Turkey choosing map projection is significant. Outside of UTM, choosing conformal equidistant or equal-area projections is researched for these types of projects. At Gis application program Arcgis(Esri) 9 different projection samples are choosen. These projections are supplying coordinate union inside of our countries geographic borders. At applications 4 different routes passing to 3° UTM zone are determined. At the end of the application it is detected that deformation of length is getting less by using equidistant map projection for linear maps.*

*Keywords: GIS, UTM, Linear maps, Transportation, Equidistant Map Projeksiyon*

## 1. GİRİŞ

Ulaşım ağı (karayolu, raylı sistemler, deniz ve hava yolları), enerji nakil hatları (elektrik, doğalgaz, petrol) ve sulama gibi alanlarda hizmet veren kuruluşlar, bu alanda yapılan projelerinin analiz ve planlama hedeflerini belirlemek için son yıllarda gittikçe artan Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) faydalanır. Projelerde altlık olarak kullanılan haritalardan elde edilen bu verilerin harita projeksiyonunun seçimiyle doğrudan ilişkilidir. Bu şeritvari proje uygulamalarında ortaya çıkan özel ihtiyaçlardan biride uzunluk kavramıdır. CBS uygulamalarında bu verinin doğruluğu maliyet ve hedef gibi sonuçları etkilemektedir (Filho vd. 2010; Tong vd. 2009; Güler vd. 2004).

Ülkemizde ulaşım, enerji ve sulama hatları için yapılan projeler kurum ve yönetmelik isteği doğrultusunda 3°'lik UTM sisteminde üretilmektedir. Bu projeler ülkemizin tamamı için ilgili kamu ve tüzel kurumlarca bir planlamaya tabi tutulsa UTM sistemi yetersiz kalmaktadır. Çünkü UTM sistemi dilim esasına dayanmaktadır. Dolayısıyla şeritvari projelerde koordinat birliği sağlanamamaktadır. Bu tür projelerin sınırları tek bir 3°'lik UTM dilimine (yaklaşık 300 km) giriyorsa koordinat birliği sağlanır. Fakat ülkemizin coğrafi sınırlarını içindeki tüm uygulamaların birlikte değerlendirilmesi için UTM harici farklı bir projeksiyon türüne geçiş yapılması gerekir. Ülkemiz için UTM harici tercih edilen projeksiyon Lambert Konform Konik (LKK) Projeksiyonudur. LKK projeksiyonu bahsedilen projeler için ülkemizin tümü için bir koordinat birliği sağlamaktadır (Yıldırım, 2004).

Bir UTM dilimini aşan şeritvari projelerde seçilen projeksiyonun deformasyon tipinin belirlenmeside önemlidir. Bu projelerde uzunluk sorgulaması önemli olduğu için projeksiyon tipinin konform, uzunluk koruyan veya alan koruyan olması uzunluk deformasyonunu etkilemektedir. Dolayısıyla seçilen projeksiyonda, hem koordinat birliği hemde uzunlukda minimum deformasyonun sağlanması gerekmektedir.

Bir UTM dilimine aşan ve tek bir koordinatla tanımlanma gereği duyan projelerde coğrafi koordinatlar yetersizdir. Coğrafi koordinatlar ortak olarak koordinat birliği sağlar fakat çizim ve hesap için yeterli değildir. Coğrafi koordinatlarla hesap ve çizimi, mevcut mühendislik ve CBS tabanlı yazılımlarda desteklememektedir. Bu nedenlerden

## Şeritvari Projeler İçin Harita Projeksiyon Seçimi

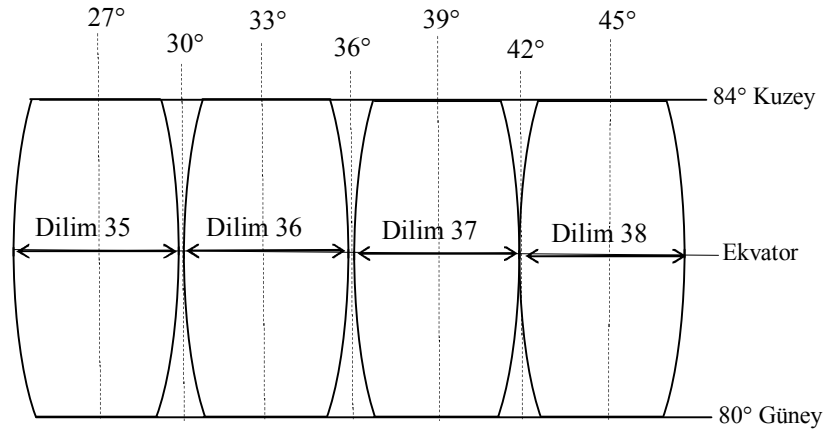
dolayı koordinat birliğini sağlama, hesap ve çizim için mutlaka bir koordinat sistemi ve buna bağlı olarak projeksiyon tanımlanması gerekir.

Koordinat birliğinin sağlanması ülkemizde hala devam eden Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi ve Ulusal Konumsal veri Altyapısı oluşturulması için önemlidir. Bu sistemlerle oluşturulmak istenen Ulaşım ağı (karayolları, raylı sistemler, denizyolları, hava yolları), enerji (elektrik, doğalgaz) ve sulama nakil hatları için ülkemiz sınırları düzeyinde ortak bir koordinat bütünlüğü sağlamak. Bu sayede ülkemizdeki farklı kamu kuruluşları tarafından üretilen harita koordinat farklılığını önlemektir. Belirlenen bu koordinat sisteminde standartların belirlenmesi (datum, koordinat, projeksiyon vb) gerekir (Batuk, 2007).

### 1.1. UTM Sistemi

Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği kapsamında üretilen 1/1000 ve 1/5000 ölçekli haritalar ve koordinatlar; TUTGA'ya bağlı, GRS80 elipsoidi ve Transversal Mercator (TM, Değiştirilmiş UTM) projeksiyonunda 3° lik dilim esasına göre belirlenir. 1/25000 ve daha küçük ölçekli haritalar ise UTM projeksiyonunda 6° lik dilim esasına göre belirlenir (BÖHHBY,2008).

Türkiye için ; 3° lik dilim genişlikli Değiştirilmiş UTM (DUTM) dilim orta meridyenleri 27°, 30°, 33°, 36°, 39°, 42°, 45° ve 6° lik dilim genişlikli UTM dilim orta meridyenleri 27°, 33°, 39°, 45° dir. Dilim olarak toplam dört dilimden oluşur. Dilim numaraları (DN) 35, 36, 37 ve 38 dir. Dilim numaraları karışıklığa sebebiyet verilmemesi için UTM koordinatlarında sağa değerinin önüne eklenir (Şekil 1).



Şekil 1: UTM Sistemi

Türkiye enlem ve boylam sınırları içinde; dilim orta meridyenleri tasvir sonucu x eksenini olarak düşünülürse; UTM için dört farklı, DUTM için sekiz farklı koordinat eksenini başlangıcı vardır. Dolayısıyla her bir dilim kendi içinde koordinat altlığına sahiptir. 6° lik bir UTM dilimi başlangıç meridyeninden itibaren sağa ve sola 3°, 3° lik DUTM dilimi sağa ve sola 1.5° dir. Son yıllarda yapılan hesaplamalarla UTM dilimlerindeki orta meridyenden itibaren uzaklaşma miktarı 30° ya kadar genişletilmiştir. Dolayısıyla Türkiye'nin coğrafi konumu doğu-batı arasındaki boylam farkı 20° olduğundan, yapılan bu çalışmalarla Türkiye'yi tek bir UTM dilimiyle tanımlamak mümkündür (Yıldırım, 1998).

UTM ve DUTM koordinatlarıyla üretilen haritalardan alınan koordinat değerleri sağa ve yukarı değerleridir. Bu değerler (x,y) gauss-krüger düzlem koordinatlarından hesaplanır. UTM koordinatlarının hangi dilimde olduğunun anlaşılması için sağa değerinin başına dilim numarası (DN) yazılır. DUTM sisteminde ise DN sağa değerinin başına yazılmaz bunun yerine dilim orta meridyeninin mutlaka verilmesi gerekir.

Uygulamalarda farklı ölçekteki haritalardan yararlanılması ve komşu iki dilime düşen durumlarında UTM ve DUTM koordinatları arasındaki dönüşümler sözkonusu olmaktadır. Dönüşüm koordinatların hangi dilim orta meridyeninde olduğuna bakılarak yapılır. Dönüşüm işlemi UTM veya DUTM koordinatlarının kendi içinde olabileceği gibi birbirleri arasında da olabilir. Şayet dönüşümde her iki sistemdeki dilim orta meridyenleri sağa ve yukarıdeğerlerden dönüşüm gerçekleştirilir. Dilim orta meridyenler eşit değil ve aralarındaki fark 3° veya 6° ise dilim dönüşümü yapılması gerekir. Dilim dönüşümünde dikkat edilmesi gereken diğer bir husus; komşu dilimlerdeki fazla kısmı 0.5° veya 1° lik bindirme bölgesi içinde olmasıdır. Şayet uygulama komşu dilimde bindirme bölgesinin dışına taşıyorsa dilim dönüşümü yapılmaz.

Dolayısıyla ülkemiz gibi doğu-batı yönünde uzanan ülkeler için UTM sistemi, kullanıcılar açısından bilgi karışıklığına ve bir dilimi aşan şeritvari projeler için koordinat birliği sağlayamama gibi problemlere yol açmaktadır. Bu gibi durumlarda UTM harici farklı bir projeksiyon sisteminin tanımlanmasına gerek duyulur.

## 1.2. Projeksiyon Seçimi

Harita projeksiyonlarında oluşan deformasyonlar, orijinal yüzey üzerindeki noktaların birbirlerine arasında bulunan ilişkileri değiştirir. Dolayısıyla uzunluklarda, alanlarda ve açılarda değişimler olur. Orijinal yüzey ve projeksiyon yüzey arasındaki değerler karşılaştırılarak uzunluk, alan ve açı deformasyonu tanımlanır. Harita projeksiyonlarında deformasyonun bilinmesi, kullanılan projeksiyon türünün değerlendirilmesi ve haritadan aranan büyüklüklerin doğru değerlerinin saptanması yönlerinden önemlidir. Projeksiyonlar deformasyonun cinsine göre; açı koruyan veya konform, alan koruyan ve uzunluk koruyan olmak üzere üç çeşittir (Fiala, 1976).

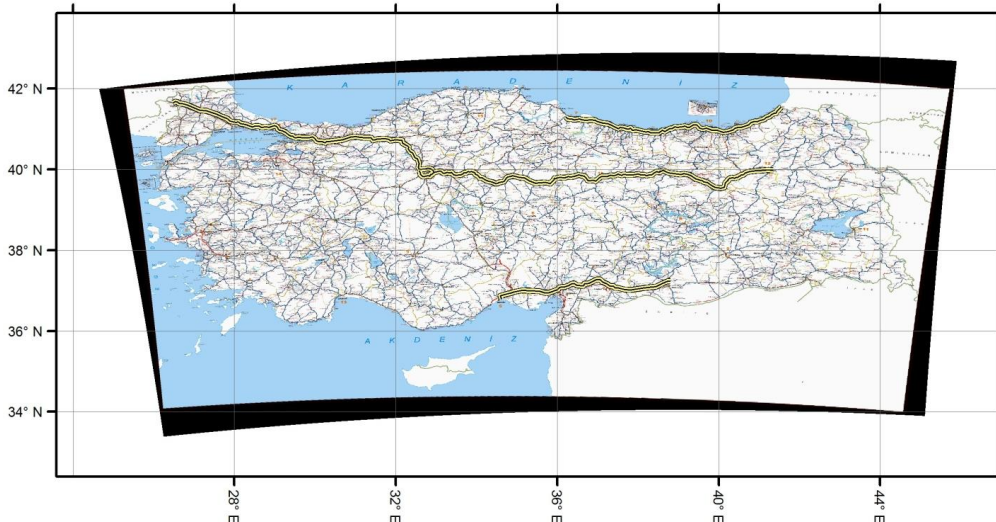
Küçük ölçekli haritaların yapımında kullanılan kartografik yani çizim ve görsellik için üretilen haritalar değil, jeodezik amaçlı hesap için kullanılacak büyük ölçekli haritalar şeritvari projeler için geçerlidir. Bu tür jeodezik projeksiyonlarda (tasvir) amaç; jeodezik hesaplamaların gerekli indirgemelerle (açı, uzunluk, alan) harita yüzeyi üzerinde fakat orijinal yüzeydeki (elipsoid) hesap doğruluğunda yapılmasını sağlamaktır (Kaya, 1999). Dolayısıyla günümüz haritacılık ve CBS yazılımlarında bize sunulan projeksiyon türlerini bu iki kategoride değerlendirip seçimin doğru yapılması gerekmektedir.

Jeodezi uygulamalarında ve dolayısıyla şeritvari projelerde kullanılan projeksiyon türü ülkemiz için UTM olup konformdur. Haritacılık uygulamalarında genellikle amaç şeklin korunması olduğundan tercih edilen konform projeksiyonlardır. Fakat CBS uygulamalarında analiz ve sorgulamada aranan büyüklüğün önemine göre, mevcut haritanın deformasyon türü değiştirilebilir. Çünkü konform bir projeksiyondaki alan ve uzunluk deformasyon büyüklükleri diğer projeksiyon türlerine nazaran farklı olacaktır.

Projeksiyon seçiminde deformasyon büyüklüklerini etkileyen diğer faktörler projeksiyon yüzeyinin cinsi (azimutal, silindirik, koni), konumu (transversal, eğik, normal) ve projeksiyon merkezinin parametreleridir (başlangıç enlem ve boylamı, standart paraleller). Projeksiyonun türü uygulama yapılacak bölgenin coğrafi konumu ve büyüklüğüne göre değişkendir. Uygulamada kullanılan yazılımlarda projeksiyon, mutlaka özelliklerine ve parametre değerlerine dikkat edilerek seçilmelidir.

## 2. UYGULAMA

Sayısal uygulamada ülkemizin tamamında yapılacak ulaşım ağı (karayolları, raylı sistemler, denizyolları, hava yolları), enerji (elektrik, doğalgaz) ve sulama nakil hatları için yapılan şeritvari projelere en uygun projeksiyonun belirlenmesi amaçlanmıştır. Uygulama alanı olarak Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından her yıl hazırlanan Türkiye Cumhuriyeti Karayolları Haritası kullanılmıştır (URL-1). Kurumla yapılan görüşmelerde Türkiye'nin tamamı için ortak bir koordinat sisteminde tanımlanmış veri olmadığından web sitesindeki görüntüden yararlanılmıştır. Bu harita üzerinde herhangi bir projeksiyon ve koordinat bilgisi olmadığından haritanın register (görüntü harita koordinat donusumunun tanımlanması) edilmiştir. Koordinat dönüşümü için ITRF 96 datumunda elipsoid coğrafi koordinatları kullanılmıştır. Ulaşım ağı haritası üzerinde bir 3° lik UTM dilimini aşan dört farklı güzergah coğrafi koordinat olarak sayısallaştırılmıştır. Bunlar sırasıyla; Edirne-Ankara, Samsun-Hopa, Mersin-Gaziantep ve Ankara-Erzurum güzergahlarıdır (Şekil 2).



Şekil 2. Karayolları haritası ve uygulama güzergahları

## Şeritvari Projeler İçin Harita Projeksiyon Seçimi

Güzergahlar, coğrafi olarak sayısallaştırıldığından ve harita ölçeğinin çok küçük olması nedeniyle güzergah ve kenar uzunlukları gerçeği tam olarak yansıtmamaktadır. Bu güzergahların proje koordinatları olan UTM koordinatlarına ulaşamadığımız için bu tercih yapılmıştır. Fakat uygulamamızda sayısallaştırılan bu değerler gerçek değerler olarak kabul edilerek irdeleme yapılacaktır. Seçilen güzergahların toplam uzunlukları, elipsoid coğrafi koordinatlarla jeodezik temel problem çözümüyle hesaplanmıştır (Vincenty, 1975). Güzergahlara ait bilgiler tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Güzergahların sayısal bilgileri

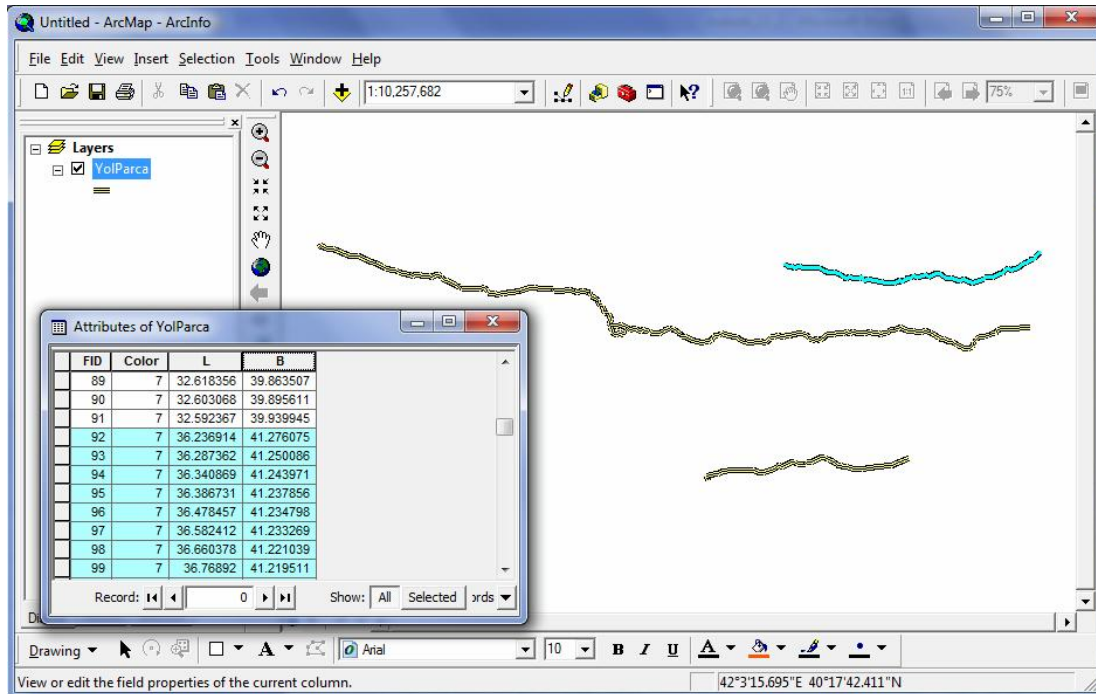
Güzergah Adı	Elipsoid Coğrafi Uzunluk (m)	Nokta sayısı	Başlangıç Elipsoid Coğrafikoordinatlar		Bitiş Elipsoid Coğrafikoordinatlar	
			B(enlem)	L (boylam)	B	L
Edn-Ank	680855.305	92	41° 39' 35.4940" N	26° 30' 28.5530" E	39° 56' 23.8002" N	32° 35' 32.5217" E
Sam-Hopa	488224.600	73	41° 16' 33.8682" N	36° 14' 12.8890" E	41° 37' 03.4230" N	41° 31' 24.0256" E
Mer-Gazi	397823.309	38	36° 49' 49.3482" N	34° 36' 03.3167" E	37° 13' 47.7228" N	38° 46' 15.8866" E
Ank-Erz	797754.206	135	39° 56' 17.5974" N	33° 01' 29.7808" E	39° 58' 22.0242" N	41° 20' 02.0512" E

Güzergahların coğrafi olarak kenar uzunlukları tablo 2’de verilmiştir. Coğrafi olarak hesaplanan kenar uzunlukları ve güzergahın toplam uzunluğu gerçek uzunluk (S) kabul edilmiştir. Buradan da görüldüğü gibi kenarlar maksimum olarak 30 km ye yavaşmaktadır. Fiziki uygulamada karayollarında bu uzunlukta bir kenar olması düşünülemez. Bu tamamen yukarıda da bahsedildiği gibi haritanın ölçeği ve sayısallaştırmadan gelen hatadır.

Tablo 2: Güzergahların kenar bilgileri

Güzergah Adı	uzunluk (m)	kenar sayısı	Kenar Bilgileri (km)		
			Min	max	ort
Edn-Ank	680855.305	91	2.571	24.543	7.481
Sam-Hopa	488224.600	72	1.957	11.342	6.780
Mer-Gazi	397823.309	37	2.917	28.181	10.751
Ank-Erz	797754.206	134	1.948	13.085	5.878

ArcMap 9.2 yazılımında güzergahların coğrafi koordinatları (ITRF datumu) dosya olarak girilmiştir (Şekil 3). Uygulamada UTM haricinde konform, uzunluk veya alan koruyan projeksiyonun seçiminin şartvari projelerdeki uzunluğa etkisi araştırılmıştır. Uygun projeksiyon seçimi için (1.2) başlığı altında bahsedilen kriterler dikkate alınarak yazılımda mevcut olan 9 projeksiyon seçilmiştir. Bu projeksiyonlar ülkemizin coğrafi sınırları içinde koordinat birliği sağlamaktadır. Seçilen projeksiyonlar deformasyon türlerine göre; uzunluk deformasyonun tespiti için konform, alan ve uzunluk koruyan olarak farklı belirlenmiştir. Konform projeksiyonlar; Hotine Oblique(eğik) Mercator, Lambert Konik, Oblique Lambert Konik (Krovak), Alan koruyan projeksiyonlar; Albers Konik, Double Stereografik, Lambert Azimutal ve uzunluk koruyan projeksiyonlar ise Lambert konik, Two-point, Azimutal olarak seçilmiştir. Her bir projeksiyonda, uygulama bölgesine göre projeksiyon parametreleri (başlangıç enlem ve boylamı, standart paraleller ve azimut) belirlenmiştir. Seçilen projeksiyonlara ait bilgiler tablo 3’de verilmiştir.



Şekil 3: ArcMap güzergahların coğrafi katmanı

Tablo 3: Uygulamada seçilen projeksiyonlar

Projeksiyon özelliği	Map projection		Başlangıç Boylamı	Standart paraleller		Başlangıç Enlemi	Azimut
			$L_0$	$B_1$	$B_2$	$B_0$	
Alan koruyan	Albers Konik	A1	35°	37.5°	40.5°	39°	
	Double Stereografik	A2	35°	-	-	39°	
	Lambert Azimutal	A3	35°	-	-	39°	
Konform	Hotine Oblique Mercator	K1	35°	-	-	39°	45°
	Lambert Konik	K2	35°	37.5°	40.5°	39°	
	Stereografik	K3	35°	-	-	39°	
Uzunluk koruyan	Lambert Konik	U1	35°	37.5°	40.5°	39°	
	Two-Point	U2	27°,42°	39°	39°	-	
	Azimutal	U3	35°			39°	

Güzergahların coğrafi koordinatlardan seçilen projeksiyonlara ayrı ayrı dönüşümü yapılmıştır. Projeksiyon koordinatlarıyla güzergahların kenar ve güzergah uzunlukları ( $S'$ ) yeniden hesaplanmıştır. Coğrafi ve projeksiyon hesaplardan gelen farklar mutlak değerce ( $ds=S-S'$ ) hesaplanarak seçilen projeksiyonlardaki toplam uzunluktaki deformasyon miktarları belirlenmiştir (Tablo 4).

	İst-ank	Sam-hopa	Mer-gazi	Ank-erz		İst-ank	Sam-hopa	Mer-gazi	Ank-erz
Gerçek uzunluk (S)	680855.305	488224.600	397823.309	797754.206		dS (m)	dS(m)	dS(m)	dS(m)
Albers Konik	680929.814	488303.162	397871.844	797602.694		74.509	78.562	48.535	151.512
Double Stereografik	681860.641	488756.058	397998.580	798148.634		1005.336	531.458	175.271	394.428
Lambert Azimutal	680428.672	488085.442	397818.765	797612.795		426.633	139.158	4.544	141.411
Hotine Oblique Mercator	682680.211	488270.184	398149.281	797963.596		1824.906	45.584	325.972	209.390
Lambert Konik	680954.298	488358.846	397894.203	797530.681		98.993	134.246	70.894	223.525
Stereografik	681932.734	488815.560	397955.270	798186.186		1077.429	590.960	131.961	431.980
Lambert Konik	680942.246	488331.297	397882.925	797566.546		86.941	106.697	59.616	187.660
Two-Point	680250.745	487747.465	397552.639	797018.382		604.560	477.135	270.670	735.824
Azimutal	680911.430	488304.999	397887.132	797787.685		56.125	80.399	63.823	33.479

Tablo 4'deki sayısal değerler metre biriminde olup toplam güzergah uzunluğundaki fark miktarıdır. Farklar (dS); elipsoid yüzeyi ile projeksiyon yüzeyi yani harita üzerinde hesaplanan kenarlar arasındaki farkların toplamı olup, 5m-1800m arasında değişkendir. Bu farklar aynı zamanda da uzunluk yönündeki deformasyon büyüklüğüdür. Deformasyon büyüklükleri indirgeme formülleri ile daha da azaltılabilir. Fakat mevcut ArcGIS yazılımlarında indirgeme değerleri hesalanmayıp alan, uzunluk ve açı değerleri parojeksiyon koordinatları üzerinden hesaplanmaktadır. Uygulamamızda tablo 2'de verilen güzergah kenar bilgilerinden de görüldüğü gibi kenarlar 1 km den büyüktür. Kenarlarımız büyük olduğundan dolayı deformasyonda büyük değerlere ulaşmıştır. Kullanıcılar kenar büyüklüklerine bakarak indirgeme formüllerini tercih edebilir.

Tablo 4'de görüldüğü gibi uzunluk yönündeki deformasyon miktarı incelendiğinde öne çıkan projeksiyonlar; Alan koruyan Albers Konik, Konform Lambert Konik, Uzunluk koruyan Lambert konik ve Azimutal'dır. Bu projeksiyonlarda kendi içinde irdeleğinde Uzunluk koruyan Azimutal projeksiyon seçiminin güzergahlardaki uzunluk deformasyonunun en az olduğu görülmektedir.

### 3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamız ülkemizin tamamında ulaşım ağı (karayolları, raylı sistemler, denizyolları, hava yolları), enerji (elektrik, doğalgaz) ve sulama nakil hatları için yapılan şeritvari projeler üzerinden yapılacak CBS tabanlı bir uygulamada en uygun projeksiyonun belirlenmesini amaçlamıştır. Bu tür projelerde uzunluk büyüklüğü ön plana çıktığı için, projeksiyon seçimi konform, uzunluk ve alan koruyan projeksiyonlar arasında yapılmıştır.

## Şeritvari Projeler İçin Harita Projeksiyon Seçimi

Çalışmamızda sadece projeksiyon seçiminden kaynaklanan uzunluk yönündeki deformasyon büyüklüğü belirlenmiştir. Deformasyona sebep olan diğer faktörler harita ölçeği, koordinat doğruluğu ve sayılaştırmadan gelen hatalar göz ardı edilmiştir.

Bir UTM dilimini aşan şeritvari projeler için kamu kurumlarınca genelde tercih edilen projeksiyon Konform Lambert Konik projeksiyondur. Fakat çalışmamızda görüldüğü gibi bu projeksiyon yerine, Uzunluk koruyan Lambert konik ve Azimutal projeksiyonları ve Alan koruyan Albers Konik projeksiyon kullanımı uzunlukta daha hassas sonuçlar vermektedir.

Projeksiyonların seçiminde CBS uygulama yazılımı olan ArcGISde Deformasyon büyüklüklerinin irdelenmesinden uzunluk koruyan projeksiyon seçiminin, konform ve alan koruyan projeksiyonlara nazaran uzunluk deformasyonun daha az olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak uzunluk bilgisinin önemli olduğu projelerde, uzunluk koruyan projeksiyon seçimi ve bu projeksiyonun parametrelerinin uygun seçilmesi projenin analiz ve planlama sonucuna etkisi olduğu görülmüştür.

Projeksiyon parametrelerinin seçimi de sonucu etkiler. Parametreler uygulama bölgesinin konumu ve büyüklüğüne göre değiştirilmesi gerekir. Uygun seçilememesi durumunda deformasyon miktarları da değişecektir. Uygulamada seçilen parametreler ülkemizin tamamı için seçilmiştir. Uygulamanız ülkenin tamamı için değilde sadece bir güzergah içinse parametreler farklı seçilerek deformasyon büyüklüğü daha da küçülebilir.

Uzunluk yönündeki deformasyon büyüklüğü kenarların büyüklüğüne bağlıdır. Çalışmamızda seçilen kenar büyüklükleri 1km den büyük olduğu için deformasyonda buna bağlı olarak artmıştır. Şayet kenarlar bu uygulamadaki gibi 1 km den büyükse mutlaka indirgeme formülleri kullanılarak deformasyon azaltılabilir. Fakat yazımlarda bu indirgeme bağıntıları olmayıp ayrıca hesaplanması gerekir.

Ülkemizde hala devam eden Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi kurma çabaları ve Ulusal Konumsal veri Altyapısı oluşturulma çalışmaları devam etmektedir. Bu sistemde ulaşım ağları, enerji ve sulama nakil hatları için hem ortak bir koordinat oluşturulması hemde deformasyonun düşük olması sebebiyle çalışmamızda önerdiğimiz Uzunluk koruyan Azimutal projeksiyon tercih edilebilir.

## 4. KAYNAKLAR

BÖHHBY, Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmenliği, 2008. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara.

Batuk F., Öztürk D., Emem O., 2007. *Türkiye ulusal Konumsal Veri Altyapısı İçin Temel Veriler*, HKM Jeodezi Jeoinformasyon Arazi Yönetimi Dergisi, sayı: 96, sayfa: 3-12.

Güler H., Akad M., Ergün, M., 2004. *Railway Asset Management System in Turkey: A GIS Application*, FIG Working May 22-27, Athens, Greece.

Fiala F., 1976. Matematiksel Kartografya, Matbaa Teknisyenleri Koll. Şti, İstanbul, 407 p.

Filho A., Hirai O., Jonhny, André O., Elizabeth L.,2010. *GIS applied to geotechnical and environmental risk management in a Brazilian oil pipeline*. Bulletin of Engineering Geology & the Environment, Vol. 69 Issue 4, 631-641

Kaya A., 1999. Jeodezi II, Küre ve Elipsoidin Düzleme Tasviri, KTÜ Basımevi, Trabzon, 302 p.

Tong D., Benjamin C., Carolyn J. M., 2009. *New Perspectives on the Use of GPS and GIS to Support a Highway Performance Study*, Transactions in GIS, Vol. 13 Issue 1, 69-85,

URL 1, Karayolları Genel Müdürlüğü, *Haritalar*,  
<http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Root/otoyolharitalari.aspx>, 8 Şubat 2011.

Yıldırım F., 1998. Gauss-Krüger Tasvirinde Çözüm Yöntemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yıldırım F., Kaya, A., Reis S.,2003. *Ülke veya İl bazlı Coğrafi bilgi Sistemlerinde Altlık problemi ve Çözüm Önerileri*, 1. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 30-31 Ekim, İstanbul.

Yıldırım F., 2004. *Dilim esasına dayalı UTM sistemi için Alternatif Çözüm Yöntemlerinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Vincenty T., 1975. *Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid with Application of nested Equations*, Survey Review, 176(22), 88-93.