

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEKTONİK BÖLGELERDE VE TÜRKİYE GENELİNDE AVRUPA
DATUMU 1950 (ED-50) İLE TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI
1999 (TUTGA-99A) ARASINDA DATUM DÖNÜŞÜMÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Orhan FIRAT**

Anabilim Dalı : JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ

Program : JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ

MAYIS 2003

**TEKTONİK BÖLGELERDE VE TÜRKİYE GENELİNDE AVRUPA
DATUMU 1950 (ED-50) İLE TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI
1999 (TUTGA-99A) ARASINDA DATUM DÖNÜŞÜMÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Orhan FIRAT
501001750**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05 Mayıs 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Mayıs 2003**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Rasim DENİZ
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Tefik AYAN (İ. T. Ü)
Prof. Dr. M. Tamer ÜNAL (Y. T. Ü)**

MAYIS 2003

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bana her konuda destek d an ve yönl end rent ez danışmanı msayı n Prof. Dr. Rasi m DENİZ e teşekkürleri n sunarı m

Ayrıca çalışmam esnasında bana yardımcı d an Dr. Müh. Bnb. Ali KILIÇOĞLU na teşekkür ederim Yoğun çalışma süredinde bana her konuda destek olan eşi m Özlem'e ve bana moral bakımından paha biçilmez katkıda bulunan kızım Ece Gül er'e teşekkürü borç bilirim

Mayıs, 2003

Öhan F RAT

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. JEODEZİDE KOORDİNAT SİSTEMLERİ	3
2.1. Yerel Koordinat Sistemleri	3
2.2. Uydu Jeodezisinde Kullanılan Koordinat Sistemleri	8
3. DATUM VE DATUM DÖNÜŞÜMÜ İLE İLGİLİ KAVRAMLAR	11
3.1. Datum ve Datum Dönüşümü	11
3.2. Türkiye'de Kullanılan Jeodezik Datumlar	13
3.2.1. Avrupa Datumu 1950 (ED-50)	13
3.2.2. Ülkemizde Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	14
4. İSTATİSTİKSEL KESTİRİM YÖNTEMLERİ	17
4.1. Genel Tanımlar	17
4.2. Inverse Distance to a Power (Ağırlıklı Ortalama) Yöntemi	19
4.3. Minimum Curvature (En Küçük Eğrilik) Yöntemi	21
4.4. Kriging Yöntemi	22
4.5. Radial Basis Function	25
5. UYGULAMA	26
5.1. Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	29
5.1.1. Ülkemizde Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	30
5.1.2. Birinci Bâgede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	34
5.1.3. İkinci Bâgede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	37
5.1.4. Üçüncü Bâgede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	41
5.1.5. Dördüncü Bâgede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	45
5.1.6. Beşinci Bâgede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü	50
5.2. Yatay Koordinat Dönüşümü	53
5.2.1. Ülkemizde Yatay Koordinat Dönüşümü	53
5.2.2. Birinci Bâgede Yatay Koordinat Dönüşümü	59

5.2.3. İkinci Bâgede Yatay Koordinat Dönüşümü	62
5.2.4. Üçüncü Bâgede Yatay Koordinat Dönüşümü	67
5.2.5. Dördüncü Bâgede Yatay Koordinat Dönüşümü	71
5.2.6. Beşinci Bâgede Yatay Koordinat Dönüşümü	75
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	80
KAYNAKLAR	82
ÖZGEÇMİŞ	85

KİSALTMALAR

BH	: Bureau International de l'Heure
CS	: Conventional Inertial System
CTP	: Conventional Terrestrial Pole
CTRS	: Conventional Terrestrial Reference System
CTS	: Conventional Terrestrial System
DAFZ	: Doğu Anaddu Fay Zonu
DMA	: ABD Harita Dairesi
ED-50	: European Datum 1950
GPS	: Global Konumlama Sistemi
IERS	: International Earth Rotation Service
IGS	: International GPS Service
IGSN-71	: Ulusal Temel Gravite Ağı (International Gravity Standardization Network-1971)
ITRF	: International Terrestrial Reference Frame
KAF	: Kuzey Anaddu Fayı
KAFZ	: Kuzey Anaddu Fay Zonu
NAD-83	: Kuzey Amerika Datumu-1983
NATO	: North Atlantic Treaty Organization
TAG-94	: Türkiye Astronomik Jeodezik Jedid-1994
TG-91	: Türkiye Jedid-1991
TG-99	: Türkiye Jedid-1999
TUD-54	: Türkiye Ulusal Datumu-1954
TUDKA-99	: Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı-1999
TUTGA99	: Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999
TUTGA99A	: Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999

TABLO İSTESİ

Sayfa No

Tabl o 5.1	Ü ke gendi i ğ n ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametrel eri	31
Tabl o 5.2	Ü ke gendi nde yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koord natları na gel en yatay ve düşey düzelt m el eri ni st at ist i k el eri	32
Tabl o 5.3	Ü ke gendi i ğ n belirlenen dönüşüm parametrel eri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol nokt al arı na gel en düzelt m el eri ni st at ist i k el eri	33
Tabl o 5.4	Brin di bđ ge i ğ n ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametrel eri	35
Tabl o 5.5	Brin di bđ gede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koord natları na gel en yatay ve düşey düzelt m el eri ni st at ist i k el eri	36
Tabl o 5.6	Brin di bđ ge i ğ n belirlenen dönüşüm parametrel eri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol nokt al arı na gel en düzelt m el er	36
Tabl o 5.7	İ ki n di bđ ge i ğ n ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametrel eri	38
Tabl o 5.8	İ ki n di bđ gede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koord natları na gel en yatay ve düşey düzelt m el eri ni st at ist i k el eri	40
Tabl o 5.9	İ ki n di bđ ge i ğ n belirlenen dönüşüm parametrel eri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol nokt al arı na gel en düzelt m el er	41
Tabl o 5.10	Ü ç ü n c ü bđ ge i ğ n ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametrel eri	42
Tabl o 5.11	Ü ç ü n c ü bđ gede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koord natları na gel en yatay ve düşey düzelt m el eri ni st at ist i k el eri	44
Tabl o 5.12	Ü ç ü n c ü bđ ge i ğ n belirlenen dönüşüm parametrel eri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol nokt al arı na gel en düzelt m el er	45
Tabl o 5.13	Dör d ü n c ü bđ ge i ğ n ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametrel eri	46
Tabl o 5.14	Dör d ü n c ü bđ gede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koord natları na gel en yatay ve düşey düzelt m el eri ni st at ist i k el eri	48
Tabl o 5.15	Beş i n di bđ ge i ğ n ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametrel eri	50
Tabl o 5.16	Beş i n di bđ gede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koord natları na gel en yatay ve düşey düzelt m el eri ni st at ist i k el eri	52
Tabl o 5.17	Ü ke geneli ndeki dönüşümde erlem ve boylam farkları i ğ n hesaplanan vari ogram parametrel eri	55
Tabl o 5.18	Ü ke gendi nde yapılan dönüşümden sonra erlem ve boylam farkları na gel en düzelt m el eri ni st at ist i k değ erl eri	57
Tabl o 5.19	Ü ke gendi i ğ n yapılan yatay koord nat dönüşümü sonucunda kontrol nokt al arı nda erlem ve boylam farkları na gel en düzelt m el eri ni st at ist i k el eri	58
Tabl o 5.20	Brin di bđ gedeki dönüşümde erlem ve boylam farkları i ğ n hesaplanan vari ogram parametrel eri	60

Tabl o 5.21.	Birinci bđgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeleri istatistik değerleri	61
Tabl o 5.22.	Birinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarında enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeleri istatistikleri	62
Tabl o 5.23.	İkinci bđgedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için hesaplanan varyans parametreleri	63
Tabl o 5.24.	İkinci bđgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeleri istatistik değerleri	65
Tabl o 5.25.	İkinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarında enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeleri istatistikleri	66
Tabl o 5.26.	Üçüncü bđgedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için hesaplanan varyans parametreleri	68
Tabl o 5.27.	Üçüncü bđgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeleri istatistik değerleri	70
Tabl o 5.28.	Üçüncü bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarında enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeleri istatistikleri	71
Tabl o 5.29.	Dördüncü bđgedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için hesaplanan varyans parametreleri	72
Tabl o 5.31.	Dördüncü bđgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeleri istatistik değerleri	74
Tabl o 5.32.	Beşinci bđgedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için hesaplanan varyans parametreleri	76
Tabl o 5.33.	Beşinci bđgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeleri istatistik değerleri	78

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2 1	Klasik yerel sistem	4
Şekil 2 2	Elipsoidal koordinat sistemi	4
Şekil 2 3	Eşpotansiyel yüzeyler	5
Şekil 2 4	Standart eşpotansiyel yüzeyler	6
Şekil 2 5	Yerel ufuk dik koordinat sisteminin	7
Şekil 2 6	Yerel ufuk dik koordinat sisteminin (Standart potansiyel)	7
Şekil 2 7	Yerel kutupsal koordinat sisteminin	8
Şekil 2 8	Ekvatorial sistem	9
Şekil 3 1	Üç boyutta mutlak datum ilişkileri (Mutlak Datum Parametreleri $X_0, Y_0, Z_0, \psi_0, \psi, \psi_w, S$)	11
Şekil 3 2	Üç boyutta bağıl datum ilişkileri (Bağıl Datum Parametreleri $u_0, v_0, w_0, \psi_0, \psi, \psi_w, S$)	12
Şekil 4 1	Kestirim Prodenin	18
Şekil 4 2	Ağırlıklı ortalama yöntemi ile elde edilen yüzey	20
Şekil 4 3	Variogram modeli ve bileşenleri	22
Şekil 4 4	Uygulamalarda kullanılan variogram modelleri	23
Şekil 4 5	Anizotropinin belirlenmesinde kullanılan diğips	24
Şekil 5 1	ED-50 – TUTGA-99A dönüşümünde kullanılan 220 adet ortak nokta	28
Şekil 5 2	ED-50 – TUTGA-99A dönüşümünde bölgesel dönüşümlerinin yapıldığı kektoriik yapısına göre belirlenmiş dan beş bölge	28
Şekil 5 3	Dönüşüm kontrolünde kullanılan noktalar	29
Şekil 5 4	Üç geneli için yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde uyumsuz bulunarak atılan noktalar	30
Şekil 5 5	Üç geneli için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler	31
Şekil 5 6	Üç geneli için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler	32
Şekil 5 7	Üç geneli için belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler	33
Şekil 5 8	Birinci bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde kullanılan ve uyumsuz bulunarak atılan noktalar	34
Şekil 5 9	Birinci bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler	35
Şekil 5 10	Birinci bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler	35
Şekil 5 11	Birinci bölge için belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler	36
Şekil 5 12	İkinci bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde kullanılan ve uyumsuz bulunarak atılan noktalar	38
Şekil 5 13	İkinci bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler	39

Şekil 5 14	İkinci bđ gei ğ in ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 düşey	39
	koordinatlarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 15	İkinci bđ gei ğ in belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan	40
	dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 16	Üçüncü bđgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde	42
	kullanılan ve uyumsuz bulunarak atılan noktalar	
Şekil 5 17	Üçüncü bđ gei ğ in ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50	43
	yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 18	Üçüncü bđ gei ğ in ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50	43
	düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 19	Üçüncü bđ gei ğ in belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan	44
	dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 20	Dördüncü bđgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde	46
	kullanılan ve uyumsuz bulunarak atılan noktalar	
Şekil 5 21	Dördüncü bđ gei ğ in ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50	47
	yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 22	Dördüncü bđ gei ğ in ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50	48
	düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 23	Dördüncü bđ gei ğ in belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan	49
	dönüşüm sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltme	
Şekil 5 24	Beşinci bđgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde	50
	kullanılan ve uyumsuz bulunarak atılan noktalar	
Şekil 5 25	Beşinci bđ gei ğ in ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 yatay	51
	koordinatlarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 26	Beşinci bđ gei ğ in ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50	51
	düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 27	Beşinci bđ gei ğ in belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan	52
	dönüşüm sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltme	
Şekil 5 28	Üke geneli için yapılan yatay koordinat dönüşümünde kullanılan	54
	ve erlem farklarının dönüşümünde uyumsuz bulunarak atılan	
	noktalar	
Şekil 5 29	Üke genelindeki dönüşümde erlem ve boylam farkları için	55
	belirlenen varyogram modelleri	
Şekil 5 31	Üke genelinde grid köşelerinde hesaplanan erlem farkları	56
Şekil 5 32	Üke genelinde grid köşelerinde hesaplanan boylam farkları	56
Şekil 5 33	Üke genelinde yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda	58
	kontrol noktalarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 34	Birinci bđgedeki dönüşümde erlem ve boylam farkları için	59
	belirlenen varyogram modelleri	
Şekil 5 35	Birinci bđgede grid köşelerinde hesaplanan erlem farkları	60
Şekil 5 36	Birinci bđgede grid köşelerinde hesaplanan boylam farkları	60
Şekil 5 37	Birinci bđgede yapılan dönüşümden sonra erlem ve boylam	61
	farklarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 38	Birinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda	62
	kontrol noktalarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 39	İkinci bđgedeki dönüşümde erlem ve boylam farkları için	63
	belirlenen varyogram modelleri	
Şekil 5 40	İkinci bđgede grid köşelerinde hesaplanan erlem farkları	64
Şekil 5 41	İkinci bđgede grid köşelerinde hesaplanan boylam farkları	64
Şekil 5 42	İkinci bđgede yapılan dönüşümden sonra erlem ve boylam	65
	farklarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 43	İkinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda	66
	kontrol noktalarına gelen düzeltmeler	
Şekil 5 44	Üçüncü bđgedeki dönüşümde erlem ve boylam farkları için	67
	belirlenen varyogram modelleri	

Şekil 5 45	Üçüncü bđ gede grid köşel eri nde hesaplanan erlem farkları	68
Şekil 5 46	Üçüncü bđ gede grid köşel eri nde hesaplanan boylam farkları	69
Şekil 5 47	Üçüncü bđ gede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeler	69
Şekil 5 48	Üçüncü bđ gede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltmeler	70
Şekil 5 49	Dördüncü bđ gedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için belirlenen varyogram modelleri	72
Şekil 5 50	Dördüncü bđ gede grid köşel eri nde hesaplanan erlem farkları	73
Şekil 5 51	Dördüncü bđ gede grid köşel eri nde hesaplanan boylam farkları	73
Şekil 5 52	Dördüncü bđ gede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeler	74
Şekil 5 53	Dördüncü bđ gede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltme	75
Şekil 5 54	Beşinci bđ gedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için belirlenen varyogram modelleri	76
Şekil 5 55	Beşinci bđ gede grid köşel eri nde hesaplanan erlem farkları	77
Şekil 5 56	Beşinci bđ gede grid köşel eri nde hesaplanan boylam farkları	77
Şekil 5 57	Beşinci bđ gede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeler	78
Şekil 5 58	Beşinci bđ gede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltme	79

SEMBOL LİSTESİ

ΔX	: X Ekseri Kayıklığı
ΔY	: Y Ekseri Kayıklığı
ΔZ	: Z Ekseri Kayıklığı
ω_X	: X Ekseri Dönüklüğü
ω_Y	: Y Ekseri Dönüklüğü
ω_Z	: Z Ekseri Dönüklüğü
ΔS	: Öçek Faktörü
h_{ED-50}	: ED-50 Eipsad Yüksekliği
H	: Otometrik Yükseklik
N_A	: Astrjeodezik Jedd Yüksekliği
$d\phi$	: Enlem Farkı ($\phi_{TUTGA99A} - \phi_{ED50}$)
$d\lambda$	: Boylam Farkı ($\lambda_{TUTGA99A} - \lambda_{ED50}$)

TÜRKİYE'DE AVRUPA DATUMU 1950 (ED-50) İLE TÜRKİYE ULUSAL TEMEL GPS AĞI 1999 (TUTGA-99A) ARASINDA DATUM DÖNÜŞÜMÜ

ÖZET

Türkiye'de temel jeodezik ağırla ilgili çalışmalar 1932 yılında başlamış olup, I. ndi Derece Yatay Kontrol ağı'nın kuruluşu 1950'li yılların başında tamamlanmış ve 1954 yılında dengelenmiştir. Böylece Türkiye Ulusal Datumu-1954 (TUD-54) tanımlanmış ve daha sonra bu datum ED-50'ye dönüştürülmüştür. Türkiye'deki bölgesel bozulmaların bir sonucu olarak ED-50 pratik ihtiyaçları karşılayamaz duruma gelmiştir. Yeni bir jeodezik ağı gereksinimi duyulmuş ve bu ağı GPS teknolojisi ne dayalı olarak öngörülmüştür. Bu nedenle yeni temel jeodezik ağı 1997-1999 yılları arasında yapılan ölçme ve değerlendirme çalışmaları sonucunda kurulmuş ve TUTGA99A olarak adlandırılmıştır.

Türkiye'de pratikte iki farklı datum kullanılmakta olup bu datumlar arasındaki dönüşümün belirlenmesi kaçınılmaz olmuştur (ED-50 - TUTGA99A). Bu datumlar arasındaki dönüşümü iki farklı yöntemle ve her iki datumda koordinatı bilinen 220 noktaya kullanılarak belirlenmiştir.

Birinci yöntemde dönüşüm yedi parametreyi benzerlik dönüşümü ile belirlenmiştir. İkinci yöntemde ise dönüşüm datumlar arasındaki yerleşim ve boyut farklılıklarının 3 x 3'lük grid köşelerinde ayrı ayrı belirlenmesi ve daha sonra dönüştürülmek istenen herhangi bir noktada bu farkların hesaplanması biçiminde yapılmıştır.

Ayrıca bu iki yöntemül keder tektori k plaka sınırlarına göre belirlenmiş olan beş adet bölgede ayrı ayrı uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Koordinat sistemi, datum, ED-50, TUTGA99A, datum dönüşümü

DATUM TRANSFORMATION BETWEEN EUROPEAN DATUM 1950 (ED-50) AND TURKISH NATIONAL FUNDAMENTAL GPS NETWORK 1999 (TFGN99A) IN TURKEY

SUMMARY

The fundamental geodetic network studies in Turkey have been initiated in 1932 and establishment of First-Order Horizontal Control Network was accomplished in early 1950's and adjusted in 1954. Thus Turkish National Datum 1954 (TND-54) was defined and afterwards this datum was transformed into ED-50. Due to the regional distortions in Turkey, ED-50 became unable to meet the practical demands. A need for a new national geodetic network emerged and it was considered to be based on GPS technology. Therefore the new fundamental geodetic network was established through the measurements and processing studies between the years 1997 and 1999 and called Turkish National Fundamental GPS Network 1999 (TFGN99A).

In Turkey, currently two different datums are in use and it became inevitable to determine the transformation between these datums (ED-50 and TFGN99A). The transformation between these datums was determined utilizing two different methods and 220 points, the coordinates of which are known in both datums.

In the first method the transformation was determined by the "similarity transformation of seven parameters". In the second method, the transformation was made by obtaining the latitude and longitude difference separately at 3×3 grid corners and by predicting these differences at any desired point to be transformed.

Also, these two methods were applied to the five regions separately which were determined according to tectonic plate borders in the country.

Key Words : Coordinate system, datum, ED-50, TFGN99A, datum transformation

1 GİRİŞ

Klasik jeodezik ülke kontrol ağı uygulamasında genelde olarak, referans yüzeyleri birbirinden farklı olan yatay kontrol (nireng) ağı, düşey kontrol (nivelman) ağı ve gravite ağı olmak üzere ayrı ayrı kurulur. Ülke yatay kontrol ağı için referans yüzeyi olarak ülkeden ülkeye değişen bir döneldipsi alınırken, düşey kontrol ağı için referans yüzeyi olarak genellikle jeoid seçilir. Gravite ağı için ölçülerin yapıldığı fiziksel yeryüzü temel alınmaktadır.

Jeodezik kontrol ağının ayrı kurulması ve referans yüzeylerinin farklı alınmasının nederi; her üç ağın birlikte elde alınarak üç boyutlu bir ağı birliğinde oluşturulması ve hesaplanması da karşılaşılan güçlüklerle yakın zamana kadar hesaplama araç ve gereği de üç boyutlu ağın gerektirdiği yoğun hesabı kaldıramaması ve harita üretimi gereksinimlerini çabuk bir biçimde karşılayabilmektedir.

Yatay ve düşey konum belirlenmeye yarayan ölçüler fiziksel yeryüzünde yapıldığına göre hesapların da aynı yüzeyde yapılması büyük kolaylık sağlar. Ancak, fiziksel yeryüzü matematiksel olarak ifade edilemediğinden, uygulamada bunun yerine yeryuvarının biçimini deerek jeoid benimsenmiştir. Jeoid nispeten basit bir analitik fonksiyonla kolayca tanımlanamaması nedeniyle, en uygun yüzey olarak ortalama yerdipsi kabul edilmiştir. Böylece her ülke, yatay konum ağı için referans yüzeyi olarak döneldipsi yüzeyini, düşey konum ağı için referans yüzeyi olarak jeoid esas almıştır.

Jeodezi de üç boyutlu ağı deerek görülmekle birlikte bugün hala bu ağlar ayrı ayrı kullanılmaktadır. Çünkü üç boyutlu kartezyen koordinatların algılanması ve fiziksel ortan hali ilişkilendirilmesi zordur. İnsanlar ufuk sistemini daha kolay algırlar ve çevreleri ile ilişkilendirirler. Üç boyutlu ağlar, uydu teknikleriyle kolay gerçekleştirilebilmekte ve belli bir sistemde noktaların X, Y, Z jeodezik dik koordinatları ya da φ, λ, h jeodezik eğri koordinatları elde edilmektedir. Uydu teknikleriyle üç boyutlu ağ kurmak ve sıklastırmak klasik yöntemle göre çok hızlı, çok daha az zahmetli, daha duyarlı ve kullanılan aletlerin maliyetleri dışında çok daha ekonomiktir.

Harita üretimi için ihtiyaç duyulan Ulusal Temel Jeodezik Ağının (Yatay Kontrol (Nireng), Düşey Kontrol (Nivelman), Gravite ve Manyetik) ayrı ayrı kurulması

alışmalarına 1930'lu yıllarda başlanmış ve çalışmalar 1960'lı yılların sonlarında tamamlanmıştır. Halen kullanılmada olan Yatay Kontrol (Nirengi) Ağı Avrupa Datumu (European Datum 1950 (ED-50))'nda, Düşey Kontrol (Nivelman) Ağı'nın datumu, Antalya Mareograf İstasyonunda belirlenen ortalama deniz seviyesine göre, ve Ulusal Temel Gravite Ağı IGSN-71(International Gravity Standardization Network-1971) datumundadır.

1934 – 1954 yılları arasında ülke genelinde yürütülen yoğun jeodezik çalışmalar sonucu duşturulan Türkiye Ulusal Datumu- 1954 (TUD-54); tekndk ve bilişsel gelişmeler ile özellikle ülkemizde olan depremler nedeniyle jeodezik lme doğrudğunun çok üzerinde yatay ve düşey konum değşiklikerinin duşması sonucu sürekli deforasyona uğrayarak zaman içerisinde jeodezi ihtiyaı karşılayamaz duruma gelemiş ve yeri bir datumduşturma zorurluğu doğmuştur.

Bununla birlikte 1980'li yıllarda ülkemizi ntanıştığ Global Konumlama Sistemi (GPS) tekndsi ile günümüzde yüksek doğrudğalaşılmış ve jeodezi uygulamasını tümüyle değştiren gelişmeler yaşanmaktadır.

Bunun yanında son 10 yılda yapılan jeodezik ölçmelerin genel olarak GPS'in dayandığ WGS-84 datumunda yapılması, Türkiye'nin haritalılık alanında NATO (North Atlantic Treaty Organization)'ya karşı WGS84 sisteminde harita rdini taahhüt etmesi, GPS tekndsini jeodezi topluluğunda yoğun olarak kullanılmaya başlanması ile ortaya çıkan GPS'e dayalı noktasıkkıştırması ihtiyaının hızla artışı gibi nedenlerle lkemizde GPS tekndsine dayalı bir ağınduşturulması ihtiyaı ortaya kmıştır.

Bu doğrutuda Türkiye Ulusal Temel Yatay Kontrol Ağı'nı yaşatmak yerine  boyutlu, zaman değşkerli, GPS tekndine dayalı, yüksek duyarlıklılı, uygun dağlında ulaşım kolay noktalardan duşan yeri ve ağdaş bir Ulusal Temel Jeodezik Ağı'nın kurulmasının daha uygun olacağı sonucunun gündeme oturması nedeniyle, Harita Genel Komutanlığ ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğünün ortak çabaları ile, 1997–1999 yılları arasında, GPS tekndsine dayalı Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999 (TUTGA99) duşturulmuştur 1999 ve 2000 yılında ülkemizde meydana gelen depremler sonrasında bir kısım leri yerilenen bu ağa TUTGA99A adı verilmiştir.

Bu çalışmada, ülkemizde halen kullanılmakta olan bu iki datum arasında yüksek doğrudklı datum dönüşümünün yapılması danaklarını araştırılmıştır.

2 JEODEZİ DE KOORDİ NAT Sİ STEMLERİ

Uzayda koord nat si stemleri; yapılan jeodezik d çü leri nt anı nı andı ğ veya hesap ları n yapıldı ğ si stemlerdir. Jeodezik koord nat si stemleri, astronomik d çü leri n tanı nı andı ğ gök (uzay) koord nat si stemleri veya jeodezik d çü ve hesap ları n tanı nı andı ğ ve yapıldı ğ yere bağı (yersel) koord nat si stemleri şeklinde iki temel kategoriye ayrılabilir (Kılıçoğ u, 1995).

2.1 Yersel Koord nat S stemleri

Yersel koord nat si stemleri bir, iki veya üç boyutlu d abilir. Yersel koord nat si stemlerinin tanı nı anmasında en büyük zorluk yerin fiziksel özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Yer in fiziksel özelliklerinin matematik açıklamalarının tam d maması ; fiziksel ortamda yapılan jeodezik d çü leri le, tamamen geometrik ortamda yapılan hesap lamalar arasında kesin bağı ntı ların kurul masını engellemektedir. Bu nedenle d çü leri n ve bazı hesap lamaları n yapıldı ğ fiziksel ortamda doğal koord nat si stemleri, hesap lamaları n yapıldı ğ geometrik ortamda da referans koord nat si stemleri tanı nı anmaktadır. Yer in fiziksel özelliklerinin günümüzde daha duyarlı ve doğru belirlenmesi sonucunda doğal koord nat si stemleri ile referans koord nat si stemleri arasındaki fark azalmaktadır. Örneğ i n tamamen yer in fiziksel özelliklerine bağı lı olarak tanı nı anan jeodezik hesap lamalarda bir referans yüzeyi d arak kullanılması bunun bir göstergesi d arak yorumlanabilir.

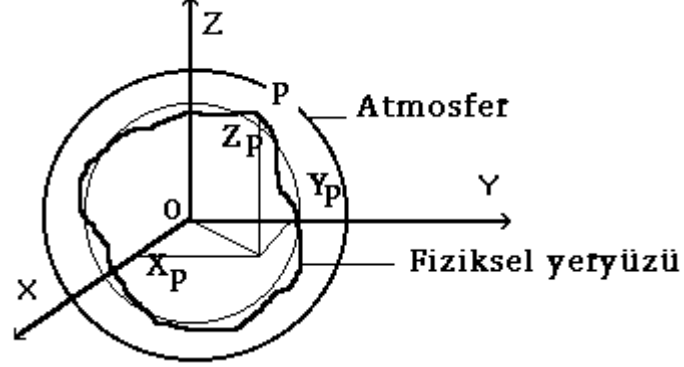
Jeodezinin amaçlarına uygun tanı nı anılabilecek ilk koord nat si stemi üç boyutlu kartezyen koord nat si stemi d abilir. Üç boyutlu kartezyen koord nat si stemi başlangıç noktası uzayda sabit d an (genellikle yer in ağırlık merkezi d arak seçilir), üç adet bir parametredir yüzeyden d uşan, keskin ve her noktada türevi alınabilen ve nokta koord nat ları nı teker teker leri d arak ifade edildi ğ bir koord nat si stemi dır. Yer iğ in böyle bir koord nat si stemi nı tanı nı anabilmesi iğ in başlangıç noktası ve eksenlerin doğrultuları ile eksenlerdeki birim uzunluk belirlenmelidir. Bu şekilde tanı nı anacak üç boyutlu kartezyen koord nat si stemi ,

Başlangıç noktası (O) : Okyanuslar ve atmosfer de dahil d mak üzere yer in ağırlık merkezi

Z ekseni : Yer in dönme ekseni ile çakışık

X eksen i : Ekvator düzlen i i ğinde yer al mak koşulu yla Greenwich meridyeni nden geçen doğrutu

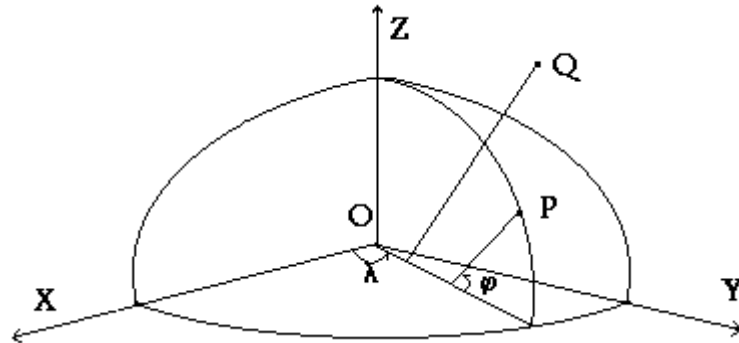
Y eksen i : Ekvator düzlen i üzerinde ve X ve Y eksenleri ne dik ve sağ el koordnat sistemi düşt uracak şekilde seçilir (şekil 2 1).



şekil 2 1: Klasik yersel sistem

Jeodezi de kullanılan ikinci bir koordnat sistemi ise tanı nlanan bir Kartezyen koordnat sistemi ile doğrudan ilişkili bir eğri koordnat sistemidir; "Eli psi dal Koordnat Sistemi". Başlangı ğ noktası Kartezyen koordnat sistemin başlangı ğ noktası ile ęakıřık ve büyük yarı eksen i XY düzleninde (ekvator düzlen i) bulunan bir dönel eli psi d ve bu eli psi de göre tanı nlanan yüzeyler ile eli psi dal koordnat sistemi tanı nlanabilir. Bir P noktasından inilen eli psi d normalinin sabit X, Y ve Z eksenleri ne göre enlemi ve boylamı tanı nlanabilir. Enlem ve boylam ile eli psi d üzerindeki bir P noktası tek aralı nı d arak (şekil 2 2) tanı nlanabilir.

Ancak eli psi d üzerinde dı mayan bir Q noktasını tanı nlanabilmesi i ğin enlem ve boylama ek d arak üçüncü bir parametreni tanı nlanması gerekir. Her durumda üçüncü koordnat d arak alı nabilecek d an ve her biri konumun bir skal ar fonksiyonu d an değerleri aşağı da veril mektedir (Hotine, 1957) ;

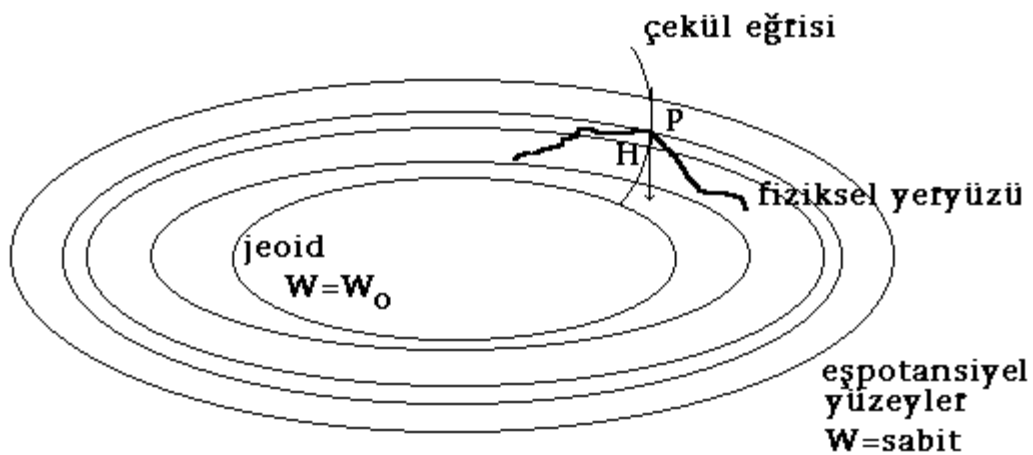


şekil 2 2: Eli psi dal koordnat sistemi

a. Yer potansi yeli (Ψ ,

Bu durumda noktadan inilen normal, Astronömik başucu (zerit) doğrultusudur ve astronömik erlem ve boylamdoğrudan ölçülür.

Yerin çeki m etkisinden kaynaklanan yerpotansiyeli W astronomik başucu doğrultusu boyunca çeşitli değerler alır ve her noktadan bir yüzey geçer. Bu yüzeylerin her birinde yerpotansiyeli aynı olduğundan, bunlara eşpotansiyel yüzeyler denir ve uzaydaki bir Q noktasından da bir eşpotansiyel yüzey geçer. Bu eşpotansiyel yüzeyin belirlenmesi ile noktanın üçüncü koordinatı belirlenmiştir (Şekil 2.3). Bu tanıma duyarlı ve yüksek doğruluk jeodezik hesaplamaları için uygun değildir, ancak, üçüncü koordinatının yapılacak diğer tüm tanımlara temel oluşturur. Çünkü fiziksel ortamda yapılan çoğu jeodezik ölçme bu sistemde yapıldığından diğer sistemler ile bu sistem arasında mutlaka bir ilişki kurulmalıdır:

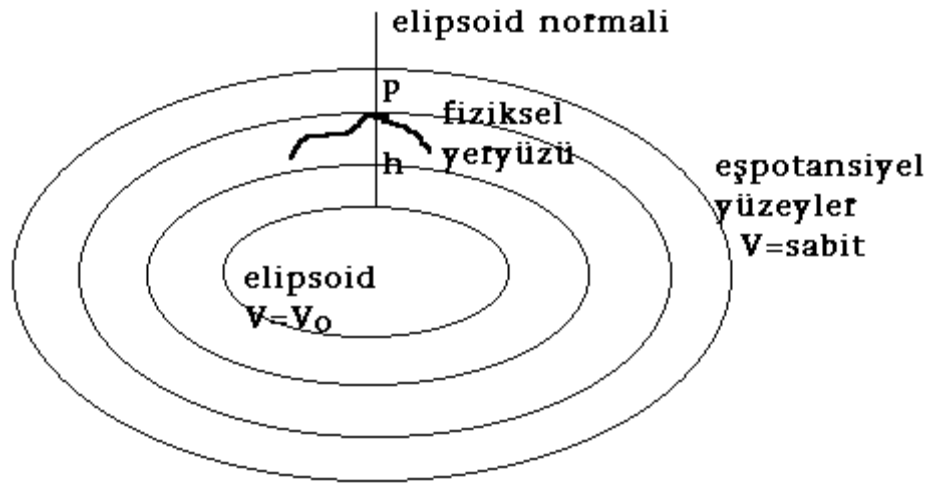


Şekil 2 3: Eşpotansiyeel yüzeyler

b. Standart Potansiyele (V),

Yerin kabul edilen kitlesi ne göre merkezden başlıyarak hesaplanan siyeretik bir dandır. Bu danın eşpotansiyel yüzeylerinden bir tanesi de bir sferdir dabilir. Uzaydaki bir Q noktasından geçen eşpotansiyel yüzey normal boyunca yüzeyler birbirine paraleldir ve bir eşpotansiyelli yüzeyin normal değerlerine de diktir. Bu yüzeylerden bir tanesi referans yüzeyi olarak seçilirse (örneğin elipsoid) elipsoid yüzeyinden başlayarak noktaya kadar elipsoid normal boyunca ölçülen yükseklik (elipsoid yüksekliği, h) ile noktanın üçüncü koordinatı bildirilebilir. Bu referans sisteminde jeodezik hesaplamalar yapılabilir (Şekil 2.4).

Üçüncü koordinat olarak yerpotansiyeli seçildiğinde, seçilen bir referans eşpotansiyel yüzey ile uzaydaki bir Q noktasından geçen eşpotansiyel yüzey arasındaki potansiyel farkı üçüncü koordinat olarak verilebilir. Veya benzer şekilde iki eşpotansiyel yüzey arasındaki çekül eğrisi boyunca ölçülen yükseklik farkı (ortometrik yükseklik, H) üçüncü koordinat olarak verilebilir. Noktanın potansiyel farkı ile ortometrik yüksekliği arasındaki ilişki, seçilen yükseklik sisteminin ile doğrudan ilişkilidir (Häskanen and Moritz, 1967). Ortometrik yükseklik tanımı için seçilen referans eşpotansiyel yüzey olarak "jedi" adı verilen yüzey seçilmiştir. Durgun okyanusların yüzeyi de belirli bir eşpotansiyel yüzey olarak kabul edilebilir. Bu özel seçilen eşpotansiyel yüzey C. F. Gauss tarafından "yerin matematiksel şekli" olarak tanımlanmış ve daha sonra "jedi" olarak isimlendirilmiştir. Jedi fiziksel jeodezinin temel yüzeyi olarak kabul edilebilir (Şekil 2.3) (Häskanen and Moritz, 1967; Gürkan, 1984).

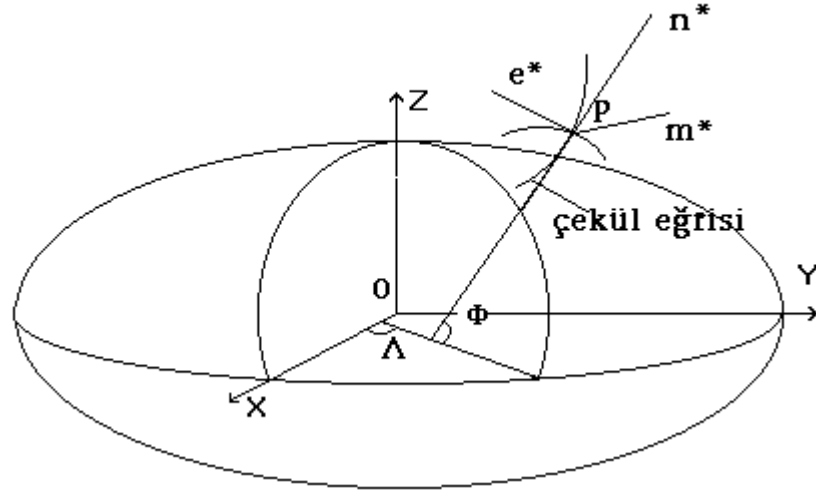


Şekil 2.4: Standart eşpotansiyel yüzeyler

Jeodezi de yere bağlı koordinat sistemlerine ek olarak noktaya bağlı koordinat sistemleri de tanımlanabilir ve bunlara kısaca Yerel koordinat sistemleri denir. Bu sistemler :

- a. Yerel ufuk dik koordinat sistemi (sd d) (e, n, n) (e^*, n^*, n^*)

Bu koordinat sisteminin tanımlanması yerpotansiyelinin veya standart potansiyelin seçimine göre değişmektedir (Şekil 2.5). Yerpotansiyeli seçildiğinde (e^*, n^*, n^*);



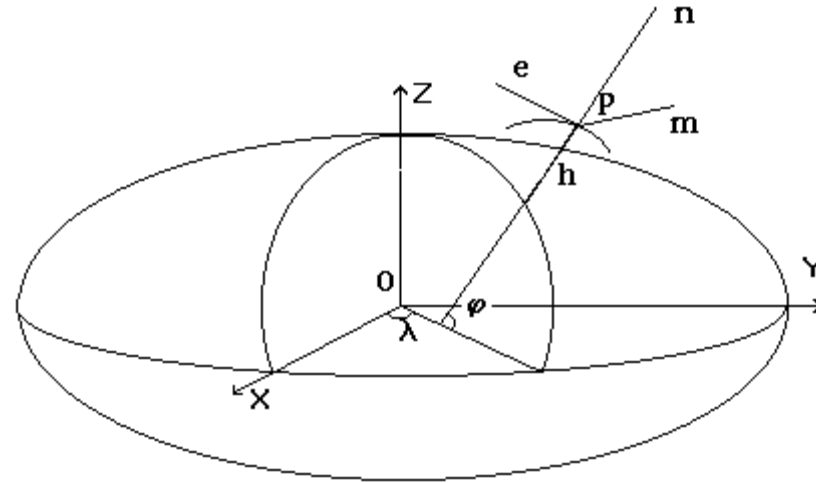
Şekil 2.5: Yerel ufuk d k koordinat sistemi

n^* : noktada eşpotansiyel yüzeyi n d ş normal i (çekül doğrusu)

e^* : çekül doğrusunu (n^*) da i ğinde bul unduran astronomik meridyen düz leni i ğerisinde ve n ekseri ne d k doğr utuda (kuzey) tanı nı anır

m^* : n^* ve e^* ekserleri ne d k ve doğu doğr utusu.

Standart potansiyel se ğild ğinde ise yerel ufuk d k koordinat sistemi (e, m, n) (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Yerel ufuk d k koordinat sistemi (Standart potansiyel)

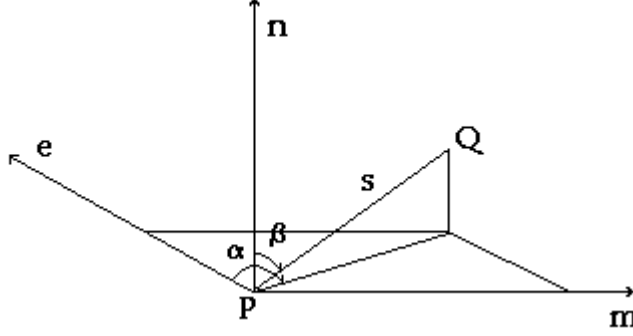
n : di psel d normal i

e : meridyen düz leni i ğerisinde ve n ekseri ne d k

m : n ve e ekserleri ne d k ve doğu doğr utusu.

b. Yerel kutupsal koordinat sistemi (S, α, β)

Bu koordinat sistemi yerel dik koordinat sisteminin içerisinde tanımlanır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Yerel kutupsal koordinat sistemi

α : P ve Q noktasından geçen ve (em) düzlemine dik olan düzlem ile (en) düzlemi arasında saat yönü istikameti içinde ölçülen açı (Azimut)

S : P ve Q noktaları arasında uzaysal uzaklık

β : n ekserinden P ile Q noktalarını birleştiren doğruya kadar ölçülen açı (başucu açısı).

2.2 Uydu Jeodeziğinde Kullanılan Koordinat Sistemleri

Uygun, iyi belirlenmiş ve üretilebilir koordinat sistemleri uydu hareketlerinin belirlenmesi, ölçülerin modellenmesi ve sonuçların yorumlanabilmesi için temel teşkil eder. Birçok yerli uydu ölçme tekniğinin doğruluğunun artmasıyla referans koordinat sistemlerinin doğruluğunun artması ihtiyacı doğmaktadır.

Uydu jeodeziğinde kullanılan referans koordinat sistemleri doğal olarak global ve yer merkezidir. Çünkü, uydu hareketi yerin kitlelerinin ağırlık merkezine göre belirlenmektedir. Buna karşılık olarak yerel sistemler doğal olarak yereldir ve genellikle yerel referans koordinat sistemlerinde tanımlanırlar. Bu iki sistem arasındaki ilişki yeterli doğrulukta bilinmelidir. Göreci konum ve yöneltme zamanla bağlı olarak değiştiğinden, ölçü zamanının kaydedilmesi ve modellenmesi de gittikçe artan bir önem kazanmakta ve önemli bir rol oynamaktadır (Seeber, 1993).

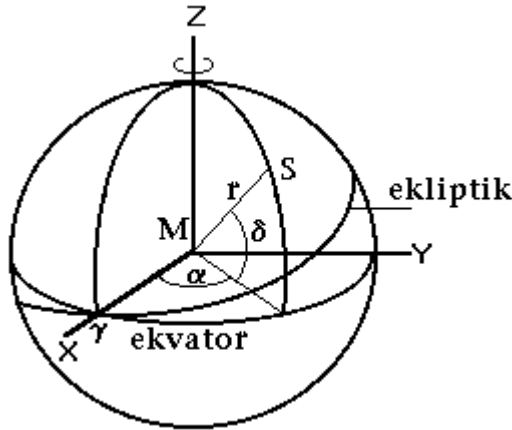
Uydu jeodeziğinde birçok değişik ölçü yönteminin sonucu, bu yöntemlerle ilgili özel referans koordinat sistemleri içerisinde tanımlanır. Bu özel sistemler özdeş olmak zorunda değildir, çünkü her biri ayrı tanımlanır ve ayrı verilere bağlıdır. Bu özel sistemler arasındaki duyarlı dönüşüm eşitliklerinin oluşturulması uydu jeodeziğinin önemli görevlerinden birisidir.

Uydu jeodezi si nde i ki si stem ger e ki dr ;

* Uydu hareketi ni n ta ni m i an ma sı i ğ in uzaya ba ğ lı (space-fixed) i ner si ya l ko ord na t si stem i (Conventi onal Inerti al System- Q S)

* Nok ta ko ord na t l a r ı n ı n bel ir len me si ve uydu jeodezi si sonu ğ a r ı n ı n ta ni m i an ma sı i ğ in yer mer ke zi (earth-fixed) yer sel re fe ran s si stem i (Conventi onal Terrestri al System CTS)

New to n l un ha re ket ka nu nu an cak i ner si ya l bi r si stem de ge çe r li dr. İ n san ya p ı sı uydu a r ı n ha re ket i i le i li gli ha re ket te o ri si b ö y l e bi r si stem e g ö re t ü r ü l m i ş ti r. K ü re sel As tro no mi de her han ğ bi r To a n ı n da ve ri len ek va t o r d l si stem (Ş e ki l 2 8) i ner si ya l re fe ran s si stem i i ğ ni yi bi r ya kl a ş ı m d ı ş t ır ma kt a d ır. G ü n ü m ü z de i ner si ya l si stem a s tro no mi k ka t sa y ı l a r si stem i ne ek d a r a k (USNO1983) ve ri len sa y ı da te me l y ı l d l a r ı n ha re ket l e ri ve ko nu m l a r ı n ı g ö s te re n ka t a d o ğ h a l i n de i fa de e d i l m e k t e d r. İ ner si ya l si stem i n ba ş l a n ğ ı ç no k ta sı n ı n ye ri n a ğ r ı l ı k mer ke zi i le ç a k ı ş t ı ğ va rs a y ı l ı r. Z ek se ri ri n (+) y ö n ü ku ze y ku t bu na ve X ek se ri ri n (+) y ö n ü bi ri n d i d ü ğ ü m no k ta sı na (γ) (First po int of Aries) y ö n d ü t i l m i ş ti r. Y ek se ri ise bi r sa ğ d l si stem i ta ni m l a ya ca k ş e ki l de se ğ i li r. B ö y l e bi r re fe ran s si stem i n K l a s i k İ ner si ya l S i stem (Q S) a d ı n ı d ır. An cak ye ri n a ğ r ı l ı k mer ke zi ye ri n g ü ne ş e t ra f ı n d a ki y ı l l ı k d ö n ü ş ü ne de ri y l e ha re ket e t t i ğ i n den , qua si-i ner si ya l si stem i s i n de ku l a n ı l m a k t a d ır.



Ş e ki l 2 8: Ekv a t o r d l si stem

Uygun bir yer merkezli sistemin çok iyi tanımlanmış şekilde yer ile bağıntısı sağanmalıdır. Böyle bir klasik yerel koordinat sistemi (CTS) global bir jeodezik ağıntemel noktalarının kartezyen koordinatları kümesi halinde gerçekleştirebilir. Bu sistem ortalama kutup ekseri doğrultusunda (Conventi onal Terrestri al Pole- CTP) ve ekvator üzerindeki 0° meridyeni (Greenwich ortalama meridyeni) doğrultusunda

duşturulmuştur. CTS ayrıca yer merkezli ve yere bağlı (earth centered and earth fixed) bir koordinat sistemidir.

Uzaya bağlı ekvatorial sistem (GS) ile klasik yerel sistem (CTS) arasındaki dönüşüm;

* presesyon

* nutasyon

* kutup hareketlerini de içeren dünyanın dönmesi

etkilerini hesaba katan dönüşükler ile ifade edilir. Bu dönüşükler matris işlenir şeklinde gösterilebilir. Gök küre (Selastial küre) üzerinde ve konum vektörü $\underline{r}$ ile verilen bir nokta için

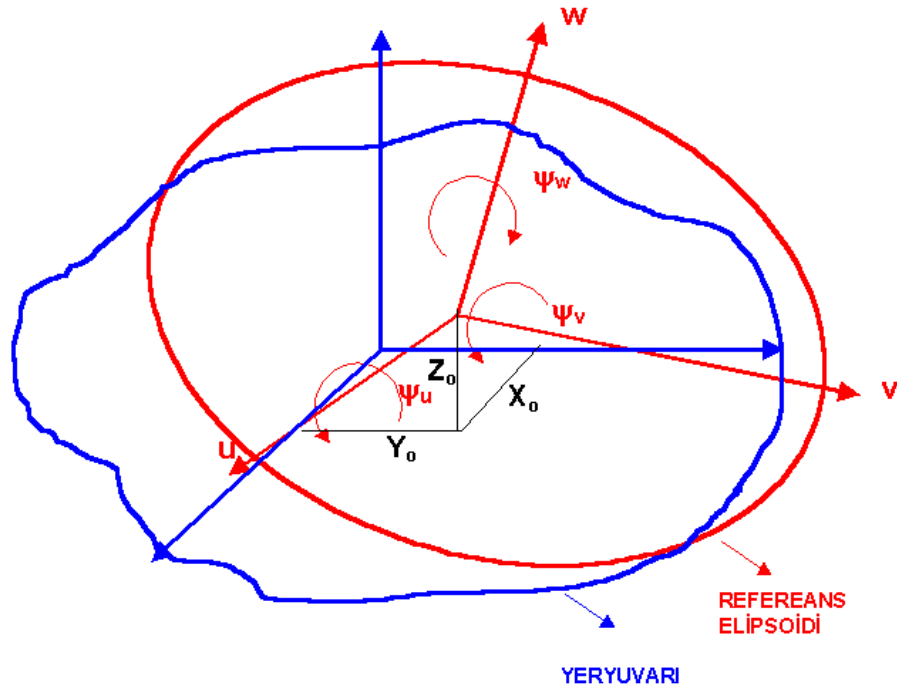
$$\underline{r}_{CTS} = \underline{S} \underline{N} \underline{P} \underline{r}_{GS} \quad (21)$$

eşitlik yazılabilir.

3 DATUM VE DATUM DÖNÜŞÜMÜ İLE İLGİLİ KAVRAMLAR

3.1 Datum ve Datum Dönüşümü

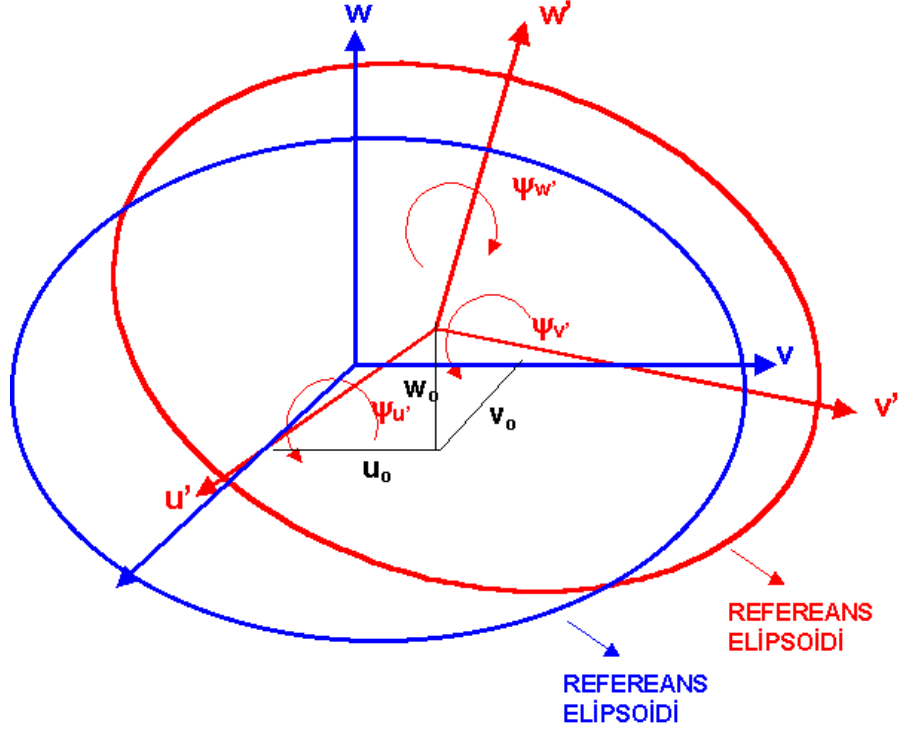
Referans koordinat sistemlerinin tanımlanmasında esas olan referans elipsoidin doğal ortak dik koordinat sistemine göre konumuna “mutlak datum”, bu konumu belirlemeye yarayan büyüklüklere “mutlak datum parametreleri”, bu parametrelerin belirlenmesi ve belirlenen parametreler ile referans koordinat sistemleriyle doğal koordinat sistemi arasındaki üç boyutta benzerlik dönüşümüne “mutlak datum transformasyonu” adı verilir (Şekil 3.1). Oluşturulan gördü bir ağ konumu ile bir koordinat sistemi arasında bağlantı kurma işine de “datum problemi” adı verilir.



Şekil 3.1: Üç boyutta mutlak datum ilişkileri (Mutlak Datum Parametreleri : $X_0, Y_0, Z_0, \psi_u, \psi_v, \psi_w, S$)

Aynı ya da farklı geometrik parametreler ile tanımlı iki ayrı referans elipsoidine bağlı olarak tanımlanmış koordinat sistemleri konu edildiğinde, bu sistemler arasında bir

dönüşüm söz konusu ise yukarıdaki datum tanımlarındaki “mutlak” kelimesi yerine “bağıl (rölatif)” kelimesi kullanılır. Buna göre, “bağıl datum”, “bağıl datum parametreleri” ve “bağıl datum transformasyonu” tanımları elde edilir (Taştan, 1986) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Üç boyutta bağıl datum ilişkileri (Bağıl Datum Parametreleri : $u_0, v_0, w_0, \psi_{u'}, \psi_{v'}, \psi_{w'}, S$)

Üç boyutlu bir jeodezik datum genelde olarak; başlangıç noktasının enlemi (φ_0), başlangıç noktasının boyları (λ_0), başlangıç noktasının jeodetik yüksekliği ve referans yüzeyi olarak seçilen elipsoidin iki parametresi olmak üzere 5 parametre ile tanımlanır. Sistemin yönlendirilmesi (orantasyonu) ise Laplace Azimut Eşitliği ile sağlanır. Noktaların astronomik koordinatları, noktalar da hesaplanan çekül sapması bileşenlerinin ve noktaların jeodezik koordinatlarının bir fonksiyonu olarak hesaplanabilir. Böylece bağıl datumdan mutlak datuma geçiş gerçekleştirilebilir.

Bir boyutlu nivelman ağının datum probleminin çözümünde, jeodetik veya ortalama deniz seviyesi veya herhangi bir yüzey başlangıç yüzeyi datum olarak alınırken, yatay kontrol ağları ile ilişkili datum probleminin çözümünde genellikle iki başlangıç (orijini), bir ölçek ve bir dönüklük olmak üzere dört parametreye ihtiyaç duyulur. Üç boyutlu jeodezik ağlarda, üç orijini, üç dönüklük ve bir ölçek olmak üzere yedi parametre ile datum problemi çözülmetedir.

Mutlak ve bağıl datum transformasyonlarında, geometrik jeodeziye ait bilgiler kullanılabilceği gibi fiziksel jeodezinin konusuna giren büyüklüklerden de yararlanılabilir.

Üke jeodezik temel ağı bir, iki ve üç boyutlu olarak kurulabildiğinden, gerektiğinde yapılacak datum dönüşümleri bir, iki ve/veya üç boyutta gerçekleştirilmektedir.

Boyutu ne dursa olsun datum dönüşümleri;

- a. Komşu ülke sınırlarında yapılan ortak çalışmalarda, her ülkenin datumunun farklı olması durumunda kullanılan nokta koordinatlarını tek bir datumda ifade edilmek istenmesi,
- b. Aynı paktta üye ülkelerin düzenleyecekleri ortak bir harekatta kullanılacak haritaların tek bir datumda üretiminin gerekmesi,
- c. Bir ülkede birden fazla kurulan ulusal temel ve lokal ağlar arasında bağlantı kurulmasının gerekmesi durumlarında gerçekleştirilebilmektedir.

3.2 Türkiye’de Kullanılan Jeodezik Datumlar

Harita üretiminin amacıyla ülkemizde açı, kenar, astronomik erlem boylamazi mutgibi yersel ölçülerle kurulan Üke Temel Yatay Kontrol Ağı’nın dayandığı ED-50 datumu ile GPS ölçüleri ile düştürülen ITRF96 referans sisteminde düştürülen Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999 (TUTGA-99)’ dayandığı WGS-84 datumu ile bu datumlardan bağımsız olarak düştürülen yükseklik sistemleri kullanılmaktadır.

3.2.1 Üke Temel Yatay Kontrol Ağı Datumu (Avrupa Datumu 1950 (European Datum 1950 (ED-50)))

Ükenizde temel jeodezik ağı ilk kuruluş çalışmaları, 1934 yılından itibaren İnci Derece Yatay Kontrol Ağı kapsamında nokta tesisi, yatay ve düşey açı, baz ve astronomik ölçüler ile başlatılmıştır. Ayrıca düşey datumu belirlemek amacıyla 1935 yılında Antalya mareograf istasyonu kurulmuştur. İnci Derece Yatay Kontrol Ağı, 1950’li yılların başlarına kadar yapılan çalışmalarla düştürülmüş, Meşedağ noktası başlangıç alınarak 1954 yılında dengelenmiş ve Türkiye Ulusal Datumu- 1954 (TUD-54) düştürülmüştür. 786 noktadan oluşan TUD-54 ün hesabında çekül sapması ve jeodizin bilinmemesi, gravite ağı’nın henüz düştürülmemesi ve düşey datum tanımındaki belirsizlik nedenleriyle, açı, baz ve astronomik ölçülerle tam olarak

getirilemeyen düzeltmeler ağda bozulmalara neden olmuştur. Ancak TUD-54'ün, yersel ölçülerle oluşturulan klasik jeodezik temel yatay kontrol ağarından beklenen 1-2 ppm doğruluk sağandığı belirlenmiştir. TUD-54'ün Avrupa Datumu-1950 (ED-50)'ye dönüşümü, Bulgaristan ve Yunanistan'da yer alan, ED-50 sisteminde koordinatları bilinen 8 ortak noktanın, bağlantı ölçüleri ile hesaplanan TUD-54 koordinatlarından yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. TUD-54 ile ED-50 arasındaki dönüşümün doğasına bağlı olarak sistematik bozulmalar beklenmektedir (Ayhan ve diğ., 2001).

ED-50 datumunda, referans elipsoidal olarak Uslar arası 1924 Elipsidi ($a=6378388$ m, $b=6356911.9461$; $f=1/297$; $e=0.08199188998$), başlangıç meridyeni olarak Greenwich Meridyeni alınmıştır. Bu sistemde elipsoidal eğimden çok sık, jeodezik ve astronomik koordinatlarının aynı varsayıldığı temel nokta Potsdam'daki Almanya'daki Helmert turm noktası ($\varphi=52^{\circ} 22' 51''.446$ N, $\lambda=13^{\circ} 03' 58''.741$ E, Jedd yüksekliği (N) = 0 m, çekim sapmasının kuzey-güney bileşeni (ζ)= $3''.36$, doğu-batı bileşeni (η)= $1''.78$)'dir. Bu sistemde kullanılan referans elipsoidal ile yerin ağırlık merkezi arasında birkaç yüz metre varan bir kaykık söz konusudur.

3.2.2 Dünya Jeodezik Sistemi (World Geodetic System- 1984 (WGS-84))

Datumu Ve Türkiye Ulusal Temel Gps Ağı-1999 (TUTGA-99)

WGS-84 sistemi, ABD Savunma Bakanlığı tarafından GPS konumlamasında kullanılan yersel bir referans sistemidir. GPS navigasyon mesajında bulunan yere bağlı uydu konumları bu sistemde ifade edilmektedir. Başlangıçta WGS-84, TRANSIT uydu sisteminde yapılan DOPPLER gözlemlerine dayalı olarak belirlenmiş bir küresel jeosentrik koordinat sistemidir. İlk olarak Savunma Bakanlığının NSWC-972 referans sistemi ile 1984.0 epoklu Bureau International de l'Heure (BIH) Konvansiyon'da Yersel Sistemden benzerlik dönüşümü ile elde edilmiştir. Realizasyonu küresel olarak dağılmış, doğrulukları 1-2 m daniyelme istasyonlarının nokta konumlarıyla yapılmaktadır. OCAK 1987'de ABD Harita Dairesi (DMA) tarafından 10 izleme istasyonunun TRANSIT uydu gözlemlerinden faydalanarak hesapladığı duyarlı efemerislerden üretilen bu sistemdeki nokta konumları, yakın zamana kadar GPS yayın efemerisinin (uydu konumlarının) üretilmesinde kullanılmış olup bu aşamada tektarik plaka hareketleri göz ardı edilmiştir.

WGS-84 sistemi, duyarlılığı daha yüksek ITRF (International Terrestrial Reference Frame) sistemine bağlı olarak 1984 yılında yeniden belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ITRF91 koordinatları sabit alınan bazı IGS (International GPS Service) noktaları ile 10 izleme noktasında toplanan GPS verileri kullanılarak WGS-84

Yüksek konum doğruluğu (0.1-0.01 ppm) sağlayan uydu jeodezi sine dayalı GPS 1980'li yılların sonlarından itibaren ülkemizdeki jeodezik uygulamalarda yaygın kullanılmaya başlanmıştır. GPS ile Ulusal Jeodezik Temel Yatay Kontrol Ağında varlığı belirlenen bölgesel ve yerel bozuluklar, ülkemizde yeni bir jeodezik temel ağ oluşturulması ihtiyacını doğurmuştur. Bu nedenle yeni kurulacak uyduya dayalı jeodezik temel ağ

- 15

- c. Her noktasında üç koordinat $[(x, y, z)$ veya (erim boylam elipsoid yüksekliği)], hız $[(v_x, v_y, v_z)$ veya $(v_l, v_b, v_h)]$, ortometrik yükseklik (h) ve jeoid yüksekliği (N) bilinen,
- d. Üke yüzeyine dâhil olduğnce homojen dağılmış, ulaşım kolay ve birbirini görme zorunluluğundan kaçınan noktalardan oluşan,
- e. Jeodezik nokta konumlama, navigasyon ve jeodinamik amaçlarla kullanıma uygun,
- f. Halen kullanımda olan ED-50 datumundaki ulusal temel yatay kontrol ağı ile arasındaki dönüşümü sağlayan,
- g. GPS tekniğine dayalı,

daması öngörüerek (Ayhan ve diğ., 2001), bu özellikleri sağlayan jeodezik temel ağın kurulması ile ilgili ölçme ve değerlendirme çalışmaları fiilen 1997-1999 yıllarında tamamlanarak Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999 (TUTGA-99) oluşturulmuştur. TUTGA-99 yapıldık;

- h. Ulusal arası Yerel Referans Sistemi-1996 (ITRF-96) ve 1998.0 epoklu koordinatları bilinen GPS noktası ağı,
- i. 1992-1999 yılları arasında gerçekleştirilen jeodinamik amaçlı projelerde, tekrarlı GPS ölçmeleri ile hızları belirlenen hız (jeodinamik) noktası ve bunlara dayalı olarak diğer TUTGA-99 noktasında kestiril en hızlardan oluşan TUTGA-99 Hız Ağı,
- a. 1988-1999 yılları arasında GPS noktasına yapılan ri vel man bağırtı ölçmeleri ile bulunan 187 noktadaki GPS/ Niv el man jeoid yükseklikleri ve 1985-1986 yıllarında hazırlanan Türkiye'nin sayısal arazi modeli ve 1956 yılından bugüne kadar süregelen çalışmalarla elde edilen 70000 gravite ölçüsü kullanılarak hesaplanan Türkiye Jeoid-1991 (TG-91)'in birleştirilmesi ile elde edilen Türkiye Jeoid-1999 (TG-99) ile 1936 yılından bu yana sürdürülen ri vel man ölçmelerinin değerlendirilmesi ile oluşturulan, her noktasında Hel mert Ortometrik Yüksekliği bilinen Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı-1999 (TUDKA-99),
- b. TUTGA-99 ile ED-50 arasında koordinat dönüşümü

olmak üzere dört elemana sahiptir (Ayhan ve diğ., 2001).

4. İSTATİSTİKSEL KESTİRİM YÖNTEMLERİ

4.1 Genel Tanımlar

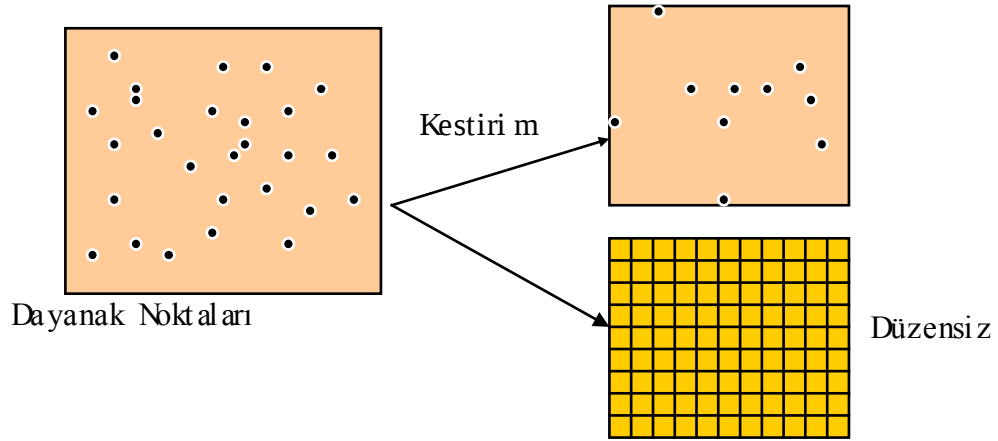
Yeryüzünde deprem sonrası düşen yer değıştir meler in uygun bir şekilde temsil edilmesi, haritalık çalışmalar ı açısından önemli bir konudur. Söz konusu yer değıştir meler in tam olarak tanımlanabilmesi için sonsuz sayıda ölçü noktasına gereksinim vardır. Bui se pratikte mümkün olmadığından, belirli sayıda nokta kümesi seçilir ve yüzey bu noktalar dan yararlanılarak temsil edil meye çalışılır. Dayanak noktalarının oluşturduğu kümeye “**Örnekleme**” ya da **Dayanak Uzayı**” denir. Yüzeyi temsil et meki için ter d edil en veri toplama yöntemi ne dursa d sun, ihtiyaç duyulan noktaların tamam ı için veri toplama, çoğu zaman mümkün d amamaktadır. Bu durumda, kestirim kaçınılmaz bir işlemdir.

Kestirim problemlerinde genel olarak konum bilgileri, herhangi bir dik koordinat sisteminde tanımlı x ve y koordinatları ile yüzey ya da arazi karakteristiğ de z ile ifade edilir. Bu durumda **kestirim** yatay koordinatları ile yüzey değeri (x, y, z) bilinen n sayıda P_i ($i=1, \dots, n$) dayanak noktasından yararlanarak, yatay konumları (x_k, y_k) olarak seçilen m sayıda P_k ($k=1, \dots, m$) noktasındaki yüzey değeri bilgilerinin hesaplanması şeklinde tanımlanabilir (Alp, 1998) (Şekil 4.1).

Verilen: Dayanak noktalar ındaki $P_i(x, y, z)$

Kestirim noktalar ındaki $P_k(x_k, y_k)$

İstenen: Kestirim noktalar ındaki z_k



Şekil 4.1: Kestiri m problemi

İki boyutlu dayanak uzayında tanımlanan bir boyutlu rastlantısal fonksiyonun kestirimi, aslında bir yüzey geçirme problemidir. Yüzey geçirme problemlerinde kestirilecek noktalar rasgele dağılmış noktalar da bileceği gibi, grid köşe noktaları da olabilir. Kestirimde, belirtilen yüzeyin bulunduğu koordinat sisteminin yatay düzleminde, düzgün ve yeter sıklıkta bir ağıd oluşturulur. Dayanak noktaları bu ağın içinde ve dışında dağılmış bulunurlar. Daha sonra, ağın belirli aralıklara seçilmiş köşe noktalarının (grid noktalarının) yüzey değerleri, çeşitli enterpolasyon yöntemlerinin herhangi birinden yararlanılarak hesaplanır. Burada grid kavramı ile yüzey ya da arazinin, aynı satır ve sütunda yer alan eş kenarlı komşu karelere bölündüğü anlatılmak istenmektedir. (Açıkgöz, 2002)

Yüzey geçirme probleminde, kullanılacak kestirim yönteminin yüzeyin etkililiğini belirleyen unsurlardan sadece bir tanesidir. Kullanılan yöntem ne olursa olsun dayanak noktalarının sıklığı ve dağılımı, yüzeyin yapısı, yapılacak kestirimin doğruluk derecesini etkilemektedir. Ayrıca, mevcut kestirim yöntemlerinin hepsini uygulamak yerine, edilebilir ekrüne, ulaşılabilirki istenen amaç ve doğruluk, bu kestirim yöntemlerinden bir ya da birkaçının seçilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır (Açıkgöz, 2002).

Rasgele dağılmış konumdaki dayanak noktalarından yararlanarak grid köşe noktalarında kestirim yapan çok sayıda yöntem ve yazılım mevcuttur. Bu çalışmada Surfer 7.0 yazılımı ile Inverse Distance to a Power, Minimum Curvature, Radial Basis Function ve Kriging yöntemleri kullanılarak kestirim yapılmıştır.

Her bir yöntem ile dayanak noktaları kullanılarak belirli grid aralıklarında grid köşe değerleri hesaplanarak ayrı bir yüzey oluşturulmuştur.

Kullanılan yöntemler arasında en uygun yöntem yüzey değeri bilinen noktalarda kestirimi yapılarak, kestirim değerleri ile yüzey değerlerinin karşılaştırılması suretiyle belirlenmiştir. Dayanak noktalarının bilinen (z_i) ve kestirilen ($\hat{z}_i$) değerleri yardımıyla hesaplanan,

$$rms = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(z_i - \hat{z}_i \right)^2} \quad (4.1)$$

değeri minimum olan yöntem en uygun yöntem olarak seçilmiştir.

4.2 Ağırlıklı Ortalama Yöntemi (Invers Distance To a Power)

Ağırlıklı ortalama yöntemi, çok basit bir algoritmaya sahip olması ve programlama tekniği açısından uygun olması nedeniyle tercih edilen ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Basit bir yöntem olarak gözükmekle birlikte, birçok uygulamada etkin sonuç vermektedir. Basit olarak, kestirim noktasındaki yüzey değeri, dayanak noktadaki yüzey değerlerinin ağırlıklandırılmış ortalamasının alınmasıyla hesaplanır. Kestirim noktasına yakından dayanak noktalarının etkisi daha fazla, uzak noktalarının etkisi ise daha azdır. Doğayla ağırlıklandırma, kestirim noktası ile dayanak noktası arasındaki uzaklığa bağlı olarak bir fonksiyonla tanımlanır. Bu durumda, bütün ölçülere aynı ağırlığın verilmesi yerine kestirim noktasına yakın noktaların daha büyük ağırlıklandırılmasıdır. (Açıköz, 2002)

Ağırlıklı ortalama yönteminde, herhangi bir j noktasına ait $\hat{z}_j$ yüzey değeri, n ($i=1, \dots, n$) sayıdaki dayanak noktasına ait z_i yüzey değerlerinden yararlanarak,

$$\hat{z}_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{z_i}{h_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}^\beta}} \quad (4.2)$$

eşitlikleri ile belirlenir. Burada,

$$h_{ij} = \sqrt{d_{ij}^2 + \delta^2} \quad (4.3)$$

d_{ij} : i nci dayanak noktası ile j nci kestirim noktası arasındaki uzaklık

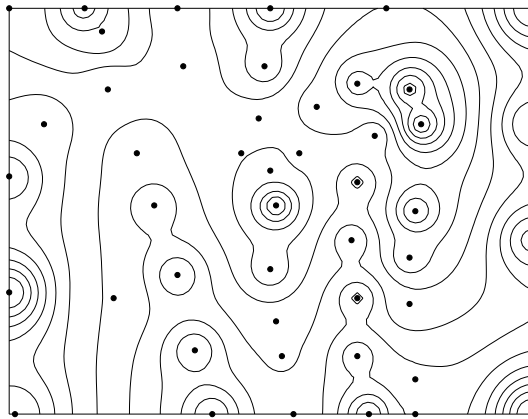
β : ağırlık katsayısı (Power parametresi)

δ : düzlü eşitleme parametresi

Bu yöntemle kestirimde, tüm dayanak noktalarının kullanılmasına gerek yoktur. Dayanak noktalarının ağırlıklarının uzaklığa bağlı olarak belirlendiği düşünülürse, uzaklık arttıkça ağırlık küçülecek ve bir noktadan sonra sıfıra eşit olacaktır. Bu da, ağırlık sıfırdan dayanak noktasının kestirimde hiçbir etkisinin olmayacağına ifade eder. Bu yöntemde, ağırlık katsayısının ve en uygun nokta sayısının (n) belirlenmesi için önce ya da yüzey değeri bilinen noktalarda kestirim yapılması ve kestirim değerleri ile önceki değerlerinin karşılaştırılması gerekmektedir. Dayanak noktalarının verilen ya da bilinen (Z_i) ve kestirilen ($\hat{Z}_i$) değerlerinden yararlanarak hesaplanır;

$$dZ = Z_i - \hat{Z}_i \quad (4.4)$$

farklarının kareleri toplamını minimize yapan katsayı, çalışılan bölge için en uygun katsayı ve nokta sayısı olarak seçilir. Ağırlıklı ortadama yöntemi ile kestirim sonucunda, yöntemin karakteri gereği dayanak noktaları etrafında kestirilen yüzey değerlerinin birbirlerine yaklaşıp eşitlenmesinden kaynaklanan tepedkler ya da çukurculuklar oluşmaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Ağırlıklı ortadama yöntemi ile elde edilen yüzey

4.3 En Küçük Eğrilik Yöntemi (Minimum Curvature)

Yer bilimlerinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisi de **en küçük eğrilik** yöntemidir. En küçük eğrilik yöntemi ile elde edilen bir yüzey, dayanak noktalarından minimum bir bükülme ile geçen ince bir plakaya benzer. Dolayısıyla, bu yöntemle ölçü noktalarına mümkün mertebede yakın bir yüzey tanımlama mümkündür. (Açıkgöz, 2002)

En küçük eğrilik yöntemi ile yüzey tanımlamak için öncelikle, grid verisi oluşturulacak ölçülerden (4.5) eşitliğinde belirtilen düzlem denklemleri ile trend alınarak, artık değerler hesaplanır.

$$AX + BY + C = Z(X, Y) \quad (4.5)$$

Sonraki aşamalarda, ölçü noktalarında bilinen artık değerler ölçülerek alınır ve her bir grid köşesinde en küçük eğrilik algoritması ile enterpol edilir. En küçük eğrilik algoritması ile enterpolasyon işleminde,

$$(1 - T_i) \nabla^2 (\nabla^2 Z) - (T_i) \nabla^2 Z = 0 \quad (4.6)$$

biharmonik diferansiyel eşitliği kullanılmaktadır (Smith ve Wessel, 1990). Burada, T_i iç gerilme, ∇^2 Laplace operatörü olarak bilinirler. Bu yöntemle, oluşturulan grid verisinin düzgünlüğünü sağlamak amacıyla çalışma bölgesinde iteratif olarak (4.6) eşitliği kullanılır. Bu iterasyon tanımlanmış olan maksimum artık değerden küçük duncaya ya da maksimum iterasyon değerine ulaşmaya kadar devam eder. En küçük eğrilik algoritması ile yüzeyin oluşturulmasındaki son aşama ise, her bir grid köşesindeki trend değeri ile enterpol edilen artık değerini toplamasıdır.

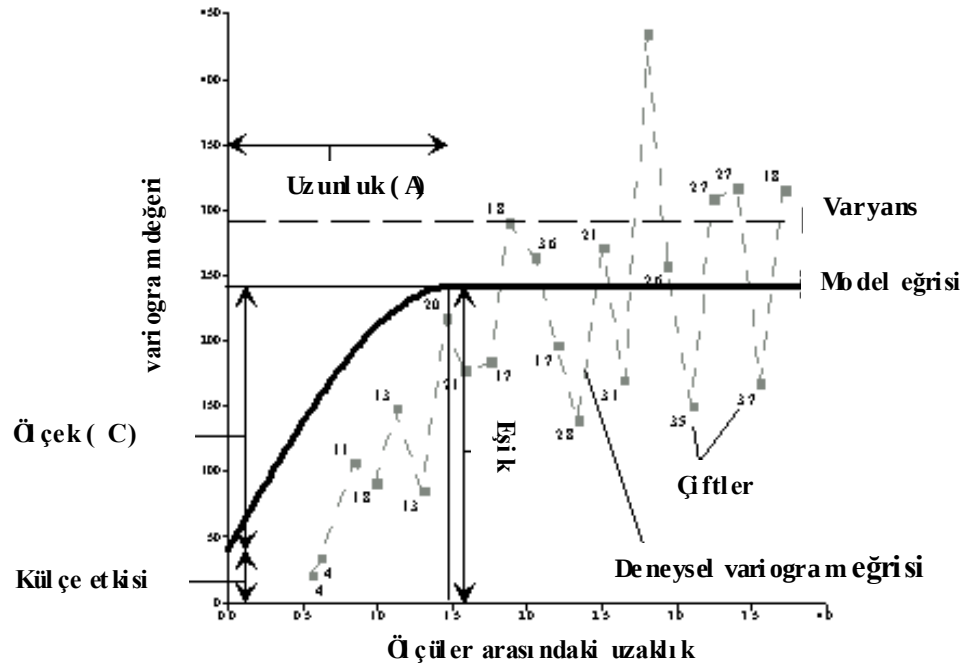
En küçük eğrilik algoritması ile oluşturulan yüzeyde meydana gelen eğilme yada bükülmeleri kontrol etmek için, yüzeyin iç bölgesinde iç gerilme katsayısı, kenarlarda ise sınır gerilme katsayısı kullanılır. Gerilme katsayılarının değeri 0-1 arasında değişir ve bu değer büyüdükçe, yüzeyde oluşan eğilme yada bükülmeler azalmaktadır. (Açıkgöz, 2002)

$$(1 - T_b) \frac{\partial^2 Z}{\partial n^2} + (T_b) \frac{\partial Z}{\partial n} = 0 \quad \text{ve} \quad \frac{\partial (\nabla^2 Z)}{\partial n} = 0 \quad T_b : \text{Sınır gerilme katsayısı}$$

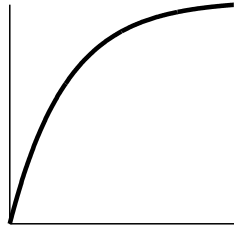
4.4 Kriging Yöntemi

Kriging yöntemi, bir çok dâsipliinde yoğun olarak kullanılan jeostatistiksel düzenli veri düştürme yöntemidir. Kriging yöntemi ile, dâçülerdeki trend alınarak dâçü noktaları arasında kesiksiz bir yüzey düştürülür. Bu yöntemde kullanılan dâçülerin karakterine göre yöntemin bazı parametreleri (variogram modeli ve anizotropi) değıştirilerek yüzeyin doğru uğı artırılabilir. (Açıkgöz, 2002)

Kriging yöntemini diğer yöntemlerden ayıran en büyük özelliğı variogram modelidir. Variogram modelindeki temel düşünce, birbirine yakından iki noktadaki yüzey değeri birbirine uzak iki noktadaki yüzey değeri ne göre daha çok benzerliğı ve aynı yönlü dmasıdır. Kısaca, variogram modelini dayanak noktaları arasındaki uzaklığı ve yüzey değeri nin yönlere nin bir fonksiyonu olarak tanımlamak mümkündür. Variogram modelinin genel yapısı ve bileşenleri Şekil 4.3 de, uygulamalarda kullanılan modeller Şekil 4.4 de verilmiştir.

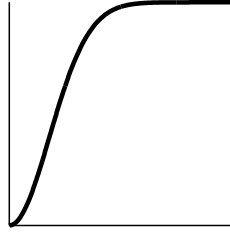


Şekil 4.3 Variogram modeli ve bileşenleri



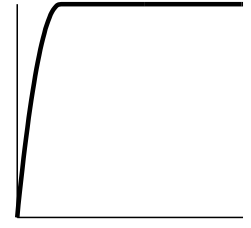
Üssel Model
Gressie (1991)

$$\gamma(h) = C[1 - e^{-h}]$$



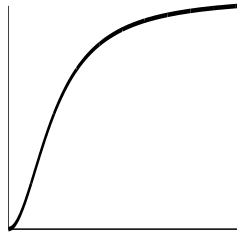
Gauss Modeli
Pannatier (1996)

$$\gamma(h) = C[1 - e^{-h^2}]$$



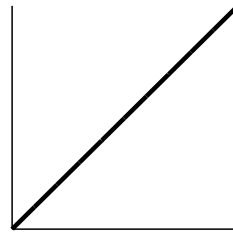
Quadritik Model
Alfaro (1980)

$$\gamma(h) = \begin{cases} C[2h - h^2] & h < 1 \\ C & h \geq 1 \end{cases}$$



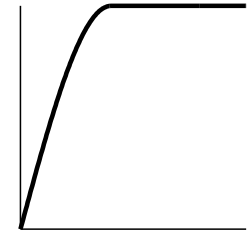
Rasyonel Quadritik model
Gressie (1991)

$$\gamma(h) = C \left[\frac{h^2}{1 + h^2} \right]$$



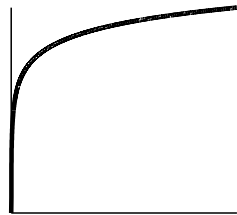
Li neer Model
Kı t a n ı d ı s (1997)

$$\gamma(h) = C(h)$$



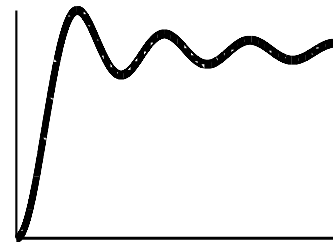
Küresel Model
Pannatier (1996)

$$\gamma(h) = \begin{cases} C[1.5h - 0.5h^3] & h < 1 \\ C & h \geq 1 \end{cases}$$



Logarit m ik Model
Kı t a n ı d ı s (1997)

$$\gamma(h) = C[\log_e(h)] \quad h > 0$$

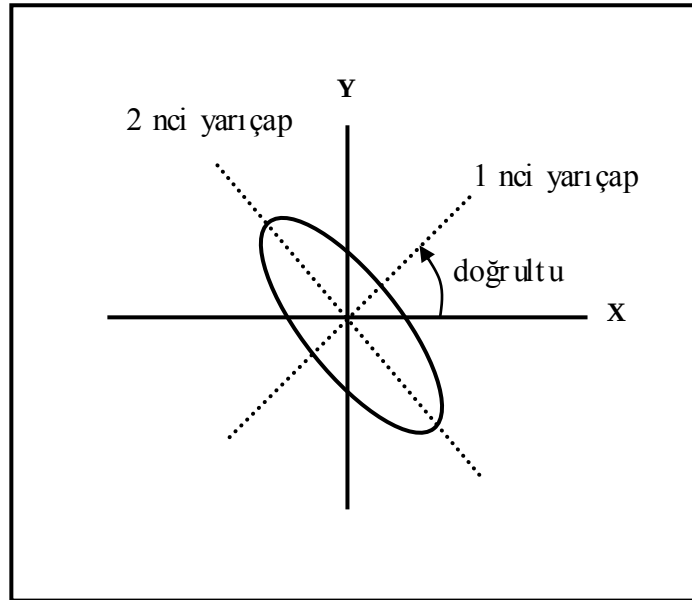


Dal ga Modeli, Gressie (1991)

$$\gamma(h) = C \left[1 - \frac{\sinh}{h} \right]$$

Şekil 4.4: Uygu a m l a r d a k u l l a n ı l a n v a r i o g r a m m o d e l l e r i

Kriging yöntemi ile yüzey geçirmede δ çü noktalarının hepsine aynı ağırlık verilmemektedir. Grid köşelerine yakından δ çülere daha fazla ağırlık tanınırken, grid köşelerinden uzakta olan δ çülere daha az ağırlık tanınır. Ayrıca, δ çü noktadaki yüzey değerleri belirli bir yönde benzerlik gösteriyorsa diğer bir deyişle δ çülerde anizotropi varsa, bu yöndeki noktara daha fazla ağırlık tanınır. δ çü noktalarına verilecek olan bu yöneli ağırlık, α oran ve doğrultu olmak üzere iki parametresi bilinen bir elips ile tanımlanır (Şekil 4.5). Oran, elipsin küçük ekseninin büyük eksenine bölünmesi ile elde edilir. Doğrultu ise asıl eksen ile elipsin küçük eksen arasındaki saat iştiraketi tersinde olan açıdır. Bu işlemi set a tamamen δ çülerin yapısına bağlı olmakla birlikte, ampirik olarak yapılır. (Açıkgöz, 2002)



Şekil 4.5 Anizotropinin belirlenmesinde kullanılan elips

Kriging yöntemi ile yüzey geçirmede etkin sonuçlar elde etmek için öncelikle δ çülerin yapısını iyi bilmek gerekmektedir. Böylece, kullanılan δ çüler temsil eden bir variogram modeli tanımlanmalı ve bu model ile her bir grid köşesindeki yüzey değeri hesaplanmalıdır.

4.5 Radial Basis Function

Bu çalışmada kullanılan son kestirim yöntemi de **Radial Basis Function** yöntemidir.

Bu yöntemde kullanılan temel fonksiyonlar ise şunlardır;

Invers Multiquadric
$$B(h) = \frac{1}{\sqrt{h^2 + R^2}}$$

Multilog
$$B(h) = \log(h^2 + R^2)$$

Multiquadritic
$$B(h) = \sqrt{h^2 + R^2} \quad (4.7)$$

Natural Cubic Spline
$$B(h) = (\sqrt{h^2 + R^2})^{3/2}$$

Thin Plate Spline
$$B(h) = (h^2 + R^2) \log(h^2 + R^2)$$

Burada;

h : dayanak noktası ile kestirim noktası arasındaki radial mesafe,

R^2 : Keyfi olarak tanımlanan düzeltme katsayısıdır

5 UYGULAMA

Ülkemizde pratikte halen Ulusal Temel Yatay Kontrol (Nirengi) Ağı ve Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı (TUTGA-99A) olmak üzere iki farklı jeodezik ağı kullanılmaktadır. Bu ağar iki farklı datumda oluşturulmuştur. Ulusal Temel Yatay Kontrol Ağı, Avrupa Datumu-1950 (ED-50) datumundadır ve düşey bileşeni Antalya Mareograf istasyonunda belirlenen düşey datumda bağımsız olarak belirlenmiştir. Yeni oluşturulan TUTGA-99A ise ITRF96 sisteminde üç boyutlu ve uydu bazlı olarak oluşturulmuştur.

ITRF96 ve ED-50 koordinat sistemlerindeki ortak noktaların koordinatları arasındaki farkları doğuran geometrik ve fiziksel nedenler vardır (Ayhan v.d. 2001c). Bu nedenler :

Geometrik nedenler :

- TUTGA-99A üç boyutlu jeosentrik ITRF96 koordinat sisteminde, GRS-80 elipsoidine göre tanımlı, halen kullanılmakta olan ED-50 ise Ulusal arası elipsoid ve jeosentrik olmayan üç boyutlu koordinat sistemine sahip düp elipsoid ve koordinat sistemleri (datum) arasında kayıklık, dönüklük ve diğer farklılıklar ile elipsoid boyutlarından kaynaklanan farklar mevcuttur (Rapp, 1976).

- Ulusal Temel Yatay Kontrol Ağı hesaplanırken yersel ölçülere uygun indirgemelerin getirilmesi, uygulanan dengeleme yöntemi ve koordinat sisteminin tanımlı ağına tamamını etkileyen bozukluklara neden olmuştur (AMS, 1954, Gürkan, 1979; Sarbanoğlu vd., 1979). Örneğin, Tokyo Datumunda yapılan uygulamada jeodit niham edilmesi nedeniyle 2-6 ppm çekül sapmaları nedeniyle indirgemelerin yapılması ise 1-2 ppm mertebesinde sistematik bozukluk yaratmaktadır (Komaki, 1985). Yersel ölçülere getirilecek indirgemeler Müller (1974), Varicek ve Krakiwsky (1986), Sideris (1990)'de verilmekte düp Kanada Temel Ağındaki etkileri Thomson vd. (1974)'de incelenmiştir.

- Türkiye Ulusal Datumu-1954 (TUD-54)'ün ED-50'ye dönüşüm yöntemi ve bu dönüşümde kullanılan Yunanistan ve Bulgaristan sınırları içindeki 8 ortak noktanın dağılımı sistematik bozucu etkilere neden olmuştur (Gürkan, 1979; Sarbanoğlu vd., 1979).

Fiziksel nedenler:

- Ulusal Temel Yatay Kontrol Ağı d'ç'ü lerinin yapıldığı 1934 ile 1991 yılları arasında, Kuzey Anadd u Fay Zonu (KAFZ), Doğu Anadd u Fay Zonu (DAFZ), Ege Graben S istem i ve Doğu Anadd u B'd'gesi nde büyükl üğü $M_w \geq 6.0$ dan çok sayı da deprem d'muş ve bu depremler sırasında $\pm 2-3$ metre yatay, ± 3 metre düşey yönl ü konum değ iş kileri (ko-sismik) meydana gel miş ve Ulusal Temel Yatay Kontrol Ağı nokt d'arında b'd'gesel ve yerel ritelikli bozul malar d'uş mıştır.

- Tekt orik plaka hareketleri neleri yle $\pm 1-1.5$ metre büyükl üğündeki inter-sismik yatay yer değ iş tir meler sonucu b'd'gesel karakterli ancak tekt orik yapının kar mış k d'duğu b'd'gel erde yerel özelli kte konum bozuk uklar beklen mekt ed r.

Fiziksel nedenlerin Kuzey Amerika Dat umu-1983 (NAD-83) ve Tokyo Dat umu üzerindeki etkileri Shay (1999) ve Murakami ve Ogi (1999)' da belirtil mekt ed r.

İki koord nat sisteminin birbirinden yalnızca geometrik nedenlerle farklılaş ması durumunda üç boyutlu benzerlik dönüşümü uygulanabilir. Ancak geometrik nedenlere ek d'arak fiziksel nedenlerin de bulunması durumunda iki sistem arasındaki dönüşümün üç boyutlu benzerlik dönüşümü ile modellenmesi d'anaklı değ il dr. Nitekim Dünya Jeodezik S istem i-1984 (WGS-84) ile NAD-83 arasındaki dönüşümü ğ in üç boyutlu benzerlik dönüşümüne ek d'arak çok değ iş kerli seriler (DMA, 1987), NAD-27 ile NAD-83 arasında dönüşümü ğ in kri ğ ng yönt emi (De whurst, 1990) öneril miştir.

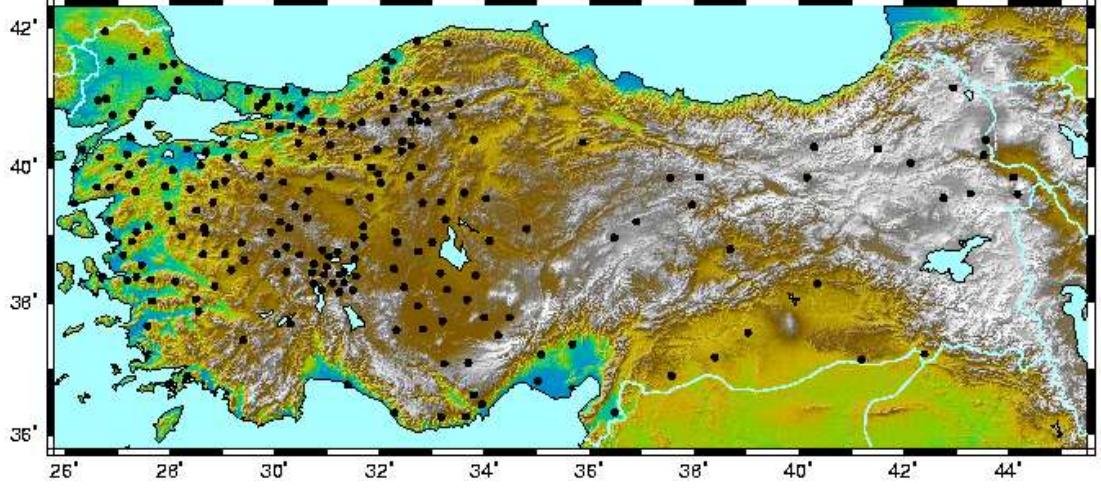
Sonuç d'arak ITRF96 dat umundaki TUTGA-99A ile ED-50 dat umundaki Türkiye Ulusal Temel Kontrol Ağı arasında;

- Üç boyutlu benzerlik dönüşümü
- Yatay koord nat dönüşümü
- Yükseklik dönüşümü

yapmak d'anaklı dr.

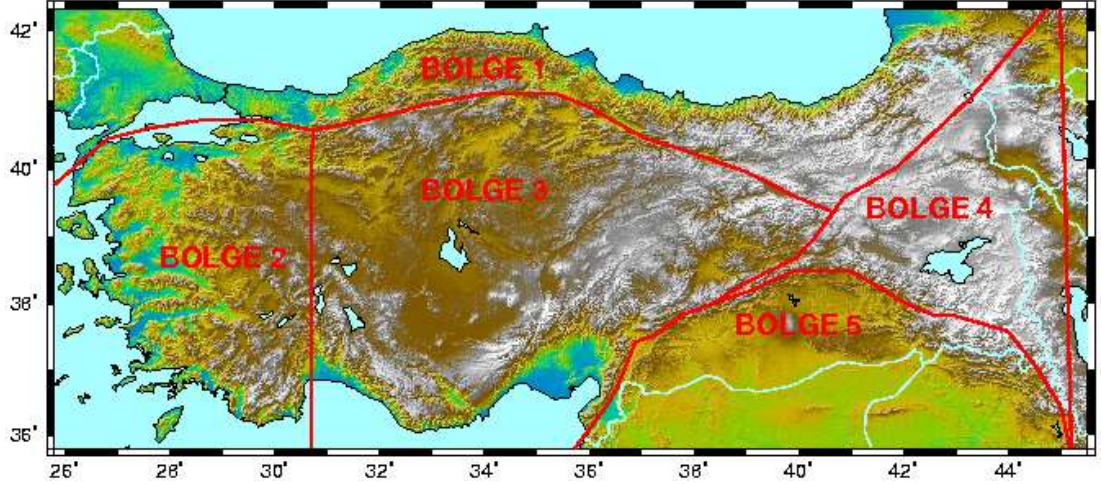
Bu çalış mada söz konusu dat umlar arasında üç boyutlu benzerlik dönüşümü ve yatay koord nat dönüşümü i ncel enmiş d'up, yükseklik dönüşümü bu çalış mayaya dahil edil m iştir. Her iki dönüşümde de hesap lamalar, Ulusal Temel Yatay Kontrol Ağı nınlı ve II ndi derece nokt d'arından TUTGA-99A nokt d'arı ile çakış k d'arlar dahil edil miştir (Ayhan v.d.,2001c). Kullanılan nokt d'arın dağılım Şekil 5.1'de gösteril mekte d'up, söz konusu nokt d'arın 35° boylamının batısında yoğun,

doğusunda ise sayı, sıklık ve dağılım olarak yetersiz olduğu görülmektedir.



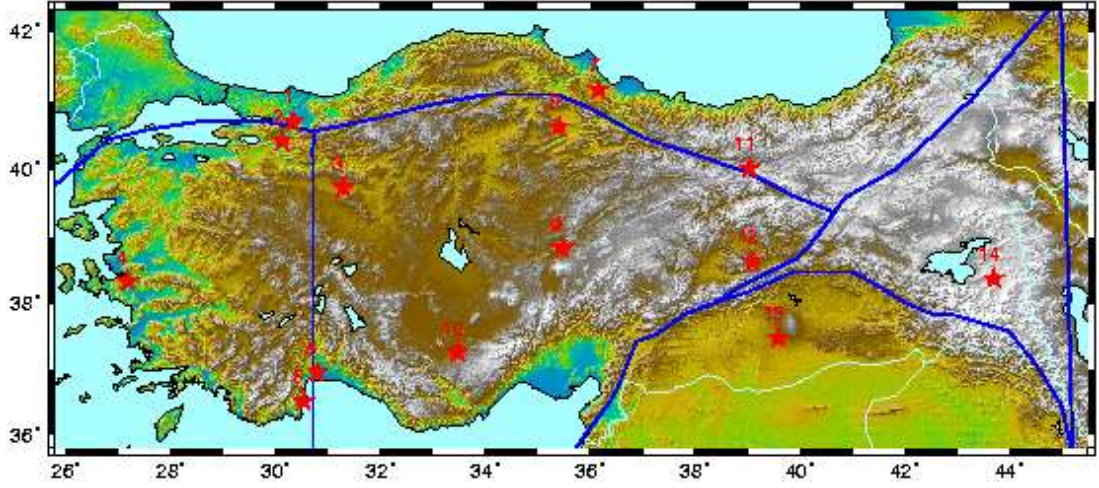
Şekil 5.1: ED-50 – TUTGA-99A dönüşümünde kullanılan 220 adet ortak nokta

Her iki dönüşümün kullanıldığı bölgede yapılmış, daha sonra plaka hareketlerinin hız ve yönlerinin birbirinden farklı olduğunun dönüşümde dikkat edilmesi en azından tek amaçla tektonik plaka sınırları dikkate alınarak belirlenmiş beş bölgede ayrı ayrı yapılmıştır. Belirlenen bu bölgeler Şekil 5.2 de verilmektedir.



Şekil 5.2: ED-50 – TUTGA-99A dönüşümünde bölgesel dönüşümün yapıldığı bölge tektonik yapısına göre belirlenmiş olan beş bölge

Yapılan dönüşümlerin doğruluğu dönüşümde kullanılan ve Şekil 5.3'te verilen 14 noktada kontrol edilmiştir. Ancak bu noktaların yüksekliklerinin bilinmemesi nedeniyle söz konusu kontroller yalnızca yatay koordinatları için yapılabilmektedir.



Şekil 5.3: Dönüşüm kontrolünde kullanılan noktalar

5.1 Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

TUGA-99A ve ED-50 arasındaki dönüşümü modellemek için öncelikle sadece geometrik nederleri netki olduğu varsayılarak üç boyutlu benzerlik dönüşümünün yapılması düşünülmüştür. Ortak noktaların TUGA-99A koordinatları 2000.45 epoguna kaydırılmış ve böylece Mar mara Bölgesi etkileyen depremlerde oluşan yer değiştirmeler de dikkate alınmıştır.

Ortak noktaların ED-50 sisteminde di psi d yükseklik (h_{ED-50}) değeri,

$$h_{ED-50} = H + N_A \quad (5.1)$$

ile hesaplanmıştır. Burada H normal ortometrik yükseklik, N_A astrjeodezik jedi d yüksekli ğ dr.

Yatay Kontrol Ağındaki noktaların yükseklikleri; normal ortometrik sistemde değeri bilinen I veya II nci derece düşey kontrol noktalarına dayalı olarak çoğunlukla trigonometrik ni vel man yöntemiyle belirlenmiş olup ± 1 metre ve dahai yi doğru l u k t a d u ğ u değeri endril me k t e d r.

Türkiye Astrjeodezik Jedi d-1994 (TAG 94), Türkiye ye dağı l mış 200 astronomi noktasının ED-50 datumundaki astrjeodezik çekül sapması bileşenleri, gravi metri k ve ortometrik düzeltmeler gözönünde bulundurularak, astrogravi metri k ni vel man yöntemiyle değeri endrilmiş ve hesaplanmıştır. TAG-94 üni ç doğru l u ğ u ± 52 cm olup değ iş ik amaç l a r l a k u l l a n l m a k ü z e r e 3x3 grid köş l e r i n d e j e d i d y ü k s e k l i k l e r i hesaplanmıştır (Ayhan ve Alp, 1995). Dönüşümde kullanılan nok t a r d a astrjeodezik jedi d yükseklikleri, grid köş l e r i n d e b i l i n e n TAG-94 değeri enden yararlanarak a ğ r l l k l ı o r t a l a m a y ö n t e m i y l e k e s t i r i l m i ş t i r.

Her iki sistemde koordinatları bilinen ortak noktaların kartezyen dık koordinatları (X,Y,Z) kullanılarak,

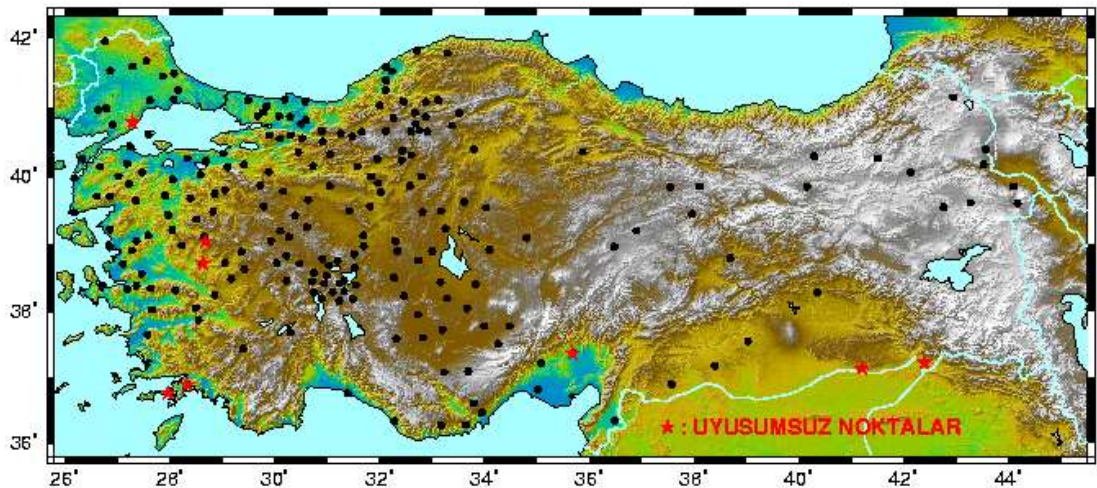
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{TUTGA-99A} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + (1 + \Delta S) \begin{bmatrix} 1 & -\omega_Z & \omega_Y \\ \omega_Z & 1 & -\omega_X \\ -\omega_Y & \omega_X & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ED-50} \quad (5.2)$$

eşitli ğ ile dönüşüm parametreleri hesap an mıştır. Burada, ΔX , ΔY ve ΔZ ötelemeler, ω_X , ω_Y ve ω_Z dönükl ükler, ΔS ise d içek farklılı ğ ıdır. Dönüşümde GPS koordinatları için ± 1 cm, ED-50 koordinatları için ise ± 1 m a priori standart sapma öngör ü l müş Malys (1988)'de verilen model e uygun hazırlanan yazılım kullanılmıştır (Kılıço ğ u, 1994; Ayhan ve Kılıço ğ u, 1995b). Nokta kümesi içinde uyumsuz noktaların belirlenmesi işleni yindemeli olarak ger çekle ştirilm iş ve dönüşüm parametrelerini istatistiksel arlanlılık arı rdel enmiştir. Bu iş lem sonunda, uyumsuz noktalar bu unarak atılmıştır.

5.1.1 Ü ke Geneli nde Ü ç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

Ü ç boyutlu benzerlik dönüşümü öncelikle ü ke geneli için uygulanmıştır. Bu uygulamaya her iki datumda koordinatları bilinen 220 nokt anı ntama m (Şekil 5.1'de verilen) dahil edilmiştir.

Ü ke geneli için yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde yapılan uyumsuz d i çü testi sonucunda sekiz nokta uyumsuz bu unarak atılm iş ve dönüşümde toplam 212 ortak nokta kullanılmıştır. Uyumsuz bu unan noktalar Şekil 5.4'te verilmektedir.



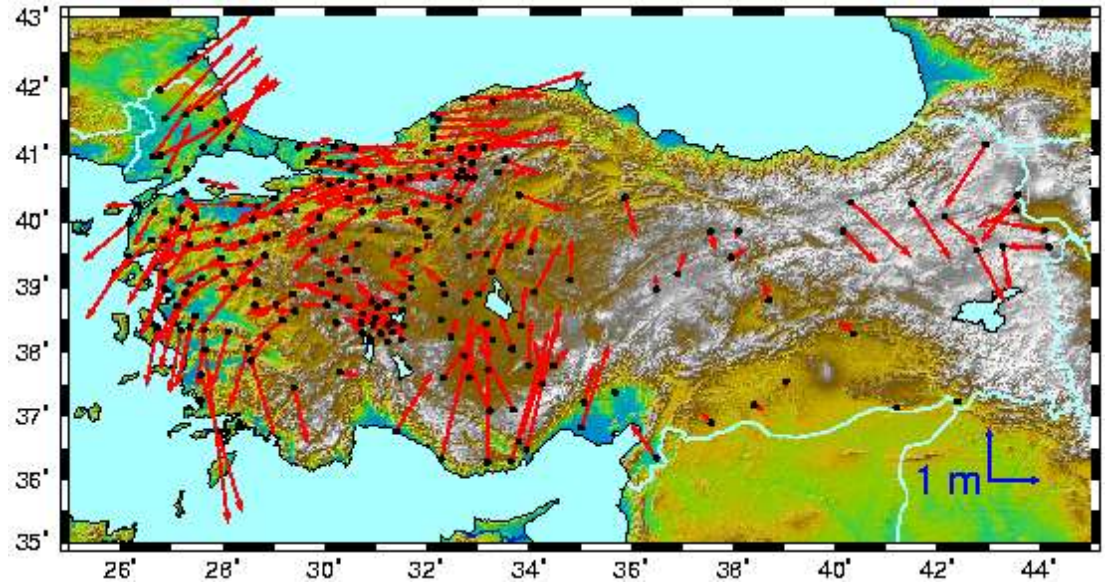
Şekil 5.4 : Ü ke geneli için yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde uyumsuz bu unarak atılan noktalar

Belirlenen dönüşüm parametrelerinden Y ekseninde dönüklüğe karşılık gelen beşinci dönüşüm parametresi (ω_y) istatistiksel olarak anlamsız bulunmuş ve bu parametre "0" ile zorlanarak dönüşüm parametreleri belirlenmiştir. Bu dönüşüm sonucunda ülke geneli için Tablo 5.1'de verilen dönüşüm parametreleri bulunmuştur.

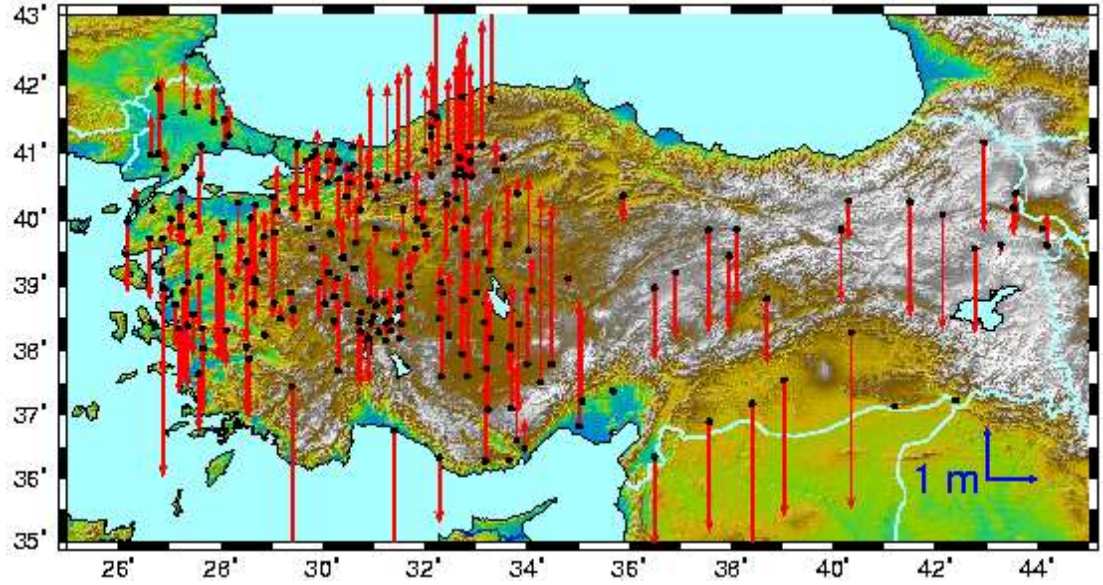
Tablo 5.1 : Ülke geneli için ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametreleri

PARAMETRE	DEĞER	STANDART SAPMA
ΔX (X KAYI KL I K) (metre)	-84.831	± 0.97
ΔY (Y KAYI KL I K) (metre)	-103.972	± 1.40
ΔZ (Z KAYI KL I K) (metre)	-127.448	± 0.98
ω_x (X DÖNÜKLÜK) (saniye)	-0.1714909	± 0.047476
ω_y (Y DÖNÜKLÜK) (saniye)	-	-
ω_z (Z DÖNÜKLÜK) (saniye)	0.3995087	± 0.042233
ΔS (ÖLÇEK FAKTÖRÜ) (ppm)	1.0454368	± 0.194402

Dönüşüm sonucunda ED-50 koordinatlarına gelen yatay ve düşey düzeltmeler sırasıyla Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da, bu düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.2'de verilmektedir.



Şekil 5.5 : Ülke geneli için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler

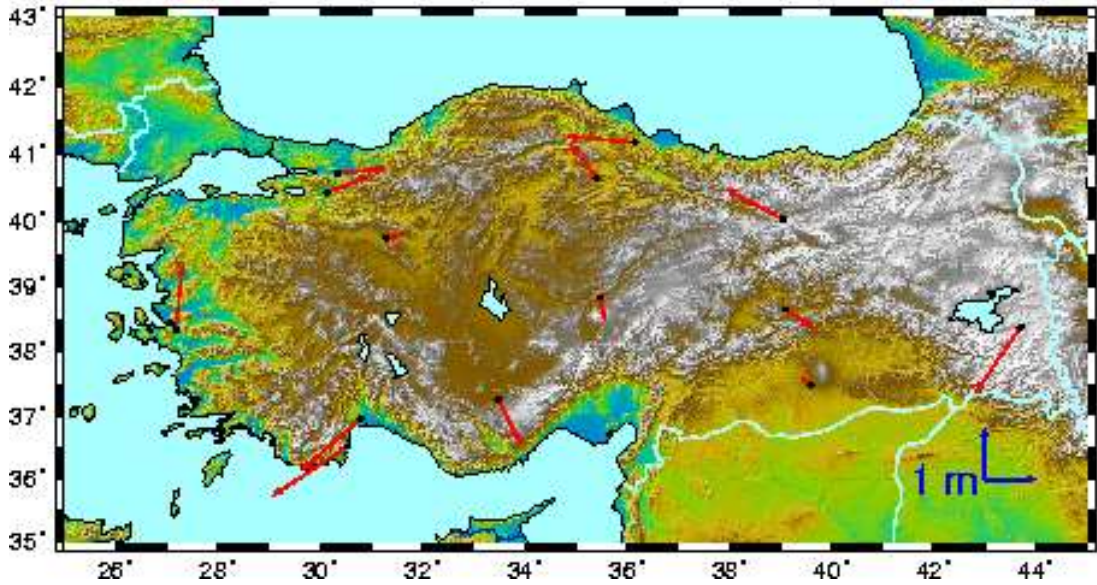


Şekil 5.6 : Ü ke gendi i ğ n ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.2 : Ü ke gendinde yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koordinatlarına gelen yatay ve düşey düzeltmelerin istatistikleri

İstatistik Elemanı	Ü ke gendi i ğ n belirlenen parametreler ile (metre)		
	Kuzey	Doğu	Yükseklik
Nokta Sayısı	212	212	212
Minimum Düzeltme	-2.16	-3.41	-3.71
Maksimum Düzeltme	2.15	2.82	3.63
Ortalama Düzeltme	0.00	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.77	± 0.78	± 1.34
RMS	± 0.77	± 0.78	± 1.34

Ü ke gendi i ğ n belirlenen bu dönüşüm parametrelerinin doğruluğu Şekil 5.3'te verilen ve dönüşüm parametrelerinin hesabında kullanılmayan noktalarda kontrol edilmiştir. Yapılan kontrol sonucunda kontrol noktalarının yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.7'de, bu düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.3'de verilmektedir.



Şekil 5.7 : Ü ke geneli i ğ n belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.3 : Ü ke geneli i ğ n belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmelerin istatistikleri

İstatistik Elemanı	Ü ke geneli i ğ n belirlenen parametrelerle (metre)	
	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	14	14
Minimum Düzeltme	-1.50	-1.32
Maksimum Düzeltme	0.98	1.27
Ortalama Düzeltme	-0.239	-0.124
Standart Sapma	± 0.85	± 0.75
RMS	± 0.85	± 0.73

Dönüşüm sonucunda ölçü noktalarında elde edilen ve Tablo 5.2, Şekil 5.5 ile Şekil 5.6 da verilen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde noktaların enlemlerine -216 cm ile +215 cm, boylarına -341 cm ile +282 cm ve yüksekliklerine ise -371 ile +363 cm arasında düzeltmeler geldiği görülmektedir.

Tablo 5.3 ile Şekil 5.7 de verilen ve dönüşümde kullanılan noktaya gelen düzeltmeler incelendiğinde ise; noktaların enlemlerine -150 cm ile +98 cm, boylarına ise -132 cm ile +127 cm arasında düzeltmeler geldiği belirlenmiştir.

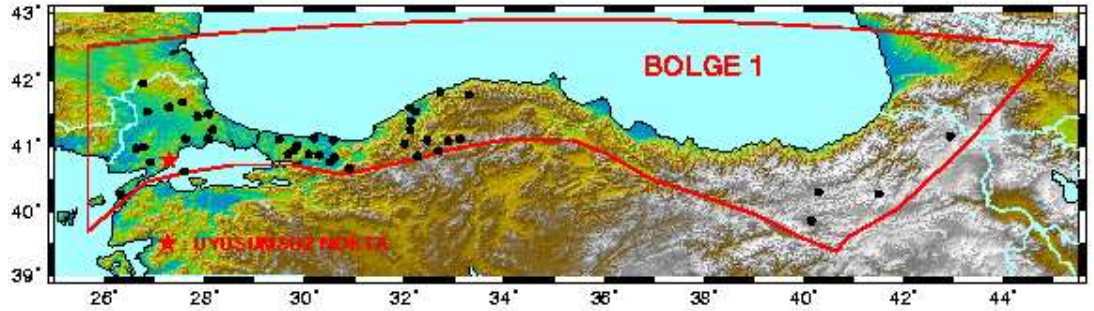
Sonuç olarak, gerek dönüşümde kullanılan gerekse kullanılan noktalarda yapılan kontroller, ülke genelinde yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünün doğruluğunun genel olarak enlemde ve boylamda 75-100 cm, yükseklikte ise yaklaşık 1.5 m olduğunu, ancak bu değerlerin fay hatlarına yakın bölgelerde 2-3 m'ye kadar çıktığını göstermektedir.

Bununla birlikte Şekil 5.5'te verilen yatay koordinatlara gelen düzeltmeler incelendiğinde, özellikle KAFZ'nun batı bölümünde fayın her iki tarafında düzeltmelerin ters yönde olması ve Ege Bölgesinde kuzey güney yönü genişleme rejimine paralel düzeltme değerleri, bu bölgedeki depremler ve tektonik hareketlerin etkilerini göstermektedir. Bu durum ülke geneli için yapılan bu dönüşümde başlangıçta varsayılan "iki sistem arasındaki farklar yalnızca geometrik nedenlerden kaynaklanmaktadır" öngörüsünün geçerli olduğunu ve geometrik ilişkiyi yansıtan bir yöntemle modelendirilmenin uygun olacağını ortaya koymaktadır.

5.1.2 Birinci Bölgede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

KAF'nın kuzeyindeki bölge dışarıdan alınan birinci bölgedeki üç boyutlu benzerlik dönüşümü, ülke genelinde yapılan dönüşümde kullanılan ortak noktalardan bu bölgede kalan 42 tanesi kullanılarak yapılmıştır (Şekil 5.8).

Yapılan uyumsuz düzeltme sonucunda bölgede bir nokta uyumsuz bulunmuş (Şekil 5.8) ve dönüşüm toplam 41 ortak nokta kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 5.8 incelendiğinde bu bölgedeki noktaların batıda yoğun iken 34° boylamının doğusunda sayı, sıklık ve dağılımı olarak yetersiz olduğu görülmektedir.



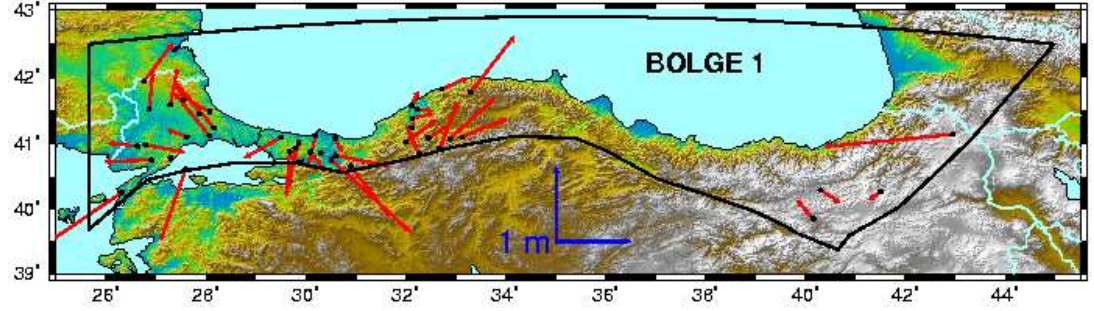
Şekil 5.8: Birinci bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde kullanılan ve uyumsuz bulunarak atılan noktalar

Birinci bölgede yapılan dönüşüm sonucunda Tablo 5.4'te verilen dönüşüm parametreleri belirlenmiştir.

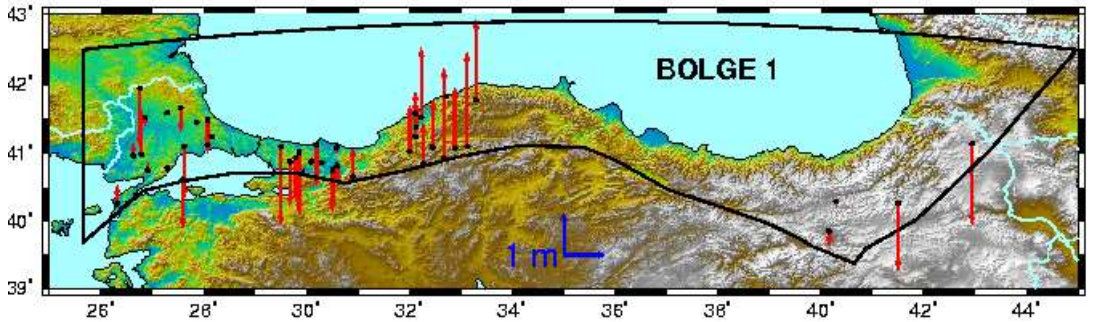
Tablo 5.4 : Brindı bđge için ED-50 den TUTGA-99A ya belirlenen dđnüşüm parametreleri

PARAMETRE	DEĞER	STANDART SAPMA
ΔX (X KAYI KL I K) (metre)	-112.426	± 9.69
ΔY (Y KAYI KL I K) (metre)	-125.332	± 5.74
ΔZ (Z KAYI KL I K) (metre)	-85.771	± 12.64
ω_X (X DÖNÜKLÜK) (sani ye)	-1.4025688	± 0.291002
ω_Y (Y DÖNÜKLÜK) (sani ye)	1.3005075	± 0.459643
ω_Z (Z DÖNÜKLÜK) (sani ye)	0.2902244	± 0.075901
ΔS (ÖLÇEK FAKTÖRÜ) (ppm)	0.9153434	± 0.351948

Dönüşüm sonucunda ED-50 yatay koordnatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.9 da, düşey koordnatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.10 da verilmektedir. Bu düzeltmeleri ni statistikleri ile aynı noktada, ülke geneli için belirlenen parametreler ile dönüşüm yapıldığında gelen düzeltmeleri ni statistikleri Tablo 5.5 te verilmektedir.



Şekil 5.9 : Brindı bđge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 yatay koordnatlarına gelen düzeltmeler

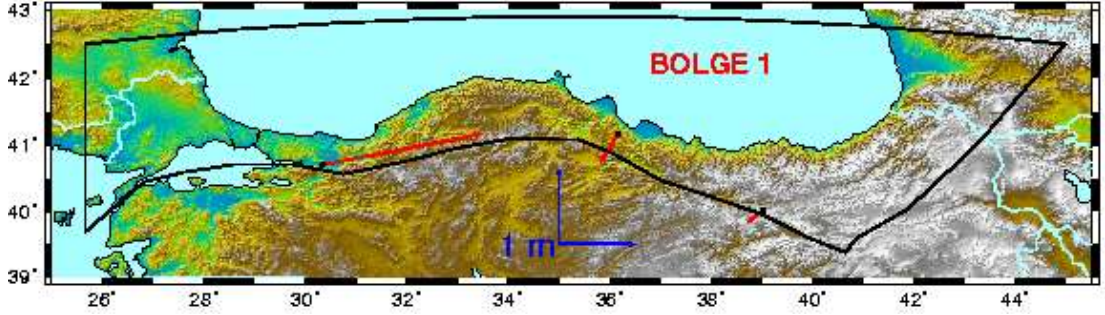


Şekil 5.10 : Brindı bđge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 düşey koordnatlarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.5: Birinci bđgede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koordinatlarına gelen yatay ve düşey düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke geneli için belirlenen parametrelerle (metre)			Bölge için belirlenen parametrelerle (metre)		
	Kuzey	Doğu	Yükseklik	Kuzey	Doğu	Yükseklik
Nokta Sayısı	41	41	41	41	41	41
Minimum Düzeltme	-1.45	-2.15	-2.75	-0.76	-1.06	-2.26
Maksimum Düzeltme	1.23	0.79	2.26	1.09	1.72	1.98
Ortalama Düzeltme	-0.27	-1.14	-0.31	0.00	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.68	± 0.57	± 1.21	± 0.45	± 0.53	± 1.11
RMS	± 0.72	± 1.27	± 1.23	± 0.44	± 0.52	± 1.09

Ayrıca birinci bđge için belirlenen bu dönüşüm parametrelerinin doğruluğu Şekil 5.3'te verilen ve dönüşüm parametrelerinin hesabında kullanılan 14 noktadan birinci bđgede kalan üç tanesinde kontrol edilmiştir. Yapılan kontrol sonucunda elde edilen düzeltmeler Şekil 5.11'de ve bu düzeltmeleri istatistikleri ile aynı noktaları, ülke geneli için belirlenen parametrelerle dönüşüm yapıldığında gelen düzeltmeleri istatistikleri Tablo 5.6'da verilmektedir.



Şekil 5.11: Birinci bđge için belirlenen dönüşüm parametreleriyle yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.6: Birinci bđge için belirlenen dönüşüm parametreleriyle yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke geneli için belirlenen parametrelerle (metre)		Bölge için belirlenen parametrelerle (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	3	3	3	3
Minimum Düzeltme	0.11	-1.34	-0.38	-0.23
Maksimum Düzeltme	0.60	0.98	0.41	2.08
Ortalama Düzeltme	0.28	-0.50	-0.04	0.55
Standart Sapma	± 0.28	± 1.29	± 0.40	± 1.33
RMS	± 0.36	± 1.16	± 0.33	± 1.22

Tablo 5.5, Şekil 5.9, Şekil 5.10 da verilen ve ölçü noktalarına gelen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde belirlenen parametrelerle yapılan dönüşümde noktaların enleri ne -145 cm ile 123 cm, boyları ne -215 cm ile +79 cm ve yüksekleri ne -275 cm ile +226 cm arasında düzeltmeler geldiği görülmektedir. Aynı noktadaki bu düzeltmeler bölgede belirlenen parametrelerle yapılan dönüşüm sonrasında sırasıyla -76 cm ile +109 cm, -106 cm ile +172 cm ve -226 cm ile +198 cm arasında bulunmuştur.

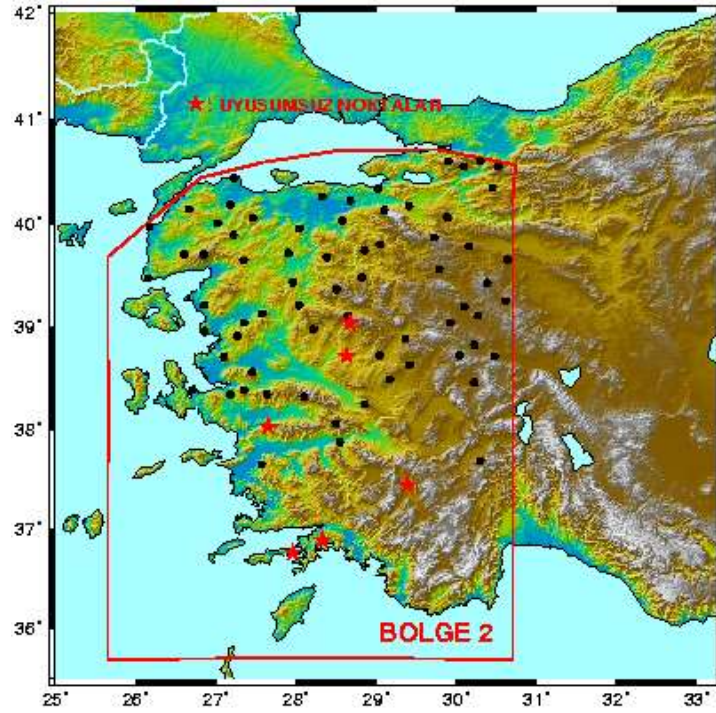
Dönüşümde kullanılan noktara gelen ve Tablo 5.6 ile Şekil 5.11’de verilen düzeltmeler incelendiğinde ise ülke genelinde belirlenen parametrelerle yapılan dönüşümde noktaların enleri ne +11 cm ile +60 cm, boyları ne -134 cm ile +98 cm arasında düzeltmeler geldiği belirlenmiştir. Bu düzeltmeler bölgede belirlenen parametrelerle yapılan dönüşüm sonrasında sırasıyla -38 cm ile +41 cm arasında ve -23 cm ile +208 cm arasında değişmektedir.

Birinci bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümü, ülke genelinde yapılan dönüşümle orantılı dönüşüm doğrultusunda önemli bir iyileştirme sağlamamaktadır. Bu bölgede üç boyutlu benzerlik dönüşümü parametreleri kullanılarak enlem, boylam ve yükseklik sırası ile 30-40 cm, 1.0-1.5 m, 1.0-1.5 m doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabileceği değerlendirilmektedir.

5.1.3 İkinci Bölgede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

Anadolu’nun 31° boylamının batısında ve KAF’nın güneyinde kalan bölümünü kapsayan ikinci bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümü, bu bölgede kalan toplam 74 noktaya kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.12).

Yapılan uyumsuz ölçü testi sonucunda bölgede altı noktaya uyumsuz bulunmuş (Şekil 5.12) ve ikinci bölgedeki dönüşüm toplam 68 ortak noktaya kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu bölgedeki nokta dağılımının genel olarak uygun olmakla birlikte bölgenin güneyinde nokta sayısının yetersiz olduğu görülmektedir.



Şekil 5.12: İkinci bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde kullanılan ve uyumsuz bulunarak atılan noktalar

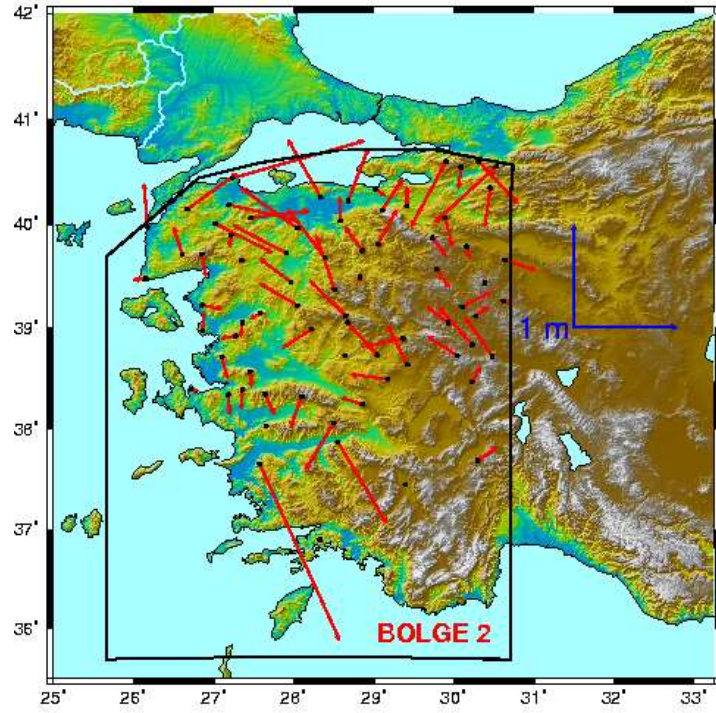
İkinci bölgede yapılan dönüşüm sonucunda dönüşüm parametrelerinden Z ekseninde etrafında dönüklüğe karşılık gelen altındaki dönüşüm parametresi (ω_z) dönüşüm sonucunda istatistiksel olarak anlamsız bulunmuş ve bu parametre "0" ile zorlanarak dönüşüm parametreleri yeniden belirlenmiştir. Belirlenen dönüşüm parametreleri Tablo 5.7 de verilmektedir.

Tablo 5.7 : İkinci bölge için ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametreleri

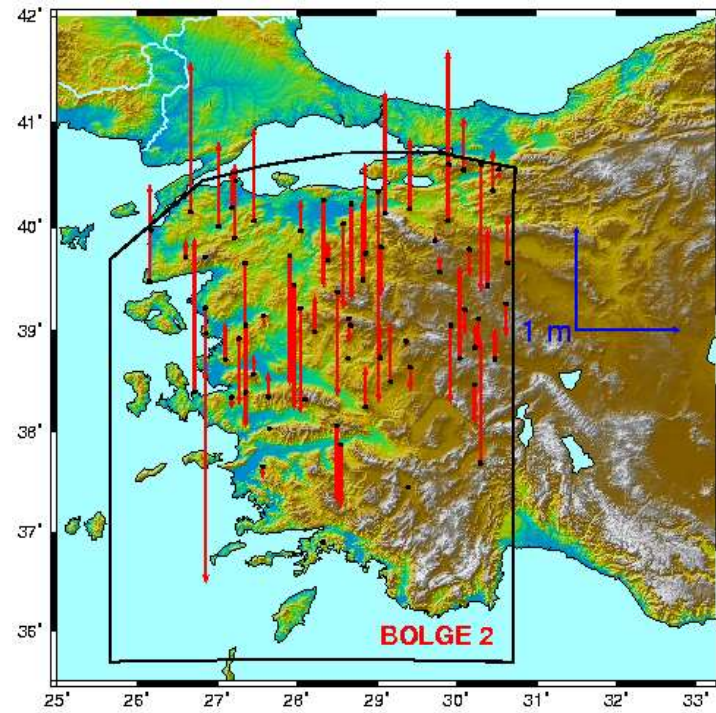
PARAMETRE	DEĞER	STANDART SAPMA
ΔX (X KAYI KL I K) (metre)	-103.395	± 3.54
ΔY (Y KAYI KL I K) (metre)	-77.788	± 2.64
ΔZ (Z KAYI KL I K) (metre)	-129.502	± 4.30
ω_x (X DÖNÜKLÜK) (saniye)	0.8356417	± 0.122509
ω_y (Y DÖNÜKLÜK) (saniye)	0.5987684	± 0.148304
ω_z (Z DÖNÜKLÜK) (saniye)	-	-
ΔS (ÖLÇEK FAKTÖRÜ) (ppm)	1.6256295	± 0.470197

Dönüşüm sonucunda ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.13'te, düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.14'te verilmektedir. Bu

düzeltilmelerini istatistikleri ile aynı noktada ülke geneli için belirlenen parametreler ile dönüşümü yapıldığında gelen düzeltilmelerini istatistikleri Tablo 5.8 de verilmektedir.



Şekil 5.13 : İkinci bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde, ED50 yatay koordinatlarına gelen düzeltilmeler

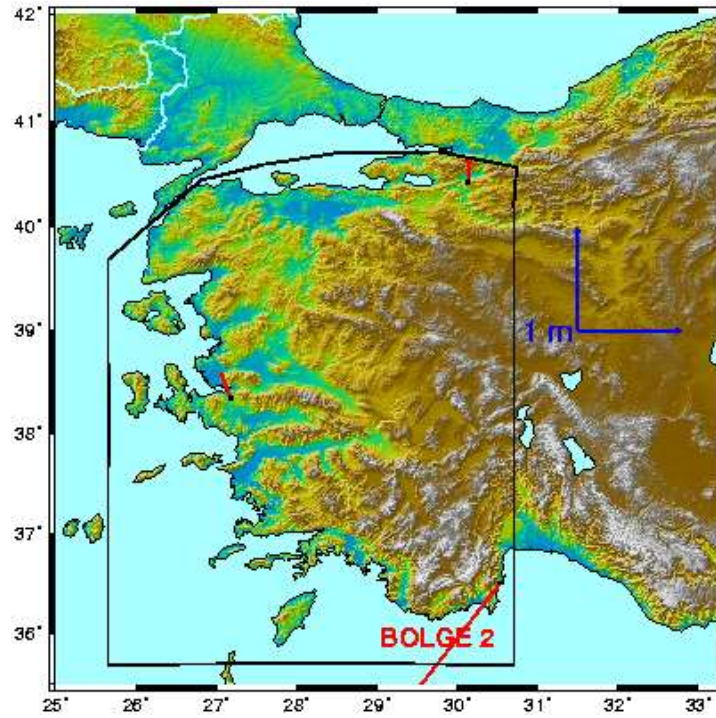


Şekil 5.14 : İkinci bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde, ED50 dikey koordinatlarına gelen düzeltilmeler

Tablo 5.8 : İkinci bđgede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koordinatlarına gelen yatay ve düşey düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke geneli için belirlenen parametreler ile (metre)			Bölge için belirlenen parametreler ile (metre)		
	Kuzey	Doğu	Yükseklik	Kuzey	Doğu	Yükseklik
Nokta Sayısı	68	68	68	68	68	68
Minimum Düzeltme	-0.30	-0.81	-1.69	-0.55	-1.28	-1.65
Maksimum Düzeltme	2.70	1.46	3.71	1.72	0.60	2.43
Ortalama Düzeltme	0.56	0.53	0.53	0.00	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.52	± 0.39	± 1.00	± 0.36	± 0.32	± 0.80
RMS	± 0.77	± 0.66	± 1.12	± 0.36	± 0.32	± 0.79

Bu bölge için belirlenen dönüşüm parametrelerinin doğruluğu Şekil 5.3'te verilen ve dönüşüm parametrelerinin hesabında kullanılmayan noktalardan ikinci bđgede kalan üç tanesinde kontrol edilmiştir. Yapılan kontrol sonucunda elde edilen düzeltmeler Şekil 5.15'te ve bu düzeltmelerin istatistikleri ile aynı noktara, ülke geneli için belirlenen parametreler ile dönüşüm yapıldığında gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.9'da verilmiştir.



Şekil 5.15 : İkinci bölge için belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.9: İki ndi bđ ge i ğ n belirlenen dönüşüm parametrel eri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrd noktaları na gel en düzelt meler

İstatistik Elemanı	Ül ke geneli i ğ n belirlenen parametrel er ile (metre)		Böl ge i ğ n belirlenen parametrel er ile (metre)	
	Kuzey	Do ğ u	Kuzey	Do ğ u
Nokta Sayısı	3	3	3	3
Minimüm Düzelt me	-0.98	-1.50	-1.17	-0.91
Maksimum Düzelt me	1.27	0.85	0.26	0.01
Ortalama Düzelt me	0.20	-0.17	-0.22	-0.33
Standart Sapma	± 1.13	± 1.20	± 0.82	± 0.50
RMS	± 0.95	± 1.00	± 0.71	± 0.53

Tablo 5.8, Şekil 5.13, Şekil 5.14'te verilen ve ölçü noktaları na gel en düzelt meler incel end ğ nde; ül ke geneli nde belirlenen parametrel erle yapılan dönüşümde noktaların enleri ne -30 cm ile 270 cm, boyları na -81 cm ile +146 cm ve yüksekleri nei se -169 cm ile +371 cm arası nda düzelt meler gel d ğ gör ülmektedir. Aynı noktadaki bu düzelt meler bđ gede belirlenen parametrel erle yapılan dönüşüm sonrası nda sırasıyla -55 cm ile +172 cm, -128 cm ile +60 cm ve -165 cm ile +243 cm arası nda bulunmuştur.

Dönüşümde kullanılmayan noktaları gel en ve Tablo 5.9 ile Şekil 5.15'te verilen düzelt meler incel end ğ nde ise ül ke geneli nde belirlenen parametrel er ile yapılan dönüşümde noktaların enleri ne -98 cm ile +127 cm, boyları na ise -150 cm ile +85 cm arası nda düzelt meler gel d ğ belirlenmiştir. Bu düzelt meler bđ gede belirlenen parametrel erle yapılan dönüşüm sonrası nda sırasıyla -117 cm ile +26 cm arası nda ve -91 cm ile +1 cm arası nda değış mektedir.

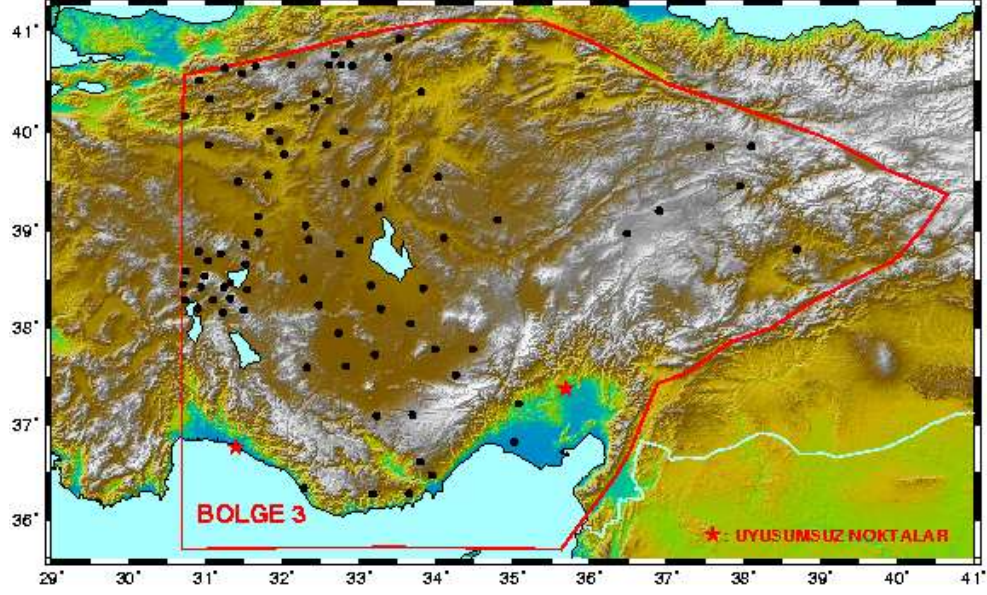
İki ndi bđ gede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümü, ül ke geneli nde yapılan dönüşüme oranlı dönüşüm doğru lu ğ unda önemli bir iyileştir me sağlamaktadır. Bu bđ gede üç boyutlu benzerlik dönüşümü parametrel erini kullanarak enlemd e 75-80 cm, boyları nda 50-55 cm ve yüksekli kte 80-100 cm doğru l u kla koord nat dönüşümünün yapılabilece ğ değ erlendirilmektedir.

5.1.4 Üçüncü Bđ gede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

Üçüncü bđ ge d arak adlandırılan Anadd u bl o ğ unun KAF nı n güneyi, Do ğ u Anadd u Fayı' nı n batısı ile 31° boyları nı n doğusu arası nda kal an bđ ümündeki üç boyutlu benzerlik dönüşümü, bu bđ geye ğ ren 90 nokta kullanılarak yapılmıştır (Şekil 5.16).

Yapılan uyumsuz d ğ üt esti sonucunda bđ gedeki iki nokta uyumsuz bulunmuş (Şekil 5.16) ve üçüncü bđ gedeki dönüşüm toplam 88 ortak nokta kullanılarak yapılmıştır. Şekil 5.16 incel end ğ nde bu bđ gedeki nokta sayısını n bđ geri n orta ve

doğusunda yet ersiz d ması na rağmen genel d arak nokt a dağılı mın n uygun d duğu gör ü lmektedir.



Şekil 5.16 : Üçüncü bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde kullanılan ve uyumsuz olarak atılan noktalar

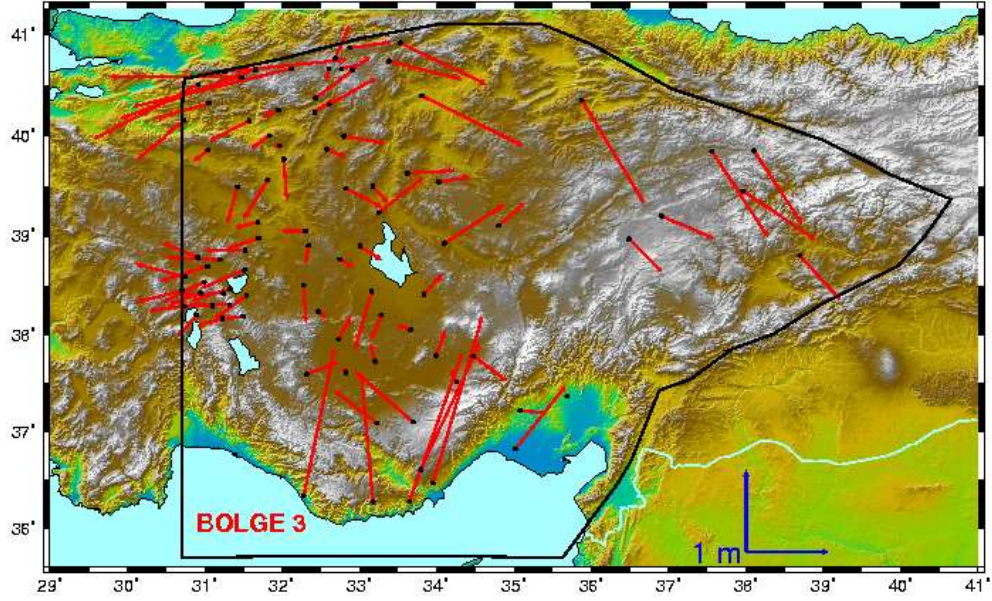
Bu bölgede yapılan dönüşüm sonucunda dönüşüm parametrelerinden X ekseninde etrafında dönüklüğe karşılık gelen dördüncü dönüşüm parametresi (ω_x) ile iki datum arasındaki ölçek farklılığın ifade eden yedinci dönüşüm parametresi (ΔS) dönüşüm sonucunda istatistiksel olarak anlamsız bulunmuş ve bu parametreler "0" ile zorlanarak dönüşüm parametreleri tekrar belirlenmiştir. Üçüncü bölgede yapılan dönüşüm sonucunda belirlenen dönüşüm parametreleri Tablo 5.10'da verilmektedir.

Tablo 5.10 : Üçüncü bölge için ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametreleri

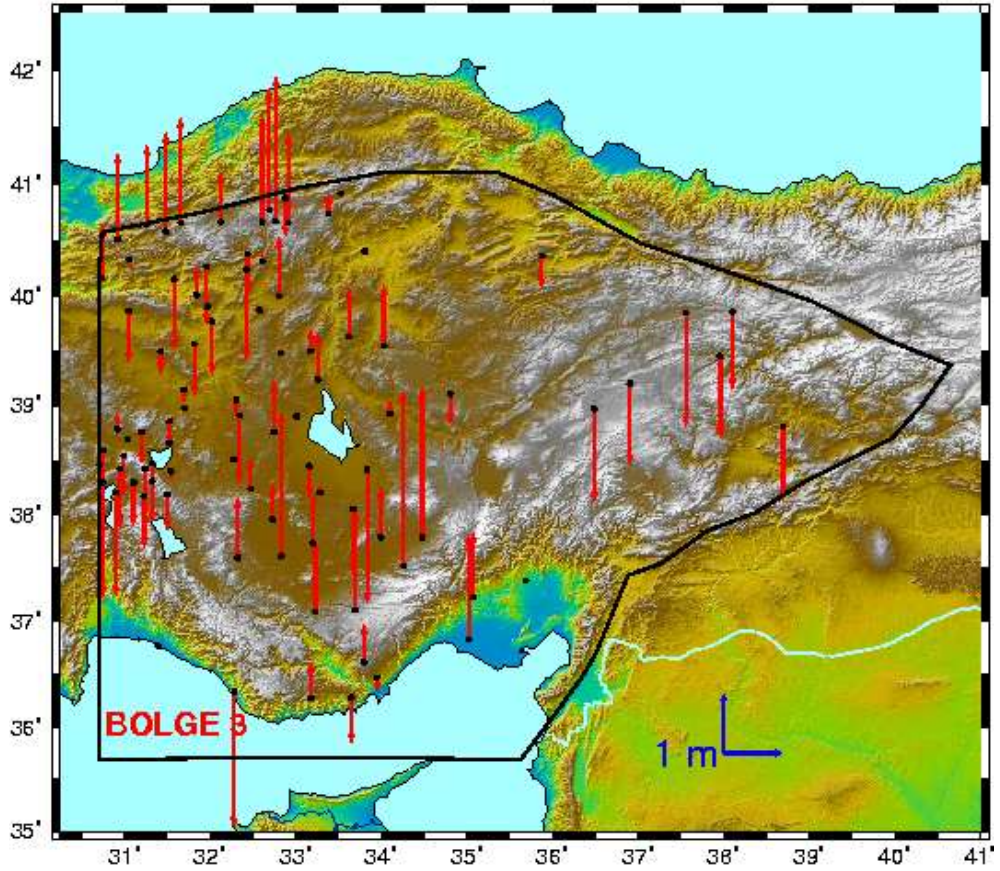
PARAMETRE	DEĞER	STANDART SAPMA
ΔX (X KAYI KL I K) (metre)	-71.435	± 3.10
ΔY (Y KAYI KL I K) (metre)	-104.083	± 2.21
ΔZ (Z KAYI KL I K) (metre)	-129.843	± 2.56
ω_x (X DÖNÜKLÜK) (saniye)	-	-
ω_y (Y DÖNÜKLÜK) (saniye)	-0.2460502	± 0.126698
ω_z (Z DÖNÜKLÜK) (saniye)	0.7096805	± 0.109157
ΔS (ÖLÇEK FAKTÖRÜ) (ppm)	-	-

Dönüşüm sonucunda ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.17'de, düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.18'de verilmektedir. Bu düzeltmelerini istatistikleri ile aynı noktalar aralığına gendi için belirlenen parametreler

ile dönüşüm yapıldığında gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.11'de verilmektedir.



Şekil 5.17 : Üçüncü bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler

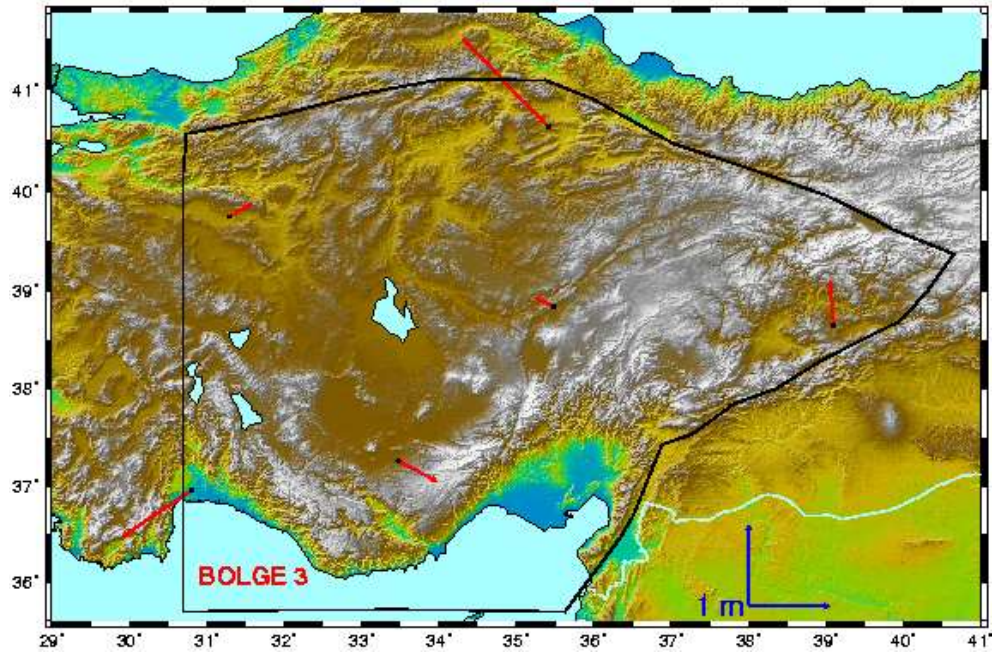


Şekil 5.18 : Üçüncü bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 dikey koordinatlarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.11 : Üçüncü bölgede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koordinatlarına gelen yatay ve düşey düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke geneli için belirlenen parametrelerle (metre)			Bölge için belirlenen parametrelerle (metre)		
	Kuzey	Doğu	Yükseklik	Kuzey	Doğu	Yükseklik
Nokta Sayısı	88	88	88	88	88	88
Minimum Düzeltme	-2.82	-1.36	-3.63	-2.03	-1.49	-2.99
Maksimum Düzeltme	0.78	2.16	2.01	1.25	1.94	2.33
Ortalama Düzeltme	-0.37	0.09	-0.56	0.01	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.66	± 0.53	± 1.21	± 0.55	± 0.60	± 1.19
RMS	± 0.76	± 0.54	± 1.33	± 0.55	± 0.60	± 1.18

Üçüncü bölge için belirlenen dönüşüm parametrelerinin doğruluğu Şekil 5.3'te verilen ve dönüşüm parametrelerinin hesabında kullanılan 14 noktadan üçüncü bölgede kalan altı tanesinde kontrol edilmiştir. Yapılan kontrol sonucunda elde edilen düzeltmeler Şekil 5.19'da ve bu düzeltmeleri istatistikleri ile aynı noktalar, ülke geneli için belirlenen parametrelerle dönüşüm yapıldığında gelen düzeltmeleri istatistikleri Tablo 5.12'de verilmektedir.



Şekil 5.19: Üçüncü bölge için belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.12 : Üçüncü bölge için belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke geneli için belirlenen parametreler ile (metre)		Bölge için belirlenen parametreler ile (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	6	6	6	6
Minimum Düzeltme	-1.02	-1.16	-0.57	-1.05
Maksimum Düzeltme	0.69	0.56	1.08	0.48
Ortalama Düzeltme	-0.34	-0.04	0.18	-0.23
Standart Sapma	± 0.63	± 0.67	± 0.58	± 0.61
RMS	± 0.67	± 0.62	± 0.56	± 0.61

Tablo 5.11, Şekil 5.17, Şekil 5.18'te verilen ve ölçü noktasına gelen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde belirlenen parametrelerle yapılan dönüşümde noktasın enleri ne -282 cm ile 78 cm, boyları na -136 cm ile +216 cm ve yüksekleri ne ise -363 cm ile +201 cm arasında düzeltmeler geldiği görülmektedir. Aynı noktadaki bu düzeltmeler bölgede belirlenen parametrelerle yapılan dönüşüm sonrasında sırasıyla -203 cm ile +125 cm, -149 cm ile +194 cm ve -299 cm ile +233 cm arasında bulunmuştur.

Dönüşümde kullanılan noktaya gelen ve Tablo 5.12 ile Şekil 5.19'da verilen düzeltmeler incelendiğinde ise ülke genelinde belirlenen parametrelerle yapılan dönüşümde noktasın enleri ne -102 cm ile +69 cm, boyları na ise -116 cm ile +56 cm arasında düzeltmeler geldiği belirlenmiştir. Bu düzeltmeler bölgede belirlenen parametrelerle yapılan dönüşüm sonrasında sırasıyla -57 cm ile +108 cm arasında ve -105 cm ile +48 cm arasında değişmektedir.

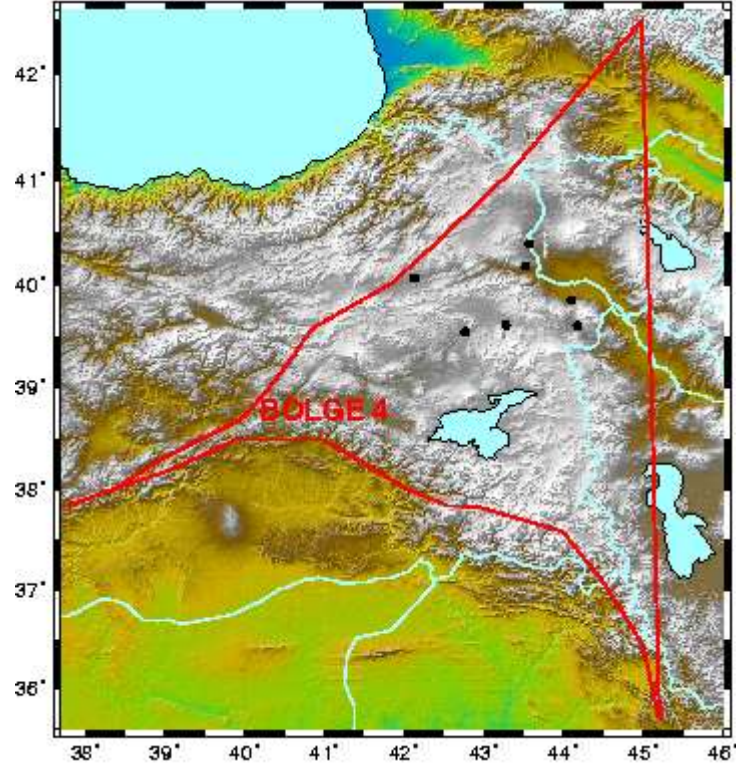
Üçüncü bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünün doğruluğunda, ülke genelinde yapılan dönüşümün doğruluğuna oranla önemli bir iyileşme sağlanmadığı görülmektedir. Bununla birlikte bu bölgede üç boyutlu benzerlik dönüşümü parametreleri kullanılarak erimde ve boylarda yaklaşık 60 cm yükseklikte ise 1.0-1.5 m doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabilceği değerlendirilmektedir.

5.1.5 Dördüncü Bölgede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

Arap plakasının kuzeyi ve Kuzeydoğu Anaddu fayının güney doğusunda, Kuzeydoğu Anaddu bloğu üzerinde kalan bölgeden dördüncü bölgedeki dönüşüm bu bölgede yer alan yedi ortak nokta kullanılarak yapılmıştır (Şekil 5.20).

Yapılan uyumsuz düzeltme sonucunda bölgede uyumsuz nokta bulunmamış ve dördüncü bölgedeki dönüşüm toplam yedi ortak nokta kullanılarak yapılmıştır. Şekil

5.20'inci enderjinde bu bđgede bulunan noktaların sayı ve dağılımı oldukça yetersiz olduğu görülmektedir.



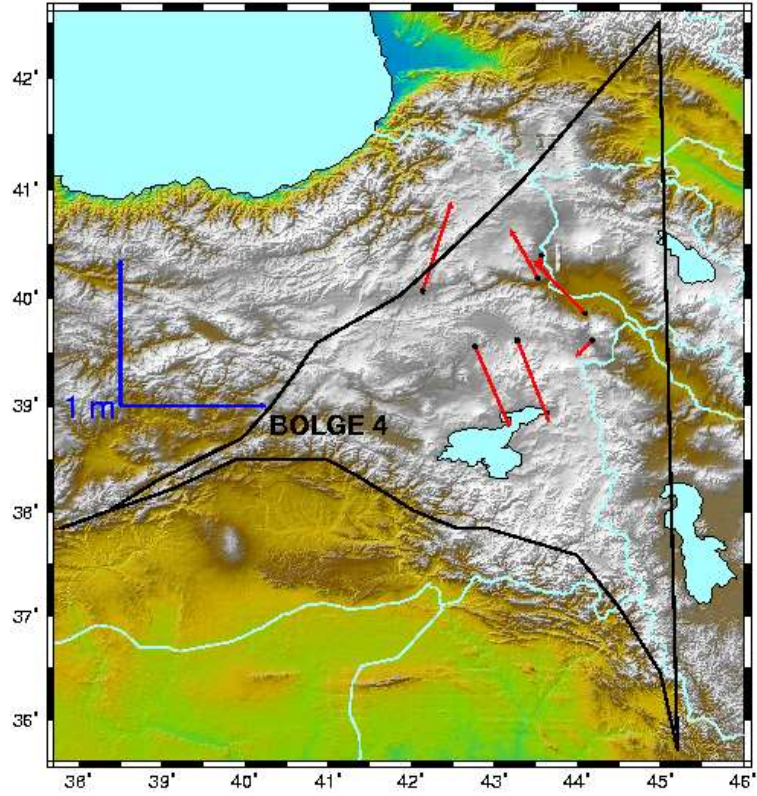
Şekil 5.20: Dördüncü bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde kullanılan noktalar

Dördüncü bđgede yapılan dönüşüm sonucunda dönüşüm parametrelerinden iki datum arasında Y ekseri boyunca kayıklığa karşılık gelen ikinci dönüşüm parametresi (ΔY) dönüşüm sonucunda istatistiksel olarak anlamsız bulunmuş ve bu parametre "0" ile zorlanarak dönüşüm parametreleri yeniden belirlenmiştir. Dördüncü bđgede belirlenen dönüşüm parametreleri Tablo 5.13'te verilmektedir.

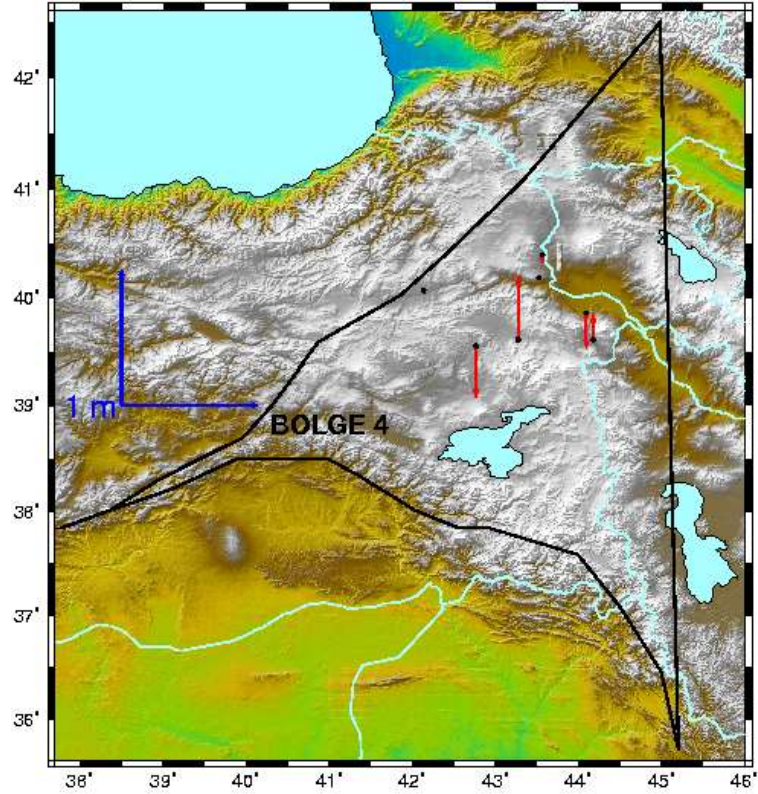
Tablo 5.13 : Dördüncü bölge için ED-50'den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametreleri

PARAMETRE	DEĞER	STANDART SAPMA
ΔX (X KAYI KL I K) (metre)	-109.341	± 17.99
ΔY (Y KAYI KL I K) (metre)	-	-
ΔZ (Z KAYI KL I K) (metre)	-111.518	± 20.11
ω_X (X DÖNÜKLÜK) (saniye)	2.2763711	± 0.420908
ω_Y (Y DÖNÜKLÜK) (saniye)	1.3557632	± 0.668307
ω_Z (Z DÖNÜKLÜK) (saniye)	-1.2511379	± 0.414035
ΔS (ÖLÇEK FAKTÖRÜ) (ppm)	-7.124094	± 1.920013

Dönüşüm sonucunda ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.21’de, düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.22’de verilmektedir. Bu düzeltmeleri istatistikleri ile aynı noktadaki genliği için belirlenen parametreler ile dönüşüm yapıldığında gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.14’te verilmektedir.



Şekil 5.21 : Dördüncü bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler

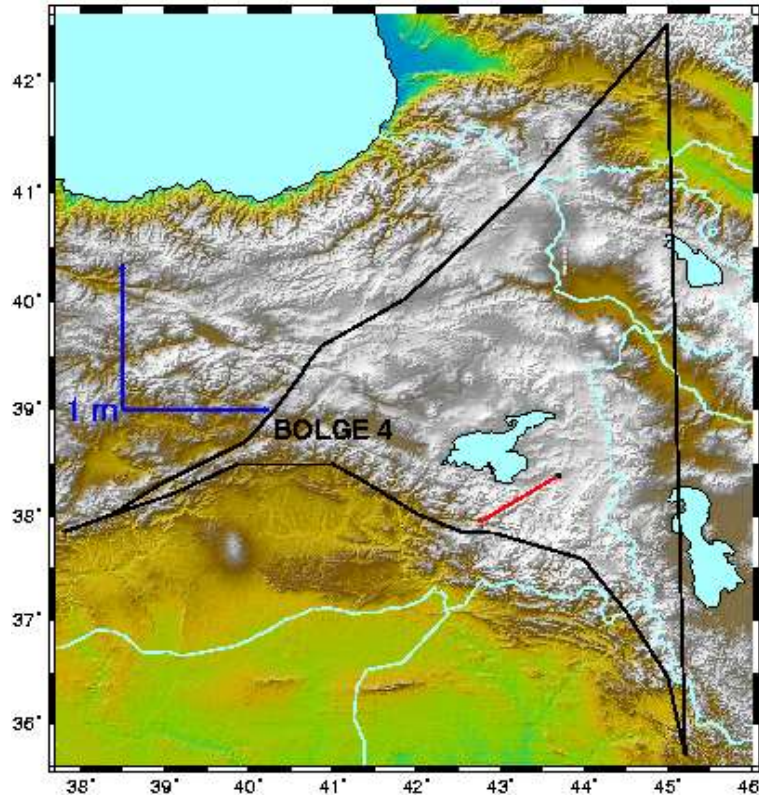


Şekil 5.22 : Dördüncü bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde; ED50 düşey koordinatlarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.14 : Dördüncü bölgede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koordinatlarına gelen yatay ve düşey düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke geneli için belirlenen parametreler ile (metre)			Bölge için belirlenen parametreler ile (metre)		
	Kuzey	Doğu	Yükseklik	Kuzey	Doğu	Yükseklik
Nokta Sayısı	7	7	7	7	7	7
Minimum Düzeltme	-0.22	-0.65	-0.65	-0.61	-0.24	-0.48
Maksimum Düzeltme	1.00	1.13	2.25	0.56	0.35	0.38
Ortalama Düzeltme	0.49	0.30	0.66	0.00	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.47	± 0.72	± 0.99	± 0.46	± 0.23	± 0.28
RMS	± 0.66	± 0.73	± 1.14	± 0.42	± 0.21	± 0.26

Dördüncü bölge için belirlenen dönüşüm parametrelerinin doğruluğu, dönüşüm parametrelerinin hesabında kullanılan ve Şekil 5.3'te verilen noktalardan bu bölgede kalan bir tanesinde kontrol edilmiştir. Yapılan kontrol sonucunda elde edilen yatay düzeltme Şekil 5.23'te verilmektedir. Söz konusu noktada ülke geneli için belirlenen dönüşüm parametreleri ile dönüşüm yapıldığında bu noktanın enlemine ve boylamına sırası ile -132 cm ve -90 cm bölge için belirlenen parametrelerle dönüşüm yapıldığında ise aynı noktanın enlemine -33 cm boylamına ise -55 cm düzeltme gelmiştir.



Şekil 5.23 : Dördüncü bölge için belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltme

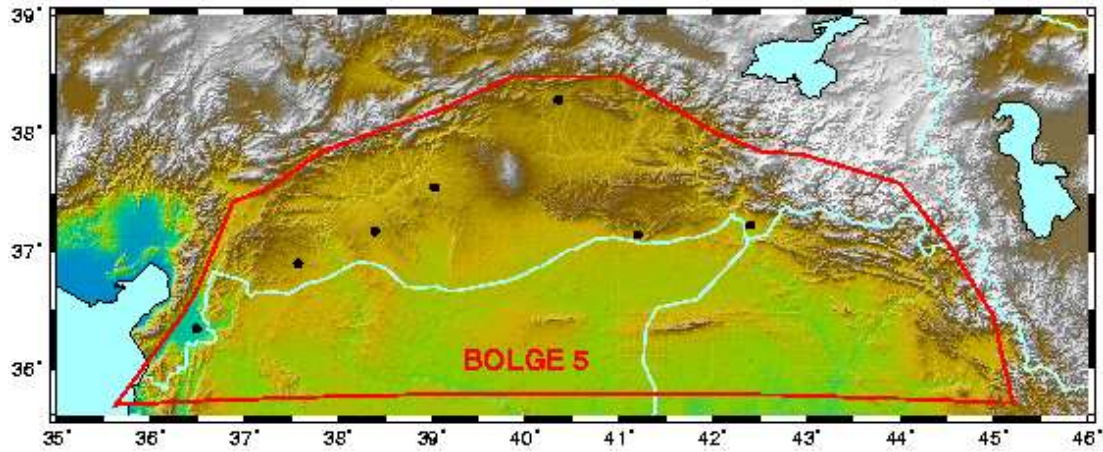
Tablo 5.14, Şekil 5.21, Şekil 5.22 de verilen ve ölçü noktalarına gelen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde belirlenen parametrelerle yapılan dönüşümde noktaların enlemlerine -22 cm ile 100 cm, boylarına -65 cm ile $+113$ cm ve yüksekliklerine ise -65 cm ile $+225$ cm arası nda düzeltmeler geldiği görülmektedir. Aynı noktadaki bu düzeltmeler bölgede belirlenen parametrelerle yapılan dönüşüm sonrasında sırasıyla -61 cm ile $+56$ cm, -24 cm ile $+35$ cm ve -48 cm ile $+38$ cm arası nda bulunmuştur.

Dördüncü bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümü ile, ülke genelinde yapılan dönüşümle orantılı dönüşümün doğruluğunda önemli oranda iyileştirme sağlandığı görülmektedir. Dördüncü bölgede üç boyutlu benzerlik dönüşümü parametrelerini kullanarak enlemde, boylamda ve yükseklikte sırası ile, $30-40$ cm, $50-55$ cm ve $30-40$ cm doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabilceği değerlendirilmektedir.

5.1.6 Beşinci Bölgede Üç Boyutlu Benzerlik Dönüşümü

Doğu Anadolu fayının güneyinde ve Arap plakası üzerinde kalan bölgeden beşinci bölgedeki üç boyutlu benzerlik dönüşümü, bölgede bulunan yedi noktaya kullanılarak gerçekleştirilmiştir. (Şekil 5.24).

Yapılan uyumsuz düçüt estisi sonucunda bölgede uyumsuz noktaya bulunmamış ve bölgedeki dönüşüm toplam yedi ortak noktaya kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 5.24 incelendiğinde bu bölgedeki noktaların dağılımının iyi olduğu görülmektedir.



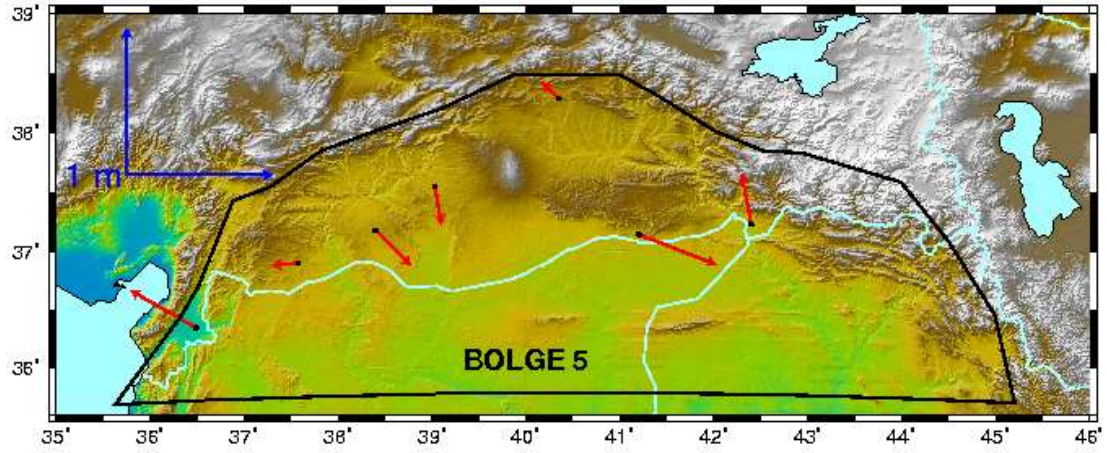
Şekil 5.24 : Beşinci bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde kullanılan noktalar

Beşinci bölgede yapılan dönüşüm sonucunda dönüşüm parametrelerinden, iki datum arasındaki ölçek farklılığını ifade eden yedinci dönüşüm parametresi (ΔS) istatistiksel olarak anlamsız bulunmuş ve bu parametre "0" ile zorlanarak dönüşüm parametreleri yerinden belirlenmiştir. Beşinci bölgede yapılan dönüşüm sonucunda belirlenen dönüşüm parametreleri Tablo 5.15'te verilmektedir.

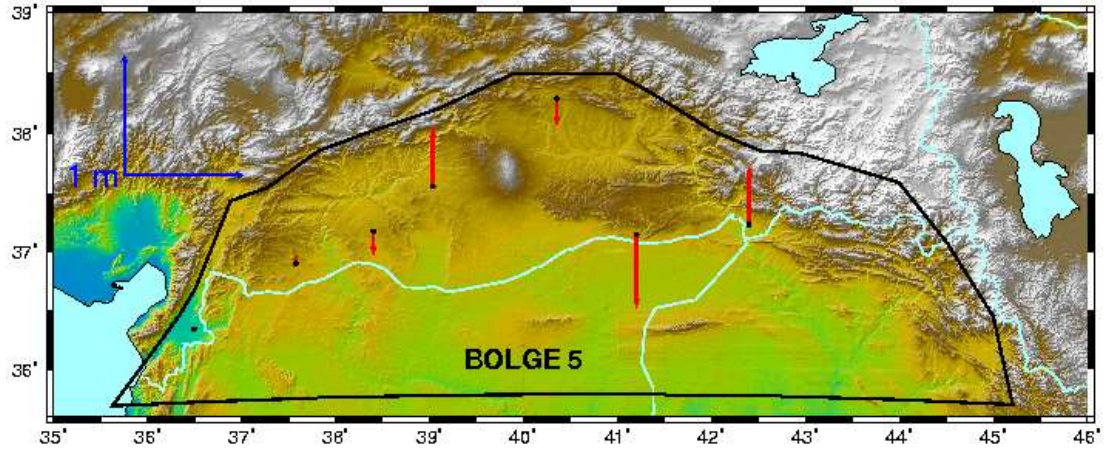
Tablo 5.15 : Beşinci bölge için ED-50 den TUTGA-99A'ya belirlenen dönüşüm parametreleri

PARAMETRE	DEĞER	STANDART SAPMA
ΔX (X KAYI KL I K) (metre)	-85.532	± 6.68
ΔY (Y KAYI KL I K) (metre)	-337.963	± 9.82
ΔZ (Z KAYI KL I K) (metre)	71.982	± 13.59
ω_X (X DÖNÜKLÜK) (saniye)	-7.9923057	± 0.416914
ω_Y (Y DÖNÜKLÜK) (saniye)	4.0023384	± 0.398632
ω_Z (Z DÖNÜKLÜK) (saniye)	5.0685504	± 0.18006
ΔS (ÖLÇEK FAKTÖRÜ) (ppm)	-	-

Dönüşüm sonucunda ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.25'te, dikey koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.26'da verilmektedir. Bu düzeltmeleri istatistikleri ile aynı noktadaki keşif için belirlenen parametreler ile dönüşüm yapıldığında gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.16'da verilmektedir.



Şekil 5.25 : Beşinci bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde, ED50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler

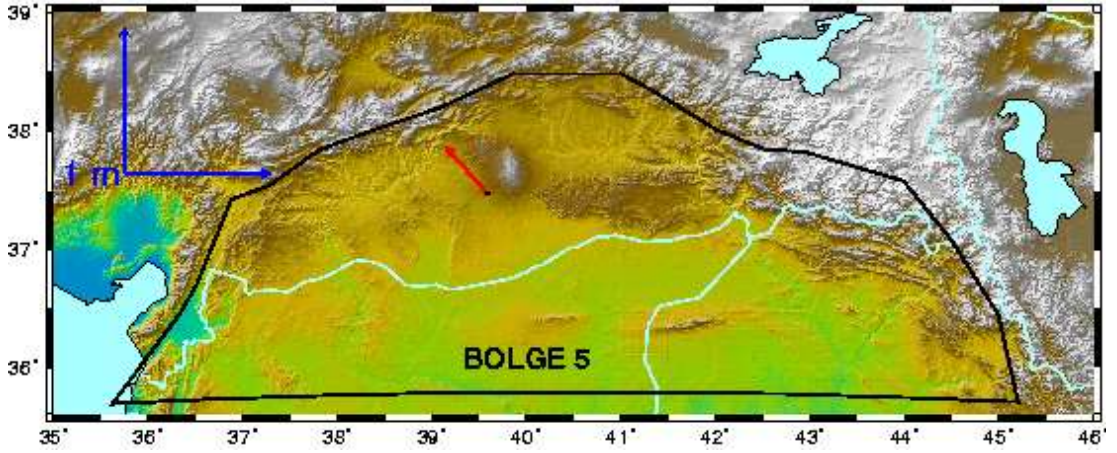


Şekil 5.26 : Beşinci bölge için ED50 - TUTGA99A dönüşümünde, ED50 dikey koordinatlarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.16 : Beşinci bölgede yapılan dönüşüm sonucunda ED-50 koordinatlarına gelen yatay ve düşey düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke geneli için belirlenen parametreler ile (metre)			Bölge için belirlenen parametreler ile (metre)		
	Kuzey	Doğu	Yükseklik	Kuzey	Doğu	Yükseklik
Nokta Sayısı	5	5	5	7	7	7
Minimum Düzeltme	-0.67	-0.20	0.00	-0.34	-0.53	-0.50
Maksimum Düzeltme	0.14	0.51	3.47	0.26	0.45	0.61
Ortalama Düzeltme	-0.17	0.16	2.69	0.00	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.33	± 0.27	± 0.74	± 0.25	± 0.32	± 0.40
RMS	± 0.34	± 0.29	± 2.78	± 0.23	± 0.29	± 0.37

Beşinci bölge için belirlenen dönüşüm parametrelerinin doğruluğu dönüşüm parametrelerinin hesabında kullanılan ve Şekil 5.3'te verilen 14 noktadan bu bölgede kalan bir tanesinde kontrol edilmiştir. Yapılan kontrol sonucunda elde edilen yatay düzeltme Şekil 5.27'de verilmektedir. Bu noktada ülke geneli için belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda, noktanın enlemine ve boylamına sırası ile 17 cm ve -19 cm, bölge için belirlenen parametrelerle dönüşüm yapıldığında ise aynı noktanın enlemine 32 cm, boylamına ise -28 cm düzeltme gelmiştir.



Şekil 5.27: Beşinci bölge için belirlenen dönüşüm parametreleri ile yapılan dönüşüm sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltme

Tablo 5.16, Şekil 5.25, Şekil 5.26'da verilen ve ölçü noktalarına gelen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde belirlenen parametrelerle yapılan dönüşümde noktaların enlemlerine -67 cm ile 14 cm, boylamlarına -20 cm ile +51 cm ve yüksekliklerine ise 0 cm ile +347 cm arasında düzeltmeler geldiği görülmektedir. Aynı noktadaki bu düzeltmeler bölgede belirlenen parametrelerle yapılan dönüşüm sonrasında sırasıyla -34 cm ile +26 cm, -53 cm ile +45 cm ve -50 cm ile +61 cm arasında bulunmuştur.

Beşinci bđgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümü ile, dönüşümün doğruğunda ü ke geninde yapılan dönüşüme orarla önemli bir iyileştirme sağanamadığı görülmektedir. Bu bđgede üç boyutlu benzerlik dönüşümü parametrelerini kullanarak enlemde ve boylamda 30-40 cm yükseklikte ise 40-50 cm doğruğula koordnat dönüşümünün yapılabiliceğı değeriendirilmektedir.

5.2 Yatay Koordnat Dönüşümü

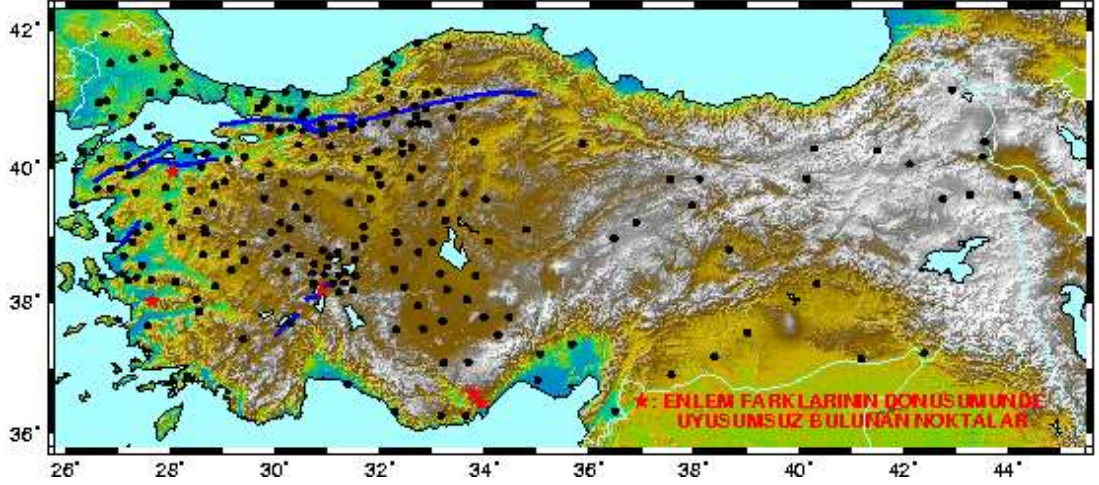
TUTGA-99A ve ED-50 arasındaki farklılıkların, üç boyutlu benzerlik dönüşümünde öngörüldüğü gibi sadece geometrik nedenlerden kaynaklanmadığı, bu nedenlere ek olarak fiziksel nedenlerin de söz konusu farkların oluşmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Dđayısıyla bu iki sistem arasındaki dönüşümün; önce ortak noktada enlemve boylamfarklarının ($d\varphi = \varphi_{TUTGA99A} - \varphi_{ED50}$; $d\lambda = \lambda_{TUTGA99A} - \lambda_{ED50}$) hesaplanıp Krişing yöntemi ile gridenmesi ve daha sonra bu grid veriden yararlanarak herhangi bir noktadafarklarını iterpolasyonu yapmak üzere iki aşamada yapılması düşünülmüştür (Dewhurst, 1990; Murakami ve Ogi, 1999). İlk aşamadaki gridleme enlemve boylamfarkları için ayrı ayrı uygulanmış, Krişing den önce bir trend düzlemi belirlenip ölçülerden çıkarılmıştır. Enlemfarkları ve boylamfarkları için variogram modelleri belirlenmiş ve bu model variogram fonksiyonları farkların gridenmesinde kullanılmıştır. Model variogram fonksiyonlarının parametreleri, deneysel variogramdeğerlerine uygun olarak belirlenmiştir (Ktardis, 1997; Gol den Software, 1999).

Yatay koordnat dönüşümünde yükseklik dönüşümü hesaplamalara dahil edilmiştir, bu nedenle bu dönüşümü ki boyutlu bir dönüşümdür.

Bu dönüşümde öncelikle ü ke geninde yapılmış daha sonra tektarik plaka sınırlarına göre belirlenmiş beş bđgede ayrı ayrı yapılmıştır.

5.2.1 Ü ke Geninde Yatay Koordnat Dönüşümü

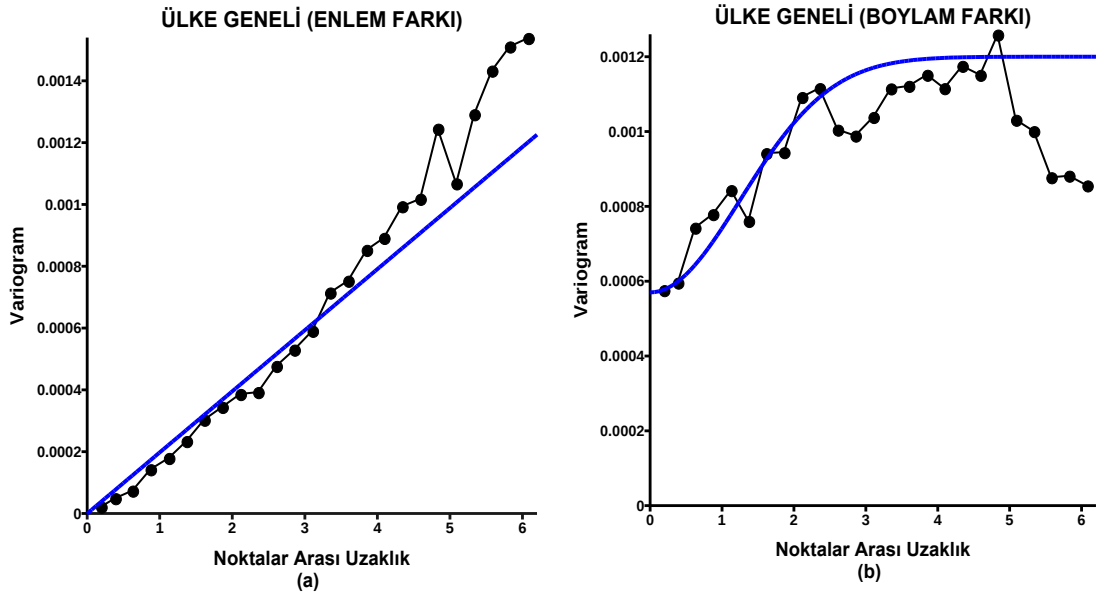
Ü ke geninde yapılan yatay koordnat dönüşümünde 220 ortak nokta kullanılmıştır. Boylam farklarının dönüşümünde bu noktaların tamamı kullanılırken enlem farklarının dönüşümde uyumsuz bulunan beş nokta dönüşüme dahil edilmiştir. Dönüşümde kullanılan ve uyumsuz bulundukları için enlem farklarının dönüşümünde kullanılmayan beş nokta Şekil 5.28de gösterilmektedir.



Şekil 5.28 : Ülkemizde yapılan yatay koordinat dönüşümünde kullanılan ve enlem farklarının dönüşümünde uyumsuz bulunan noktalar

Ülkemizde yapılan yatay koordinat dönüşümünde, 1936-2001 yıllarında ürettikleri depremler nereden ve noktalarının boylamlarında büyük değişikliklere yol açan KAFZ'nin 35° boylamı batısında kalan bölümü (Şekil 5.28), boylam farklarının gridlenmesinde göz önünde bulundurulmuştur. Söz konusu depremlerin noktalarının enlemleri üzerinde bozucu etkisinin düşük olduğu değerlendirilerek enlem farklarının gridlenmesinde faylari ndikkate alınmasına gerek görülmemiştir.

Ülkemizde yapılan yatay koordinat dönüşümünde enlem farkları için en uygun variogram modeli doğrusal variogram modeli iken, boylam farkları için en uygun variogram modelinin Gauss variogram modeli olduğu belirlenmiştir. Elde edilen deneysel ve model variogram fonksiyonları Şekil 5.29'da, model variogram fonksiyonlarının parametreleri ise Tablo 5.17'de verilmiştir.



Şekil 5.29: Ülke genelindeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için belirlenen variogram modelleri. Düz mavi model variogram, siyah noktalı deneysel variogramdır.

(a) Enlem farkları için belirlenen doğrusal variogram modeli.

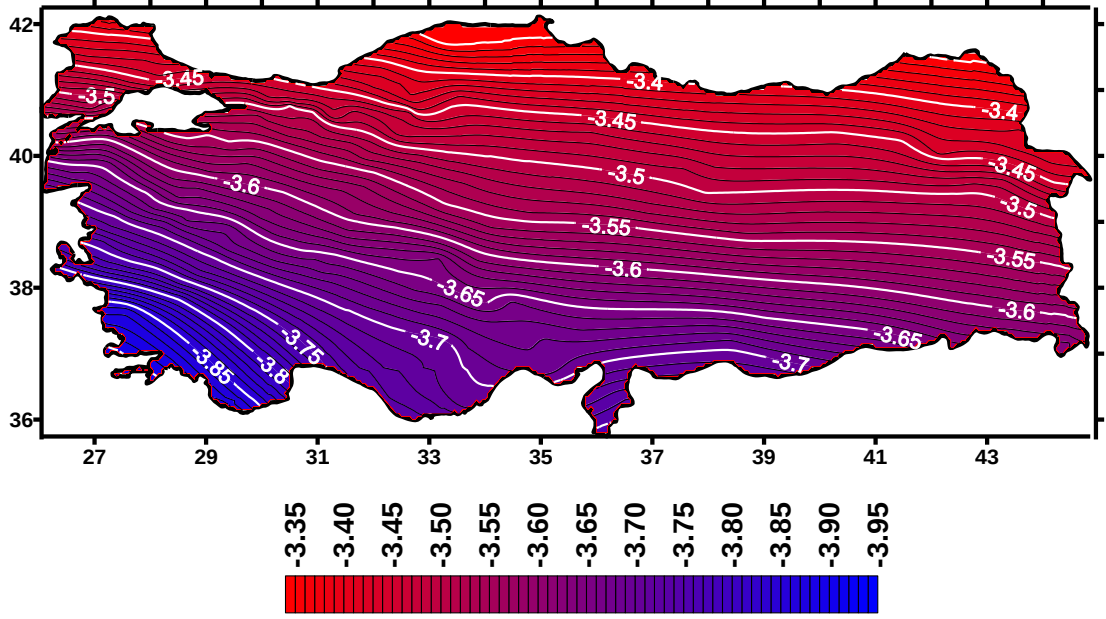
(b) Boylam farkları için belirlenen Gauss variogram modeli.

Tablo 5.17: Ülke genelindeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için hesaplanan variogram parametreleri

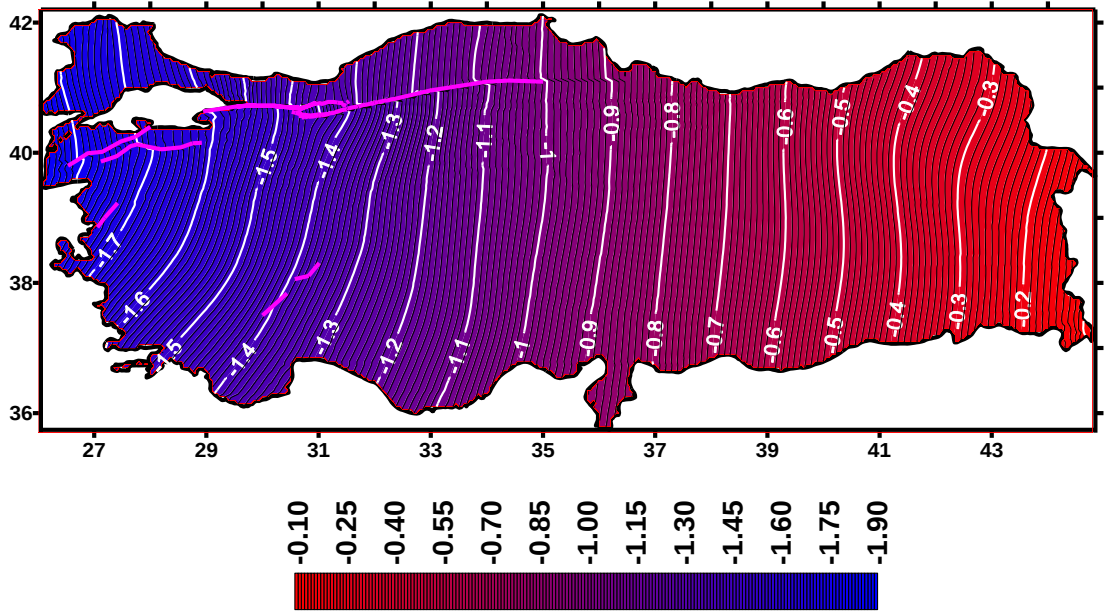
	Model Variogram					Anizotropi	
	Ti p	Ö çek	Uzunluk	Eğ m	Hata Varyansı	Oran	Doğruluk*
Enlem Farkları	Doğrusal	-	-	0.0001898	0	2.0	170.3°
Boylam Farkları	Gauss	± 0.00062	1.85°	-	0.000568 sn^2	1.489	165.3°

* Doğruluk, doğudan itibaren saat iştirik yönündedir.

Model variogram fonksiyonları kullanılarak ülke genelinde 3×3 ($\Delta\phi \times \Delta\lambda$) aralıklı grid köşelerinde enlem ve boylam farkları ($d\phi, d\lambda$) Kriging yöntemi ile hesaplanmıştır. Hesaplanan enlem farkları ($d\phi$) Şekil 5.30'da, boylam farkları ($d\lambda$) ise Şekil 5.31'de gösterilmektedir.

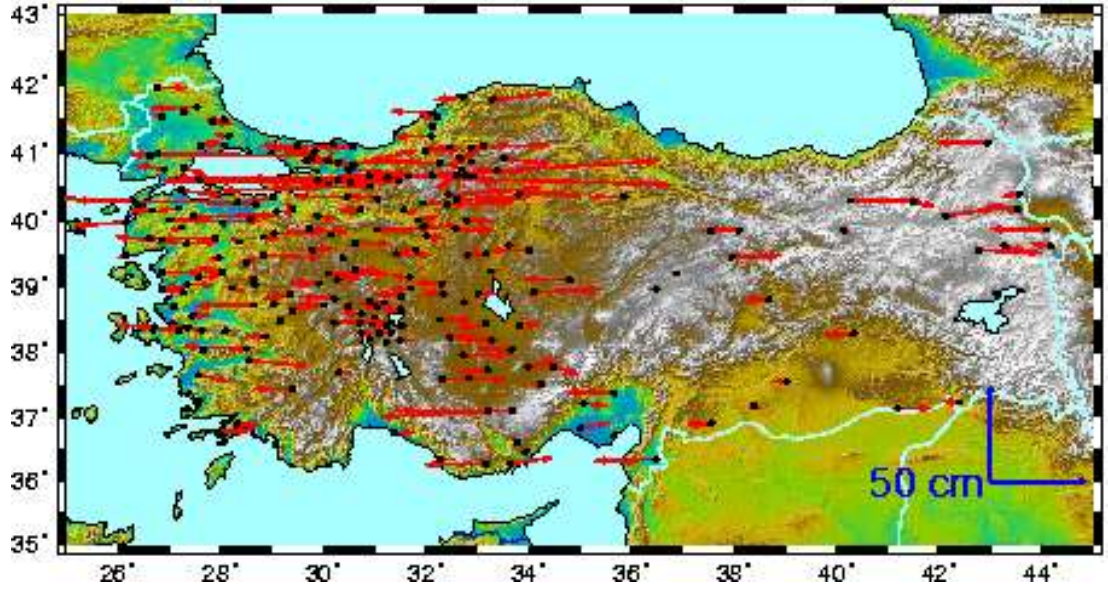


Şekil 5.30 : Üke gendinde grid köşelerinde hesaplanan ertem farkları (TUTGA99A ED50) (")



Şekil 5.31 : Üke gendinde grid köşelerinde hesaplanan boylam farkları (TUTGA99A ED50) (")

Dönüşüm sonucunda dönüşümde kullanılan noktaların ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.32 de verilmektedir. Bu düzeltmeleri istatistikleri ise Tablo 5.18 de verilmektedir.

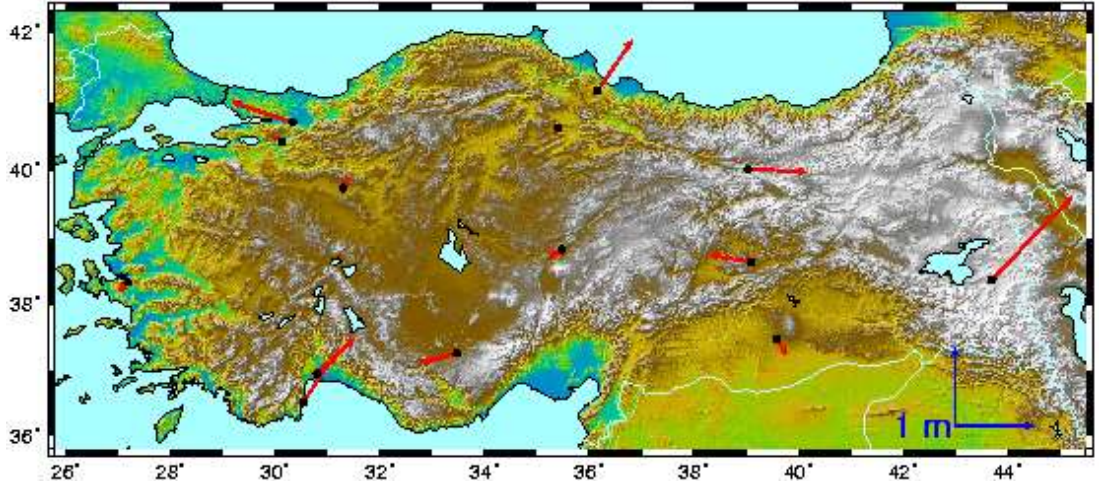


Şekil 5.32 : Ülkede genelde yapılan yatay koordinat dönüşümünde; ED50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.18 : Ülkede genelde yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmelerin istatistik değerleri

İstatistik Elemanı	Ülkede genelde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	215	220
Minimum Düzeltme	-0.07	-1.34
Maksimum Düzeltme	0.09	1.56
Ortalama Düzeltme	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.02	± 0.29
RMS	± 0.02	± 0.29

Bununla birlikte ülkede genelde yapılan yatay koordinat dönüşümünün doğruluğu Şekil 5.3'te verilen ve koordinat dönüşümünde kullanılan noktalarla kontrol edilmiştir. Yapılan kontrol sonucunda elde edilen düzeltmeler Şekil 5.33'te ve bu düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.19'da verilmektedir.



Şekil 5.33 : Ü ke geninde yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarında elde edilen düzeltmeler

Tablo 5.19 : Ü ke geneli için yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarında enlem ve boylam farklarına göre düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ü ke geneli için yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	14	14
Minimum Düzeltme	-0.21	-0.78
Maksimum Düzeltme	1.07	1.03
Ortalama Düzeltme	0.19	0.08
Standart Sapma	± 0.37	± 0.50
RMS	± 0.41	± 0.49

Dönüşüm sonucunda ölçü noktalarında elde edilen ve Tablo 5.18 ile Şekil 5.32 de verilen düzeltmeler incelendiğinde; Türkiye genelinde noktaların enlemlerine -7 cm ile $+9$ cm boylamlarına ise -134 cm ile $+156$ cm arasında düzeltmeler geldiği görülmektedir. Birlikte noktaların boylamlarına göre düzeltmeler ana fay hatlarına yakın bölgede büyük iken, ülke geneli için -25 cm ile $+25$ cm arasında değişmektedir (Şekil 5.32).

Dönüşüm sonrasında dönüşümde kullanılanmayan noktalarla elde edilen ve Tablo 5.19 ile Şekil 5.33'te verilen düzeltmeler incelendiğinde ise; noktaların enlemlerine -21 cm ile $+107$ cm boylamlarına ise -78 cm ile $+103$ cm arasında düzeltmeler geldiği belirlenmiştir.

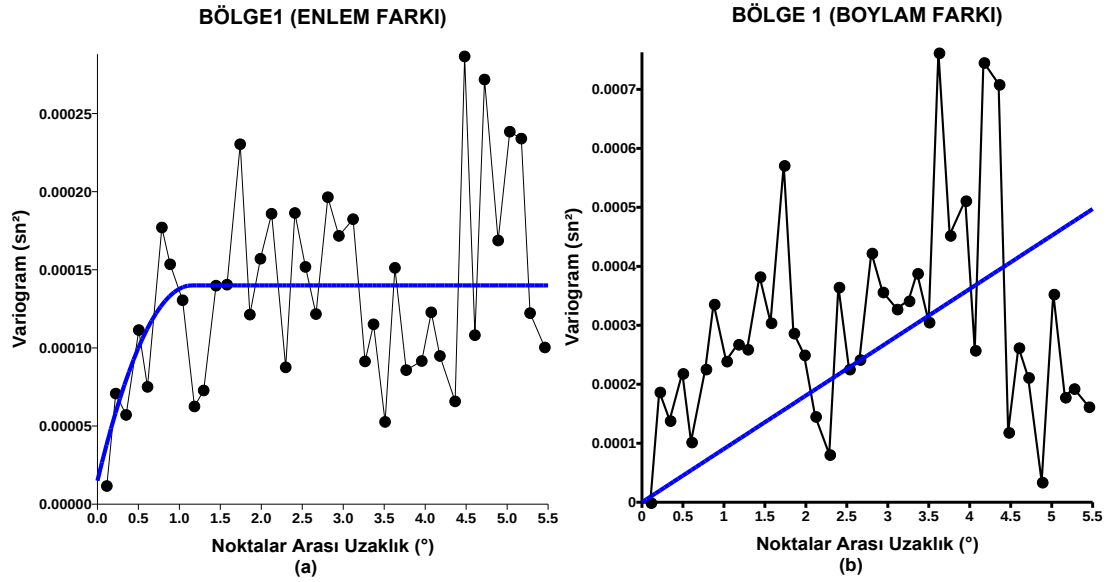
Ü ke geninde TUTGA-99A ve ED-50 arasında yapılan bu dönüşümde, fay hatlarının tanımlanması ile özellikle fay hatlarına yakın bölgede önemli oranda iyileştirme sağanmıştır. Ü ke geninde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile genel olarak enlemlerde $35-40$ cm boylamda ise $45-50$ cm doğrulukla koordinat

dönüşümünün yapılacağı, bununla birlikte bu değerlerin fay hatlarına uzak bölgelerde 5-25 cm arasında dachağı değeri endirilmektedir.

5.2.2 Birinci Bölgede Yatay Koordinat Dönüşümü

Birinci bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümünde Şekil 5.7 de verilen 42 nokta kullanılmıştır. Yapılan uyşum testinde tüm noktalar uyşumlu bulunmuş ve 42 noktayıntamam koordinat dönüşümünde kullanılmıştır.

Erl em farkları için karesel variogram modeli en uygun variogram modeli olarak belirlenmişken, boylam farkları için en uygun variogram modeli doğrusal variogram modelidir. Ed edilen deneysel ve model variogram fonksiyonları Şekil 5.34 te gösterilmekte olup, hesaplanan model variogram fonksiyon parametreleri Tablo 5.20 de verilmektedir.



Şekil 5.34 : Birinci bölgedeki dönüşümde erl em ve boylam farkları için belirlenen variogram modelleri. Düz mavi model variogram, siyah noktalı deneysel variogramdır.

(a) Erl em farkları için belirlenen karesel variogram modeli.

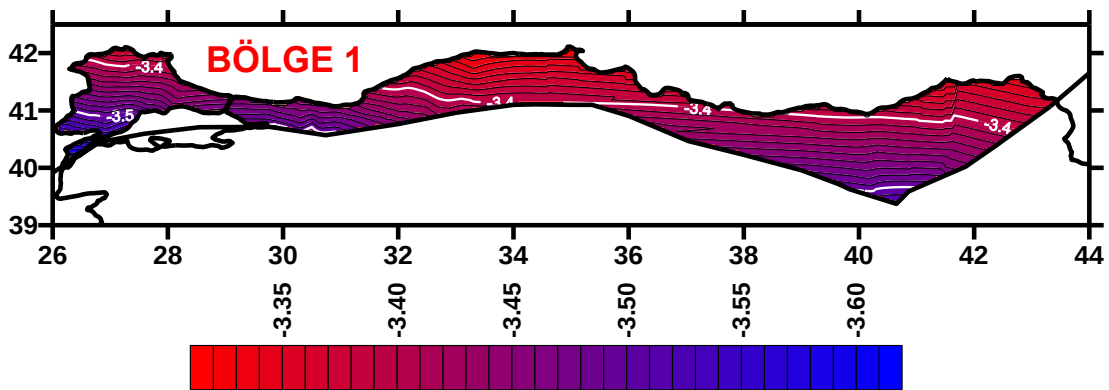
(b) Boylam farkları için belirlenen doğrusal variogram modeli.

Tablo 5.20: Birinci bölgedeki dönüşümde erl emve boyl amf arkl arı ı ın hesaplanan varyogram parametreleri

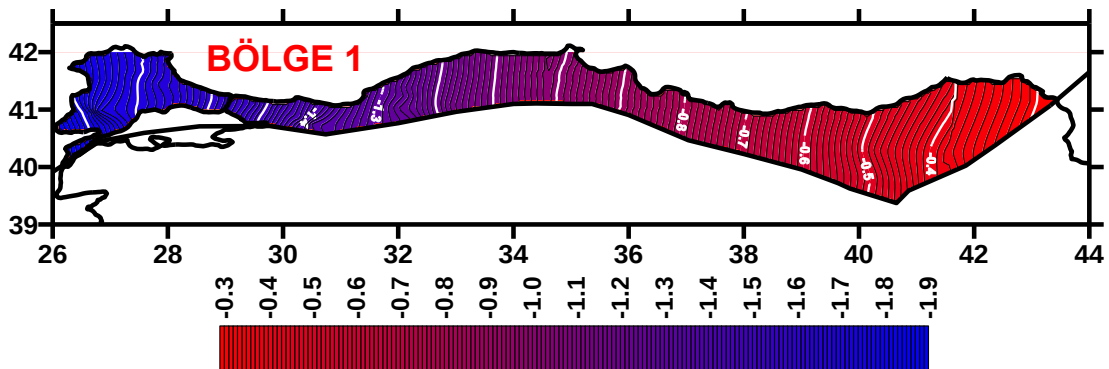
	Model Varyogram				Anizotropi		
	Tip	Açık	Eğim	Hata Varyansı	Uzunluk	Oran	Doğrultu
Enlem Farkları	Karesel	0.000125	-	-	2.3	2	90°
Boylam Farkları	Doğrusal	-	0.0000891	7.416×10^{-12}	-	2	174.3°

Doğru tu, doğudan itibaren saat istikameti nterisi yönündedir.

Model varyogram fonksiyonları kullanılarak birinci bölgede 3×3 ($\Delta\phi \times \Delta\lambda$) aralıklı gri d köşelerinde enlem ve boylam farkları ($d\hat{\phi}, d\hat{\lambda}$) Krişnag yöntemi ile hesaplanmış olup hesaplanan enlem farkları ($d\hat{\phi}$) Şekil 5.35'te, boylam farkları ($d\hat{\lambda}$) Şekil 5.36'da gösterilmektedir.

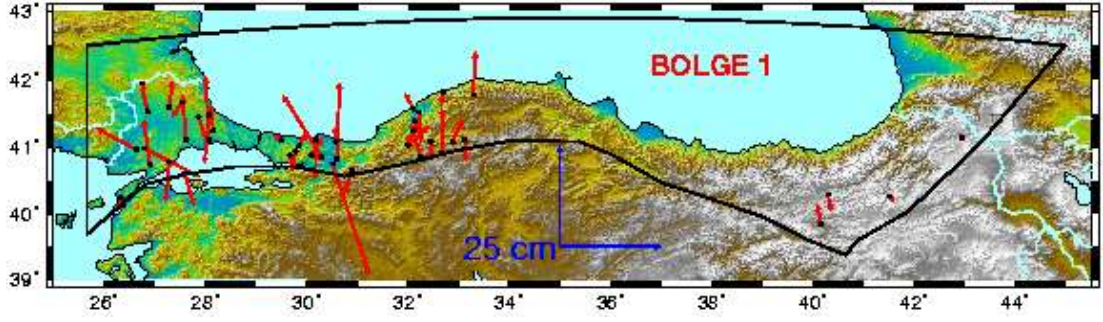


Şekil 5.35 : Bir na bā gede grid köşel erinde hesaplanan erlem farkları
(TUTGA99A-ED50) (“)



Şekil 5.36 : Brind bđgede grid köşđleri nde hesaplanan boylam farkları
(TUTGA99A-ED50) (“

Dönüşüm sonucunda dönüşümde kullanılan noktaların ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.37’de verilmiştir. Bu düzeltmeleri istatistikleri ile aynı noktara ülke genelinde yapılan dönüşüm sonucunda gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.21’de verilmiştir.

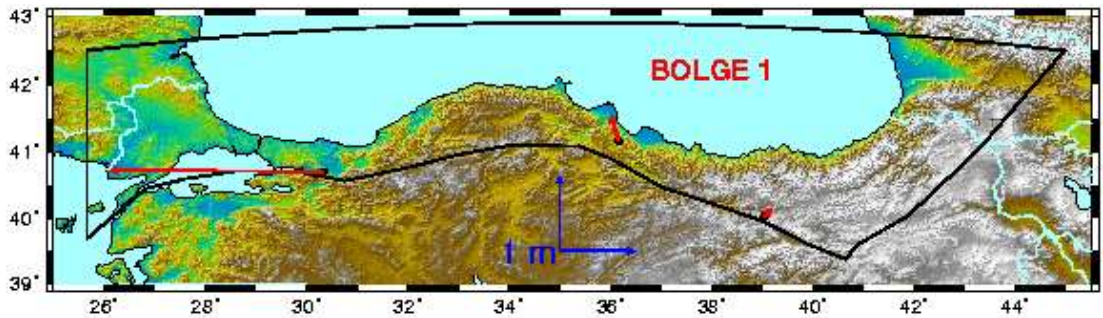


Şekil 5.37: Birinci bölgede yapılan dönüşümden sonra erlemve boylam farklarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.21: Birinci bölgede yapılan dönüşümden sonra erlemve boylam farklarına gelen düzeltmelerin istatistik değerleri

İstatistik Elemanı	Ülke genelinde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)		Birinci bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	42	42	42	42
Minimum Düzeltme	-0.18	-0.46	-0.27	-0.10
Maksimum Düzeltme	0.21	1.61	0.19	0.15
Ortalama Düzeltme	0.05	0.06	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.11	± 0.37	± 0.09	± 0.04
RMS	± 0.12	± 0.37	± 0.09	± 0.04

Ayrıca bu bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümünün doğruluğu Şekil 5.3'te verilen ve koordinat dönüşümünde kullanılan 14 noktadan bu bölgede kalan üç tanesinde kontrol edilmiştir. Yapılan kontrol sonucunda elde edilen düzeltmeler Şekil 5.38'de ve bu düzeltmeleri istatistikleri ile aynı noktalar arasında ülke genelinde yapılan dönüşüm sonucunda gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.22'de verilmektedir.



Şekil 5.38: Birinci bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.22 : Birinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarında erlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke genelinde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)		Birinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	3	3	3	3
Minimum Düzeltme	-0.04	-0.78	0.00	-2.83
Maksimum Düzeltme	0.64	0.74	0.34	0.11
Ortalama Düzeltme	0.29	0.13	0.15	-0.94
Standart Sapma	± 0.34	± 0.80	± 0.17	± 1.64
RMS	± 0.40	± 0.67	± 0.21	± 1.64

Tablo 5.21 ve Şekil 5.37 de verilen, dönüşümden sonra dđü noktalarına gelen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde yapılan dönüşümde noktaların erlenherine -18 cm ile 21 cm boyamlarına ise -46 cm ile 161 cm arasında düzeltmeler geldiğ görülmektedir. Aynı noktalardaki bu düzeltmeler bđgesel dönüşüm sonrasında sırasıyla -27 cm ile +19 cm arasında ve -10 cm ile +15 cm arasında bulunmuştur.

Dönüşüm sonrasında dönüşümde kullanılan rayan noktalarına gelen ve Tablo 5.22 ile Şekil 5.38 de verilen düzeltmeleri incelendiğinde ise ülke genelinde yapılan dönüşüm ile noktaların erlenherine -4 cm ile +64 cm boyamlarına ise -78 cm ile +74 cm arasında düzeltmeler geldiğ belirlenmiştir. Bu düzeltmeler bđgesel dönüşüm sonrasında sırasıyla 0 cm ile +34 cm arasında ve -283 cm ile +11 cm arasında değışmektedir.

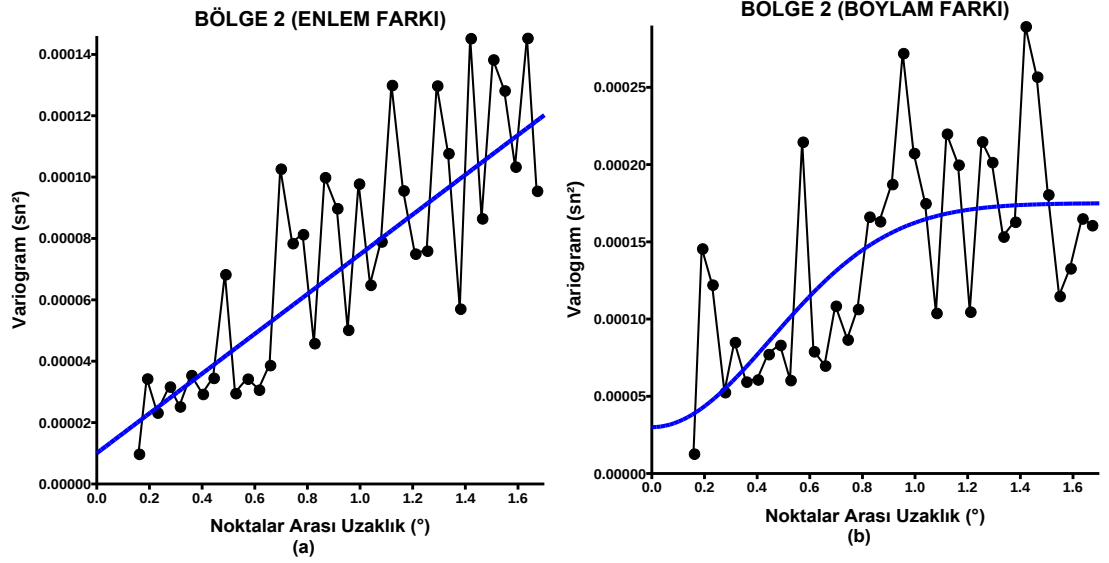
Bu sonuğari incelendiğinde bu bđgede yapılan bđgesel dönüşümün; ülke genelinde yapılan dönüşüme orarla erlemde önemli bir iyileştirme sağlamaz iken boyamda anlamlı bir iyileştirme sağadığ görülmektedir. Bu bđgede yatay koordinat dönüşümü ile erlemde 15-20 cm boyamda ise 25-30 cm doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabileceğ, ancak KAF'nın batısına yakın yerlerde boyam dönüşümü doğruluğunun 1-1.5 m'ye qkacağı değerlendirilmektedir.

5.2.3 İkinci Bđgede Yatay Koordinat Dönüşümü

İkinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümünde Şekil 5.11' de verilen 74 nokta kullanılmıştır. Yapılan uyuşumt estinde boylam farklarında tüm noktalar uyuşumlu bulunurken erlem farklarında altı nokta uyuşumsuz bulunmuş ve dd ayrı ayrı boylam ve erlem farklarının grid köşe değerlerinin hesabında sırasıyla 74 ve 68 nokta kullanılmıştır.

Erl em farkları için doğrusal variogram modelinin, boylam farkları için ise Gauss variogram modelinin en uygun variogram modeli olduğu belirlenmiştir. Elde edilen

deneysel ve model variogram fonksiyonları Şekil 5.39'da gösterilmektedir, hesaplanan model variogram fonksiyon parametreleri Tablo 5.23'de verilmektedir.



Şekil 5.39 : İkinci bđ gedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için belirlenen variogram modelleri. Düz mavi model variogram, siyah noktalı deneysel variogramdır.

(a) Enlem farkları için belirlenen doğrusal variogram modeli.

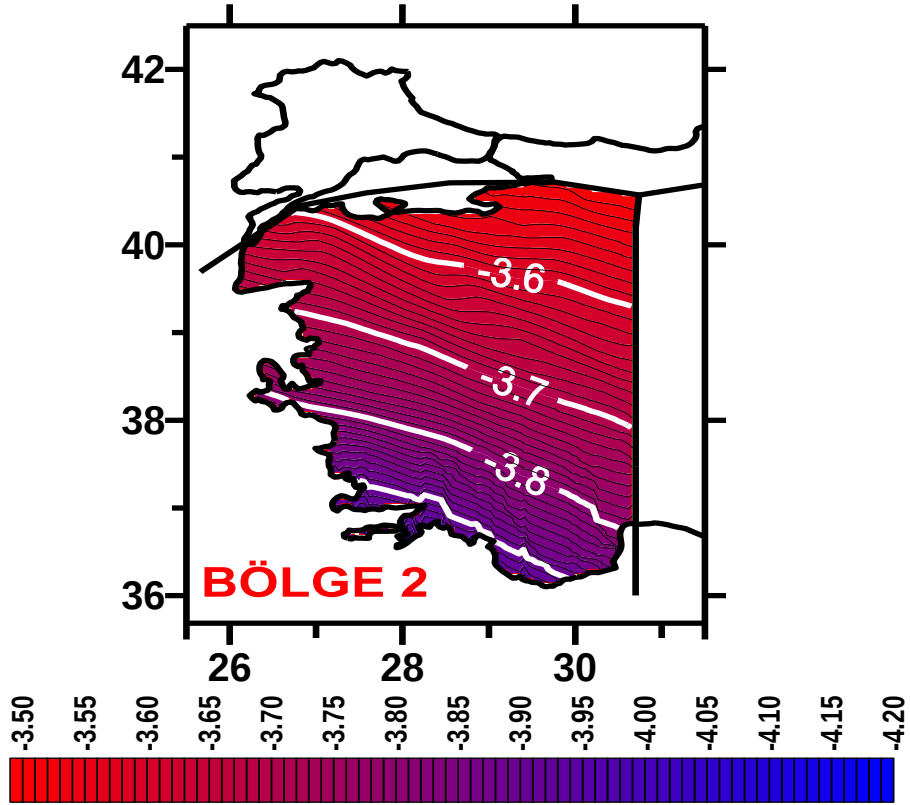
(b) Boylam farkları için belirlenen Gauss variogram modeli.

Tablo 5.23 : İkinci bđ gedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için hesaplanan variogram parametreleri

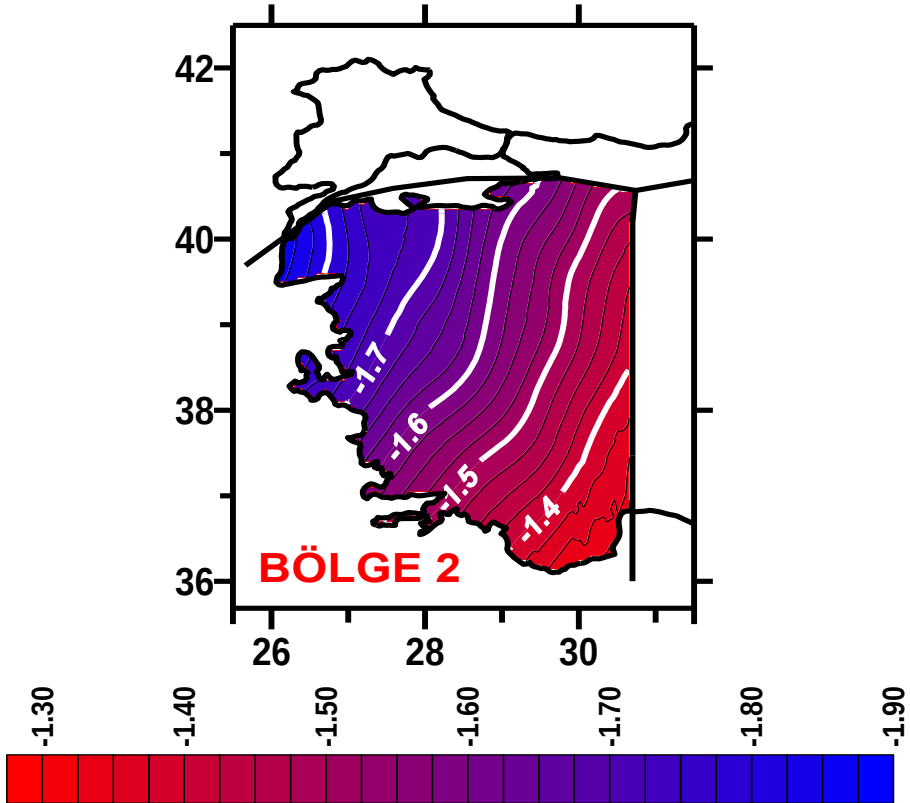
	Model Variogram					Anizotropi	
	Ti p	Ö çek	Uzunluk	Eğ m	Hata Varyansı	Oran	Doğrultu*
Enlem Farkları	Doğrusal	-	-	0.00004655	0.00001004	2.0	146°
Boylam Farkları	Gauss	± 0.000145	0.9°	-	0.00003 sn²	1.48	115°

* Doğrultu, doğudan itibaren saat i stikameti ni ntersi yönündedir.

Model variogram fonksiyonları kullanılarak ikinci bđ gede $3' \times 3' (\Delta\phi \times \Delta\lambda)$ aralıklı grid köşerinde enlem ve boylam farkları ($d\hat{\phi}, d\hat{\lambda}$) Kri g ng yöntemi ile hesaplanmıştır. Hesaplanan enlem farkları ($d\hat{\phi}$) Şekil 5.40'da, boylam farkları ($d\hat{\lambda}$) ise Şekil 5.41'de gösterilmektedir.

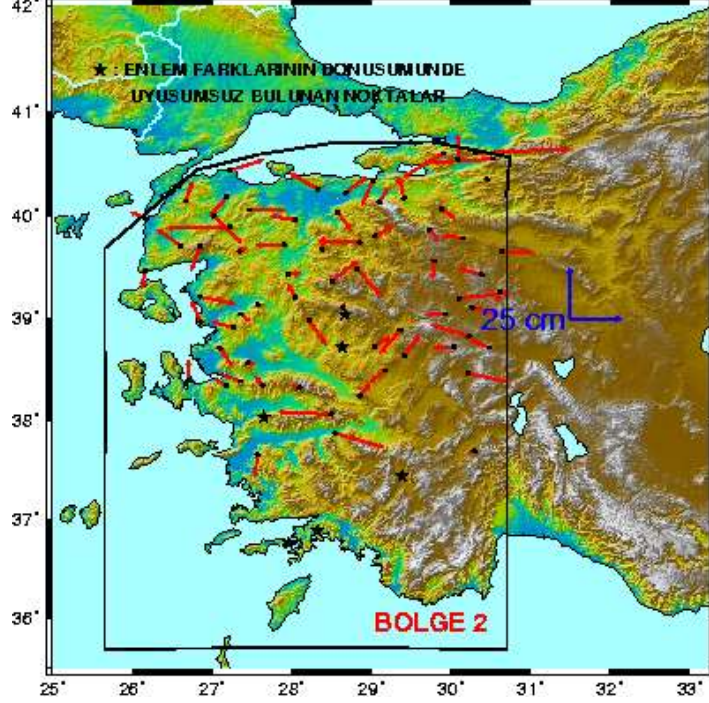


Şekil 5.40 : İkinci bölgede grid köşelerinde hesaplanan enlem farkları (TUTGA99A-ED50) (")



Şekil 5.41 : İkinci bölgede grid köşelerinde hesaplanan boylam farkları (TUTGA99A-ED50) (")

Dönüşüm sonucunda dönüşümde kullanılan noktaların ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.42 de verilmektedir. Bu düzeltmeleri istatistikleri ile aynı noktalara ülke genelinde yapılan dönüşüm sonucunda gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.24'te verilmektedir.

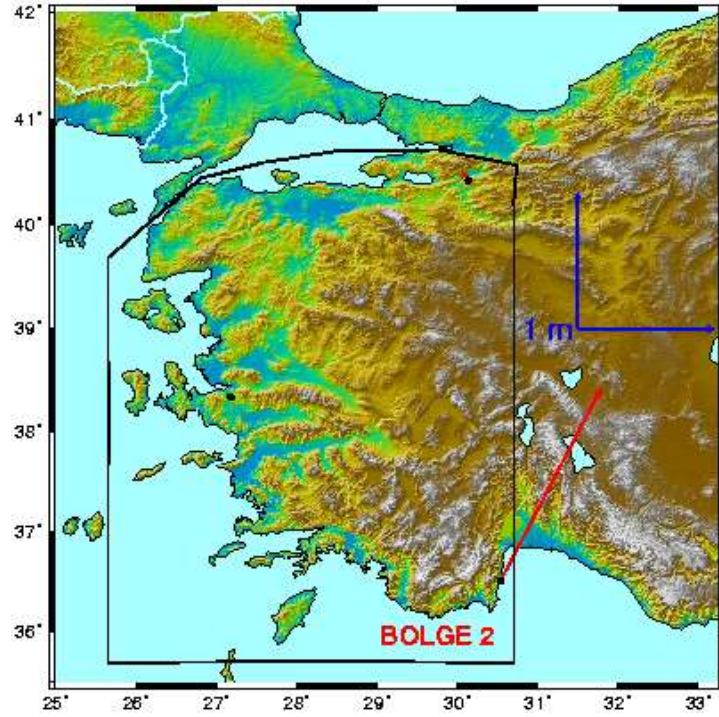


Şekil 5.42: İkinci bđgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.24: İkinci bđgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmelerin istatistik değerleri

İstatistik Elemanı	Ülke genelinde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)		İkinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	68	74	68	74
Minimum Düzeltme	-0.21	-0.95	-0.13	-0.34
Maksimum Düzeltme	0.21	0.41	0.12	0.46
Ortalama Düzeltme	0.00	-0.02	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.11	± 0.24	± 0.07	± 0.13
RMS	± 0.11	± 0.24	± 0.07	± 0.13

Bununla birlikte ikinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümünün doğruluğu Şekil 5.3'te verilen ve koordinat dönüşümünde kullanılan mayan noktalardan ikinci bđgede kalan üç tanesinde kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda elde edilen düzeltmeler Şekil 5.43'te ve bu düzeltmelerin istatistikleri ile aynı noktalara ülke genelinde yapılan dönüşüm sonucunda gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.25'te verilmektedir.



Şekil 5.43 : İkinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktaları na gel en düzeltmeler

Tablo 5.25 : İkinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarında erlenme ve boyutları na gel en düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke genelinde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)		İkinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	3	3	3	3
Minimum Düzeltme	-0.12	-0.12	-0.03	-0.04
Maksimum Düzeltme	0.61	0.41	1.41	0.73
Ortalama Düzeltme	0.19	0.06	0.48	0.24
Standart Sapma	± 0.38	± 0.30	± 0.80	± 0.43
RMS	± 0.36	± 0.25	± 0.81	± 0.43

Dönüşümler sonrası dönüşümde kullanılan noktalara gel en ve Tablo 5.24 ile Şekil 5.42 de verilen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde yapılan dönüşümde noktaların erlenmelerine -21 cm ile 21 cm, boylarına ise -95 cm ile 41 cm arasında düzeltmeler geldiği belirlenmiştir. Aynı noktalardaki düzeltmeler bđgesel dönüşüm sonrasında sırasıyla -13 cm- 12 cm ve -34 cm- 46 cm olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 5.25 ile Şekil 5.43'te verilen ve dönüşümde kullanılan üç noktaya gel en düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde yapılan dönüşüm ile noktaların erlenmelerine -12 cm ile +61 cm, boylarına ise -12 cm ile +41 cm arasında

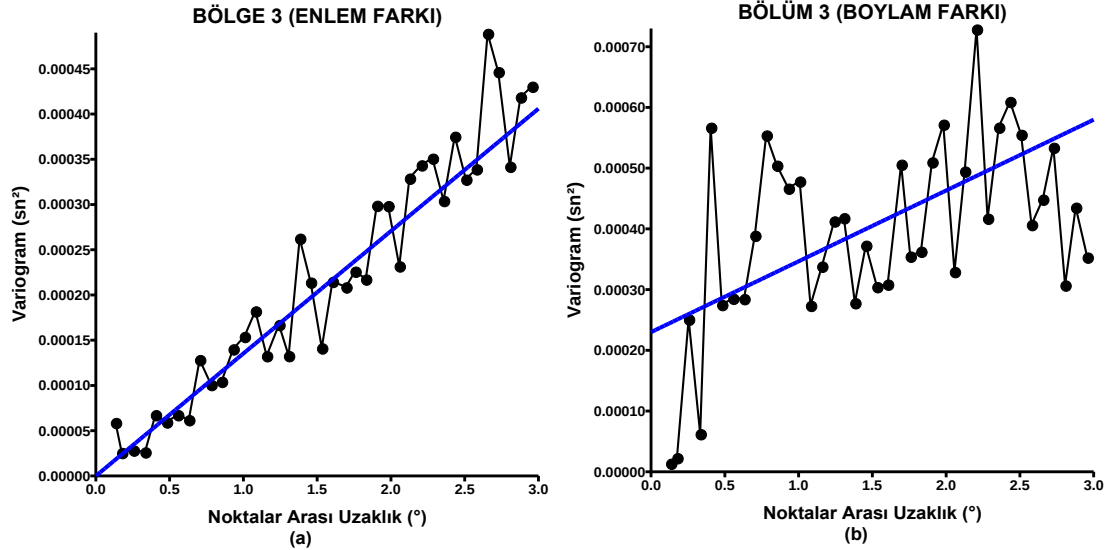
düzeltilmeler geldikleri bildirilmiştir. Aynı düzeltilmeler bölge dönüştürme sonrasında sırasıyla -3 cm ile +141 cm arasında ve -24 cm ile +73 cm arasında bulunmuştur.

Bu sonuçları incelendiğinde bölgede yapılan bölge dönüştürme; enlem ve özellikle boylamda ülke genelinde yapılan yatay koordinat dönüşümüne kıyasla önemli iyileştirmeler sağladığı görülmektedir. Bu bölgede yatay koordinat dönüşümü ile enlemde 10-15 cm boylamda ise 20-25 cm doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabileceği, ancak bölgenin güneyinde özellikle enlem dönüşümünde doğruluk azalacağı ve 1 m mertebesinde ulaşacağı değerlendirilmektedir.

5.2.4 Üçüncü Bölgede Yatay Koordinat Dönüşümü

Üçüncü bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümünde Şekil 5.18 de verilen 90 nokta kullanılmıştır. Yapılan uyşum testinde boylam farklarında tüm noktalar uyşumlu bulunurken enlem farklarında beş nokta uyşumsuz bulunmuş ve dd ayısıyla boylam ve enlem farklarının grid köşe değerlerinin hesabında sırasıyla 90 ve 85 nokta kullanılmıştır.

Üçüncü bölgede hem enlem hem de boylam farkları için doğrusal variogram modeli en uygun variogram modeli olarak bildirilmiştir. Elde edilen deneysel ve model variogram fonksiyonları Şekil 5.44'te gösterilmekte olup, hesaplanan model variogram fonksiyon parametreleri Tablo 5.26'da verilmektedir.



Şekil 5.44 : Üçüncü bölgedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için belirlenen variogram modelleri. Düz mavi model variogramı siyah noktalı deneysel variogramdır.

(a) Enlem farkları için belirlenen doğrusal variogram modeli.

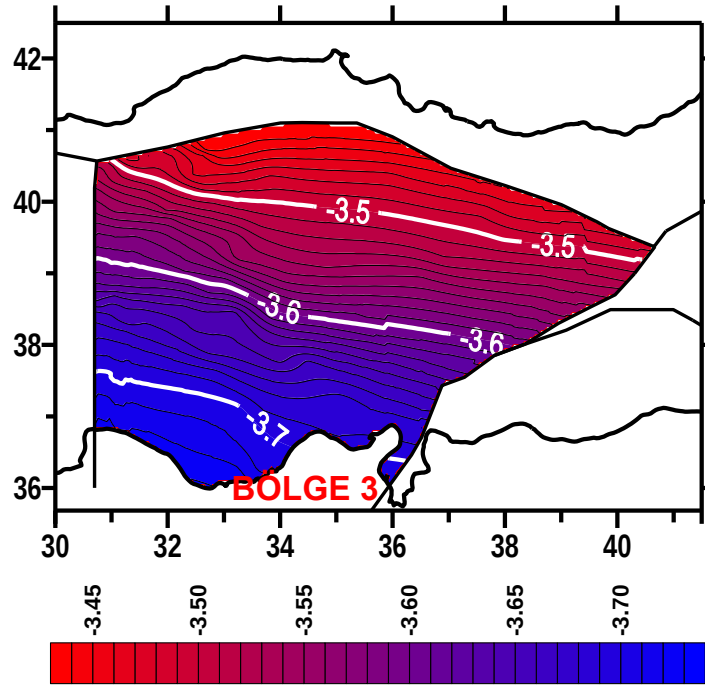
(b) Boylam farkları için belirlenen doğrusal variogram modeli.

Tablo 5.26 : Üçüncü bölgedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için hesaplanan varyogram parametreleri

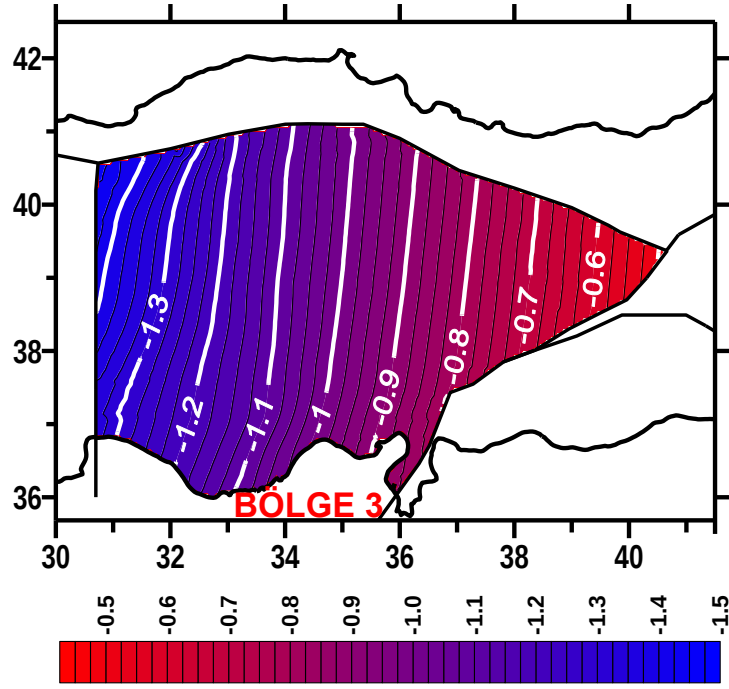
	Tipe	Model Varyogram		Anizotropi	
		Eğim	Hata Varyansı	Oran	Doğrultu
Enlem Farkları	Doğrusal	0.00013	3.769×10^{-13}	2.0	170.4°
Boylam Farkları	Doğrusal	0.0001	0.00023	2.0	20.26°

Doğrultu, doğudan itibaren saat istikameti yönündedir.

Model varyogram fonksiyonları kullanılarak ikinci bölgede $3' \times 3'$ ($\Delta\phi \times \Delta\lambda$) aralıklı grid köşelerinde enlem ve boylam farkları ($d\phi, d\lambda$) Kriging yöntemi ile hesaplanmıştır. Hesaplanan enlem farkları ($d\phi$) Şekil 5.45'te, boylam farkları ($d\lambda$) ise Şekil 5.46'da gösterilmektedir.

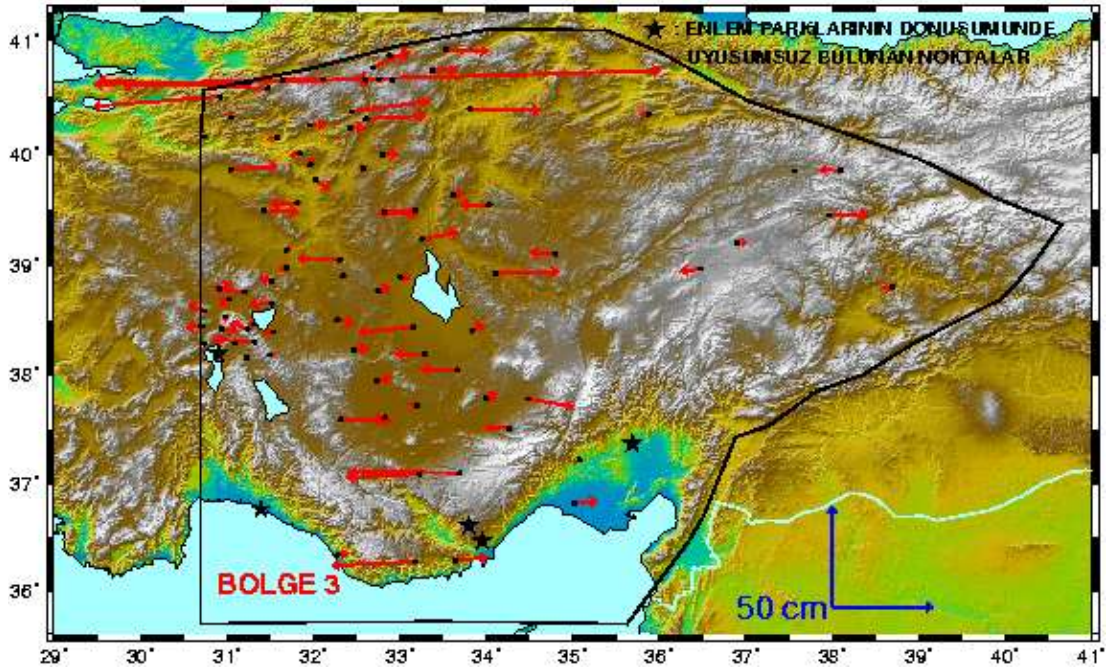


Şekil 5.45 : Üçüncü bölgede grid köşelerinde hesaplanan enlem farkları (TUTGA99A-ED50) (")



Şekil 5.46 : Üçüncü bölgede grid köşelerinde hesaplanan boylam farkları (TUTGA99A-ED50) (")

Dönüşüm sonucunda dönüşümde kullanılan noktaların ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.47 de verilmektedir. Bu düzeltmelerini istatistikleri ile aynı noktalara ülke geninde yapılan dönüşüm sonucunda gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.27 de verilmektedir.

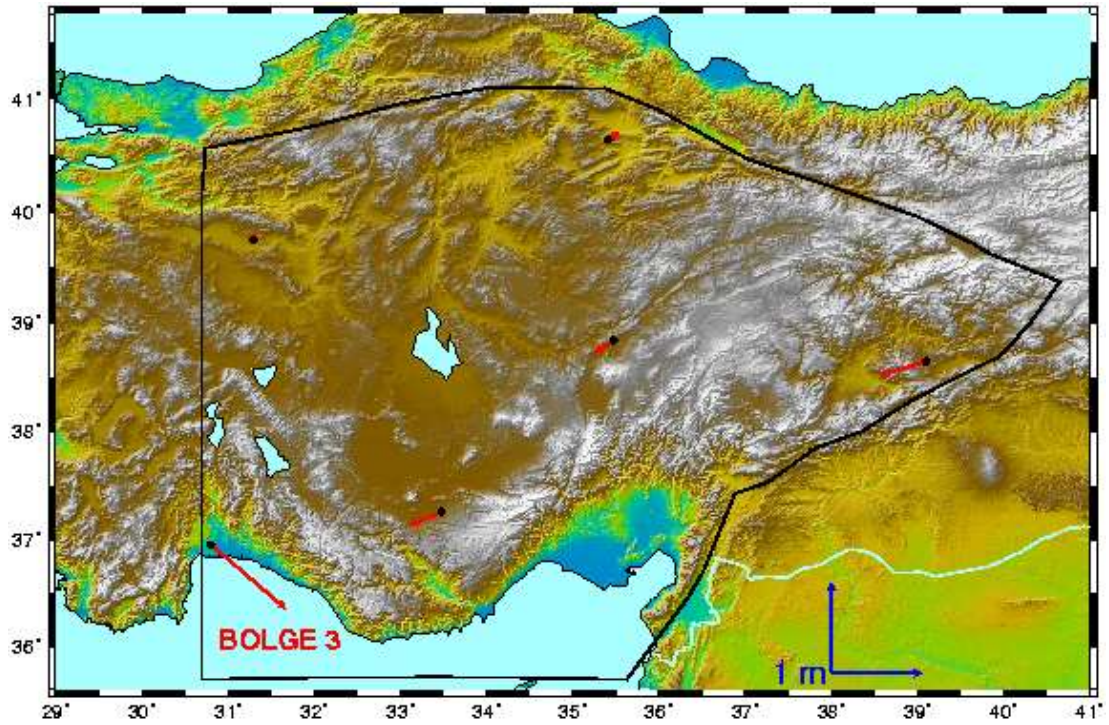


Şekil 5.47 : Üçüncü bölgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.27: Üçüncü bölgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeleri istatistik değerleri

İstatistik Elemanı	Ülke genelinde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)		Üçüncü bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	85	90	85	90
Minimum Düzeltme	-0.21	-1.46	-0.05	-1.13
Maksimum Düzeltme	0.21	1.32	0.08	2.03
Ortalama Düzeltme	0.01	-0.01	0.00	-0.01
Standart Sapma	± 0.12	± 0.33	± 0.02	± 0.32
RMS	± 0.12	± 0.33	± 0.02	± 0.32

Bu bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümünün doğruluğu koordinat dönüşümünde kullanılan ve Şekil 5.3'te verilen 14 noktadan bu bölgede kalan altı tanesinde kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda elde edilen düzeltmeler Şekil 5.48'de ve bu düzeltmeleri istatistikleri ile aynı noktalarla ülke genelinde yapılan dönüşüm sonucunda gelen düzeltmeleri istatistikleri Tablo 5.28'de verilmiştir.



Şekil 5.48: Üçüncü bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.28: Üçüncü bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktalarında erlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeler

İstatistik Elemanı	Ülke genelinde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)		Üçüncü bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	6	6	6	6
Minimum Düzeltme	-0.11	-0.53	-0.71	-0.51
Maksimum Düzeltme	0.45	0.48	0.09	0.82
Ortalama Düzeltme	0.06	-0.11	-0.16	-0.02
Standart Sapma	± 0.22	± 0.37	± 0.29	± 0.47
RMS	± 0.21	± 0.35	± 0.31	± 0.43

Dönüşümde kullanılan noktalara gelen ve Tablo 5.27 ile Şekil 5.47 de verilen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde yapılan dönüşümde noktaların enlemlerine -21 cm ile 21 cm arasında, boylamlarına ise -146 cm ile 132 cm arasında düzeltmeler geldiği görülmektedir. Aynı noktalardaki bu düzeltmeler bölge genel dönüşüm sonrasında sırasıyla -5 cm- 8 cm ve -113 cm- 203 cm olarak bulunmuştur.

Dönüşümde kullanılan mayan noktalara dönüşüm sonrasında gelen ve Tablo 5.28 ile Şekil 5.48 de verilen düzeltmeleri incelendiğinde ise ülke genelinde yapılan dönüşüm ile noktaların enlemlerine -11 cm ile +45 cm, boylamlarına ise -53 cm ile +48 cm arasında düzeltmeler geldiği ortaya çıkmıştır. Bu düzeltmeler bölge genel dönüşüm sonrasında sırasıyla -71 cm ile +9 cm ve -51 cm ile +82 cm arasında bulunmuştur.

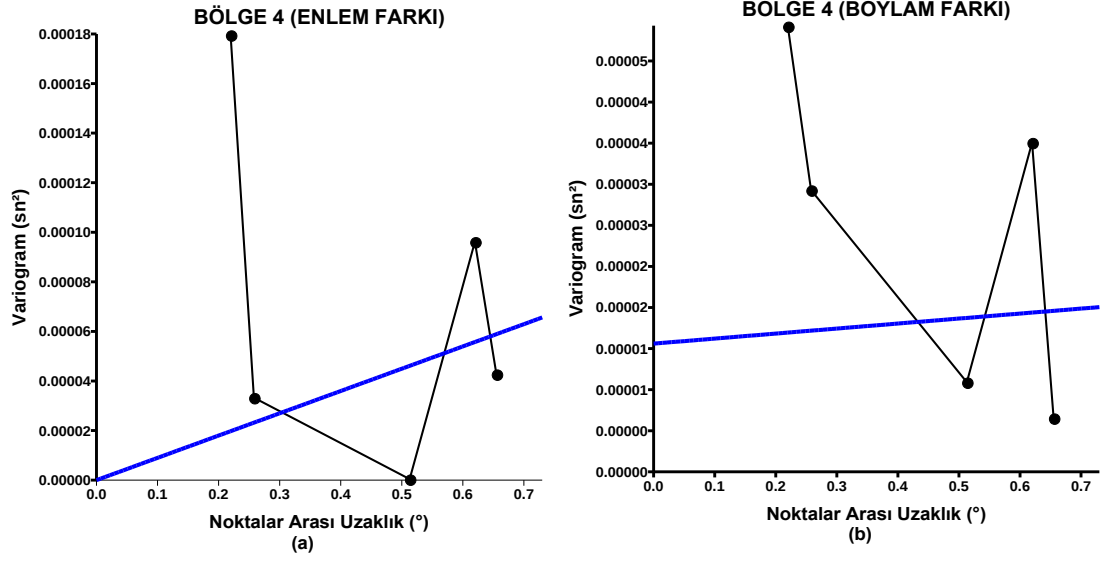
Bu sonuca da incelendiğinde bu bölgede yapılan bölge genel dönüşümün; ülke genelinde yapılan dönüşümle oranla erlemede önemli bir iyileştirme sağladığı görülmektedir. Bununla birlikte bölge genel yatay koordinat dönüşümü ile, erlemede 10-15 cm, boylamda ise 20-25 cm doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabileceği, bununla birlikte bölgenin güneyinde ve özellikle kuzeyinde KAF na yakın bölge lerde boylam doğruluğunun azdarak 75-80 cm ye ulaşıldığı değerlendirilmektedir.

5.2.5 Dördüncü Bölgede Yatay Koordinat Dönüşümü

Dördüncü bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümünde Şekil 5.22 de verilen yedi nokta kullanılmıştır. Yapılan uyuşum testinde tüm noktalar uyuşumlu bulunmuş ve boylam ve enlem farklarının grid köşe değerlerini hesabında toplam yedi nokta kullanılmıştır.

Dördüncü bölgede enlem farkları için doğrusal variogram modelini, boylam farkları için ise karesel variogram modelinin en uygun variogram modeli olduğu belirlenmiştir. Elde edilen deneysel ve model variogram fonksiyonları Şekil 5.49 da

göst er il m ekt e d up, hesap lanan model variogram fonksiyon parametreleri Tablo 5.29 da veril m ekt ed r.



Şekil 5.49: Dördüncü bölgedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için belirlenen variogram modelleri. Düz mavi model variogramı siyah noktalı deneysel variogramdır.

(a) Enlem farkları için belirlenen doğrusal variogram modeli.

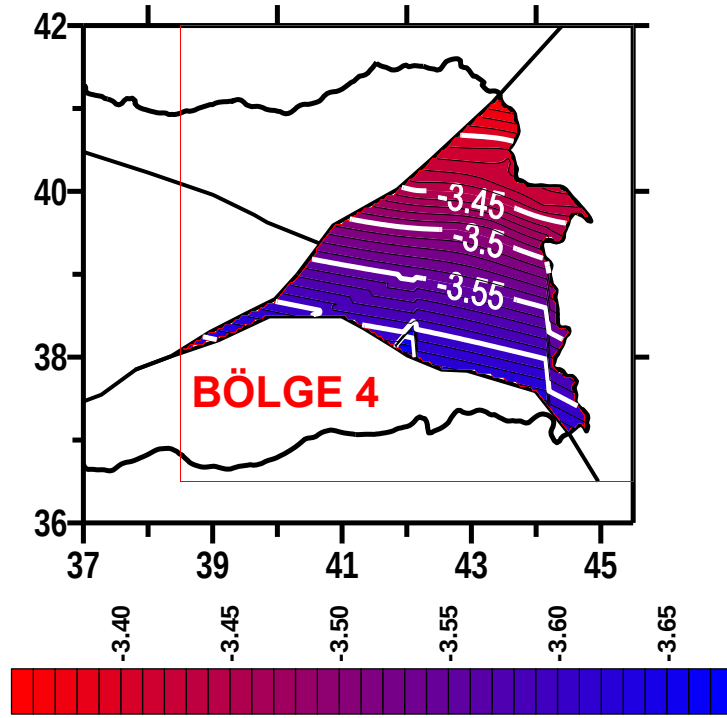
(b) Boylam farkları için belirlenen karesel variogram modeli.

Tablo 5.29 : Dördüncü bölgedeki dönüşümde enlem ve boylam farkları için hesaplanan variogram parametreleri

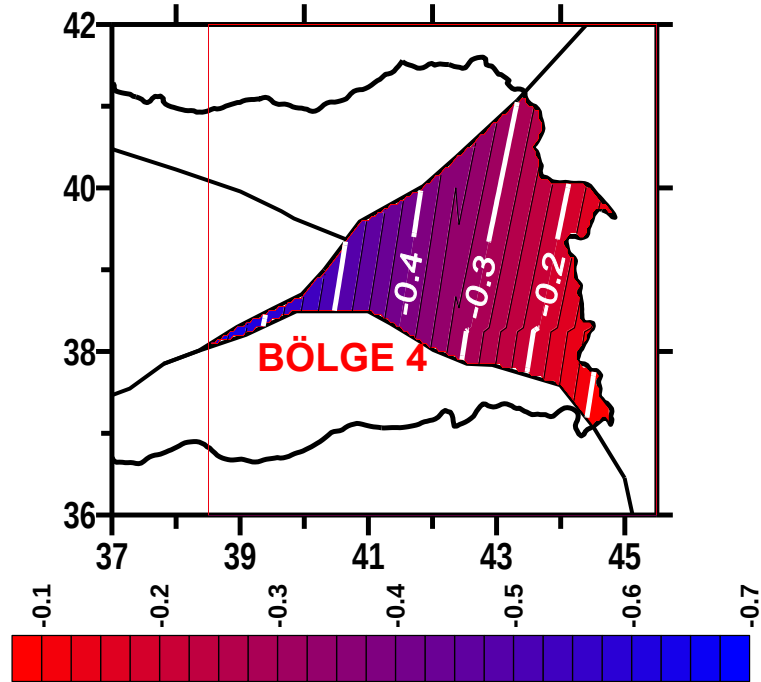
	Model Variogram				Anizotropi		
	Ti p	Ö çek	Eğ m	Hata Varyansı	Uzunluk	Oran	Doğrultu*
Enlem Farkları	Doğrusal	-	0.0000874	4.484×10^{-14}	-	2	172°
Boylam Farkları	Karesel	0.000138	-	0.0000156	49.7	2	164.2°

* Doğrultu, doğudan itibaren saat i stikameti ni ntersi yönündedir.

Model variogram fonksiyonları kullanılarak ikinci bölgede $3' \times 3' (\Delta\phi \times \Delta\lambda)$ aralıklı grid köşelerinde enlem ve boylam farkları ($d\phi, d\lambda$) Krişnağ yöretil e hesaplanmıştır. Hesaplanan enlem farkları ($d\phi$) Şekil 5.50 de, boylam farkları ($d\lambda$) ise Şekil 5.51 de gösteril m ekt ed r.



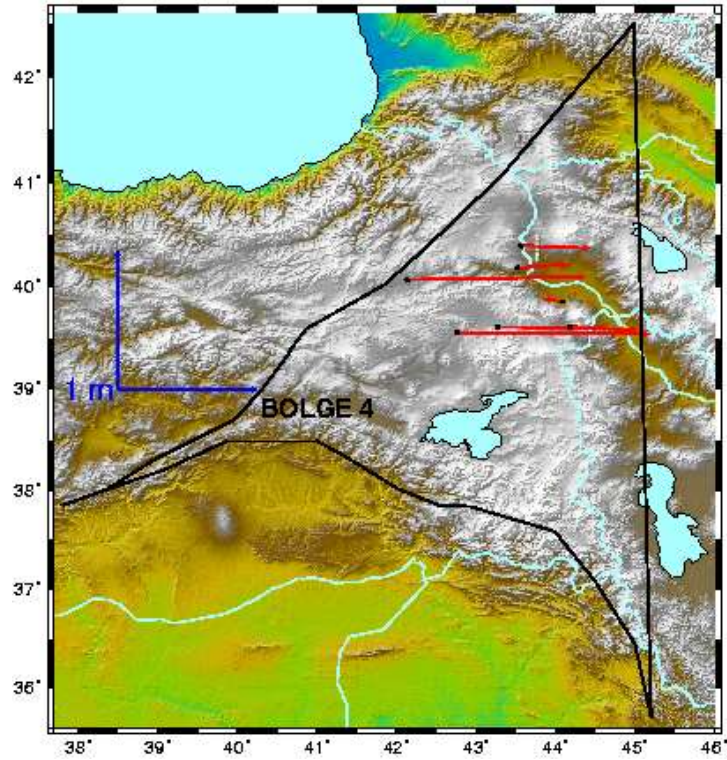
Şekil 5.50 : Dördüncü bölgede grid köşelerinde hesaplanan enlem farkları (TUTGA99A-ED50) (")



Şekil 5.51 : Dördüncü bölgede grid köşelerinde hesaplanan boylam farkları (TUTGA99A-ED50) (")

Dönüşüm sonucunda dönüşümde kullanılan noktaların ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.52 de verilmiştir. Bu düzeltmelerini istatistikleri ile aynı

nokta da  lke geninde yapılan dönüşüm sonucunda gel en düzelt meler in istatistikleri Tablo 5.30'da veril mektedir.

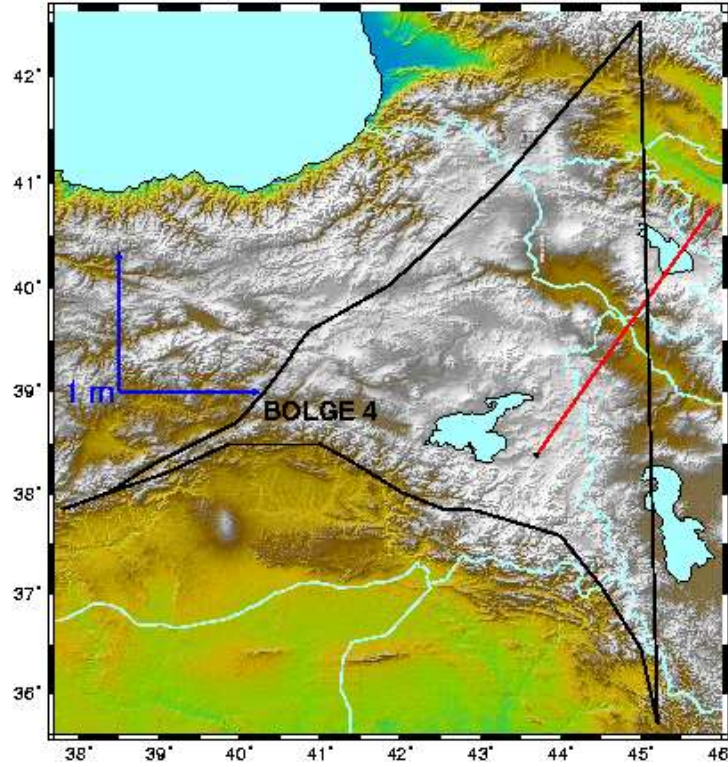


şekil 5.52 : Dördüncü bgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gel en düzelt meler

Tablo 5.30: Dördüncü bgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gel en düzelt melerini istatistik değerleri

İstatistik Elemanı	 lke geninde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)		Dördüncü bgede yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	7	7	7	7
Minimum Düzeltme	-0.19	-0.44	-0.02	-0.14
Maksimum Düzeltme	0.14	0.34	0.03	1.37
Ortalama Düzeltme	-0.05	0.01	0.00	0.63
Standart Sapma	± 0.14	± 0.29	± 0.02	± 0.59
RMS	± 0.14	± 0.27	± 0.02	± 0.83

Ayrıca bu bgede yapılan yatay koordinat dönüşümünün doğruluğu, koordinat dönüşümünde kull anılan ve şekil 5.3'te verilen noktalardan bu bgeye giren bir noktada kontrol edil miştir. Kontrol sonucunda bu noktaya gel en yatay düzeltme şekil 5.53'te veril mektedir.



Şekil 5. 53: Dördüncü bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltme

Bu noktada ülke genelinde yapılan koordinat dönüşümü sonucunda noktanın enlemine ve boylamına sırası ile 107 cm ve 103 cm bđgede yapılan koordinat dönüşümü sonucunda ise aynı noktanın enlemine 175 cm boylamına ise 124 cm düzeltme gelmiştir.

Tablo 5.30 ile Şekil 5.52 de verilen dönüşümde kullanılan noktalara gelen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde yapılan dönüşümde noktaların enlemlerine -19 cm ile +14, boylamlarına ise -44 cm ile +34 cm arasında düzeltmeler geldiği görülmektedir. Aynı noktalardaki bu düzeltmeler bđgesel dönüşüm sonrasında sırasıyla -2 cm ile 3 cm ve -14 cm ile 137 cm arasında bulunmuştur.

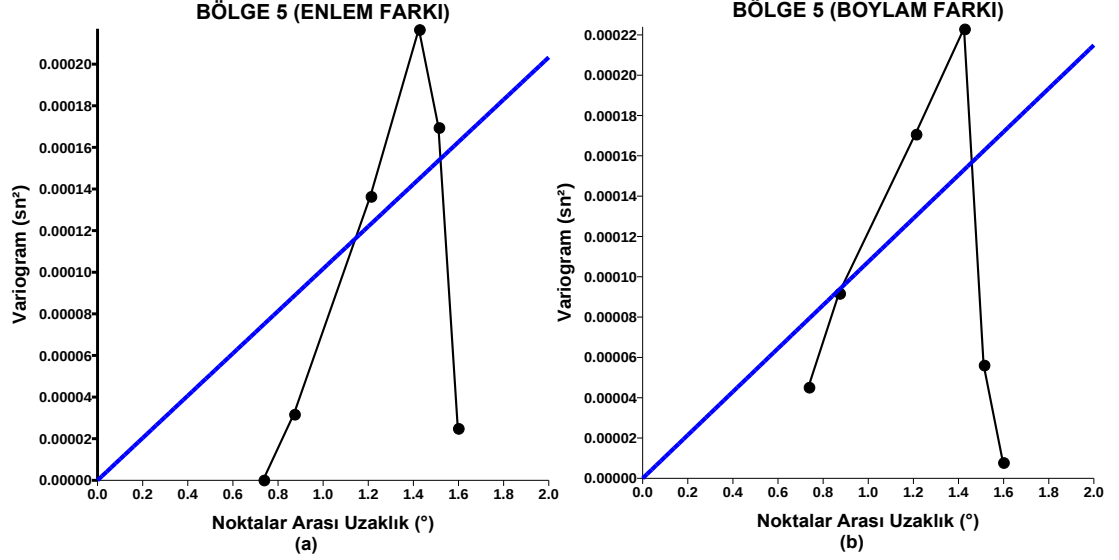
Bu sonuçlar incelendiğinde dördüncü bđgede yapılan bđgesel dönüşümün; ülke genelinde yapılan dönüşüme oranla enlemde önemli bir iyileştirme sağarken boylamda ülke genelindeki dönüşümden daha kötü sonuçlar vermiştir. Bu bđgede yatay koordinat dönüşümü ile, enlemde 10-15 cm boylamda ise 35-40 cm doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabilceği değerlendirilmektedir.

5.2.6 Beşinci Bölgede Yatay Koordinat Dönüşümü

Beşinci bđgede yapılan yatay koordinat dönüşümünde Şekil 5.26 da verilen altı noktaya kullanılmıştır. Yapılan uyşumt estisinde tüm noktalar uyşumlu bulunmuş ve

boy lam ve enlem farklarının grid köşe değerlerinin hesabında toplam altı nokta kullanılmıştır.

Beşinci bölgedeki hem enlem hem de boy lam farkları için doğrusal variogram modeli en uygun variogram modeli olarak belirlenmiştir. Elde edilen deneysel ve model variogram fonksiyonları Şekil 5.54'te gösterilmekte olup, hesaplanan model variogram fonksiyon parametreleri Tablo 5.31'de verilmektedir.



Şekil 5.54 : Beşinci bölgedeki dönüşümde enlem ve boy lam farkları için belirlenen variogram modelleri. Düz mavi model variogram siyah noktalı deneysel variogramdır.

(a) Enlem farkları için belirlenen doğrusal variogram modeli.

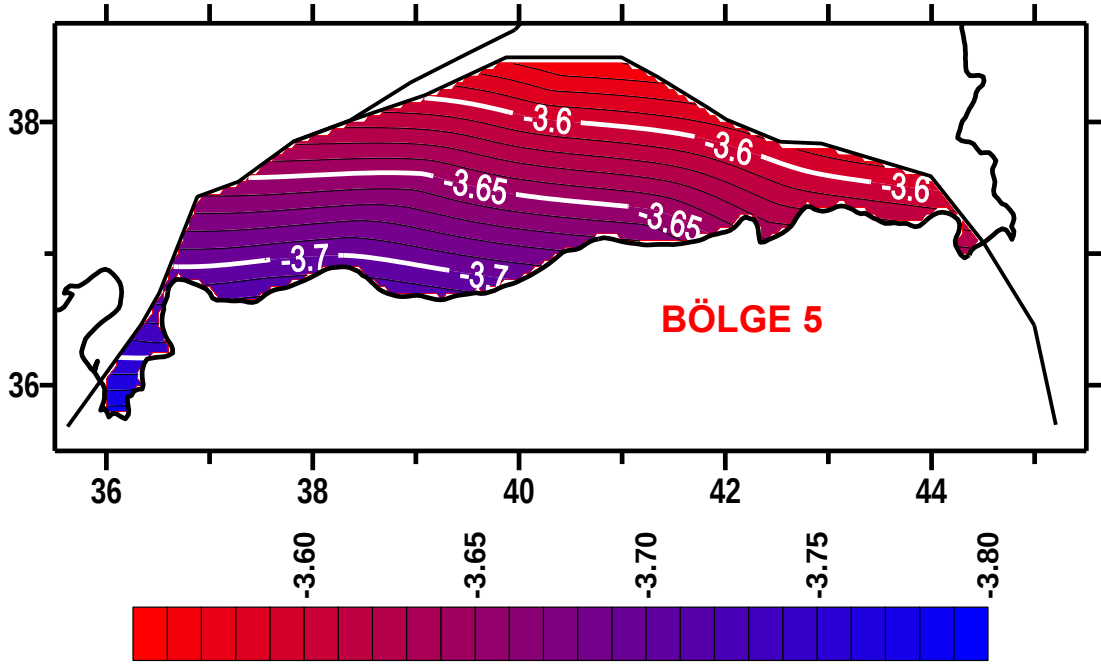
(b) Boy lam farkları için belirlenen doğrusal variogram modeli.

Tablo 5.31 : Beşinci bölgedeki dönüşümde enlem ve boy lam farkları için hesaplanan variogram parametreleri

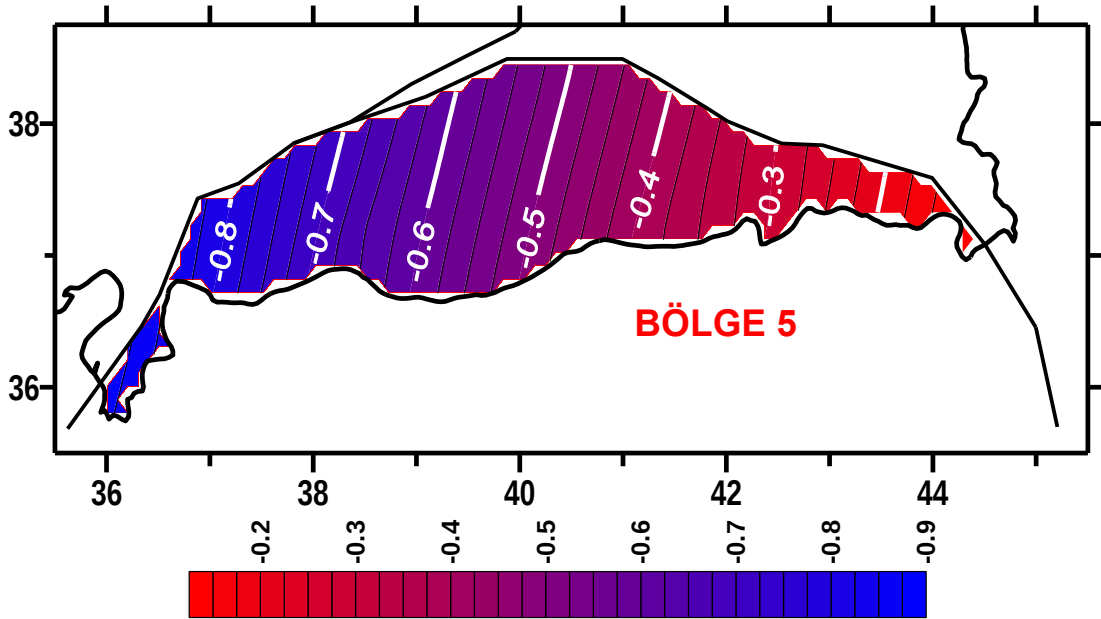
	T i p	Model Vari ogram		An-izotropi	
		Eğ i m	Hata Varyansı	Or an	Doğ ru l u ŧ
En l e m F a r k l a r ı	Doğ ru s a l	0.00007201	1.251×10^{-13}	2.0	35.11°
Boyl a m F a r k l a r ı	Doğ ru s a l	0.0000718	1.707×10^{-12}	2.0	40°

Doğ ru l u ŧ, doğ u dan it i b a r e n s a a t i ŧ i k a m e t i n i n t e r s i y ö n ü n d e d i r.

Model variogram fonksiyonları kullanılarak ikinci bölgede $3' \times 3' (\Delta\phi \times \Delta\lambda)$ aralıklı grid köşelerinde enlem ve boy lam farkları ($d\hat{\phi}, d\hat{\lambda}$) Kri g ng y ö r t e m i l e h e s a p a n m ı ŧ ı r. Hesaplanan enlem farkları ($d\hat{\phi}$) Şekil 5.55'te, boy lam farkları ($d\hat{\lambda}$) ise Şekil 5.56'da gösterilmektedir.

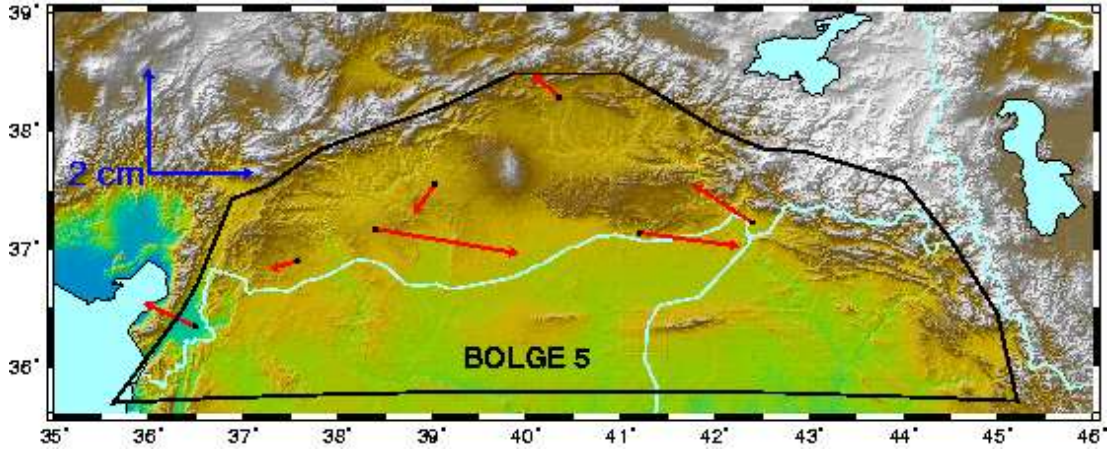


Şekil 5.55 : Beşinci bölgede grid köşelerinde hesaplanan enlem farkları (TUTGA99A ED50) (")



Şekil 5.56 : Beşinci bölgede grid köşelerinde hesaplanan boylam farkları (TUTGA99A ED50) (")

Dönüşüm sonucunda dönüşümde kullanılan noktaların ED-50 yatay koordinatlarına gelen düzeltmeler Şekil 5.57 de verilmektedir. Bu düzeltmelerini istatistikleri ile aynı noktalara ülke geninde yapılan dönüşüm sonucunda gelen düzeltmelerin istatistikleri Tablo 5.32 de verilmektedir.

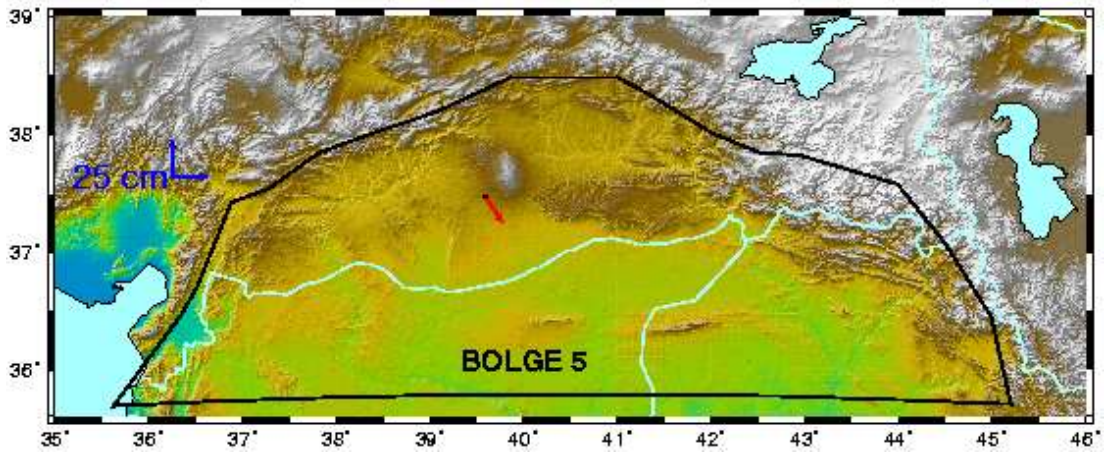


Şekil 5.57 : Beşinci bölgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmeler

Tablo 5.32 Beşinci bölgede yapılan dönüşümden sonra enlem ve boylam farklarına gelen düzeltmelerin istatistik değerleri

İstatistik Elemanı	Ülke geneli nde yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)		Beşinci bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümü ile (metre)	
	Kuzey	Doğu	Kuzey	Doğu
Nokta Sayısı	7	7	7	7
Minimum Düzeltme	-0.17	-0.29	-0.01	-0.01
Maksimum Düzeltme	0.18	0.29	0.01	0.03
Ortalama Düzeltme	0.05	-0.05	0.00	0.00
Standart Sapma	± 0.14	± 0.22	± 0.01	± 0.02
RMS	± 0.14	± 0.21	± 0.00	± 0.01

Beşinci bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümünün doğruluğu, koordinat dönüşümünde kullanılan ve Şekil 5.3'te verilen noktalardan bu bölgede kalan bir noktada kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda bu noktaya gelen yatay düzeltme Şekil 5.58'de verilmiştir.



Şekil 5.50 : Beşinci bölgede yapılan yatay koordinat dönüşümü sonucunda kontrol noktasına gelen düzeltme

Bu noktada ülke genelinde yapılan koordinat dönüşümü sonucunda noktanın enlemine ve boylamına sırası ile -21 cm ve 13 cm bölgede yapılan koordinat dönüşümü sonucunda ise aynı noktanın enlemine -18 cm boylamına ise 12 cm düzeltme gelmiştir.

Dönüşümler sonrası dönüşümde kullanılan noktalara gelen ve Tablo 5.32 ile Şekil 5.57 de verilen düzeltmeler incelendiğinde; ülke genelinde yapılan dönüşümde noktaların enlemlerine -17 cm ile +18 cm boylamlarına ise -29 cm ile +29 cm arasında düzeltmeler geldiği görülmektedir. Aynı noktalardaki bu düzeltmeler bölgesel dönüşüm sonrası sırasıyla -1 cm ile +1 cm arasında ve -1 cm ile +3 cm arasında bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre, beşinci bölgede yapılan bölgesel dönüşüm, ülke genelinde yapılan dönüşüme oranla gerek enlemden gerekse boylamda önemli oranda iyileştirme sağlamıştır. Bu bölgede yatay koordinat dönüşümü ile enlemden 10-15 cm boylamda ise 20-25 cm doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılacağı değerlendirilmektedir.

6 SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada ED-50 ve TUTGA-99A datumları arasında yüksek doğruluklu dönüşümün sağlanması dânakları araştırılmıştır. Bu maksatla Uusal Temel Yatay Koord. Ağı'nın 1. ve 11. nci derece noktalarından TUTGA-99A noktaları ile çakışık dânan 220 tanesi dönüşüm hesaplamalarında kullanılmıştır. Ancak söz konusu 220 nokta 35° boylamının batısında yoğun, doğusunda ise sayı, sıklık ve dağılım dâna yetersizdir. Dâna aynıyla başta 35° boylamı doğusu dâna mak üzere ÷l ke geninde nokta sayısının ve sıklığının artması, bđ gesel defor masyonları da göz önüne alındığında hangi yöntemle yapılsa yapılsın dönüşümün doğruluğunu artıracaktır.

Çalışmada iki farklı yöntem ile datum dönüşümü yapılmıştır. Bu yöntemlerden birincisi dâna üç boyutlu benzerlik dönüşümü adından da anlaşılaacağı üzere üç boyutta dönüşümü dânaklı kılarken ikinci yöntem dâna yatay koord. nat dönüşümü i ki boyutlu bir dönüşüm dâna, bu yöntemde yükseklik dâna kate alınmamaktadır.

Yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümü sonucunda, ÷l kenimizin bazı bđ gel erinde depreml erin ve t ekt ori k hareketlili ğ in etkisi ortaya çıkmaktadır. Bu durum, özelli ke t ekt ori k hareketlili ğ in fazla dâna du ğ u bđ gel erde üç boyutlu benzerlik dönüşümünün i ki dâna marasındaki ilişkiyi tam dâna olarak model endremeyece ğ i gerçe ğ i göstermektedir. Bununla birlikte i ki datum arasındaki geometrik ilişki yanında fiziksel ilişkiyi de dâna kate alan gride me ile yatay koord. nat dönüşümü kullanılarak depreml erin ve t ekt ori k hareketlili ğ in dönüşüm e dâna etkisi azaltılmaktadır. Bu yöntemde defor masyona yd açmı ş fay hatları nın dönüşümde dâna kate alınabilir dâması, özelli ke söz konusu faylara yakın bđ gel erde dönüşümün doğruluğunu artıran bir faktördür.

Sonuç dâna olarak ÷l ke geninde belirlenen üç boyutlu benzerlik dönüşümü parametrel erile erlenme ve boyl amda 75-100 cm yükseklikte ise yaklaşık 1.5 m doğrulukla datum dönüşümünün dânaklı dâna du ğ u, ancak bu değ erleri n fay hatlarına yakın bđ gel erde 2-3 m ye ulaşabilece ğ i değ erlendirilmektedir.

Ü ke geninde yapılan yatay koord. nat dönüşümü ile ise erlenme 35-40 cm boyl amda 45-50 cm doğrulukla koord. nat dönüşümünün yapılması dânaklıdır. Bu değ erleri n fay hatlarına uzak, özelli ke ÷l kerin orta kesimlerinde 5-25 cm arasında dâna aca ğ i değ erlendirilmektedir.

Ü ke geninde yapılan bu dönüşüml er t ekt ori k plaka sınırlarına göre belirlenmiş beş bđ gede ayrı ayrı tekrarlanmıştır. K n bđ gel erde ÷l ke geninde yapılan dönüşüm e

orana önemli iyileşmeler sağanabilmışken kimi bölgelerde böyle bir iyileştirme mümkün değildir. Yapılan bölgesel dönüşümler ile aşağıdaki sonuca elde edilmiştir.

Birinci bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümü, ülke genelinde yapılan dönüşüm doğruluğuna bir iyileştirme getirmemiş iken yatay koordinat dönüşümü boyamda önemli iyileştirme sağlamıştır. Bu bölgede üç boyutlu benzerlik dönüşümü ile erlem boyam ve yükseklikte sırası ile 30-40 cm 1.0-1.5 m 1.0-1.5 m doğrulukla yatay koordinat dönüşümü ile ise erlemde 15-20 cm boyamda ise 25-30 cm (KAF'a yakın yerlerde 1-1.5 m) doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabileceği değerlendirilmektedir.

İkinci bölgede gerek üç boyutlu benzerlik dönüşümü gerekse yatay koordinat dönüşümü, ülke genelinde yapılan dönüşüme orana dönüşümdoğruluğunda önemli bir iyileştirme sağlamıştır. Bu bölgede üç boyutlu benzerlik dönüşümü parametrelerini kullanarak erlemde 75-80 cm boyamda 50-55 cm ve yükseklikte 80-100 cm yatay koordinat dönüşümü ile ise erlemde 10-15 cm (bölgenin güneyinde 1 m), boyamda ise 20-25 cm doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabileceği değerlendirilmektedir.

Üçüncü bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümünde önemli bir iyileştirme sağanamamıştır. Yatay koordinat dönüşümünde ise erlemde önemli bir iyileştirme sağanırken, boyamda sağanamamıştır. Bu bölgede üç boyutlu benzerlik dönüşümü ile erlemde ve boyamda yaklaşık 60 cm yükseklikte ise 1.0-1.5 m yatay koordinat dönüşümü ile, erlemde 10-15 cm boyamda ise 20-25 cm (KAF'a yakın yerlerde 75-80 cm) doğrulukla koordinat dönüşümü d anlaktır.

Dördüncü bölgede hem üç boyutlu benzerlik dönüşümü hem de yatay koordinat dönüşümü ile ülke genelinde yapılan dönüşüme orana önemli iyileştirme sağanmıştır. Dördüncü bölgede üç boyutlu benzerlik dönüşümü erlemde, boyamda ve yükseklikte sırası ile, 30-40 cm 50-55 cm ve 30-40 cm yatay koordinat dönüşümü ise erlemde 10-15 cm boyamda 35-40 cm doğrulukla sağanmaktadır.

Beşinci bölgede yapılan üç boyutlu benzerlik dönüşümü ile bir iyileştirme sağanamamış iken yatay koordinat dönüşümü ile önemli oranda iyileştirme sağanmıştır. Bu bölgede üç boyutlu benzerlik dönüşümü ile erlemde ve boyamda 30-40 cm yükseklikte ise 40-50 cm doğrulukla yatay koordinat dönüşümü ile ise de erlemde 10-15 cm boyamda ise 20-25 cm doğrulukla koordinat dönüşümünün yapılabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, M** 2002. İzmit Depremi Deprem Anı Yer Değiştirmelerinin Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- AMS (Army Map Service),** 1954. The Adjustment of the first-order triangulation of Turkey, Vd. 1, AMS TS No. 6576.
- Ayhan, M E, A Kılıçoğlu** 1995b. Global Konumlama Sistemi (GPS) Baz vektörlerinin Benzerlik ve Afin Dönüşümü ile Üç Boyutta Nokta Sıkıştırması Türk Haritacılığının 100. yılı TUJJB ve TUFUAB Kongresi Bildiri Kitabı, 1-5 Mayıs, 307-320.
- Ayhan, M E, O Alp** 1995. Türkiye Astrojeodezik Jedid-1994 (TAG-94). Türk Haritacılığının 100. yılı TUJJB ve TUFUAB Kongresi Bildiri Kitabı, 1-5 Mayıs, 307-320.
- Ayhan, M E, O Lenk, C Demir, A Kılıçoğlu, M Kahveci, A Türkezer, M Ocak, M Açıkgöz, A Yıldırım, B Aktuğ, Y. S Şengün, Aİ. Kurt, O Firat,** 2001c. Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı-1999 (TUTGA-99), Teknik Rapor, Ht. Gı. Klğı, Ankara
- Çetmeli, E ve Çakıroğlu, A,** 1976. Yapı Statiği II, İ. T. Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Dewhurst, W.T.,** 1990. The Application of Minimum Curvature-Derived Surfaces in the Transformation of Positional Data From the North American Datum of 1927 to the North American Datum of 1983, NOAA Tech. Mem NOS NGS-50.
- DMA(Defence Mapping Agency),** 1987. World Geodetic System 1984: Its definition and relationships with local geodetic systems, DMA TR 8350.2
- Golden Sofware,** 1999. SURFER 7, Users Guide: Contouring and 3D surface mapping for scientists and engineers, Colorado, USA
- Gürkan, O,** 1979. Astrojeodezik Ağların Deformasyonu ve Türkiye I. Derece Triangülasyon Ağı, KTÜ
- Heiskanen, W Moritz, H,** 1967. Physical Geodesy, Freeman, London.

- Hotine, M.**, 1957. *Mathematical Geodesy*, ESSA Monograph 2, USA Department of Commerce
- Kılıçoğlu, A.**, 1994. 3 Boyutta Benzerlik Dönüşümü Parametrelerinin Hesaplanması. HGK İç rapor No: JEOf- 94- 1
- Kılıçoğlu, A.**, 1995. Jeodezi de Dönüşümler. Yüksek Lisans Tezi, İ. T. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kitani dı s, P. K.**, 1997. *Introduction to Geostatistics*, Cambridge University Press.
- Komaki, K.**, 1989. The readjustment of the Meiji first order triangulation network by the projection methods, *Bull. of the Geographical Surv. Ins.* Vd. XXI X, Part 2 March
- Malys, S.**, 1988. Dispersion and correlation among transformation parameters relating two satellite reference frames. Department of Geodetic Sciences and Surveying. Ohio State University Report No.392 Columbus
- Murakami, M., Ogi, S.**, 1999. Realization of the Japanese Geodetic Datum 2000 (JGD2000). *Bull. of the Geographical Survey Institute* Vd. 45 March
- Müller, I.**, 1974. Review of problems associated with conventional geodetic datums, *Canadian Surv.*, 28, 5, 514 – 523
- N MA (National Imaginary and Mapping Agency)**, 1997. World Geodetic System 1984: Its definition and relationships with local geodetic systems, N MA TR8350.2
- Rapp, R H.**, 1976. *Geometric Geodesy* Vd. II (Advanced Techniques), OSU (Lecture Notes).
- Sarbanoğlu, H., ME Ayhan, K Kenan.**, 1979. Yatay kontrol verileri kullanarak Türkiye Ulusal Datumu ile Avrupa Datumu 1950 arasında üç boyutta benzeşim dönüşümünün uygulanması ve yapılmış olan dönüşümlere karşılaştırma, Araştırma Çalışması, HYTO Ankara.
- Seeber, G.**, 1993. *Satellite Geodesy*, Walter de Gruyter, Berlin-New York.
- Sideris, M G.**, 1990. The role of the geoid in one-, two-, and three-dimensional network adjustments, *OSM Jou. ACSGC*, 44, 1, 9-18

- Snay, R A**, 1999. Using the HTDP software to transform spatial coordinates across time and between reference frames, *Surv., and Land Inf. Sys.*, 59, 1, 15 – 25
- Taştan, H**, 1986. Üç Boyutlu Datum Transformasyon Modellerinin Karşılaştırılması, Bitirme Tezi, Harita Yüksek Teknik Okulu, Ankara
- Thomson, D B, M M Nassar, C L Merry.**, 1974. Distortions of Canadian geodetic networks due to the neglect of deflections of the vertical and geoidal heights, *Canadian Surv.*, 28, 5, 598 – 605.
- Variček, P., Krakiwsky, E J**, 1986. *Geodesy : The Concepts*, North Holland Publishing Co. Amsterdam

ÖZGEÇMİŞ

Orhan FIRAT, 02 Mart 1976'da Çekirge / Kırşehir'de doğdu. İlk öğrenimini Kırşehir, orta öğrenimini Kayseri Fevzi Çakmak Lisesi Orta Bölümünde tamamladı. 1989 yılında İstanbul Kültür Askeri Lisesi'ne, 4 yıllık eğitim ve öğretimi müteakip 1993 yılında Ankara'da Kara Harp Okuluna girdi. 1997 yılında Kara Harp Okulundan Teğmen rütbesi ile mezun oldu. 1997-1999 yılları arasında Harita Genel Komutanlığı bünyesinde faaliyet gösteren Harita Yüksek Teknik Okulunda eğitim alarak Mühendis ünvanı kazandı. Halen Harita Genel Komutanlığı, Jeodezi Dairesi, Jeofizik ve Niveler Şubesi'nde Gravite Subayı olarak görev yapmaktadır.

Orhan FIRAT evli ve bir çocuk babası olup İngilizce bilmektedir.