

TC İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MARMARA BÖLGESİ'NDE GNSS TABANLI KOORDİNAT
TRANSFORMASYONU VE HÜCRESEL TRANSFORMASYON
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Ahmet Yücel ÜRÜŞAN**

**Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği
Programı: GEOMATİK**

Haziran 2010

**MARMARA BÖLGESİ'NDE GNSS TABANLI KOORDİNAT
TRANSFORMASYONU VE HÜCRESEL TRANSFORMASYON
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Ahmet Yücel ÜRÜŞAN
(0509142002)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03 Haziran 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Haziran 2010**

Tez Danışmanları : Prof. Dr. Turgut UZEL

Prof. Dr. Tefik AYAN

Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Kamil EREN

Prof.Dr. Rasim DENİZ

Prof.Dr. Çetin BOLCAL

Haziran 2010

ÖNSÖZ

Geomatik dalında doktora eğitimi almamı öneren, tez konusunu belirleyen, yönlendiren, beni bilgi alabileceğim değerli hocalarla tanıştırmak için çalışmalarımın yolunda gitmesini sağlayan ve tezimi sabırla defalarca okuyup düzenlenmesine büyük katkıda bulunan CORS-TR proje yöneticisi, tez danışmanım değerli hocam Sn. Prof. Dr. Turgut UZEL'e,

Kritik müdahaleleri ve getirdiği öneri, soru ve tartışmalarla çalışmalarına boyut kazandıran, tez danışmanım değerli hocam Sn. Prof. Dr. Tefvik AYAN'a,

Çalışmalarımda bana her hafta zaman ayırarak engin birikimiyle jeodeziyi öğreten, beni dinleyen ve düşüncelerini paylaşan, gereğinde mükemmel bir tartışma ortamı yaratarak tezimin her aşamasında yardımcı olan, yol gösteren değerli hocam Sn. Prof. Dr. Rasim DENİZ'e,

Projeye katılmam için beni teşvik eden değerli hocam İKÜ Rektör Yrd. ve Fizik Bölümü Başkanı Sn. Prof. Dr. Çetin BOLCAL'a ve aynı projede görev alan değerli arkadaşım Öğr. Gör. Sevsen BAŞPINAR'a,

Beni CORS-TR projesine kabul eden, gereğinde desteğini esirgemeyen, proje yürütücüsü değerli hocam Sn. Prof. Dr. Kamil EREN'e,

Çalışmalarımda kullandığım özdeş noktaların derlenmesinde CORS-TR projesi dahilinde bana yardımcı olan Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ve Harita Genel Komutanlığı, Jeodezi Daire Başkanlığı'nın Sn. yetkililerine, IGNA projesini gerçekleştiren İTÜ İnşaat fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümü'ndeki Sn. Öğretim Üyelerine ve arazi ölçümlerini yapan Sn. SAM İnşaat yetkililerine,

Ülkemize özellikle kadastral ve bilimsel araştırmalar açısından çok büyük katkı sağlayacak ulusal CORS-TR projesini gönülden destekleyen; böylece Türkiye çapında sürekli olarak derlenen ve dünyadaki diğer uygulayıcı ülkelerle entegre olabilen GNSS verisi ile ülkemize büyük bir bilimsel çalışma laboratuvarı kazandırılmasını sağlayan; mensubu olduğum İstanbul Kültür Üniversitesi Mütevelli Heyeti Başkanı, İnş. Yük. Müh. Sn. Fahmettin AKINGÜÇ, önceki Rektör Sn. Prof. Dr. Tamer KOÇEL ve Rektör Sn. Prof. Dr. Dursun KOÇER'e,

Beni her zaman yüreklendiren ve destek olan çok sevgili annem, babam ve ablama (ve onun ailesine), eşimin ailesine, hocalarıma ve arkadaşlarıma,

Tabii sevgili eşim Müge'ye ve bazen kendisine oynamak için zaman ayıramadığım sevgili kızım Deniz'e destek, sabır ve anlayışlarından dolayı,

çok teşekkür ediyorum. Hepsine minnettarım.

Haziran 2010

Ahmet Yücel ÜRÜŞAN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ	xiv
SEMBOL LİSTESİ	xvi
ÖZET	xvii
ABSTRACT	xix
1 GİRİŞ	1
2 KOORDİNAT SİSTEMLERİ.....	14
2.1 Genel Tanımlar	14
2.2 Matematikte Koordinat Sistemleri.....	16
2.3 Jeodezik Ölçümler ve Koordinat Sistemleri	17
2.3.1 Yersel Koordinat Sistemleri.....	20
2.3.2 Jeodezik (Elipsoidal) Referans Sistemleri :	23
2.4 Koordinat Sistemleri Arasındaki İlişkiler	26
2.4.1 Koordinat Referans Sistemleri.....	26
2.4.1.1 Tek Koordinat Referans Sistemi.....	27
2.4.1.2 Birleşmiş Koordinat Referans Sistemi.....	27
2.5 Koordinat İşlemleri	28
2.5.1 Koordinat Dönüşümü :	28
2.5.2 Koordinat Transformasyonu	29
2.6 Türkiye’de Koordinat Referans Sistemleri	29
2.7 Projeksiyon Koordinatları.....	32
2.7.1 Gauss-Krüger Projeksiyonu	33
2.7.2 Lambert Konformal Konik Projeksiyonu	36
3 KOORDİNAT TRANSFORMASYON YÖNTEMLERİ.....	40
3.1 Genel Bilgiler.....	40
3.2 Kullanılan Transformasyon Yöntemlerinin Matematik ve Stokastik Modelleri ..	43
3.2.1 Helmert (Benzerlik) Transformasyon Yöntemi	44
3.2.2 Afin Transformasyon Yöntemi	46
3.2.3 İki Değişkenli Polinomlarla Transformasyon Yöntemi.....	48
3.2.4 Minimum Eğrilik (Minimum Curvature) Yöntemi.....	51
3.2.5 Kriging Yöntemi	53
3.2.6 Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme Yöntemi.....	55
3.3 Kaba Hataların Araştırılmasında Test Yöntemleri	56
4 UYGULAMALAR	59
4.1 Test (Uygulama) Alanı	59
4.2 Uygulamada Kullanılan Veri	61
4.2.1 Veri Kaynakları.....	61
4.2.1.1 Kurumlardan Alınan Veriler	61

4.2.1.2 Ölçülen Veriler.....	62
4.2.2 Verilerin Dağılımı.....	64
4.2.2.1 Verilerin Doğrulukları ve Güvenilirlikleri.....	64
4.2.2.2 Veri Ayıklama.....	65
4.3 Değerlendirme Stratejisi	68
4.4 Hesaplamalar.....	68
4.4.1 Ön Hesaplar	69
4.4.1.1 Projeksiyon Koordinatlarının Hesabı, Gerekçesi.....	69
4.4.1.2 Pafta Köşe Koordinatları.....	69
4.4.2 Tanı Hesaplamaları	70
4.5 Transformasyon Yöntemlerinin Test Edilmesi.....	72
4.5.1 Paftalarda Transformasyon Parametreleri Hesabı	72
4.5.2 Tüm Test Bölgesi İçin Yapılan Çalışmalar.....	74
4.5.2.1 Faylar Dikkate Alınmadan Yapılan Transformasyonlar.....	74
4.5.2.1.1 Tüm Test Bölgesi İçin Helmert Benzerlik Transformasyonu İle Yapılan Transformasyon Sonuçlarının İrdelenmesi	77
4.5.2.1.2 Tüm Test Bölgesi İçin 2. Derece Polinomial Transformasyon Sonuçlarının İrdelenmesi	79
4.5.2.2 Faylar Dikkate Alınarak Yapılan Transformasyon Çalışmaları	84
4.6 Hücre Tanımı ve Hücreyi Oluşturma, Aynı Merkezli Dış ve İç Hücre	94
4.6.1 Kontrol Noktası Merkezli Transformasyon	94
4.6.1.1 343 Adet Dayanak Noktası Kullanılarak Yapılan Transformasyon	95
4.6.1.2 343 Noktadan Kontrol Noktası Merkezli Çözüm Bölgeleri Ayırarak Yapılan Transformasyon.....	99
4.6.2 Hücre Tanımı	101
4.6.3 Dinamik Hücre Tanımı	102
4.7 Marmara Bölgesi'nde Transformasyon Parametreleri Grid Verisinin Hesaplanması	104
4.7.1 Transformasyon Parametrelerinin Test Edilmesi.....	111
4.7.1.1 Devletlerle Olan Sınırlar, Deniz Kenarları ve Homojen Nokta Dağılımının Olmadığı Durumlarda Çözüm Önerileri.....	115
4.7.2 Grid Verinin (Hücresel Transformasyon Parametrelerinin) Kullanılmasıyla Yapılan Transformasyonun Sonuçları İle Dayanak Noktaları Kullanılarak Yapılan Transformasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması	116
5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	121
KAYNAKLAR	123
EKLER	129
Ek A : Pafta-Pafta Noktalar ve düzeltme vektörleri (Helmert ve 2. derece Polinom)	130
Ek B : 2. Derece Polinom ve Helmert benzerlik metotları ile F23-H25 paftalarında Kuzeyden Güneye – Güneyden Kuzeye 0.1 Derecelik Artımlarla Fayın Yerinin Bilinmeksizin Transformasyonun İncelenmesi.....	144
Ek C : Dinamik Hücre Uygulamaları.....	166
Ek D : Tau Dağılım Cetveli	178
Ek E : Dinamik Hücre İçin 4 Metotta Hesaplanmış Pafta Köşe Noktaları Değerleri	180

Ek F : Dayanak Noktaları Dosyası Genel Formatı. (Bütün kurumlardan gelen noktalar bir düzen içerisinde olması ve programlarda rahat kullanımı açısından aşağıda görüldüğü şekilde bir araya getirildi)	190
Ek G : Marmara Bölgesi Pafta-Pafta Uyuşumsuz Nokta Testleri (2. derece polinomla yapılmış hesaplamalarda kabaca düzeltmeleri ± 15 cm dışında kalan noktalar uyuşumsuz kabul edilmiştir.).....	192
Ek H : Çalışmada Yazılan Ve Hazır Kullanılan Yazılımlar	194
Ek H-1 : Yazılan Yazılımlar	195
Ek H-2 : Çalışmada Kullanılan Hazır Programlar Ve Programlama Dilleri	197
ÖZGEÇMİŞ	199

KISALTMALAR

BIH	: (Bureau of International Hour) Uluslararası Saat Bürosu
BÖHHUY	: Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
CCRS	: (Conventional Celestial Reference System) Konvansiyonel Göksel Referans Sistemi
CEP	: (Celestial Ephemeris Pole) Göksel Yörünge Kutbu
CIO	: (Conventional International Origin) Konvansiyonel Uluslararası Orjin
CORS	: (Continuously Operating Reference Stations) Sürekli Gözlem Yapabilen Referans İstasyonları
CORS-TR	: (Continuously Operating Reference Stations-Turkey) Sürekli Gözlem Yapabilen Referans İstasyonları – Türkiye Ağı (Türkçe’de anılan adı TUSAGA Aktif)
CTP	: (Conventional Terrestrial Polar) Konvansiyonel Yersel Kutup
CTRS	: (Conventional Terrestrial Reference System) Konvansiyonel Yersel Referans Sistemi
DTM	: (Digital Terrain Model) Sayısal Arazi Modeli
ED50	: (European Datum 1950) 1950 Avrupa Datumu : 1924 Hayford elipsoidine dayalı, parametreleri $a = 6378388.0$ m, $f = 1/297.0$ dir.
EUREF	: (European Reference Frame) Uluslararası Jeodezi Birlikleri Referans Çerçevesi Avrupa Alt Komisyonu
ETRS89	: (European Terrestrial Reference System – 1989) (Avrupa Yersel Referans Sistemi-1989) – Uluslararası Jeodezi Birliklerinin alt komisyonu EUREF tarafından desteklenir)
ERP	: (Earth Rotation Parameters) Yer Dönme Parametreleri
EOP	: (Earth Orientation Parameters) Yer Yönlendirme Parametreleri
GAST	: (Greenwich Apparent Sideral Time) Greenwich Görünen Yıldız Zamanı
GDEM	: (Generalized Digital Environmental Model) : Genelleştirilmiş Sayısal Çevresel Model
GK	: Gauss Krüger : Türkiye’de genelde kullanılan Düzlem Projeksiyonu
GPS	: (Global Positioning System) Global Konum Belirleme Sistemi
GRS80	: (Geodetic Reference System 1980) Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği’nin 1979 yılında benimsediği eş potansiyelli elipsoid ile tanımlanan Jeodezik Referans Sistemi 1980
ISO/DIS	: 19111 (International Organization for Standardization / Draft International Standarts – Spatial Referencing by Coordinates) Uluslararası Standartlar Organizasyonu / Uluslararası Standartlar Taslağı – Koordinatlarla Uzaysal Referanslama
ISO/TC 211	: (International Organization for Standardization / Technical Committee 211 – Geographic Information / Geomatics) Uluslararası Standartlar Organizasyonu / Teknik Komitesi – Coğrafik Bilgi / Geomatik
IERS	: (International Earth Rotation Service) Uluslararası yer dönme servisi

IGNA	: (İstanbul GPS Nivelma Ağı) İTÜ tarafından İstanbul Büyükşehir Belediyesi için geliştirilen proje
ITRF	: (International Terrestrial Reference Frame) Uluslararası Yersel Referans Ağı
ITRF96	: (International Terrestrial Reference Frame 1996)1996 yılında güncellenmiş ITRF
KAF	: Kuzey Anadolu Fay Hattı
NAD 83	: (North American Datum of 1983) 1983 Kuzey Amerika Datumu
OPEN GIS	: (Open Geographic Information System) Açık Coğrafik Bilgi Sistemi (2004 sonrası OGC – Open Geospatial Consortium)
RETrig	: (European Triangulation Network) Avrupa Üçgenleme Ağı
RINEX	: (Receiver Independent Exchange Format) Alıcıdan bağımsız Değişim Formatı
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
TIN	: (Triangulated Irregular Network) Düzensiz Üçgenleme Ağı
TUSAGA	: Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı
TUTGA	: Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
UELN	: (United European Levelling Network) Birleşik Avrupa Dengeleme Ağı
UTM	: (Universal Transversal Mercator) Uluslararası Transvers Merkatör
WGS 84	: (World Geodetic System - 1984) Dünya Jeodetik Sistemi 1984

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2-1	: Jeodezik ağ, Referans sistemi geçerlilik alanı-referans çerçevesi	15
Şekil 2-2	: Dik ve kutupsal koordinatlar.....	17
Şekil 2-3	: Jeodezik ölçü ve Lokal Astronomik Sistem	18
Şekil 2-4	: Yersel global, referans sistemi	20
Şekil 2-5	: Jeodezik (elipsoidal) referans sistemi	23
Şekil 2-6	: Koordinat Referans sistemleri.....	26
Şekil 2-7	: Birleşmiş koordinat referans sistemleri	27
Şekil 2-8	: Koordinat dönüşümü.....	28
Şekil 2-9	: Koordinat Transformasyonu	28
Şekil 2-10	: Jeoid, elipsoidal yüzey ve yeryüzü ilişkisi	30
Şekil 2-11	: Gauss Krüger Projeksiyonu	34
Şekil 2-12	: Lambert Konformal (Açı koruyan) Konik Projeksiyonu	35
Şekil 3-1	: 12 yöntemle elde edilen 5 m'lik SAM'nin hesaplama zamanları, minimum, maksimum, beklenen ve standart sapma değerleri	42
Şekil 3-2	: Üç alt üçgenin alanlarının ABC üçgeninin alanına bölünmesiyle lokal barisentrik koordinatlar elde edilir.....	54
Şekil 4-1	: Marmara Bölgesi siyasi, fiziki haritası	58
Şekil 4-2	: Türkiye genelinde kurumlardan toplanarak editlenmiş özdeş 3986 noktanın dağılımı ve faylar	64
Şekil 4-3	: Marmara bölgesi 741 noktanın dağılımı, pafta bölümü ve fay haritası	67
Şekil 4-4	: 1: 100.000'lik pafta içinde 1:25.000 lik pafta köşe noktaları	69
Şekil 4-5	: 1: 100.000'lik pafta içinde 1:5.000 lik pafta köşe noktaları	69
Şekil 4-6	: 1:100.000 ölçekli Paftalar, özdeş noktalar, kontrol noktaları ve fay hatları	72
Şekil 4-7	: 133 nokta için 2. dereceden polinomal çözüm ve düzeltme vektörleri (max ~vx,vy=±2m)	74
Şekil 4-3	: Helmert benzerlik transformasyonu uygulanmış 133 nokta ve düzeltme vektörleri (max ~vx,vy=±2m)	77
Şekil 4-4	: Helmert benzerlik transformasyonunun H25 paftası noktalarına uygulanması	78
Şekil 4-5	: Düzeltme değerlerine göre bir küme oluşturan noktalar aşağıdaki şekilde yanal atım-doğu kırmızı ve yanal atım-batı mavi ile gösterilmiştir.	79
Şekil 4-6	: Fay bölgesinde doğu-batı doğrultusunda doğu yönünde elde edilmiş "yanal atım-doğu" şeklinde adlandırılan düzeltmeler (max~vx,vy=±2m)	80
Şekil 4-7	: Fay bölgesinde doğu-batı doğrultusunda batı yönünde elde edilmiş "yanal atım-batı" şeklinde adlandırılan düzeltmeler (max~vx,vy=±2m) büyüklüktedir	81
Şekil 4-8	: Fay bölgesi için yanal atım doğu ve batı birlikte alınmıştır. Elde edilen düzeltme vektörleri (max~vx,vy=±2m) büyüklüktedir.	82
Şekil 4-14	: 159 noktanın görünüşü, hesap dışı kalan 248 ve 250 numaralı noktalar ve 2. derece polinomla hesaplanan düzeltmeleri (max. 13. 5 m).....	84
Şekil 4-15	: 20 adet kontrol noktasının dağılımı	84

Şekil 4-16	: Faysol dilimindeki noktalar ve 2. derece polinom ile hesaplanmış düzeltme vektörleri (max $\sim v_y = 2$ m)	85
Şekil 4-17	: Fayorta dilimindeki noktalar ve 2. derece polinom ile hesaplanmış düzeltme vektörleri (max $\sim v_y = 2$ m)	85
Şekil 4-18	: Faysağ diliminde bulunan noktalar ve 2. derece polinom ile hesaplanmış düzeltme vektörleri (max $\sim v_y = 2$ m)	86
Şekil 4-19	: Fay sol bölgesinde 2. derece polinom metodu ile dengeleme sonucunda kalan noktalar ve düzeltme vektörleri (max $\sim v_y = 18$ cm)	87
Şekil 4-20	: Fay orta bölgesinde 2. derece polinom metodu ile dengeleme sonucu kalan noktalar ve düzeltme vektörleri (max $\sim v_y = 49$ cm)	87
Şekil 4-21	: Fay sağ bölgesinde 2. derece polinom metodu ile dengeleme sonucunda kalan noktalar ve düzeltme vektörleri (max $\sim v_y = -28$ cm).....	88
Şekil 4-22	: Fay bölgesinde uyuşumsuz olduğu için sol-orta ve sağ gruplarından atılan ve sınıf oluşturduğu görülen 24 noktaya 2. derece polinom ile transformasyon metodu uygulandığında kalan 20 noktanın ve doğruluk vektörlerinin görünümü (maksimum $\sim v_x = 44$ cm)	90
Şekil 4-23	: Fay bölgesinde uyuşumsuz olmaları nedeniyle fay sol_orta ve sağ kümelerinden atılan ve kendi aralarında yeni bir küme oluşturan 20 noktanın kapsadığı alan içerisinde kalan 1/5000 lik pafta köşe noktaları	90
Şekil 4-24	: Otomatik işlenen 322 noktanın dağılımı ve 2. derece polinom metodu ile elde edilen düzeltme vektörleri (max ± 15 cm)	95
Şekil 4-25	: 16 adet kontrol noktası	96
Şekil 4-26	: 343 noktanın dağılımı	98
Şekil 4-27	: Aynı merkezli Dış (siyah çerçeve) ve İç (Kırmızı çerçeve) hücreler. Dış hücre sınırları içinde mevcut özdeş noktalardan (yıldızla gösterilmiş) elde edilecek Hücresel Transformasyon Parametreleriyle hesaplanacak 9 adet 1/25.000 lik pafta köşe noktası	101
Şekil 4-28	: Marmara bölgesinde hesaplanması planlanan 1/25.000 lik pafta köşe noktaları dağılımı ve örnek hesaplanmış köşe noktaları (P1...P12)	102
Şekil 4-29	: Transformasyon parametreleri hesaplanmış, 1/25.000 lik pafta köşe noktaları dağılımı (kırmızı noktalar)	105
Şekil 4-30	: 467, 419, 371, 321, 322, 274, 275 ve 227 köşe noktalarının tekrar ele alınarak anlamlı değerlerinin elde edilmesi sonrasında yeni, kesinleşmiş 1:25.000 lik pafta köşe noktaları dağılımı	106
Şekil 4-31	: Test bölgesinde hücresel dönüşüm parametrelerinden T_x 'in ($242,78 \text{ m} \leq T_x \leq 243,30 \text{ m}$) değişim gridi	109
Şekil 4-32	: Test bölgesinde hücresel dönüşüm parametrelerinden T_y 'nin ($-19,81 \text{ m} \leq T_y \leq -17,96 \text{ m}$) değişim gridi	110
Şekil 4-33	: 7281 ve 7290 numaralı kontrol noktalarının ve transformasyon parametreleri gridinde bu noktaların ITRF değerlerini hesaplamak için kullanılan 278, 279 ve 230 numaralı 1:25.000 lik köşe noktaları	111
Şekil 4-34	: 7126, 7185 ve 7162 numaralı kontrol noktaları ve bunların ITRF değerlerini hesaplamak için kullanılan 271, 272 ve 319 numaralı köşe noktaları	112
Şekil 4-35	: 7308 numaralı kontrol noktası ve enterpolasyonda kullanılan transformasyon parametreleri gridi köşe noktaları (423, 424, 375)	113
Şekil 4-36	: P13 hücresi içinden seçilen 7126, 7162 ve 7185 numaralı kontrol noktaları ve 271, 272 ve 319 numaralı 1/25000 lik daha önce dönüşüm parametreleri hesaplanmış pafta köşe noktaları	116

Şekil A-1	: Helmert benzerlik transformasyonu ile F23 – F25 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü.....	129
Şekil A-2	: Helmert benzerlik transformasyonu ile G23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü	129
Şekil A-3	: Helmert benzerlik transformasyonu ile G24 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü	130
Şekil A-4	: Helmert benzerlik transformasyonu ile G25 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü	130
Şekil A-5	: Helmert benzerlik transformasyonu ile H23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü	131
Şekil A-6	: Helmert benzerlik transformasyonu ile H24 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü	131
Şekil A-9	: Helmert benzerlik transformasyonunun H25 1/100.000 lik pafta noktalarına	132
Şekil A-8	: Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile F23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü.....	132
Şekil A-9	: Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile F23 - F25 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü	133
Şekil A-10	: Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile G23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü.....	133
Şekil A-11	: Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile G24 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü.....	134
Şekil A-12	: Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile G25 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü.....	134
Şekil A-13	: Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile H23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü.....	135
Şekil A-14	: Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile H24 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü.....	135
Şekil A-15	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı F22.....	136
Şekil A-16	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı F23.....	136
Şekil A-17	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı F24.....	137
Şekil A-18	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı F25.....	137
Şekil A-19	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı G23	138
Şekil A-20	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı G24.....	138
Şekil A-21	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı G25	139
Şekil A-22	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı H23	139
Şekil A-23	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı H24.....	140
Şekil A-24	: Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı H25	140
Şekil A-25	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi F23_F25	141

Şekil B-1	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40-40.2 .143
Şekil B-2	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40-40.3 .143
Şekil B-3	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40-40.4 .144
Şekil B-4	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40-40.5 .144
Şekil B-5	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40-40.6 .145
Şekil B-6	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40-40.7 .145
Şekil B-7	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40-40.8 .146
Şekil B-8	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40-40.9 .146
Şekil B-9	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40-41.5 .147
Şekil B-10	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40.1-41.5147
Şekil B-11	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40.2-41.5148
Şekil B-12	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40.3-41.5148
Şekil B-13	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40.4-41.5149
Şekil B-14	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40.5-41.5149
Şekil B-15	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40.6-41.5150
Şekil B-16	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40.7-41.5 150
Şekil B-17	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40.8-41.5151
Şekil B-18	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi	40.9-41.5151
Şekil B-19	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi	F23-F25.....152
Şekil B-20	: Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi	40-41152

Şekil B-21 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.2	153
Şekil B-22 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.3	153
Şekil B-23 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.4	154
Şekil B-24 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.5	154
Şekil B-25 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.6	155
Şekil B-26 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.7	155
Şekil B-27 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.8	156
Şekil B-28 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.9	156
Şekil B-29 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-41.5	157
Şekil B-30 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.1-41.5	157
Şekil B-31 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.2-41.5	158
Şekil B-32 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.3-41.5	158
Şekil B-33 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.4-41.5	159
Şekil B-34 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.5-41.5	159
Şekil B-35 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.6-41.5	160
Şekil B-36 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.7-41.5	160

Şekil B-37 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.8-41.5	161
Şekil B-38 : Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.9-41.5	161
Şekil B-39 : Doğu-Batı doğrultusunda doğu ve batı yönünde elde edilen düzeltmeler. Eksi (mavi) Batı yönü Artı (kırmızı) doğu yönü. ± 2 m	162
Şekil B-40 : Doğu-Batı doğrultusunda batı yönünde elde edilen düzeltmeler. Eksi Maksimum -2 m	162
Şekil B-41 : Doğu-Batı doğrultusunda doğu yönünde elde edilen düzeltmeler. Artı – Doğu yönü Maksimum+ 2 m	163
Şekil C-1 : P1 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	165
Şekil C-2 : P2 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	165
Şekil C-3 : P3 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	166
Şekil 5-4 : P4 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	166
Şekil C-5 : P5 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	167
Şekil C-6 : P6 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	167
Şekil C-7 : P7 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	168
Şekil C-8 : P8 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	168
Şekil C-9 : P9 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	169
Şekil C-10 : P10 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	169
Şekil C-11 : P11 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	170
Şekil C-12 : P12 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	170
Şekil C-13 : P13 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	171
Şekil C-14 : P14 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	171
Şekil C-15 : P15 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	172
Şekil C-16 : P16 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	172
Şekil C-17 : P17 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	173
Şekil C-18 : P18 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	173
Şekil C-19 : P19 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	174
Şekil C-20 : P20 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	174
Şekil C-21 : P21 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	175
Şekil C-22 : P22 Hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası.....	175

TABLO LİSTESİ

Tablo 2-1 GRS80 ve WGS84 Temel Elipsoid Parametreleri	30
Tablo 2-2 GRS-80 ve WGS-84 Türetilmiş Elipsoid Parametreleri	31
Tablo 2-3 Hayford elipsoidi (ED50 datumu bu elipside dayalıdır) ile GRS80 Jeoid elipsoidi temel parametreleri.....	33
Tablo 4-1 Türkiye genelinde toplanan veri noktalarının kurumlara göre dağılımı	62
Tablo 4-2 Marmara Bölgesi noktalarının tekrarlılık, kaba hata ayıklaması ve uyuşumsuzluk testi sonuçları (<i>T_x, paraleller doğrultusundaki fark, T_y, meridyenler doğrultusundaki fark anlamındadır ve ampirik olarak belirlenmiştir.</i>).....	65
Tablo 4-3 Pafta-pafta hesaplanan transformasyon parametreleriyle hesaplanmış kontrol noktaları, dış doğrulukları ve karesel ortalama hataları.....	70
Tablo 4-4 Uygulanan beş metodun F23-F24-F25,G23-G24-G25, H23-H24-H25 numaralı paftalarındaki 133 nokta için elde edilen transformasyon parametreleri ile....	74
Tablo 4-5 Beş metodun H23-H24-H25 numaralı paftalardaki 52 nokta için elde edilen transformasyon parametreleri ile 6 kontrol noktası için çözümü.....	75
Tablo 3-6 Fay bölgesinde doğu yönündeki dayanak noktalarından 2. Derece polinomla elde edilen 1/5000 ölçekli pafta köşe noktalarına ait transformasyon parametrelerinin üç enterpolasyon yönteminde kullanılmasıyla, kontrol noktaları için hesaplanan dış doğruluk değerlerinin karşılaştırılması.	79
Tablo 4-7 Fay bölgesinde batı yönündeki dayanak noktalarından 2. Derece polinomla elde edilen 1/5000 ölçekli pafta köşe noktalarına ait transformasyon parametrelerinin üç enterpolasyon yönteminde kullanılmasıyla, kontrol noktaları için hesaplanan dış doğruluk değerlerinin karşılaştırılması.	80
Tablo 4-8 Yanal atım-doğu ve yanal atım-batı için 3 enterpolasyon yöntemiyle elde edilen dış doğruluk ve karesel ortalama hataları.....	82
Tablo 4-9 Fay bölgesinde uyuşumsuz olduğu gerekçesiyle atılan noktalar ve 2. derece polinom uygulanarak elde edilen iç doğrulukları. Burada 4 adet doğruluk değeri olmayan nokta uyuşumsuz çıkmıştır.....	88
Tablo 4-10 - Seçilmiş bölge içerisinde, sınırında veya çok az dışında yer alan kontrol noktaları	90
Tablo 4-11 - Üç enterpolasyon yöntemi ile kontrol noktalarının transformasyonu sonucu elde edilen dış doğruluklar.....	91
Tablo 4-12 – Üç yöntemin Tablo 3-11’de görülen uygulama sonuçlarının, maksimum dış doğruluk ve çözebildikleri noktalar oranında karesel ortalama hataları	92
Tablo 4-13 16 kontrol noktası.....	95
Tablo 4-14 322 dayanak noktası kullanılarak 16 kontrol noktası için 4 yöntemle elde edilen ITRF koordinat değerlerinin dış doğrulukları	96
Tablo 4-15 Kontrol noktalarının orijinal verileri	98
Tablo 3-16 Kontrol noktalarının dört yöntemle hesaplanan dış doğruluk değerleri	98
Tablo 4-17 Hücre yardımıyla dört yöntemle hesaplanan transformasyon parametreleri ve bunlardan türetilen ortalama transformasyon parametre değerleri	102
Tablo 4-18 372 numaralı noktanın değişik hücrelerde dört yöntemle elde edilen parametre değerleri	103

Tablo 4-19 278 numaralı noktanın değişik hücrelerde dört yöntemle elde edilen parametre değerleri	103
Tablo 4-20 Transformasyonda kullanılmak üzere dört yöntemle önce öteleme parametreleri hesaplanmış, sonra bunların ortalamaları alınmış, 1:25.000'lik pafta köşe noktalarının bir kısmı	106
Tablo 4-21 Transformasyon parametreleri Tablo 3-18'de belirlenmiş köşe noktaları için Lambert projeksiyonundan coğrafi koordinatlara ters dönüşüm değerleri	107
Tablo 4-22 Transformasyon parametreleri Tablo 3-18'de belirlenmiş köşe noktaları için Lambert projeksiyonundan Gauss-Krüger projeksiyonuna ters dönüşüm değerleri.....	107
Tablo 4-23 Örnek çözümde kullanılan transformasyon parametreleri giridi noktaları	110
Tablo 4-24 Kontrol noktalarının Tablo 4.17'deki transformasyon parametreleri kullanılarak üç yöntemle hesaplanan dış doğruluk değerleri.....	110
Tablo 4-25 Örnekte kullanılan transformasyon parametreleri gridi noktaları	111
Tablo 4-26 Kontrol noktalarının ölçüm ve Tablo 3-25'deki transformasyon parametreleri kullanılarak üç yöntemle hesaplanan dış doğruluk değerleri	112
Tablo 4-27 7308 numaralı kontrol noktasının transformasyonunda kullanılan transformasyon parametreleri gridi köşe noktaları	113
Tablo 4-28 7308 numaralı kontrol noktasının minimum eğrilik ve Kriging yöntemleriyle bulunan ITRF koordinat değerleri ve doğruluğu	113
Tablo 4-29 Köşe noktaları için Tx ve Ty transformasyon parametre değerleri.....	115
Tablo 4-30 2. Kontrol noktalarının orijinal ED50 ve ITRF değerleri.....	115
Tablo 4-31 7185, 7126, 7162 numaralı kontrol noktalarının dayanak noktalarından elde edilen transformasyon parametreleriyle hesaplanmış dış doğruluk değerlei.....	115
Tablo 4-32 Kontrol noktalarının orijinal ITRF değerleri ile bu noktalar için 1/25.000 lik köşe noktaları transformasyon parametreleri kullanılarak elde edilen ITRF değerlerinin karşılaştırılması ve dış doğrulukları.....	116

SEMBOL LİSTESİ

N	: Geoid ondülasyonu – Geoid yüzeyi ile WGS84 Elipsoid yüzey arasındaki uzaklık
H	: Ortometrik yükseklik – Geoid yüzeyi ile topografik yüzey noktası arasındaki dik uzaklık
(Tx, Ty, Tz)	: Farklı iki datumdaki ölçülmüş özdeş nokta koordinatları arasındaki farklar (orijin kayıklığı).
($\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$)	: Elipsoid eksenlerinin dönüklük açıları
λ	: Elipsoidal enlem
ϕ	: Elipsoidal boylam
h	: elipsoidal yükseklik – Elipsoid yüzeyi ile topografik yüzey üzerindeki nokta arasındaki dik uzaklık
Z	: Elipsoidin küçük eksenini (yerin dönme eksenini) ile çakışık eksen
X	: CTRS’de yerin dönme eksenini içine alan Greenwich meridyen düzlemi ile Ekvator düzleminin kesişim doğrusu (ilkbahar noktasından geçer)
Y	: X ve Z eksenlerinin kesişim noktasından bu eksenlere dik Sağ el kuralını tamamlayacak şekilde çizilen eksen
($\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$)	: Kontrol noktalarının transformasyonu sonucunda elde edilen dış doğrulukları
m_0	: Karesel ortalama hatası
k	: ölçek faktörü
e^2	: 1. eksantrisite karesi
f	: Basıklık
b	: Küçük yarı eksen
c	: Kutupsal eğrilik yarıçapı
a	: Büyük yarı eksen

ÖZET

Türkiye’de 1932 yılında başlayan temel jeodezik ağların öyküsü, 1954’te Hayford elipsoidini esas alan TUD-54 (Türkiye Ulusal Datumu) (ED50-European Datum 50) ve 1997 sonrasında ise GRS-80 elipsoidine, dolayısıyla GNSS teknolojisine dayalı TUTGA-99 ile devam etmiştir.

2000’li yıllara gelindiğinde Dünya’daki 20 kadar gelişmiş ülkede artık koordinat belirleme işlemleri, (Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği’nin 1979 yılında benimsediği) eş potansiyelli elipsoid ile tanımlanan Jeodezik Referans Sistemi 1980’e (GRS80) dayalı, GPS ve GLONASS veya genel adıyla GNSS uydularından alınan ve istasyonlarda biriktirilen statik veriye ilave olarak , sürekli gözlem yapabilen istasyonlardan oluşan RTK (Real Time Kinematik) prensiple çalışan, başka değişle anlık düzeltme verebilen ağlarla da yapılmaya başlanmıştır. Bu maksatla kurulan ağlara CORS (Continuously Operating Reference Stations – sürekli gözlem yapan referans istasyonları) ağı denilmiştir. Ülkemizde de Nisan 2006- Mayıs 2009 arasında yapılan çalışmalarla CORS-TR (TUSAGA-Aktif) ağı kurulumu gerçekleştirilmiştir.

Bir koordinat referans sistemi gerçek dünyaya bir datumla ilişkilendirilmiş koordinat sistemidir. Burada datumu tanımlamak gerekirse, bir koordinat sisteminin eksenlerinin yönünü, ölçeğini ve orjininin yerini tanımlar. Türkiye’de kullanılmış iki farklı datum yani referans sistemi vardır. Bunlardan birisi 1998 yılına kadar kullanılan ED50 diye tanımlanan ve orjininin yeri ülkenin yerkürede bulunduğu yere göre farklılık gösteren Hayford 1910 elipsoidine dayalı datum, diğeri, halen kullanılmakta olan orjini dünyanın ağırlık merkezine en yakın ve GRS80’den üretilen ve orjininin yeri değişmez olduğundan her nokta için tek koordinat değerleri veren ITRF_{xx} datumudur.

Bu çalışma, kurulan CORS-TR ağının en temel gereksinimi olan ED50 – ITRF_{xx} koordinat transformasyonunu gerçekleştirmek ve hücrel transformasyon parametrelerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla önce test bölgesi olarak coğrafi, jeolojik, jeofizik ve beşeri yönleri gözönüne alınarak Marmara Bölgesi seçilmiştir. Uygulamalarda kullanılmak üzere 5 yöntem belirlenmiştir. Bunlar Helmert benzerlik, iki değişkenli 2. dereceden polinom, Minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal enterpolasyonla üçgenleme yöntemleridir.

Kurumlardan derlenen veriler Lambert konik projeksiyonuna dönüştürülmüştür. 1:5.000 ve 1:25.000’lik köşe noktaları yazılan bir yazılımla belirlenmiş, ED50 referans sisteminde Lambert Konik Projeksiyonuna dönüştürülmüş ve bütün bölgede, tek düzlemde, metre biriminde koordinatlarla hesap yapma olanağı sağlanmıştır.

Verilerdeki kaba ve uyuşumsuz ölçülerin (paralel ve meridyen doğrultusunda ± 15 cm doğruluk esas alınmıştır) ayıklanması işlemlerinin ardından bütün bölge, pafta-pafta, faylar olmaksızın ve fayların varlığı gözönüne alınarak ön hesaplamalar yapılmış nokta-model ilişkisinin karakteristiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu hesaplamalarda elde edilen transformasyon parametreleri 1:5.000 ve 1:25.000'lik köşe noktalarına uygulanmış ve sürekli, güvenilir, anlamlı değerlerin oluşturduğu bir grid yüzey elde edilmeye çalışılmıştır. Köşe noktaları için belirlenen transformasyon parametrelerinin kontrol noktalarına uygulamasında elde edilen doğruluklar dayanak noktalarının paralel ve meridyenler doğrultusundaki doğrulukları ile karşılaştırılmıştır. Ancak bölge sınırlarındaki ekstrapolasyonlar, dolayısıyla süreklilik konusu uygulamanın bu aşamasında hala en büyük problemdir.

Tanı hesaplarının ardından hücre ve dinamik hücre tanımları yapılmış ve bu tanımlara uygun araştırmalar yapılmıştır. Bütün bölge üzerinden, pafta-pafta, fay varlığı gözönüne alınmaksızın noktalardan tek tek ekleme ve çıkarma yöntemlerinden hareketle fay tesbiti, tesbit edilen faya göre çalışma bölgesini daha küçük bölgelere ayırarak transformasyon parametrelerinin hesabı, fay varlığı gözönüne alınarak çalışma alanını bölgelere ayırmak ve transformasyon parametrelerinin hesabı gibi çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar yapılan hücre tanımının, dinamik hücrenin ne şekilde tasarlanması gerektiğinin ve kullanılan yöntem ve dayanak noktalarının, birlikte, karakteristik sonuçlarının belirlenmesinde çok önemli bir referans olmuştur.

Tanı hesaplarında ortaya çıkan sonuç tablosundan mevcut veri yapısına göre tanımlanan hücrenin tek olmaması, iç içe iki ayrı hücre tanımlanması gerektiği, bu hücrelerin sağa-sola, yukarı-aşağı genişleyebilir veya daralabilir nitelikte olması ve nokta nokta hareket ettirilerek aynı köşe noktası için 1'den fazla çözüm elde edilmesi ve bu çözümlerin her defasında 4 yöntem içinde yapılması gerektiği gibi unsurlar belirlenmiştir. Böylece kesin hesaplara, yani hücresel transformasyon parametrelerinin belirlenmesi işlemine sağlam bir birikimle geçiş sağlanmıştır.

Sınırlarda, deniz kenarlarında, veri dağılımının homojen olmadığı bölgelerde ve fay bölgelerinde transformasyonda ortaya çıkan ekstrapolasyon sorununun giderilmesi yolunda ek önerilerde bulunulmuştur.

Çalışma sırasında Helmert benzerlik, kontrol noktası merkezli dinamik hücre ile otomatik ve manuel 2 değişkenli polinomal uygulamalar, sonuç görüntüleme, pope testi vb. pek çok bilgisayar programı yazılmış ve hesaplamaların olurunca otomatize edilmesine dikkat edilmiştir.

Çalışmada 4 yöntemle elde edilen ancak birbiriyle uyumlu olmayan çözümler ekstrapolasyon olma ihtimaline karşılık dikkate alınmamıştır. Dinamik hücre kaydırılarak veya genişletilerek-küçültülerek, ekstrapolasyon görülmeyene kadar tekrarlı işlemler yapılmıştır.

Sonuçta Marmara Bölgesi'nin 39-41.5 enlem ve 29-32 boylamlarında 1/25.000'lik pafta köşe noktaları hücresel transformasyon parametreleri yapılan testler sonucunda 4 yöntemle (iki değişkenli polinom, minimum eğrilik, kriging, doğrusal enterpolasyonla üçgenleme) anlamlı olarak belirlenmiştir.

ABSTRACT

The story of fundamental geodetic networks, which started in 1932 in Turkey, developed in 1954 into TUD-54 (ED50) datum based on Hayford ellipsoid, and then continued with TUTGA-99 which is based on ITRF Datum 1996 with GRS80 ellipsoid..

At the turn of the 21st century, in Western countries, coordinate determinations started to be carried out using GNSS techniques, especially network based CORS, which operate on static as well as RTK (Real Time Kinematic) principles based on ITRFxx datum and GRS80 ellipsoid of revolution as defined by the International Geodesy and Geophysics Union. The Networks set up with that purpose are called CORS (Continuously Operating Reference Stations). In our country, the installation of CORS-TR (TUGASA-Aktif) has been realized during May 2006 – May 2009 by Istanbul Kultur University through a research project funded by TUBITAK.

A coordinate reference system is a coordinate system associated with the real world through a geographic definition called a datum. A datum defines the direction, scales and location of origin of the axis of a coordinate system. In Turkey there are two different datum used for this purpose, i.e: reference systems used. One is the datum used until 1998 as defined based on ED50 datum and Hayford 1910 ellipsoid, in which the location of origin varies according to the location of the country on the Earth; the other one being the ITRFxx datum based on GRS80 ellipsoid, the origin being located at the gravity center of the Earth.

This study has been carried out in order to perform the datum transformation (coordinate transformation) between ED50 and ITRFxx, which constitutes the basic requirement of transformation from ED50 datum to ITRFxx and vice versa.

For this purpose, the Marmara region has been chosen as the test area for the geographical, geological, geophysical and social aspects. Five different methods have been selected for the datum transformation. They are a) Helmert transformation , b) 2nd degree polynomial with two variables, c) minimum curvature, d) Kriging and e) TIN - triangulation with linear interpolation. The methods of Helmert and 2nd degree polynomial with two variables have been chosen for being simple and the other three for being widely used in literature and yielding better fitting.

Data compiled from the mapping institutions have been transformed into Lambert Conical Projection. The map sheet corners have been determined with an in-house developed software and transformed into Lambert Conical Projection based on ED50 reference system. The entire project area was treated as one zone and the coordinates were determined accordingly.

The projectional transformation performed on the data have been realized with diagnosis calculations of the entire region, plate by plate with and without the fault lines, after eliminating blunder and outlier measurements (± 15 cm accuracy on the

directions of longitudes and latitudes has been taken as basis) and the characteristics of point- model relation has been tried to be defined.

Transformation parameters obtained from these calculations have been applied to corner points of 1:5.000 and 1: 25.000 scale map sheet and we tried to obtain a grid surface which contains a set of continuous, reliable and significant values. Accuracies, obtained through the application of transformation parameters used for the control points, are also compared against those determined from the grid surface. However, the computations show that extrapolation still poses as the biggest problem at this stage.

Following the fitting of the grid surface, the description of cell and cell dynamics has been made and various applications have been performed. Over the entire region, without considering the presence of faults , a calculation was carried out. Then, one by one , the individual points were first removed and then added in order to determine faults. Then, with the consideration of faults, the area was subdivided into cells and computations were performed accordingly.

So, there is a need to determine the transitions between the cells. This is accomplished by moving, expanding and reducing the cells so that the application of transformation at a particular point (especially corner point) can be carried out using multiple cells.

On the borders, on the coastlines, in fault zones, and in regions where data distribution is not homogenous, the problem of transformation and extrapolation has been studied and and suggestions have been drafted accordingly.

Many applications were developed during the course of this study, including the packages for Helmert transformation, prediction by control point-based dynamic cells with automatic and manual 2-variable polynomial applications, displaying results display, statistical tests, etc.

In this study, we avoided direct extrapolation for all four methods considered here. Instead, we used repetitive actions by sliding, , expanding and shrinking the dynamic cell until extrapolation is no longer needed.

As a result, in the Marmara Region with coordinates 39 - 41.5 latitude and 29-32 longitude, corner points of 1/25000 scale map sheet have been determined meaningfully using 4 methods mentioned earlier, i.e. two-variable polynomials, the minimum curvature, Kriging, linear triangulation interpolation,

1 GİRİŞ

Organize toplumlarda kaynakların verimli kullanılmasında coğrafi bilgilerin, her çeşit mekansal tasarım, planlama ve uygulamalarda rolü çok büyüktür. Kadastro, haritacılık, alt ve üst yapı hizmetlerinde ve diğer mekansal hizmetlerin yürütülmesinde güncel coğrafi althıkların kullanılması zorunludur.

Özellikle 1980'lerden bu yana yaşanan teknolojik ve bilimsel gelişmeler, grafik ve sözel verilerin bilgisayar ortamında saklanması ve değerlendirilmesine olanak sağlamış, bunun sonucu olarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortaya çıkmıştır. CBS'nin kullanım alanlarından bazıları ; ülke, orman, çevre ve şehir planlaması, arazi planlaması ve tarım politikalarının belirlenmesi, çok amaçlı kadastro, e-devlet, e-belediye,... gibi sayılabilir.

Bu tip çalışmalarda esas olan, konunun, bir başka deyişle koordinatların güvenilir yöntemlerle belirlenmesidir. Aksi taktirde verilerin uyumsuzluğu ve entegrasyon sorunlarıyla karşılaşılması kaçınılmazdır. Doğru, güvenilir ve tek konum belirlemede 1980'lerden itibaren bütün dünyada GPS teknikleri yeni bir çığır açmıştır. Bu teknik ülkemize 1990'larda girdiği halde kurum ve kuruluşların 2005'e gelindiğinde hala ekonomik olmayan teknikleri kullandıkları görülmektedir. İstanbul Kültür Üniversitesi'nin yürütücülüğünü yaptığı CORS-TR projesi, bu şekilde verimsiz ve ekonomik olmayan eski teknikler yerine, tüm ülkeye hızlı, ekonomik ve güvenilir hizmet verebilen modern bir sistem kurmayı amaçlamış ve gerçekleştirmiştir.

TÜBİTAK'ın desteklediği bu projenin adı, "ULUSAL CORS SİSTEMİNİN KURULMASI VE HÜCRESEL DÖNÜŞÜM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ" dir. Buradan anlaşılacağı üzere proje iki ana çalışmadan oluşturulmuştur. Bunlardan birincisi, GPS ve GLONASS (ve tamamlandığında GALILEO) uydularından veri alan ve Real Time Kinematik (RTK) ile her an koordinat belirlemeye hizmet edecek sürekli gözlem yapan 143'ü Türkiye'de ve 4'ü

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde (KKTC) olmak üzere toplam 147 GNSS istasyondan oluşan ağ ile ikisi Ankara'da (HGK ve TKGM), diğeri İstanbul'da (İKÜ) olmak üzere üç adet kontrol merkezinin kuruludur. İkinci ana konu ise, daha önce kullanılan ulusal ED50 datumundan halen kullanılmakta olan ITRFyy datumuna koordinat transformasyonunu gerçekleştirecek en iyi, güvenilir ve hızlı modelin belirlenmesidir.

Türkiye'de temel jeodezik ağlarla ilgili çalışmalar 1932 yılında başlamıştır. Birinci Derece Yatay Kontrol Ağı'nın kurulması 1950'li yılların başında tamamlanmış ve 1954 yılında dengelenmiştir. Türkiye Ulusal Datumu-1954 (TUD-54) adıyla tanımlanan bu datum daha sonra (European Datum 50) ED-50'ye dönüştürülmüştür.

Türkiye tektonik plakaların üzerinde yer alan bir ülkedir. Zamanla oluşan tabaka hareketleri nedeniyle ED-50'nin sürekli olarak güncellenmesi ve alan hareket vektörlerinin belirlenmesi gerekmekte idi. Yıllar içerisinde yeterli güncelleme yapılamadığından ve duyarlılığı son teknolojilerin gerisinde kaldığından pratik ihtiyaçları karşılayamaz duruma gelmiştir.

1990'lı yıllarda yeni bir jeodezik altyapıya gereksinim duyulmuş ve bunun GPS teknolojisine dayalı olması öngörülmüştür. Bu amaçla, TUTGA projesi çerçevesinde, 1997-1999 yılları arasında yapılan ölçme ve değerlendirme çalışmalarıyla TUTGA-99 adı altında yeni bir temel jeodezik ağ kurulmuştur. Ülke genelinde kullanılmakta olan statik veya RTK/DGPS tekniklerinde GPS kullanıcıları, önce kendi baz istasyonlarını oluşturuyor sonra gezici alıcılarla koordinatlarını hesaplıyorlardı.

2006'da başlayan CORS-TR Projesi Mayıs 2009'da tamamlanarak ülke çapında hizmete girmiştir. Bu süre içerisinde koordinat transformasyonu için hücresel transformasyon parametrelerinin belirlenmesi konusunda da uzun soluklu ve yoğun çalışmalar yapılmıştır.

Hücresel transformasyon parametrelerinin belirlenmesine esas olacak en uygun modelin saptanmasına çalışılmıştır. . Bu amaçla tüm Türkiye için model oluşturacak bir bölgede örnek çalışma yapılması uygun bulunmuştur. Bu konu, doktora tez çalışması olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma için test bölgesi olarak Marmara Bölgesi seçilmiştir. Seçimde en önemli etken bu bölgenin aktif tektonik yapısı /İTÜ Rapor, 1999/ ve diğer bölgelere oranla elde daha fazla veri olmasıdır.

A. Koordinat Transformasyonunun Doğruluk Kriterleri

CORS-TR 1. ilerleme raporunda ifade edildiği üzere koordinat transformasyonlarının doğruluğu;

- Transformasyonda kullanılacak dayanak noktalarının her iki sistemdeki doğruluklarına,
 - Belirlenen dayanak noktalarının yoğunluğuna ve dağılımına,
 - Transformasyon yapılacak alanın büyüklüğüne,
 - Ve bu faktörleri dikkate alan stokastik ve matematik modellere,
- bağlıdır. Türkiye gibi büyük ülkeler için en uygun çözüm ancak uzun bir araştırma çalışmasıyla belirlenebilir.

CORS-TR projesinde amaçlanan doğruluk ölçütleri gözetilerek gerçekleştirilen bu çalışmada, transformasyonun Türkiye boyutunda sürekliliğini sağlamak amacıyla bu çalışmaya özgün olan, hareket ettirilen bir çerçeve olan “hücre” nin kullanılması araştırılmıştır.

Transformasyonun “noktaların dağılımı” ile “yöntemi” arasındaki ilişkiye örnek uygulamalardan biri ABD’de yapılmıştır. WGS 84’ün altyapısını oluşturan NAD 83 (North American Datum), güncel tekniklerle ölçülmüş ve yeniden değerlendirilmiş bir datumdur ve yüksek doğruluktadır. Bu ağın NAD-27 ile transformasyonu için ortak noktalar, tüm ülkeyi kaplayan bir grid ağ biçiminde seçilmiştir. Dayanak noktaları olarak 8 x 8 km lik gridler oluşturulmuştur. Yaklaşık nokta yoğunluğu 1 nokta / 60 km² dir. Bu grid noktalarında her iki datumdaki enlem ve boylam farkları veya bir başka deyişle projeksiyon koordinat farkları hesaplanmış ve bu koordinat farklarından, 16 noktadan oluşan bir “hücre” hareket ettirilerek transformasyon için enterpolasyon yapılmıştır. Minimum eğrilik enterpolasyonu kullanılarak ± 15 cm

transformasyon doğruluğunda, sürekliliği olan transformasyon parametreleri gridi elde edilmiştir /NIMA, 1997/.

Türkiye’de düzenli dayanak noktalarının oluşturulmasının maliyeti yüksek olduğundan, bu çalışmada dağınık noktalarla “hücre” uygulamasının nasıl bir transformasyon doğruluğu vereceği araştırılmıştır. Düzensiz dağılımlı dayanak noktaları hücresel transformasyonda kullanılmıştır. Elde edilen transformasyon parametreleri, aynı hücre içinde kalan 1/5000 ve 1/25.000 lik pafta köşe noktalarına uygulanmış ve bu noktaların her iki datumdaki projeksiyon koordinat farkları (enlem ve boylamda) hesaplanmış, transformasyonda kullanılmak üzere düzgün, anlamlı değerlere sahip, sürekli bir grid yüzey elde edilip edilemeyeceği araştırılmıştır.

Farklı uygulamalar için transformasyondan beklenen doğruluklarda farklıdır. ISO TC 211 ve OPEN GIS standartlarına göre veri kalitesi olarak doğruluk, ağ doğruluğu (network accuracy) olarak tanımlanmaktadır. Ağ doğruluğu veya mutlak doğruluk, datuma göre doğruluktur. Bu çalışmada da; doğruluk ağ doğruluğu (dış doğruluk) olarak kullanılacaktır. Sadece kontrol ölçmeleri ile belirlenebilen bu doğruluk, transformasyonda hesaplanan iç presizyon (veri ile model uyumu ölçüsü) ile uyumlu olmayabilir. Örneğin, navigasyon için 2-3 metrelik ağ doğruluğu yeterli iken, mühendislik ve kadastral çalışmalar için 0.1 m ve daha yüksek doğruluklar istenmektedir /BÖHHBÜY 2008/

ED50 veya lokal sistemlerde üretilen ve yasal temellere, dayanaklara sahip verilerin, ITRF’ye dönüştürülmesi de yine yasal anlamda güvence altında olmalıdır. Bu gereksinim, kabul edilebilir doğruluğu sağlayacak şekilde ihtiyacı karşılayabilmesi açısından transformasyonun temel problemini oluşturur.

Genel olarak transformasyon ;

1. uygulanması kolay olmalıdır,
2. tek bir yöntemi içermelidir,
3. sürekliliği sağlamalıdır,
4. çok sayıda transformasyona olanak sağlamalıdır,
5. GIS (CBS-Coğrafi Bilgi Sistemi) ile entegre olabilmelidir,
6. açıkça ifade edilebilen bir teorik altyapısı olmalıdır,

7. ağılardaki yenilenme, şekil değişiklikleri v.b. dikkate alabilmelidir,
8. güvenilir kaba hata araştırması mümkün olmalıdır,
9. tüm alanda belirlenen doğruluğu sağlamalıdır.

Güvenilir ve sürekliliği olan bir transformasyonda, aşağıdaki hususlar da gözönünde bulundurulmalıdır. Bunlar;

a. Transformasyonun güvenilirliği ve sürekliliği, her iki sistemdeki ağların yapılarına ve doğruluklarına bağlıdır. GPS tekniğiyle, doğru, az distorsiyonlu, homojen konum doğrulukları elde edilmektedir. Ancak yersel tekniklerle üretilen eski ağlar daha düşük doğrulukta, birçok sistematik hatayı içeren ağlardır. ITRF dinamik ağ olarak yönetilirken, eski ağlar statik ağlar niteliğindedir. /Altamimi vd, 2002/

b. Transformasyon yapılacak alanın büyüklüğü, transformasyon doğruluğunu ve yöntemin performansını etkiler. Ülke veya bölge boyutunda alanlarda farklı yöntemlerle farklı transformasyon doğrulukları elde edilir.

Genel olarak, büyük alanlar parçalara bölünerek istenen doğruluklara ulaşılabilir. Bu parçalar birleştirilerek süreklilik sağlanır. Örneğin; tüm Türkiye için benzerlik transformasyonu 3-5 m doğrulukla yapılabilirken, ayrı ayrı bölgelerin benzerlik transformasyonu doğruluğu 2-3 m civarındadır ve daha küçük alanlarda bu doğruluk 0.1 m altına dahi inebilmektedir.

c. Transformasyonda kullanılan dayanak nokta sayısı ve bu noktaların dağılımı, doğruluğu etkiler. Alanı kaplayan hatta taşan, tercihan grid veya homojen dağılımdaki dayanak nokta sayısı olarak, “1 nokta / km²” ile tanımlanan “nokta yoğunluğu” parametresi önerilmektedir. Eski ağ noktalarının tahrip olmaları nedeniyle bazı bölgelerde istenen yoğunluğa ulaşamayabilir. Ortak nokta sayısını arttırmak için ya eski ağın noktalarının sıklaştırılması veya noktaların hiyerarşik derecesinin düşürülmesi yoluna gidilebilir. Ancak, düşük dereceli noktaların doğrulukları da düşüktür. Burada bir ağırlık problemi oluşur.

d. Transformasyonda kullanılacak stokastik matematik modeller yukarıdaki üç faktöre bağlı olarak seçilebilir. Burada modelin seçiminde dikkate alınması gereken

bir faktör de, özellikle ağıdaki olası sistematik etkilerin oluşturacağı dinamik davranışlardır. Bunlardan bazıları; kabuk hareketleri, toprak hareketleri, farklı ölçeklerde kenar ölçüleri v.b. olarak sayılabilir. Seçilecek modellerin ağıdaki bozulmayı ve deformasyonu tanımlayabilmesi, fiziksel olarak da parametrelendirebilmesi gerekir.

Literatürde çok sayıda model geliştirilmiştir (Bkz. Bölüm 3.1). Her ülkenin veri yapısına bağlı olarak en uygun modeller belirlenmektedir.

Doğru, güvenilir ve sürekliliği sağlayan bir transformasyon için yukarıdaki hususların tümünü dikkate alan bir analiz ve değerlendirme gerekmektedir. Konunun boyutları, GPS'in gelişimi ve Dünya'daki bazı önemli uygulamalarla daha iyi anlaşılacaktır.

GPS tekniği 1985-90' lı yıllardan itibaren yaygın olarak sivil amaçlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu tarihlerden sonra küresel, bölgesel ve ülke GPS ağlarının oluşturulmasına hız verilmiştir /Kahveci, 2001/. Transformasyon da bu tarihten sonra güncelleştirilmiştir. Örneğin;1988 yılında,tüm Avrupa'da coğrafi bilgi sistemlerine jeodezik altyapı oluşturmak amacıyla EUREF (European Reference Frame – Uluslararası Jeodezi Birlikleri Referans Çerçevesi Avrupa Alt Komisyonu) çalışmaları başlatılmıştır. Bu çalışmalara tüm Avrupa Birliği Ülkeleri katılmaktadır. Gerek tek tek ülke ve gerekse Avrupa boyutunda ETRS89 (European Terrestrial Reference System – 1989 (Avrupa Yersel Referans Sistemi-1989) – Uluslararası Jeodezi Birliklerinin alt komisyonu EUREF tarafından desteklenir) ile ED-50 arasındaki transformasyon, günümüze kadar devam eden bir problem olagelmiştir.

Mevcut ağların doğruluğu açısından irdelendiğinde, tüm Avrupa ülkeleri jeodezik ağlarını (yatay ve düşey) açı, kenar, nivelman ve gravite ölçülerini yenileyerek yeniden değerlendirmiştir. Bu ağlar tüm Avrupa için RETrig (European Triangulation Network) ve UELN (United European Levelling Network) projeleri çerçevesinde birleştirilmiş ve irdelenmiştir. Bu ağlarda oldukça yüksek doğrulukta veri olduğu söylenebilir.

1988 başında,

- ETRS89 (European Terrestrial Reference System - 1989) ile ED-50 arasındaki transformasyonun mutlak doğruluğunun 10 cm den daha iyi,
- Kadastro ve jeodinamik için 1 cm relatif doğruluk, benimsenmiştir. /Konecny, 2007/

İsviçre, Avusturya v.b. gibi küçük alanlarda daha kolay çözümlere ulaşılmıştır. Oysa Almanya, İngiltere, Fransa, İsveç /Kempe, 2006/ v.b. ülkelerde ve tüm Avrupa'da transformasyon daha karmaşıktır. Çünkü tek bir modelle ve bir adımda çözüm elde edilememiştir. Almanya gibi farklı eyaletleri olan ülkelerde lokal parçalar ve tüm Avrupa'da ülkeler arasında sürekli bir transformasyon, özel yöntemler ve yaklaşımları gerektirmiştir. Bazı ülkelerdeki durum değerlendirmesi aşağıda özetlenmektedir. /EUREF03/

Avusturya : ± 2 m ve $\pm 0,1$ m olmak üzere iki transformasyon seti planlamıştır. Tüm ülke için 7 parametrelilik benzerlik transformasyonu ile ± 2 m ye ve bölgesel transformasyonlarla (bölgelere parçalayarak) her bölge için $\pm 0,1$ m ye ulaşılmıştır. Nokta yoğunluğu 1 nokta /50 km² dir. /Erker vd, 2003/

İngiltere : Nokta yoğunluğu 1 nokta / 70 km² dir. 7 parametrelilik benzerlik transformasyonundan ± 5 m transformasyon doğruluğuna ulaşılmıştır. Düzensiz üçgenleme ile (Triangulated Irregular Network TIN, Delaunay üçgenlemesi ile) 0,1 m nin altına inilmiştir. /Greaves vd, 2003/

Polonya'da, 1 nokta / 5 km² yoğunluğuyla ± 5 cm transformasyon doğruluğuna ulaşılmıştır. /Krynski vd, 2003/

İspanya'da 1 nokta / 250 km² yoğunluğu ve TIN (Triangulated Irregular Network TIN) ile ± 15 cm transformasyon doğruluğuna ulaşılmıştır. /Matesanz vd; Quiros vd, 2003/

Almanya'da, 1 nokta / 75 km², sonlu elemanlar yöntemi ile ± 5 cm den daha iyi transformasyon doğruluğuna ulaşılmıştır. /Ihde vd, 2003/

Tüm Avrupa için, sonlu elemanlar yöntemi ile hücresel transformasyon parametreleri arasında yatay ve düşey transformasyonlarla sürekliliğin sağlanması çalışmaları sürdürülmektedir. Geliştirilen yaklaşım farklı datumlarda ve sistemlerde oluşturulan, kendi içlerinde birbiriyle uyumlu, yatay ve düşey ağı sonlu elemanlar yönteminin özelliklerinden yararlanarak birbirlerine “fermuarlamak” ve böylece sürekliliği sağlamaktır.

Transformasyonun daha doğru, sürekli ve güvenilir olabilmesi için araştırma çalışmaları devam etmektedir. Özellikle CORS (Continuously Operating Reference Stations) benzeri sistemlerin temel altyapısını oluşturacak olan yatay ve düşey transformasyon çalışmaları birlikte yürütülmektedir. Böylece eş zamanlı üç boyutta transformasyon amaçlanmaktadır.

B. Türkiye’de Jeodezik Altyapı

Türkiye’de jeodezik altyapı değerlendirildiğinde;

- Ülke temel nirengi ağının 1954 yılında dengelenmesinden sonra, bazı bölümlerinin revize edildiği ancak ölçülerin indirgenmesinde ve dengelemede modelleme hatalarının olduğu,
- Türkiye ve çevresinin tektonik özellikleri nedeniyle farklı plakaların farklı büyüklükte ve yönde hareket etmekte olduğu, çok sayıda depremde farklı deformasyonların olduğu ancak bu hareketlerin sistematik olarak izlenmediği ve ED-50 koordinatlarının buna göre düzeltilmediği,
- 1988 tarihli yönetmelikten önceki birçok çalışmanın lokal koordinat sistemlerinde yapılmış olması nedeniyle, kadastro dahil birçok mühendislik çalışmasının lokal sistemlerle yürütülmüş olduğu,
- sıklaştırma çalışmalarında komşuluk doğrulukları (iç doğruluk veya lokal doğruluk) ile çalışıldığından, ağ doğrulukları hakkında fazla bir bilginin olmadığı,
- ED-50 I.ve II.derece noktalarının dengeleme ile ve daha düşük derecelerin kestirme ile hesaplandığı ,
- 1988 yönetmeliğine göre oluşturulan ağların kendi içinde bütünlük oluşturduğu,
- yüksek dereceli ülke nirengi noktalarının büyük bir kısmının tahrip olduğu,

söylenbilir.

TUTGA ile ED-50 arasındaki bazı transformasyon çalışmalarından CORS-TR 3. raporunda bahsedildiği üzere aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- TUTGA 99A ile ED-50 arasında, 220 nokta ile yapılan 3 boyutlu benzerlik transformasyonunda, tüm Türkiye için $\pm 3-5$ m lik transformasyon uyuşumu elde edilmiştir,
- her bölge için ayrı ayrı benzerlik transformasyonlarından $\pm 1,5-2$ m lik transformasyon uyuşumu elde edilmiştir, (HGK)
- enlem ve boylam farklarının modellenmesiyle de benzer sonuçlar elde edilmiştir,
- İzmir’de, TUTGA ile ED-50 arasında 7 nokta (200 km^2 ye 1 nokta, 32 ortak noktadan birbiriyle uyumlu olduğu belirlenen) ile 7 parametrelilik benzerlik transformasyonundan ± 8 cm uyuşum doğruluğu elde edilmiştir,
- İstanbul’da, 34 nokta ile (200 km^2 ye 1 nokta) , iki parametrelilik polinomlarla transformasyonda ± 10 cm transformasyon doğruluğu elde edilmiştir.
- CORS-TR kapsamında 4026 nokta ile (200 km^2 ye 1 nokta), Kriging ile transformasyonda ülke genelinde ± 30 cm transformasyon doğruluğu elde edilmiştir (CORS-TR Datum Dönüşümü, 2010)

Kadastro, belediye vb. lokal koordinatların ED-50 ve TUTGA’ya transformasyonu çalışmaları genellikle harita üretimi projeleri çerçevesinde yürütülmüş çalışmalardır. Bunlardan bazılarının sonuçları yayınlanmıştır. Bu ağlarda ölçek ve yönelme hatalarının bulunduğu, farklı projelerde üretilen paftalarda kenarlaşma problemlerinin olduğu mesleki kamuoyunda bilinmektedir. Ancak, çalışmalar, bilimsel irdeleme ve değerlendirme süzgecinden geçmediğinden sorunların kaynakları ve bunların ortadan kaldırılıp kaldırılamayacağı konusunda kesin birşey söylenemez. Konunun, yukarıda da ifade edilen tüm parametreleri ile bilimsel uygulama araştırma projesi çerçevesinde ele alınıp değerlendirilmesi gerekmektedir.

Geleneksel yöntemlerle üretilen ağlarda distorsiyonların oluşması kaçınılmazdır. Diğer yönden kabuk hareketleri, heyelanlar v.b. nedenlerde eklendiğinden, bu ağların her nokta grubu ayrı bir datum oluşturur. Fay hatları boyunca ve yenileme

çalışmalarının ek yerlerinde süreksizlikler oluşmaktadır. Bu nedenle, ağ içinde birbiriyle uyumlu nokta grupları ve bunlar arasındaki sınırlar belirlenebilirse, her nokta grubu için transformasyon parametreleri hesaplanabilir ve bu parametreler arasında Avrupa'daki modele benzer bir matematik modelle süreklilik sağlanabileceği düşünülmektedir.

Transformasyon çalışmalarının güncel problemi, uydu ve uzay sistemlerinin temel referans koordinat sistemi olan Uluslararası Yersel Koordinat Ağı'nda (ITRF – International Terrestrial Reference Frame) üretilen koordinatlar ile mevcut ağların koordinatları arasındaki transformasyonlardır. Bu anlamda Avrupa ve Türkiye'de benzer olarak çalışılan başlıca konu, ITRF ile ED50 ve Lokal Ağlarda üretilen koordinat değerleri arasındaki transformasyondur.

C. Çalışma

a) Anahtar Kelimeler

Burada, konunun anahtar kelimelerinden “**koordinat**”, “**koordinat referans sistemi**”, “**koordinat işlemleri**” ve “**datum**” a değinmekte yarar vardır.

Uzayda bir noktanın coğrafi konumu, herhangi bir sistemdeki koordinatları ile tanımlanır. **Koordinat**, 3 boyutlu uzaydaki bir noktanın yerini tanımlayan, her biri 3 sayıdan oluşan sayı kümelerinden biridir. **Koordinat Referans Sistemi**, gerçek dünyaya bir datumla ilişkilendirilmiş koordinat sistemidir (ISO/DIS19111, 2001). **Datum**, diğer parametrelerin hesaplanmasına hizmet edebilen referans, bir başka deyişle temel, parametre veya parametreler takımıdır. Datum, bir koordinat sisteminin eksenlerinin yönünü, ölçeğini ve orjininin yerini tanımlar. Bu anlamda ED50, NAD83, ITRF05 vb. gibi datumlar örnek olarak gösterilebilir (Bkz. 2.4).

Uluslararası standartta, iki tip **koordinat işlemi** tanımlanabilir :

- i. **Koordinat Dönüşümü** : Koordinatları bir koordinat sisteminden, aynı datum içerisindeki diğer bir koordinat sistemine dönüştürme işlemidir ve kesin bağıntılara dayanır.

ii. **Koordinat Transformasyonu** : Koordinatları bir datumdaki koordinat referans sisteminden, ikinci bir datumdaki farklı bir koordinat referans sistemine dönüştürür. Koordinat transformasyonu, transformasyon parametre değerlerinin deneysel (ampirik) türetilmesi açısından koordinat dönüşümü ile farklıdır (Bkz. Bölüm 2.5).

b) Materyal ve Yöntem

Ülkemizde kurulmuş olan CORS sistemi (CORS-TR _ TUSAGA-Aktif), son yıllarda dünyada yaygın olarak kullanılan ITRFyy (GRS80 referans elipsoidine dayalı) datumunu kullanmaktadır. CORS-TR projesinin ikinci amacı olan, mevcut ED50 (European Datum - 1924 Hayford elipsoidini referans alan datum) datumundaki nokta koordinatlarının ITRFyy datumuna dönüştürülebilmesi için, BÖHNBÜY’de belirtilen doğrulukları sağlayacak, ülkemizin tektonik yapısına uygun, sürekliliği sağlayacak bir transformasyon modelinin, ülke geneline model oluşturabilecek bir yapıya sahip Marmara bölgesi için geliştirilmesi ve transformasyon parametrelerinin belirlenmesi bu tezin ana konusunu oluşturmaktadır. Bu anlamda özellikle, projenin başlığında özetlendiği gibi, hücreli transformasyonla sürekliliğin sağlanması araştırılmaktadır. Bu çalışma, CORS-TR projesinde;

- Ulusal hücreli transformasyon parametrelerini belirlemek ve
- Böylece TKGM ve HGK başta olmak üzere tüm harita ve harita bilgisi üreten kurumların temel transformasyon sorununu çözmek,
- ED50 datumundaki harita ve kadaströ ölçülerinin ve paftalarının halen kullanılmakta olan ITRFyy datumuna aktarımını sağlamak, (CORS-TR, 3. Rapor, Kasım 2007 Sf : 6)

olarak bahsedilen üç maddeye dayanarak yapılmıştır.

Burada çalışmaya zemin hazırlayacak materyal ve yöntemlerin doğru bir şekilde belirlenmesi çalışmanın başlayabilmesi ve geleceği açısından çok önemlidir.

Öncelikle çalışmanın konusuna uygun gerekli hazırlıklar yapıldı. Bunlar özetle ;

- Literatür araştırması yapıldı, diğer ülkelerin transformasyonda benimsedikleri örnek uygulamalar ve yöntemler incelendi.
- İlgili kurumlardan Türkiye genelinde eşlenik koordinat verisi toplandı, seyrek nokta dağılımının olduğu bölgelerde nokta sıklaştırma çalışmaları için kurulmakta olan CORS-TR ağı kullanılarak RTK ve Statik ölçümler yapıldı (Bkz. Bölüm 4.1).
- Transformasyonda hangi yöntemler üzerinde çalışılacağına karar verildi. Bunlar:
 - i. Helmert benzerlik
 - ii. 2. dereceden polinom
 - iii. Minimum eğrilik
 - iv. Kriging
 - v. Doğrusal enterpolasyonla üçgenleme

şeklindedir (Bkz. Bölüm 3).

- Hazır programlar incelendi, çalışmada kullanılacak programlar testlerle belirlendi. Bunların başlıcaları Surfer, J-Trans, LAMTR, vd. (Bkz. Ek F).
- Matlab yazılım geliştirme programında transformasyonda kullanılacak Helmert benzerlik ve 2. Derece polinom, vd. gibi ana programlar ve Delaunay üçgenlemesi, en yakın noktaları bulma, haritalama vd. gibi alt programlar yazıldı (Bkz. Ek F). /Mathworks, 1998; Mathworks 1984-2010/

II. Bölümde geniş ölçüde literatür araştırması yapılmış, koordinat konusu genel olarak anlatılmış, Jeodezide Koordinat, koordinat işlemleri, koordinat referans sistemi detaylı olarak incelenmiş ve transformasyonun temel kavramları açıklanmıştır.

III. Bölümde jeodezide kullanılan ve geometrik bir transformasyon modeli olan Helmert benzerlik transformasyonu'nun yanısıra enterpolasyon yöntemlerinden 2.

derece polinomlarla transformasyon, Minimum eğrilik, Kriging, doğrusal enterpolasyonla üçgenleme metotları anlatılmıştır.

IV. Bölümde test bölgesi, seçimi ve özellikleri konusunda bilgi verilmiştir. Transformasyonda kullanılacak verinin elde edilmesi için, kaba hata ve uyuşumsuz nokta ayıklaması yapılmıştır. Paftalarda transformasyon parametrelerinin farklı 5 yöntemle hesabı ve kontrol noktaları üzerindeki uygulamalar ve sonuçları aktarılmıştır. Tüm test bölgesi için, Faylar dikkate alınmadan ve dikkate alınarak farklı 5 yöntemle yapılan uygulamalar ve testlerin ardından hücreli transformasyon parametrelerini belirlemek amacıyla, hücre, dinamik hücre ve aynı merkezli daha küçük 2. hücre tanımı yapılmıştır. Hücre içindeki düzensiz dağılmış özdeş noktaların transformasyonda kullanılması sonucu elde edilen transformasyon parametreleri ile 2. hücredeki 1/25.000 lik köşe noktalarının enterpolasyonla transformasyonu ve yapılan testler yer almaktadır. Bunların yanısıra özellikle kıyı ve sınırlarda veya hücre içinde noktaların homojen dağılım göstermemesi gibi durumlarda karşılaşılan sorunlar ve öneriler de yine bu bölümde yer almaktadır.

Bu bölümün sonunda, elde edilen köşe nokta projeksiyon koordinatları ve anlamlı transformasyon parametrelerinin listesi ve bu listedeki değerler kullanılarak çizilen eşdeğer eğrileri bulunmaktadır.

Sonuç bölümü, yapılan bütün çalışmaların özeti ve çalışmaların sonuçlarını içermektedir.

2 KOORDİNAT SİSTEMLERİ

2.1 Genel Tanımlar

Uzay terimi, P noktasının yeri kavramıyla eşdeğerdir. Bir noktanın yeri, belirlenmiş bir koordinat sisteminde tanımlanır. Koordinat, bir çizgi üzerinde, bir düzlemde veya N boyutlu uzaydaki bir noktanın yerini, her biri N sayıdan oluşan sayı kümelerinden biriyle tanımlayan sanal bir kavramdır.

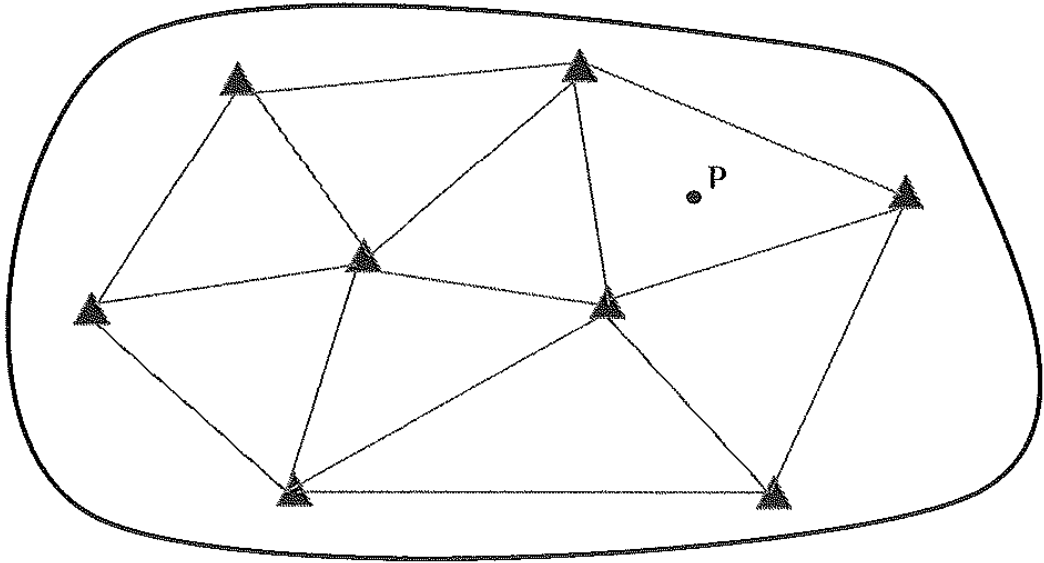
Koordinatlar bir başlangıç noktasından başlayarak, belli kurallar uyarınca uzayan doğru ya da eğri çizgiler üzerindeki ölçek değerleri ile ifade edilirler. Bu doğrusal koordinat çizgileri, koordinat eksenleri olarak tanımlanırlar. Bir düzlem üzerinde birbirine dik iki koordinat eksenini Kartezyen Koordinat Sistemi adını alır. Birbirine dik üç düzlemin arakesitleri ise Üç Boyutlu Kartezyen Koordinat Sistemi adını alır. Bu sistem Öklid uzayını ifade eder. /Ayan 2009/

Koordinatlar, cisimlerin ve onları karakterize eden noktaların ya da sözel bilgilerin yerlerini ifade etmeye yararlar ve bunlar arasında ilişki kurarak yeni bilgiler üretmeye zemin hazırlarlar. Bu durumuyla insan yaşamında çok önemli bir yer tutarlar. Matematiğin yaşama en çok yansıyan bölümünü koordinatlar oluşturur. Örneğin bir evin veya arsanın bulunduğu yer, koordinatlarla ifade edilir; Bir geminin veya uçağın bir t zamanında bulunduğu konumu, ulaşacağı nokta koordinatları da bilindiğinde, aradaki mesafe hesaplanarak, o anki hızına göre oraya ne kadar sürede ulaşacağı hesaplanabilir.

Günümüzde insanlar taşıdıkları cep telefonları ile her an yerlerini, koordinatlarla bildirebiliyorlar. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), her türlü mekansal bilgiyi katmanlar halinde toplayarak bunları tek tek veya birkaçı ya da hepsini birlikte alıp değerlendirmemizi sağlamaktadır. Mekansal bilgiler, ancak bir koordinat sistemi içerisinde tanımlanır.

Noktanın konum bilgileri, onun mutlak değişmez bir özelliği değildir; Bir noktanın konumu, seçilen koordinat sistemine, referansa ve kullanılan ölçeğe göre değişir.

Hareketli cisimlerde bir noktanın konumu, koordinat değerlerine zaman bilgisi de eklenerek ifade edilir. Böylece koordinat sistemleri konumun yanısıra hareket bilgilerini ifade etmek için de kullanılabilir. Jeodeziyi konu alan yeryüzü noktaları hareketli olduklarından konumları zamana bağlı olarak değişir. Yani zamanın bir fonksiyonudur. Dolayısıyla matematikte nokta uzayı denilen kavram, fizikte olaylar uzayı şeklinde söylenir. Olaylar uzayında her olaya bir yer ve zaman bilgisi atanır. Alınan yol, hız ve zamanla doğru orantılıdır. Buna dayanarak, koordinat sistemlerinin bir görevinin de uzay-zaman olaylarının uzaydaki konumunu belirlemek olduğu söylenebilir.



Şekil 2-1 Jeodezik ağ, referans sistemi geçerlilik alanı-referans çerçevesi (Ayan 2009)

Koordinat kavramı düşünsel bir tasarım olduğundan ne başlangıç noktasının yeri ve ne de eksenler elle tutulur; gözle görülür. Oysa mühendis için yeryüzü nesnelidir. Onun konumunu belirten koordinat sisteminin de nesnel olması yani maddeleştirilmesi gerekir. Bu jeodezi biliminin işidir. Yeryüzünde işaretlenmiş kontrol noktaları ile koordinat sistemleri somutlaştırılır, yani bunlar yardımıyla koordinat sistemleri jeodezi mühendisleri tarafından arazi üzerinde işaretlenir. Gerçekleştirilen referans sistemleri **referans çerçevesi** şeklinde adlandırılır. Jeodezik

ağ ile somutlaştırılmış bir referans sisteminin geçerlilik alanı ağın sınırladığı alandır (Şekil 2-1).

Somutlaştırma sırasında koordinat sisteminin oluşum kararlarını yani sistemin karakterini belirlemek için bazı kabuller yapılır. Bu tip koordinat sistemleri, “konvansiyonel” koordinat sistemleridir /Ayan, 2009/.

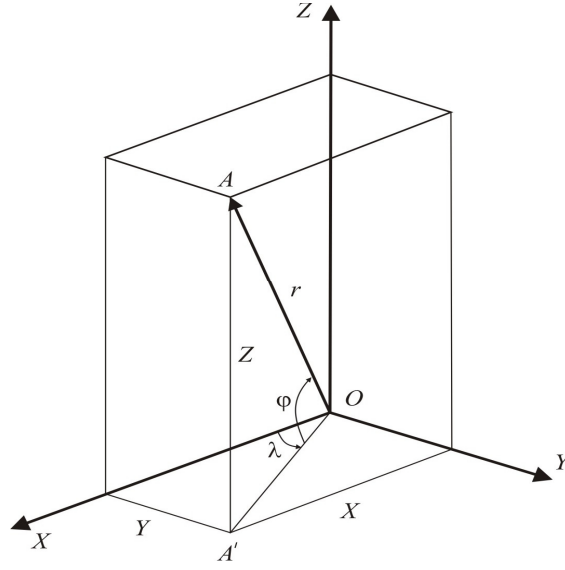
2.2 Matematikte Koordinat Sistemleri

Matematiksel anlamda koordinat sistemleri,

- a) Dik koordinat sistemi,
- b) Kutupsal koordinat sistemi'

dir.

Üç boyutlu dik koordinat sistemi, birbirine dik iki eksen ve bu eksenlerin oluşturduğu düzleme dik üçüncü bir eksenle oluşur. Bu eksenlerin kesişme noktası, orijin olarak tanımlanır. Aslında böyle bir sistemi yaratmak için önce orijin seçilir. Eksenlerin büyüme yönleri pozitif yönüdür. Bu sistemde bir nokta, X, Y, Z şeklinde üç elemanla tanımlanır.



Şekil 2-2 Dik ve kutupsal koordinatlar

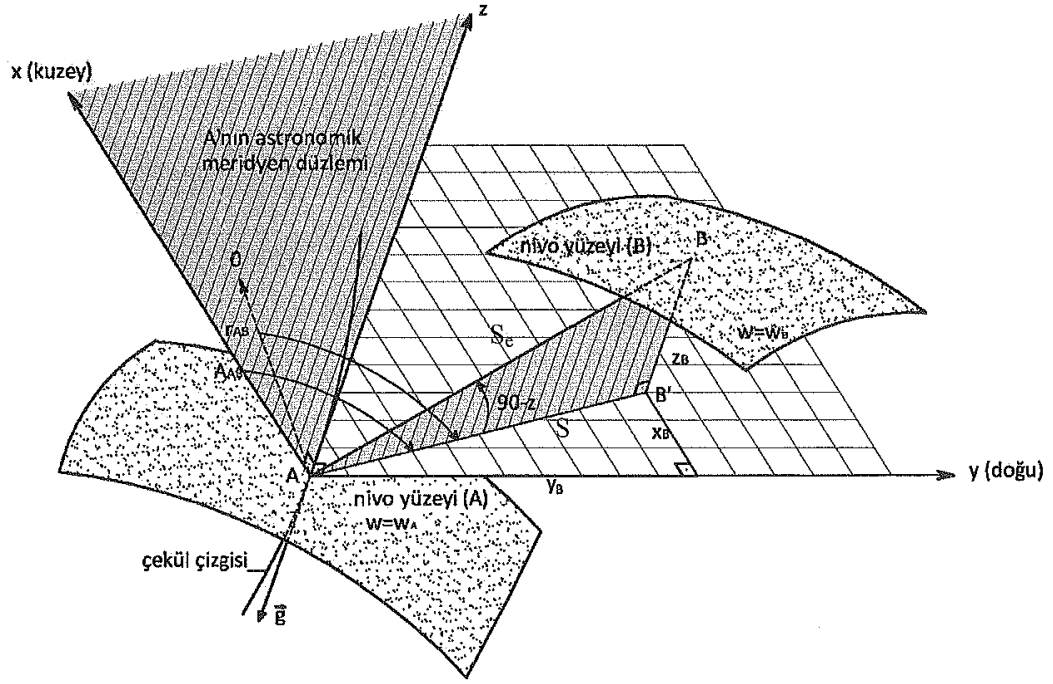
Kutupsal koordinat sisteminde ise bir orijin ve bir eksen seçilir. Bu sistemde herhangi bir noktanın yeri, o noktayı orijine birleştiren doğrunun uzunluğu ve bu doğrunun eksenle yaptığı açı ile tanımlanır.

Bir koordinat sisteminde mevcut olan noktanın koordinat değerleri, diğer bir sistemde de ifade edilebilir. Örneğin Şekil 2-2'deki A noktasının dik koordinatları X , Y , Z ve kutupsal koordinatları φ , λ , r dir. Bu iki sistem arasında dönüşüm yapılabilir. /Yavuz, 2001; Işık, 2006/

2.3 Jeodezik Ölçümler ve Koordinat Sistemleri

Şekil 2-3'te görüldüğü gibi, yeryüzündeki bir A noktasına teodolit /Songu vd, 2003/, elektronik uzaklık ölçeri veya GPS alıcısı konulup kurulduğunda;

a) Merkezlendirme ile ölçüler A noktası ile çakışmış, bu nokta ile uyumlu hale getirilmiştir.



Şekil 2-3 Jeodezik ölçü ve lokal astronomik sistem (Ayan 2009)

b) Ölçme aleti düzeçlendiğinde aletin düzeç ekseniyle temsil edilen bir yatay yüzey elde edilmiştir. Bu sanal yüzey, A noktasından geçen yatay düzleme paraleldir. Ölçme aletinin asal eksenini A'dan geçen düşey eksen temsil eder, yani çekül doğrultusundadır ve A'dan geçen yatay yüzeye diktir. Jeodezide bu yüzeye nivo yüzeyi denmektedir. Bu anlamda yeryuvarı global olarak bakıldığında artık düzlem olmayan bir yüzeydir.

c) Benzer şekilde yeryuvar üzerinde (veya uzayda) bir B noktası gözlemlendiğinde elde edilen ölçü elemanları Z_{AB} başucu açısı, r_{AB} doğrultusu ve S_e eğik uzaklığıdır. r_{AB} doğrultusu nivo yüzeyi üzerinde teodolitin, yatay açı bölüm dairesinin /Songu vd, 2003/ 0 (sıfır) doğrultusundan B'ye kadar süpürülen açıdır. r_{AB} yeryüzü dışına yapılan astronomik ölçülerle ilişkilendirilerek, bu doğrultunun A'nın meridyeni ile ilişkisi kurulur (X eksenini) ve A_{AB} azimutu üretilir. Z_{AB} nivo yüzeyinin normali (A'nın çekül doğrultusu-Z eksenini) ile B arasında düşey düzlemde ölçülen açıdır. S_e uzaklığı A noktası ile B noktası arasında ki uzaklık olup elektronik uzaklık ölçer ile ölçülür.

Elde edilen Z_{AB} , r_{AB} , S_e jeodezik ölçülerin bir matematik modeli tasarlanmak istendiğinde, bu ölçülerle bağlanan A ve B noktaları arasındaki geometrik ve fiziksel ilişkilerin ifade edilebileceği bir koordinat sistemine ihtiyaç vardır. Yalnızca A ve

buradan yapılan ölçüler sözkonusu olduğunda üç boyutlu koordinat sisteminin Z eksenini, çekül doğrultusunda ve gravitenin ters yönündedir. X, Y eksenlerinin tanımlandığı yatay düzlem, A 'dan geçen nivo yüzeyinin teğetidir. X kuzeye Y de doğuya yönelmiştir. Tanımlanmasında nivo yüzeyi ve gravite vektörü kullanıldığından, doğal koordinat sistemleri arasında yer alır. B noktasının konumu, tanımlanan bu koordinat sisteminde ifade edilir. A ve B noktaları arasındaki diferansiyel bağıntı

$$\begin{bmatrix} dx \\ dy \\ dz \end{bmatrix} = ds \begin{bmatrix} \cos A \cdot \sin z \\ \sin A \cdot \sin z \\ \cos z \end{bmatrix} \quad (2-1)$$

şeklinde verilir. A ve B 'deki gravite vektörleri birbirine paralel olmadıklarından A 'dan B 'ye gidildikçe lokal astronomik koordinat sisteminin de yönlendirmesi değişir. Bu nedenle bu tip koordinat sistemlerinde hesaplamalar çok sınırlı büyüklükte alanlar için yapılabilmektedir. Bunun yanısıra sistemin orijini bir yeryüzü noktası olduğundan bu sistem aynı zamanda toposentrik bir koordinat sistemidir.

Jeodezide bu tip birden çok yerel astronomik koordinat sistemini birbiri ile ilişkilendirmek için küresel (global) koordinat sistemi geliştirme düşüncesine varılmıştır. Dünya, uzayda, presesyon ve nutasyon hariç genel olarak iki harekete sahiptir; kendi eksenini etrafında ve güneşin etrafında döner. Ayrıca, bir doğal uydusu (Ay) ve pek çok fırlatılmış (yapay) uydu vardır ve bunlar da dünyanın etrafında dönerler. Bu üçüncü harekettir. Bu periyodik hareketler zaman ve koordinat sistemlerini tanımlamada temel unsurlardır.

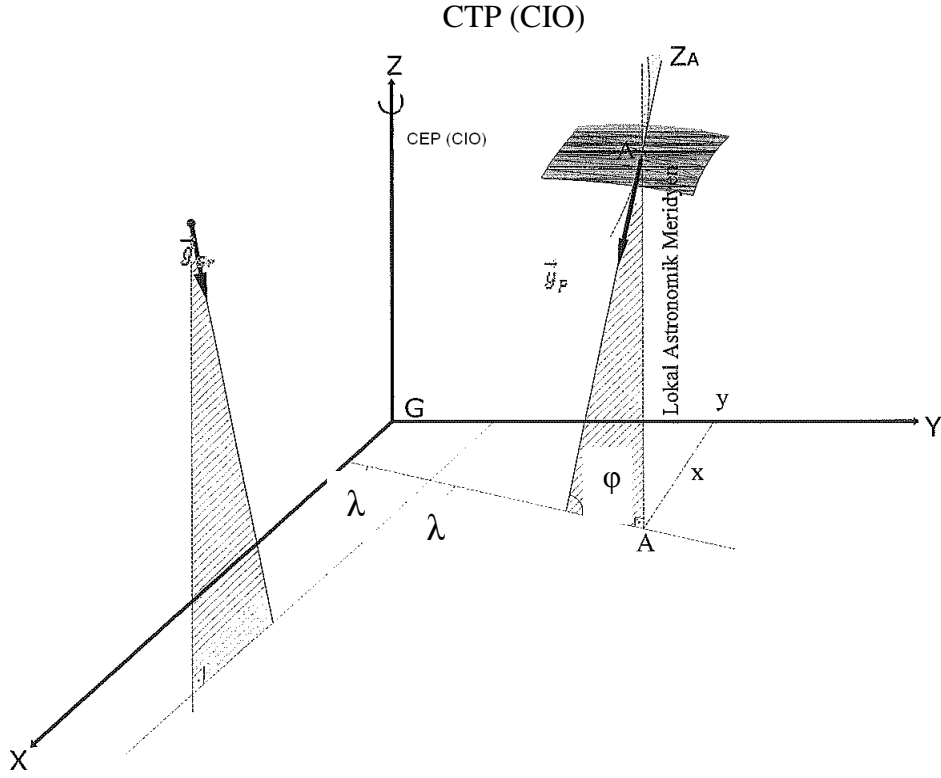
Jeodezide problemlerin çözümlenmesi için problemin yapısına uygun çok çeşitli koordinat sistemleri kullanılmaktadır. Genel olarak bu koordinat sistemlerini üç grupta toplayabiliriz. /Krakiwsky vd, 1971/ Bunlar:

- Göksel koordinat sistemleri,
- Yersel koordinat sistemleri,
- Yörüngesel koordinat sistemleri'

dir. Bu çalışmanın gereği olarak yersel koordinat sistemleri özetlenecektir.

2.3.1 Yersel Koordinat Sistemleri

Yersel koordinat sistemleri, jeodezide en çok kullanılan referans sistemleridir. Bunlar, yere bağlı ve onunla birlikte dönen; başlangıç noktası yerin ağırlık merkezi olacak şekilde belirlenmiş küresel sistemlerdir. Z ekseni, dünyanın ortalama dönme ekseni ile çakışıktır. Bu eksene dik olan $X-Y$ düzlemi, astronomik ortalama ekvator düzlemini tanımlar. φ ve λ astronomik enlem ve astronomik boylam adını alır (Şekil 2-4). Anılan Şekilde, tam sayı astronomik enlem, ortalama ekvator çizgisinden kuzey kutbuna doğru 1° aralıklarla çizilmiş ve çevresi kutba yaklaştıkça küçülen sanal dairelerdir. Benzer şekilde güney kutbuna doğru yine aynı sayıda sanal halka bulunmaktadır. Ekvator kuşağının 40 derece kuzeyi için “ 40 derece kuzey” veya 40 derece güneyindeki enlem için “ 40 derece güney” ifadeleri kullanılır. Tam sayı astronomik boylam, ekvator çizgisini dik kesen, kuzey ve güney kutuplarından geçen 180 adet sanal çemberden her biridir. 0 derece boylamı, İngiltere Greenwich’teki Kraliyet Gözlemevi’nden ($51^\circ28'38''N$ $0^\circ00'00''E$) geçen boylam olarak kabul edilmiştir. Bu boylamın 29 derece doğusundaki boylam “ 29° doğu” veya 29 derece batısındaki boylam “ 29° batı” boylamı olarak tanımlanır.



Şekil 2-4 Yersel global referans sistemi

Bir yer sabit koordinat sisteminin tanımı, Uluslararası Saat Bürosu (BIH) tarafından, yerin dönme ekseninin 1900-1905 yılları arasında ortalama konumu Konvansiyonel Uluslararası Orijin (CIO), Konvansiyonel Yersel Kutup (CTP) olarak benimsenmesiyle yapılmış ve bu sisteme Konvansiyonel Yersel Referans Sistemi (CTRS) adı verilmiştir. Bu sistem, ortalama kutup noktasını (CIO) ve Greenwich ortalama astronomik meridyen doğrultusunu, Konvansiyonel Yersel Koordinat Sistemi (CTRS)' ni tanımlar. /Kılıçoğlu, 1995; ISO/DIS19111, 2001/

Şekil 2-4'te Konvansiyonel Yersel Kutup (CTP), global koordinat sisteminin anlık gerçek kutbudur; Bu, aynı zamanda konvansiyonel inersiyal orijin (CIO) diye de adlandırılır ve nutasyon hesabı için referans kutup sayılır. A'dan geçen çekül doğrultusu Z eksenine göre açılı durmaktadır. A'dan geçecek şekilde Z eksenine çizilen paralel ile çekül doğrultusunun oluşturduğu lokal astronomik meridyen düzlemi Z eksenini içermez. Bu nedenle koordinat sisteminin orijini G, lokal astronomik düzlem içinde bulunmaz. X-Z düzlemi ise Greenwich meridyenine paralel seçilir.

Yerel astronomik sistemden yersel global sisteme dönüşüm, global sistemin A ve B noktaları arasındaki koordinat farkları

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin\varphi\cos\lambda & -\sin\lambda & \cos\varphi\cos\lambda \\ -\sin\varphi\sin\lambda & \cos\lambda & \cos\varphi\sin\lambda \\ \cos\varphi & 0 & \sin\varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \quad (2-2)$$

eşitliği ile hesaplanır. /Kotsakis, 2007/

Dünya pek çok yerüstü ve yeraltı olayı nedeniyle rijit bir sistem değildir. Tektonik hareketler, buzul hareketleri, atmosfer içi kitle hareketleri, yeraltı ve yerüstü suyu seviye değişimi, sismik ve volkanik etkiler sonucunda oluşan deformasyonlar, kaymalar, yer sabit bir global sistemin gerçekleştirilmesini güçleştirmektedir. /Day, 2002/

1980'li yıllara kadar, yersel global koordinat sistemleri foto zenith teleskoplarla yapılan astronomik gözlemlerle gerçekleştirilmiştir. Yıldız kataloglarında verilen yıldız koordinatlarına ve gözlem yapılan istasyonların birbirlerine göre yer değiştirmedeği varsayılarak, pek çok yeryüzü noktası için φ ve λ değerleri belirlenmiştir. 1988'e kadar Uluslararası Enlem Servisi (ILS) ve Uluslararası Saat Bürosu (BIH) kuruluşlarına bağlı laboratuvarlarda gerçekleştirilen ölçüler, kurumların Uluslararası Yer Dönme Servisi (IERS) adı altında birleştirilmiş bu kurumda devam etmiştir. IERS, 2003'te referans sistemlerinin gerçekleştirilmesi ve işletilmesi görevini de üstlenerek Uluslararası Yer Dönme ve Referans Sistemleri Servisi (IERSS) olmuştur.

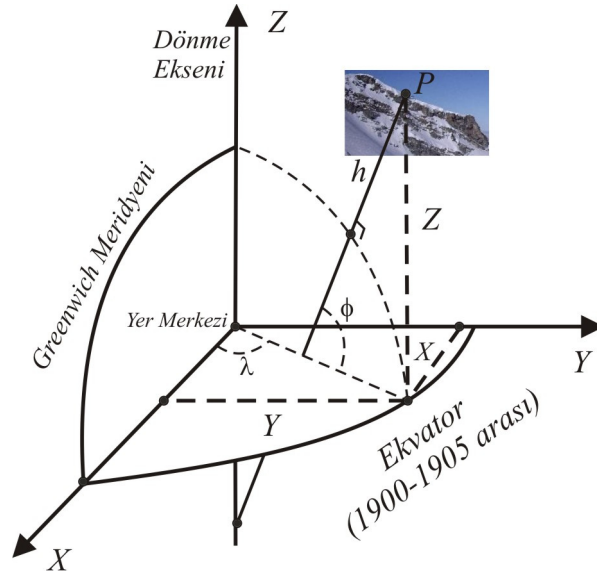
Yersel global referans sistemlerinin önceki paragrafta açıklanan yöntemlerle yerin ağırlık merkezi ile çakıştırılması mümkün değildir. Uydu yörüngelerinin dinamiğini baz alan yöntemler, yörünge düzlemleri fiziksel olarak yeryuvarı ağırlık merkezini içerdiği için ağırlık merkezi ile çakıştırmaya daha uygundur. Bu anlamda Jeodezik Referans Sistem 1980, GRS80 (Geodetic Reference System 1980) elipsoidi, 1979 yılında Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği tarafından uluslararası referans elipsoidi olarak kabul edilmiştir.

2.3.2 Jeodezik (Elipsoidal) Referans Sistemleri :

Jeodezik hesaplamalar için yeryuvarının gerçek yapısına uygun ve matematik modeli basit bir referans yüzeyine ihtiyaç duyulur. Buna en uygun şekil dönelel elipsoiddir. Boyutları uygun seçilmiş bir elipsoidin geoidden düşey yöndeki sapmaları $100 m$ den küçük olur. Yeryüzü noktalarının böyle bir elipsoide izdüşürülerek buradan harita projeksiyonlarına geçiş konusunda matematiksel temeller uygun, açık ve basittir. Modern teknolojinin gereksinimlerini karşılayabilmesi için CTRS'ye olabildiğince uygun, dönelel elipsoid ile tanımlanan jeosentrik bir koordinat sisteminin özelliklerinin,

- Başlangıçlı referans elipsoidinin merkezinde,
- Z ekseni elipsoidin küçük eksenini ile çakışık,
- X ekseni Greenwich jeodezik meridyen düzlemi ile ekvator düzleminin arakesiti ve artı yönü 0° jeodezik boylama doğru,
- Y ekseni ise sağ el sistemini tamamlayacak şekilde

olması istenir (Şekil 2-5).



Şekil 2-5 Jeodezik (elipsoidal) referans sistemi

Bu sistemde bir P noktasının konumu X, Y, Z veya ϕ, λ, h elipsoidal eğri (kutupsal) koordinatları ile verilir. Burada,

φ : elipsoidal enlem,
 λ : elipsoidal boylam,
 h : elipsoidal yükseklik'

tir.

N meridyene dik doğrultudaki normal kesit eğrilik yarıçapı olmak üzere, elipsoidal eğri koordinatlar ile elipsoidal dik koordinatlar arasındaki bağıntılar,

$$\begin{aligned}
 X &= (N+h)\cos\varphi\cos\lambda \\
 Y &= (N+h)\cos\varphi\sin\lambda \\
 Z &= ((1-e^2)N+h)\cos\varphi
 \end{aligned} \tag{2-3-a,b,c}$$

şeklindedir. /Krakiwsky vd, 1971/

Elipsoidal dik koordinatlardan eğri koordinatlara geçiş için elipsoidal boylam, (2-3-a,b,c) ifadelerinden Y 'nin X 'e bölünmesiyle doğrudan elde edilir, /Kraus vd, 1999/;

$$\lambda = \arctan\left(\frac{Y}{X}\right) \tag{2-4}$$

İterasyonla hesaplanan elipsoidal enlem ve elipsoidal yükseklik,

$$h = \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos\varphi} - N \tag{2-5}$$

dir. (2-3-c) düzenlenip $\sqrt{X^2 + Y^2}$ ye bölüldüğünde,

$$\varphi = \arctan\left(\frac{Z(1-f) + e^2 a \sin^3 \mu}{(1-f)(\sqrt{X^2 + Y^2} a \cos^3 \mu)}\right) \tag{2-6}$$

$$h = (\sqrt{X^2 + Y^2})^{1/2} \cos\varphi + Z \sin\varphi - a(1 - e^2 \sin^2\varphi)^{1/2} \tag{2-7}$$

bulunur. Burada,

$$\mu = \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \left[(1-f) + \frac{e^2 a}{r} \right] \quad (2-8)$$

$$r = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \quad (2-9)$$

dir.

Göksel global referans sistemi ile elipsoidal referans sistemi arasındaki ilişki, bir A uzay noktasının çekül doğrultusu ile elipsoid normalini arasındaki açı ile sağlanır. Buna çekül sapması denir. Çekül sapması bileşenleri,

$$\zeta = \Phi - \varphi \quad (2-10)$$

$$\eta = (A - \lambda) \cos \varphi \quad (2-11)$$

bağıntılarıyla verilir.

Global elipsoidal sistem tanımlanırken, elipsoid parametrelerinin seçiminde, yukarıda da değinildiği gibi yeryuvarı ile elipsoidin olabildiğince uyumunun sağlanması hedeflenir. Bunun için elipsoid merkezinin yeryuvarı ağırlık merkezinde olduğu kabul edilir. Bundan başka yersel elipsoidal sistemin X , Y , Z eksenlerinin paralel olması hedeflenir.

Üç boyutlu, yersel, global kartezyen koordinat sisteminin elipsoid ile ilişkisi “Jeodezik datum” adını alır. Bu ilişki datum parametreleri adı verilen, 7 temel parametre ile sağlanır.

$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$: Referans elipsoidinin merkezi ile koordinat sistemi başlangıcı (G dünyanın ağırlık merkezi) arasındaki uzaklığın bileşenleri,

$\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$: Elipsoid eksenlerinin dönüklük açıları

k : Ölçek faktörü $m = 1 + k$

Bunlara elipsoidin geometrik ve fiziksel parametreleri (a , b , f , w ,..., vb.) de eklenmelidir.

2.4 Koordinat Sistemleri Arasındaki İlişkiler

Jeodezide koordinat sistemleri arasındaki ilişkileri açıklayabilmek için öncelikle koordinat referans sistemlerini ve datum'u açıklamak gerekir.

- **Koordinat Referans Sistemi**, gerçek dünyaya bir datumla ilişkilendirilmiş koordinat sistemidir (ISO/DIS19111, 2001).
- **Datum**, diğer parametrelerin hesaplanmasına hizmet edebilen referans, bir başka deyişle temel parametre veya parametreler takımıdır. Datum, bir koordinat sisteminin eksenlerinin yönünü, ölçeğini ve orjininin yerini tanımlar. Datum, jeodezik, düşey veya mühendislik datumu olarak tanımlanır. Jeodezik datum, bir koordinat sisteminin yerle ilişkisini açıklar. Çoğu durumda jeodezik datum bir elipsoid tanımını içerir. Düşey datum, yerçekimi ve onunla ilişkilendirilmiş yüksekliğin çoğu zaman geoid gibi bilinen bir yüzeyle olan ilişkisini anlatır. Mühendislik datumu, diğer adıyla bölgesel datum, bölgesel referanslı bir datumdur. Bölgesel datum, jeodezik ve düşey datumları dışlar. Örneğin, bir referans noktasının bir kaç kilometre içinde bir bağıl konum tanımlayan bir sistem bölgesel datumdur. Coğrafik bilgi amaçlı çalışmalar için bir datum tanımlamak gereklidir.

Koordinat değerleri, ancak koordinat referans sistemi kesin olarak tanımlandığı takdirde anlamlıdır.

2.4.1 Koordinat Referans Sistemleri

Koordinatlar, bütün koordinatları aynı koordinat referans sistemine uygun olan veri takımlarından elde edilirler. Böylece her bir veri seti, veri setindeki bütün koordinatlara uygulanabilir bir sistem tanımını içerir.

Koordinat referans sistemi,

- a) Tek koordinat referans sistemi,

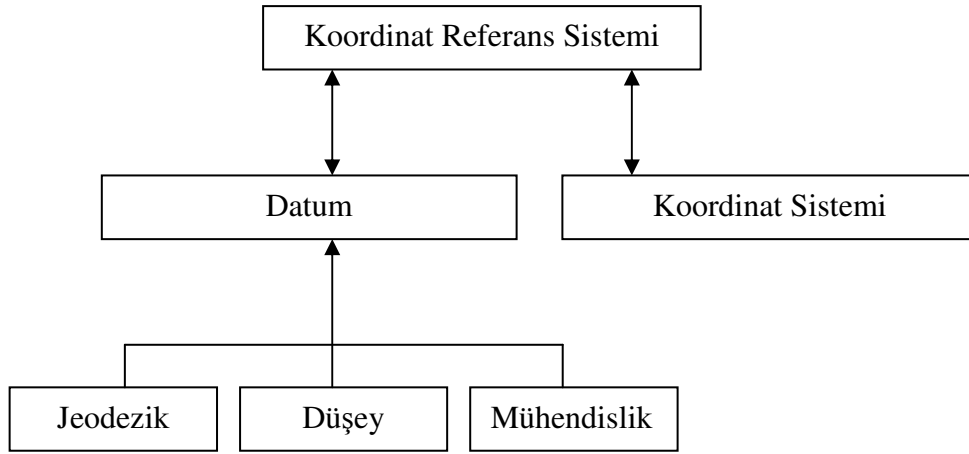
b) Birleşmiş koordinat referans sistemi,

şeklinde iki çeşittir.

2.4.1.1 Tek Koordinat Referans Sistemi

Bir koordinat referans sistemi, bir koordinat takımıyla gerçekleştirilir. Bu gerçekleştirme bazı zamanlar bir referans çerçevesi diye bilinir.

Bir koordinat referans sistemi, bir datum ve bir koordinat sistemiyle tanımlanabilir (Şekil 2-6).

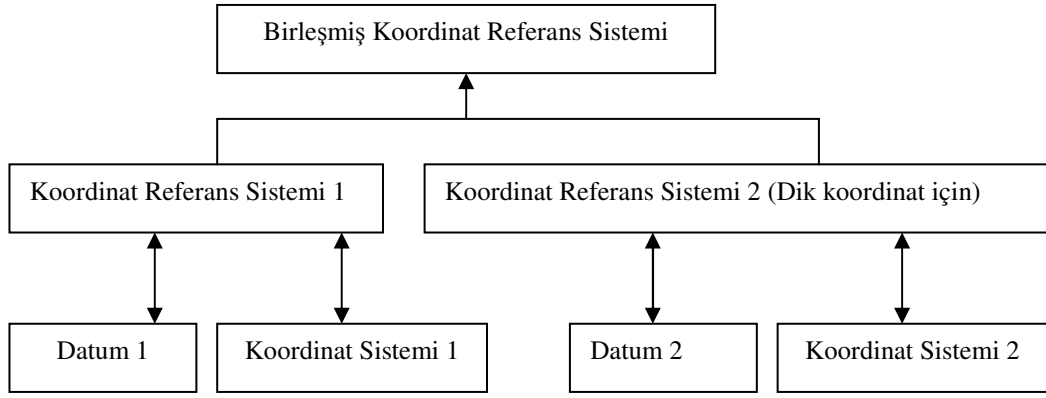


Şekil 2-6 Koordinat referans sistemleri (ISO/DIS19111, 2001)

Zamanla bir referans çerçevesi değiştiğinde, isimlerinde veya tanımlarında datumun gerçekleşme tarihi ve koordinat referans sistemini içeren yeni bir datum ve koordinat referans sistemi yaratılabilir.

2.4.1.2 Birleşmiş Koordinat Referans Sistemi

Bir noktanın üç boyutta tanımının yatay ve düşey bileşenleri, bir tek üç boyutlu koordinat referans sisteminden ziyade, farklı koordinat referans sistemlerinden gelebilir. Bu durumda düşey koordinatlar, daima deniz seviyesi ile ilişkilendirilmelidir, Şekil 2-7.



Şekil 2-7 Birleşmiş koordinat referans sistemleri (ISO/DIS19111, 2001)

2.5 Koordinat İşlemleri

İki tip koordinat işlemi tanımlanabilir :

- i. **Koordinat Dönüşümü**
- ii. **Koordinat Transformasyonu**

2.5.1 Koordinat Dönüşümü :

Koordinat dönüşümü bir koordinat referans sistemindeki temel koordinatların aynı datumdaki diğer bir koordinat referans sistemine birebir izdüşürülmesidir. Bu, çoğunlukla, elipsoidal koordinatların iki boyutlu kartezyen sistemdeki projeksiyon koordinatlarının hesaplanmasında kullanılır.

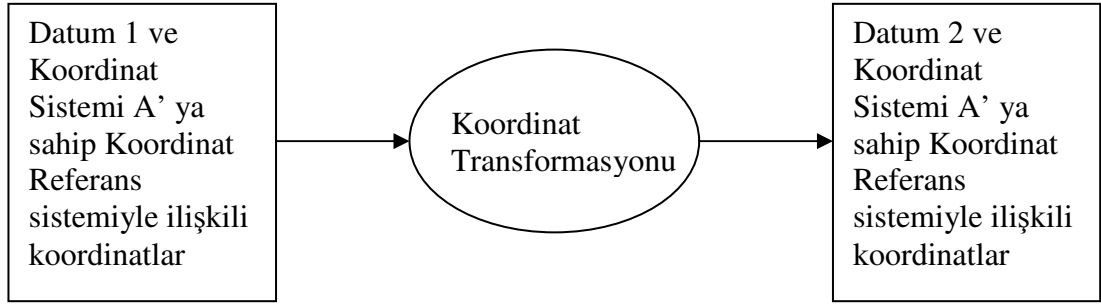
Koordinat dönüşümleri Şekil 2-8'deki gibi özetlenebilir.



Şekil 2-8 Koordinat dönüşümü (ISO/DIS19111, 2001)

2.5.2 Koordinat Transformasyonu

Koordinat işlemi yapılacak koordinat referans sistemlerinin datumları farklı, koordinat sistemleri aynı tipte (her ikisi de kartezyen veya her ikisi de jeodezik) olabilir. Koordinatları bir datumdaki koordinat referans sisteminden, ikinci bir datumdaki farklı bir koordinat referans sistemine dönüştürme işlemi koordinat transformasyonu diye adlandırılır. Burada, her bir algoritma bir ilişkili parametreler takımına sahiptir. Çünkü onların değerleri kullanılan ölçümler ve ölçüm hatalarına bağlı olarak deneysel (ampirik) olarak türetilirler. Bu yönüyle koordinat transformasyonu, koordinat dönüşümünden farklıdır. Ölçümlerin farklı takımları iki datum arasındaki transformasyonun çoklu versiyonlarıyla sonuçlanacaktır. Transformasyon Şekil 2-9 ile özetlenebilir.



Şekil 2-9 Koordinat Transformasyonu (ISO/DIS19111, 2001)

2.6 Türkiye’de Koordinat Referans Sistemleri

Türkiye’de kullanılan referans sistemleri, 1950 itibariyle Hayford elipsoidini referans olarak kabul eden ED50 ve ITRF (International Terrestrial Reference Frame)’i kullanan TUTGA (Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı) dır. Burada, ED50, GRS80, WGS84, ITRF-XX ve TUTGA-XX anahtar sözcükleri aşağıda açıklanmaktadır.

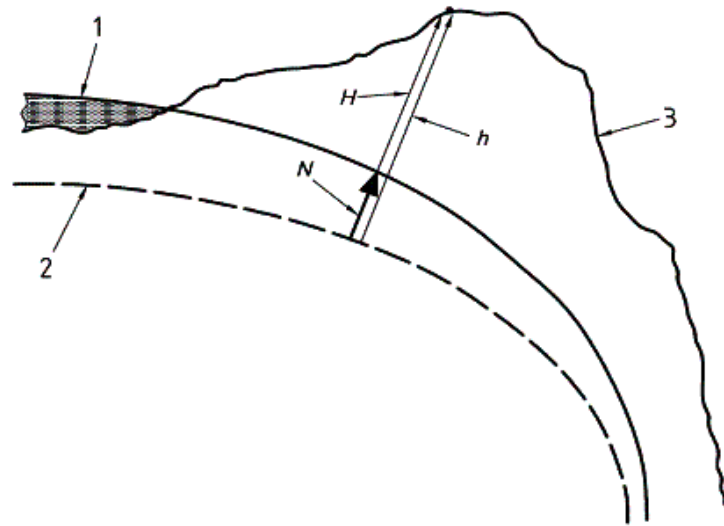
ED50 : 1950 Avrupa Datumu. Referans elipsoidi olarak Uluslararası 1924 Hayford Elipsoidi, başlangıç meridyeni olarak Greenwich Meridyeni alınmıştır, Tablo 2-1. Bu sistemde elipsoid ile jeoidin çakışık, jeodezik ve astronomik koordinatlarının aynı varsayıldığı temel nokta Potsdam/Almanya’daki Helmertturm noktası ($\varphi=52^{\circ} 22' 51''.446 N$; $\lambda=13^{\circ} 03' 58''.741 E$; Jeoid yüksekliği (N) = 0 m; çekül sapmasının kuzey-güney bileşeni (ζ)= $3''.36$, doğu-batı bileşeni (η)= $1''.78$)’ dır. Kullanılan

referans elipsoidi ile yerin ağırlık merkezi arasında birkaç yüz metreye varan bir kayıklık söz konusudur /Fırat vd/.

GRS80 (Geodetic Reference System-1980) :

GRS80 (Jeodezik Referans Sistemi 1980), 1979 yılında Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği tarafından yeni bir uluslararası referans elipsoidinin tanımı yapılmış ve birçok ülkede temel referans elipsoidi olarak kullanılmaya başlanmıştır; Uluslararası Arazi Koordinat Sistemi (ITRF) için de referans elipsoidi olarak seçilmiştir.

Geoid, sözcük itibariyle dünyaya benzer demektir. Dünyanın kütleçekimi alanının, ortalama deniz seviyesine en yakın eşpotansiyel yüzeyi olarak tanımlanabilir (Şekil 2-10) /Koç, 1998; Jager/. Geoid yüzeyi herhangi bir noktada, çekül eğrisine diktir. Geoidin GRS80'e göre sapması, en yüksek olduğu noktada +85 metre ile Büyük Okyanus'ta, en alçak olduğu noktada ise -106 metre ile Hint Okyanusu'nda gerçekleşir. /Ulsoy, 1977/



- 1 Geoid
- 2 Elipsoid
- 3 Yer yüzeyi

h = elipsoidal yükseklik, Elipsoide dik doğru boyunca noktaya ölçülen yükseklik $h=H+N$
 H = gravitasyon ilişkili yükseklik, yer çekimi ivmesi boyunca geoid yüzeyden noktaya ölçülmüş yükseklik
 N = Geoid yüksekliği, elipsoid yüzey ile geoid yüzey uzaklığı

Şekil 2-10 Geoid, elipsoidal yüzey ve yeryüzü ilişkisi

WGS-84 (World Global System-84), ABD Savunma Bakanlığı Harita Dairesi DMA (Defence Mapping Agency) tarafından tanımlanmıştır. Bu datumda kullanılan noktalara ait gözlemler sivil kullanıcılara açık değildir (Dünyada ortak olarak kullanılan birçok GPS, SLR, VLBI noktaları hariç). Kullanılan nokta kümesi diğer sistemlerle farklılık göstermektedir. GPS uydu yörüngeleri bu datumda yayınlandığı için bu sistemin diğer sistemlerle ilişkisinin tanımlanması gerekir. /Çelik/

Tablo 2-1 GRS80 ve WGS84 temel elipsoid parametreleri

Parametre	Notasyon	Birim	GRS80	WGS84
Büyük Yarı Eksen	a	M	6378137	6378137
Açısal Hız	W	rad/s	7292115E-11	7292115E-11
Gravitasyonel Sabit	GM	m^3/s^2	3986005E8	3986005E8
2nci Derece Zonal Harm. Katsayısı			Normalize J_2 108263E-8	Normal. Olmayan Katsayı $C_{2,0}$ -484.16685E-6

Tablo 2-2 GRS-80 ve WGS-84 Türetilmiş Elipsoid Parametreleri

Basıklık	f		0.00335281068118	0.00335281066474
Kutupsal Eğrilik Yarıçapı	c	M	6399593.6259	6399593.6258
Basıklık Tersisi	$1/f$		298.257222101	298.257223563
Küçük Yarı Eksen	b	M	6356752.3141	6356752.3142
Birinci Eksantrisite Karesi	e^2		0.00669438002290	0.00669437999013

GRS80 elipsoidi tanımında dinamik form faktörü ya da 2. derece zonal küresel harmonik katsayısı normalleştirilmemiş J_2 olarak ifade edilirken, WGS-84'de bu katsayı normalize $C_{2,0}$ olarak ifade edilmiştir (Tablo 2-1). İki ifade şekli arasındaki dönüşümde yuvarlama hataları virgülden sonra sekizinci basamakta ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak şekil faktörüne bağlı türetilmiş elipsoidal parametreler de bu farklılıklar 8. basamakta görülmektedir (Tablo 2-2). /Çelik/

2.7 Projeksiyon Koordinatları

Matematiksel olarak geoidi ifade etmek zor olduğundan buna en yakın şekil olan elipsoid (büyük ölçekli haritalarda küre) olduğu varsayılır. İzdüşüm yüzeyi ise silindir, koni gibi düzlem yüzeylerdir. Dünya, üzerine geçirildiği varsayılan silindirler üzerine merkezsel izdüşürülür. Universal Transversal Mercator (UTM) projeksiyonu bu şekilde oluşturulmuştur. Bu projeksiyonda 180° meridyeninden başlayarak dünya, 6° farklarla 60 dilime ayrılmıştır. Yani 60 meridyene teğet olacak şekilde dünya üzerine 60 adet silindir geçirilmiştir. Silindirler bir taban noktasından diğer tabanına doğru boyuna kesilip açıldığında düzlem elde edilir. Bunun sonucu oluşan her bir dilim, bir sistemdir. Dilim orta meridyeninin dilim kenarlarına uzaklığı, sağında 3° ve solunda 3° dir. Elipsoidden silindire gerçekleştirilen izdüşümlerde deformasyonlar oluşmaktadır. Silindirin elipsoide teğet olduğu meridyen boyunca deformasyon yoktur. Dilim orta meridyeninden sağa ve sola uzaklaştıkça deformasyon artar. Dilimin uç noktalarındaki deformasyonu giderebilmek için koordinat değerleri 0.9996 ile çarpılır. Böylece dilim orta meridyeni ile dilimin en sağ ve en sol noktalarındaki deformasyonlar birbirine yaklaşık olarak eşit olur. /Güzel, 2007/

UTM projeksiyonunda dilimler 1'den başlayarak doğuya doğru numaralandırılmıştır. Türkiye toprakları bu projeksiyonun dilim orta meridyenleri 27°, 33°, 39°, 45° olan, 35, 36, 37, 38 numaralı dilimlerinde bulunmaktadır.

1/25.000 lik haritalarda 6° lik dilimler, 1/5.000 ve 1/1000 lik haritalarda 3° lik dilimler kullanılır.

Türkiye'de, harita üretiminde projeksiyon olarak Bölüm 2.7.1'de detayları açıklanan Gauss-Krüger projeksiyonu kullanılmaktadır /BÖHNBÜY, 1992, 2008/. Bu projeksiyonda dilim orta meridyenleri 3° lik aralıklarla, 27°, 30°, 33°, 36°, 39°, 42°, 45°'ye karşılık gelmektedirler.

Bu çalışmaya kaynak oluşturan CORS-TR projesinde toplanan veri, Gauss-Krüger projeksiyonunda üretilmiştir. Marmara Bölgesi'nin batısından doğusuna 3 dilim olduğu düşünülürse, bu 3 dilim, transformasyon hesaplamalarında sürekliliği

etkileyeceğinden çalışmada Gauss- Krüger projeksiyonu tercih edilmemiş bunun yerine tek dilimli Lambert konik projeksiyonu yeğlenmiştir. Gauss-Krüger projeksiyonunda derlenen bütün dayanak nokta koordinatları önce elipsoidal coğrafi koordinatlara, ardından Lambert konformal konik projeksiyonuna dönüştürülmüştür.

Dönüşümler için sırasıyla Excel'de bu çalışmada geliştirilen bir uygulama (buradan elde edilen değerler J-Trans programında test edilmiştir) ve LAMTR programları kullanılmıştır.

2.7.1 Gauss-Krüger Projeksiyonu

Yatay kontrol noktalarının koordinatları, ülke nirengi sisteminin Gauss-Krüger projeksiyonunda üç derecelik dilim esasına göre belirlenir ve orta meridyende ölçek faktörü 1 olarak alınır. Buna göre :

Dilim Genişliği : 3°

Türkiye için dilim orta meridyenleri : 27° , 30° , 33° , 36° , 39° , 42° , ve 45° dir.

Türkiye'de ülke Temel Nirengi Ağı ülke yüzeyi için tamamlanmıştır. Bu ağın birinci, ikinci ve üçüncü derece noktalarının dengelenmiş olarak;

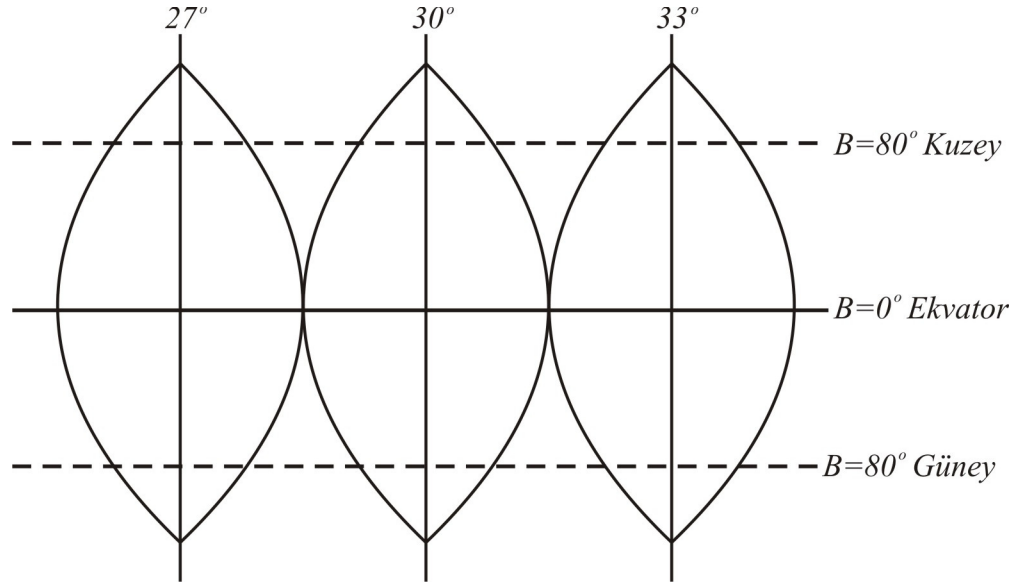
- a) Elipsoidal coğrafi koordinatları,
- b) SAĞA ve YUKARI değerleri

vardır.

ED50'de hesap yüzeyi olarak, Uluslararası Elipsoid olarak da adlandırılan Hayford Elipsoidi kullanılmaktadır. ITRFxx'de ise hesap yüzeyi, GRS80'dir.

Tablo 2-3 Hayford elipsoidi (ED50 bu elipsoide dayanır) ile GRS80 geoid elipsoidi temel parametreleri /Koç, 1998; Çelik/

Bileşenler	Hayford Elipsoidi (ED50)	GRS80
a (büyük yarıksen) (m)	6378388	6378137
b (küçük eksen) (m)	6356911.9461	6356752.314
c (kutupsal eğrilik yarıçapı) (m)	6399936.60811	6399593.626
f (basıklık)	0.00336700336700336	0.00335281068118
e (birinci eksantrisite karesi)	0.0067226680299	0.0066943800229
N	0.0016863407	
$1/f$ (basıklık tersi)	297	298.2572221
W (açısal hız) (rad/s)		0.00007292115



Şekil 2-11 – Gauss-Krüger projeksiyonunda dilimler

Ele alınan nokta koordinatlarından enlem ve boylamın sırasıyla en yakın dilim orta meridyenine ve en yakın tam enleme uzaklıkları:

- B : Elipsoidal enlem,
- L : Elipsoidal boylam,
- L_o : Dilim orta meridyeninin elipsoidal boylamı,
- B_o : B enlemine en yakın seçilen değer, tam veya tam yarım derece

olmak üzere;

$$\begin{aligned}\Delta L &= L - L_0 \\ \Delta B &= B - B_0\end{aligned}\tag{2-12}$$

formüllerleriyle bulunur.

Elipsoidin, düzleme Gauss-Krüger konform projeksiyonunda X, Y Gauss-Krüger koordinatları; SAĞA, YUKARI değerleri ve meridyen yakınsama açısı C_i aşağıdaki formüllerle hesaplanır. Dilim orta meridyeninin solunda kalan (y) koordinat değerlerinin (-) işaretli olmaması için bu koordinat değerlerine 500.000 metre eklenir.

$$\Delta X = a_{10}b + a_{20}b^2 + a_{02}l^2 + a_{30}b^3 + a_{12}bl^2 + a_{22}b^2l^2 + a_{04}l^4 + a_{14}bl^4\tag{2-13}$$

$$X_0 = G_0$$

$$YUKARI = X_G = X_0 + \Delta X\tag{2-14}$$

$$Y = a_{01}l + a_{11}bl + a_{21}b^2l + a_{03}l^3 + a_{31}b^3l + a_{13}bl^3 + a_{23}b^2l^3 + a_{05}l^5\tag{2-15}$$

$$Sabit = 500000$$

$$SAĞA = Y_G = Y + 500000\tag{2-16}$$

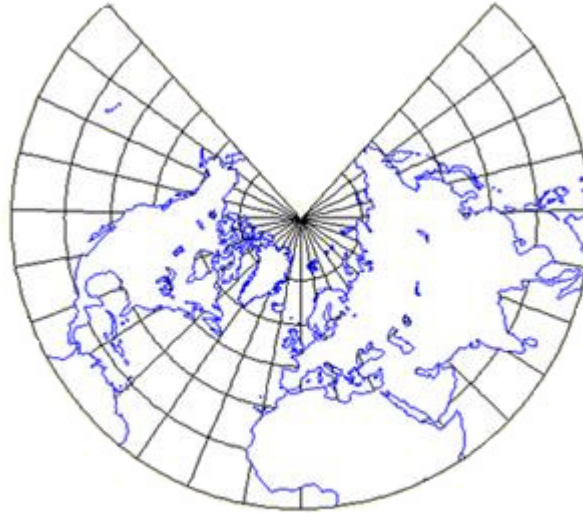
$$C_i = a'_{01}l + a'_{11}bl + a'_{21}b^2l + a'_{03}b^3l + a'_{13}bl^3\tag{2-17}$$

/Kıran, 1999/.

Deyimlerde geçen a harfinin altında bulunan birinci indis b büyüklüğünün, ikinci indis l büyüklüğünün kuvvetlerini göstermektedir. a_{ik} katsayıları ve G_0 meridyen yayı uzunluğu, B_0 elipsoidal enlemine bağlı olarak 30' aralıklarla Türkiye enlem değerleri arasında uluslararası elipsoid için hesaplanmıştır. Bu katsayılar verilen enlem değerlerinde dünya yüzeyi için geçerlidir.

2.7.2 Lambert Konformal Konik Projeksiyonu

Johann Heinrich Lambert tarafından 1772 yılında ortaya konulmuştur. Genellikle boyları korunan paralel daireler şeklinde kullanılır. Kutuplardan biri nokta olarak gösterilirken diğeri sonsuzda yer alır (Şekil 2-12).



Şekil 2-12 Lambert konformal (açı koruyan) konik projeksiyonu

Eğik konumlu açı koruyan konik projeksiyondaki dik koordinatlar aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanabilir.

Bilinen parametreler :

- a ve b : Kullanılan referans elipsoidinin büyük ve küçük eksen uzunlukları,
- e : 1.eksantrisine,
- φ_0, λ_0 : projeksiyonun kutup noktasının (Asal noktanın) enlem ve boylam,
- φ_1, φ_2 : koninin elipsoidi kestiği paralel daireler (standart paraleller)
- φ, λ : noktanın ellipsoidal coğrafi koordinatları

olmak üzere,

ellipsoidal basıklık $f = \frac{a-b}{a}$,

elipsoidin 1. eksantrisitesi $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$ veya $e = 2f - f^2$ eşitlikleriyle

tanımlanmıştır. /İpbüker, 2009/

$$m_1 = \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_1}} \quad (2-18)$$

$$m_2 = \frac{\cos \varphi_2}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_2}} \quad (2-19)$$

$$t_0 = \frac{\tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_0}{2}\right)}{\left[\frac{1 - e \sin \varphi_0}{1 + e \sin \varphi_0}\right]^{e/2}} \quad (2-20)$$

$$t_1 = \frac{\tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_1}{2}\right)}{\left[\frac{1 - e \sin \varphi_1}{1 + e \sin \varphi_1}\right]^{e/2}} \quad (2-21)$$

$$t_2 = \frac{\tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi_2}{2}\right)}{\left[\frac{1 - e \sin \varphi_2}{1 + e \sin \varphi_2}\right]^{e/2}} \quad (2-22)$$

$$n = \frac{\ln m_1 - \ln m_2}{\ln t_1 - \ln t_2} \quad (2-23)$$

$$F = \frac{m_1}{nt_1^n} \quad (2-24)$$

$$\rho_0 = aFt_0^n \quad (2-25)$$

$$t = \frac{\tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)}{\left[\frac{1 - e \sin \varphi}{1 + e \sin \varphi}\right]} \quad (2-26)$$

$$\rho = aFt^n \quad (2-27)$$

$$\theta = n(\lambda - \lambda_0) \quad (2-28)$$

$$y = \rho \sin \theta$$

$$x = \rho_0 - \rho \cos \theta \quad (2-29)$$

Projeksiyon ters dönüşüm eşitlikleri yani düzlem koordinatlar bilinirken ellipsoidal coğrafi koordinatlar bulunmak istenirse, sırasıyla (2-18) – (2-25) eşitlikleri kullanılarak n , F ve ρ_0 değerleri hesaplanır. Elipsoidal coğrafi enlem (φ),

$$\rho = \pm \sqrt{y^2 + (\rho_0 - x)^2} \quad (2-30)$$

(ρ değeri (2-6) dan bulunacak n değeri ile aynı işareti taşır)

$$t = \left(\frac{\rho}{aF}\right)^{1/n} \quad (2-31)$$

olmak üzere,

$$\varphi = \frac{\pi}{2} - 2 \arctan \left\{ t \left[\frac{1 - e \sin \varphi}{1 + e \sin \varphi} \right]^{e/2} \right\} \quad (2-32)$$

eşitliğinden,

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} - 2 \arctan t \quad (2-33)$$

başlangıç değeri kullanılarak iterasyonla bulunur. /LINZ/

Elipsoidal coğrafi boylam değeri,

$$\theta = \arctan \left[\frac{y}{\rho_0 - x} \right] \quad (2-34)$$

olmak üzere,

$$\lambda = \frac{\theta}{n} + \lambda_0 \quad (2-35)$$

eğitliğinden bulunur.

Coğrafi koordinatlardan Lambert projeksiyon koordinatlarına dđnüşüm ve bunun ters dđnüşümü için LAMTR isimli bir yazılım kullanılmıştır (Ek H).

3 KOORDİNAT TRANSFORMASYON YÖNTEMLERİ

3.1 Genel Bilgiler

Geleneksel ağlar yatay ve düşey iki ayrı datuma sahiptir ve üç boyutlu transformasyon yerine yatay (iki boyutlu) ve düşey (tek boyutlu) transformasyon uygulanmaktadır.

Genel olarak transformasyon yöntemleri,

1. Geometrik transformasyon yöntemleri (iki veya üç boyutlu)

- Afin transformasyon,
- Konform (Benzerlik) transformasyon (Helmert, Bursa-Wolf, Molodensky Badekas, Weiss vb. modeller), /Kutoğlu, 2001/
- Ortogonal transformasyon

2. Enterpolasyon yöntemleriyle transformasyon

- İki parametrelili polinomlarla transformasyon,
- Minimum eğrilik,
- Kriging,
- Doğrusal enterpolasyonla üçgenleme,

3. Sonlu elemanlar yöntemiyle transformasyon

şeklinde sınıflandırılabilir. /Cepni vd, 2005/

Giriş bölümünde de açıklandığı gibi koordinat transformasyonu modelinin seçimi, dayanak noktalarının her iki datumdaki konum doğruluklarına, dayanak noktalarının yoğunluğuna ve dağılımlarına, transformasyonun geçerli olacağı alanın büyüklüğüne bağlı olarak belirlenir.

Küçük alanlarda, Helmert yönteminin iyi sonuçlar verdiği ancak alan büyüdükçe ölçek ve doğrultu sapmalarından dolayı doğruluğun azaldığı bilinmektedir. Büyük alanları küçük alanlara bölerek hesaplamak ise küçük alanlar arasında süreksizlik yaratmaktadır. Bu sorun, sonlu elemanlar yöntemi veya fermuarlama gibi metodlarla çözülebilir.

İki parametrelili polinom yöntemlerinde ise alan büyüdükçe transformasyon için gerekli modellemenin tam olarak yapılması zorlaşır. Kullanılan polinomun derecesi büyütülürse bu kez gerçek olmayan bileşenler de modele eklenebileceğinden gerçek modellemeden uzaklaşılır. Fakat bu yöntemle, uyuşumsuz ölçülerin ayıklanması mümkündür. Yöntemin kullanılması kolaydır. Bu nedenle küçük alanlar için tercih edilmesi ve bu parçaların birleştirilmesi (fermuarlama) uygulaması yaygındır.

Minimum eğrilik, Kriging gibi enterpolasyon yöntemlerinde ise grid yüzey bütün noktalardan geçmeye zorlanır. Değişik kaynaklardan yapılan incelemelerde, dünyadaki uygulamalarda minimum eğrilik ve Kriging yöntemleri noktalara çok yaklaşırken doğrusal enterpolasyonla üçgenleme metodunda noktalar arasında oluşturulan üçgenler ağı ile maksimum doğruluk elde edilmeye çalışıldığı görülmüştür. Ancak bu yöntemler bir düzeltme vermediği için önceden özdeş noktalar üzerinde çalışma yaparak uyuşumsuz noktaların belirlenip hesaplardan çıkarılması gerekmektedir.

Bu çalışmada da kullanılan “Surfer” programı ile Chin-Shung Yang ve arkadaşlarının /Yang vd./ 12 yöntem için çözümleri aşağıdaki gibidir: Yapılan çalışmada Çin’in Chen-Yu-Lan nehir bölgesinde 215 km² lik bir alanın Sayısal Arazi Modeli’nin (SAM) /Yanalak,1991; Soycan vd, 2002/ uzaysal enterpolasyonu 40 m’den , 5 m’ye 12 değişik enterpolasyon metoduyla dönüştürülmüştür. Bu çalışmada, beklenen değer ve standart sapmaya /Bakır, 2006/ ait değerler ve buna ait grafikler Tablo 3-1 ve Şekil 3-1’de görülmektedir.

Burada, minimum eğrilik, Kriging, doğrusal enterpolasyonla üçgenleme, bölgesel polinom yöntemlerinin yüzeylemede ne kadar tutarlı oldukları görülebilir. Polinomiyal regresyon yöntemi dışında dağılım, beklenen değer hatası ve standart sapma değerleri kabul edilebilir gibi görünmektedir.

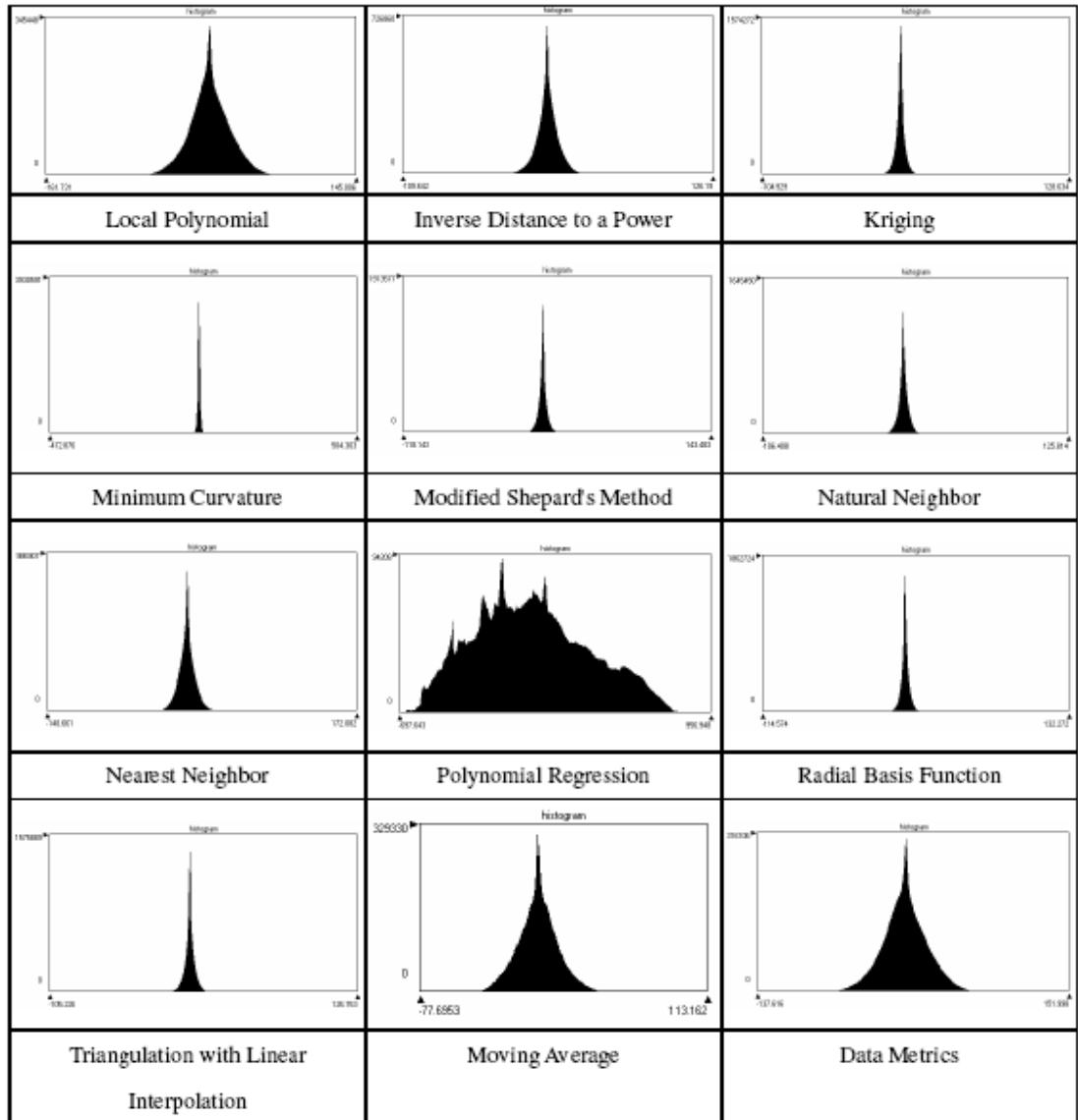
Tablo 3-1 12 yöntemle elde edilen 5 m'lik SAM'nin hesaplama zamanları, minimum, maksimum, beklenen ve standart sapma değerleri (Kaynakta birimler belirtilmediğinden tabloda yazılmamıştır)

Interpolation method	Use time	Min.	Max.	Mean	STD. Dev.
Inverse Distance to a Power	00:23:06	-110.34	126.19	-0.023	8.227
Kriging	01:55:29	-104.93	128.63	-0.017	3.602
Minimum Curvature	00:02:55	-472.88	510.79	-0.023	10.641
Modified Shepard's Method	00:01:08	-119.6	144.34	-0.016	3.586
Natural Neighbor	00:11:57	-106.65	126.61	-0.019	3.880
Nearest Neighbor	00:01:21	-143.5	175.39	-0.068	8.495
Polynomial Regression	00:00:02	-697.88	956.95	0.304	304.533
Radial Basis Function	02:22:57	-114.57	132.4	-0.016	3.472
Triangulation with Linear Interpolation	00:00:06	-106.31	126.76	-0.018	4.061
Moving Average	00:00:10	-83.86	113.16	0.015	13.612
Data Metrics	00:18:08	-138.04	154.02	-1.069	20.638
Local Polynomial	00:25:24	-161.73	149.95	-0.113	20.133

Çalışma kapsamında yapılacak uygulamalarda kullanılacak metodların seçiminde rol oynayan unsurlar:

- Helmert yönteminin Türkiye’de kadastral uygulamalarda yaygın olarak kullanılması,
- 2. derece polinomların eğrilik derecesi fazla olmadığından ve özellikle küçük alanlarda iyi sonuçlar elde edilebilmesi ve uyuşumsuz noktaların tespitinde önemli rol oynayabileceği,
- Minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal enterpolasyonla üçgenleme yöntemleri ile de uyuşumsuz noktaları 2. derece polinomla eledikten sonra kalan özdeş noktalar kümesi için bu noktaları en iyi temsil edecek grid yüzeyi elde etmenin mümkün olabileceği,

şeklinde sıralanabilir.



Şekil 3-1 12 yöntemde elde edilen beklenen değer hata grafikleri. Buna göre polinomal regresyon yöntemi dağılım ve beklenen değer hatası çok büyük, kabul edilebilir değildir.

Türkiye’de düzenli dayanak noktalarının oluşturulması olanağı bulunmadığından, dağınık noktalarla “hücre” uygulamasının beklenen doğruluk ölçütlerine göre nasıl uygulanması gerektiği, uygulamanın sınırlamaları, oluşan problemler araştırılmıştır.

3.2 Kullanılan Transformasyon Yöntemlerinin Matematik ve Stokastik Modelleri

Yukarıda örnek bir uygulama üzerinden yapılan karşılaştırmaların ardından bu bölümde, çalışmada kullanılacak 5 yöntem (Helmert benzerlik transformasyonu, iki

değişkenli 2. dereceden polinom, minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal enterpolasyonla üçgenleme) incelenecektir.

3.2.1 Helmert (Benzerlik) Transformasyon Yöntemi

Çalışmada sözkonusu olan ED50-ITRF benzerlik transformasyonu genel olarak;

$$x_{ITRF} = t_x + k \cos \varepsilon x_{ED50} - k \sin \varepsilon y_{ED50} \quad (3-1a)$$

$$y_{ITRF} = t_y + k \sin \varepsilon x_{ED50} + k \cos \varepsilon y_{ED50} \quad (3-1b)$$

eşitlikleri ile tanımlanır. Burada ;

t_x ve t_y : x ve y eksenleri boyunca öteleme

ε : dönüklük

k : ölçek

parametreleridir.

Son eşitliklerde,

$$a = k \cos \varepsilon$$

ve

$$b = k \sin \varepsilon$$

alınarak (2-1a) ve (2-1b) eşitlikleri tekrar yazılarak

$$x_{ITRF} = t_x + ax_{ED50} - by_{ED50} \quad (3-2a)$$

$$y_{ITRF} = t_y + ax_{ED50} + by_{ED50} \quad (3-2b)$$

doğrusal haline getirilir. 2 denklemlerine En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) /Scheid, 1968; Uzun, 1998; Bakır vd, 2006/ uygulanarak parametreler hesaplanabilir. Parametre hesabı için dayanak noktaları kullanılarak, (3-2a) ve (3-2b) eşitlikleri matris-vektör formunda düzeltme denklemleri şeklinde düzenlenir.

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_{ED50} & -y_{ED50} \\ 0 & 1 & y_{ED50} & x_{ED50} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ a \\ b \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x_{ITRF} \\ y_{ITRF} \end{bmatrix} \quad (3-3)$$

$$\underline{v} = \underline{A}\underline{x} - \underline{l}$$

Her yeni nokta için (3-3) denkleminde iki yeni düzeltme denklemi daha ilave edilir. Oluşan model Dolaylı Ölçüler Dengelemesi ile çözülür. Aranılan transformasyon parametreleri kofaktörler matrisi

$$\underline{Q}_{xx} = (A^T A)^{-1} \quad (3-4)$$

ve

$$\underline{x} = \underline{Q}_{xx} A^T l \quad (3-5)$$

eşitliğinden elde edilir.

(3-1) ve (3-2) bilinmeyen vektöründeki a ve b parametreleri kullanılarak ölçek (k) ve dönüklük (ε) parametreleri

$$k = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (3-6)$$

$$\varepsilon = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \quad (3-7)$$

formülleri ile hesaplanabilirler.

Elde edilen parametreler (3-3) eşitliğinde yerine konularak düzeltmeler bulunur. Bu düzeltmeler kullanılarak birim ölçü ve bilinmeyenlerin karesel ortalama hataları, başka bir deyişle duyarlık ve güven hesapları yapılabilir :

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{2n-4}}, \quad n = \text{nokta sayısı}, u = 4 \quad (3-8)$$

$$m_{x_i} = m_0 \sqrt{q_{xx_i}}, \quad q_{xx_i} = \text{bilinmeyenler } (t_x, t_y, a, b) \quad (3-9)$$

/BÖHHBÜY, 2008/

Bütün ölçü güvenilirlikleri 0.5'in üzerinde olması, dayanak noktalarının Helmert transformasyonu için uygun bir dağılıma sahip olduğunu gösterir /BÖHHBÜY, 2008/.

3.2.2 Afin Transformasyon Yöntemi

Afin transformasyonunda Helmert transformasyonundan farklı olarak, x ve y eksenleri için ayrı ölçek ve dönüklük parametreleri düşünülür.

$$x_{ITRF} = t_x + k_x \cos \varepsilon_x x_{ED50} - k_y \sin \varepsilon_y y_{ED50} \quad (3-10a)$$

$$y_{ITRF} = t_y + k_x \sin \varepsilon_x x_{ED50} + k_y \cos \varepsilon_y y_{ED50} \quad (3-10b)$$

olmak üzere eşitlikte,

$$a = k_x \cos \varepsilon_x, \quad b = k_y \sin \varepsilon_y, \quad c = k_x \sin \varepsilon_x, \quad d = k_y \cos \varepsilon_y$$

alınarak (3-10a) ve (3-10b) eşitlikleri tekrar yazılarak,

$$x_{ITRF} = t_x + ax_{ED50} - by_{ED50} \quad (3-11a)$$

$$y_{ITRF} = t_y + cx_{ED50} + dy_{ED50} \quad (3-11b)$$

doğrusal haline getirilir.

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_{ED50} & -y_{ED50} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & y_{ED50} & x_{ED50} & x_{ED50} & y_{ED50} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x_{ITRF} \\ y_{ITRF} \end{bmatrix} \quad (3-12)$$

$$\underline{v} = \underline{Ax} - \underline{l}$$

Aranan transformasyon parametreleri kofaktörler matrisi,

$$\underline{Q}_{xx} = (\underline{A}^T \underline{A})^{-1} \quad (3-13)$$

ve

$$\underline{x} = \underline{Q}_{xx} \underline{A}^T \underline{l} \quad (3-14)$$

eşitliğinden elde edilir.

(3-10) ve (3-11) bilinmeyen vektöründeki a , b , c ve d parametreleri kullanılarak k_x , k_y ölçek ve ε_x , ε_y dönüklük parametreleri,

$$k_x = \sqrt{a^2 + c^2} \quad \text{ve} \quad k_y = \sqrt{b^2 + d^2} \quad (3-15)$$

$$\varepsilon_x = \arctan\left(\frac{c}{a}\right) \quad \text{ve} \quad \varepsilon_y = \arctan\left(\frac{b}{d}\right) \quad (3-16)$$

formülleri ile hesaplanabilirler.

Elde edilen parametreler (3-12) eşitliğinde yerine konularak düzeltmeler bulunur. Bilinmeyenlerin sayısı $u = 6$ olduğundan birim ölçü denklemi Bölüm 3.2.1'deki (3-8) denklemi yeniden düzenlenerek:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{2n-6}}, \quad n = \text{nokta sayısı} \quad (3-17)$$

elde edilir.

Bu iki yöntemden ilki Helmert (benzerlik) transformasyonu bu çalışmada benimsenerek dayanak noktalarına uygulanmıştır.

3.2.3 İki Değişkenli Polinomlarla Transformasyon Yöntemi

Polinom yüzeyleriyle enterpolasyon tekniği yüzey modellemelerinde en yaygın olarak kullanılan tekniklerden biridir. Bu tekniğin amacı, çalışma bölgesinin tek bir fonksiyonla ifade edilmesidir. Başka bir ifade ile bölgeyi en iyi karakterize eden ve problemin çözümünde gerekli olan argümanlar (x, y) ile model noktalarından yararlanarak bölge içinde konumu belli herhangi bir noktadaki 2. sistem değerini bulmak için polinom katsayılarını belirlemektir.

Yüzey, genellikle iki değişkenli yüksek dereceden polinomlarla tanımlanılır.

$$A(x, y) = \sum_{k=0}^n \sum_{\substack{j=k-i \\ i=0}}^k a_{i,j} \Delta x^i \Delta y^j \quad (3-18)$$

eşitliği ile ortogonal polinomun genel ifadesi elde edilir. Burada,

a_{ij} : Polinomun bilinmeyen katsayıları,

n : Polinomun derecesi,

x, y : Noktaların koordinatlarıdır.

polinomun derecesi $n=1$ seçildiğinde yüzey lineer, $n=2$ seçildiğinde yüzey quadratik, $n=3$ seçildiğinde yüzey kübik olarak adlandırılır. Örneğin, genel ortogonal polinom yüzeyinde $n = 2$ seçilirse $k; 0, 1, 2$ değerlerini alır ve (3-18) denkleminde,

$$A(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2 \quad (3-19)$$

eşitliğiyle 6 bilinmeyenli quadratik yüzey elde edilir. Bu ifadenin çözümü için en az 6 model noktası gereklidir. Model nokta sayısını t ile gösterirsek, $t > 6$ olması durumunda bilinmeyen katsayıları en küçük kareler yöntemi uygulanarak çözümlenir.

Dayanak nokta sayısının bilinmeyenlerin sayısından fazla olması durumunda, her bir nokta için aşağıdaki biçimde bir düzeltme denklemi yazılır

$$Vdx_i = a_0 + a_1 x_i + a_2 y_i + a_3 x_i y_i + a_4 x_i^2 + a_5 y_i^2 - \Delta x_i \quad (3-20)$$

Bu düzeltme denklemleri için katsayılar matrisi ve sabit terimler vektörü oluşturulur. Bunlarla normal denklem matrisi ve yalın terimler vektörü,

$$N = A^T A \quad (3-21a)$$

$$n = A^T l \quad (3-21b)$$

eşitlikleri ile elde edilir. Normal denklemler matrisinin inversi (bilinmeyenlerin varyans – kovaryans matrisi)

$$Q_{xx} = N^{-1} = (A^T A)^{-1} \quad (3-22)$$

$$X = N^{-1} n \quad (3-23)$$

matris eşitliği ile bilinmeyenler vektörü bulunur. Ölçülerin (model noktalarının 2. sistemdeki) düzeltmeleri,

$$v = AX - l \quad (3-24)$$

eşitliği ile elde edilir. Birim ölçünün karesel ortalama hatası m_o ,

$$m_o = \pm \sqrt{\frac{v^T v}{n - u}} \quad (3-25)$$

eşitliğiyle; herhangi bir katsayının karesel ortalama hatası ise,

$$m_{a_i} = m_0 \sqrt{Q_{xx}(i,i)} \quad (3-26)$$

eşitliği ile hesaplanır. Yukarıda ifade edilen matris ve vektörlerin elemanları;

$$X^T = [a_0 \quad a_1 \quad a_2 \quad a_3 \quad a_4 \quad a_5] \quad (3-27)$$

$$l^T = [x_1 - x_1' \quad x_2 - x_2' \quad \dots \quad x_t - x_t'] \quad (3-28)$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \Delta x_1 & \Delta y_1 & \Delta x_1 \Delta y_1 & \Delta x_1^2 & \Delta y_1^2 \\ 1 & \Delta x_2 & \Delta y_2 & \Delta x_2 \Delta y_2 & \Delta x_2^2 & \Delta y_2^2 \\ 1 & . & . & . & . & . \\ 1 & . & . & . & . & . \\ 1 & \Delta x_t & \Delta y_t & \Delta x_t \Delta y_t & \Delta x_t^2 & \Delta y_t^2 \end{bmatrix} \quad (3-29)$$

şeklindedir. Burada;

X : (6 x 1) boyutlu bilinmeyen polinom katsayıları vektörü

A : (t x 6) boyutlu bilinmeyenlere ait katsayılar matrisi (model noktalarına ait konum bilgilerini ve 1 elemanlarını içerir)

l : (t x 1) boyutlu, bu çalışmada, her iki sistemdeki enlem ve boylam farklarını, x ve y için ayrı ayrı içeren iki adet sütun matrisi anlamındadır.

Bu yöntemin kullanılması kolaydır. Ancak, uygulamada büyük alanlar için kullanıldığında beklenmeyen bileşenlerin oluşabildiği görülmektedir (Altuner).

Bu yöntemle parça parça elde edilmiş komşu bölgeler arasında fermuarlama yapılarak süreklilik sağlanabilmektedir /Cepni vd, 2005/. Ayrıca, yöntemde dayanak noktalarına düzeltme hesaplandığından uyumsuz ölçü testleri uygulanabilir.

3.2.4 Minimum Eğrilik (Minimum Curvature) Yöntemi

Spline fonksiyonlar, noktaya yaklaşan ve noktadan geçen eğrilerin birbirleriyle simetri oluşturması esasına dayanır. Minimum eğrilik spline, Seasat'taki ephemeris düzeltmeye, bir yumuşatıcı ve boşluk doldurucu gibi uygulanmaktadır. Bu spline bir GDEM (Generalized Digital Environmental Model) üretmektedir. İlk önce Golf Stream'in kuzey kaynağını modellemede de kullanılmıştır. /Cloutier, 1983/

Daha sonra ABD'deki koordinat transformasyonu çalışmalarında (NIMA projesinde) yoğun bir şekilde ele alınmıştır. Bu anlamda geliştirilen WGS 84 'ün altyapısını oluşturan NAD 83' te, nokta yoğunluğu 60 km²/1 noktadır (Bkz. Bölüm 4.1) /NIMA, 1997; Dewhurst, 1990; Briggs, 1974/. Burada amaç, grid köşe noktalarındaki Cij eğrilik değerlerinin kareleri toplamı minimum olacak şekilde grid köşe noktalarının her iki sistem arasındaki koordinat farklarını enterpole etmektir. Minimum eğrilik yöntemi bu projede ilk olarak grid köşelerindeki gravite değerleri enterpole edilerek eş gravite eğrilerinin oluşturulması amacıyla kullanılmıştır.

$$C = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (C_{i,j})^2 \quad (3-30)$$

Burada C_{i,j}, (x_i,y_j) noktasındaki eğriliktir /IDL, 2008; Cloutier, 1983; Smith vd, 1990/. C_{i,j}, u_{i,j} ve bazı komşu grid değerlerinin bir fonksiyonudur. Toplam eğriliği (C) minimum yapmak için (3-30) denkleminin kısmi türevi alınarak ;

$$\frac{\partial C}{\partial u_{i,j}}, i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J \quad (3-31)$$

sıfıra eşitlenir. /Spiegel, 1961/. Çözüm eşitlikleri her bir grid noktası için bu noktaya komşu grid noktaları arasında bir ilişki kümesi tanımlar.

(x_i, y_j) noktasında iki boyutta eğriye en basit yaklaşım,

$$C_{i,j} = (u_{i+1,j} + u_{i-1,j} + u_{i,j+1} + u_{i,j-1} - 4u_{i,j}) / h^2 \quad (3-32)$$

dir.

Burada h , grid yüzeyi oluşturan noktalar arası uzaklıktır.

Bir yüzeydeki eğriliklerin kareleri toplamı (toplam karesel eğrilik)

$$C(u) = \iint \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)^2 dx dy \quad (3-33)$$

ile ifade edilir. C değerini minimum yapan u fonksiyonun

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (3-34)$$

differansiyel denklemini sağlaması gerekmektedir. Yukarıda verilen differansiyel denklemin çözümü “sınır koşulları” kullanılarak yapılabilmektedir. Kullanılacak sınır koşulları yüzeyin sınır normali (n) boyunca,

$$\frac{\partial^2 u}{\partial n^2} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (3-35)$$

olması ve yüzeyin sınır köşelerinde,

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = 0 \quad (3-36)$$

olması koşuludur.

Çözüm matris hesabıyla doğrudan yapılabileceği gibi matris hesabında nümerik bağımlılık söz konusu olabileceği düşüncesiyle iterasyonla da yapılabilmektedir. İteratif çözüm 4 adımda özetlenebilir:

1 - Multikvadrik enterpolasyona benzer bir şekilde trend yüzeyi geçirilir. Trend

yüzeyinden arta kalan değerler her bir noktadaki Δu_i artık parametre değerini gösterir.

2 - Rastgele dağılmış konumdaki dayanak noktalarına ait noktadaki Δu_i artık parametre değerlerinden yararlanarak grid köşe noktalarındaki $\Delta u_{i,j}$ yaklaşık artık parametre değerleri, ağırlıklı ortalama ile hesaplanır.

3 - Bir önceki adımda bulunan yaklaşık artık parametre değerleri ile iterasyona girilir.

Bir iterasyon aşamasında, her bir grid köşe noktasındaki artık parametre değeri için komşu grid köşe noktalarındaki artık parametre değerlerinden yararlanılarak bir eşitlik yazılır. Yazılacak eşitlik normal bir grid köşesi için,

$$\Delta u_{i+2,j} + \Delta u_{i,j+2} + \Delta u_{i-2,j} + \Delta u_{i,j-2} + 2 (\Delta u_{i+1,j+1} + \Delta u_{i-1,j+1} + \Delta u_{i+1,j-1} + \Delta u_{i-1,j-1}) - 8 (\Delta u_{i+1,j} + \Delta u_{i-1,j} + \Delta u_{i,j+1} + \Delta u_{i,j-1}) + 20 \Delta u_{i,j} = 0 \quad (3-37)$$

şeklinde olacaktır. Yüzey sınırında ve köşelerinde bulunan grid köşe noktaları için yazılacak eşitlik, normal bir nokta için yazılıandan daha farklı olacaktır. Tüm noktalar için eşitliklerde geçen son terim olan $\Delta u_{i,j}$ değerleri hesaplandıktan sonra, bir sonraki iterasyon aşamasına geçilir. Ardışık iki iterasyondan elde edilecek $\Delta u_{i,j}$ değerleri arasındaki en büyük fark, seçilen ϵ değerinin (1 cm, 1 mm vb.) altında kalana kadar iterasyon işlemine devam edilir.

4 - Son iterasyondan elde edilen artık parametre değerine trend yüzeyindeki değeri eklenerek grid köşe noktasının kesin parametre değeri bulunur.

Yöntem, dayanak noktaları için tek çözüm verir. Yani dayanak noktaları için düzeltmeler hesaplanamaz. Bu nedenle uyumsuz ölçü testleri uygulanamamaktadır. Ancak dış doğruluk analizi yapılabilmektedir.

3.2.5 Kriging Yöntemi

Kriging, x_1, \dots, x_n yakın konumlarının rastgele alanının $z_i = Z(x_i)$, $i = 1, \dots, n$ gözlemlerinden, gözlenmemiş x_0 konumundaki bir $Z(x)$ (Z , bir x coğrafi konumunun yükseklik fonksiyonu gibidir) rastgele alanının $Z(x_0)$ değerinin enterpolasyonunu hesaplayan jeostatistiksel tekniklerin bir grubudur. Kriging, hem düzensiz alanın

$c(x,y)$ kovaryans fonksiyonu ve $\mu(x) = E[Z(x)]$ eşitliği ile hem de $\gamma(x,y)$ variogramıyla tanımlanmış uzay bağıntısının anlamlı bir modelindeki $Z(x_0)$ merkezinin en iyi doğrusal tarafsız yaklaşımını $\hat{Z}(x_0)$ hesaplar.

Kriging yaklaşımı, varyansı,

$$\begin{aligned} \sigma_k^2(x_0) &:= \text{Var}(\hat{Z}(x_0) - Z(x_0)) \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i(x_0)w_j(x_0)c(x_i, x_j) + \text{Var}(Z(x_0)) - 2 \sum_{i=1}^n w_i(x_0)c(x_i, x_0) \end{aligned} \quad (3-36)$$

olan (Kriging varyansı veya Kriging hatası diye de söylenir) $w_i(x_0), i = 1, \dots, n$ ağırlıkları ile $z_i = Z(x_i)$ gözlenmiş değerlerinin bir doğrusal kombinasyonu;

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^n w_i(x_0)Z(x_i) \quad (3-37)$$

olarak verilir.

Varyansın minimize edilmiş hali ;

$$E[\hat{Z}(x) - Z(x)] = \sum_{i=1}^n w_i(x_0)\mu(x_i) - \mu(x_0) = 0 \quad (3-38)$$

dir. Kriging varyansı kendi kendini tahmin eden,

$$\text{Var}(\hat{Z}(x_0)) = \text{Var}\left(\sum_{i=1}^n w_i Z(x_i)\right) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j c(x_i, x_j) \quad (3-39)$$

$\hat{Z}(x_0)$ varyansı ile karıştırılmamalıdır. /Wikipedia/

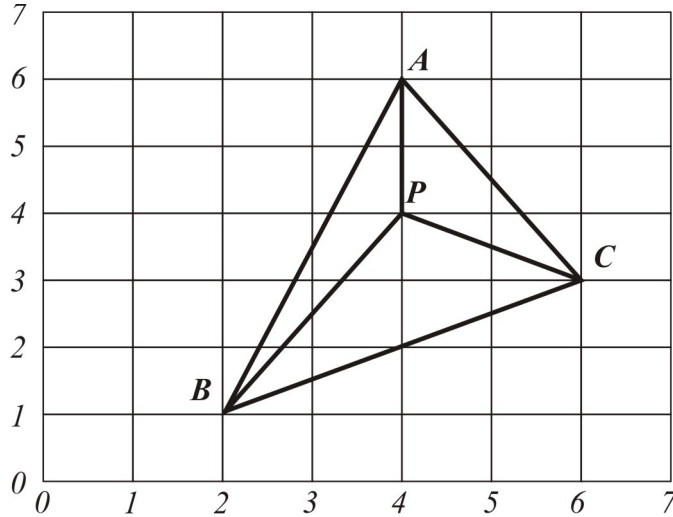
3.2.6 Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme Yöntemi

Bu yöntem, veri noktaları arasına çizilmiş çizgiler tarafından oluşturulan üçgenlerle çalışır. Her üçgen bir düzlem tanımlar. Üçgenler ağında yaygın olarak kullanılan enterpolasyon yöntemi, doğrusal enterpolasyondur.

Yüksekliği enterpole edilecek noktalar, içinde bulunduğu üçgenlerde doğrusal enterpolasyon uygulanarak tanımlanır. Bir eğik düzlemin,

$$U = a_{00} + a_{10}x + a_{01}y \quad (3-40)$$

şeklinde ifade edildiği düşünülürse, her bir üçgen için a_{00} , a_{01} , ve a_{10} katsayıları üçgene ait 3 köşe noktası için yazılacak 3 denklemlerle belirlenir. Yüksekliği enterpole edilecek noktanın x_0 , y_0 koordinatları yerine konulduğunda u_0 değeri elde edilir. Üçgen elemanlarda yapılan doğrusal enterpolasyon, aslında ağırlıklı ortalamadan farklı bir işlem değildir. Üçgenin 3 köşe noktasına ait u değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınmaktadır. Herhangi bir köşe noktasına ait u değerinin ağırlığı ise enterpolasyon noktasının o köşeye göre lokal barisentrik koordinatıdır.



Şekil 3-2 Üç alt üçgenin alanlarının ABC üçgeninin alanına bölünmesiyle lokal barisentrik koordinatlar elde edilir.

Barisentrik koordinatlar, Şekil 3-2'de A, B, C noktaları üçgenin 3 köşe noktasını göstermektedir. P enterpolasyon noktasının 3 köşeye göre 3 ayrı lokal barisentrik koordinatı vardır. Bu 3 koordinatın toplamı 1'dir. P noktasının köşe noktalarına birleştirilmesiyle elde edilen 3 alt üçgenin alanlarının ABC üçgeninin alanına bölünmesiyle lokal barisentrik koordinatlar elde edilir. Alt üçgenlerin alanları F_A, F_B, F_C ile, toplam alan F ile gösterilirse, P noktasının lokal barisentrik koordinatları,

$$P_A = F_A / F, \quad P_B = F_B / F, \quad P_C = F_C / F \quad (3-41)$$

olur. Lokal barisentrik koordinatlar noktaların kartezyen dik koordinatları ile ifade edilirse,

$$\begin{aligned} P_A &= ((x_B - x_K)(y_C - y_K) - (x_C - x_K)(y_B - y_K)) / T \\ P_B &= ((x_C - x_K)(y_A - y_K) - (x_A - x_K)(y_C - y_K)) / T \\ P_C &= ((x_A - x_K)(y_B - y_A) - (x_B - x_K)(y_A - y_K)) / T \\ T &= (x_B - x_A)(y_C - y_A) - (x_C - x_A)(y_B - y_A) \end{aligned} \quad (3-42)$$

yazılabilir. Enterpolasyon noktasının u_0 değeri,

$$u_0 = P_A u_A + P_B u_B + P_C u_C \quad (3-43)$$

şeklinde belirlenir.

3.3 Kaba Hataların Araştırılmasında Test Yöntemleri

Kaba hataların araştırılması amacıyla çeşitli test yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasındaki fark, düzeltmelerin standartlaştırılmasında değişik varyans faktörlerin kullanılmasıdır. Baarda test yönteminde önsel varyans σ_0^2 , Pope test yönteminde sonsal varyans s_0^2 , t testinde ilgili ölçünün dışında kalan ölçülerin dengelenmesi sonunda elde edilen sonsal varyans s_{0i}^2 kullanılır.

Buna göre :

$$\text{Baarda} \quad \bar{v}_{i,B} = |v_i| / \sigma_0 \sqrt{Q_{v_i v_i}} \quad (3-44)$$

$$\text{Pope} \quad \bar{v}_{i,P} = |v_i| / s_0 \sqrt{Q_{v_i v_i}} \quad (3-45)$$

$$\text{t-testi} \quad \bar{v}_{i,t} = |v_i| / s_{0_i} \sqrt{Q_{v_i v_i}} \quad (3-46)$$

dir /Demirel, 2003/. Burada ;

v_i : İç doğruluk değerleri

$Q_{v_i v_i}$: Ağırlık matrisi

Bu çalışmada Pope test yöntemi kullanılmıştır.

İç doğruluk bileşenleri x ve y için sırasıyla,

$$m_{0vx} = \sqrt{\frac{[v_x v_x]}{n-u}} \quad m_{0vy} = \sqrt{\frac{[v_y v_y]}{n-u}} \quad (3-47)$$

dış doğruluk bileşenleri x ve y için sırasıyla,

$$m_{0ex} = \sqrt{\frac{[(\varepsilon_x)^2]}{n-u}} \quad m_{0ey} = \sqrt{\frac{[(\varepsilon_y)^2]}{n-u}} \quad (3-48)$$

formülleriyle hesaplanmaktadır. Burada ;

v_x, v_y : İç doğruluk değerleri

$\varepsilon_x, \varepsilon_y$: Dış doğruluk değerleri

ε_x ve ε_y değerleri, hücre veya nokta kümesi içine giren her nokta sırasıyla model dışı bırakılarak bir nokta için iki değişkenli polinomla modelleme, modelden bulunan

parametre ile (enlem ve boylam için) bilinen parametre arasındaki farklar olarak alınır.

v_x, v_y , her nokta için iki değişkenli polinomla hesaplanan düzeltme (enlem ve boylam doğrultuları için) değerleridir.

Bir ölçünün kaba hatalı veya uyumsuz olmaması için bu çalışmada uygulanan Pope testinden elde edilen değer çözüm bölgesinde mevcut nokta sayısına karşılık gelen tau değerinden küçük olması koşulu aranmıştır.

Pope testi için bu çalışma sırasında geliştirilen yazılımda,

```
for i=1:my
% vyy : y içindoğruluk, s0y : standart sapma, Qvv : ağırlık matrisi
vypope(i,:)=abs(vyy(i,:))*s0y*sqrt(Qvv(i,:))
end
```

2 değişkenli 2. dereceden elde edilen dayanak noktalarının iç doğruluklarının (v_{yy}) mutlak değerlerinin ($abs(v_{yy}(i, :))$), standart sapmaları ($s0y$) ve ağırlık katsayılarının ($Q_{vv}(i, :)$) karekökü ile çarpılmaları sonucu her düzeltme için bir test değeri elde edilmiştir ($vypope(i, :)$) (Ek H).

Belirlenen bu değer çalışma sırasında geliştirilen yazılımdan elde edilen Tau dağılım tablosunda ilgili serbestlik derecesi f' e karşılık gelen değer ile karşılaştırılmıştır (Ek D)

4 UYGULAMALAR

4.1 Test (Uygulama) Alanı

Test bölgesi olarak Marmara Bölgesi seçilmiştir. Coğrafi, jeolojik ve literatürde tanımlı önemli fay hatlarına sahip olması gibi özelliklerinin yanısıra bölgede diğer bölgelere göre daha fazla kontrol noktası bulunması bu seçimi etkileyen unsurlardır.

i. Coğrafi ve Beşeri Bilgiler

Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan bölge, kuzeyinde Karadeniz, ortasında Marmara Denizi, batısında ise Ege Denizi ile komşudur. Bu üç denizi birleştiren İstanbul ve Çanakkale Boğazları, bölgenin Karadeniz'den Ege Denizi'ne açılan önemli su yoludur. İki büyük kıtayı, Avrupa ve Asya'yı, birbirinden ayırmaktadır. İstanbul Boğazı üzerindeki Boğaziçi ve Fatih Sultan Mehmet asma köprüleri iki kıtayı birleştiren niteliktedir. Bölge, 66.000 m² yüzölçümüyle Türkiye topraklarının % 8,5'ünü kaplamaktadır. Batısında Yunanistan ve Bulgaristan ile sınır komşuluğu bulunmaktadır (Şekil 4-1).



Şekil 4-1 Marmara Bölgesi siyasi, fiziki haritası /Mailce/

Sosyal ve ekonomik açıdan bakıldığında yoğun sanayileşme ve hızlı şehirleşme, bölge ekonomisini ve demografik yapıyı önemli ölçüde değiştirmiştir. Bunun sonucu olarak :

- Arazinin kıymetlenmesi,
- Nokta tahribatının fazla olması,
- Yüksek doğruluk gereksinimi,

Marmara Bölgesi'nin test bölgesi olarak seçimini etkileyen önemli faktörlerdir.

ii. Jeolojik Bilgiler

Seçilen bölge, Türkiye'nin ortalama yükseltisi en az olan bölgesidir. En önemli yükseklikleri güneydoğuda Samandağ ve Uludağ, kuzeydoğusunda ise Karadeniz kıyısınca uzanan Yıldız dağlarıdır. Bölgenin en yüksek dağı, 2543 m ile Uludağ'dır.

Önemli düzlükleri Trakya'da Ergene havzası, Anadolu yakasında ise Sakarya ve Bursa ovalarıdır. Yer şekilleri elverişli olduğundan ulaşım kolaydır.

Kıyılarda özellikle güney Marmara'da girinti-çıkıntıları çoktur. En önemli girintileri Erdek, Bandırma, Gemlik ve İzmit körfezleridir. Karadeniz kıyıları dik falezlerden oluşmakta olduğundan girinti-çıkıntı çok daha azdır.

Boğazlar eski akarsu yataklarındaki su seviyesinin zamanla yükselmesi sonucu olduğundan dolayı ria tipi kıyı özelliği gösterirler.

Organik madde bakımından bölgenin en zengin verimli toprakları, Trakya'nın kuzeyi, Kocaeli yarımadası, Güney Marmara'nın doğusundadır.

Meriç ve Susurluk başlıca ırmaklarıdır. Bölgenin yükseltisinin az olması akarsuların akışını yavaşlatmaktadır. Bu durum baraj oluşumuna ve dolayısıyla hidroelektrik santrallerinin kurulmasına engel teşkil etmektedir. Yine bu yavaş akış, alüvyonların ovalarda çökmesine neden olmaktadır. Bölgenin Anadolu topraklarında ise akarsuların denize döküldükleri yerlerde akıntıların fazla olması nedeniyle delta şekillenmesi yoktur.

Bölgede 3 tektonik (İznik, Ulubat ve Sapanca) ve 3 kıyı seti gölü (Büyük ve Küçükçekmece, Terkos) bulunmaktadır.

iii. Literatürde Tanımlanan Faylar ve Bunların Özellikleri

Marmara Bölgesi iki tarafı aksi yönlerde hareket eden (yanal atımlı) Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF)'nın, bölgenin ortasından geçmektedir. Bu çok önemli tektonik özelliği nedeniyle bölge, jeolojik, jeodezik ve jeofizik bakımdan büyük önem arz etmektedir.

Doğudan batıya doğru uzanan Kuzey Anadolu Fay Hattı ve bunun kolları sayılabilecek her biri farklı karakteristikler gösteren diğer faylar, çalışmayı zorlaştıran diğer bir husustur. KAF, yanal atımlı olduğu halde örneğin Balıkesir yöresinde varlığı bilinen fayların dikey atımlı oldukları görülmektedir.

Arap plakasının Anadolu plakasını kuzeye itmesiyle devam Kuzey-Güney doğrultulu sıkışma sonucu yaklaşık 1200 km uzunlukta sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu fayı ile 400 km uzunlukta sol yönlü doğrultu atımlı Doğu Anadolu fayı meydana gelmiştir. Anadolu bloğu diğer taraftan Yunan Makaslama zonunun engellemesi sonucu daha fazla batıya doğru hareket edememiş ve yön değiştirerek Güney Batıya doğru Akdeniz okyanusal kabuğu üzerine hareket etmeye başlamıştır /AFET 1994, Sf:10; Celep vd, 2004; Ketin, 2005/. Böylece toplamda bir yay parçası şeklinde batıya doğru hareketi gösteren hız vektörleri oluşur. Yıllık değerlendirmelere bakıldığında bu hareket ortalama 2,5 cm kadardır.

Bütün bu özellikleri göz önüne alındığında Marmara bölgesinde jeodezik açıdan belirlenecek bir transformasyon modelinin, Türkiye'nin bütün diğer bölgelerine uygulanabilecek örnek nitelikte olabileceği görülmektedir.

4.2 Uygulamada Kullanılan Veri

Uygulamaya başlamadan önceki en önemli iş, homojen dağılım gösteren yeterli sıklıkta ve doğrulukta özdeş noktalardan oluşan verinin elde edilmesi olmuştur.

4.2.1 Veri Kaynakları

Türkiye’de özellikle 1950’lerden bu yana değişik zamanlarda değişik kampanyalarla ölçülmüş ED50 noktasal verileri ve bunların 1990’lı yıllarda özellikle 1996 ve sonrasında elde edilmiş ITRF değerleri vardır. Çalışmaya temel veri özelliği taşıyan bu bilgiler, TKGM ve HGK’dan sağlanmıştır. Bunun yanısıra İTÜ’nün İstanbul Büyükşehir Belediyesi için yaptığı İGNA Projesi’nden anlamlı (signifikant) özdeş noktalara ait bilgiler alınmıştır /Ayan vd, 1999/. Toplamı 5448 adet dayanak noktasından oluşan bu değerli veri, çalışmanın başarılı ve güvenli bir şekilde yürütülmesinde büyük rol oynamıştır.

Söz konusu noktalar düzenli bir dağılım göstermediğinden homojen dağılımı sağlamaya ve daha fazla dayanak noktası elde etmeye çalışılmıştır. Çalışmanın devam ettiği zaman zarfında kurulan CORS TR ağı yardımıyla arazi ölçümleri yapılmıştır. Böylece elde edilen 493 nokta da hesaplamalarda kullanılmıştır.

Sonuç olarak Türkiye genelinde sağlanan toplam 5941 adet noktasal veriyi, önceden ölçülen ve kurumlarda bulunan veri ile CORS-TR projesi çerçevesinde ölçülen veri şeklinde iki gruba ayırmak isabetli olacaktır.

4.2.1.1 Kurumlardan Alınan Veriler

CORS-TR Projesi için Tablo 4-1’de özetlendiği gibi, HGK (924 nokta), TKGM (4029 nokta), TKGM (1999 depremi sonrası gerçekleştirilen Merlis Projesi kapsamındaki 373 nokta), İTÜ (İTÜ tarafından İBB için yapılan İGNA projesi kapsamındaki 122 nokta) veri toplanmıştır.

Tablo 4-1 Türkiye genelinde toplanan dayanak noktaları koordinat verisinin kurumlara göre dağılımı

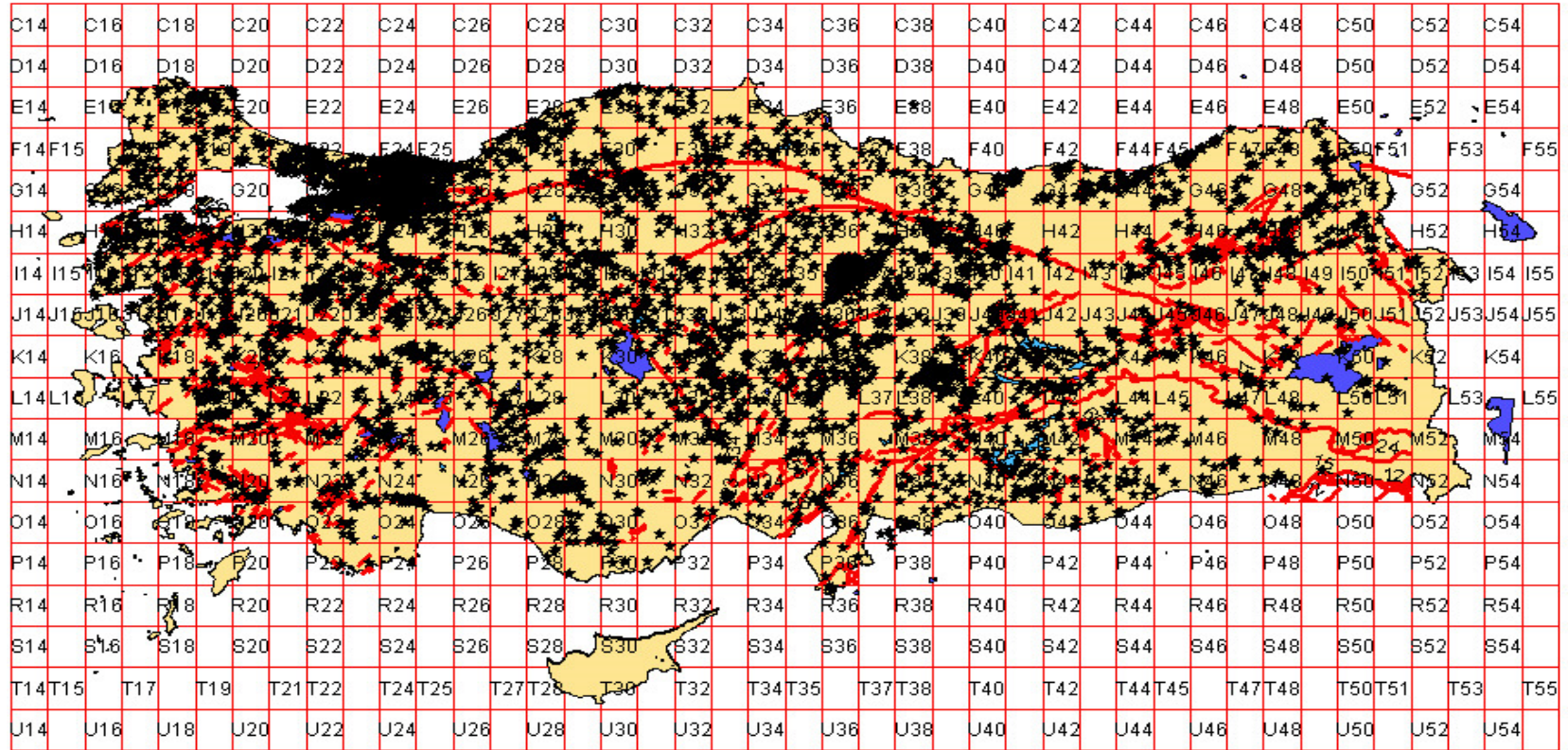
KURUM	NOKTA SAYISI
TKGM	4029
HGK	924
IGNA	122
MERLİS (TKGM)	373
TOPLAM	5448

4.2.1.2 Ölçülen Veriler

Kurumlardan sağlanan bu veriler incelendiğinde,

- yazım hataları,
- tekrarlar,
- birbirine yakın farklı noktaların kullanılması (ED50 ile ITRF koordinatları farklı olan noktalar),

gibi kaba hatalar olduğu belirlenmiştir. Bunlar ayrıştırıldıktan sonra kalan 3986 noktanın dağılımına bakıldığında (Şekil 4-2) yeterli sıklıkta olmadığı belirlenmiş ve koordinat değerleri bilinen ED50 noktaları için CORS-TR'den yararlanılarak 493 noktada RTK ölçümleri yapılarak sıklaştırma sağlanmıştır. /SOPAC/



Şekil 4-2 Türkiye genelinde kurumlardan toplanarak editlenmiş özdeş 3986 noktanın dağılımı ve faylar

4.2.2 Verilerin Dağılımı

Marmara Bölgesi'nde yapılacak çalışma için Tablo 4-1'de görülen 5941 nokta içerisinde 39.5-42.1 derece enlem ve 26-31.5 derece boylamları arasında kalan 1391 nokta alınmıştır.

Toplanan bu noktalar için:

- ne kadar doğru ve güvenilir?
- transformasyonda kullanılacak dayanak noktaları nasıl belirlenecektir ?
- kullanılacak ölçütler nasıl belirlenecektir ?

gibi sorulara cevap bulmak gerekir.

4.2.2.1 Verilerin Doğrulukları ve Güvenilirlikleri

Noktaların değişik kurumlardan veya aynı kurumdan farklı dosyalar içerisinde gelmesi, mutlaka tekrarlılık kontrolünün yapılmasını gerektirmiştir. Sonuçta 343 özdeş noktanın tekrarlı olduğu görülerek listeden çıkarılmıştır. Bundan sonra noktaların ED50 ve ITRF koordinat değerlerinin enlem ve boylam farklarına bakılmıştır. Test bölgesi için ampirik olarak;

noktaların enlemlerinde, genellikle 240 m – 245 m arasında farklar olduğu görülmüştür. Bu sınır genişletilerek enlem farkları 235 m – 255 m aralığının dışında kalan 20 noktanın hatalı ölçüldüğüne veya yazıldığına karar verilmiş ve hesap dışında bırakılmıştır.

boylamlardaki farkların ise genellikle 16 m – 20 m olduğu görülmüş ve burada da bu sınırlar genişletilerek 13 m – 25 m aralığı dışında kalan 18 noktanın hatalı ölçüldüğüne veya yazıldığına karar verilmiş ve transformasyon hesaplarının dışında bırakılmıştır.

Böylece koordinatların ölçümler veya kurumiçi / kurumlararası paylaşım sırasında yanlış yazılması veya aktarılmasından kaynaklanan kaba hatalı 38 nokta daha transformasyona dayanak olacak noktalar arasından çıkarılmıştır. Bütün bu işlemlerin sonucunda geriye 1010 nokta kalmıştır (Tablo 4-2).

Tablo 4-2 Marmara Bölgesi noktalarının tekrarlılık, kaba hata ayıklaması ve uyumsuzluk testi sonuçları (T_x , paraleller doğrultusundaki fark, T_y , meridyenler doğrultusundaki fark anlamındadır ve sınır değerleri ampirik olarak belirlenmiştir.)

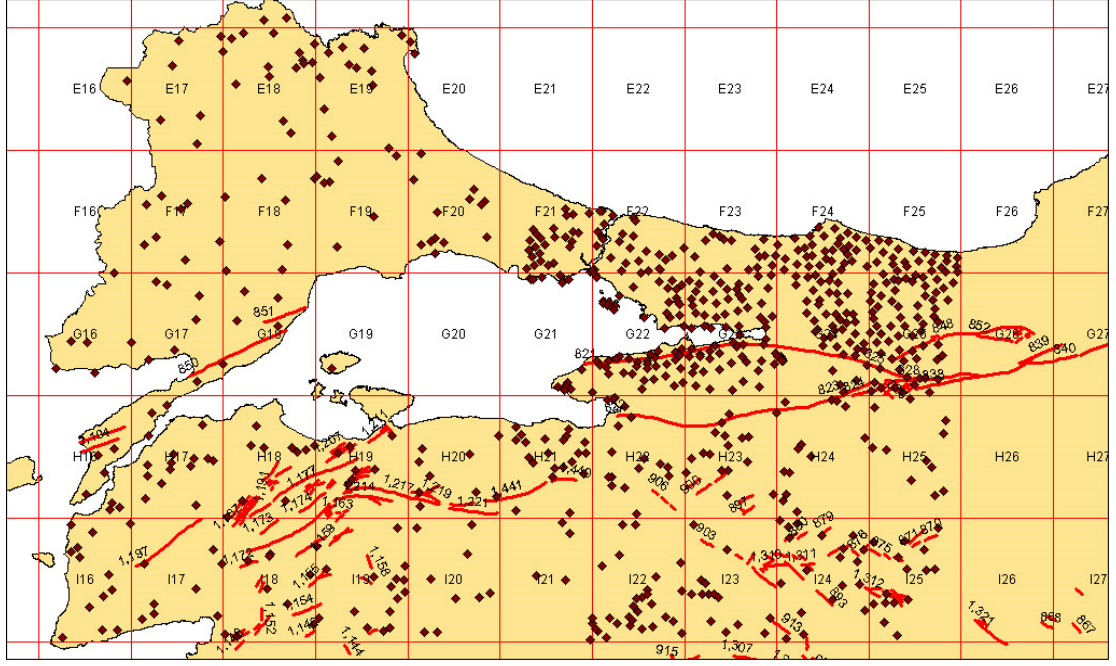
Marmara Test Bölgesi Nokta Sayısı	39.5-42.1 Enlem	26-31.5 Boylam		1391
Tekrarlı Noktalar			-343	1048
Kaba Hata T_x ($T_x < 235$ m - $T_x > 255$ m)			-20	1028
Kaba Hata T_y ($T_y > -13$ m - $T_y < -25$ m)			-18	1010
$-15 \leq v_x \leq +15$ cm ve $-15 \leq v_y \leq +15$ cm İçin Uyuşumsuz Nokta Sayısı			-269	
İşlemlerde Kullanılacak Dayanak Nokta Sayısı				741

ED50 noktalarının koordinatlarının hesaplandığı tarih, noktaların dereceleri ve bu noktadaki tektonik hareketler belirlenememiştir. Her bir noktanın üretiminden sonra maruz kaldığı tektonik hareketlerin belirlenememesi nedeniyle özellikle fay bölgelerindeki deformasyonların (doğrultu ve ölçek değişimlerinin), transformasyon modelinin içine alınmasını ve modellenmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca ED50 noktalarının derecelerinin belirlenememesi de ağırlıklı bir değerlendirmeyi olanaksız hale getirmektedir.

4.2.2.2 Veri Ayıklama

Kaba hata ayıklamasından sonra uyumsuz ölçü testlerine geçilmiştir. Bu amaçla Matlab’de 2. derece polinomla transformasyon hesabını yapacak bir yazılım hazırlanmıştır.

Bölüm 4.2.2.1’de açıklandığı üzere kalan 1010 özdeş nokta ile, pafta-pafta (1:100.000’lik), 2. derece polinom transformasyonu kullanılarak uyumsuzluk testleri yapılmıştır. Marmara Bölgesi gibi toprağın değerli olduğu bir bölgede çalışıldığından transformasyonda, (BÖHNBÜY’ye de uygun olarak) 10 cm’nin altında doğruluk değerlerine ulaşmak hedeflenmiş ve bu maksatla iç doğruluk değerlerinin alt ve üst sınırları yüksek tutulmuştur. Bölüm 3.2.3, formül (3-7) ile hesaplanan düzeltme vektörlerini ölçüt olarak paralel ve meridyen doğrultularında sırasıyla, $-15 \leq v_x \leq +15$ cm ve $-15 \leq v_y \leq +15$ cm aralıkları baz alınmıştır. Bu aralıklar dışında kalan 269 nokta uyumsuz bulunarak ayıklanmış ve sonuçta 741 özdeş fakat düzensiz dağılım gösteren dayanak noktası, transformasyonda kullanılmak amacıyla seçilmiştir (Tablo 4-2 ve Şekil 4-3). Uyuşumsuz noktaların bu çalışma içinde belirlenmiş numaralarına göre dökümü Ek – G’de gösterilmiştir.



Şekil 4-3 Marmara bölgesi 741 noktanın dağılımı, 1:100.000'lik pafta bölümü ve fay haritası

4.3 Değerlendirme Stratejisi

Bir çalışma yapılırken doğru stratejinin belirlenmesi çok önemlidir. Doğru stratejinin belirlenebilmesi için bir amaç, bu amaca giden yol ve gerekli araçlar tam olarak ortaya konulmalı bu araçlardan mevcutlar gözden geçirilmeli, mevcut olmayanlar temin edilmeye çalışılmalıdır. Çalışmada bu ilkeler, daima göz önünde bulundurulmuştur.

4.4 Hesaplamalar

Hesaplamalar;

1. Ön hesaplamalar,
2. Tanı hesaplamaları,

şeklinde iki bölümde yapılmıştır.

1. Ön hesaplama;

- Kaba hataları giderilmiş mevcut dayanak nokta koordinat değerlerinin, Lambert konik projeksiyonuna göre projeksiyon koordinatlarının hesaplanması (Bölüm 4.4.1.1),

- Test alanının 1:5.000 ve 1:25.000 pafta indekslerinin belirlenmesi ve köşe noktalarının Lambert konik projeksiyonuna göre projeksiyon koordinatlarının hesaplanması (Bölüm 4.4.1.2), adımlarından oluşmaktadır (Bölüm 4.4.1).

2. Tam hesapları;

Kullanılacak transformasyon yöntemlerinin eldeki dayanak noktaları ve köşe noktaları kullanılarak değişik senaryolarla test edilmesi, (Bölüm 4.4.2) adımlarından oluşmaktadır.

4.4.1 Ön Hesaplar

Burada, Bölüm 4.4.1.1 ve 4.4.1.2 gözönüne alındığında projeksiyon koordinatlarıyla çalışılmak suretiyle, uzunluk birimiyle değerlendirmelerin yapılması ve böylece yönetmelikteki hata sınırlarıyla karşılaştırması olanakları sağlanmaktadır.

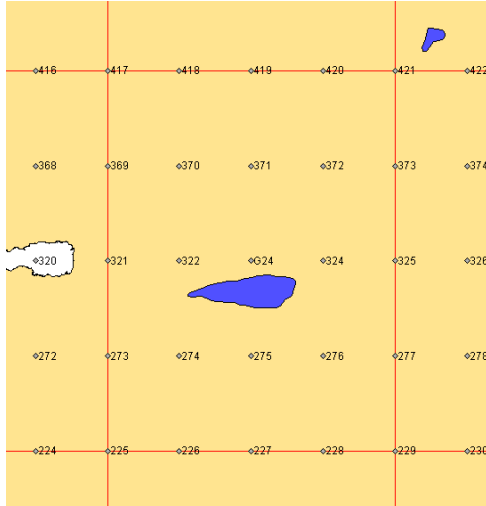
4.4.1.1 Projeksiyon Koordinatlarının Hesabı, Gerekçesi

Transformasyonda veri olarak kullanılacak dayanak noktalarının koordinat değerleri incelendiğinde bazılarının Gauss-Krüger projeksiyonunda (Bölüm 2.4.1), bazılarının coğrafi koordinatlarda ve bazılarının da kartezyen koordinatlarda olduğu görülmüştür. Genelde, mevcut noktaların yükseklikler konusunda tutarlı olmadığı veya yükseklik doğruluklarının beklenenin altında olduğu, hatta birçok noktanın yükseklik değerlerinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle 2 boyutta çalışmanın daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bu amaçla önce noktaların tamamının enlem ve boylam olmak üzere iki boyutlu koordinat değerleri, coğrafi koordinatlara, sonra düzlem ve tek dilimli bir projeksiyon olan Lambert konik projeksiyonu koordinatlarına dönüştürülmüştür (Bölüm 2.4.2). Burada normal konik projeksiyon seçilerek UTM dilimlerinde oluşan süreksizliklerden kaçınılmıştır. Böylece test bölgesinin tümü için sürekliliği olan koordinatlarla çalışma olanağı yaratılmıştır. Bu hesaplarda metre birimi kullanılmıştır.

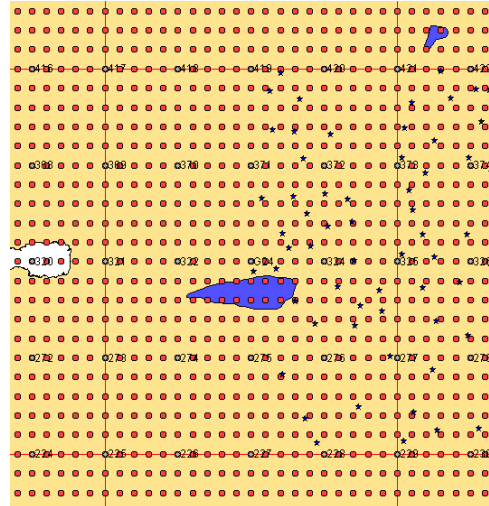
4.4.1.2 Pafta Köşe Koordinatları

ED50 datumunda coğrafi koordinatlarda 1:5.000 ve 1:25.000 lik pafta köşe nokta koordinatları, Matlab'de yazılan özel bir programla belirlenmiştir. Bölüm 4.4.1.1'de dayanak noktaları için yapılan çalışmaya benzer şekilde işlem yapılarak bu

noktaların koordinat değerlerinin aynı düzlem projeksiyonunda ifade edilmesi ve transformasyon parametrelerinin kolaylıkla hesaplanması için Lambert konik projeksiyonuna dönüşümü gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4-4 1:100.000'lik pafta içinde
1/25.000'lik pafta köşe noktaları



Şekil 4-5 1:100.000'lik pafta içinde
1/5.000'lik pafta köşe noktaları

1:5.000'lik pafta köşe noktalarının çok sık (aralarındaki uzaklık 2.5 km – Şekil 4-5) olması nedeniyle pafta köşe noktalarındaki transformasyon parametreleri birbirine çok yakın değerler vermektedir. Bu nedenle 1:25.000'lik pafta köşe noktalarının kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bu durumda transformasyon parametreleri hesaplanacak köşe noktaları arasındaki uzaklık 12.5 km olacaktır, (Şekil 4-4). Ancak araştırmalarda 1:5.000 ve 1:25.000 ölçekli pafta köşe noktalarının her ikisi de kullanılmış; sonuç verisi olarak 1:25.000'lik pafta köşe noktaları için grid transformasyon değerleri listelenmiştir.

4.4.2 Tanı Hesaplamaları

Transformasyon hesaplarında pek çok yöntem uygulanmaktadır. Bu çalışmada bunlardan 5'i seçilmiştir. Bunun nedenleri:

- Helmert benzerlik transformasyonu yönteminin, 1988 yönetmeliğinde transformasyon yöntemi olarak benimsenmesi, TKGM ve bunun doğal sonucu olarak ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından o tarihten beri kullanılmasıdır.

- İki değişkenli polinomların kullanılması, hem kolaydır hem de uyuşumsuz ölçü analizine olanak sağlamaktadır. Yöntemin uygulamasında polinomun derecesi artırıldıkça belirli bir serbestlik derecesi elde edebilmek için artan sayıda dayanak noktası gerekmektedir. Bu nedenle, çalışmada polinomun derecesi 2 ile sınırlı tutulmuştur. Türkiye’de Helmert benzerlik transformasyonu’ndan sonra en çok kullanılan ikinci yöntemdir. Bu çalışma içerisinde yapılan uygulamalar, 2. derece polinom yönteminin hem uyuşumsuz noktaların arındırılması aşamasında en iyi yöntem hem de diğer gridleme yöntemleriyle beraber en tutarlı sonuçları veren yöntem olduğunu göstermiştir.
- Özellikleri Bölüm 3.2.4 ve Bölüm 3.2.5’ te açıklanan minimum eğrilik ve Kriging gibi yumuşatıcı, boşluk doldurucu yöntemler ise düzeltme (v) vermeyen; bu nedenle uyuşumsuz noktaların ayrılmasında kullanılmayan, ancak transformasyonda, bütün noktalardan en yakın şekilde geçmeye çalışan yöntemler olduğundan, makul çözümler veren iki yöntem olarak ön plana çıkmıştır.
- Bunların yanısıra, Bölüm 3.2.6’da yer alan doğrusal enterpolasyonla üçgenleme yöntemi de bu dört metot ile birlikte kullanılmış ve bunun, özellikle çalışılan bölgenin merkez veya merkezine yakın noktaları için diğer yöntemlerle çok tutarlı çözümler verdiği görülmüştür. Bu yöntem, yapılan tanı hesaplarında, çalışma bölgesinin kenarlarına yakın; sınırda veya sınır dışındaki noktalarda elde edilen çözümleri itibariyle daha çok 2. derece polinomla yaklaşıma benzer sonuçlar vermiştir. Doğrusal enterpolasyonla üçgenleme ve 2. derece polinom için elde edilen ekstrapolasyona uğramış bu değerler, çalışma bölgesinin kenarlarına yakın bölgelerde minimum eğrilik ve Kriging yöntemleriyle hesaplanan transformasyon parametre değerleriyle uyumlu olmadığını göstermesi açısından sonraki uygulamalar için çok önemlidir.

Çalışmada noktasal veri toplama, kaba hata ve uyuşumsuz nokta ayıklaması Bölüm 4.2’de açıklanmıştı. Kaba hatalardan ve uyuşumsuz noktalardan ayıklanmış 741 noktanın Marmara Bölgesi’ndeki dağılımına bakıldığında (Şekil 4-3), daha çok İstanbul’dan Düzce’ye kadar olan ve Karadeniz’den Gemlik Körfezi’ne kadar uzanan

alanda daha yoğun olduğu görülmektedir. Bu nedenle tanı hesaplarında ağırlıklı olarak bu bölgeyi ifade eden F21 – H25 paftalarında çalışılmıştır.

4.5 Transformasyon Yöntemlerinin Test Edilmesi

4.5.1 Paftalarda Transformasyon Parametrelerinin Hesabı

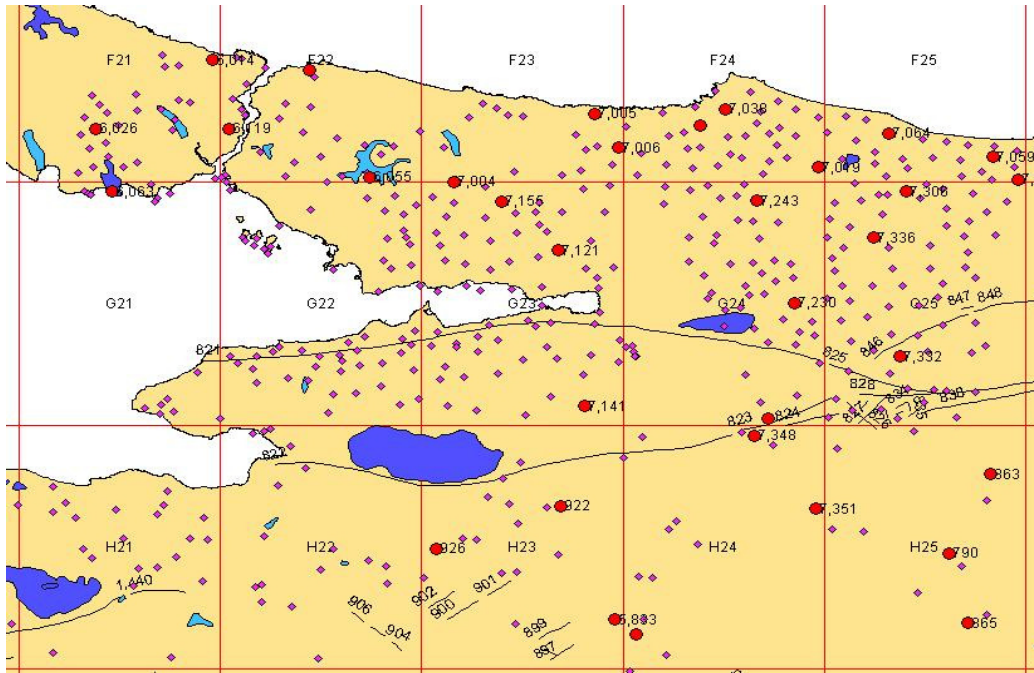
İki değişkenli polinomla transformasyon yöntemiyle Bölüm 4.2.2.2’de anlatılan ve uyumsuz noktaları ayırmak üzere pafta-pafta noktalar üzerinde inceleme ve irdeleme yapılarak Marmara Bölgesi için transformasyonda kullanılacak dayanak noktaları belirlenmiştir.

Paftalar halinde çalışıldığında karşılaşılabilecek sorunları ortaya koymak amacıyla, Marmara’nın doğusunda seçilen bu test bölgesindeki her bir 1:100.000’lik paftanın içerdiği dayanak noktaları kullanılarak Helmert ve 2. derece polinom yöntemleri ile transformasyon parametreleri hesaplanmıştır. Bu parametreler her pafta içinde seçilen 3’er “kontrol noktası” na uygulanmıştır. Aşağıda bu çalışmanın 2. derece polinom yönteminde kontrol noktaları için elde edilen sonuçlar Tablo 4-3’te; kontrol noktaları ve uyumlu noktaların dağılımı Şekil 4-6’da göstermiştir.

Tablo 4-3 Pafta-pafta hesaplanan transformasyon parametreleriyle hesaplanmış kontrol noktaları, dış doğrulukları ve karesel ortalama hataları

Pafta	No	ED50_x	ED50_y	ITRF_x	ITRF_y	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	$m_0\epsilon_x$	$m_0\epsilon_y$	Tx (m)	Ty (m)
F21	6026	642003.99	390148.23	642247.35	390130.25	-0.43	2.36	0.43	2.36	243.36	-17.98
	6014	655575.91	415733.47	655819.02	415715.16	0.16	12.78	0.23	6.50	243.11	-18.31
	6063	628070	392234.51	628313.42	392216.29	-1.55	-5.07	0.54	4.65	243.42	-18.22
F22	6119	640131.61	418019.13	640374.78	418000.89	-5.86	5.90	5.86	5.90	243.17	-18.24
	6055	627257.73	446406.75	627500.76	446388.42	0.61	0.23	2.95	2.95	243.03	-18.33
	6008	651985.94	435887.92	652228.95	435869.59	-2.60	3.97	2.15	2.37	243.01	-18.33
F23	7005	637817.43	494263.91	638060.26	494245.48	4.51	12.85	4.51	12.85	242.83	-18.43
	7004	624973.53	464401.8	625216.14	464383.25	19.86	13.95	10.18	9.48	242.61	-18.55
	7006	629939.67	499056.75	630182.48	499038.44	6.70	4.32	7.15	6.48	242.81	-18.31
F24	7038	637325.64	521583.64	637568.5	521565.4	0.29	0.94	0.29	0.94	242.89	-18.26
	485	633796.01	516152.1	634038.9	516133.8	-5.47	-8.54	2.74	4.30	242.87	-18.26
	7019	622808.89	540284.56	623051.8	540266.4	-2.77	-2.44	2.05	2.98	242.93	-18.18
F25	7064	629726.45	555357.54	629969.4	555339.3	0.48	3.39	0.48	3.39	242.92	-18.22
	7059	623031.69	576819.76	623274.7	576801.6	-2.58	-2.83	1.31	2.21	242.96	-18.12
	7049	617663.06	581668.52	617906	581650.5	-3.99	-10.22	1.59	3.71	242.97	-18.04
G23	7155	619324.75	473540.39	619567.58	473522.11	-4.19	-4.58	4.19	4.58	242.83	-18.28
	7121	607411.25	484597.97	607654.09	484579.71	1.14	-0.46	2.17	2.30	242.84	-18.26
	7141	571564.64	487725.27	571807.46	487707.04	-0.19	0.95	1.45	1.57	242.82	-18.23

G24	7243	616022.43	526987.69	616265.36	526969.40	-4.76	9.83	4.76	9.83	242.93	-18.29
	7230	592304.05	533335.2	592546.94	533317.05	-2.15	0.26	2.61	4.92	242.89	-18.15
	7193	566402.11	526275.3	566645.04	526257.03	-6.90	9.45	2.89	4.55	242.93	-18.27
G25	7306	616242.18	558085.58	616485.07	558067.41	-8.99	1.07	8.99	1.07	242.89	-18.17
	7336	606077.54	550746.05	606320.42	550727.90	-8.65	3.45	6.24	1.80	242.88	-18.15
	7332	578793.15	554797.12	579036.06	554778.96	-0.71	0.00	4.16	1.20	242.91	-18.16
H23	922	549175.08	481315.75	549418.08	481295.91	-9.35	1.98	9.35	1.98	243.00	-19.84
	926	541286.65	454412.45	541529.90	454392.82	-2.23	-8.20	4.81	4.22	243.25	-19.63
	5833	522579.63	491009.39	522822.47	490989.23	-80.68	69.60	27.08	23.37	242.84	-20.16
H24	5562	518994.91	495206.69	519238.16	495186.94	-7.51	-7.63	7.51	7.63	243.25	-19.75
	7351	545137.88	534909.02	545380.73	534890.87	-0.05	1.43	3.75	3.88	242.85	-18.15
	7348	562609.49	522979.25	562852.34	522961.07	-0.04	2.15	2.50	2.69	242.85	-18.18
H25	863	550921.37	572325.89	551164.65	572305.45	-7.57	-33.49	7.57	33.49	243.28	-20.44
	790	533347.07	562438.19	533590.41	562417.98	-9.15	-4.88	5.94	16.92	243.34	-20.21
	865	517249.33	565641.11	517492.56	565621.20	16.58	-12.44	6.80	12.02	243.23	-19.91



Şekil 4-6 1:100.000 ölçekli Paftalar, özdeş noktalar, kontrol noktaları ve fay hatları

Tablo 4-3'teki sonuçlara ve kontrol noktalarının yer aldığı Şekil 4-6'ya bakıldığında, dış doğruluğu (ϵ) zayıf olan noktaların, pafta kenarlarında veya kenarlara yakın olduğu gözlenmektedir (sarı renkli satırlar). Bunlar arasında en çarpıcı örnekler, 5833, 7004, 7014, 863, 865 numaralı noktalardır. Diğerlerinde dış doğruluk değerleri ± 10 cm'nin altında çıkarken bu noktalarda bunun üzerinde değerler elde edilmiştir; 7004 numaralı noktada $\epsilon_x = 19.86$ cm ve $\epsilon_y = 13.95$ cm, 5833 nolu nokta için $\epsilon_x = -$

80.63 cm ve $\varepsilon_y = 69.60$ cm, 863 nolu nokta için $\varepsilon_x = -7.57$ cm ve $\varepsilon_y = -33.49$ cm, 865 nolu nokta için ise $\varepsilon_x = 16.58$ cm ve $\varepsilon_y = -12.44$ cm'dir.

Pafta kenarlarındaki bu tür noktalarda görülen ekstrapolasyon sorunu, sınırlarda oluşan belirsizliklerdir. Bu durum, paftalararası geçişte doğruluğu azaltmakta ve sürekliliği ortadan kaldırmaktadır.

4.5.2 Tüm Test Bölgesi İçin Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde, fay bölgesinde uyuşumsuz olanları ayıklanan dayanak noktaları kullanılarak sırasıyla Helmert benzerlik transformasyonu, 2. derece polinom, minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal enterpolasyonla üçgenleme yöntemleriyle tüm test alanı için transformasyon parametreleri hesaplanmış ve her bir yöntemle yapılan transformasyonların doğruluklarının ve güvenilirliklerinin karşılaştırılmasına çalışılmıştır.

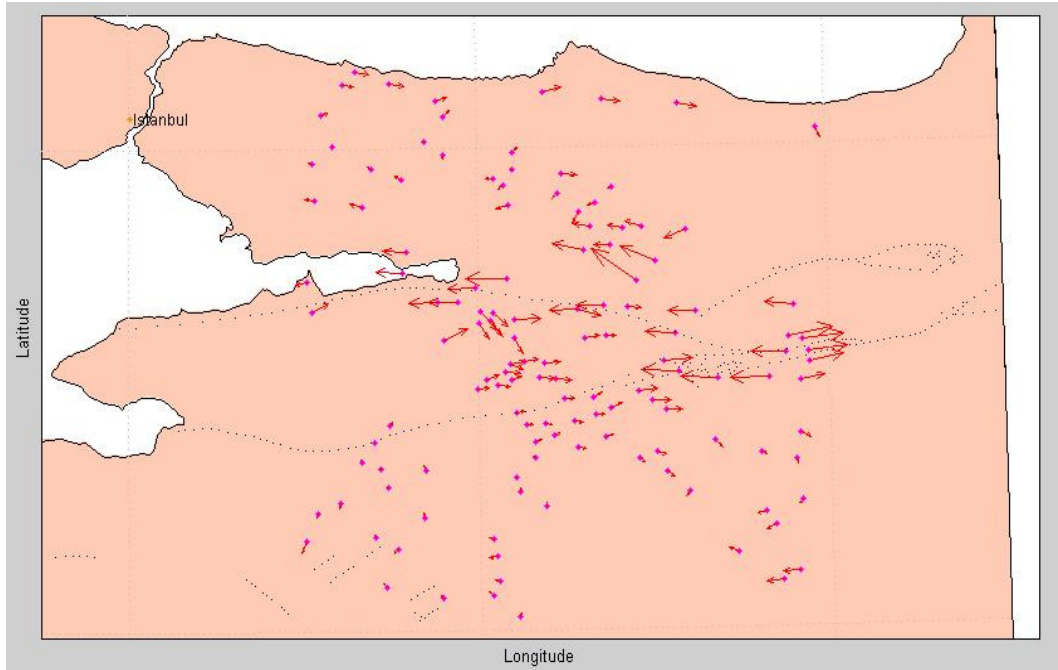
4.5.2.1 Faylar Dikkate Alınmadan Yapılan Transformasyonlar

Bu konuda ilk araştırma, koordinat farklarından fay hattının belirlenip belirlenemeyeceği hususu olmuştur.

Bunun için enlemler önce kuzeyden güneye ve sonra güneyden kuzeye 0.1 derece artırılmak suretiyle her seferinde yeni katılan dayanak noktaları kullanılarak transformasyon hesabı yapılmıştır. İç doğruluklar, transformasyon parametreleri ve bu parametrelerin uygulandığı kontrol noktalarının ITRF değerleri ile bunların dış doğrulukları ve karesel ortalama hataları, 5 metodla ayrı ayrı hesaplanmış ve yeni katılan noktaların transformasyona etkisi incelenmiştir. Elde edilen düzeltme vektörlerinin bir sınıf oluşturup oluşturmadıklarına bakılarak fay hatlarının yerleri ve plakaların hareket yönleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 4-4'te F23 - H25 paftaları arasında kalan 133 nokta için elde edilen transformasyon parametreleri, 18 kontrol noktası ile test edilmiştir. Her yöntem için elde edilen maksimum düzeltmeler, dış doğruluklar ve karesel ortalama hataları,

Tablo 4-4'te verilmiştir. Bu sonuçlar nokta nokta incelendiğinde, Helmert ve 2. derece polinom metodları ile hesaplanan maksimum düzeltmelerin, kabul edilebilir değerlerin çok üzerinde oldukları görülmektedir. Bu değerler, Helmert transformasyonunda, dayanak noktaları için $\max.v_x = 133.51$ cm, $\max v_y = 199.57$ cm ve kontrol noktaları için $\max. \varepsilon_x = -215.61$ cm, $\max. \varepsilon_y = -126.03$ cm'dir. Benzer şekilde 2. derece polinom için için $\max.v_x = 107.00$ cm, $\max v_y = 200.80$ cm ve kontrol noktaları için $\max. \varepsilon_x = 11.08$ cm, $\max. \varepsilon_y = 71.35$ cm'dir (Şekil 4-6). Diğer üç yöntem için hesaplanan kontrol noktalarının düzeltme değerleri ± 16.41 cm'yi geçmemektedir.



Şekil 4-7 133 nokta için 2. derece polinomla çözüm ve düzeltme vektörleri $\max \sim v_x, v_y = 2m$

Tablo 4-4 Uygulanan beş metodun F23-F24-F25,G23-G24-G25, H23-H24-H25 numaralı paftalarındaki 133 nokta için elde edilen transformasyon parametreleri ile 18 kontrol noktasının çözümü

Pafta F23-H25		Enlem	40°-41.5°	Nokta Sayısı	133	Kontrol Noktaları Sayısı	18		
		Boylam	29°-30.5°						
Yöntem	Parametreler		İç Doğrulukların Karesel Ortalama Hataları	Transformasyonda Kullanılan Noktaların Doğrulukları		Kontrol Noktalarının Doğrulukları (Dış Doğruluk)		Dış Doğrulukların Karesel Ortalama Hataları	
	γ cc (Dönüklük)	Λ ppm (Ölçek)	m_0 (cm)	Max v_x (cm)	Max v_y (cm)	Max ϵ_x (cm)	Max ϵ_y (cm)	$m_0\epsilon_x$ (cm)	$m_0\epsilon_y$ (cm)
Helmert	-7.00	10.00	0.99	133.51	199.57	-215.61	-126.03	307.43	252.86
Polinom				107.00	200.80	11.08	71.35	52.86	225.18
Minimum Eğrilik						14.92	14.92	14.07	16.35
Kriging						15.54	15.54	14.65	14.91
Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme						16.41	16.41	15.47	14.73

H23-H24-H25 paftalarında yer alan 52 dayanak noktasına 5 transformasyon metodu uygulanmış ve elde edilen parametrelerden 6 kontrol noktasının ITRF değerleri hesaplanmıştır. Tablo 4-5'te, hesaplanan maksimum düzeltmeler, dış doğruluklar ve karesel ortalama hatalar görülmektedir. Bunların, Tablo 4-4 ile karşılaştırılmasında çalışılan bölge küçülmesi halinde; özellikle 2. derece polinom için daha iyi sonuçlar alındığı görülmektedir. Burada $\max v_x = 18.84$ cm, $\max v_y = 24.32$ cm ve kontrol noktaları için $\max \epsilon_x = 29.50$ cm, $\max \epsilon_y = 8.11$ cm'dir. Helmert yönteminde de iyileşme görülmekle beraber, bölgenin geometrik yapısının uzun bir dikdörtgen olması nedeniyle (bkz.Bölüm 4.4.2.1.2.2), kabul edilebilir bir çözüme yine ulaşamamıştır. Burada düzeltmeler $\max v_x = 30.486$ cm, $\max v_y = 51.056$ cm ve kontrol noktaları için $\max \epsilon_x = -63.63$ cm, $\max \epsilon_y = -91.33$ cm olarak bulunmuştur. Ayrıca dikkat edilmesi gereken başka bir sonuç, diğer 3 enterpolasyon yönteminde dış doğrulukları her ne kadar kabul edilebilir gibi görünse de (10 cm'nin altında), kontrol noktaları için düzeltme değerlerinin oldukça büyük (160 cm'nin üzerinde) çıkmış olmasıdır.

Tablo 4-4 ve Tablo 4-5'te de görüldüğü gibi Helmert ve 2. derece polinom metodlarının transformasyonda uygulanmasından ortaya çıkan düzeltme ve diğer değerler beklenenden büyüktür. Bu sonuçlar dikkate alındığında büyük alanlarda, bu iki metodun beklenen doğruluklarda transformasyonu sağlayamayacağı görülmüştür.

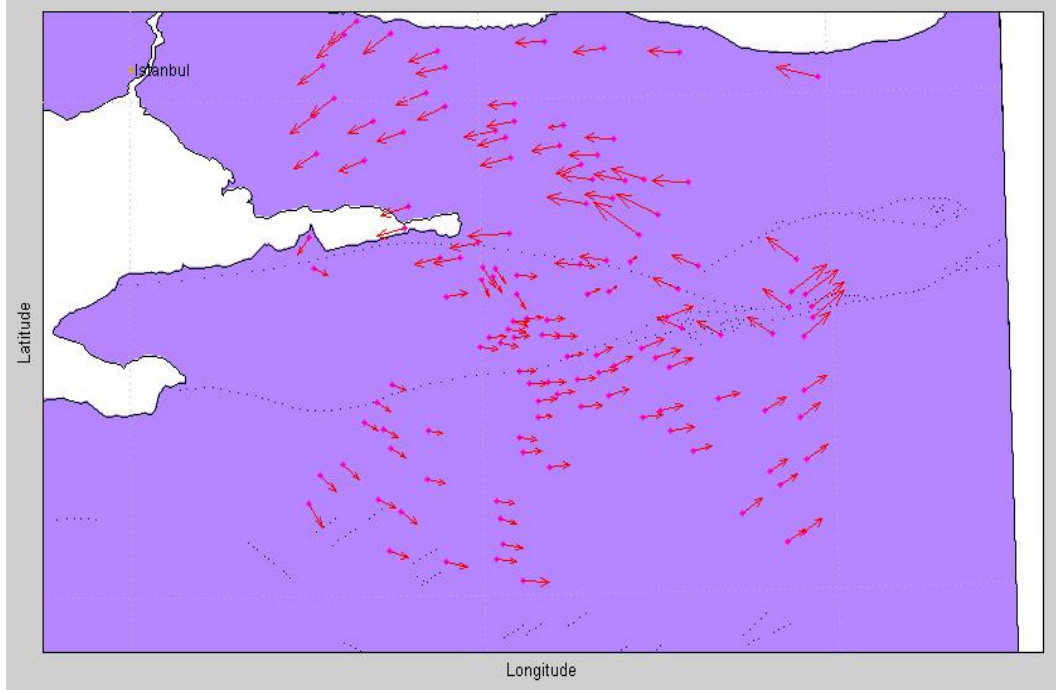
Tablo 4-5. Beş metodun H23-H24-H25 numaralı paftalardaki 52 nokta için elde edilen transformasyon parametreleri ile 6 kontrol noktası için çözümü

Pafta F23-H25		Enlem	40_40.5	Nokta Sayısı	52	Kontrol Noktaları Sayısı	6		
		Boylam	29_30.5						
Yöntem	Parametreler		İç Doğrulukların Karesel Ortalama Hataları	Transformasyonda Kullanılan Noktalara Ait Doğruluklar		Kontrol Noktalarının Doğrulukları (Dış Doğruluk)		Dış Doğrulukların Karesel Ortalama Hataları	
	Γ cc (Dönüklük)	Λ ppm (Ölçek)		m_0 (cm)	Max v_x (cm)	Max v_y (cm)	Max ϵ_x (cm)	Max ϵ_y (cm)	$m_0\epsilon_x$ (cm)
Helmert	1.69	10.00	20.522	30.486	51.056	-63.63	-91.33	101.35	100.88
Polinom				18.840	24.320	29.50	8.11	19.70	17.86
Minimum Eğrilik						304.02	240.16	9.42	8.52
Kriging						256.49	264.34	9.01	7.87
Doğrusal Enterpolsayonla Üçgenleme						160.60	201.11	8.02	8.18

4.5.2.1.1 Tüm Test Bölgesi İçin Helmert Benzerlik Transformasyonu İle Yapılan Transformasyon Sonuçlarının İrdelenmesi

Faylar dikkate alınmadan 133 nokta için yapılan transformasyonlar ve sonuçları, Tablo 4-4'te gösterilmiştir.

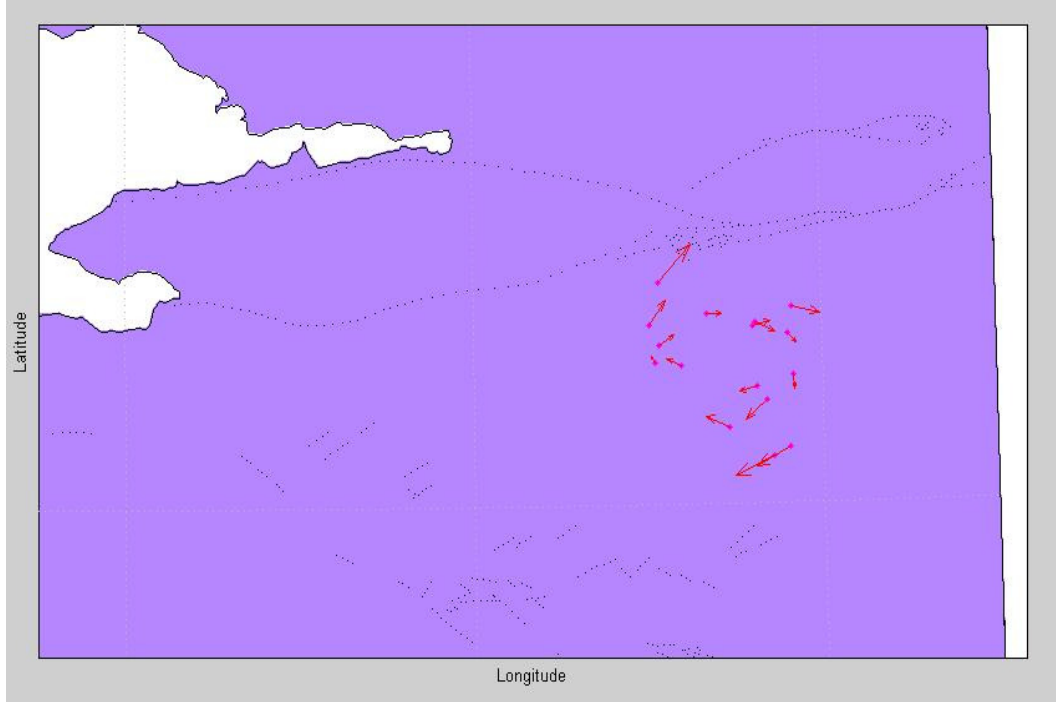
Yapılan bu hesaplamalarda Helmert benzerlik transformasyonu için elde edilen iç doğruluk vektörleri, Şekil 4-8'de görüldüğü gibi büyüklükleri itibariyle sınıflar oluşturacak şekilde dağılmışlardır. Ancak Şekil 4-8'de, hesaplanan düzeltme vektörlerinin dönel bir vektör grubu oluşturduğu görülmektedir. Helmert benzerlik transformasyonunun karakteristik bir özelliği olan bu durumu açıklamakta fayda vardır.



Şekil 4-8 Helmert benzerlik transformasyonu uygulanmış 133 nokta ve düzeltme vektörleri (max $\sim v_x, v_y = \pm 2m$)

ED50 ile ITRF'nin referans elipslerinin büyük eksenleri ve basıklıkları farklıdır (Bkz. Tablo 3-3). Büyük eksen farkı ve basıklık farkı enleme bağlı ölçek değişimi oluşturur. Oysa Helmert benzerlik transformasyonunda tek ölçek parametresi alınmaktadır. Bu durum geometriye uygun olmadığından düzeltmeler de sistematik bir gidiş olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, doğu – batı doğrultusunda ve faydan uzaklaştıkça değişen plaka hareketleri birlikte değerlendirildiğinde, Şekil 4-8' de görülen bir sistematik dönme belirlemektedir.

Helmert benzerlik transformasyonunun uygulanmasında, söz konusu farklar gözönüne alınarak çözüm yöntemleri geliştirilmek koşuluyla hesap yapılmaktadır. Bunun yanısıra, yapılan uygulamalar, Helmert benzerlik transformasyonunda paftalararası parametre farklarının çok fazla olduğunu göstermiştir. Bu durum, Şekil 4-9'a bakıldığında, işlem yapılan paftanın merkezinden dışarıya doğru gidildikçe, noktalara gelen düzeltme vektörlerinin büyümesinden anlaşılmaktadır.

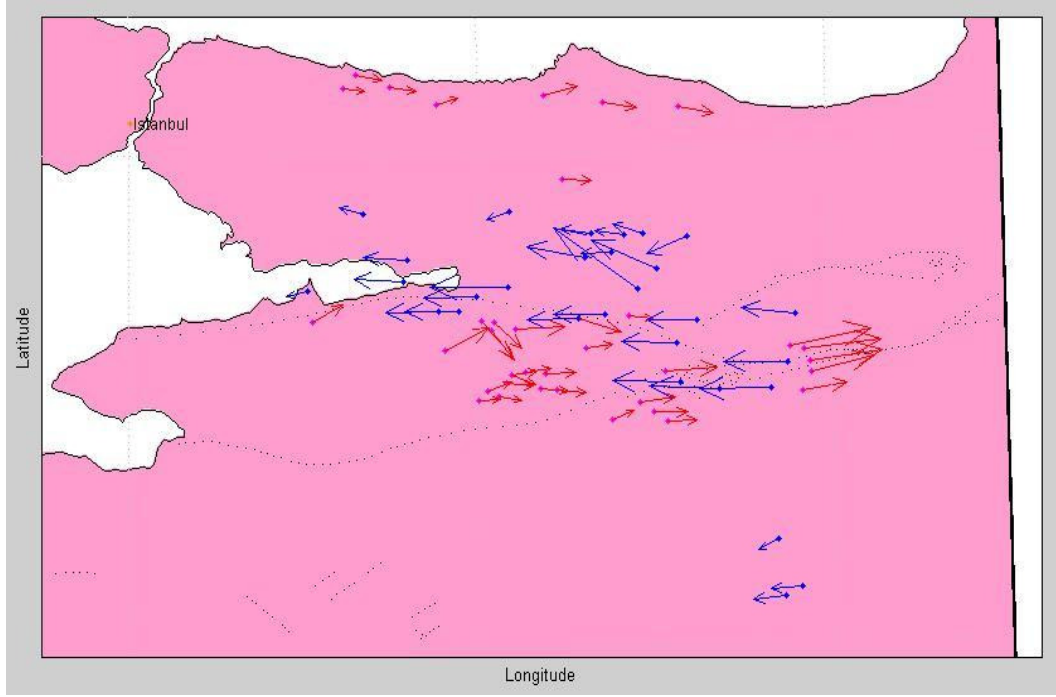


Şekil 4-9 Helmert benzerlik transformasyonunun H25 paftası noktalarına uygulanması

Bunun sonucu olarak, bundan sonraki bölümlerde yapılan uygulamalarda, Helmert benzerlik transformasyonun kullanılmamasına ve uygulamaya diğer 4 yöntemle devam edilmesine karar verilmiştir.

4.5.2.1.2 Tüm Test Bölgesi İçin 2. Derece Polinomla Transformasyon Sonuçlarının İrdelenmesi

Ele alınan bölgede, çalışmanın bu bölümünde fay hatlarının bilinmediği kabul edilerek yapılan 2. derece polinomla transformasyon işlemleri sonucunda, Şekil 4-10'da görüldüğü gibi dayanak noktalarına ait düzeltme vektörleri, KAF etrafında doğu-batı doğrultusunda bir sınıf oluşturmaktadır. Yaklaşık 50 cm'den 2 metreye kadar düzeltmeye sahip olan bu noktalar birer küme oluşturacak ve aslen bilinen fay atımlarına paralel olacak şekilde görüntülenmiş olup yönleri "yanal atım-doğu" ve "yanal atım-batı" olmak üzere iki grup olarak isimlendirilmiştir (Şekil 4-10).



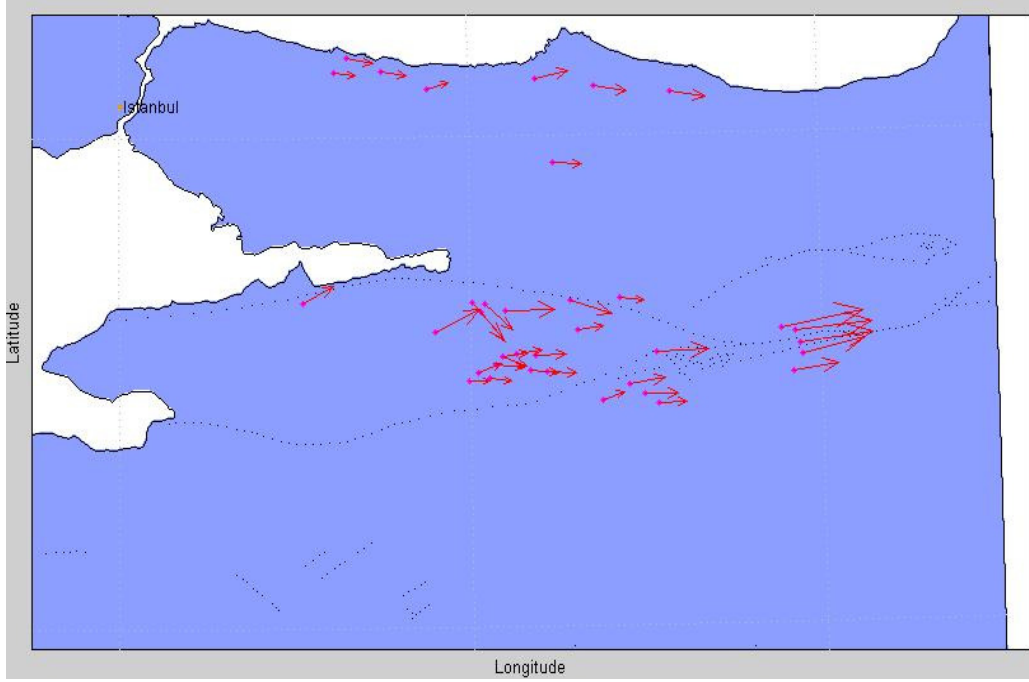
Şekil 4-10 Düzeltme değerlerine göre bir küme oluşturan noktalar aşağıdaki şekilde yanal atım-doğu kırmızı ve yanal atım-batı mavi ile gösterilmiştir.

Aşağıdaki **i**, **ii** ve **iii** alt başlıklarında, fay bölgesinde iki küme oluşturan bu noktaları kendi içinde transformasyona tabi tutup aralarında uygun bir enterpolasyon uygulayarak sürekli bir transformasyon yüzeyi (bütün yüzeyde geçerli olacak hücrel transformasyon parametreleri) elde edilip edilemeyeceği araştırılmıştır.

i. Yanal Atım-Doğu Bölgesinde Transformasyon Çalışmalarının İrdelenmesi

Yanal atım-doğu (Artı) olarak adlandırılan fay bölgesinde toplam 37 nokta vardır, (Şekil 4-11). Bunlardan 8'i 40.9° ve üzeri enlemlerde bulunmaktadır. Güneydeki diğer grupla arada büyük bir boşluk olduğundan adı geçen 8 nokta hesabın dışında bırakılmıştır. 29 nokta ile 2. dereceden polinomial transformasyon hesabı yapılmıştır. Buradan elde edilen transformasyon parametreleri, 1:5.000 ölçekli pafta köşe noktalarına uygulanarak gridleme gerçekleştirilmiştir. Bölge içinde kalan kontrol noktalarına, yukarıda 1:5000'lik köşe noktaları için elde edilen transformasyon parametreleri 3 değişik enterpolasyon yöntemiyle uygulanmıştır. Tablo 4-6'da bu uygulamanın sonuçları gösterilmiştir. Burada, dış doğruluk değerleri

ile iç doğruluk değerleri karşılaştırıldığında (~1-2 m), “beklenen değerler elde edilememiştir” denilebilir. Çünkü Tablo 4-6’da kontrol noktalarının maksimum dış doğruluk değerinin + X doğrultusunda 57.61 cm ve +Y yönünde 101.98 cm olduğu görülmektedir. Bunlar, beklenenden/istenenden çok daha büyük değerlerdir.



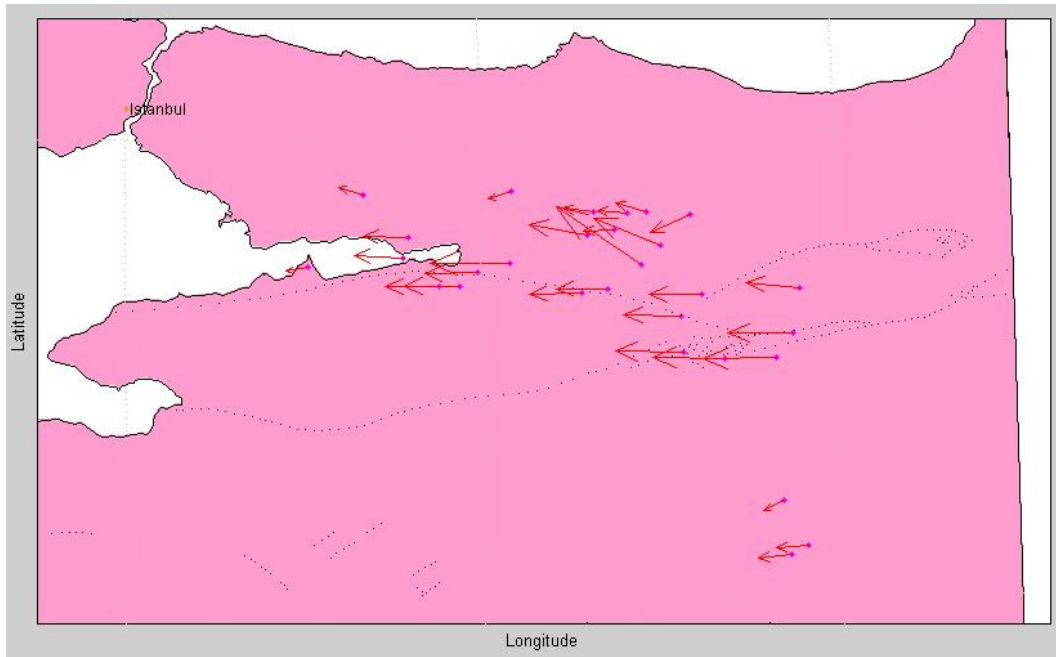
Şekil 4-11 Fay bölgesinde doğu-batı doğrultusunda doğu yönünde elde edilmiş "yanal atım-doğu" şeklinde adlandırılan düzeltmeler (maksimum $v_x, v_y \pm 2$ m.)

Tablo 4-6 Fay bölgesinde doğu yönündeki dayanak noktalarından 2. derece polinomla elde edilen 1/5000 ölçekli pafta köşe noktalarına ait transformasyon parametrelerinin üç enterpolasyon yönteminde kullanılarak kontrol noktaları için hesaplanan dış doğruluk değerlerinin karşılaştırılması.

Yöntem	Kontrol Noktası Sayısı	Maksimum ϵ_x (cm)	Maksimum ϵ_y (cm)	$m_0\epsilon_x$ (cm)	$m_0\epsilon_y$ (cm)
Minimum Eğrilik	10	57.61	101.98	29.10	57.80
Kriging	10	51.96	99.86	26.06	55.39
Doğrusal Enterpolasyon ile Üçgenleme	10	53.22	94.72	25.65	53.80

ii. Yanal Atım-Batı Bölgesinde Transformasyon Çalışmalarının İrdelenmesi

Bölüm i'dekine benzer bir uygulama, doğu-batı doğrultusu batı yönünde hareketli fay bölgesi noktaları için yapılmıştır, (Şekil 4-12). Burada, 29 noktadan şekli bozan ve ana gruptan uzak olan güneydeki 3 nokta çıkarıldıktan sonra 26 nokta kalmıştır. Bu noktalarla elde edilen sonuçlar Tablo 4-7'de verilmiştir.



Şekil 4-12 Fay bölgesinde doğu-batı doğrultusunda batı yönünde elde edilmiş "yanal atım-batı" şeklinde adlandırılan düzeltmeler ($\max\sim v_x, v_y = \pm 2m$)

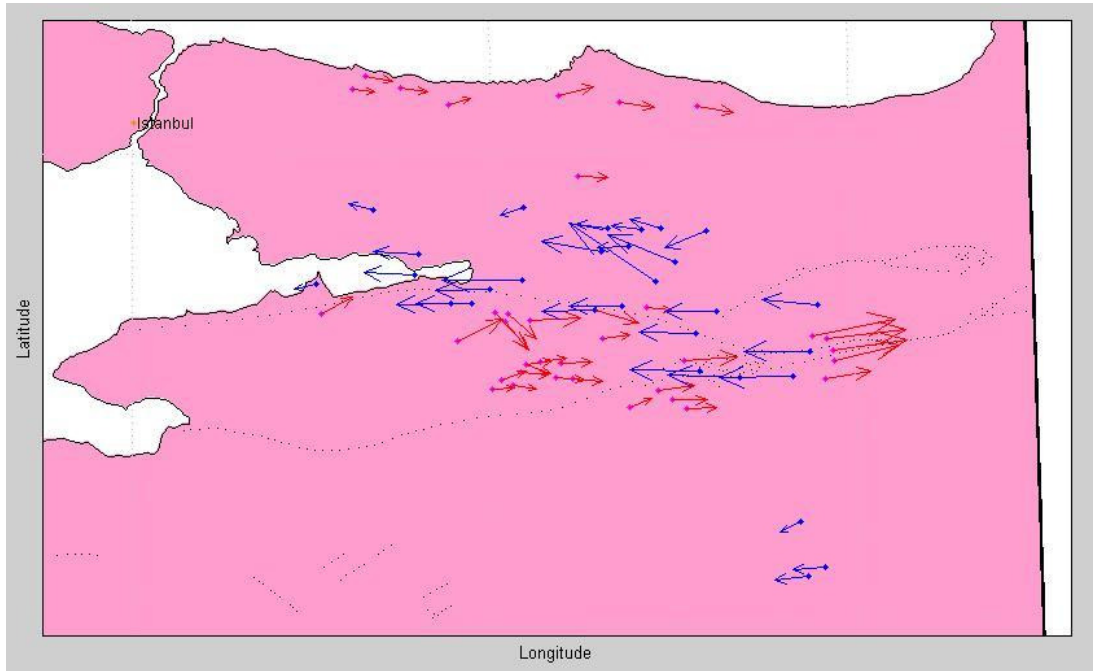
Tablo 4-7 Fay bölgesinde batı yönündeki dayanak noktalarından 2. derece polinomla elde edilen 1/5000 ölçekli pafta köşe noktalarına ait transformasyon parametrelerinin üç enterpolasyon yönteminde kullanılarak kontrol noktaları için hesaplanan dış doğruluk değerlerinin karşılaştırılması.

Yöntem	Kontrol Noktası Sayısı	Maksimum ϵ_x (cm)	Maksimum ϵ_y (cm)	$m_0\epsilon_x$ (cm)	$m_0\epsilon_y$ (cm)
Minimum Eğrilik.	6	67.05	-199.13	50.26	220.58
Kriging	6	68.84	-202.91	52.25	224.47
Doğrusal Enterpolasyon ile Üçgenleme	3	63.57	-188.33	48.98	212.68

Üç yöntemle 1:5000 ölçekli paftaların köşe noktalarının transformasyon parametreleri kullanılarak yapılan transformasyon hesabında, enlemler için (+X yönünde) maksimum 68.84 cm lik, boylamlar (-Y yönünde) için ise -202.91 cm lik dış doğruluk değerleri elde edilmiştir. Sonuç olarak, Tablo 4-7’de görüldüğü üzere buradaki dış doğruluk değerlerinin de bir önceki bölümdeki yanal atım-doğu için elde edilen değerler gibi dayanak noktalarının doğruluklarına bakıldığında kabul edilebilir olmadığı görülmektedir.

iii. Yanal Atım –Doğu-Batı Beraber Transformasyon Çalışmalarının İrdelenmesi

Doğu ve batı grupları birleştirilerek uygulama yapılırsa sonucun nasıl olacağını bulmak için Şekil 4-11 ve Şekil 4-12’deki tüm noktalar Şekil 4-13’te görüldüğü gibi birlikte değerlendirilmiştir.



Şekil 4-13 Fay bölgesi için yanal atım-doğu ve batı birlikte alınmıştır. Elde edilen düzeltme vektörleri (v) ($\max \sim v_x, v_y = \pm 2m$) büyüklüktedir.

Tablo 4-8 Yanal atım-doğu ve yanal atım-batı için 3 enterpolasyon yöntemiyle elde edilen dış doğruluk ve karesel ortalama hataları

Yöntem	Kontrol Nokta Sayısı	Maksimum ϵ_x (cm)	Maksimum ϵ_y (cm)	$m_0\epsilon_x$ (cm)	$m_0\epsilon_y$ (cm)
Minimum Eğrilik.	18	47.1	24.26	14.07	16.35
Kriging	18	49.12	20.13	14.65	14.91
Doğrusal Enterpolasyon ile Üçgenleme	18	49.09	32.1	15.47	14.73

Tablo 4-8'e bakıldığında üç gridleme yöntemi kullanılarak elde edilen dış doğruluk değerlerinin, aynı mertebede ve kabul edilebilir sonuçlar (maksimum 50 cm) olduğu belirlenmiştir. Dayanak noktalarının 2 parametrelili polinom yöntemiyle belirlenen iç doğruluklarının x ve y doğrultusunda maksimum ± 2 m olduğu düşünüldüğünde, Tablo 4-8'de yer alan kontrol noktaları için elde edilen dış doğruluk değerlerinin beklenen mertebede olmadığı söylenebilir.

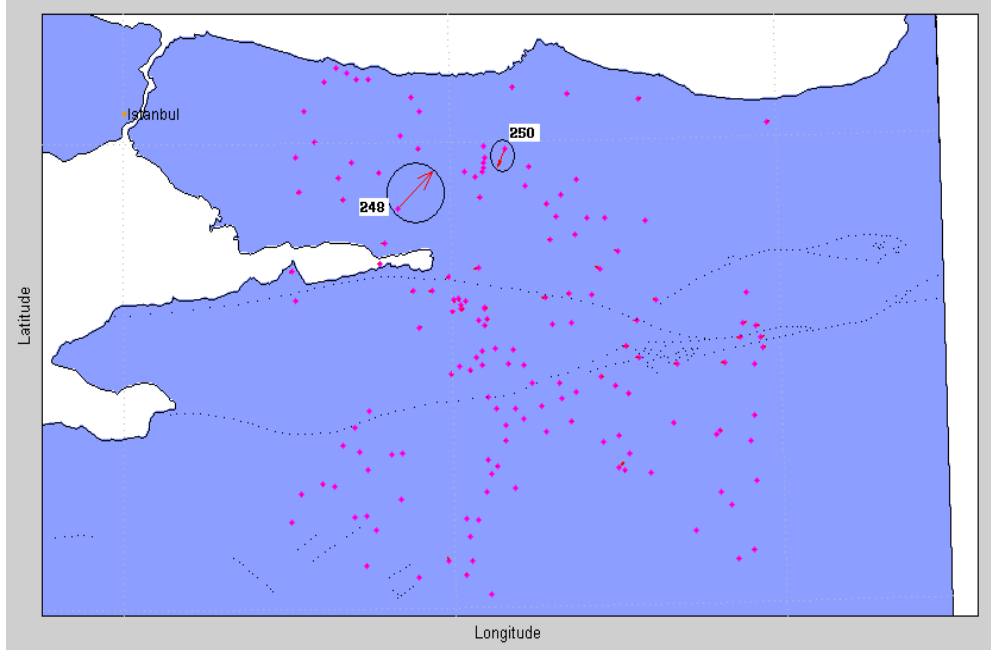
Bu sonuçlar;

- *Faylar dikkate alınmadan, eldeki dayanak noktalarından hareketle, transformasyon metodları kullanılarak fay hatlarının belirlenebileceğini göstermesi açısından önemlidir.*
- *Fay bölgesi için ters yönde hareket vektörlerine sahip olan dayanak noktaları grubuyla yapılan transformasyonda, kabul edilebilir transformasyon parametrelerinin elde edilemeyeceğini göstermiştir.*

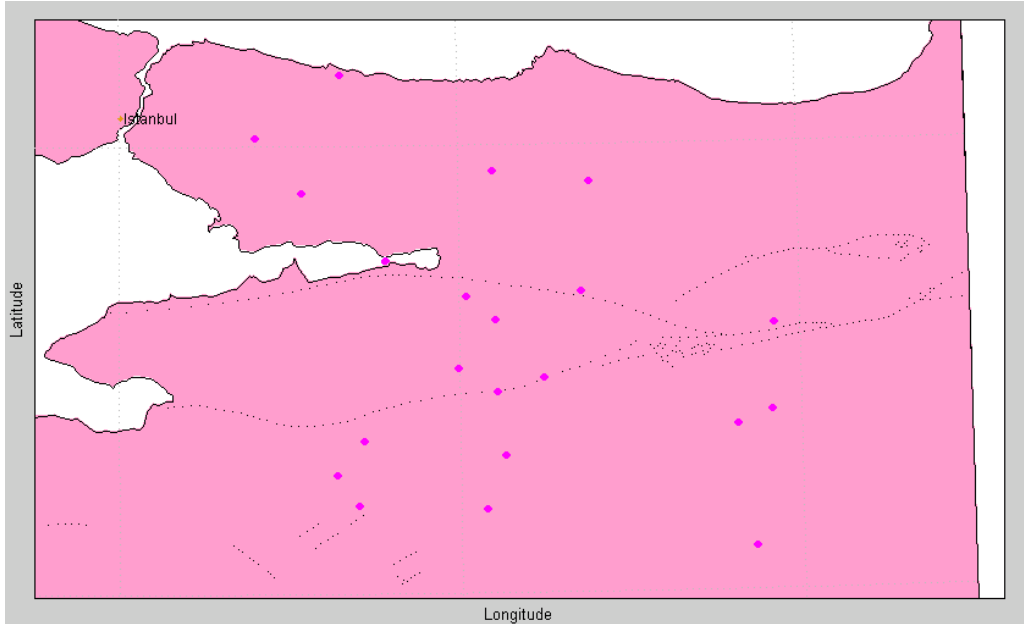
4.5.2.2 Faylar Dikkate Alınarak Yapılan Transformasyon Çalışmaları

Şekil 4-14'teki 248 ve 250 numaralı noktaların atılmasından sonra kalan 157 nokta, 137 dayanak noktası ve 20 adet kontrol noktası olacak şekilde ayrılmıştır. Dayanak noktaları, fay çizgilerine göre faysol=45 nokta, fayorta=37 nokta ve faysağ=55 nokta şeklinde gruplandırılmıştır. Kontrol noktaları ise faylara göre her grup içinde homojen dağılımlı olmak üzere faysol=9 nokta, fayorta=5 nokta ve faysağ=6 nokta

olarak alınmıştır, Şekil 4-15. Transformasyona dayanak olacak noktaların yaklaşık fay hattı üstünde olmamasına özen gösterilmiştir.

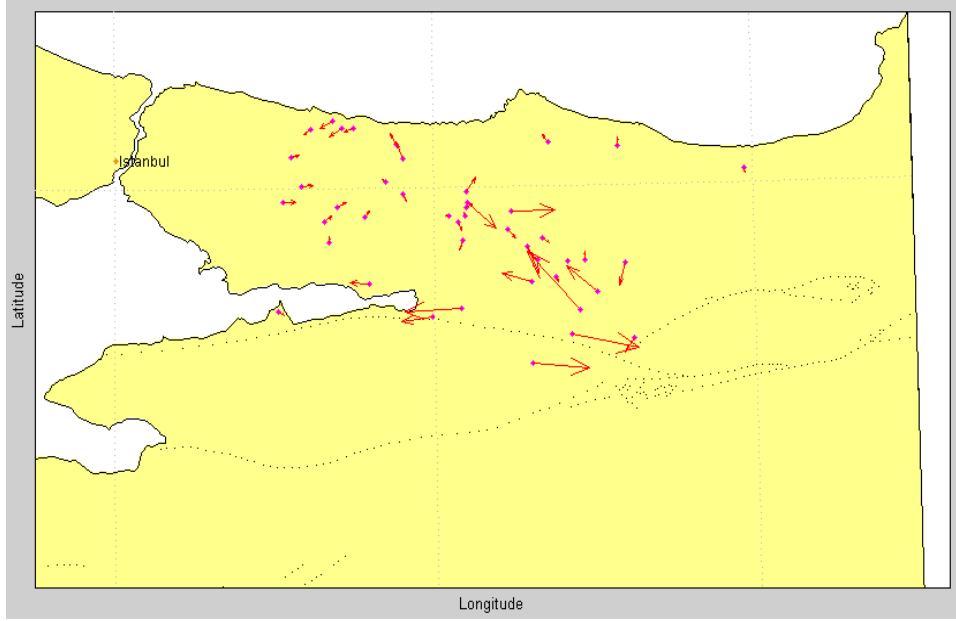


Şekil 4-14 159 noktanın görünüşü, hesap dışı kalan 248 ve 250 numaralı noktalar ve 2. derece polinomla hesaplanan düzeltmeleri (max. 13.5 m)

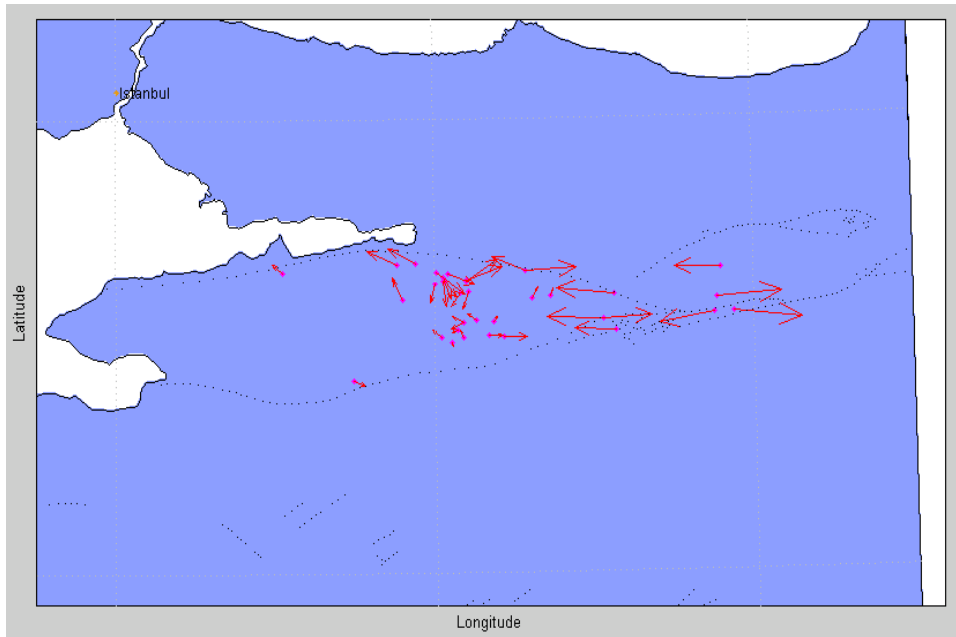


Şekil 4-15 – 20 adet kontrol noktasının dağılımı

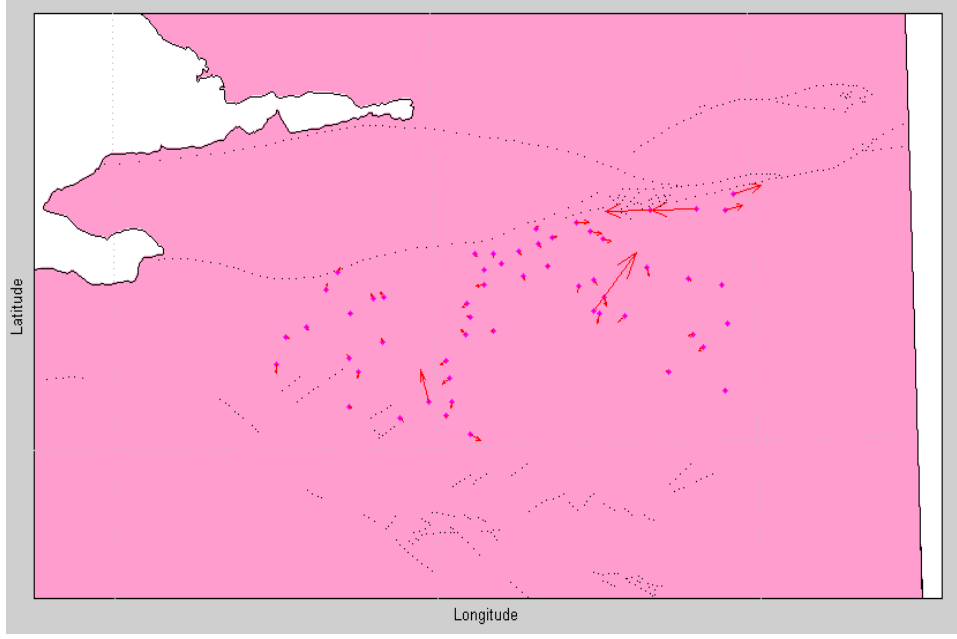
Şekil 4-16, Şekil 4-17 ve Şekil 4-18'e bakıldığında fay çizgilerinin kuzey ve güneyinde ~50 km civarına kadar fayın etkisi görülmektedir. Bu durum, transformasyonda fay bölgelerinin kesin sınırlarla birbirinden ayrılmadığını, birbiri içine girmiş bölgeler şeklinde düşünülerek transformasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu şekillerde yer alan düzeltme vektörleri v_x ve v_y maksimum ± 2 m civarındadır.



Şekil 4-16 - Faysol dilimindeki noktalar ve 2. derece polinom ile hesaplanmış düzeltme vektörleri ($\max \sim v_x, v_y = \pm 2m$)

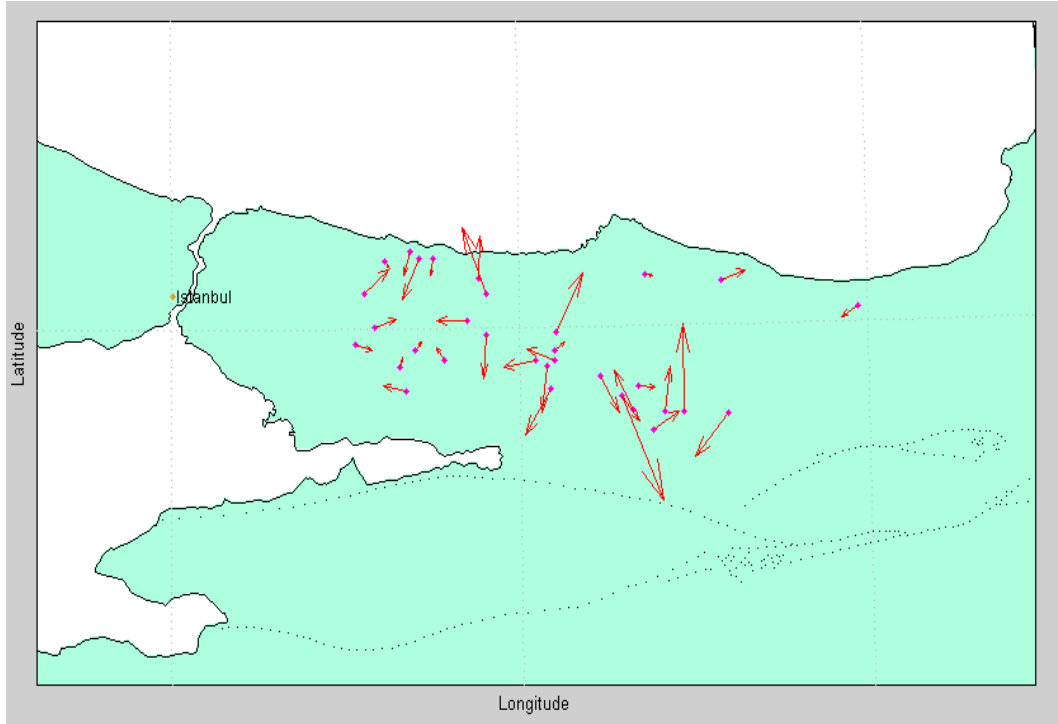


Şekil 4-17 - Fayorta dilimindeki noktalar ve 2. derece polinom ile hesaplanmış düzeltme vektörleri ($\max \sim v_x, v_y = \pm 2m$)

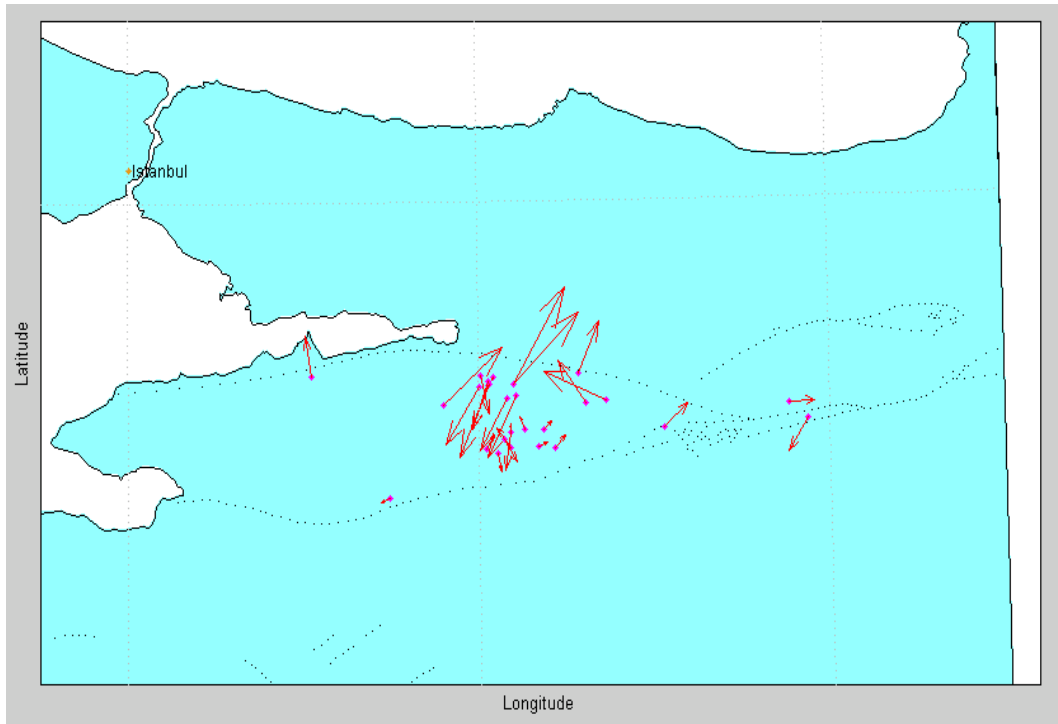


Şekil 4-18 - Faysağ diliminde bulunan noktalar ve 2. derece polinom ile hesaplanmış düzeltme vektörleri ($\max\{-v_x, v_y\}=\pm 2m$)

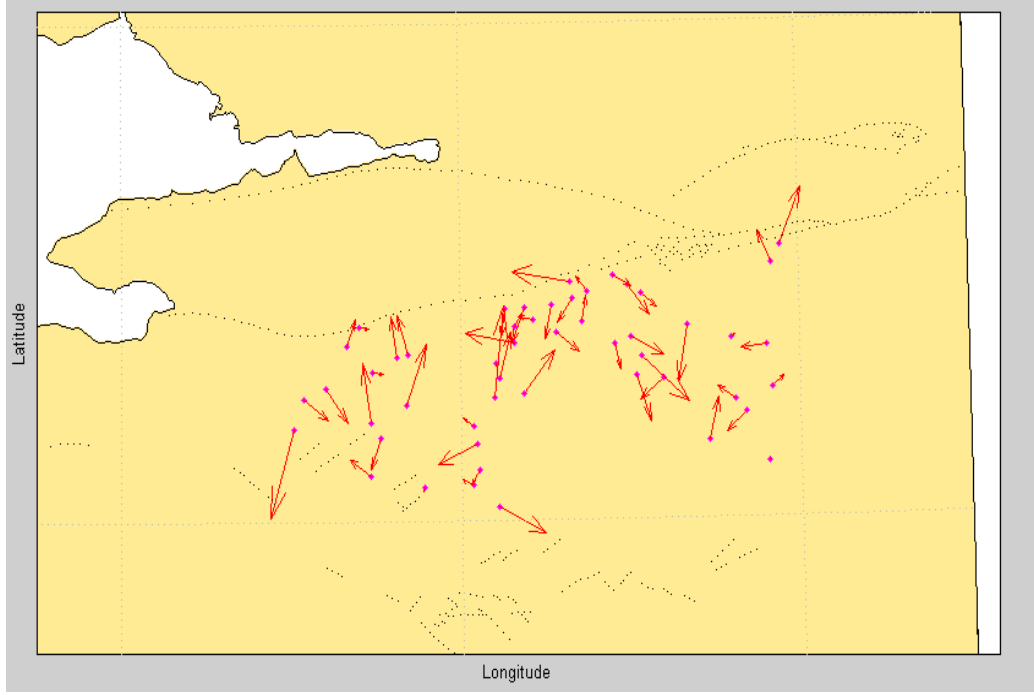
Fay çizgilerine göre ayrılmış nokta gruplarına 2. dereceden polinom metodu uygulanarak yapılan dengeleme sonucunda üç fay bölgesinin son nokta dağılımı ve elde edilen düzeltme vektörleri, Şekil 4-19, Şekil 4-20 ve Şekil 4-21’de görülmektedir. Hesaplanan düzeltme vektörleri artık faysol bölgesinde, yani ana fay çizgisinin kuzeyinde maksimum 18 cm, fayorta bölgesinde (iki ana fay çizgisinin ortası) 49 cm ve faysağ bölgesinde (fay çizgisinin güneyi) ise -28 cm dir. Burada düzeltmeler için ampirik olarak maksimum 50 cm kabulüne göre çalışılmıştır. Buna göre 50 cm üzerindeki noktalar uyumsuz olarak kabul edilmiştir.



Şekil 4-19 - Fay sol bölgesinde 2. derece polinom metodu ile dengeleme sonucunda kalan noktalar ve düzeltme vektörleri (max $\sim v_x, v_y = 18$ cm)



Şekil 4-20 - Fay orta bölgesinde 2. derece polinom metodu ile dengeleme sonucu kalan noktalar ve düzeltme vektörleri (max $\sim v_x, v_y = 49$ cm)



Şekil 4-21 - Fay sağ bölgesinde 2. derece polinom metodu ile dengeleme sonucunda kalan noktalar ve düzeltme vektörleri ($\max \sim v_x, v_y = -28$ cm)

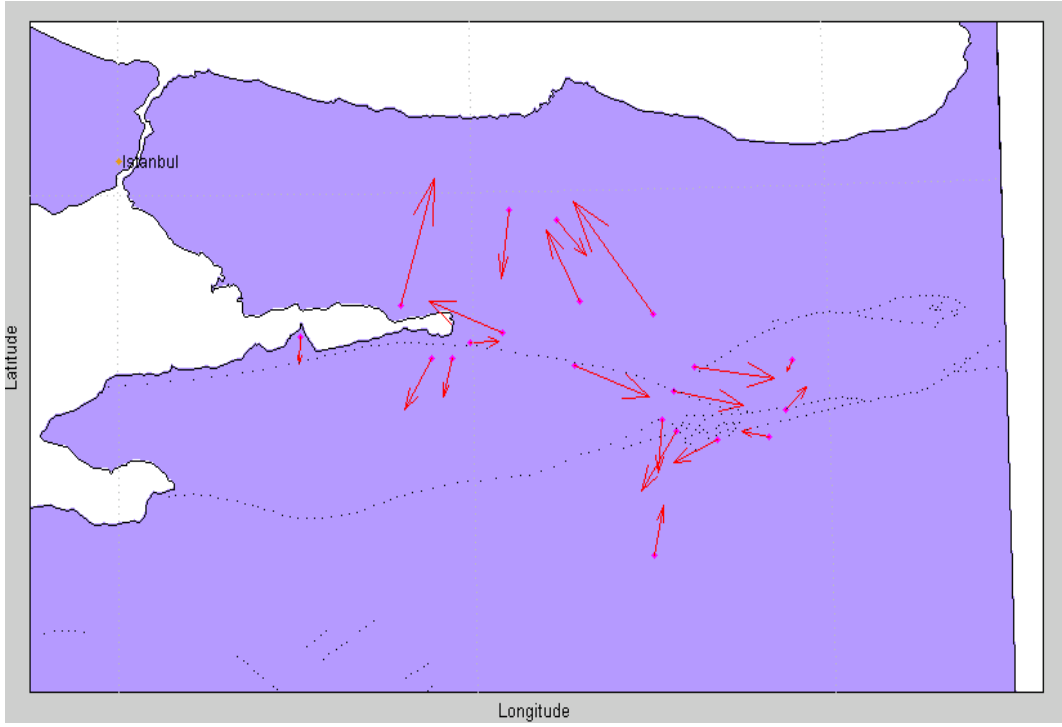
Aşağıda, 2. derece polinomla transformasyon sonucu düzeltme vektörlerinin büyüklüğüne bakarak (50 cm den büyük, -50 cm den küçük olmak üzere) bu bölgelerden hesap dışı bırakılan toplam 24 noktanın kendi içinde bir sınıf oluşturup oluşturmadığı kontrol edilmiştir. Bu noktaların dayanak noktası olarak kullanması halinde elde edilecek transformasyon parametrelerinin, problemlerin çözümünde anlamlı sonuçlar verip veremeyeceği uygulamalarla araştırılmıştır.

Tablo 4-9' da uyumsuz olduğu gerekçesiyle atılan 24 noktanın, transformasyonda kullanılacak Lambert konik projeksiyonundaki koordinatları ve 2. derece polinomda elde edilen doğruluk değerleri yer almaktadır. Şekil 4-22'de nokta dağılımının yanısıra bu noktalara ait yapılan transformasyon sonucu belirlenen doğruluk vektörleri görülmektedir.

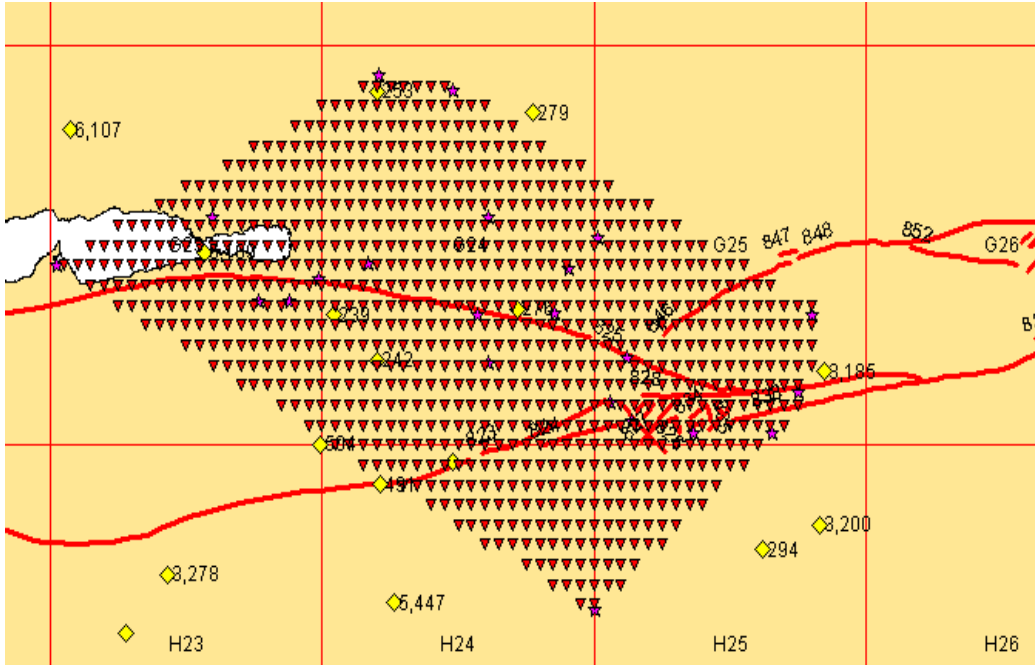
Tablo 4-9 Fay bölgesinde uyumsuz olduğu gerekçesiyle atılan noktalar ve 2. derece polinom uygulanarak elde edilen iç doğrulukları. Burada 4 adet doğruluk değeri olmayan nokta uyumsuz çıkmıştır.

No	ED50		ITRF		Düzeltilmeler	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	v _x (cm)	v _y (cm)
5712	522579,63	491009,39	522821,66	490989,93		
486	541262,23	536578,29	541503,44	536555,86	17,52	4,63
271	564765,71	553357,57	565008,61	553339,41	-7,95	-22,33
270	564160,91	565668,3	564403,86	565650,11	2,62	-13,61
272	567115,6	543827,97	567358,52	543809,82	-20,53	-18,75
273	569915,65	540581,24	570158,56	540563,08	-18,86	-2,00
269	569628,46	570090,5	569871,34	570072,28	8,07	11,07
5147	576563,92	521992,11	576806,8	521971,94		
268	575902,48	543763,55	576145,36	543745,35	-5,81	35,79
265	583174,79	520707,91	583417,72	520689,82	-11,49	38,41
5202	580228,98	572664,97	580471,71	572646,82	-4,16	-3,34
509	582850,36	532886,49	583093,33	532866,55		
6100	587351,34	487087,35	587594,24	487069,4	-17,80	-14,47
6101	587077,51	491809,63	587320,4	491791,69	-13,46	-4,98
274	588726,82	535264,45	588968,64	535247,29		
5720	591481,88	504196,74	591724,75	504179,51	11,43	-37,59
5143	592737,05	540217,52	592979,4	540200,07	40,27	-40,34
277	596740,29	523253,47	596982,97	523235,94	25,60	-16,93
256	614566,71	519077,79	614809,63	519058,74	-12,62	15,13
260	617555,4	507765,87	617798,73	507747,1	-23,96	-4,52
6095	589948,11	496531,41	590191,02	496513,52	0,49	14,30
5689	594499,1	456068,9	594742,03	456050,29	-9,63	-0,13
6108	599387,11	480550,73	599629,94	480532,84	44,77	18,53
267	580485,28	549135,91	580728,15	549117,73	-4,51	41,13

2. derece polinom metodu ile transformasyon sonucunda 4 nokta dışında 20 noktanın düzeltme vektörlerinin maksimum 44,77 cm olduğu sonucu elde edilmiştir. Buradan elde edilen transformasyon parametreleri kontrol noktalarına uygulanmıştır. Diğer 3 metodla yine benzer şekilde transformasyon parametreleri bulunmuş ve bu bölge içinde kalan 1:5000 lik pafta köşe noktalarına uygulanmıştır.



Şekil 4-22 - Fay bölgesinde uyumsuz olduğu için sol-orta ve sağ gruplarından çıkartılan ve grup oluşturduğu görülen 24 noktaya 2. derece polinom ile dönüşüm metodu uygulandığında kalan 20 noktanın ve hız vektörlerinin görünümü (maksimum $\sim v_x, v_y = 44$ cm)



Şekil 4-23 - Fay bölgesinde uyumsuz olmaları nedeniyle fay-sol, fay-orta ve fay-sağ gruplarından atılan ve kendi aralarında yeni bir grup oluşturan 20 dayanak noktası ve bu noktalar kullanılarak transformasyon parametreleri hesaplanan 1/5000 lik pafta köşe noktaları.

TEST

1:5000'lik pafta köşe noktaları için elde edilen transformasyon parametreleri kullanılarak kontrol noktaları üzerinde transformasyon işlemi yapılmıştır. Bunun için Şekil 4-23'te yer alan bölge içinde 10 kontrol noktası belirlenmiştir. Bunların bölge merkezinde, sınırlara yakın ve bölge dışında olmalarına özellikle dikkat edilmiştir.

Tablo 4-10 - Seçilmiş bölge içerisinde, sınırında veya çok az dışında yer alan kontrol noktaları

Nokta No	ED50_X	ED50_Y	ITRF_X	ITRF_Y
239	584603.45	498599.99	584846.89	498579.99
242	577943.43	504781.26	578186.90	504761.39
253	615212.68	507341.22	615455.54	507323.09
276	583583.00	527131.62	583825.89	527113.54
279	610686.67	531094.22	610929.58	531076.00
489	563095.84	515804.31	563338.85	515784.06
491	560567.27	504156.83	560810.23	504136.71
504	566809.99	495230.28	567052.95	495210.10
3185	572186.78	574215.60	572429.53	574193.99
6109	594703.10	479071.94	594945.93	479054.05

Tablo 4-10'deki kontrol noktaları için 3 yöntemde elde edilen dış doğruluk ve karesel ortalama hataları, Tablo 4-11'de görülmektedir. Şekil 4-23 ve Tablo 4-11'de görüldüğü gibi 10 kontrol noktasının bir kısmı sınır üstü veya çok az dışarıda olduğu halde minimum eğrilik yöntemi bir nokta (no.3185), Kriging yöntemi bir nokta (no.3185) çözemediği halde doğrusal enterpolasyonla üçgenleme yöntemi, diğerlerinin de çözemediği 3185 no'lu nokta ile birlikte toplam dört noktayı çözememiştir (no.279, 491, 504, 3185) (Tablo 4-11).

Tablo 4-12'de, dayanak noktaları ve 1:5000'lik pafta köşe noktaları için elde edilen transformasyon parametrelerinin kontrol noktalarına uygulanmasının sonuçları görülmektedir. Buna göre her üç yöntemde de gerek 20 noktadan elde edilen transformasyon ve gerekse 1:5000'lik pafta köşe noktaları için elde edilen transformasyon parametrelerinin kontrol noktalarına uygulanmasıyla elde edilen maksimum dış doğruluklar ile karesel ortalama hataları, aynı mertebededir ve beklenenden büyük değerlerdir. Burada dayanak noktalarının iç doğruluklarının yaklaşık olarak maksimum 2 m civarında sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 4-11 - Üç enterpolasyon yöntemi ile kontrol noktalarının transformasyonu sonucu elde edilen dış doğruluklar

Minimum Eğrilik				Kriging				Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme			
Model		Bilinen - Model		Model		Bilinen - Model		Model		Bilinen - Model	
X (m)	Y (m)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	X (m)	Y (m)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	X (m)	Y (m)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)
584846.30	498582.14	58.79	-215.29	584846.29	498582.10	59.58	-210.54	584846.28	498581.85	60.88	-185.81
578186.20	504763.16	69.93	-176.80	578186.18	504763.06	71.70	-166.73	578186.01	504762.46	88.54	-107.23
615455.99	507321.82	-44.68	127.03	615455.94	507322.56	-40.17	52.69	615455.96	507322.55	-42.35	53.98
583825.88	527113.65	1.39	-10.57	583825.79	527113.67	9.98	-12.50	583825.83	527113.61	5.72	-7.29
610929.01	531075.74	57.16	26.43	610929.38	531075.95	20.41	5.21	610686.67	531094.22		
563338.12	515784.25	73.18	-18.78	563338.25	515784.93	60.42	-86.73	563337.86	515784.03	99.45	3.50
560809.52	504136.71	70.75	0.09	560809.63	504137.37	59.94	-66.36	560567.27	504156.83		
567052.57	495211.19	37.92	-109.43	567052.53	495211.33	42.50	-122.51	566809.99	495230.28		
572186.78	574215.60			572186.78	574215.60			572186.78	574215.60		
594945.96	479054.03	-3.21	2.38	594945.94	479053.95	-1.42	9.54	594945.97	479053.92	-3.79	12.65

Dayanak noktalarının oluşturduğu çerçevenin sınırlarına yakın bölgelerde modelden elde edilen transformasyon parametreleri, beklenen doğrulukları vermemektedir. Sınırlarda minimum eğrilik ve Kriging yöntemleriyle sonuç elde edilebildiği halde doğrusal enterpolasyonla üçgenleme yönteminde sonuç elde edilememektedir.

Değişik yöntemlerin uygulanmasından elde edilen değerler aynı mertebede ve beklenen sınırlar içinde ise sonuçların anlamlı olduğunu söylemek mümkündür. Buna göre Tablo 4-11'de doğrusal enterpolasyonla üçgenleme için elde edilen bazı değerlerin ekstrapole olduğu söylenebilir.

Tablo 4-12 – Üç yöntemin Tablo 4-11’de görülen uygulama sonuçlarının, maksimum dış doğruluk ve çözebildikleri noktalar oranında karesel ortalama hataları

20 Noktanın Transformasyon Parametreleri Kullanılarak Kontrol Noktaları Üzerinde Minimum Eğrilik Uygulaması (cm)		
Maximum ϵ_x ve ϵ_y (cm)	73.18	127.03
Nokta Sayısı	9	9
$m_{0ex}-m_{0ey}$	53.15	108.98

20 Noktanın Transformasyon Parametreleri Kullanılarak Kontrol Noktaları Üzerinde Kriging Uygulaması (cm)		
Maximum ϵ_x ve ϵ_y (cm)	71.7	52.69
Nokta Sayısı	9	9
$m_{0ex}-m_{0ey}$	46.99	106.52

20 Noktanın Transformasyon Parametreleri Kullanılarak Kontrol Noktaları Üzerinde Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme Uygulaması (cm)		
Maximum ϵ_x ve ϵ_y (cm)	99.45	53.98
Nokta Sayısı	6	6
$m_{0ex}-m_{0ey}$	62.29	90.52

1:5.000’lik Pafta Köşe Noktaları İçin Elde Edilen Transformasyon Parametreleri Kullanılarak 10 Kontrol Noktası Üzerinde Minimum Eğrilik Uygulaması (cm)		
Maximum ϵ_x ve ϵ_y (cm)	73.76	168.28
Nokta Sayısı	9	9
$m_{0ex}-m_{0ey}$	52.78	114.98

1:5.000’lik Pafta Köşe Noktaları İçin Elde Edilen Transformasyon parametreleri Kullanılarak 10 Kontrol Noktası Üzerinde Kriging Uygulaması (cm)		
Maximum ϵ_x ve ϵ_y (cm)	71.7	52.75
Nokta Sayısı	9	9
$m_{0ex}-m_{0ey}$	46.84	106.98

1:5.000’lik Pafta Köşe Noktaları İçin Elde Edilen Transformasyon Parametreleri Kullanılarak 10 Kontrol Noktası Üzerinde Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme Uygulaması (cm)		
Maximum ϵ_x ve ϵ_y (cm)	99.24	53.86
Nokta Sayısı	6	6
$m_{0ex}-m_{0ey}$	62.23	90.60

Tablo 4-11 ve Tablo 4-12’deki sonuçlar, modelin sınırlarına yakın bölgelerde transformasyonun doğruluğunun azaldığını göstermektedir.

4.6 Hücre Tanımı ve Hücreyi Oluşturma, Aynı Merkezli Dış ve İç Hücre

4.6.1 Kontrol Noktası Merkezli Transformasyon

Çalışmada bu bölüme kadar üzerinde çalışılan yöntemlerin uygulanmasında en dikkat çekici nokta, çalışma bölgesi içerisinde merkez ve merkeze yakın bölgelerdeki transformasyonların daima daha tutarlı olduğu; sınırlarda ise ekstrapolasyonların meydana geldiği veya hiç hesaplanmadığıdır. Bu durum, bütün çalışma bölgesi transformasyon hesabında, pafta-pafta transformasyonda, faylara göre transformasyonda benzerdir.

Bunun yanısıra, elde edilecek transformasyon parametrelerinin uygulanacağı kontrol noktalarının daha işin başında çıkartılması, bütün bir çalışma bölgesi için değerlendirildiğinde fazla sayıda noktanın transformasyonun dışında kalmasına yol açmaktadır. Bu durum, zaten yeterli olmayan nokta sayısı ve dağılımında, kontrol noktalarının seçimini güçleştirmekte veya imkansızlaştırmaktadır.

Bu iki sorunun çözümünün, fiziki olarak “**nokta merkezli**” bir çalışma ile sağlanabileceği ve bu nokta merkezinin de “**kontrol noktası**” olabileceği düşünülmüştür. Yapılan çalışmaya da buna atfen “**kontrol noktası merkezli transformasyon**” adı verilmiştir. Bu amaçla, 2. derece polinomlarla transformasyon parametrelerini hesaplamak üzere geliştirilen yazılımın yeteneği şöyle artırılmıştır :

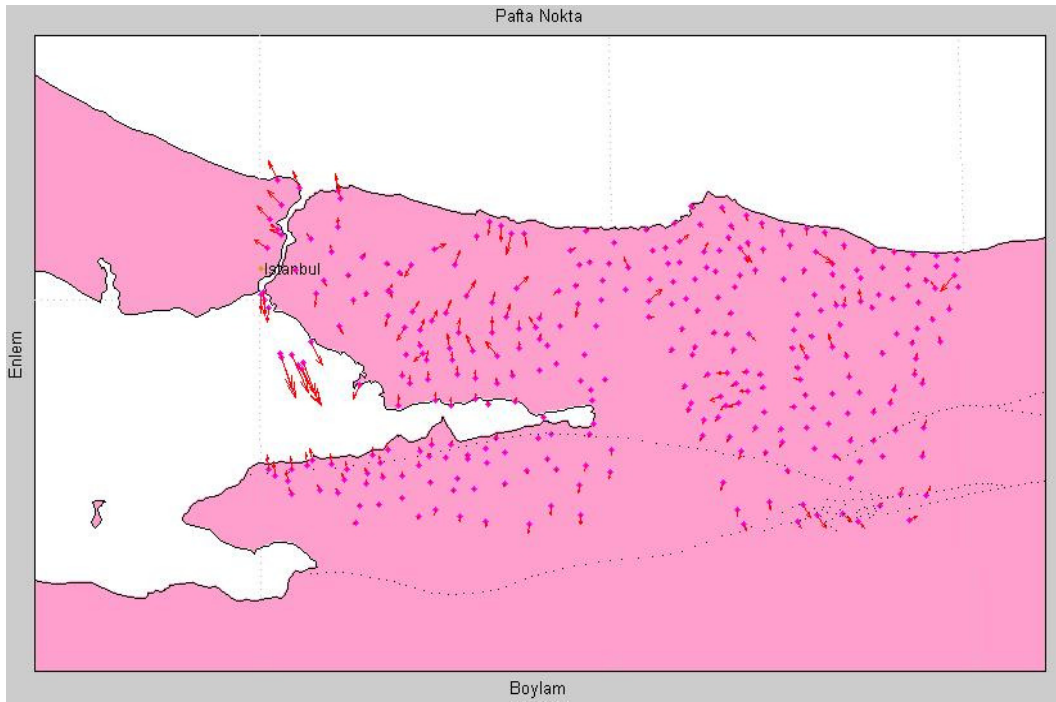
- a) Matlab’de geliştirilen yazılım, her seferinde dayanak nokta listesinden, listenin en başındaki noktayı kontrol noktası olarak ayırmaktadır.
- b) Program, bu noktanın etrafında ve bu nokta merkezli sanal 50 km x 50 km (1/100.000 ölçekli pafta kadar) lik bir hücre oluşturmakta, bu hücre içerisinde transformasyonda kullanılmak üzere minimum 7 nokta olup olmadığını kontrol etmekte; eğer yoksa hücre sınırlarını 0.1 derece genişleterek tekrar bu sayıya bakmaktadır.
- c) Transformasyon için gerekli sayının üzerinde özdeş nokta olduğu zaman 2. derece polinom katsayılarını hesaplayarak gerekli test (Pope), Delaunay üçgenlemesi, harita ve dayanak noktalarına ait düzeltme vektörlerinin çizimlerini yaparak sonuçta kontrol noktasınının ITRF koordinat değerlerini hesaplamaktadır.
- d) Transformasyon hesabı bu şekilde tamamlandıktan sonra başlangıçta ayrılan ve artık transformasyonu gerçekleştirilen kontrol noktasını listenin en sonuna eklemektedir.
- e) Program, bu işlemi çalışma bölgesindeki bütün dayanak noktaları için otomatik olarak tekrarlamakta ve bunu yaparken ayırdığı kontrol noktası merkez olacak şekilde hücreyi otomatik olarak kaydırmaktadır.
- f) Programın çalışması sonucu, her nokta için bilinen (mevcut verilerden elde edilen) parametre ile modelden elde edilen parametre değerleri ve bunların farkından gerçek hata ve dış doğruluk hesaplanmaktadır (Bölüm 3.3).

4.6.1.1 343 Adet Dayanak Noktası Kullanılarak Yapılan Transformasyon

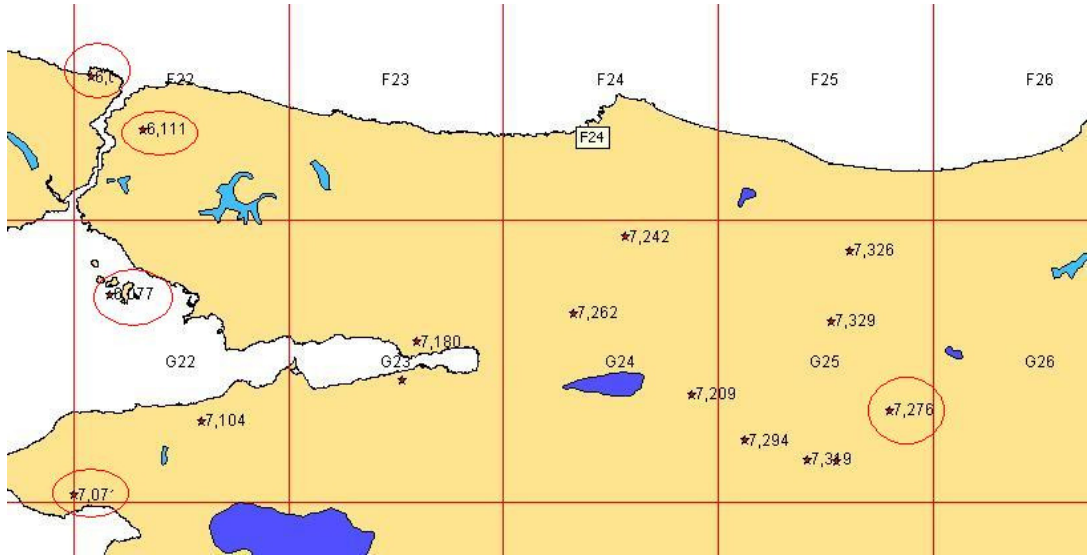
İstanbul Boğazı’nı da içine alacak şekilde F21-G25 paftaları arasında kalan paftalarda, 1999 Kocaeli depremi /Kocaeli Üniversitesi, 2003/ sonrası gerçekleştirilen Merlis projesi koordinat değerleri de dahil, toplam 343 nokta ile

çalışılmıştır. Bu noktalardan 16 tanesi kontrol noktası olarak seçilmiş, 5 adedi ise uyumsuz olduğu için hesabın dışında bırakılmıştır.

Şekil 4-24'te dağılımı görülen 322 noktaya dört transformasyon yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemler (2. derece polinom, minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal enterpolasyonla üçgenleme yöntemleri) ile bulunan transformasyon parametreleri, 16 adet kontrol noktasına uygulanmış ve dış doğruluk ve karesel ortalama hata hesapları yapılmıştır (Şekil 4-25, Tablo 4-13). 2. dereceden polinom metodu için bir bilgisayar programı yazılmıştır. Bu program, uyumsuz noktaları ayırmakta, elde edilen transformasyon parametrelerini kontrol noktalarına uygulayarak dış doğruluk ve karesel ortalama hatalarını hesaplamaktadır.



Şekil 4-24 Otomatik işlenen 322 noktanın dağılımı ve 2. derece polinom metodu ile elde edilen düzeltme vektörleri (max $v_x, v_y \pm 15$ cm)



Şekil 4-25 16 adet kontrol noktası

Tablo 4-13 16 kontrol noktası

Sıra	Nokta No.	ED50_Lambert Orijinal Veri		ITRF_Lambert Orijinal Veri	
		X	Y	X	Y
1	7180	599387.09	480551.02	599629.91	480532.76
2	7182	592022.98	477350.92	592265.79	477332.66
3	7242	617403.88	522749.71	617646.77	522731.5
4	7262	603055.93	511698.32	603298.8	511680.12
5	7209	585660.15	533829.02	585903.04	533810.89
6	7326	611979.13	566521.47	612222.04	566503.32
7	7329	598387.92	562158.88	598630.82	562140.73
8	7276	580228.71	572664.89	580471.64	572646.77
9	7294	575902.43	543763.58	576145.39	543745.33
10	7319	571385.49	555849.5	571628.4	555831.35
11	7318	570765.71	561522.29	571008.6	561504.15
12	6007	656133.98	420850.34	656377.03	420832.13
13	6111	644958.92	430266.46	645201.94	430248.13
14	6077	613033.84	421075.4	613277.21	421056.84
15	7104	586819.95	437256.75	587062.73	437238.45
16	7071	574214.12	411117.7	574456.88	411099.39

Şekil 4-25 ve Tablo 4-13'e bakıldığında alan büyük olduğu için bölge sınırlarına yaklaştıkça 2. derece polinom yönteminde kontrol noktaları için elde edilen dış doğrulukların büyüdüğü görülmektedir. Özellikle 6077 no.lu nokta için $\epsilon_x = 34.25$

cm ve $\varepsilon_y = -21.46$ cm; 6007 no.lu nokta için $\varepsilon_x = -17.88$ cm ve $\varepsilon_y = 11.12$ cm ve 6077 no.lu nokta için $\varepsilon_x = 34.25$ cm ve $\varepsilon_y = -21.46$ cm gibi büyük değerler dikkat çekmektedir.

6007 ve 7071 no.lu noktalar minimum eğrilik yöntemiyle hiç hesaplanamamıştır.

6111 için $\varepsilon_x = 4.24$ cm ve $\varepsilon_y = 4.03$ cm, 6077 için $\varepsilon_x = 0.39$ cm ve $\varepsilon_y = -1.54$ cm gibi kabul edilebilir değerler elde edilmiştir.

Tablo 4-14 322 dayanak noktası kullanılarak 16 kontrol noktası için 4 yöntemle elde edilen ITRF koordinat değerlerinin dış doğrulukları

Nokta No	2. Derece Polinom		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme	
	ε_x (cm)	ε_y (cm)	ε_x (cm)	ε_y (cm)	ε_x (cm)	ε_y (cm)	ε_x (cm)	ε_y (cm)
7180	-1.99	0.69	0.02	-0.19	0.16	-0.24	0.17	-0.01
7182	-0.69	0.66	0.13	-0.01	0.39	-0.06	0.55	0.16
7242	2.38	1.10	-1.19	0.93	-1.08	0.81	-1.00	0.61
7262	2.21	2.58	-0.44	-0.47	-0.36	-0.71	-0.24	-0.27
7209	3.21	4.38	-0.38	-1.76	-0.51	-1.78	-0.96	-2.16
7326	-2.01	0.56	1.11	-0.29	0.53	-0.33	0.51	-0.47
7329	-3.41	-0.43	-0.03	0.34	0.14	0.26	0.21	0.40
7276	-5.43	-1.96	-1.59	0.02	-1.31	-0.40		
7294	8.43	-10.69	-2.54	4.80	-2.77	4.98	-2.18	3.93
7319	-0.57	-3.56	-1.29	0.68	-0.31	-0.03	-1.12	0.31
7318	-4.86	-3.68	-0.20	1.28	0.55	1.01	0.96	0.86
6007	-17.88	11.12						
6111	-11.55	-0.75	4.24	4.03	3.90	5.72	3.93	4.76
6077	34.25	-21.46	0.39	-1.54	0.45	0.03	0.27	1.22
7104	-5.63	2.09	0.17	-0.42	0.06	-0.63	0.00	-0.71
7071	-4.74	4.27						

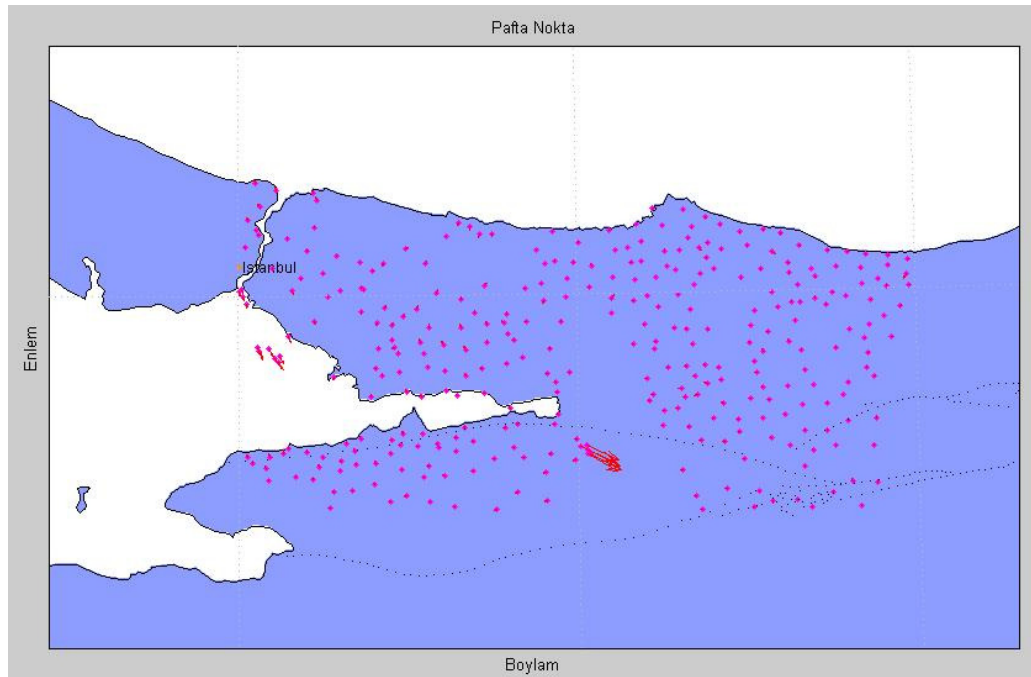
Minimum eğrilik yöntemine benzer şekilde Kriging yönteminde de 6007 ve 7071 numaralı noktalar hesaplanamamış; 6111 için $\varepsilon_x = 3.90$ cm ve $\varepsilon_y = 5.72$ cm, 6077 için $\varepsilon_x = 0.45$ cm ve $\varepsilon_y = 0.03$ cm ve yine üçgenleme yönteminde 7276, 6007 ve 7071 numaralı noktalar hesaplanamamış 6111 ve 6077 numaralı noktalar önceki yöntemlerle aynı mertebede sonuçlar vermiştir. 6007 nin yanısıra 6111 ve 6077 numaralı noktaların 2. derece polinomda ekstrapole olduğu, diğer yöntemlerle

hesaplanan dış doğruluk değerlerinin aralarındaki uyumsuzluktan anlaşılabilir. Sınırdaki veya bölge dışında kalan noktaların minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal enterpolasyonla hesaplanamadığı da açıkça ortadadır.

Sonuç olarak, sınırlarda veya sınırlara yakın bulunan kontrol noktaları (Şekil 4-25), 6007, 6077, 7071'ya ekstrapole olmuş veya hiç hesaplanamamış, buralarda uygulanan yöntemler arasındaki uyuşumun ortadan kalktığı ortaya çıkmıştır.

4.6.1.2 343 Noktadan Kontrol Noktası Merkezli Çözüm Bölgeleri Ayırarak Yapılan Transformasyon

Bölüm 4.6.1'de tanımlanan program kullanılarak Şekil 4-26'da dağılımı görülen 343 noktanın, kontrol noktası merkezli bir çözüm bölgesi ile transformasyon hesapları yapılmıştır.



Şekil 4-26 343 noktanın dağılımı

Küçük bir kısmının orijinal verisi Tablo 4-15'te yer alan 343 noktayı yazılan 2. derece polinom yöntemi programı, tek tek kontrol noktası olarak seçmekte ve bu kontrol noktası etrafında 1:100.000'lik pafta büyüklüğünde veya otomatik olarak daha büyük olabilen (transformasyon için gerekli minimum 7 dayanak noktasını

sağlayana kadar) sanal çözüm bölgesi oluşturmaktadır. Bu çözüm bölgesindeki dayanak noktaları kullanılarak 2. derece polinom yönteminin yanısıra diğer 3 yöntemle de transformasyon hesabı yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4-16'da gösterilmiştir.

Tablo 4-15 Kontrol noktalarının orijinal verileri

Sıra No	Nokta No	Ed50 Lambert Konik Projeksiyonu Orijinal Veri		ITRF Lambert Konik Projeksiyonu Orijinal Veri	
		X	Y	X	Y
1	6117	638853.69	476246.93	639096.82	476228.70
2	245	624549.07	486663.40	624791.91	486645.16
3	246	633596.66	490076.02	633839.49	490057.69
4	6095	589948.11	496531.41	590191.02	496513.52
5	243	579369.62	505479.15	579613.06	505459.22
6	507	576563.98	521992.05	576806.8	521971.86

Tablo 4-16'da görüldüğü üzere 6095 ($\epsilon_x = -32.42$ cm, $\epsilon_y = 174.64$ cm) ve 243 ($\epsilon_x = 27.46$ cm, $\epsilon_y = 3.12$ cm) numaralı noktalar kabul edilebilir olmayan, aynı mertebede dış doğruluk değerleri vermiştir. Bu iki nokta, ya sınırda (no. 243) veya etrafında bu noktalara yakın dayanak nokta olmaması nedeniyle (no. 6095) ekstrapole olmuştur. Bu durum 4 yöntemde de göze çarpmaktadır.

Tablo 4-16 Kontrol noktalarının dört yöntemle hesaplanan dış doğruluk değerleri

Nokta No	2. Derece Polinom		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Entropolasyonla Üçgenleme	
	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)
6117	14.67	6.43	7.12	5.38	6.89	6.48	8.44	7.43
245	-6.25	-2.48	-9.24	-7.78	-8.89	-3.80	-8.88	-3.90
246	-0.02	-14.07	9.39	-11.24	2.34	-11.10		
6095	-32.42	174.64	-57.67	166.51	-47.77	155.01	-48.25	166.50
243	27.46	3.12	15.80	0.24	19.74	-0.04	13.85	-0.45
507	-11.45	-17.64	-6.04	-2.25	-6.59	-2.63	-6.38	-3.07

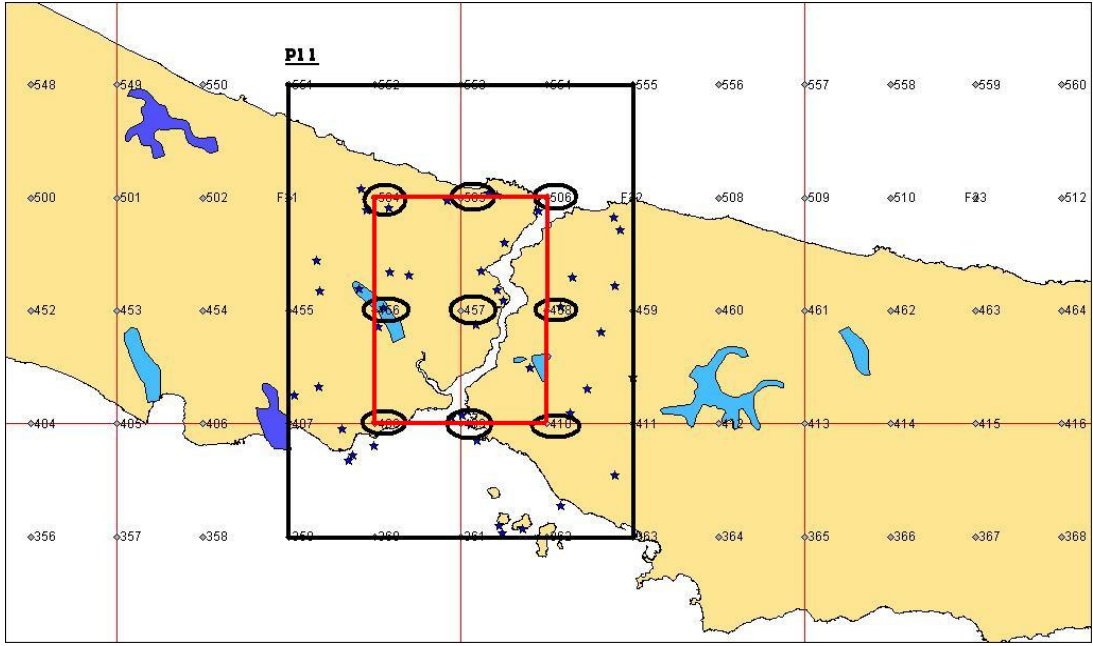
Tablo 4-16 incelendiğinde, 2. derece polinom, minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal entropolasyonla üçgenleme yöntemleriyle elde edilen dış doğrulukların birbirlerine yakın fakat beklenenden büyük olduğu görülmektedir.

4.6.2 Hücre Tanımı

Bölüm 4.4, Bölüm 4.5'deki uygulamalarda elde edilen sonuçlar çözümden uzaktır. Pafta köşe noktalarının transformasyon parametrelerinin doğru, güvenilir ve sürekli olarak belirlenmesinde izlenecek yolun saptanması hala önemli bir sorundur. Bu uygulamalarda, hesaba esas olan çözüm bölgelerinin kenarlarına gidildikçe ekstrapolasyon meydana gelmekte ve modellemenin gücünün zayıflaması nedeniyle problemler oluşmaktadır.

Bu nedenle, bir çözüm bölgesinin aynı merkezli içiçe iki hücre olarak alınması küçük (içteki) hücre içindeki köşe noktalarının hesaplanması araştırılmıştır. Esasen bakıldığında dıştaki hücre 1:100.000 lik bir pafta'nın (50 km x 50 km), içteki hücre ise 1:50.000 lik bir pafta'nın genişliğinde (25 km x 25 km) alınabilir. 25 adet 1:25.000'lik pafta köşe noktası içeren dıştaki hücrenin içerisindeki bütün özdeş noktalar kullanılarak elde edilen transformasyon parametreleri, içerideki hücrenin kenar ve içinde kalan toplam 9 adet 1:25.000'lik pafta köşe noktasının transformasyonu için kullanılabilir. Böylece yukarıda sözü edilen ekstrapolasyonun engellenebileceği düşünülmüştür.

Çalışmada 50 km x 50 km genişliğindeki bu alana “**hücre**” denilmiştir. Böylece elde edilecek transformasyon parametrelerine de “**hücresel transformasyon parametreleri**” adı verilmiştir. Şekil 4-27'de örnek olarak P11 hücresi ve bu hücre içerisinde, sınırlarındakiler dahil, 9 adet köşe noktasını içeren P11 ile aynı merkezli 2. hücre görülmektedir. Bu hücrelerin alanı değişebilir, büyüyebilir veya küçülebilir.



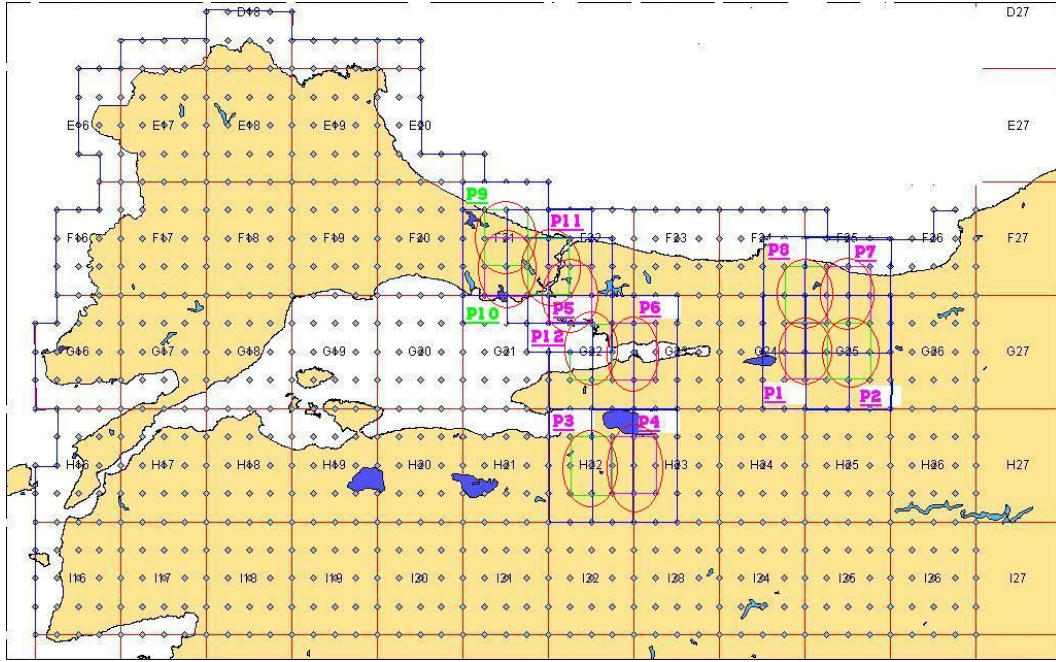
Şekil 4-27 Aynı merkezli dış (siyah çerçeve) ve iç (kırmızı çerçeve) hücreler. Dış hücre sınırları içinde mevcut özdeş noktalardan (yıldızla gösterilmiş) elde edilecek hücresel transformasyon parametreleriyle hesaplanacak 9 adet 1/25.000'lik pafta köşe noktası (işaretlenmiş)

4.6.3 Dinamik Hücre Tanımı

Transformasyonda sürekliliğin sağlanması için Bölüm 4.5'te tanımlanan ve Şekil 4-27'de P11 ile gösterilen örnek hücre hareket ettirilerek, her harekette seçilen pafta köşe noktaları için transformasyon parametrelerinin hesaplanması araştırılmıştır. Bu hareket hücrenin sağa-sola, aşağı-yukarı maksimum iki adet 1:25.000'lik köşe noktası kadar ötelenmesidir. Bu şekilde bir köşe noktası en az iki kez; bir kısmı ortak bir kısmı farklı olan dayanak noktaları kullanılarak hesaplanmış olmaktadır. Her hesapta dört yöntem de kullanılmaktadır. Böylece gerçekleştirilen uygulamanın güvenilirliği ve sürekliliği araştırılmaktadır. Hücre, gereğinde transformasyonda kullanılacak minimum nokta sayısını sağlamak veya değişik karakterdeki fay hatlarını dikkate alabilmek için büyütülüp küçültülebilmektedir. Bütün bu özellikleriyle ortaya çıkan bu hareketli hücre, artık **“dinamik hücre”** olarak adlandırılabilir. Sonuçta, bir köşe noktasının koordinatları ve transformasyon parametreleri, en az iki kez ve her seferinde dört yöntemle hesaplanmaktadır.

Marmara Bölgesi için bu durum genelleştirilerek Şekil 4-28'deki pafta bölümlenmesi oluşturulmuştur. Bu şekilde, 1:100.000'lik pafta bölümlenmesi ve içindeki 1:25.000'lik pafta köşe noktaları görülmektedir.

Böylece, tanımlanan dinamik hücre yardımıyla ve yazılan otomasyonla, bütün yüzey üzerinde dolaşarak düzensiz dağılmış özdeş noktalar, sırası geldikçe kullanılarak, hücresel transformasyon parametreleri belirlenebilir. Bu parametrelerin enterpolasyonda kullanılmasıyla daha önce ED50 datumunda Lambert konik projeksiyonunda koordinat değerleri hesaplanan 1:25.000'lik köşe noktalarının ITRF koordinat değerleri hesaplanabilir. Buradan transformasyonda kullanılacak ED50 ve ITRF datumlarında koordinat değerleri ve Tx, Ty farkları bilinen 1:25.000'lik köşe noktalarının oluşturduğu transformasyon parametreleri gridi oluşturulacaktır. Şekil 4-28'de, bu grid ve hesaplanacak bazı köşe noktaları da hücre kodlarıyla (P1, P2, ..., P11, P12) görülmektedir.



Şekil 4-28 Marmara bölgesinde hesaplanması planlanan 1/25.000 lik pafta köşe noktaları dağılımı ve örnek olarak hesaplanan köşe noktaları (P1...P12)

Şekil 4-28'de özellikle sınırlarda (deniz kenarları ve diğer ülkelerle ortak sınır çizgisi boyunca) 1:25.000'lik köşe noktalarının hesaplanması için geliştirilmiş örnek durum görülmektedir.

4.7 Marmara Bölgesi'nde Transformasyon Parametreleri Grid Verisinin Hesaplanması

Bölüm 4.6.3'de tanımlanan dinamik hücre yardımıyla, Şekil 4-28'de görülen 1:25.000'lik pafta köşe noktalarının meydana getirdiği grid yüzeyde, her köşe noktası için 4 yöntemle hücresel transformasyon parametreleri hesaplanmaya çalışılmıştır.

Örnek hesapta, Şekil 4-28'de görülen P1 ve P2 hücrelerinde bulunan köşe noktaları için 4 yöntemle transformasyon parametreleri hesaplanmıştır. Parametre değerleri aynı mertebede olan köşe noktalarının için, dört yöntemde elde edilen parametre değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak kesin parametre değeri belirlenmiştir.

Tablo 4-17 Hücre yardımıyla dört yöntemle hesaplanan transformasyon parametreleri ve bunlardan türetilen ortalama transformasyon parametre değerleri

Hücre No.	Köşe Nokta No.	2. Derece Polinom		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme		Aritmetik Ortalama	
P1	372	242,88	-18,16	242,90	-18,21	242,90	-18,20	242,90	-18,21		
	373	242,88	-18,16	242,88	-18,16	242,88	-18,16	242,88	-18,16	242,88	-18,16
	374	242,87	-18,15	242,79	-18,12	242,81	-18,12	242,80	-18,12	242,82	-18,13
	324	242,88	-18,14	242,88	-18,11	242,88	-18,12	242,88	-18,11	242,88	-18,12
	325	242,89	-18,15	242,87	-18,13	242,87	-18,14	242,87	-18,13	242,88	-18,14
	326	242,89	-18,14	242,89	-18,15	242,89	-18,15	242,89	-18,15		
	276	242,89	-18,16	242,90	-18,15	242,89	-18,16	242,90	-18,16	242,90	-18,16
	277	242,90	-18,17	242,90	-18,18	242,90	-18,18	242,90	-18,18	242,90	-18,18
	278	242,91	-18,16	242,92	-18,20	242,92	-18,20	242,92	-18,20		
P2	374	242,87	-18,15	242,80	-18,12	242,81	-18,13	242,80	-18,12		
	375	242,89	-18,15	242,91	-18,14	242,91	-18,14	242,91	-18,14		
	376	242,91	-18,14	242,92	-18,15	242,92	-18,15	242,92	-18,14		
	326	242,89	-18,15	242,89	-18,15	242,89	-18,15	242,89	-18,15	242,89	-18,15
	327	242,89	-18,14	242,90	-18,15	242,90	-18,15	242,90	-18,15	242,90	-18,15
	328	242,91	-18,12	242,91	-18,13	242,91	-18,13	242,92	-18,13	242,91	-18,13
	278	242,91	-18,17	242,92	-18,21	242,92	-18,20	242,92	-18,20	242,92	-18,20
	279	242,91	-18,15	242,92	-18,14	242,91	-18,14	242,92	-18,14	242,91	-18,14
	280	242,91	-18,13	242,92	-18,12	242,92	-18,12	242,92	-18,13	242,91	-18,13

Kullanılan yöntemlerde belirlenen değerlerin birbiriyle uyuşmadığı 372, 326, 278, 374, 375, 376 (278 noktasının parametreleri P2'de kesinleşmiş) gibi noktalarda ise,

hücre kaydırılarak veya boyutu değiştirilerek hesaplamalar tekrar edilemiştir. Bunlardan örnek olarak 372 ve 278 numaralı noktaların, değişik hücrelerde dört yöntemle dörder kez hesaplanmış değerleri Tablo 4-18 ve Tablo 4-19’da görülmektedir. Yöntemlerin birbiriyle en uyumlu sonucu verdiği ;

- 372 için P21,
- 278 için P2

hücrelerinde elde edilen değerler bu noktaların kesin transformasyon parametreleri olarak belirlenmiştir.

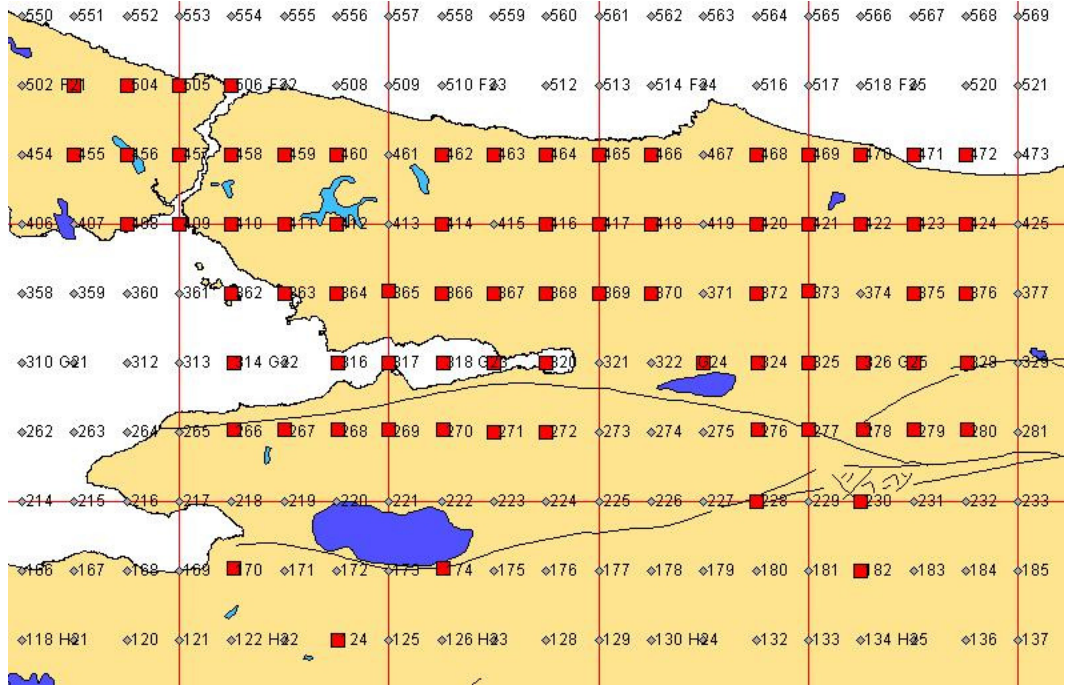
Tablo 4-18 372 numaralı noktanın değişik hücrelerde dört yöntemle elde edilen parametre değerleri

Hücre No.	Köşe Nokta No.	2. Derece Polinom		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme		Aritmetik Ortalama	
P1	372	242,88	-18,16	-242,90	18,21	-242,90	18,20	-242,90	18,21	242,89	-18,20
P8	372	242,88	-18,16	-242,90	18,21	-242,90	18,20	-242,90	18,21	242,90	-18,20
P15	372	242,9	-18,22	-242,90	18,21	-242,90	18,20	-242,90	18,21	242,90	-18,21
P21	372	242,88	-18,17	-242,89	18,18	-242,89	18,18	-242,89	18,18	242,89	-18,18

Tablo 4-19 278 numaralı noktanın değişik hücrelerde dört yöntemle elde edilen parametre değerleri

Hücre No.	Köşe Nokta No.	2. Derece Polinom		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme		Aritmetik Ortalama	
P1	278	242,91	-18,16	-242,92	18,20	-242,92	18,20	-242,92	18,20	242,92	-18,19
P2	278	242,91	-18,17	-242,92	18,21	-242,92	18,20	-242,92	18,20	242,92	-18,20
P21	278	242,9	-18,06	-242,92	18,20	-242,92	18,20	-242,92	18,20	242,91	-18,17
P22	278	242,9	-17,99	-242,92	18,21	-242,92	18,20	-242,92	18,20	242,91	-18,15

İlk hesaplamalara ilişkin anlamlı değerlere sahip 1:25.000’lik köşe noktaları dağılımı Şekil 4-29’da gösterilmiştir.

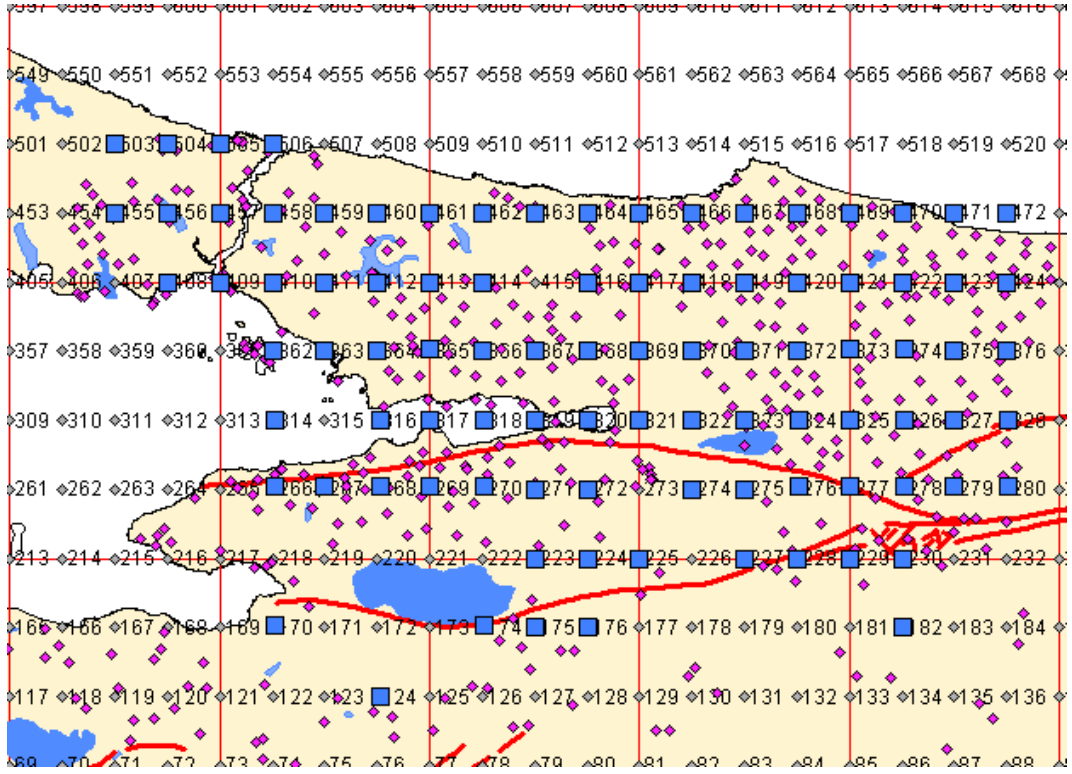


Şekil 4-29 Transformasyon parametreleri hesaplanmış, 1/25.000 lik pafta köşe noktaları dağılımı (kırmızı noktalar)

Şekil 4-29'da henüz parametreleri kesinleşmemiş 467, 419, 371, 321, 322, 274, 275, 223, 224, 226, 227, 175 ve 176 numaralı köşe noktalarının, yukarıdaki örneklerde olduğu gibi, hücre kaydırmayla ve bulunduğu konuma göre hücre boyutlarının değiştirilmesiyle transformasyon parametre değerleri tekrar hesaplanmıştır.

Şekil 4-29'da görülen kuzey ve güney fay çizgilerinin her ikisi birden aynı hücre içinde bulunması halinde hesaplanan transformasyon parametrelerinde ekstrapolasyonlar ve dört yöntemle elde edilen değerler arasında uyumsuz sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle hücre boyutu değiştirilirken özellikle ilgili hücreye tek bir fay çizgisi alınmaya çalışılmıştır (Ek – E'de P28, P29, P30 ve P31).

Transformasyon parametreleri kesinleşen köşe noktaları dağılımı Şekil 4-30'te görülmektedir.



Şekil 4-30 467, 419, 371, 321, 322, 274, 275 ve 227 köşe noktalarının tekrar ele alınarak anlamlı değerlerinin elde edilmesi sonrasında yeni, kesinleşmiş 1:25.000 lik pafta köşe noktaları dağılımı

Tablo 4-18'de, Şekil 4-30'da dağılımı gösterilen anlamlı (mavi noktalar) 95 adet 1:25.000'lik pafta köşe noktasından rastgele seçilmiş 21'inin numaraları, Lambert konik projeksiyonunda elde edilmiş ED50 - ITRF koordinatları ve transformasyonda kullanılacak öteleme parametreleri (Tx ve Ty) görülmektedir.

Şekil 4-30'da Gemlik Körfezi'nden Düzce'ye doğru uzanan güney fay çizgisinin üst ve altındaki 219, 220, 221, 222, 171, 172, 177, 178 gibi bazı köşe noktalarının dört ayrı yöntemle hesaplanan transformasyon parametreleri, bu noktalara yakın yeterli ve homojen dağılmış dayanak noktaları olmadığından, bunlar arasında yeterli uyum sağlanamamıştır (Ek - E). Bu nedenle de transformasyon parametreleri kesinleştirilememiştir.

Tablo 4-20 Transformasyonda kullanılmak üzere dört yöntemle önce öteleme parametreleri hesaplanmış, sonra bunların ortalamaları alınmış, 1:25.000'lik pafta köşe noktalarının bir kısmı

No.	ED50 Lambert Konik Projeksiyonu		ITRF Lambert Konik Projeksiyonu		Lambert Projeksiyonunda Hücrel Transformasyon Parametreleri	
	ED50_x	ED50_y	Kuzey	Doğu	Tx (m)	Ty (m)
124	542656.48	440692.38	542899.7150	440672.7337	243.23	-19.65
174	554984.45	462878.48	555227.4118	462858.7290	242.96	-19.75
182	549507.55	547625.34	549750.6806	547606.0499	243.13	-19.29
266	585754.67	422623.52	585997.4465	422605.1944	242.78	-18.33
269	583425.65	454270.09	583668.4300	454251.7999	242.78	-18.29
272	581227.02	485925.97	581469.8434	485907.7374	242.82	-18.23
279	576604.14	559822.96	576847.0548	559804.8172	242.91	-18.14
314	599597.76	423670.97	599840.7873	423652.5438	243.03	-18.43
318	596526.92	465792.44	596769.7245	465774.1544	242.80	-18.29
321	594375.64	497394.26	594618.4786	497376.0324	242.84	-18.23
326	591079.52	550082.79	591322.4104	550064.6387	242.89	-18.15
363	612654.10	435228.28	612897.1958	435209.9485	243.10	-18.33
367	609646.55	477277.86	609889.3814	477259.5866	242.83	-18.27
372	606211.96	529862.02	606454.8457	529843.842	242.89	-18.18
408	628903.99	404787.94	629147.2707	404769.7125	243.28	-18.23
417	622084.43	499223.19	622327.3059	499204.9231	242.88	-18.27
424	617587.47	572726.85	617830.3839	572708.7055	242.91	-18.14
461	638822.44	458232.29	639065.4188	458213.8995	242.98	-18.39
468	633930.71	531576.96	634173.609	531558.7339	242.90	-18.23
472	631452.03	573508.22	631694.9492	573490.0471	242.92	-18.17
505	655781.13	417410.11	656024.218	417391.9226	243.09	-18.19

Tablo 4-18'de yer alan Lambert konik projeksiyonundaki değerlerin, coğrafi enlem/boylam koordinat değerlerine ters dönüşümleri Tablo 4-19'da ve Gauss-Krüger projeksiyonundaki sağa/yukarı değerlerine ters dönüşümleri Tablo 4-22'de görülmektedir.

Tablo 4-21 Transformasyon parametreleri Tablo 4-18'de belirlenmiş köşe noktaları için Lambert projeksiyonundan coğrafi koordinatlara ters dönüşüm değerleri

No.	ED50_Elipsoit Coğrafi Koordinatları		ITRF_Elipsoit Coğrafi Koordinatları	
	Enlem (°)	Boylam (°)	Enlem (°)	Boylam (°)
124	40.250	29.375	40.24901	29.37456
174	40.375	29.625	40.37402	29.62457
182	40.375	30.625	40.37402	30.62460
266	40.625	29.125	40.62402	29.12457
269	40.625	29.500	40.62402	29.49958
272	40.625	29.875	40.62402	29.87459
279	40.625	30.750	40.62403	30.74962
314	40.750	29.125	40.74903	29.12457
318	40.750	29.625	40.74903	29.62458
321	40.750	30.000	40.74903	29.99960
326	40.750	30.625	40.74903	30.62462
363	40.875	29.250	40.87403	29.24957
367	40.875	29.750	40.87403	29.74959
372	40.875	30.375	40.87403	30.37461
408	41.000	28.875	40.99904	28.87456
417	41.000	30.000	40.99904	29.99959
424	41.000	30.875	40.99904	30.87462
461	41.125	29.500	41.12404	29.49958
468	41.125	30.375	41.12404	30.37460
472	41.125	30.875	41.12404	30.87462
505	41.250	29.000	41.24904	28.99956

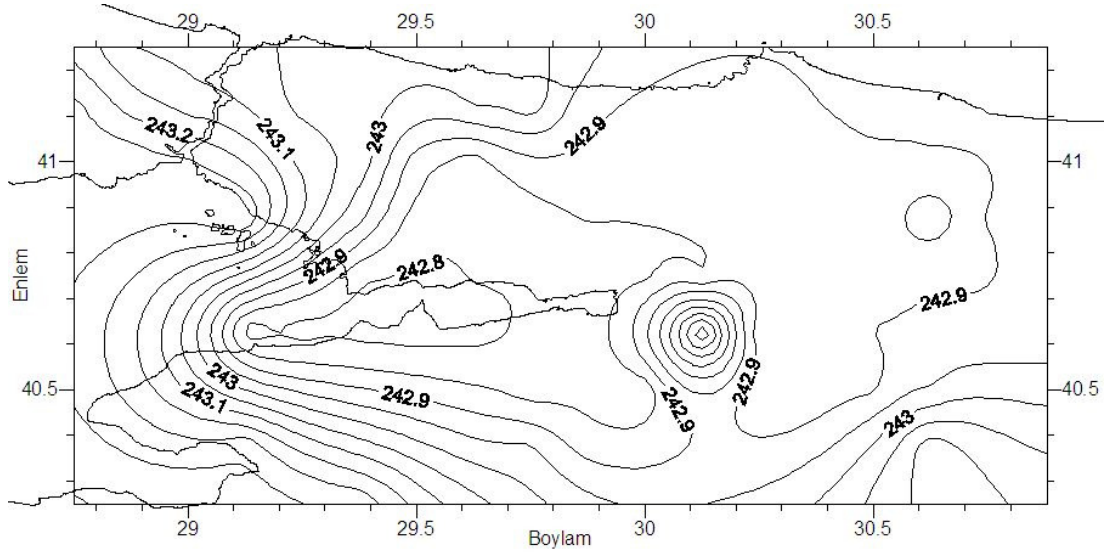
Tablo 4-22 Transformasyon parametreleri Tablo 4-18'de belirlenmiş köşe noktaları için Lambert projeksiyonundan Gauss-Krüger projeksiyonuna ters dönüşüm değerleri

No.	ED50 Gauss-Krüger (DOM=30)		ITRF Gauss-Krüger (DOM=30)		Gauss-Krüger Projeksiyonunda Hücresel Transformasyon Parametreleri	
	Sağa	Yukarı	Sağa	Yukarı	Tx (m)	Ty (m)
124	446821,4011	4457552,4199	446785,5970	4457366,0242	-35,80	-186,40
174	468151,6838	4471313,0051	468116,1469	4471127,2163	-35,54	-185,79
182	553080,6368	4471433,0349	553045,0302	4471246,8452	-35,61	-186,19
266	425962,2502	4499375,4647	425928,1432	4499189,0629	-34,11	-186,40
269	457692,8853	4499127,5496	457658,6492	4498941,0005	-34,24	-186,55
272	489423,2408	4499014,8663	489388,8753	4498828,1702	-34,37	-186,70
279	563460,8274	4499277,7993	563426,7138	4499091,8770	-34,11	-185,92
314	426100,4676	4513257,0970	426066,4328	4513071,4017	-34,03	-185,70
318	468328,9226	4512956,3949	468294,4295	4512770,5042	-34,49	-185,89
321	500000,0000	4512888,7402	499966,2186	4512702,7014	-33,78	-186,04
326	552785,2295	4513076,6730	552751,5077	4512890,3961	-33,72	-186,28
363	436776,4136	4527041,2310	436742,1155	4526855,0835	-34,30	-186,15
367	478925,5491	4526800,5173	478891,6378	4526614,1700	-33,91	-186,35
372	531611,6946	4526838,1278	531577,8447	4526651,5392	-33,85	-186,59
408	405342,7544	4541262,1360	405308,6628	4541076,8415	-34,09	-185,29

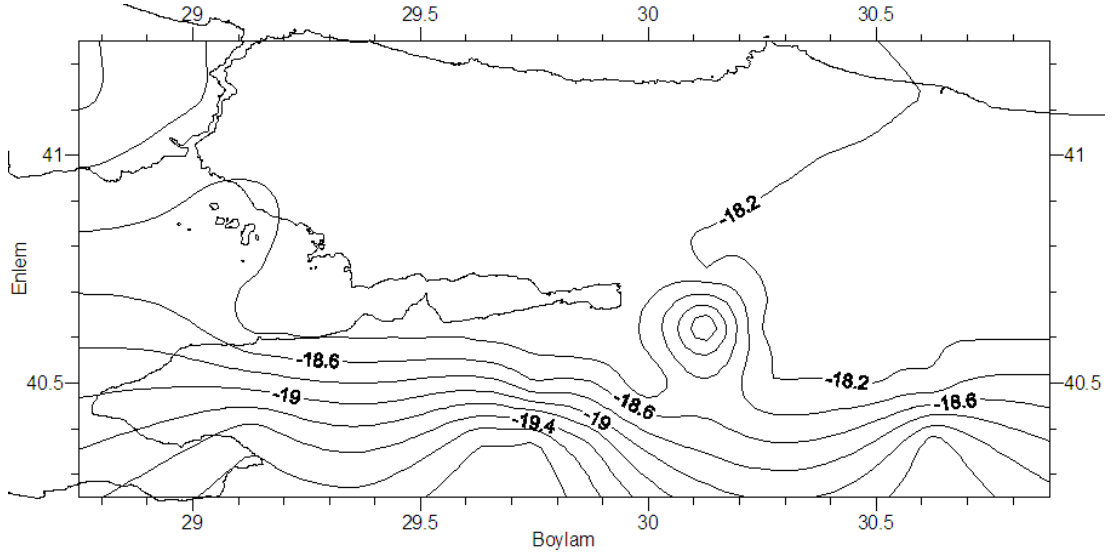
417	500000,0000	4540652,4212	499965,5041	4540466,6804	-34,50	-185,74
424	573622,0381	4541021,2496	573587,7873	4540835,1699	-34,25	-186,08
461	458010,0006	4554655,2201	457976,0281	4554469,2675	-33,97	-185,95
468	531492,4756	4554602,4993	531457,9110	4554416,2024	-34,56	-186,30
472	573482,7625	4554903,7702	573448,5790	4554717,2822	-34,18	-186,49
505	416179,1414	4568899,6367	416144,8493	4568713,4786	-34,29	-186,16

Bölüm 4.7.1 ve Bölüm 4.7.2'deki testlerde sözkonusu kontrol noktalarının transformasyonunda, Tablo bir kısmı 4-18'de ve tamamı Ek-E'de görülen köşe noktalarına ait Tx ve Ty hücrel transformasyon parametreleri kullanılmış ve dış doğrulukları ± 10 cm'nin altında kabul edilebilir değerler elde edilmiştir.

Şekil 4-31 ve Şekil 4-32'de hücrel transformasyon sonucu hesaplanan Tx ($242,78 \text{ m} \leq \text{Tx} \leq 243,30 \text{ m}$) ve Ty ($-19,81 \text{ m} \leq \text{Ty} \leq -17,96 \text{ m}$) değerlerinin değişimi görülmektedir.



Şekil 4-31 Test bölgesinde hücrel dönüşüm parametrelerinden Tx'in ($242,78 \text{ m} \leq \text{Tx} \leq 243,30 \text{ m}$) değişim gridi



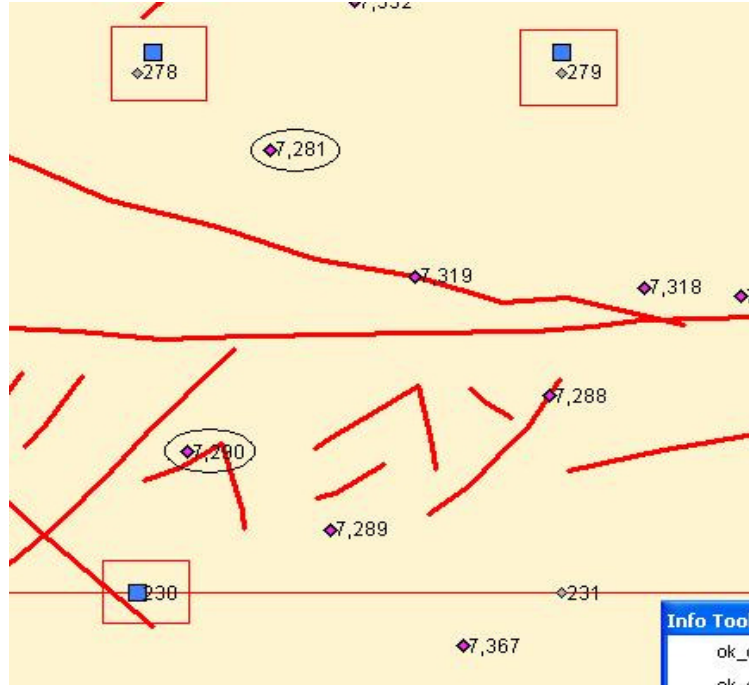
Şekil 4-32 Test bölgesinde hücresel dönüşüm parametrelerinden Ty'nin ($-19,81 \text{ m} \leq Ty \leq -17,96 \text{ m}$) değişim gridi

4.7.1 Transformasyon Parametrelerinin Test Edilmesi

Anlamalı değerlere sahip, bir kısmı Tablo 4-18 ve ayrıntısı Ek-E'de listelenen transformasyon parametreleri gridi, fay bölgesi ve bunun dışında kalan değişik alanlardaki kontrol noktalarının ITRF değerleri ve bunların dış doğrulukları hesaplanmak suretiyle test edilmiştir.

Örnek 1 : Şekil 4-33'de görülen fay bölgesindeki 7281 ve 7290 numaralı kontrol noktalarının ITRF değerleri, aşağıdaki yol izlenerek hesaplanmıştır:

Bu noktalara yakın 278, 279 ve 230 numaralı üç adet 1:25.000 lik köşe noktasının transformasyon parametreleri Tablo 4-17 ve Ek E'den alınmıştır (Tablo 4-23). Kontrol noktalarına ait orijinal ITRF koordinat değerleri ve üç enterpolasyon yöntemi ile hesaplanan dış doğruluklar Tablo 4-18'de görülmektedir.



Şekil 4-33 7281 ve 7290 numaralı kontrol noktalarının ve transformasyon parametreleri gridinde bu noktaların ITRF değerlerini hesaplamak için kullanılan 278, 279 ve 230 numaralı 1:25.000 lik köşe noktaları

Tablo 4-23 Örnek çözümde kullanılan transformasyon parametreleri giridi noktaları

No	ED50_x	ED50_y	Tx (m)	Ty (m)
278	577221.06	549263.57	242.92	-18.20
279	576604.14	559822.96	242.91	-18.14
230	563363.76	548444.43	242.95	-18.24

Tablo 4-24 Kontrol noktalarının Tablo 4-17'deki transformasyon parametreleri kullanılarak üç yöntemle hesaplanan dış doğruluk değerleri

No	ITRF orijinal veri		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme	
	ITRF_x	ITRF_y	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)
7281	575216.35	552447.14	3.22	-2.63	3.15	-2.67	3.22	-2.63
7290	567287.07	549919.96	-1.58	-0.45	-1.69	-0.41	-1.58	-0.45

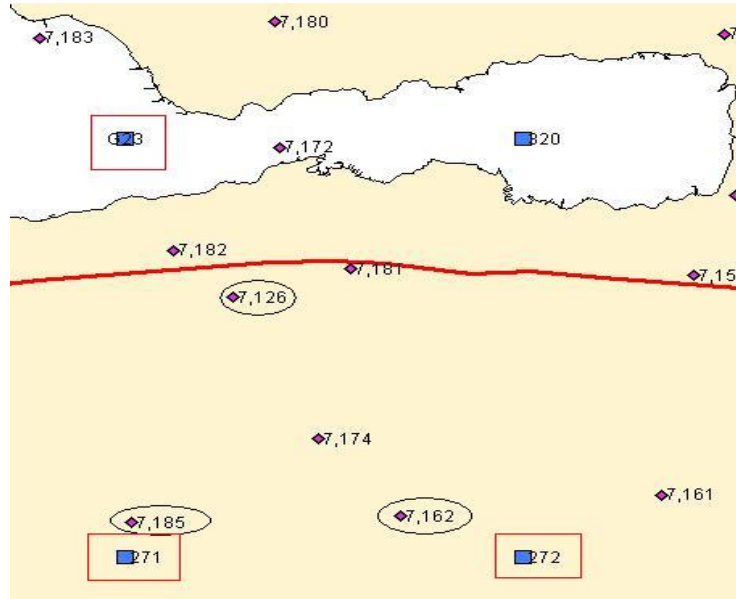
Tablo 4-18'de görüldüğü üzere kontrol noktaları için bu noktalara en yakın köşe noktaları ve bunların transformasyon parametreleri kullanılarak elde edilen dış

doğruluk değerleri, üç yöntemde de aynı mertebede ve maksimum ± 3.22 cm dir. Elde edilen bu değerler ± 10 cm altında kalan; çok iyi olarak vasıflandırılan değerlerdir.

Örnek 2 :

Bu örnekte, İzmit Körfezi'nde fayı ortalayacak şekilde alınan test bölgesinde 7185, 7126 ve 7162 numaralı kontrol noktalarının ITRF değerleri, aşağıdaki gibi hesaplanmıştır, (Şekil 4-34).

Bu amaçla, transformasyon parametreleri Tablo 4-25'de görülen 319, 271 ve 272 numaralı 1:25.000 lik köşe noktaları transformasyon parametreleri kullanılmıştır. Kontrol noktaları için üç enterpolasyon yöntemi ile hesaplanan ITRF değerleri ve bunların doğrulukları Tablo 4-26'da verilmiştir.



Şekil 4-34 7126, 7185 ve 7162 numaralı kontrol noktaları ve bunların ITRF değerlerini hesaplamak için kullanılan 271, 272 ve 319 numaralı köşe noktaları

Tablo 4-25 Örnekte kullanılan transformasyon parametreleri gridi noktaları

No	ED50_x	ED50_y	Tx (m)	Ty (m)
319	595795.36	476325.39	242.81	-18.27
271	581945.41	475373.01	242.81	-18.27
272	581227.02	485925.97	242.82	-18.23

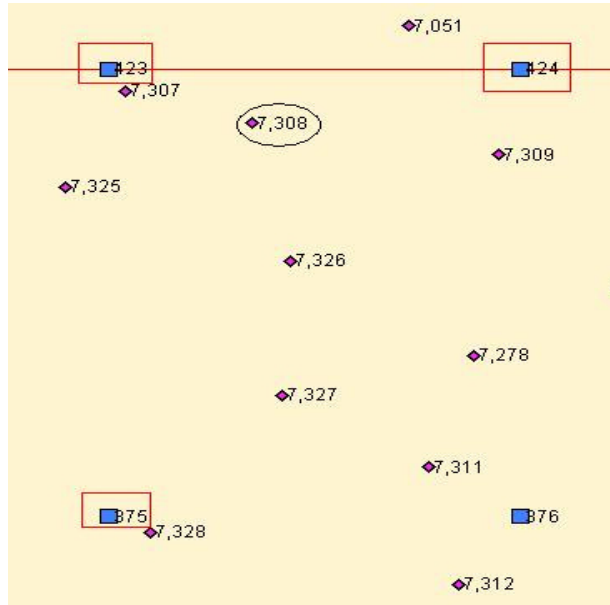
Tablo 4-26 Kontrol noktalarının ölçüm ve Tablo 4-25'deki transformasyon parametreleri kullanılarak üç yöntemle hesaplanan dış doğruluk değerleri

No	ITRF Orijinal Veri		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme	
	ITRF_x	ITRF_y	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)
7185	583330.30	475613.41	-0.10	0.50	-0.08	0.57	-0.10	0.50
7126	590600.88	478797.85	-0.59	-0.95	-0.71	-1.16	-0.59	-0.95
7162	583056.18	482758.18	0.91	0.69	0.86	0.59	0.91	0.69

Tablo 4-26'ya bakıldığında her üç yöntemle elde edilen dış doğruluk değerleri üç kontrol noktası için de aynı mertebede ve maksimumları -0.95 cm ve 0.91 cm büyüklükte ± 10 cm'nin altındadır. Bu sonuçlar, beklenenden çok daha iyi değerlerdir.

Örnek 3 :

Bu örnekte Şekil 4-35'de görülen, fay bölgesinde olmayan 423, 424 ve 375 numaralı köşe noktaları kullanılarak (Tablo 4-27), 7308 numaralı kontrol noktasının ITRF değerleri ve doğrulukları hesaplanmıştır, Tablo 4-28.



Şekil 4-35 7308 numaralı kontrol noktası ve enterpolasyonda kullanılan transformasyon parametreleri gridi köşe noktaları (423, 424, 375)

Tablo 4-27 7308 numaralı kontrol noktasının transformasyonunda kullanılan transformasyon parametreleri gridi köşe noktaları

Nokta No.	ED50 x	ED50 y	Tx (m)	Ty (m)
423	618186.63	562223.73	242.90	-18.17
424	617587.47	572726.85	242.91	-18.14
375	604324.52	561423.40	242.90	-18.14

Tablo 4-28 7308 numaralı kontrol noktasının minimum eğrilik ve Kriging yöntemleriyle bulunan ITRF koordinat değerleri ve doğruluğu

Nokta No.	ITRF Orijinal Veri		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme	
	ITRF_x	ITRF_y	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)
7308	616533.18	565753.49	-0.65	0.41	-0.68	0.28	-0.65	0.41

7308 numaralı kontrol noktası için transformasyon parametreleri belirli en yakın üç köşe noktası kullanılarak üç enterpolasyon yöntemiyle elde edilen dış doğruluk değerleri önceki örnekte olduğu gibi ± 1 cm'nin altında ve üç yöntem içinde aynı mertebede ve beklenen değerlerdir.

4.7.1.1 Devletlerle Olan Sınırlar, Deniz Kenarları ve Homojen Nokta Dağılımının Olmadığı Durumlarda Önerilen Çözüm Yöntemleri

Önceki bölümlerde yapılan çalışmalarda, sınırlarda bulunan bazı köşe noktaları, bazen ekstrapole olmuş yani beklenenden daha farklı bir değer çıkmış, bazen de hiç hesaplanamamıştır.

Kimi zaman coğrafi koşulların zorluğundan, bazen noktaların kayıp olmasından, bazen de stratejik nedenlerden dolayı ölçüm yapmak zor olabilmektedir. Aynı şekilde, kıyı çizgisinde, diğer ülkelerle sınırlarda veya bölge içinde bu durumla karşılaşılabilir.

Böyle durumlarda özdeş nokta elde etmek oldukça zor hatta imkansız olabilmektedir. Bunun nedeni, homojen ve sık olmayan nokta dağılımıdır.

Burada iki türlü çözüm düşünülebilir :

1 – Sınırdaki (denize yakın, sınıra yakın) noktaların ağırlıklarını yüksek alarak bu noktalardaki transformasyon parametrelerini değişmez kılmak,

2 – Yaklaşık bir kıyı çizginin ortaya çıkartılması için kıyı ve sınırlarda ilave ölçümler yapmak, böylece jeodezide aranan fiziksel dayanak için daha geçerli bir yöntem sağlamak.

4.7.2 Grid Verinin (Hücresel Transformasyon Parametrelerinin) Kullanılmasıyla Yapılan Transformasyonun Sonuçları İle Dayanak Noktaları Kullanılarak Yapılan Transformasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması

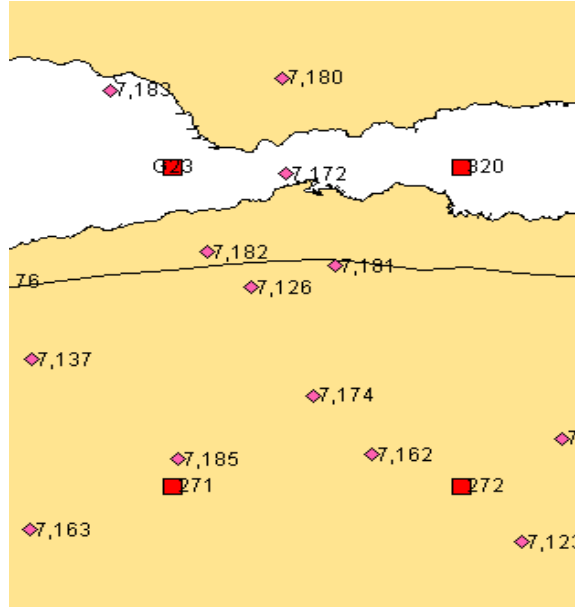
Çalışmanın bu bölümünde önceki bölümlerde elde edilen grid verinin (hücresel transformasyon parametrelerinin) kullanılmasıyla yapılan transformasyonun sonuçları ile dayanak noktaları kullanılarak yapılan transformasyonun sonuçları karşılaştırılmıştır.

Hücresel transformasyon parametreleri CORS-TR'nin temel altyapısı olarak düşünülmüştür. Yani anında dönüştürülmüş ED-50 koordinatlarının da kullanıcıya verilmesi sözkonusu olacağından yapılan enterpolasyonun hızlı, güvenilir ve doğru olması gerekmektedir.

TEST 1

Seçilen kontrol noktalarına (Şekil 4-36 ve Tablo 4-30) bulunduğu ilgili dinamik hücre içerisinde ;

- dayanak noktaları kullanılarak dört yöntemle transformasyon yapılmıştır; Sonuçları Tablo 4-31'dedir.
- transformasyon parametre değerleri (Tx ve Ty) Tablo 4-29'da görülen en yakın 3 adet grid köşe noktası kullanılarak üç yöntemde transformasyon hesapları gerçekleştirilmiştir (Tablo 4-32).



Şekil 4-36 P13 hücresi içinden seçilen 7126, 7162 ve 7185 numaralı kontrol noktaları ve 271, 272 ve 319 numaralı 1/25000 lik daha önce dönüşüm parametreleri hesaplanmış pafta köşe noktaları

Tablo 4-29 Köşe noktaları için Tx ve Ty transformasyon parametre değerleri

No.	ED50_x	ED50_y	Tx (m)	Ty (m)
319	595795.36	476325.39	242.81	-18.27
271	81945.41	475373.01	242.81	-18.27
272	581227.02	485925.97	242.82	-18.23

Tablo 4-30 2. Kontrol noktalarının orijinal ED50 ve ITRF değerleri

No.	ED50_x	ED50_y	ITRF_x	ITRF_y
7185	583087.49	475631.68	583330.30	475613.41
7126	590358.06	478816.10	590600.88	478797.85
7162	582813.37	482776.43	583056.18	482758.18

Tablo 4-31 7185, 7126, 7162 numaralı kontrol noktalarının dayanak noktalarından elde edilen transformasyon parametreleriyle hesaplanmış dış doğruluk değerleri

No.	Orijinal ITRF Değerleri		2. Derece Polinom		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme	
	ITRF_x	ITRF_y	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)
7185	583330.30	475613.41	0.33	-1.54	0.22	1.44	-0.02	1.31	-0.41	1.50
7126	590600.88	478797.85	0.48	0.44	-0.90	-0.90	-0.92	-0.95	-0.76	-0.76
7162	583056.18	482758.18	-0.72	-0.96	1.47	0.92	1.42	0.98	1.56	0.91

Tablo 4-32 Kontrol noktalarının orijinal ITRF değerleri ile bu noktalar için 1/25.000 lik köşe noktaları transformasyon parametreleri kullanılarak elde edilen ITRF değerlerinin karşılaştırılması ve dış doğrulukları

No.	Orijinal ITRF Koordinat Değerleri		Minimum Eğrilik		Kriging		Doğrusal Enterpolasyonla Üçgenleme	
	ITRF_x	ITRF_y	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	ϵ_x (cm)	ϵ_y (cm)	Ex (cm)	ϵ_y (cm)
7185	583330.30	475613.41	-0.10	0.50	-0.08	0.57	-0.10	0.50
7126	590600.88	478797.85	-0.59	-0.95	-0.71	-1.16	-0.59	-0.95
7162	583056.18	482758.18	0.91	0.69	0.86	0.59	0.91	0.69

Test sonuçları için aşağıdaki değerlendirmeler yazılabilir :

- *Tablo 4-31 ve Tablo 4-32 karşılaştırıldığında, özdeş noktaların transformasyon parametrelerinin, kontrol noktalarının transformasyonunda kullanılmasıyla elde edilen dış doğruluk değerleri ile 1:25.000'lik köşe noktalarının transformasyon parametrelerini enterpolasyonda kullanarak kontrol noktaları için elde edilen dış doğruluk değerlerinin birbirine çok yakın veya birbirine eşit olduğu görülmektedir (maksimum ± 1.47 cm).*
- *Buradan, anlamlı değerlere sahip grid köşe noktalarının transformasyonda kullanılmasının her anlamda çok pratik ve doğru bir çözüm olacağı sonucu çıkartılabilmektedir.*

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Marmara Bölgesi'nde toplam 741 dayanak noktası belirlenebilmiştir. Nokta yoğunluğu, İstanbul, İzmit, Adapazarı çevresinde göreceli olarak daha fazla, diğer alanlarda daha azdır. Bazı yerlerde boşluklar vardır. Ortalama nokta yoğunluğu 1 nokta /80 km² kadardır.
- 1:100.000 ölçekli pafta bölümlenmesine göre her pafta içinde 3 kontrol noktası seçilerek geri kalan tüm noktalarla Helmert ve 2. derece polinom yöntemleriyle hesaplanan transformasyon parametreleri ve dış doğruluklar karşılaştırıldığında pafta kenarlarında doğrulukların azaldığı, ekstrapolasyon olasılığının ve süreksizliğin arttığı belirlenmiştir.
- Tüm test bölgesi için;
 - i. Helmert benzerlik,
 - ii. 2. derece polinom,
 - iii. Kriging,
 - iv. Minimum eğrilik,
 - v. Üçgende doğrusal enterpolasyon

yöntemleri ile transformasyon parametreleri hesaplandığında düzeltmelerin ve dış doğruluk değerlerinin 1-2 m civarında elde edildiği görülmüştür.

Helmert transformasyon yönteminde elde edilen düzeltme vektörleri görselleştirildiğinde (Şekil 4-8) ortalama 2 m büyüklüğünde ve sistematik bir gidiş gösterdikleri belirlenmiştir. Bu durum bu yöntemin büyük alanlarda yetersizliğini göstermektedir.

Tüm test alanında 2. dereceden polinom yöntemiyle elde edilen düzeltme vektörleri görselleştirildiğinde (Şekil 4-10), genel olarak fay hattının kuzey ve güney kesiminde vektörlerin ters yönlerde 50 cm ile 2 m arasında değerlerde olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç fay bölgelerinde fay çizgisinin

yaklaşık olarak belirlenebileceğini göstermektedir. Nokta yoğunluğu arttırılırsa fay çizgisinin kesinliği artabilecektir.

Fayları dikkate alarak yapılan gruplandırma sonucu, her nokta grubu için yapılan transformasyon çalışmalarından da beklenen doğruluklar elde edilememiştir.

- Genel olarak bir çözüm bölgesinin sınırlarında yöntemlerin uygulanması zayıflamaktadır. Çözüm bölgesinin ortasına yakın yerlerde 2. derece polinom, minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal enterpolasyonla üçgenleme ile benzer dış doğrulukların elde edildiği görülmüştür (Tablo 4-14).
- Çözüm bölgesinin sınırlarındaki ekstrapolasyon, süreksizlik ve doğruluk azalması sorunlarını çözebilmek için hücresel transformasyon yönteminin kullanılabileceği belirlenmiştir. Bunun için;
 - Çözüm bölgesi, bir hücre ve bunun içinde ikinci bir hücre coğrafi koordinatlarla tanımlanmıştır.
 - Tanımlanan hücre enlem ve boylam doğrultusunda hareket ettirilerek iç hücredeki pafta köşe noktalarının transformasyon parametreleri doğru, güvenilir ve sürekliliği sağlayacak biçimde hesaplanabilmektedir. Ancak, nokta dağılımının zayıfladığı bölgelerde sonuç elde edilememektedir.
 - Ayrıca, deniz kıyılarında, ülke sınırlarında hücresel transformasyonda problemler oluşmaktadır. Buralarda özel çözümler geliştirilmelidir.
- Veri yoğunluğunun az olduğu bölgelerde problemlerin özel olarak incelenmesi ve çözülmesi gerekmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada transformasyonda olurunca otomasyon sağlanmaya çalışılsa da bazı bölgelerde otomasyonda yeterli doğruluk ve güvenilirliği sağlamadığı gözlemlendiğinden, her sonucun tek tek izlenmesi ve yorumlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

- Bütün Türkiye gözönüne alındığında, sağlıklı bir grid yüzeyin oluşturulabilmesi için çok sayıda noktanın ölçülmesi gerekmektedir. Özellikle arazinin kıymetli olduğu kıyı kesimlerinde bunun yapılması acil ihtiyaçtır. Bu ölçümler CORS-TR için kabul edilen bir başlangıç epoğunda birleştirilerek bu çalışmada geliştirilen yöntem ve bilgisayar programıyla otomatik olarak bütün grid yüzey elde edilebilir. Anlamli sonuçlar elde edilemeyen bölgelerde gerekli ek hesaplar yapılabilir.
- Konuya tektonik açıdan bakıldığında, elde iki olgu vardır: Bunlardan birincisi anlamli transformasyon parametrelerine sahip köşe noktalarından oluşan bir grid yüzeyi, ikincisi 147 istasyona sahip sürekli gözlem yapabilen CORS-TR ağıdır. Burada yapılacak iki şey vardır:
 - i. İleriye yönelik olarak, bu grid yüzeyi baz alıp her sene ve/veya ansızın meydana gelen depremler sonrası CORS-TR ağındaki istasyon hareketlerini enterpolasyonla grid yüzeydeki köşe noktalarına uygulamaktır.
 - ii. Geriye yönelik hesaplarda ise ağıdaki istasyonların periyodik hareketlerini yine enterpolasyonla köşe noktalarına bu kez işaret değiştirerek uygulamaktır. Gerekirse hareket vektörleri esas alınarak eski döneme ait koordinat değerlerine ulaşılabilir.
- Dayanak noktalarının homojen dağılım göstermediği bölgelerde, kıyıları ve diğer devletlerle olan sınırlarda, çözüme ulaşmanın zorluklarıyla karşılaşmaktadır. Bu durum için iki çözüm önerilebilir:
 1. İlgili bölgelerde ilave ölçümler yapılarak kıyı çizgisi oluşturulmalıdır,
 2. Birim matris üzerinden kıyıları yakın noktalara ağırlıklandırma uygulanmalıdır.
- Bu çalışmada, başlangıçta belirtildiği gibi yükseklikler hesaba katılmamıştır. Ancak, CORS-TR ağı ile elde edilen anlamli değerlere dayanarak yükseklik

ile ilgili bütün problemlerinin çözülebileceği değişik araştırma konuları oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

- AFET, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, Deprem Araştırma Bülteni Yıl: 21 Sayı :72, Ankara, Özyurt Matbaacılık, 1994
- AFET, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, Deprem Araştırma Bülteni Yıl: 27 Sayı :83, Ankara, GİM Ofset, 2000.
- Altamimi Z., Sillard P., Boucher C. “ITRF 2000: A new release of the International Terrestrial Reference Frame for earth science applications”. Journal of Geophysical Research. vol. 107, No. B10,2214, doi:10.1029/2001JB000561, 8 October 2002.
- Ayan T., Aksoy A., Çelik R.N., Deniz R., Arslan E., Özşamlı C., Denli H.,Erol S., Özöner B., (1999), “İstanbul GPS Nirengi Ağı (İGNA) Teknik Rapor”, İTÜ İnşaat Fakültesi Jeodezi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ayan T., Ders Notları, Dengeleme Hesabı II Uygulama No:7. İTÜ İnşaat Fakültesi, Geomatik Müh. Bölümü
- Ayan T.: “Referans Sistemler” , TUJK, Konya. 2009
- Bakır M.A., Aydın C. : “İstatistik” MESTEK-Mesleki ve Teknik yayınlar Serisi, Seri :14 ISBN 975-591-881-7 Nobel Yayın No : 896, Ankara, 2006.
- BÖHNBÜY. “Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası –İstanbul Şubesi, 1992.
- BÖHNBÜY. Deniz R., Çelik R. N., Kutoğlu H., Özlüdemir T., Demir C., Kınık İ., “Açıklamalı Örnekleme Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği”. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara, 2008.
- Briggs I.C. : Machine Contouring Using Minimum Curvature, Geophysics, 39, 1, 39-48, 1974.
- Celep Z., Kumbasar N. : “Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı”, ISBN 975-95405-2-5, Beta Dağıtım, İstanbul, 2004.

- Cepni M. S. , Deniz R.: Jeodezik Dönüşümlerde Sürekliliğin İrdelenmesi, İTÜ, İnşaat Dergisi /d Mühendislik, Cilt:4, Sayı:5, Sf : 43-54, Ekim 2005
- Cloutier J. R.: Multivariate, minimum-curvature splines for randomly spaced data. NOO Technical Report 270. Naval Oceanographic Office, NSTL Station, Bay St. Louis, MS, 39522, 74 pp. 1983
- Çelik R. N., GRS80, WGS84 ve ITRF, <<http://atlas.cc.itu.edu.tr/~celikn/sevda/datum/datum.htm>>
- Day W. R.: “Geotechnical Earthquake Engineering Handbook”, ISBN 0-07-137782-4, McGraw Hill, NY,USA, 2002.
- Demirel H.: “Dengeleme Hesabı”, Üniversite yayın no:YTÜ.İN.DK-03.0703/ Fakülte yayın no:İN.JFM-2003.003, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım–Yayın Merkezi / İstanbul, 2003.
- Dewhurst W. T. “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 Technical Memorandum NOS NGS-50, Rockville, MD, January 1990.
- Erker E., Höggerl N., Ruess D., Stangl G.: “National Report on Austria”. EUREF03, Publication No:13, Report on the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF) held in Toledo, 2003, ISSN 1436-3445, ISBN 3-89888-885-1, Frankfurt am Main 2004.
- Fırat O., Lenk O.: “Avrupa Datumu 1950 (Ed-50) İle Türkiye Ulusal Temel Gps Ağı 1999 (Tutga-99) Arasında Datum Dönüşümü” , HGK, Ankara.
- Güzel G., Coğrafi Bilgi Sistemleri Yönetim Bilgi Sistemleri ve Belediye Uygulamaları, 978-975-01951-0-5, Şubat 2007.
- Greaves M., Fane C., Cruddace P., Bingley R., Baker D. (2003), “National Report of Great Britain”. EUREF03, Publication No:13, Report on the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF) held in Toledo, ISSN 1436-3445, ISBN 3-89888-885-1, Frankfurt am Main 2004.
- Ihde J., Faulhaber U., Sacher M., Weber G., Wilmes H.: “National Report of Germany”. EUREF03, Publication No:13, Report on the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF) held in Toledo, 2003, ISSN 1436-3445, ISBN 3-89888-885-1, Frankfurt am Main 2004.

- Interactive Data Language, IDL, Reference Guide, IDL Online Help, March 06,2007,
Curator: Wayne Landsma NASA Official: Theodore Gull Last Updated: Mar-
2008 <http://idlastro.gsfc.nasa.gov/idl_html_help/MIN_CURVE_SURF.html>
- Işık B. C.: “Küresel Trigonometri”, YTÜ İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri
Müh., YTÜ. İN. DN-2006.0766, YTÜ Basım-Yayın Merkezi, İstanbul, 2006
- İpbüker C.: “Yaygın Kullanılan Bazı Jeodezik Projeksiyonlar”, TUJK, Konya, 2009
- İstanbul Teknik Üniversitesi Ön Değerlendirme Raporu İTÜ, 24 Ağustos 1999,
<<http://www.belgenet.com/depren/deprenmitu.html>>
- Jager R., Kalber S., Schneid S., Villamajor L. G-A., Talens P. G., Llorens L. P.,
“Precise Plan Transformation of Classical National Networks to ITRF/ETRS89
and Precise Vertical Reference Surface Representation by Digital FEM Height
Reference Surfaces (DFHRS)”. Poster.
- Kahveci M., Yıldız F.: “GPS, Global Konum Belirleme sistemi”, ISBN 975-591-
203-7, Nobel Yayın, Ankara, 2001
- Kempe C., Alfredsson A., Engberg L. E., Lilje M.: “Correction Model to Rectify
Distorted Co-ordinate Systems”. Sweden. Shaping the Change, XXIII FIG
Congress, Munich, October 8-13,2006, Germany, 2006.
- Ketin İ.: “Genel Jeoloji Yer Bilimlerine Giriş”, İTÜ Vakfı Yayınları, ISBN 975-
7463-09-04, İstanbul, 2005.
- Kılıçoğlu A.: “Jeodezide Dönüşümler”. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik
Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, 1 Şubat 1995.
- Kıran H.: “Gauss-Krüger Projeksiyonunda Bölgesel katsayılarla Hesaplamalar”,
Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri
Mühendisliği Bölümü, YTÜ. İN.YK-99.0495, İstanbul, 1999.
- Kocaeli Üniversitesi,: “Deprem Sempozyumu”, Grand Marmara Hotel, Kasım 2003.
<<http://yubam.kou.edu.tr>>
- Koç İ.: “Jeodezi ve Fotogrametri, İnşaat, Çevre Mühendisleri ve Mimarlar için
Ölçme Bilgisi I”, ISBN 975-95964-1-5 (Tk.), ISBN 975-95964-2-3 (1.c.),
Gökhan Matbaası, İstanbul, 1998.
- Konecny G.: “CORS Discussion”, Yurtdisinden Örnekler, İstanbul Kültür
Üniversitesi, 1. CORS-TR Çalıştayı, İstanbul, 2006.
< http://cors-tr.iku.edu.tr/documents/GK_GPS%20Seminar%20%5BRead-Only%5D%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf>

- Kotsakis C.,. “Transforming ellipsoidal heights and geoid undalitions between different geodetic reference frames”. Received : 29 September 2006 Accepted 7 June 2007 Published online 18 July 2007. 82:249-260, DOI 10.1007/s00190-007-0174-9. Springer-Verlag, 2007, J Geod 2008.
- Kutoğlu Ş. H.: “GPS Ağlarının Ülke Nirengi Ağlarına Entegrasyonu”. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 2001.
- Krakiwsky E. J., Wells D. E.: “Coordinate Systems in Geodesy” Lecture Notes 16. Department of Geodesy and Geomatics Engineering, Latest Reprinting January 1998, University of New Brunswick P.O. Box 4400, Fredericton, N.B., Canada, E3B 5A3, 1971.
- Kraus J. D., Fleisch D. A.: “Electromagnetics with Applications”,Fifth Edition, McGraw Hill, ISBN 0-07-116429-4, NY,USA, 1999.
- Krynski J., Rogowski J. B., Zielinski J. B.: “National Report of Poland to EUREF 2003”. EUREF03, Publication No:13, Report on the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF) held in Toledo, 2003. ISSN 1436-3445, ISBN 3-89888-885-1, Frankfurt am Main 2004.
- Land Information New Zeland, LINZ, Lambert Conformal Conic Formulae, New Zeland <<http://www.linz.govt.nz/geodetic/conversion-coordinates/projection-conversions/lambert-conformal-conic/index.aspx#l3>>
- Mailce, Web sitesi URL adresi : <<http://www.mailce.com/mamara-bolgesi.html>>
- Matesanz J. G., Dalda A., Rafael Quiros, Celada J., “ED50-ETRS89 Transition Models for The Spanish Geodetic Network”. Instituto Geografico Nacional, General Ibanez Iberio 3, Madrid, Spain.
- Mathworks, The mathworks Inc.: “Mapping Toolbox for Use with Matlab”, <<http://www.mathworks.com>>, MA, USA, 1998.
- Mathworks, The Mathworks Inc., Accelerating the pace of engineering and science, 1984-2010
<http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/map/index.html?access/helpdesk/help/toolbox/map/quiverm.html&http://www.mathworks.com/cgi-bin/texis/webinator/search/?db=MSS&prox=page&rorder=750&rprox=750&rdfreq=500&rwfreq=500&rlead=250&sufs=0&order=r&is_summary_on=1&ResultCount=10&query=quiverm&submitButtonName=Search>

- NIMA WGS 84 Update Committee: "Department of Defense World Geodetic System 1984, Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems", National Imagery and Mapping Agency System and Technology (ST), Performing Org. Report Number NIMA TR 8350.2, Sponsoring/Monitoring Agency Report Number NIMA TR 8350.2, 4 July 1997, 4600 Sangamore Road, Bethesda, Maryland 20816-5003, 1997.
- Quiros R., Sobrino J.A.S., Valdes M., Cano M.A., Lozano L.: "National Report of Spain - Spanish National GPS Reference Stations Network (ERGPS)". EUREF03, Publication No:13, Report on the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF) held in Toledo, 2003. ISSN 1436-3445, ISBN 3-89888-885-1, Frankfurt am Main 2004.
- Scheid F.: "Theory and Problems of Numerical Analysis", Schaum's outline series, ISBN 07-055197-9, McGraw Hill Co., NY, USA, 1968.
- Smith, W.H.F., Wessel, P.: Gridding With Continuous Curvature Splines in Tension, Geophysics, 55, 3, 293-305, 1990.
- Spiegel M. R., "Statistics". Rensselaer Polytechnic Institute, Schaum Publishing Company, October, 1961.
- Songu C., Şerbetçi M., Güllal E.: "Ölçme Bilgisi", 1. Cilt, ISBN 975-511-074-7, Birsen yayınevi, İstanbul 2003.
- Soycan, A., Soycan M., "Yol Projelerinde Sayısal Arazi Modelinin Kullanılması". Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu-Poster, 16-18 Ekim 2002, Konya, Yıldız Teknik Ün., Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Böl., Ölçme Tekniği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- SOPAC, The Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC) is located at the Cecil H. and Ida M. Green Institute of Geophysics and Planetary Physics ([IGPP](#)), Scripps Institution of Oceanography ([SIO](#)), University of California, San Diego ([UCSD](#)) in La Jolla, California <<http://sopac.ucsd.edu/processing/gamit/index.html>>
- Ulsoy E., Matematiksel Jeodezi, YTÜ Yayını, İstanbul 1977
- Uzun, İ.: "Nümerik Analiz", ISBN 975-486-655-9, Beta, İstanbul, 1998.
- Yang, C.-S., Kao S.-P., Lee F.-B., Hung P.-S.. Twelve Different Interpolation Method: A Case Study of Surfer 8.0
- Yanalak, M.: Sayısal Arazi Modelleri ve Kullanılan Enterpolasyon Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, 1991

Yanalak M., “Sayısal Arazi Modellerinde Yükseklik Enterpolasyonu”. İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Müh. Bölümü, İstanbul

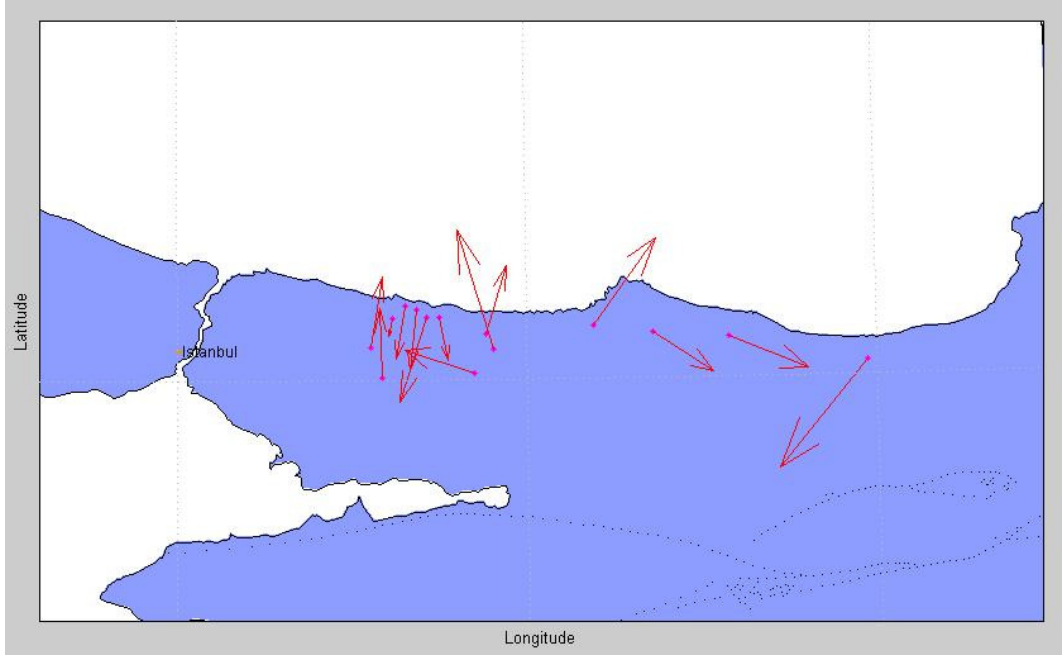
Yavuz, E.: “Çözümlü Düzlem Trigonometri Problemleri”, YTÜ.Meslek Yüksekokulu Teknik Haritalama Bölümü Haritalama Programı, YTÜ.MY.YK-2001.0594, YTÜ Basım-Yayın Merkezi, İstanbul, 2001.

Wikipedia, The Free Encyclopedia, Kriging, <http://en.wikipedia.org/wiki/Kriging#Ordinary_kriging_equation>

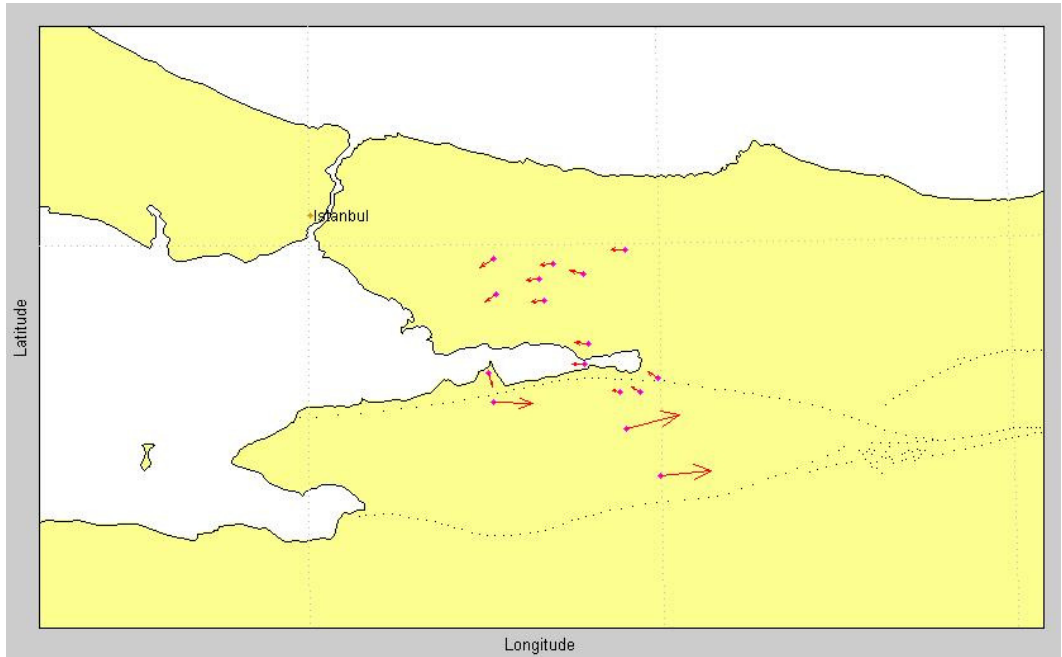
EKLER

Ek - A

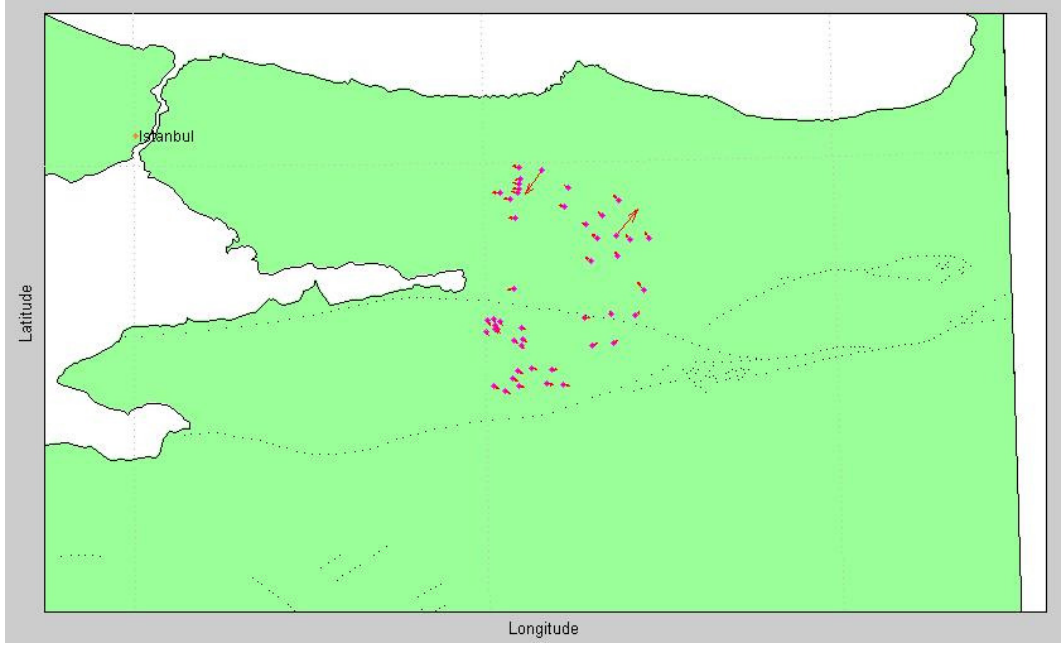
PAFTA-PAFTA NOKTALAR VE DÜZELTME VEKTÖRLERİ
(Helmert ve 2. derece polinom)



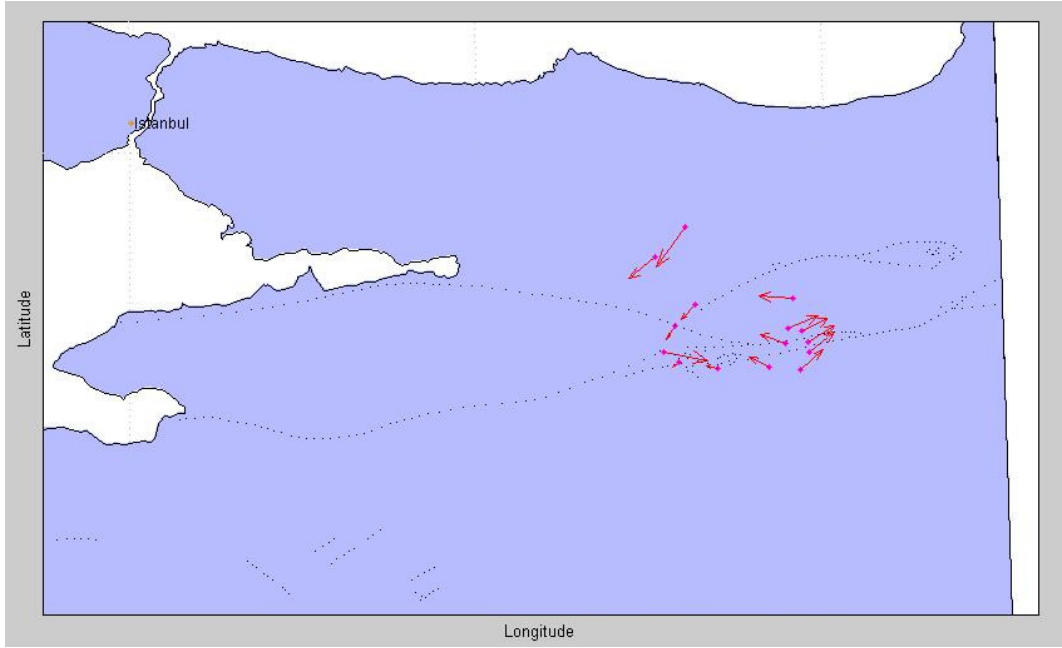
Şekil A-1 Helmert benzerlik transformasyonu ile F23 – F25 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



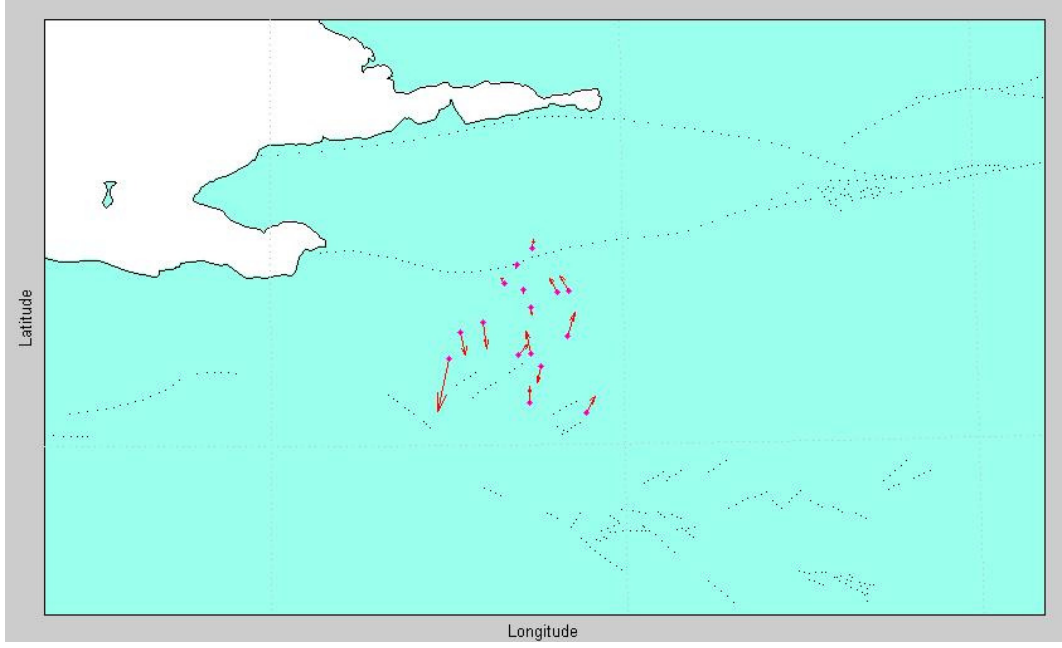
Şekil A-2 Helmert benzerlik transformasyonu ile G23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



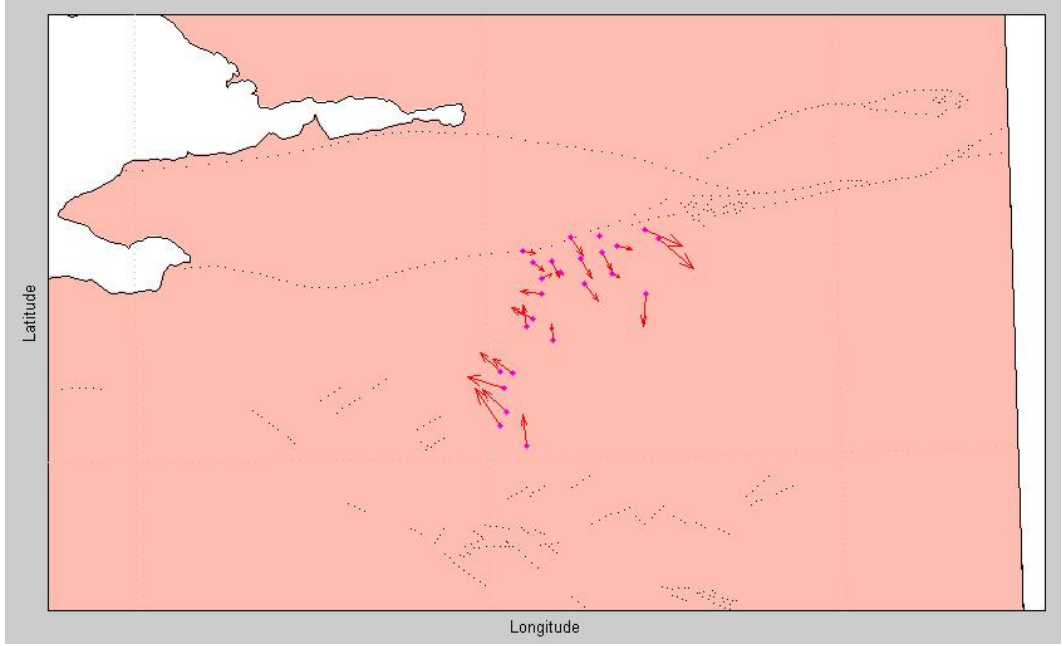
Şekil A-3 Helmert benzerlik transformasyonu ile G24 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



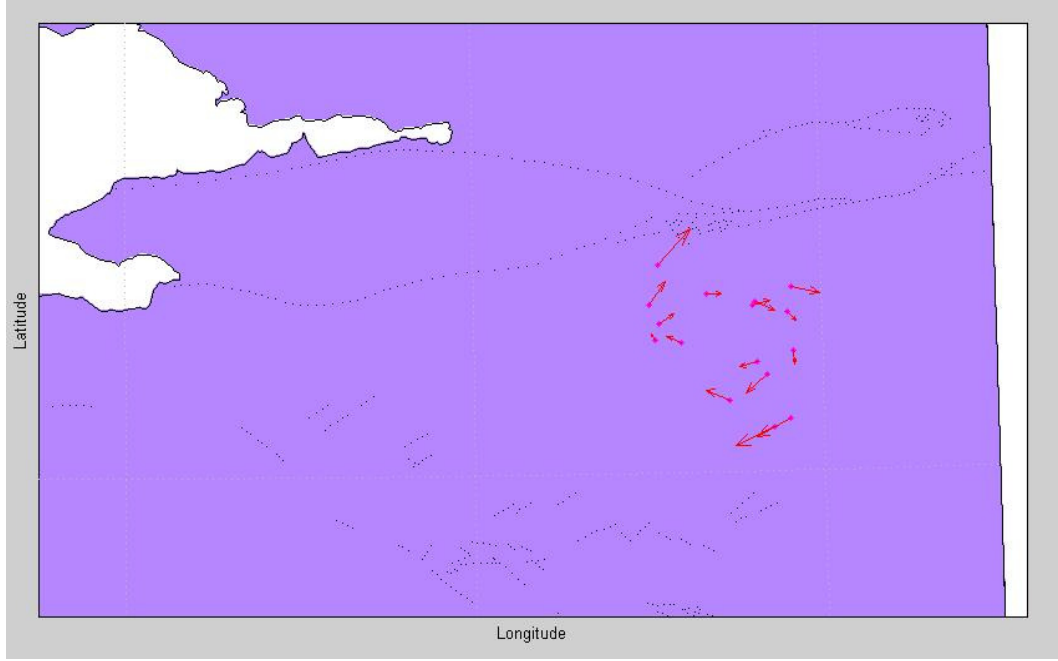
Şekil A-4 Helmert benzerlik transformasyonu ile G25 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



Şekil A-5 Helmert benzerlik transformasyonu ile H23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü

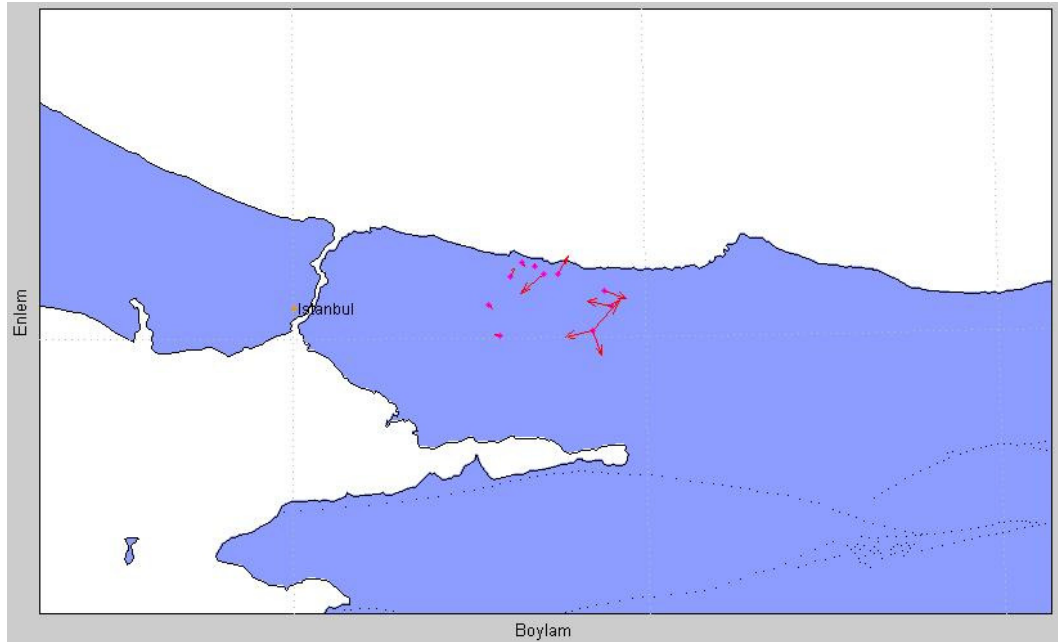


Şekil A-6 Helmert benzerlik transformasyonu ile H24 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü

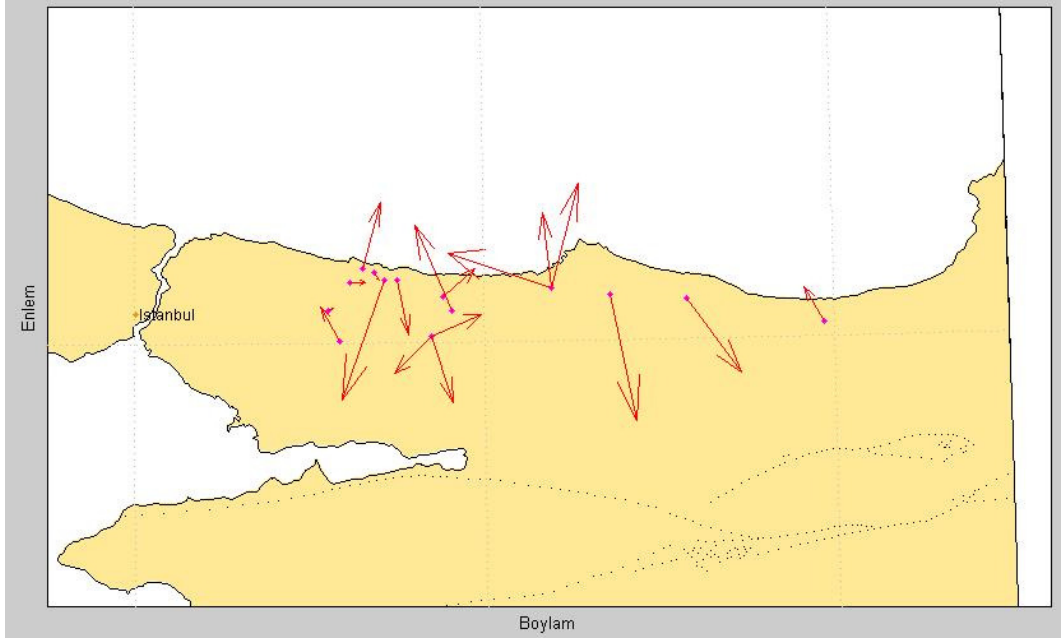


Şekil A-7 Helmert benzerlik transformasyonunun H25 1/100.000 lik pafta noktalarına uygulanması

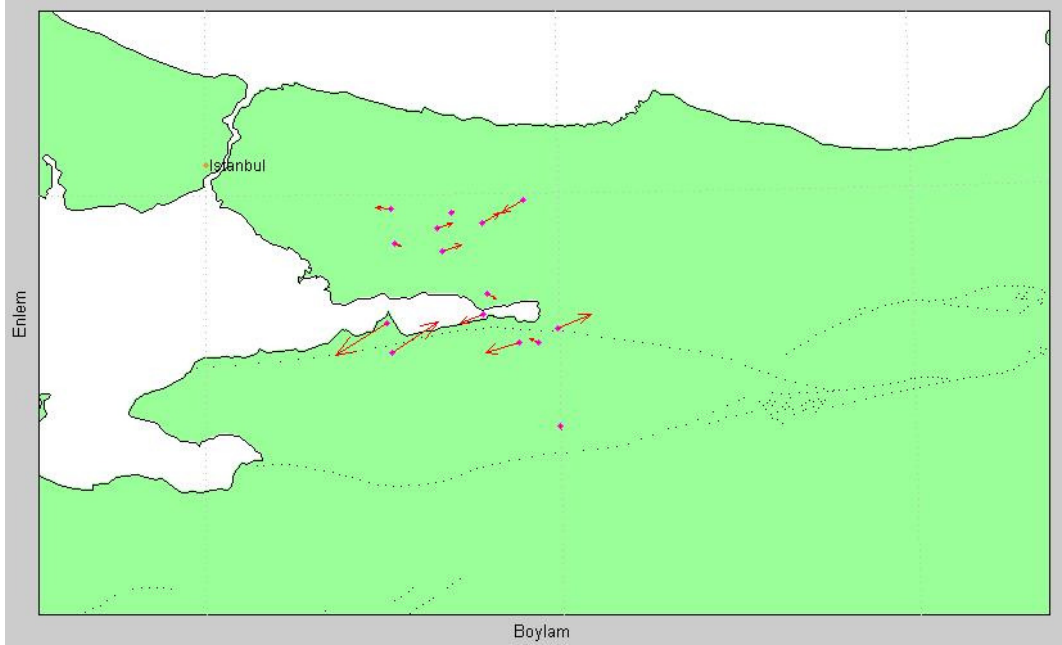
Pafta-Pafta Noktalar Ve Düzeltme Vektörleri (2. Derece Polinom)



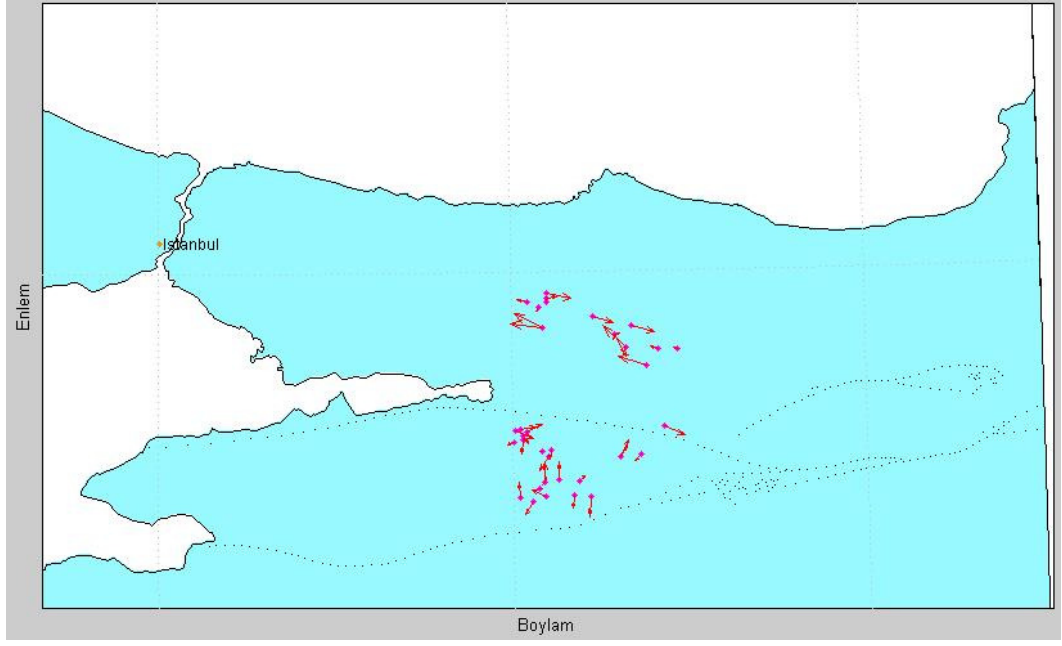
Şekil A-8 Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile F23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



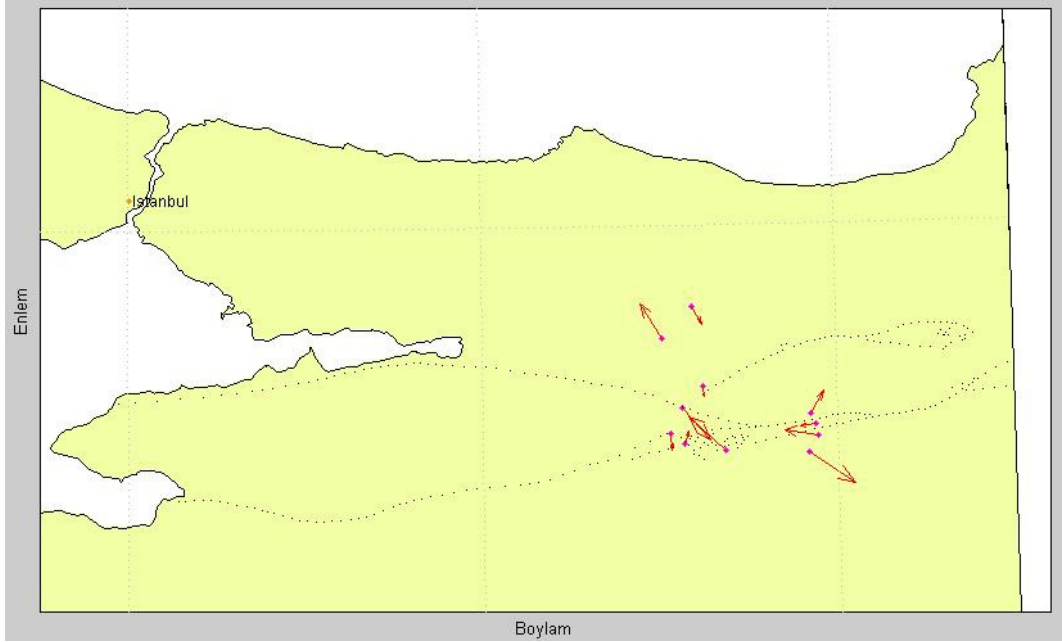
Şekil A-9 Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile F23 - F25 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



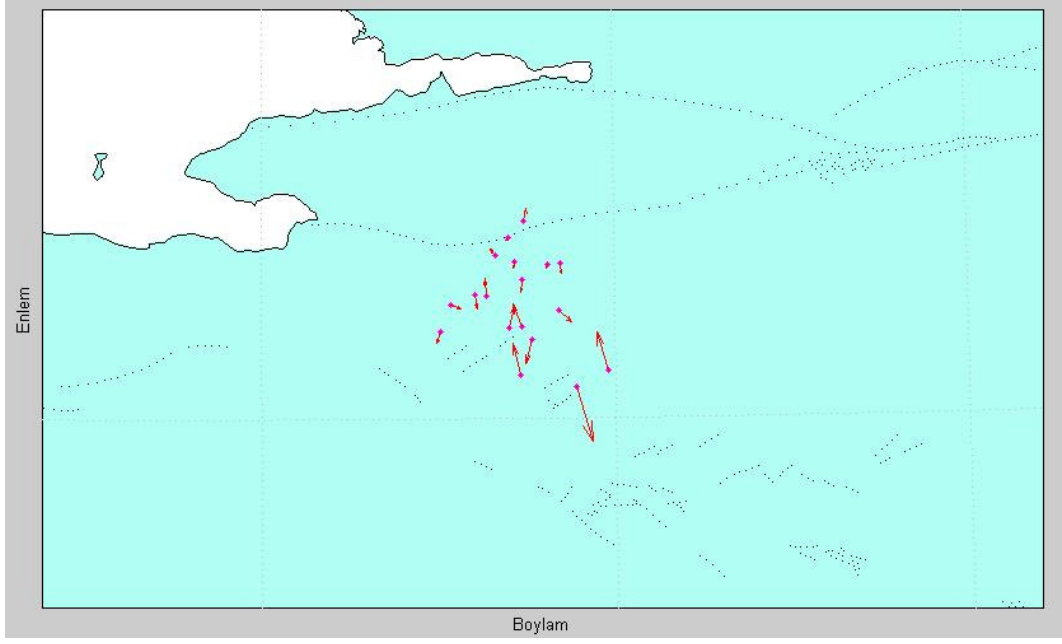
Şekil A-10 Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile G23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



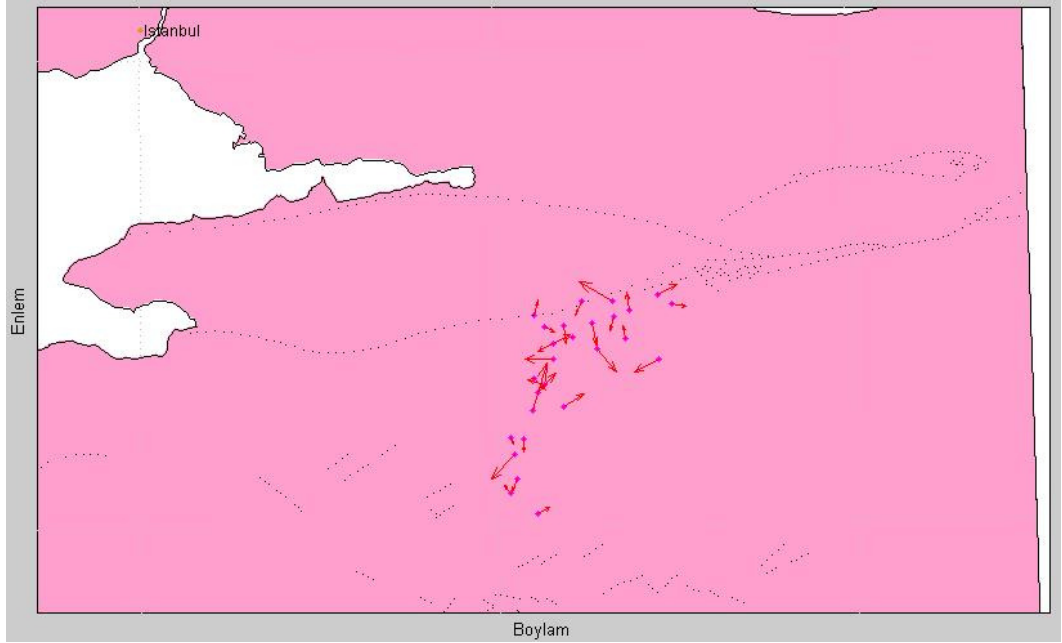
Şekil A-11 Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile G24 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



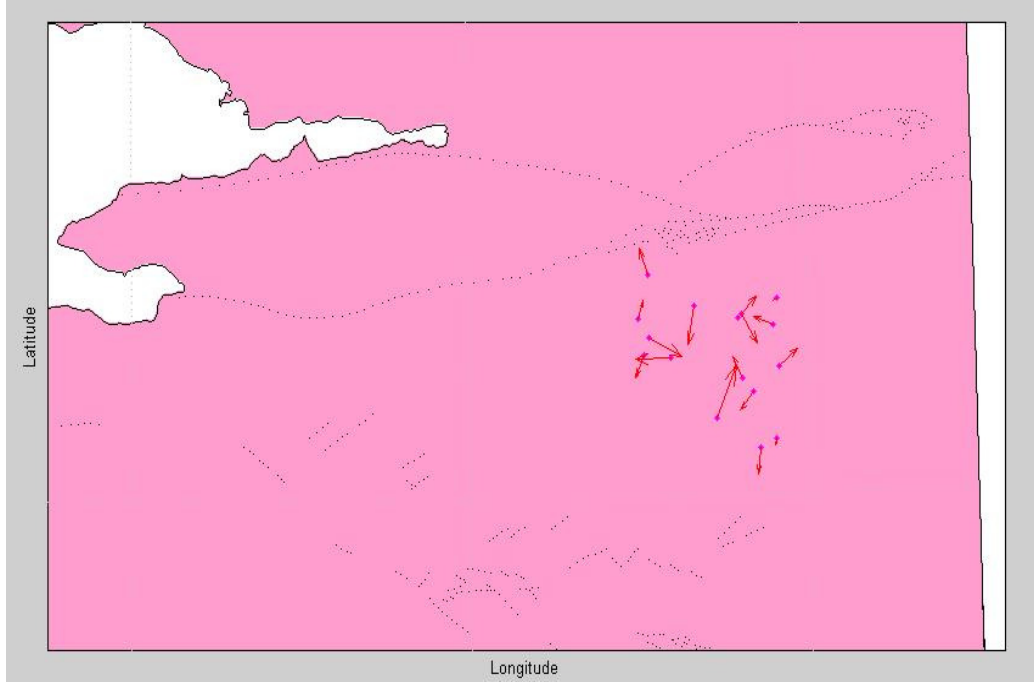
Şekil A-12 Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile G25 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



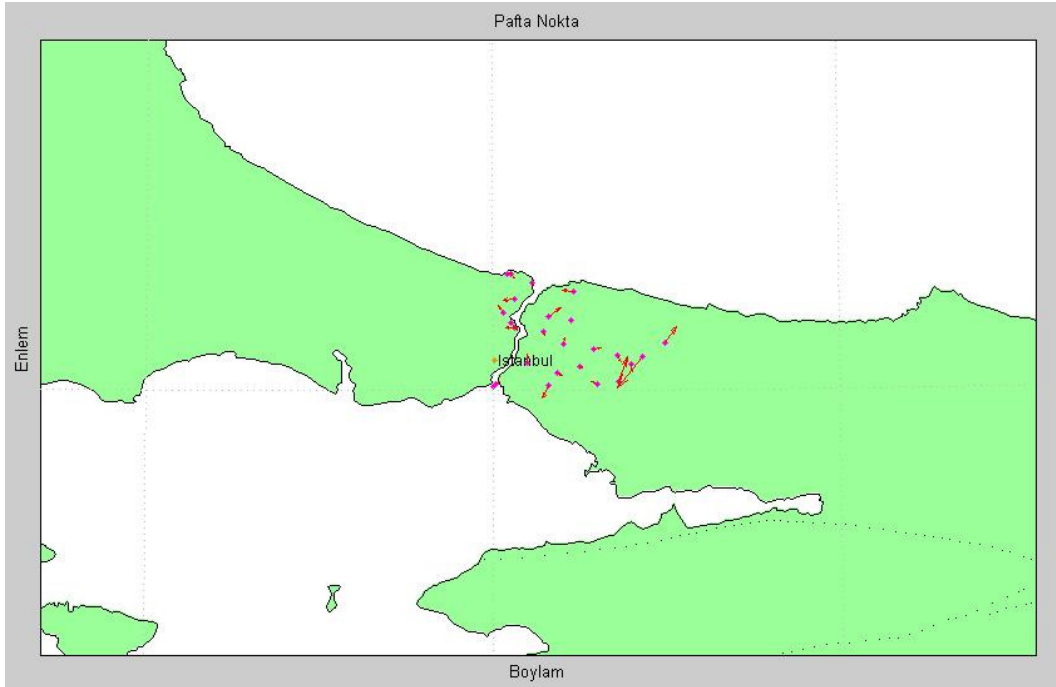
Şekil A-13 Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile H23 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



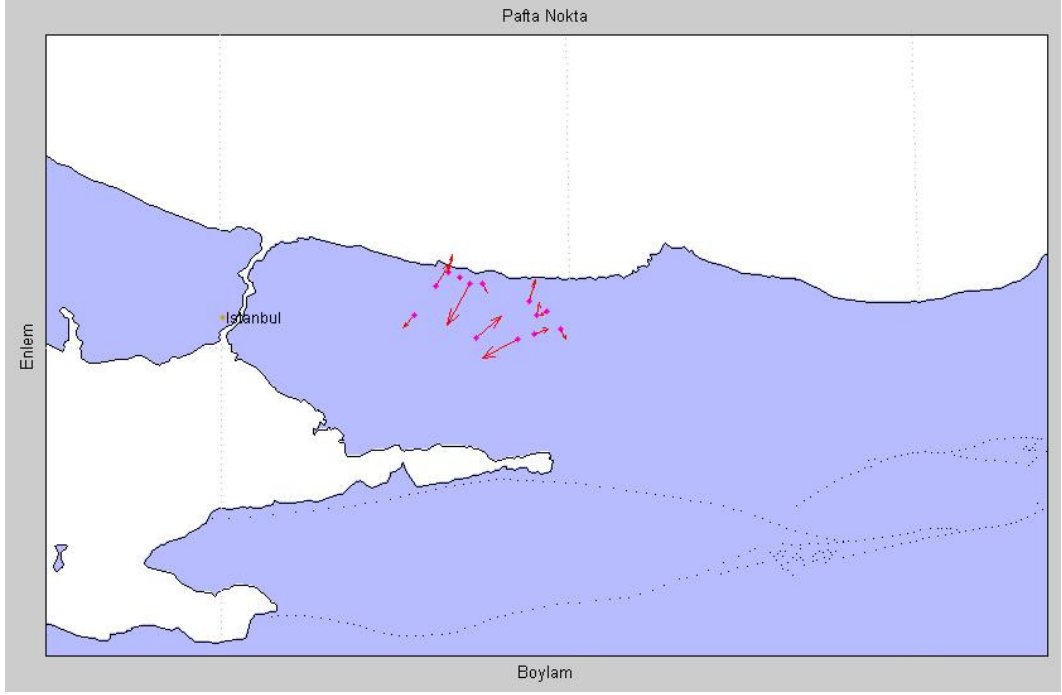
Şekil A-14 Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile H24 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



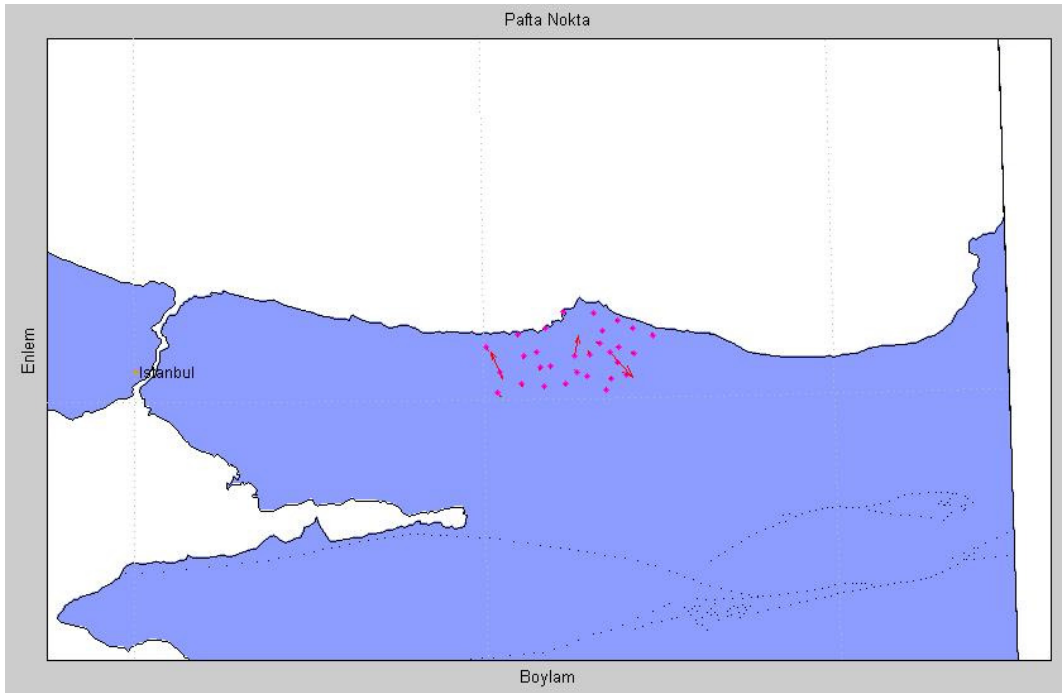
Şekil A-15 Transformasyonda 2. derece polinom metodu ile H25 1/100.000 lik pafta için elde edilen görüntü



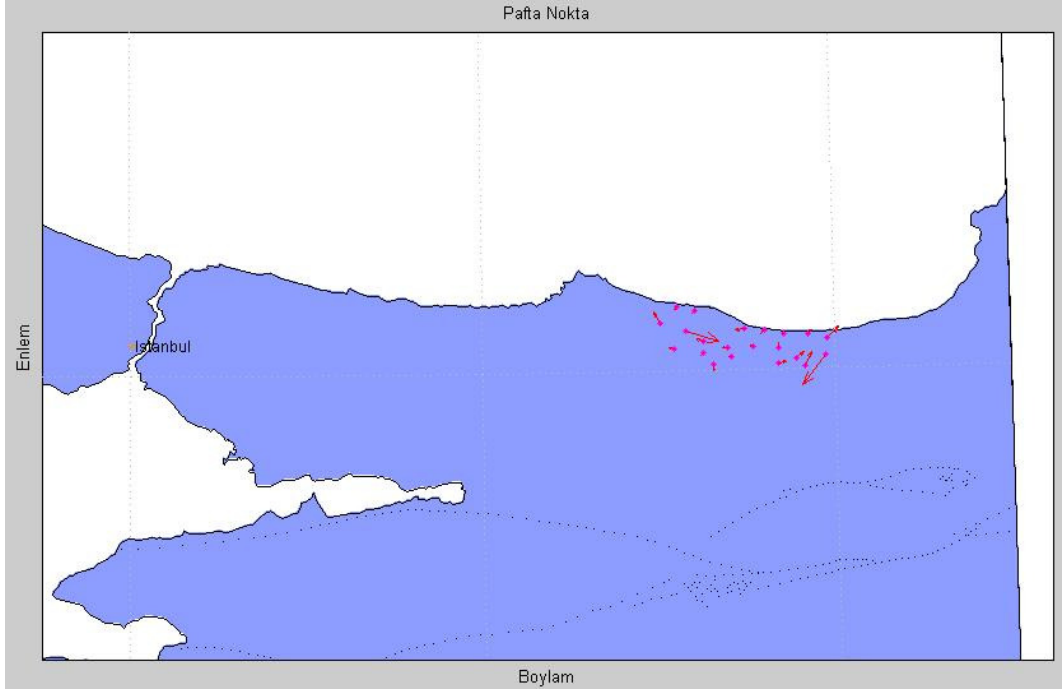
Şekil A-16 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı F22



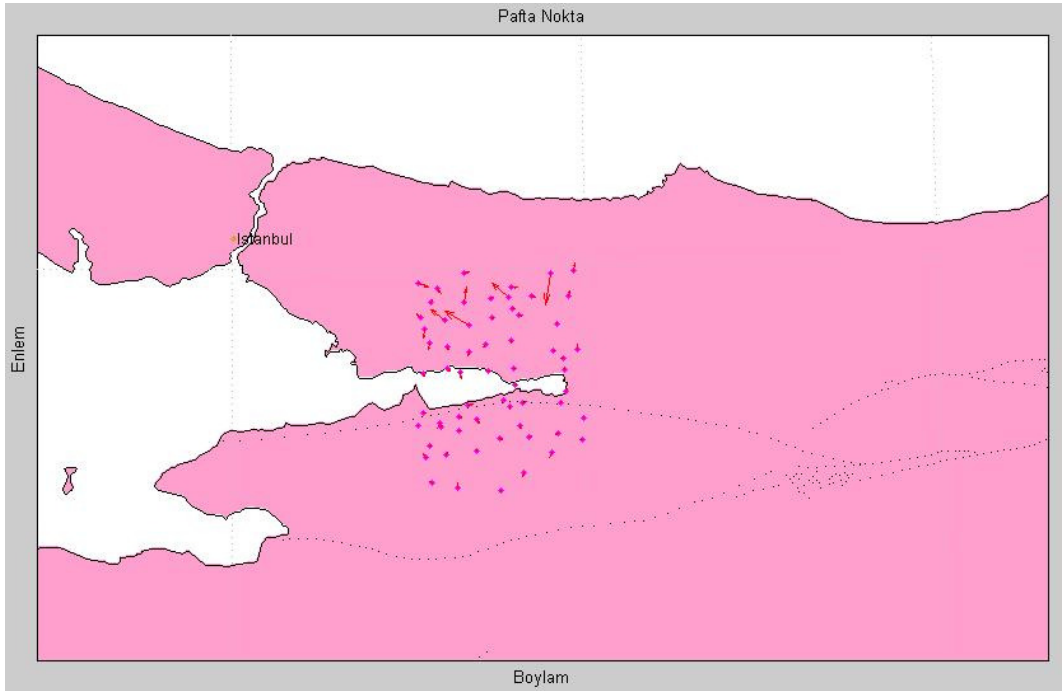
Şekil A-17 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı F23



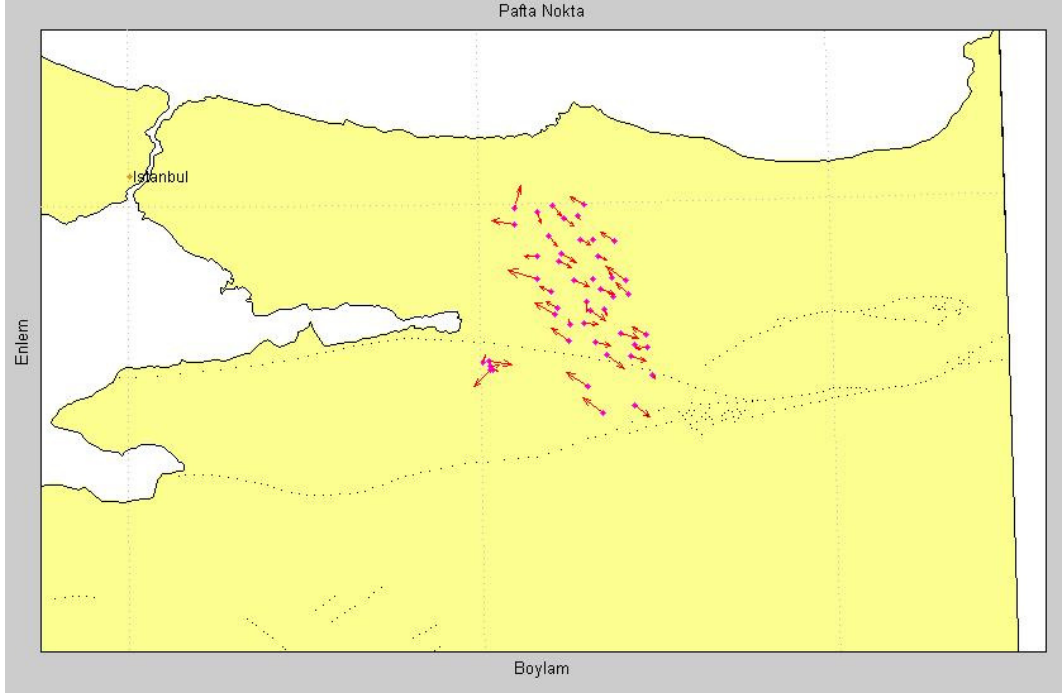
Şekil A-18 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı F24



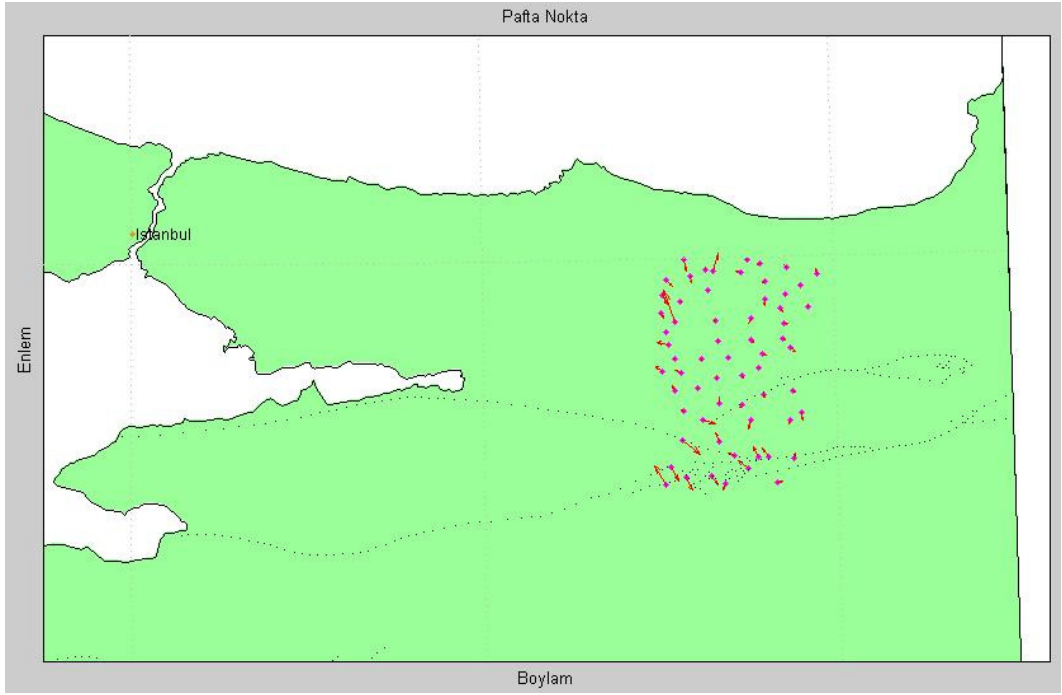
Şekil A-19 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı F25



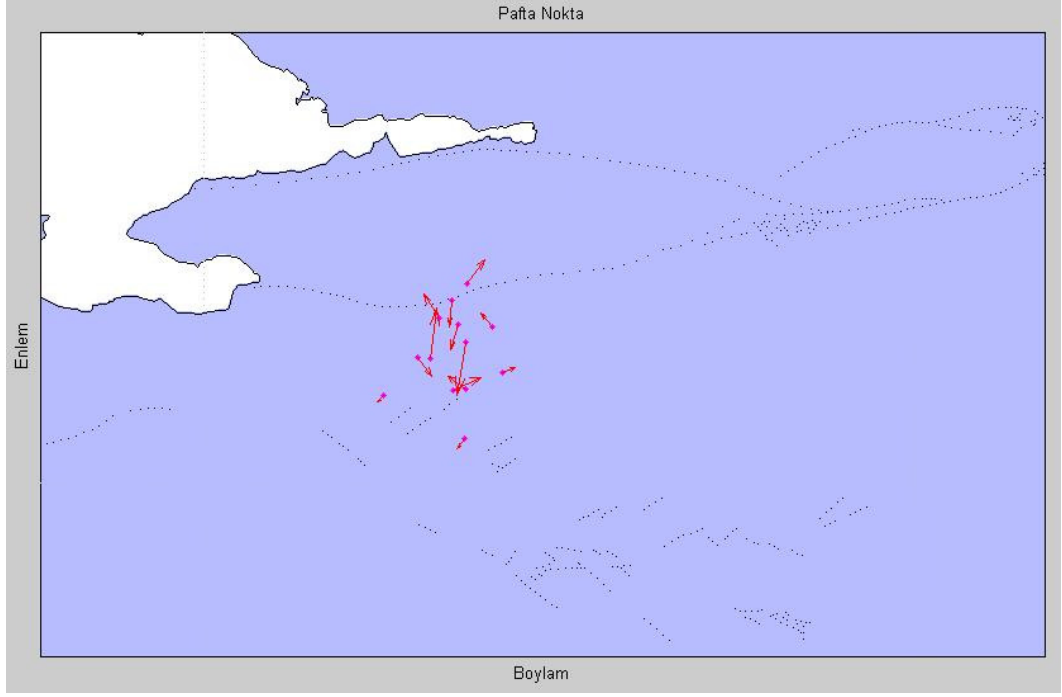
Şekil A-20 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı G23



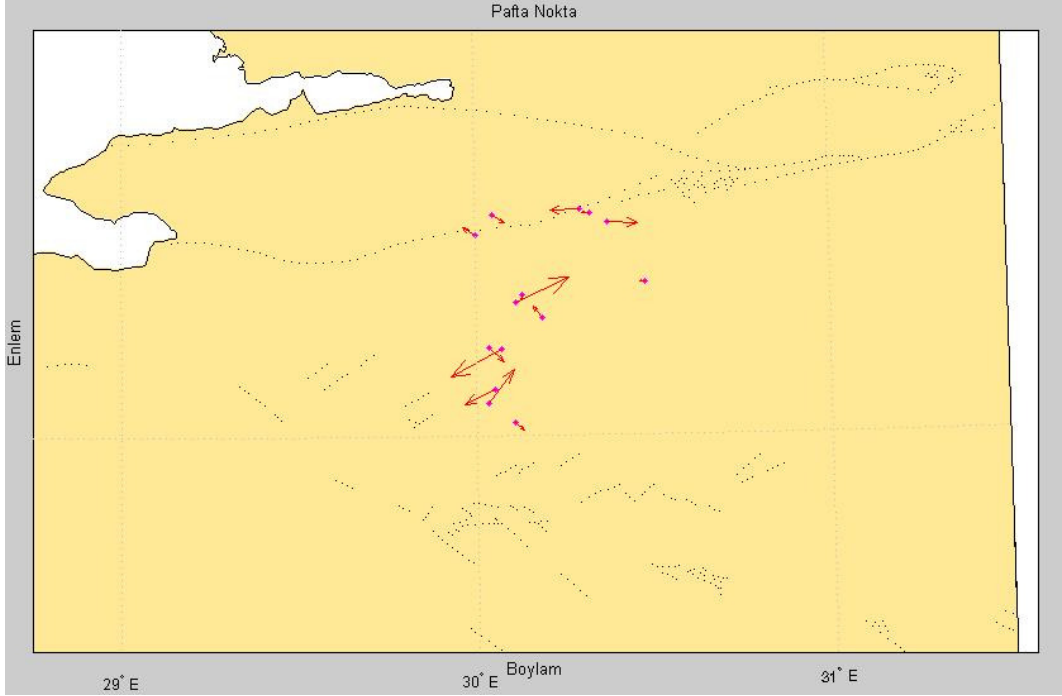
Şekil A-21 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı G24



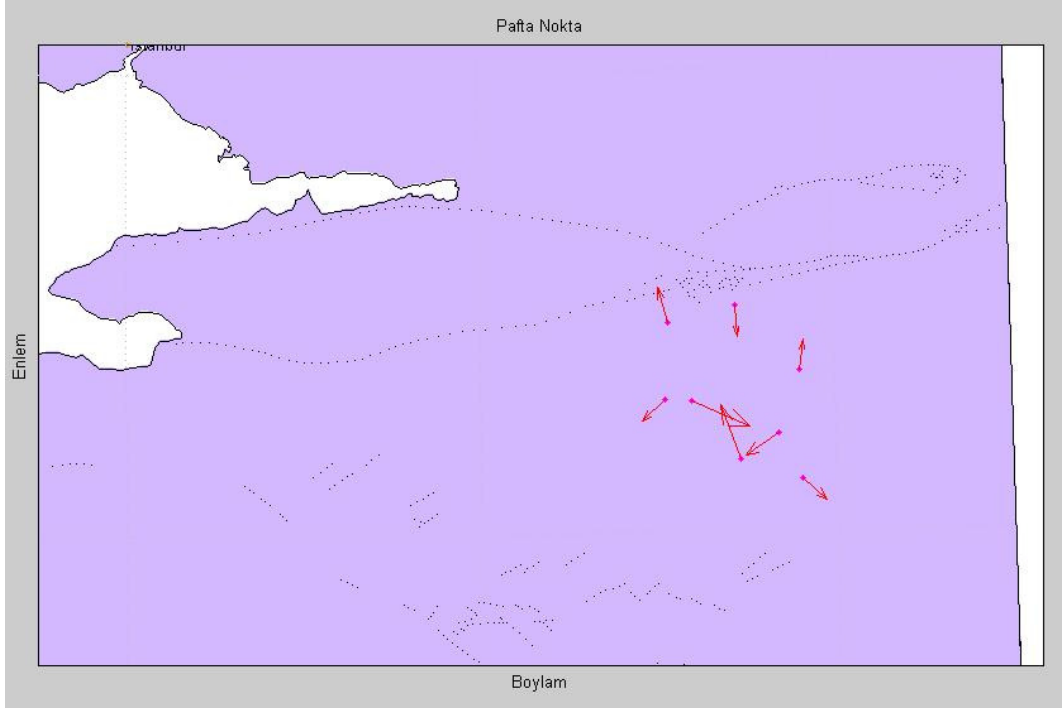
Şekil A-22 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı G25



Şekil A-23 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı H23



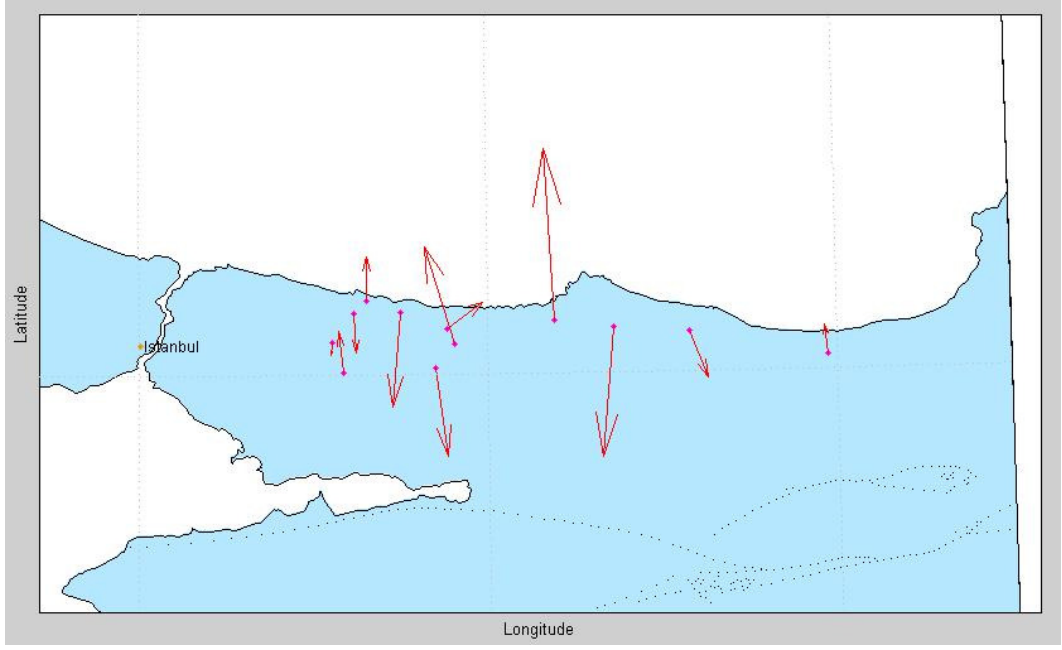
Şekil A-24 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı H24



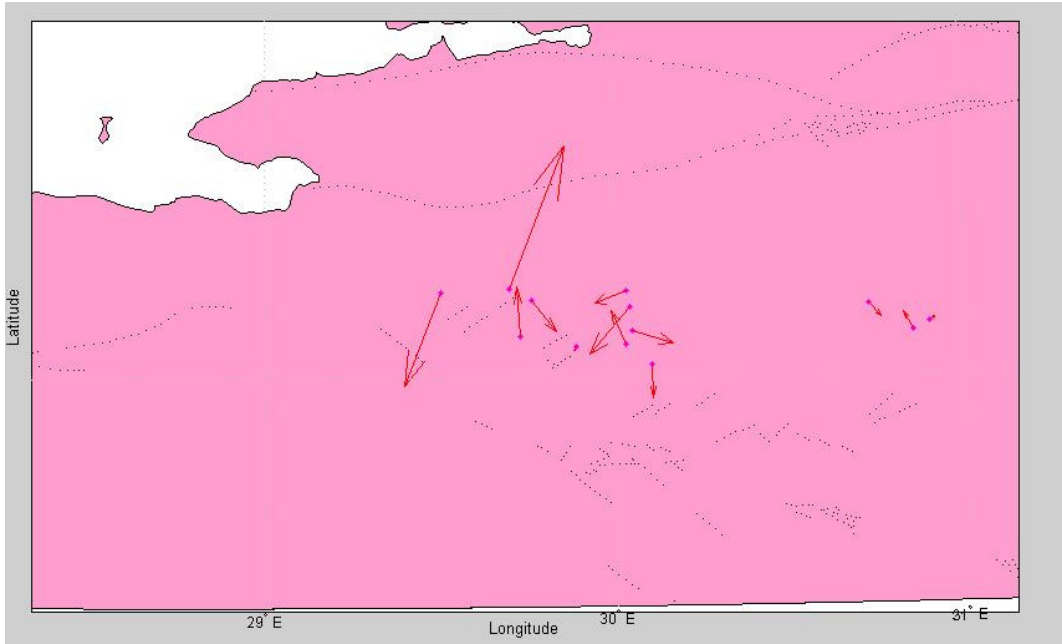
Şekil A-25 Merlis ve arazide RTK ölçümlerinden gelen noktalarla paftalarda 2. derece polinomal transformasyon hesabı tekrarı H25

Ek - B

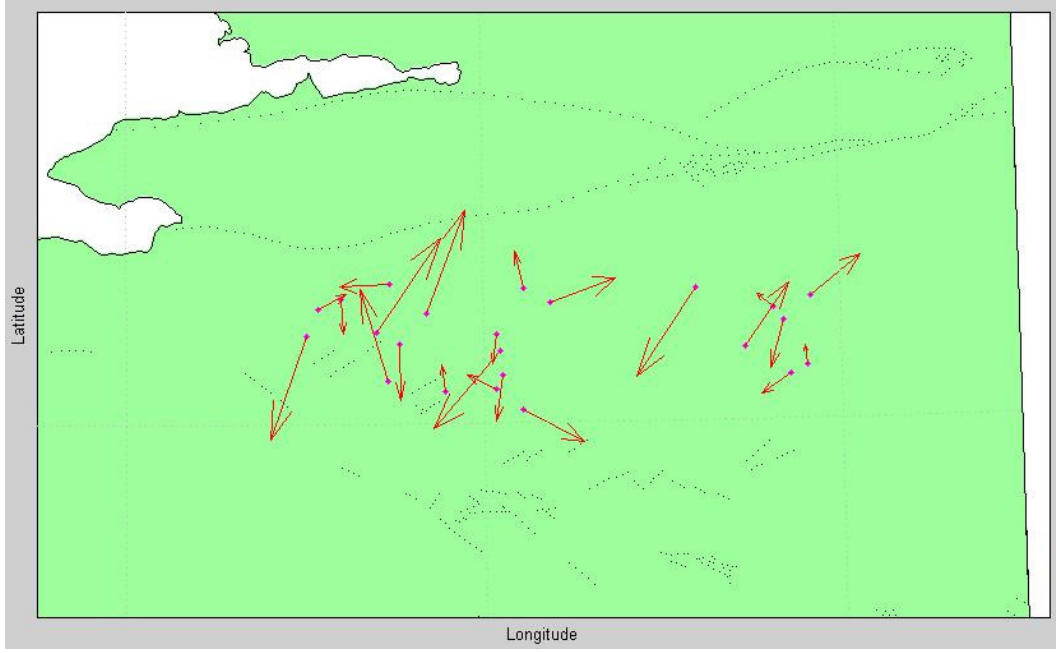
**3. DERECE POLİNOM VE HELMERT BENZERLİK METODLARI
İLE F23-H25 PAFTALARINDA KUZEYDEN GÜNEYE –
GÜNEYDEN KUZEYE 0.1 DERECELİK ARTIMLARLA FAYIN
YERİ BİLİNMEKSİZİN TRANSFORMASYONUN İNCELENMESİ**



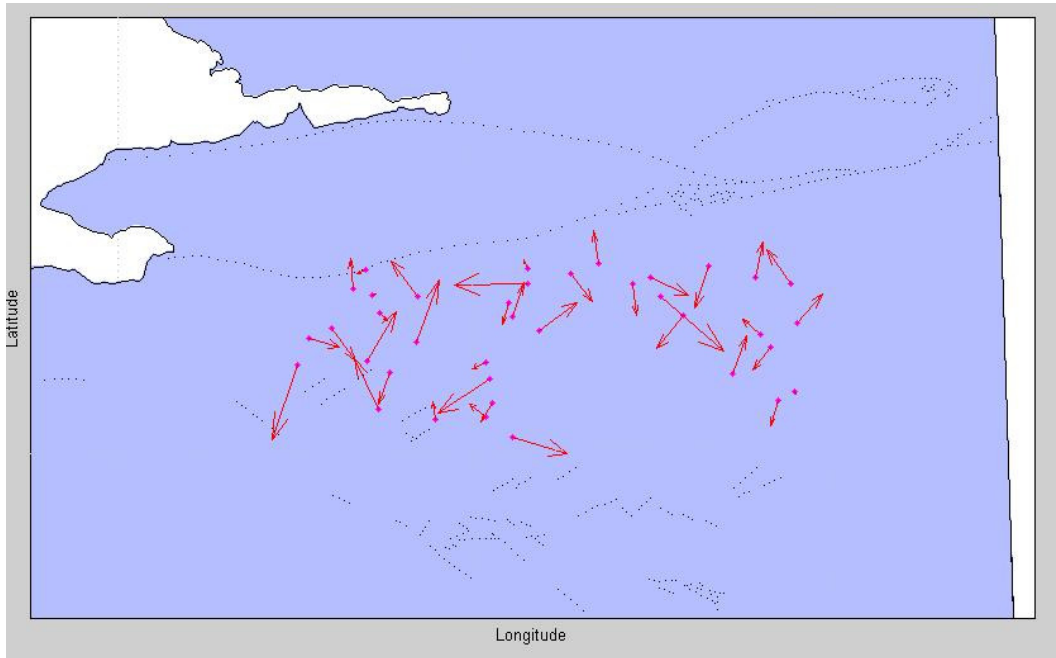
Şekil B-1 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi F23_F25



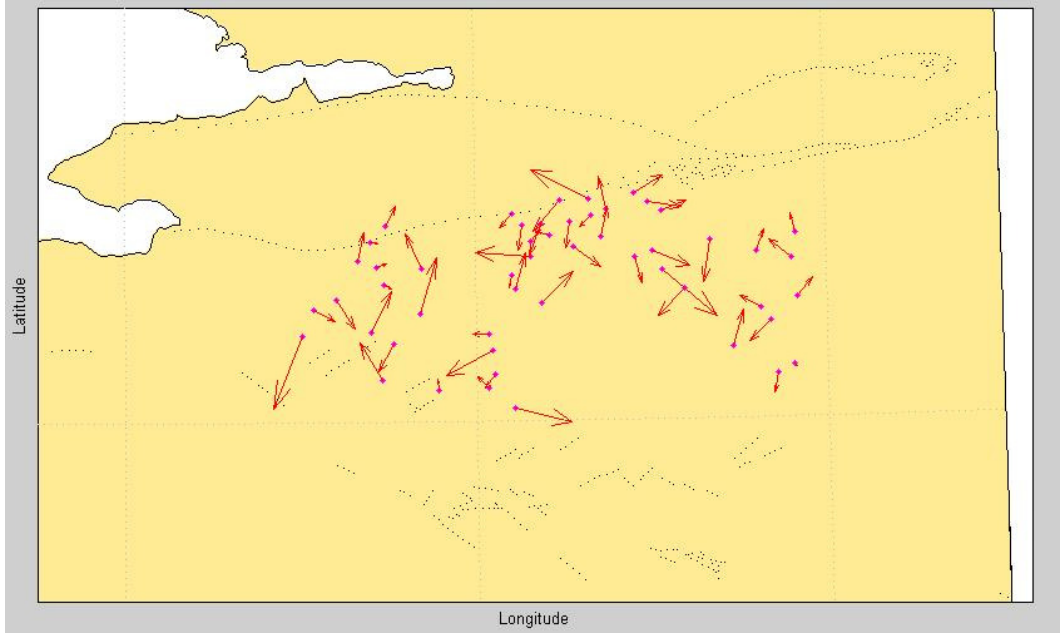
Şekil B-2 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40-40.2



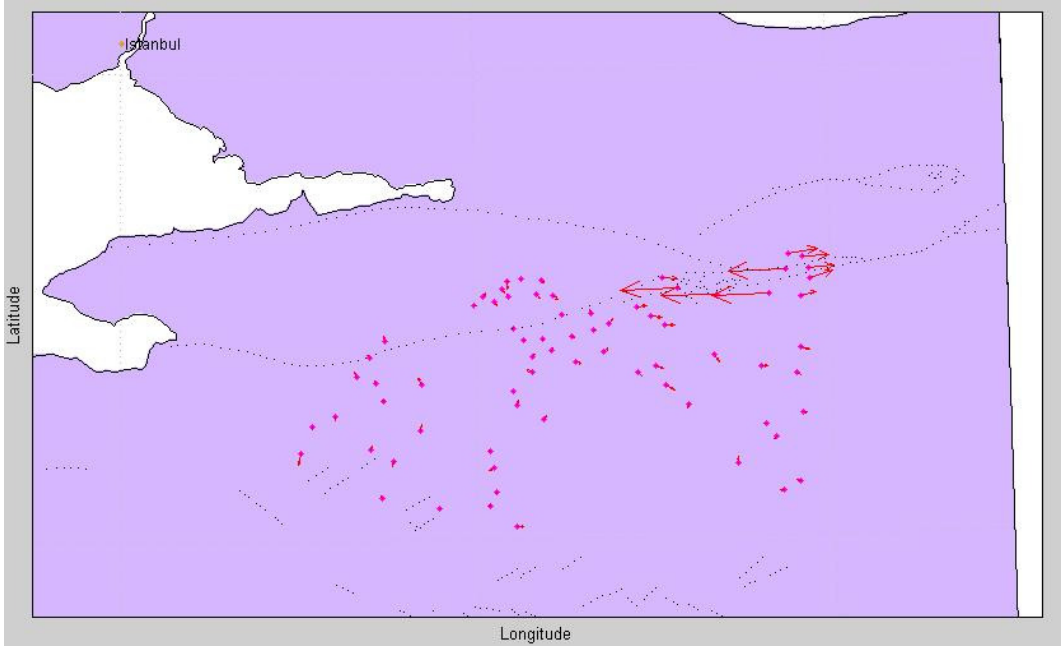
Şekil B-3 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40-40.3



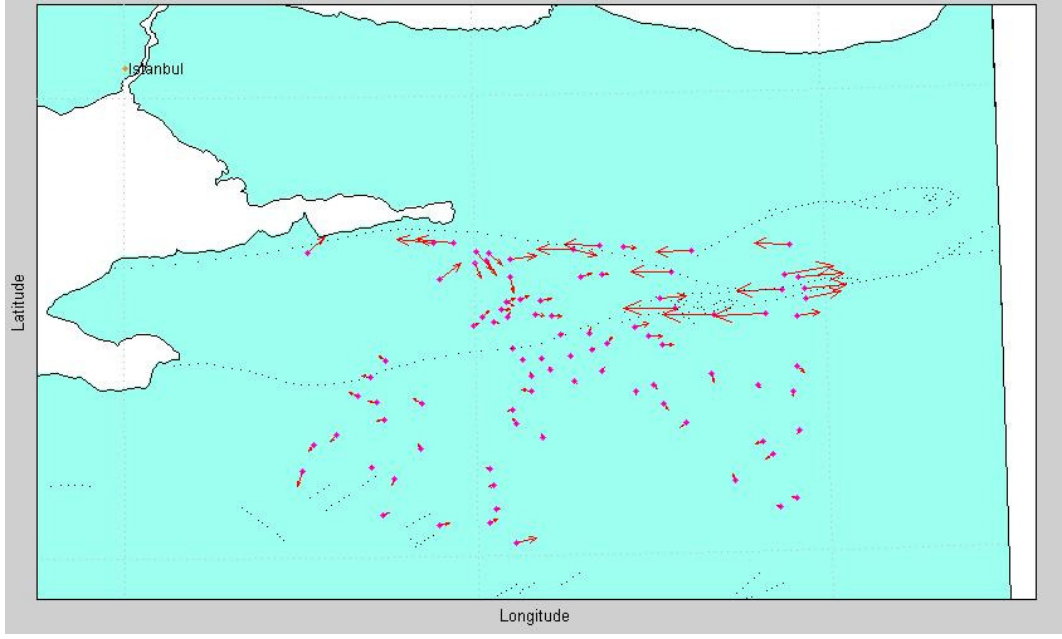
Şekil B-4 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40-40.4



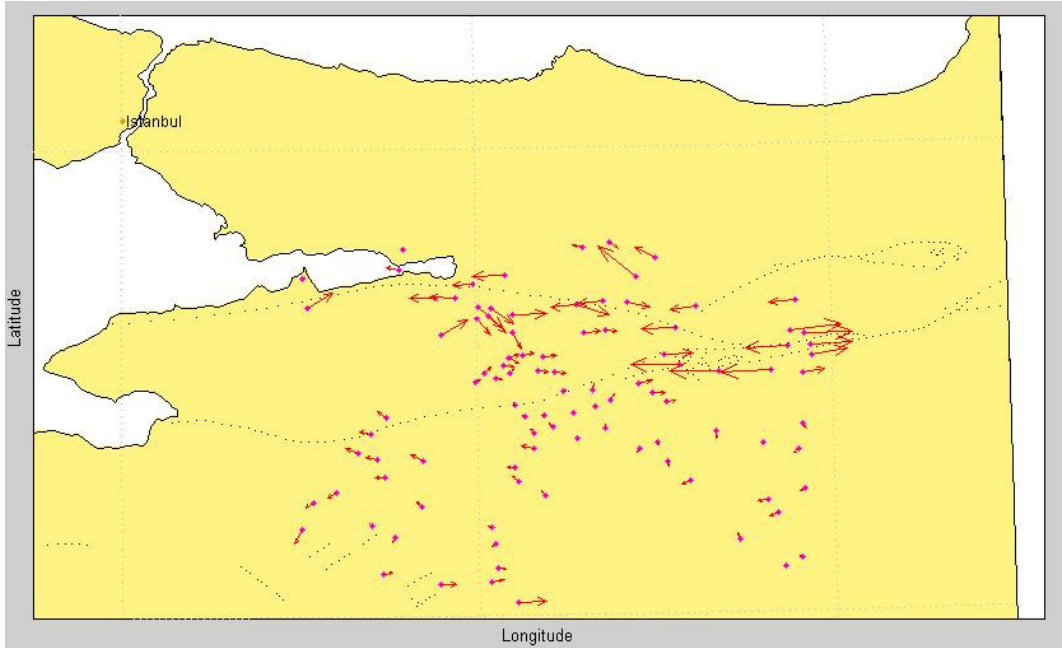
Şekil B-5 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40-40.5



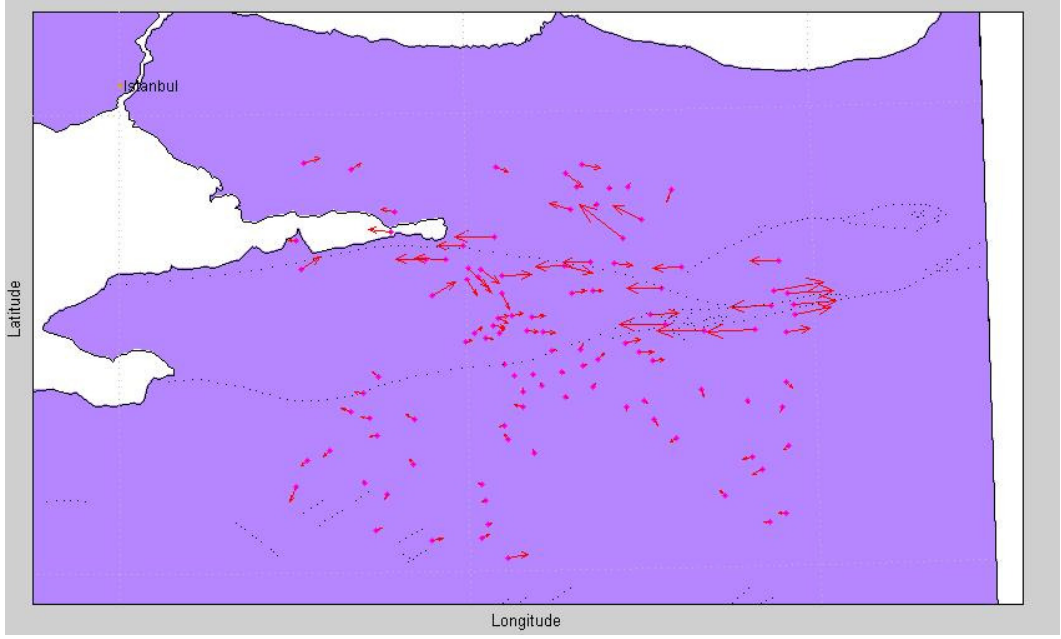
Şekil B-6 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40-40.6



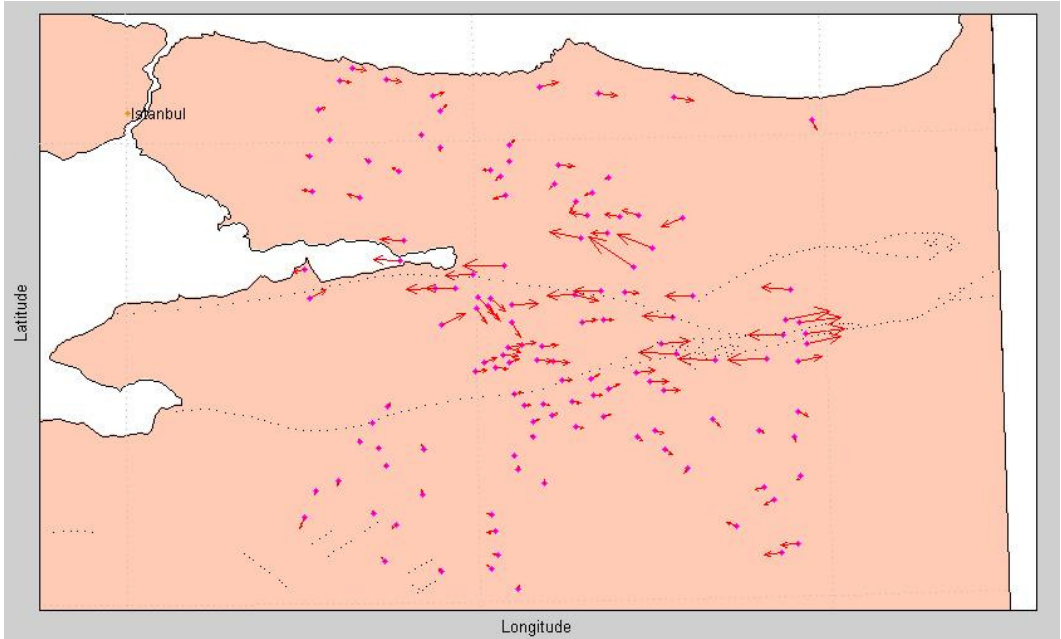
Şekil B-7 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40-40.7



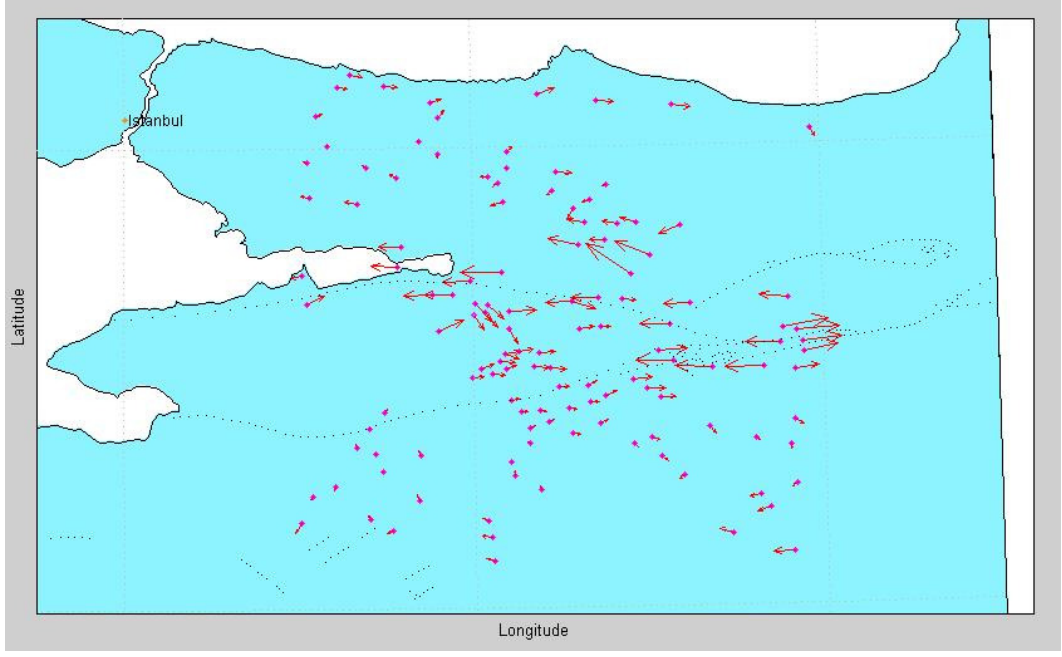
Şekil B-8 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40-40.8



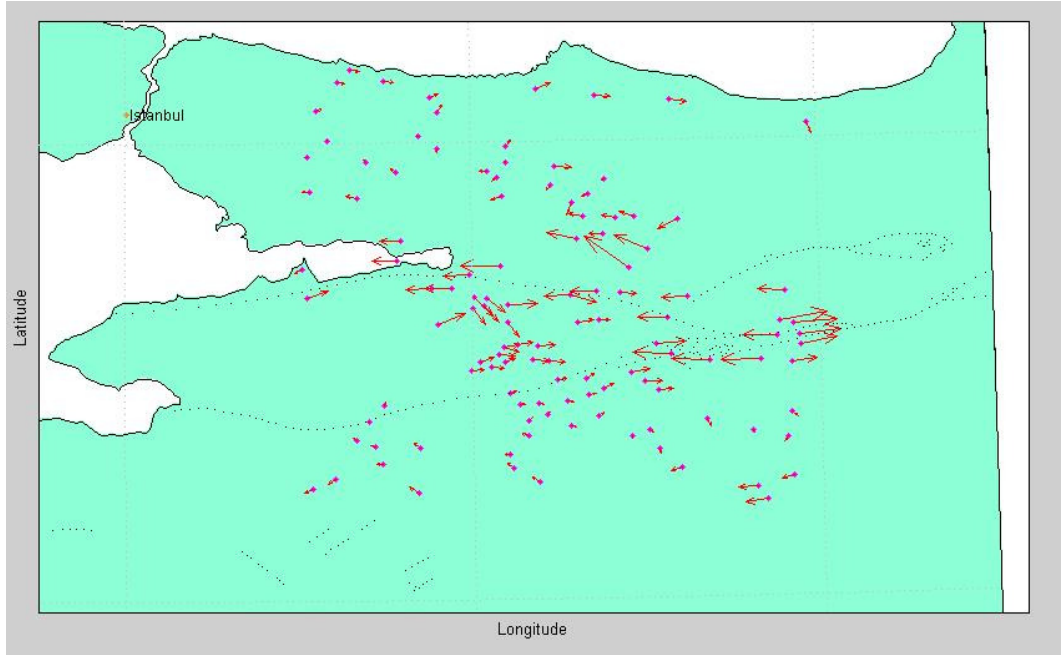
Şekil B-9 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40-40.9



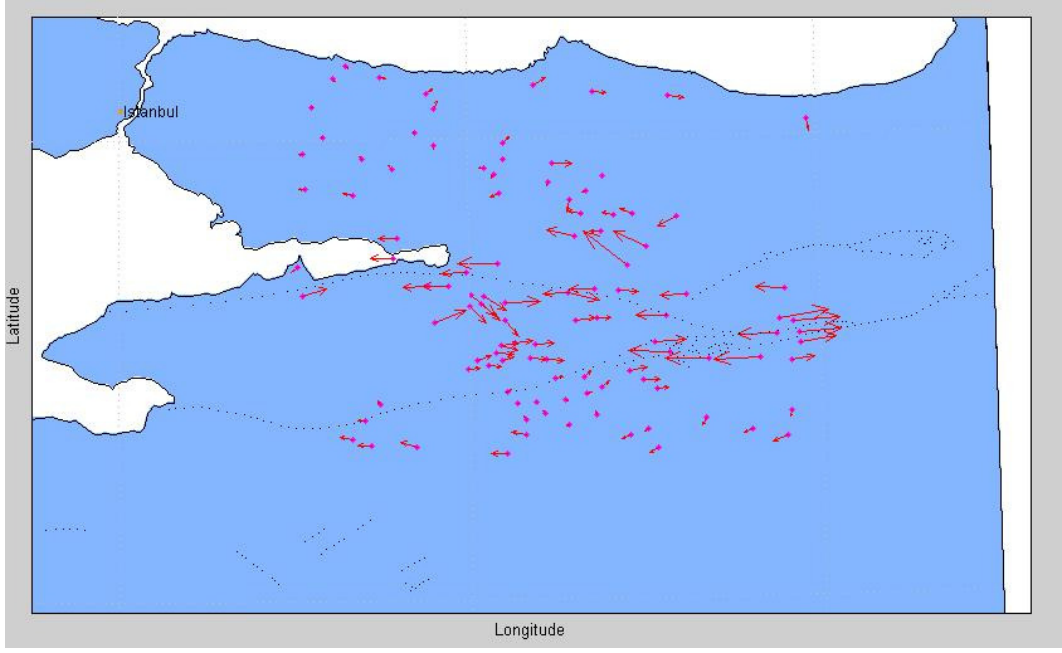
Şekil B-10 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40-41.5



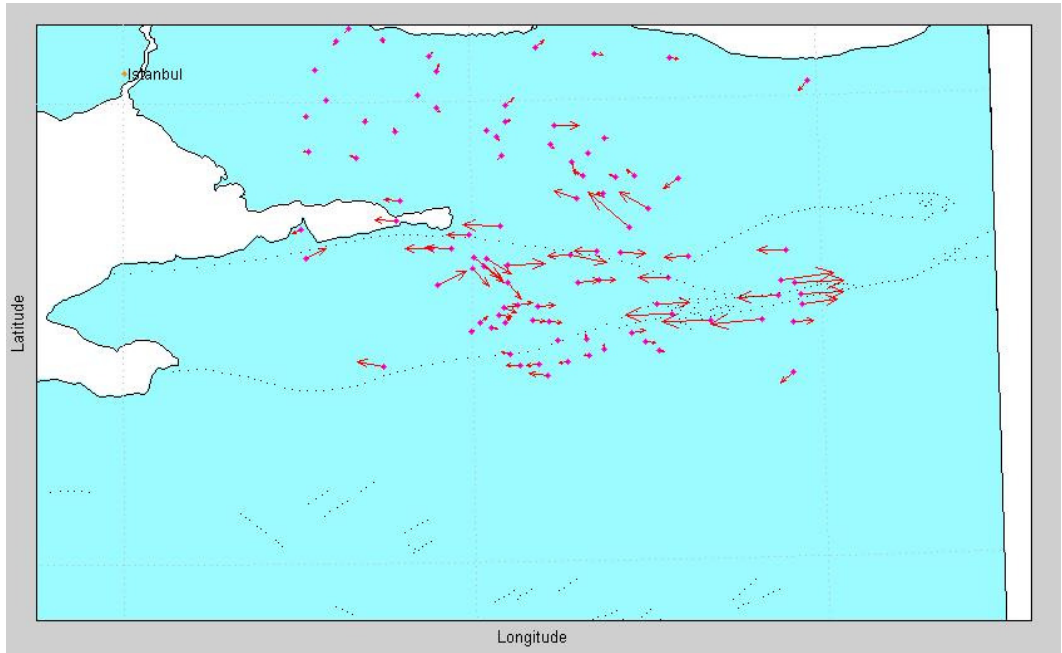
Şekil B-11 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40.1-41.5



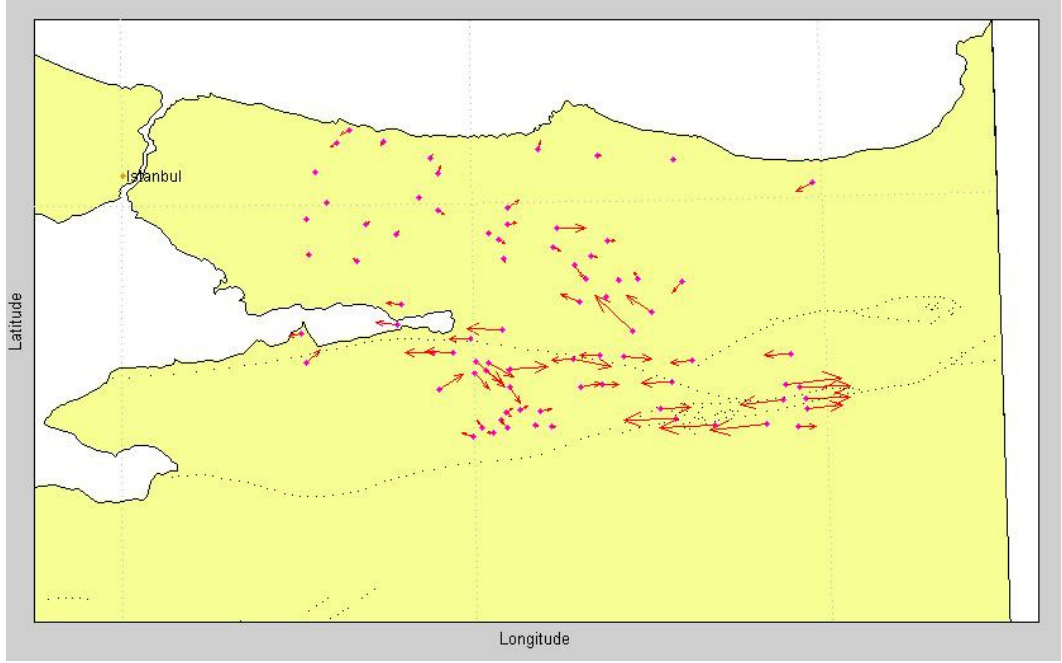
Şekil B-12 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40.2-41.5



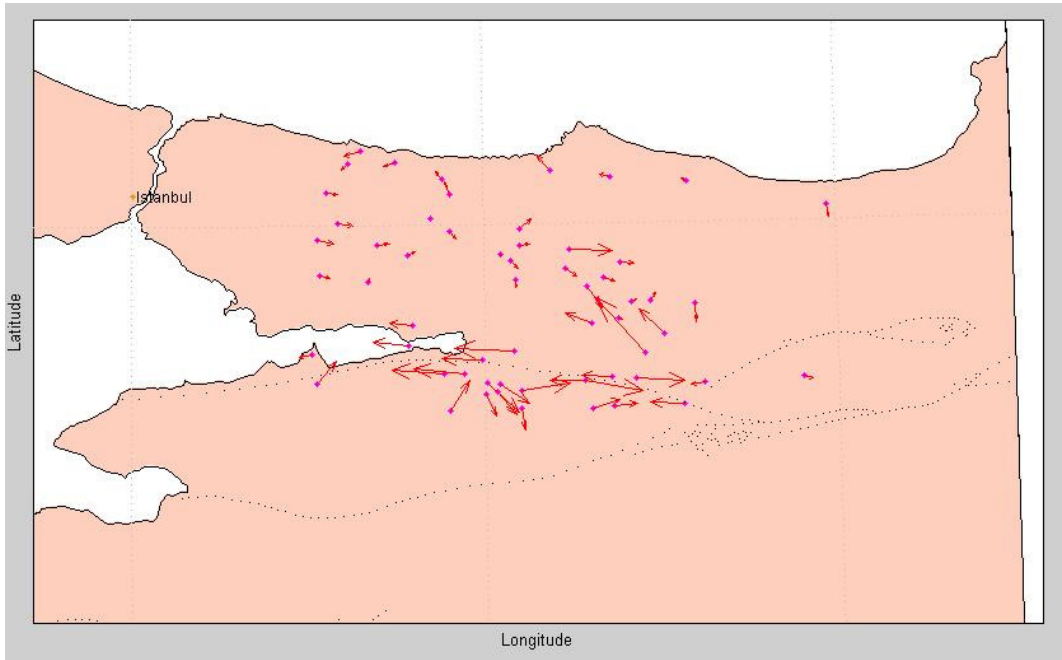
Şekil B-13 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40.3-41.5



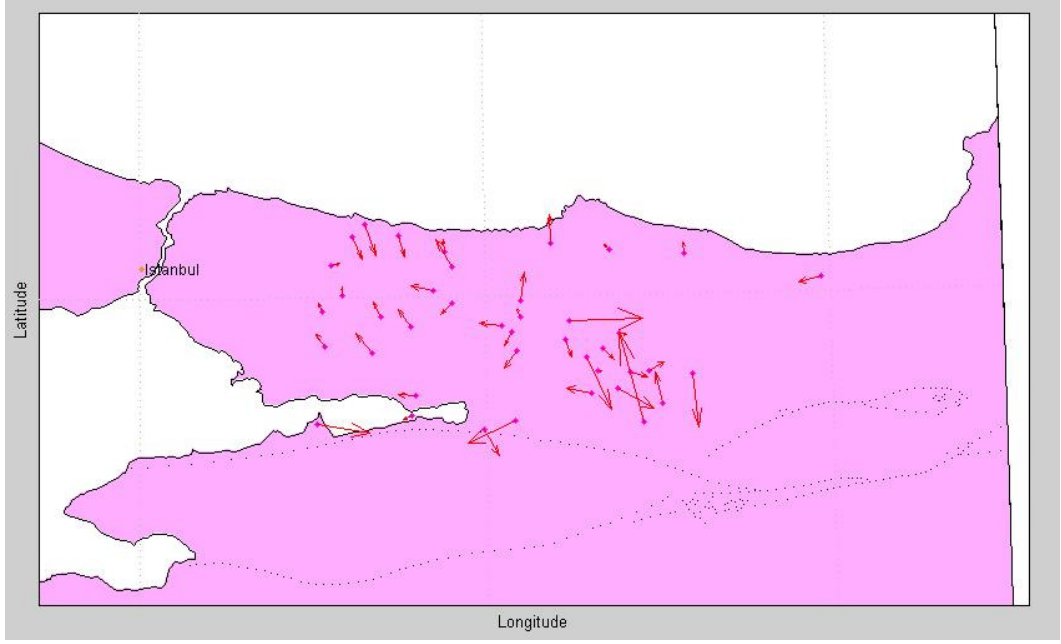
Şekil B-14 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40.4-41.5



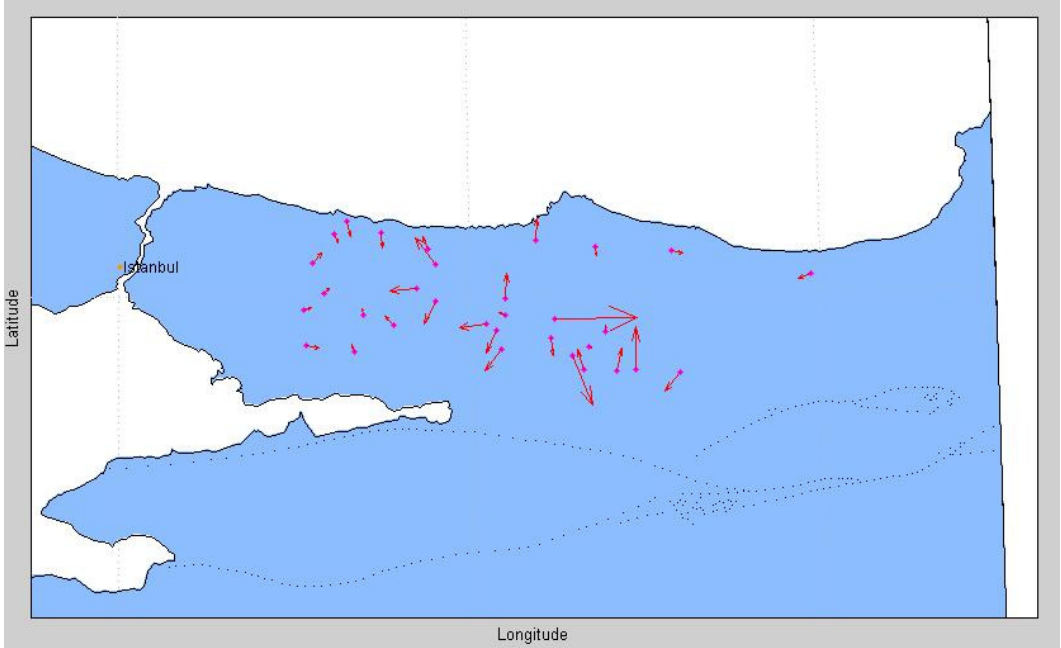
Şekil B-15 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40.5-41.5



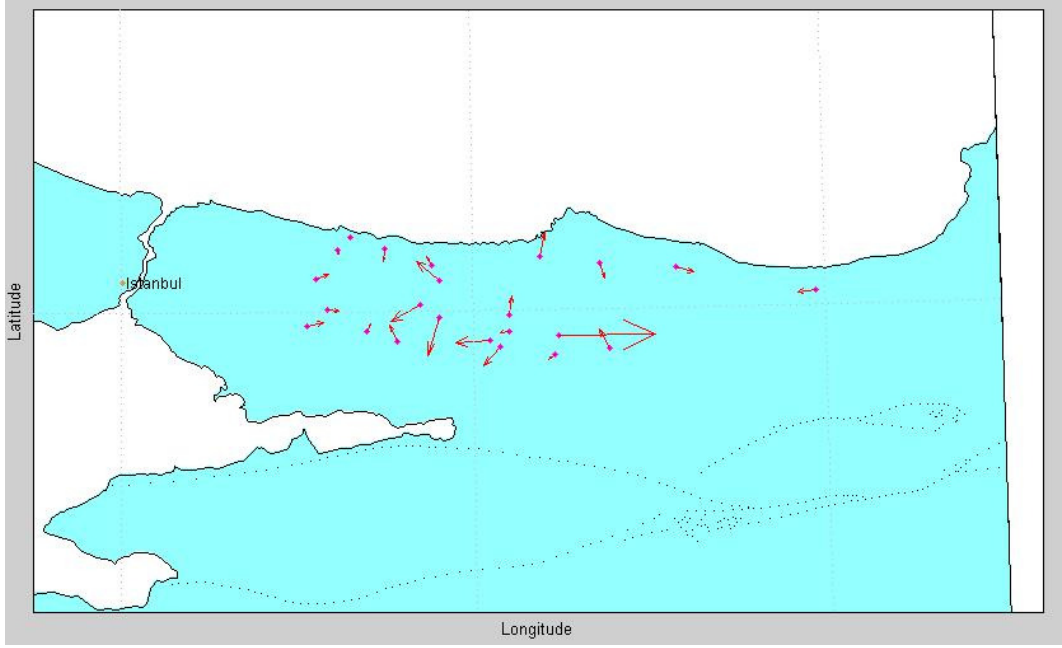
Şekil B-16 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40.6-41.5



Şekil B-17 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40.7-41.5

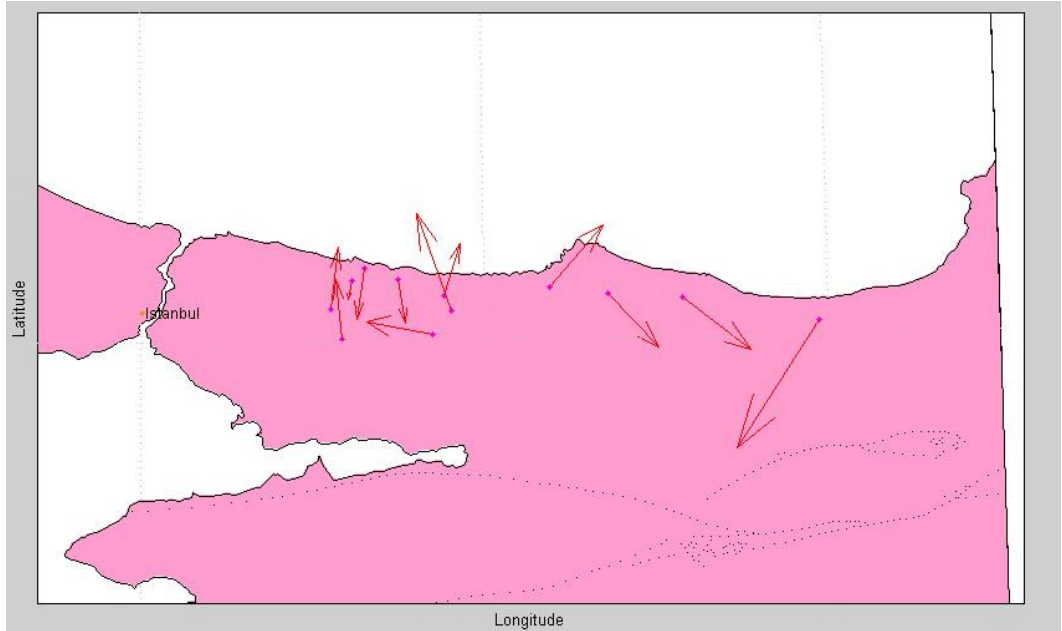


Şekil B-18 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40.8-41.5

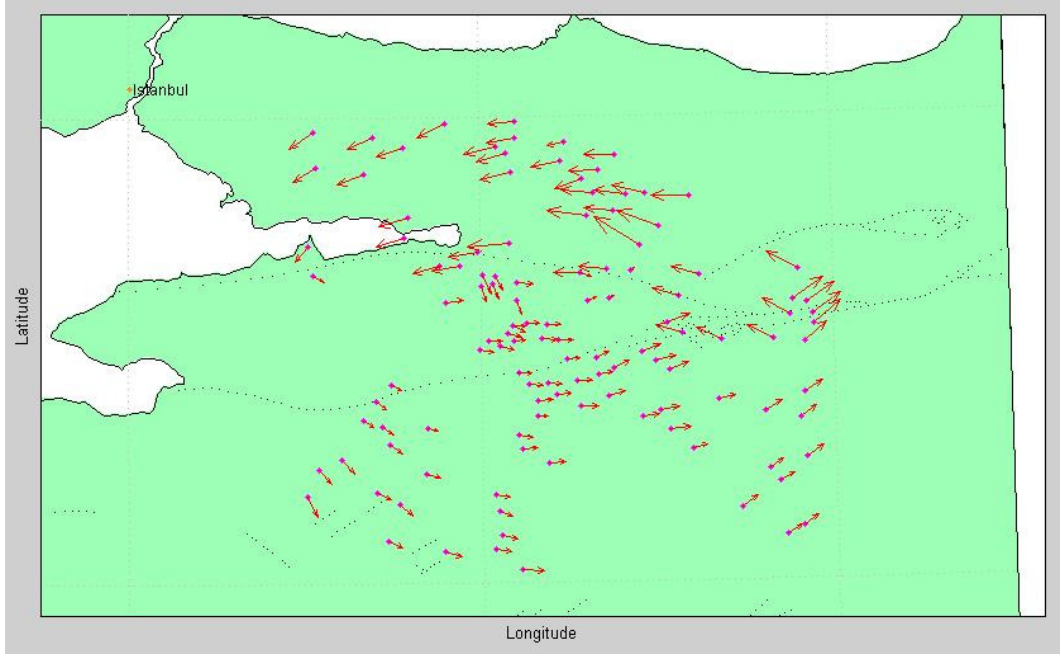


Şekil B-19 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları 2. derece polinom yöntemi 40.9-41.5

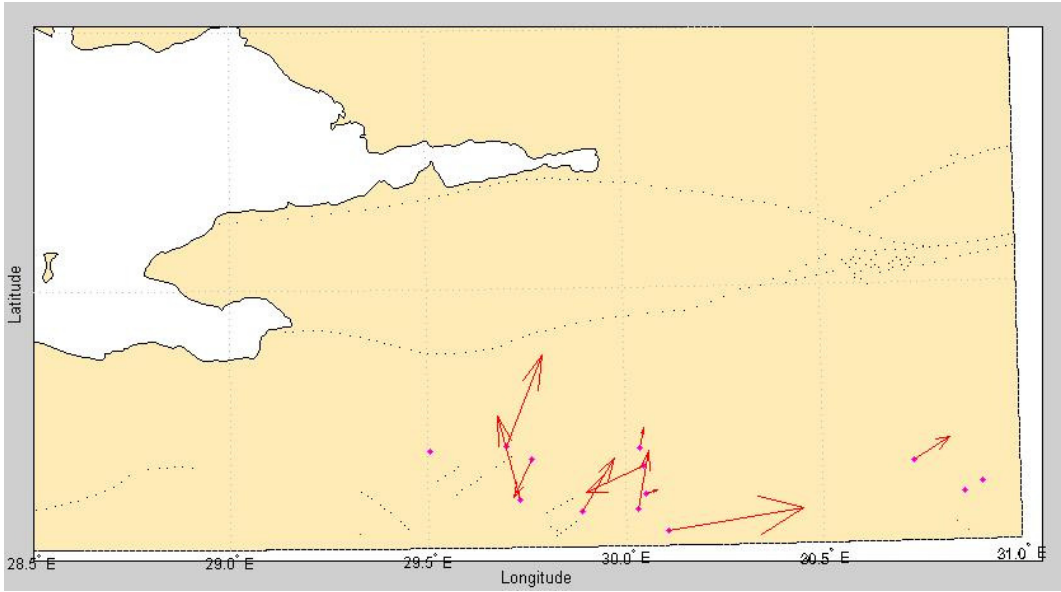
Helmert Benzerlik Transformasyonu İle F23-H25 Paftalarında Kuzeyden Güneye – Güneyden Kuzeye 0.1 Derecelik Artımlarla Transformasyonun İncelenmesi



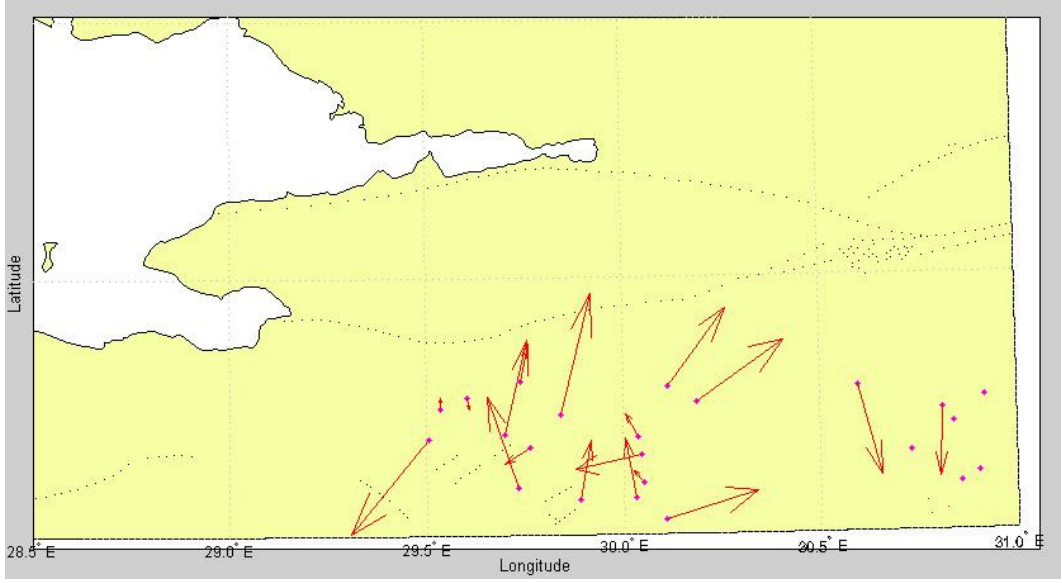
Şekil B-20 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi F23-F25



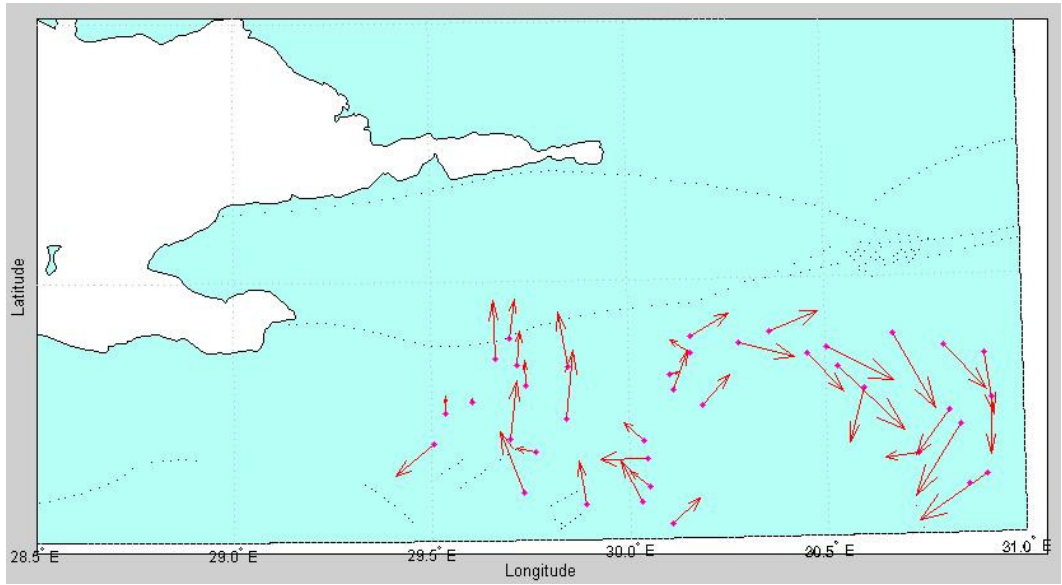
Şekil B-21 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-41



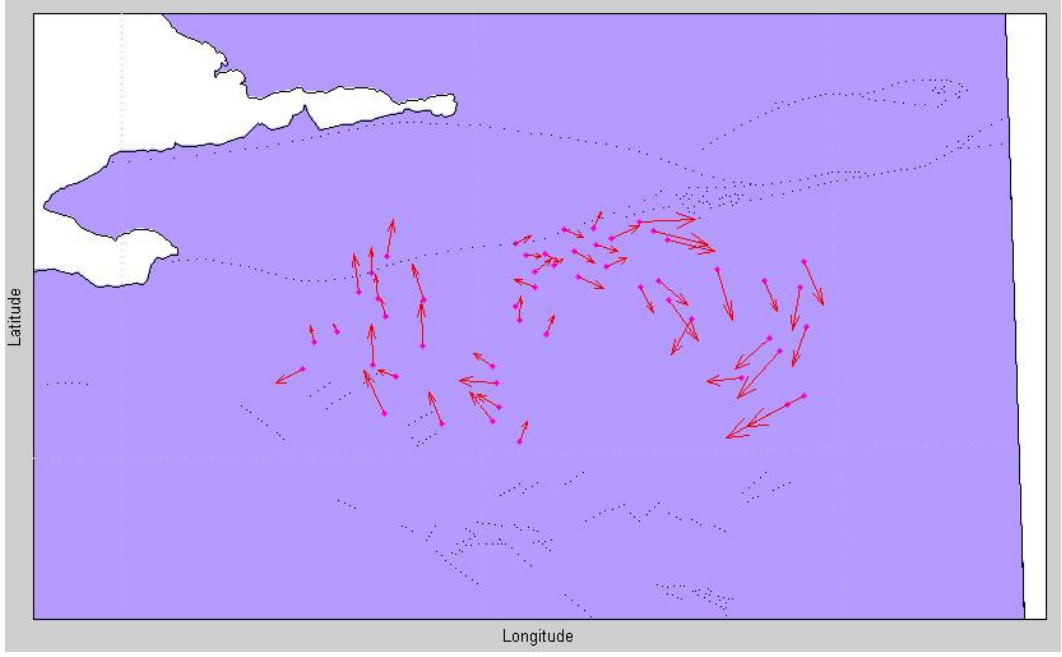
Şekil B-22 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.2



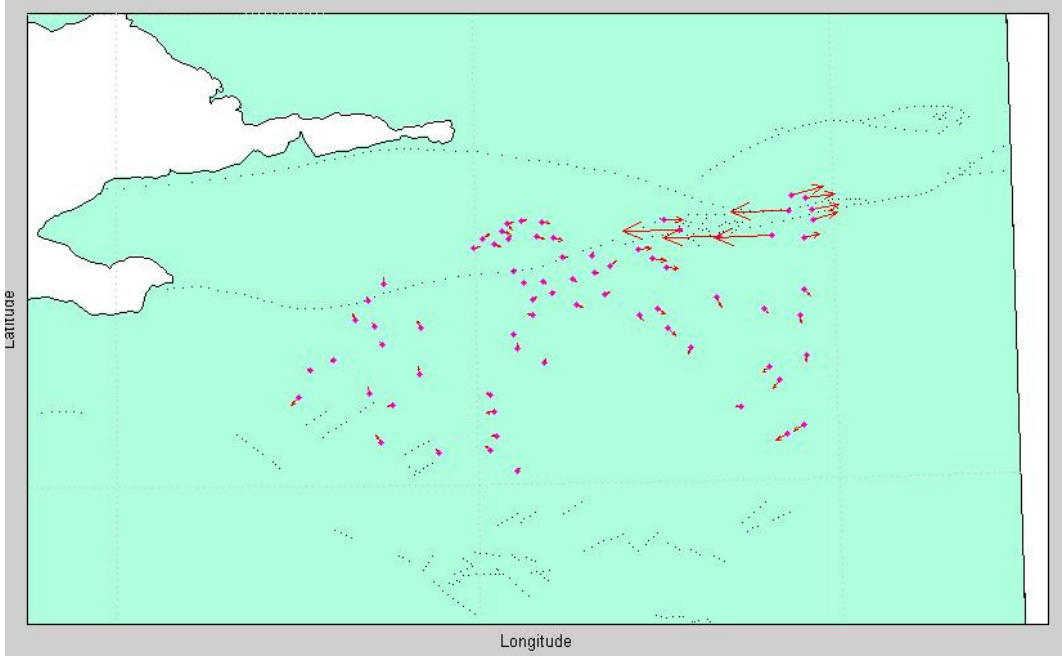
Şekil B-23 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.3



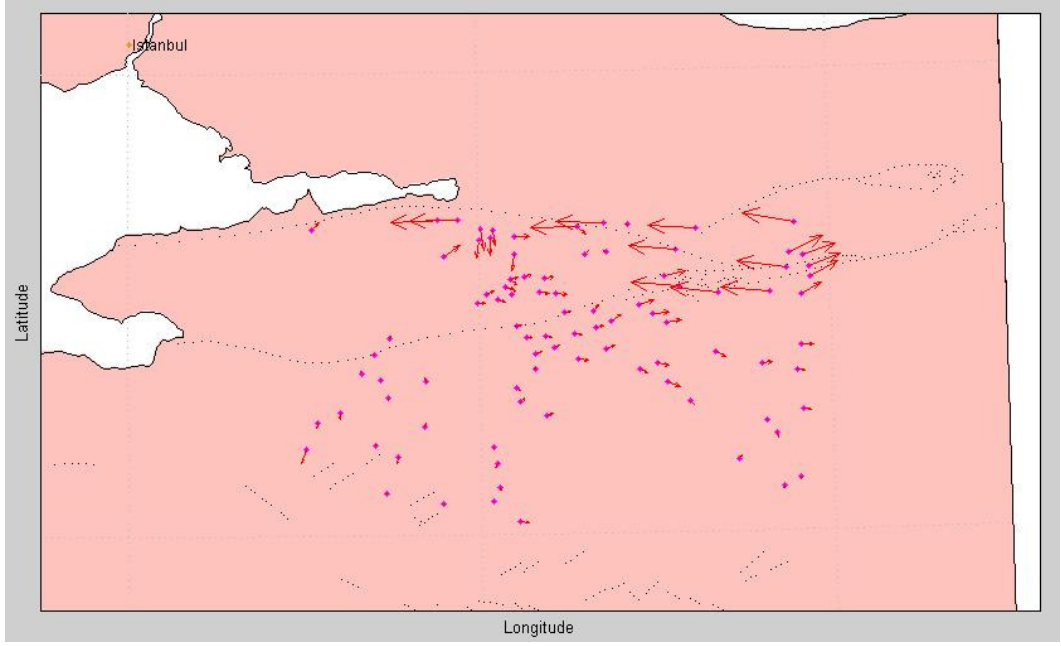
Şekil B-24 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.4b



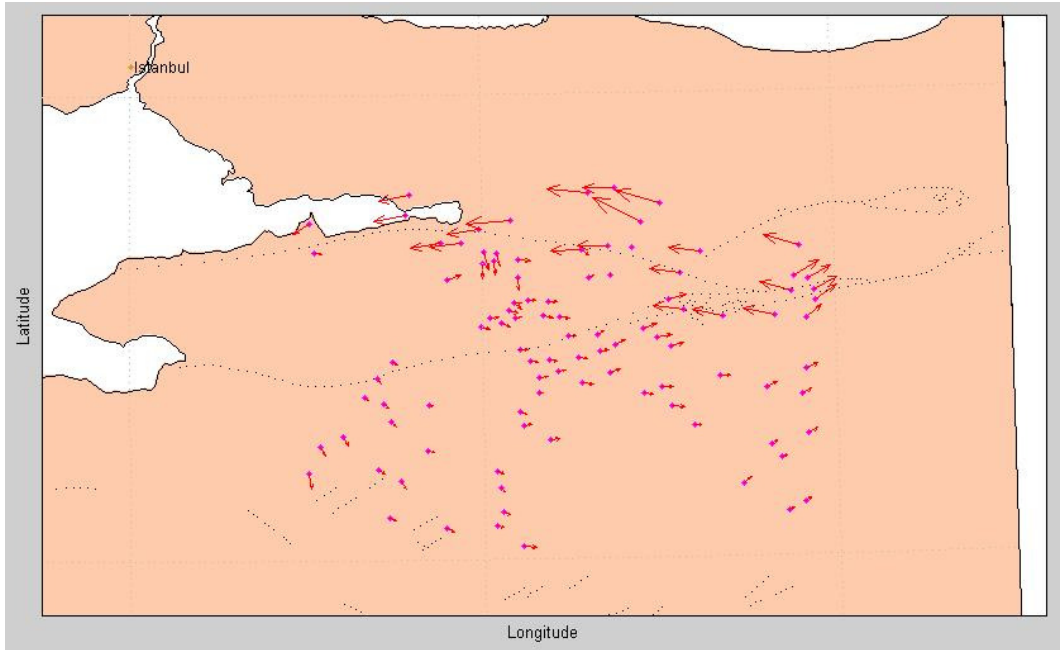
Şekil B-25 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.5



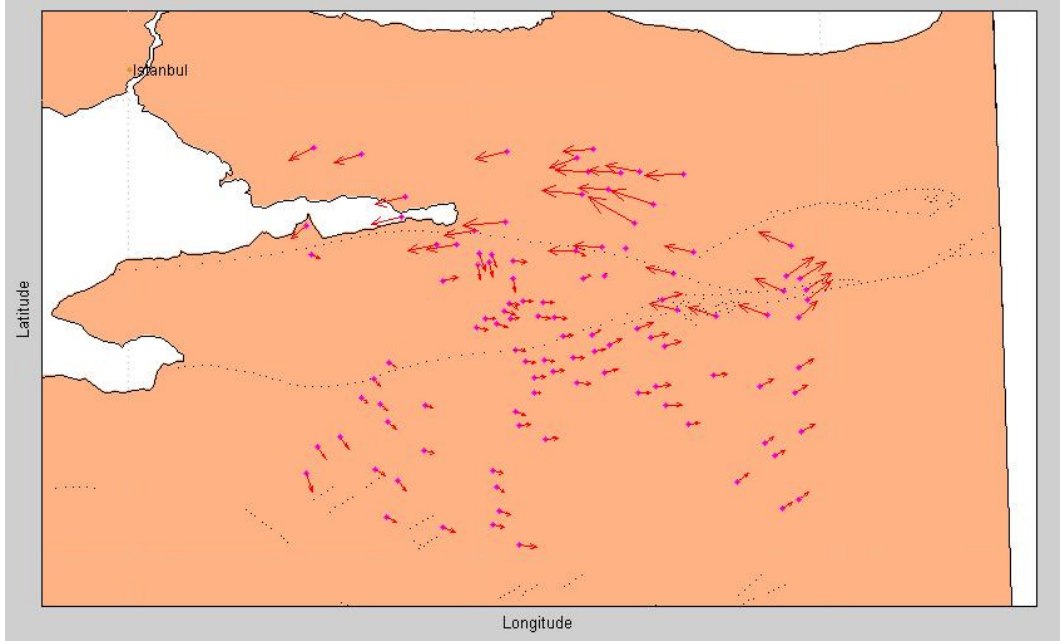
Şekil B-26 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.6



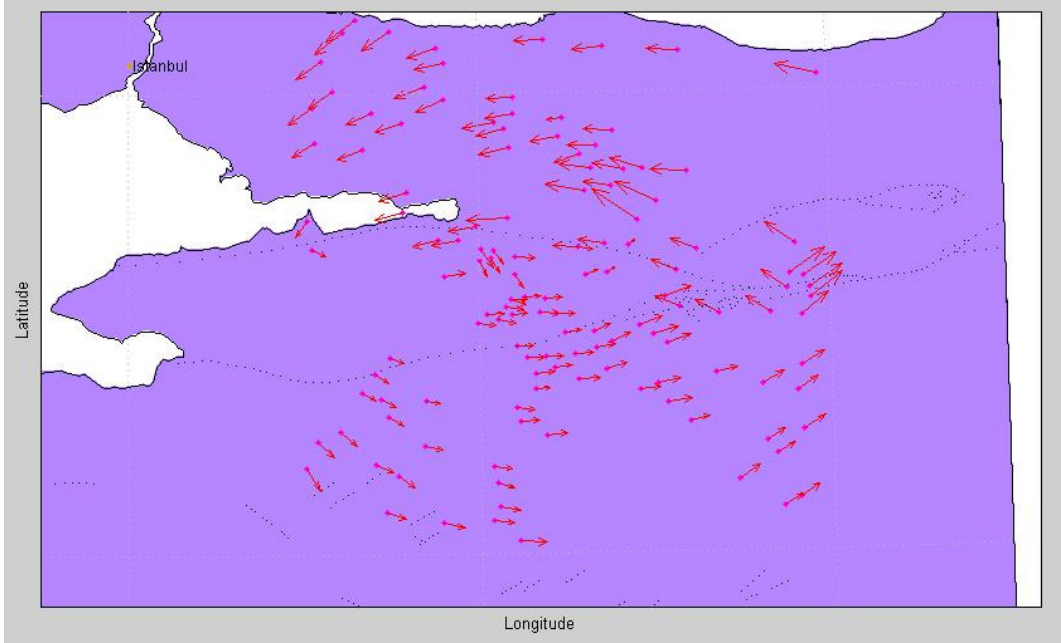
Şekil B-27 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.7



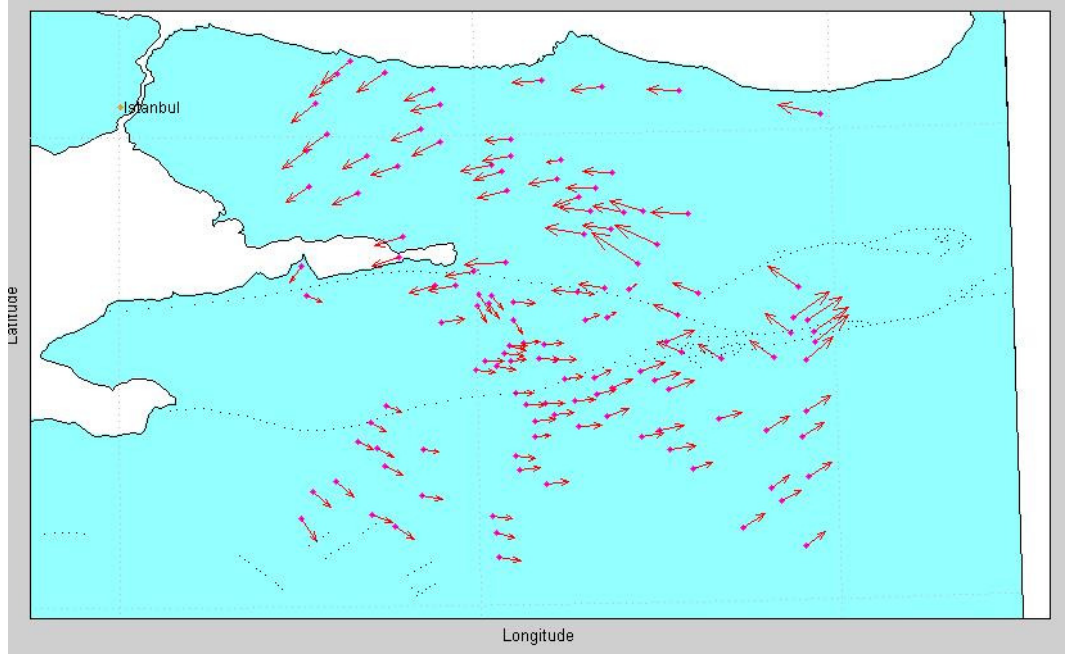
Şekil B-28 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.8



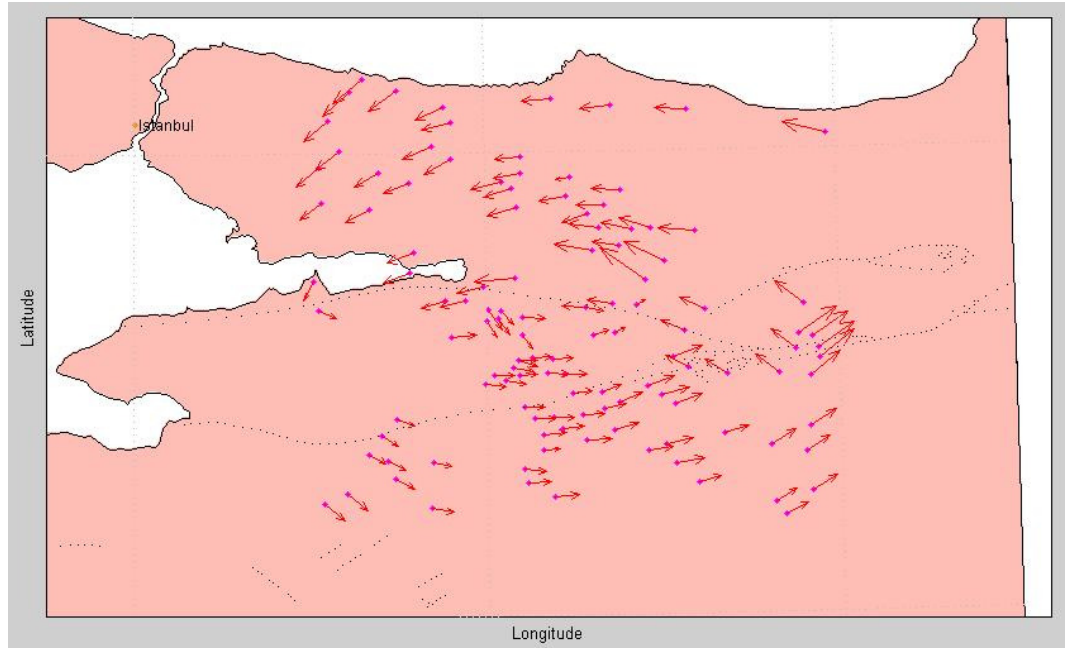
Şekil B-29 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-40.9



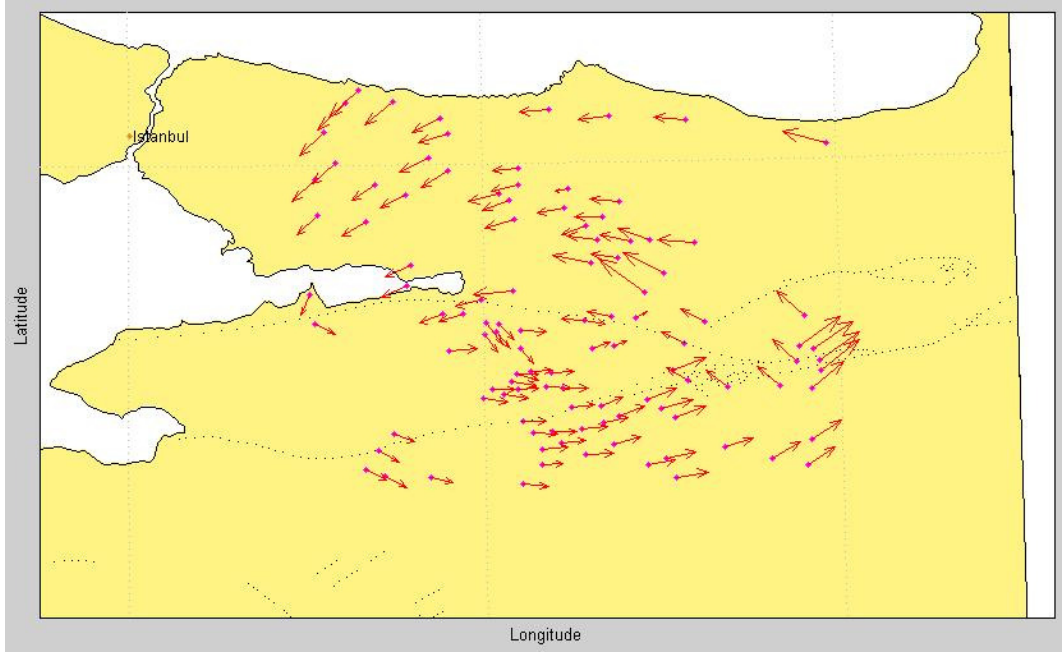
Şekil B-30 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40-41.5



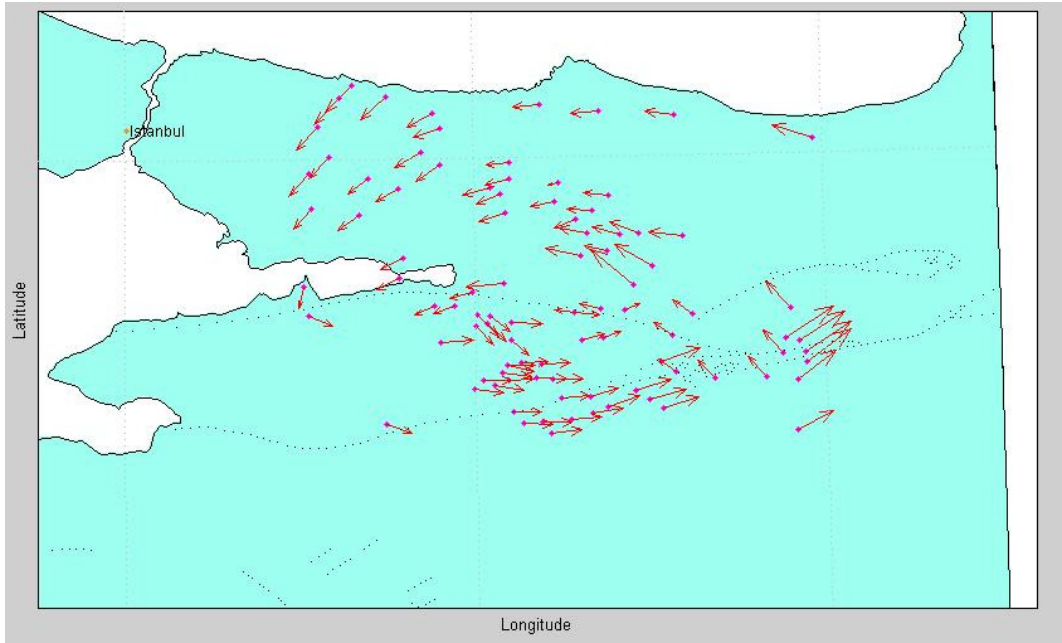
Şekil B-31 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.1-41.5



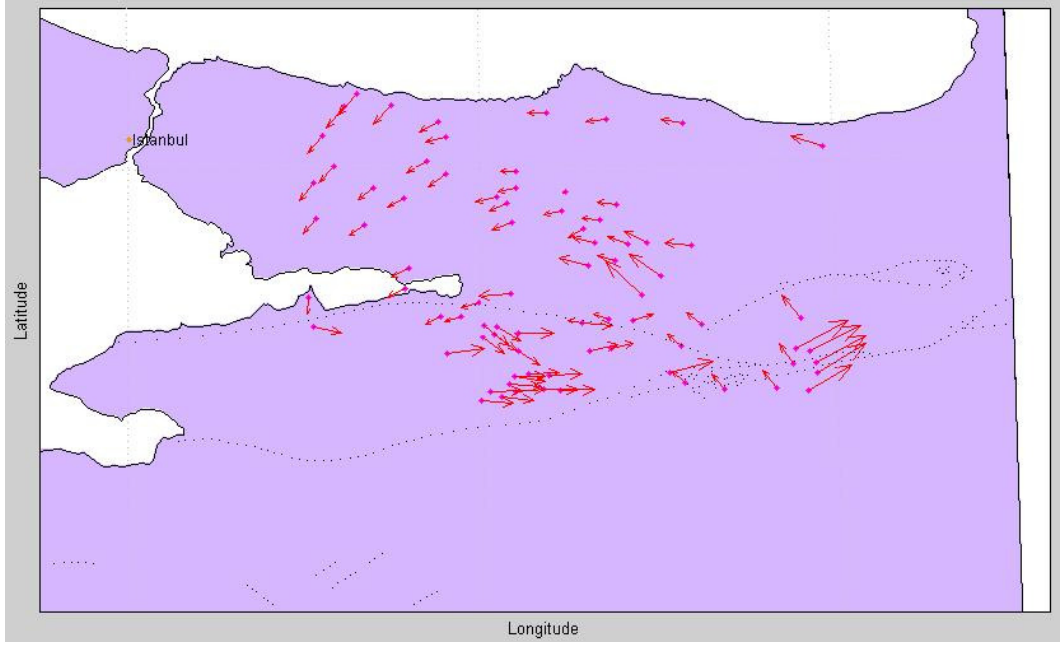
Şekil B-32 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.2-41.5



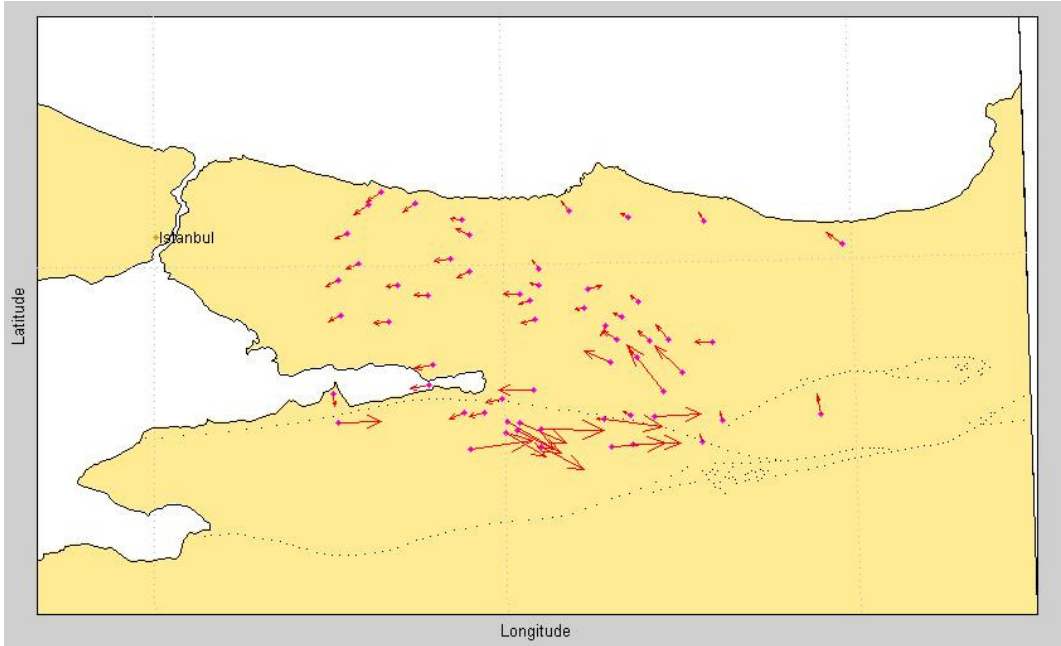
Şekil B-33 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.3-41.5



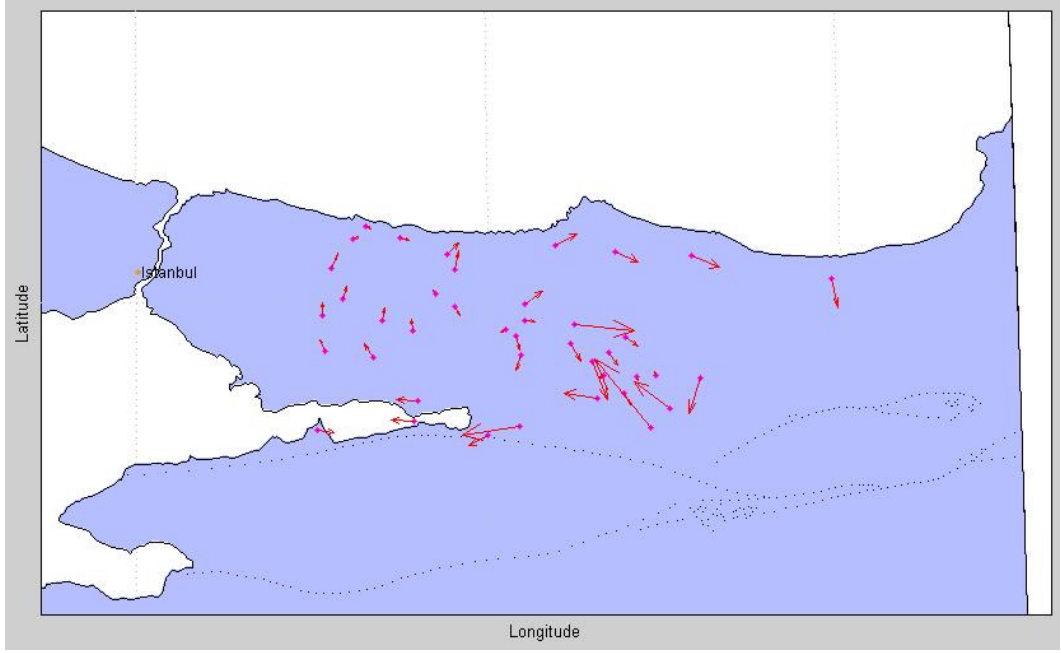
Şekil B-34 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.4-41.5



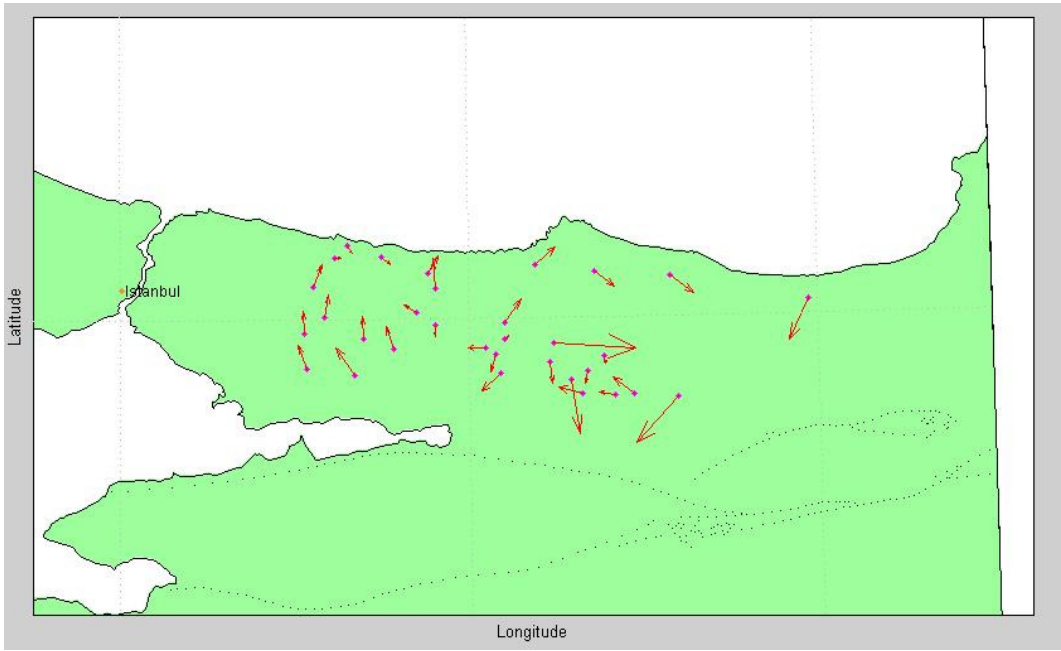
Şekil B-35 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.5-41.5



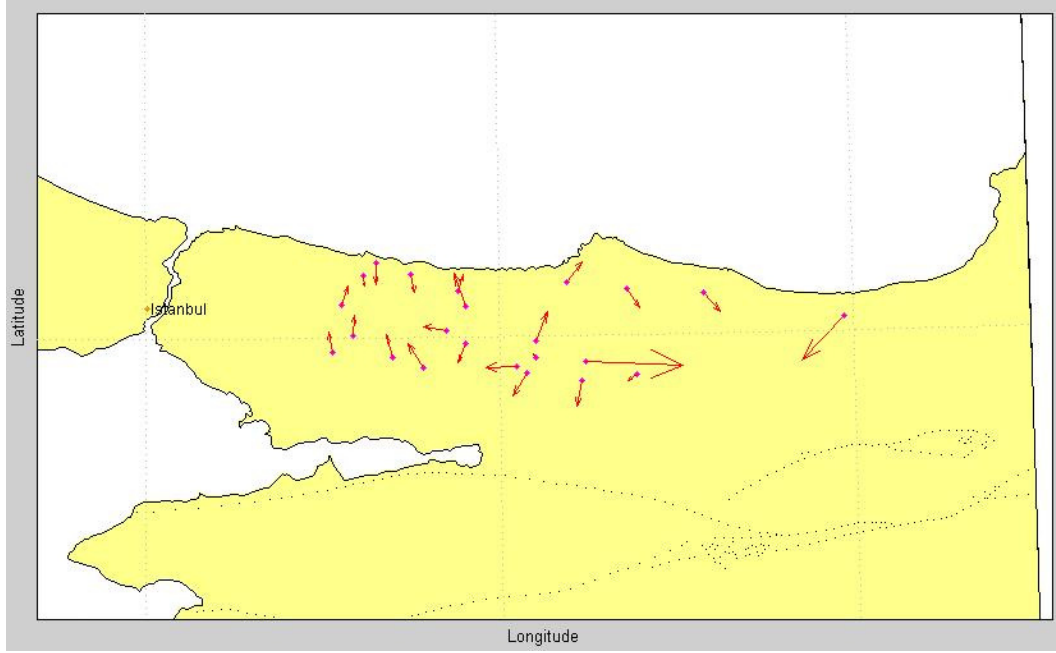
Şekil B-36 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan önüşüm çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.6-41.5



Şekil B-37 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.7-41.5

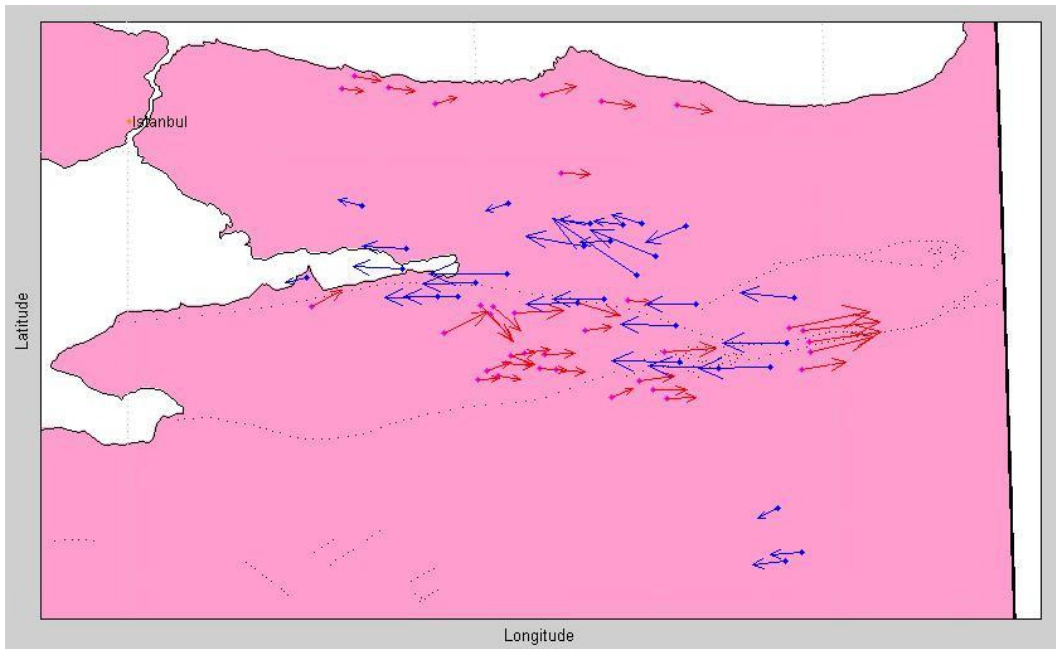


Şekil B-38 Fayın varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.8-41.5

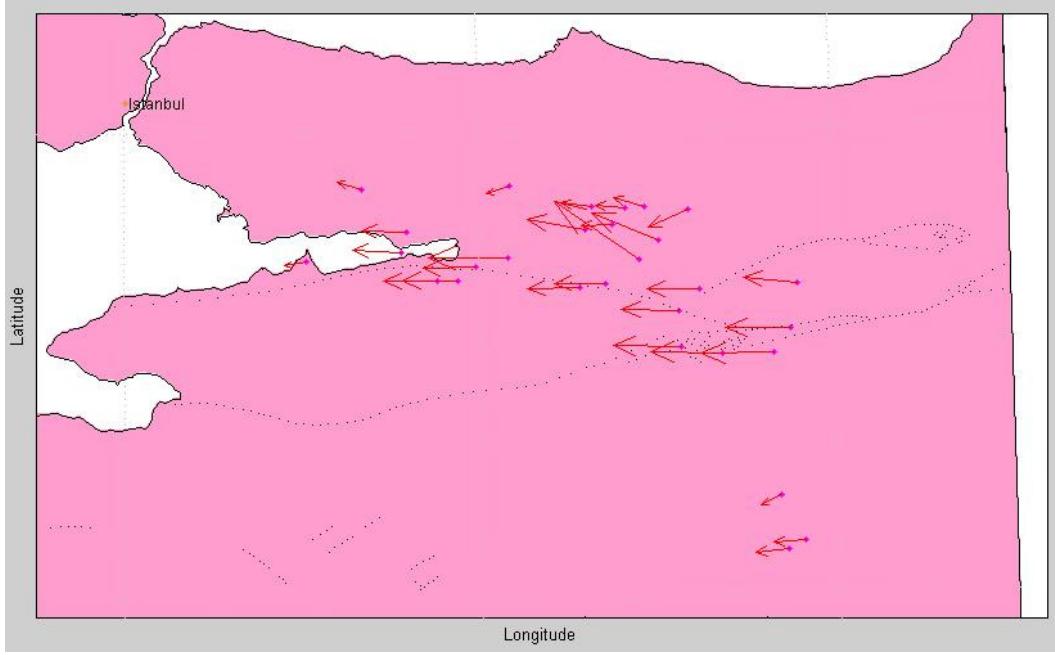


Şekil B-39 Fay varlığı bilinmeksizin 1'er derecelik artımlarla F23-H25 bölgesinde yapılan transformasyon çalışmaları Helmert benzerlik transformasyonu yöntemi 40.9-41.5

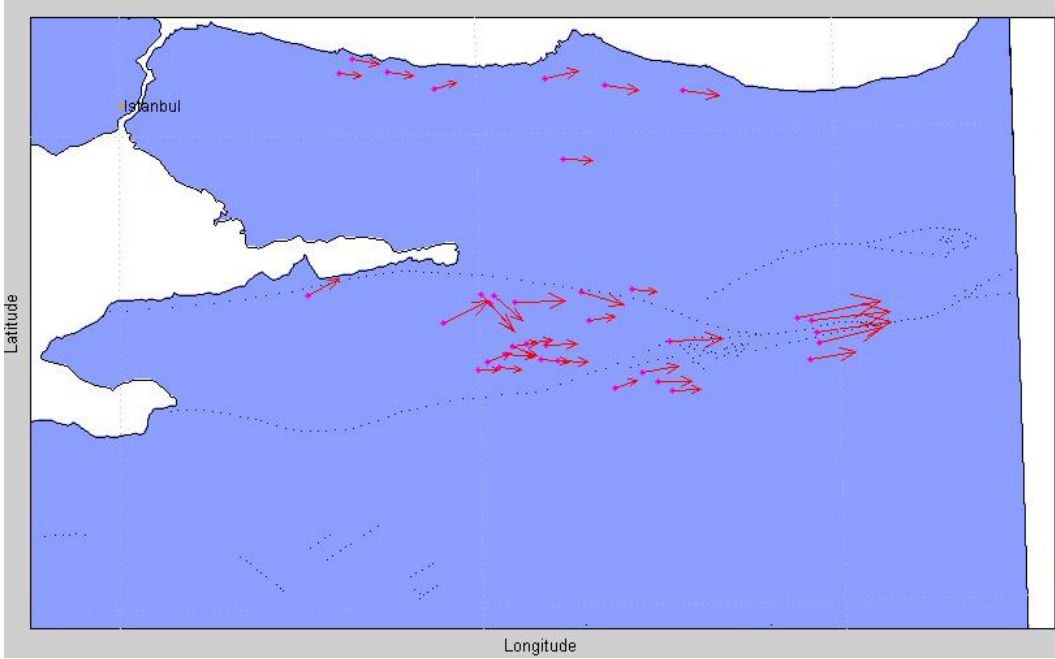
Yukarıdaki 1'er Derecelik Artımlarla Hesaplanmış Transformasyon Parametreleriyle Tesbit Edilmiş Fay Bölgesinin Tesbiti Ve Yanal Atımlar



Şekil B-40 Doğu-Batı doğrultusunda doğu ve batı yönünde elde edilen düzeltmeler. Eksi (mavi) Batı yönü Artı (kırmızı) doğu yönü. ± 2 m



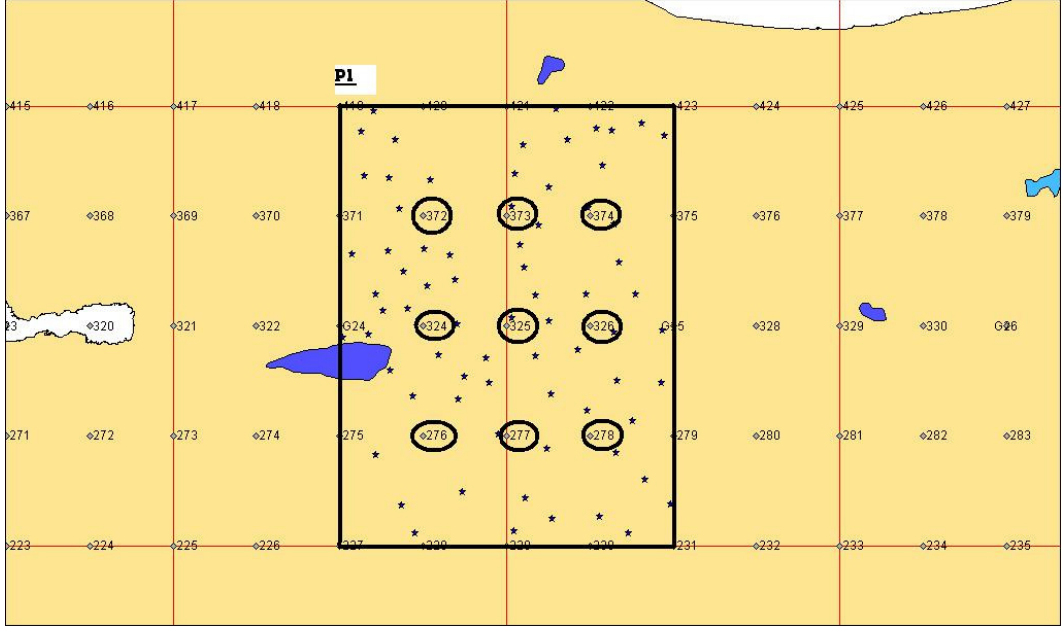
Şekil B-41 Doğu-Batı doğrultusunda batı yönünde elde edilen düzeltmeler. Eksi maksimum -2m



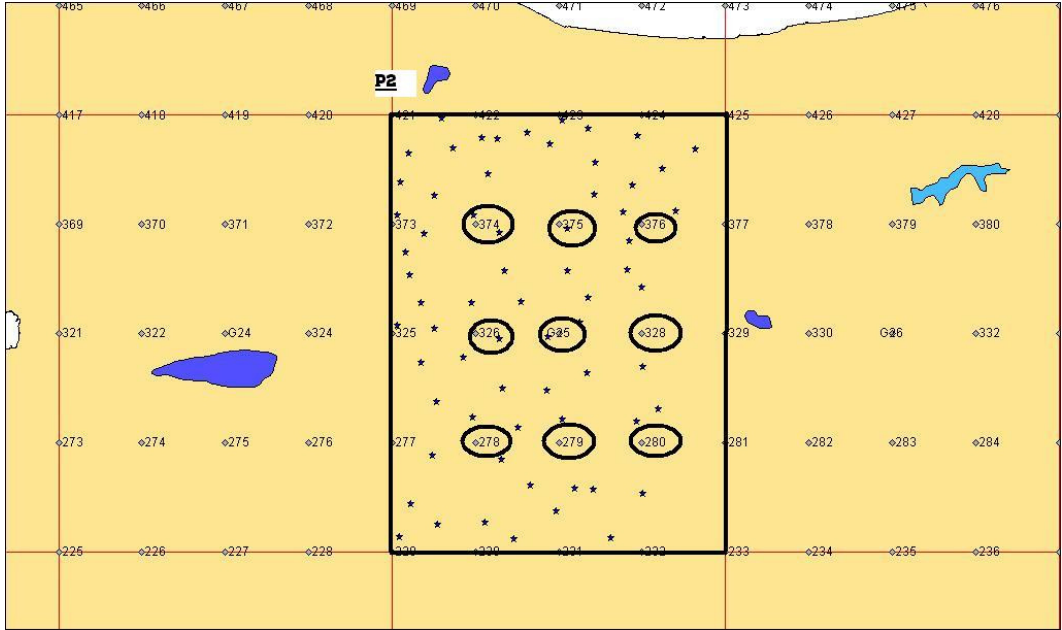
Şekil B-42 Doğu-Batı doğrultusunda doğu yönünde elde edilen düzeltmeler. Artı – Doğu yönü maksimum+ 2 m

Ek - C

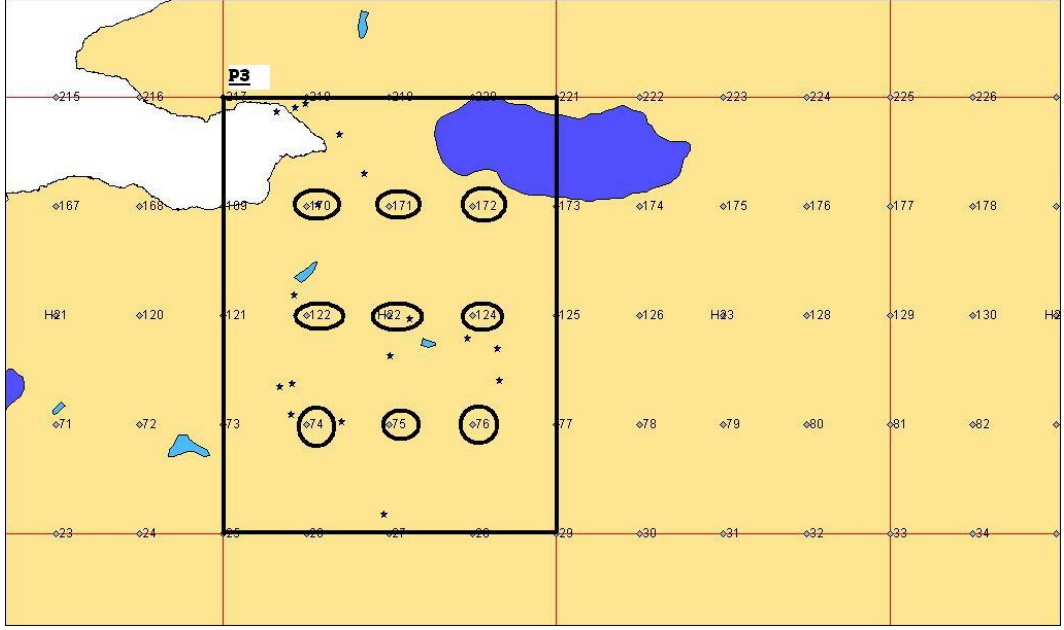
DİNAMİK HÜCRE UYGULAMALARI



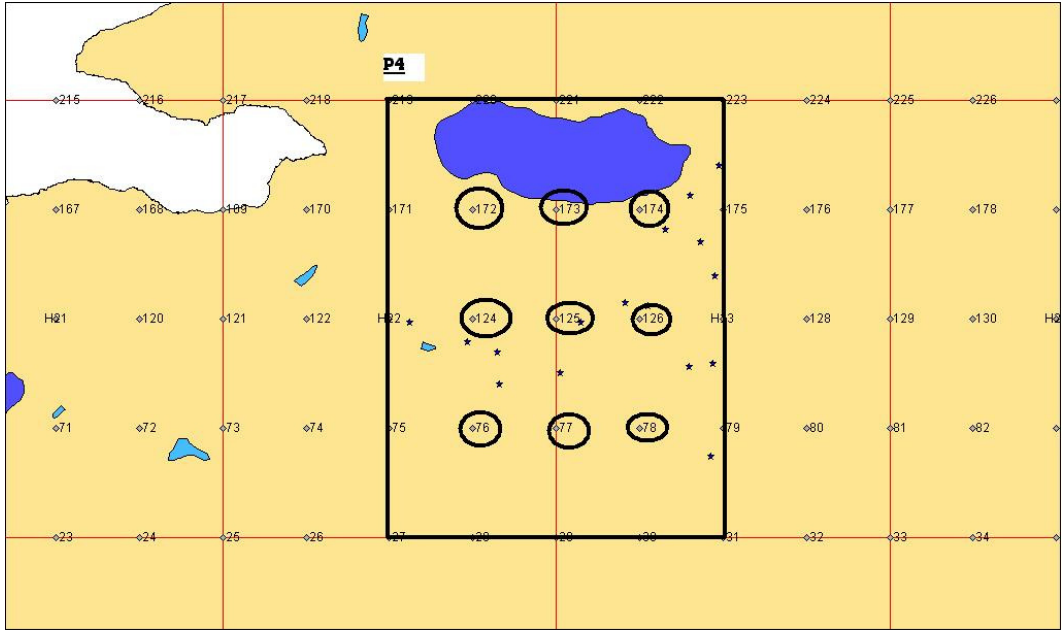
Şekil C-1 P1 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



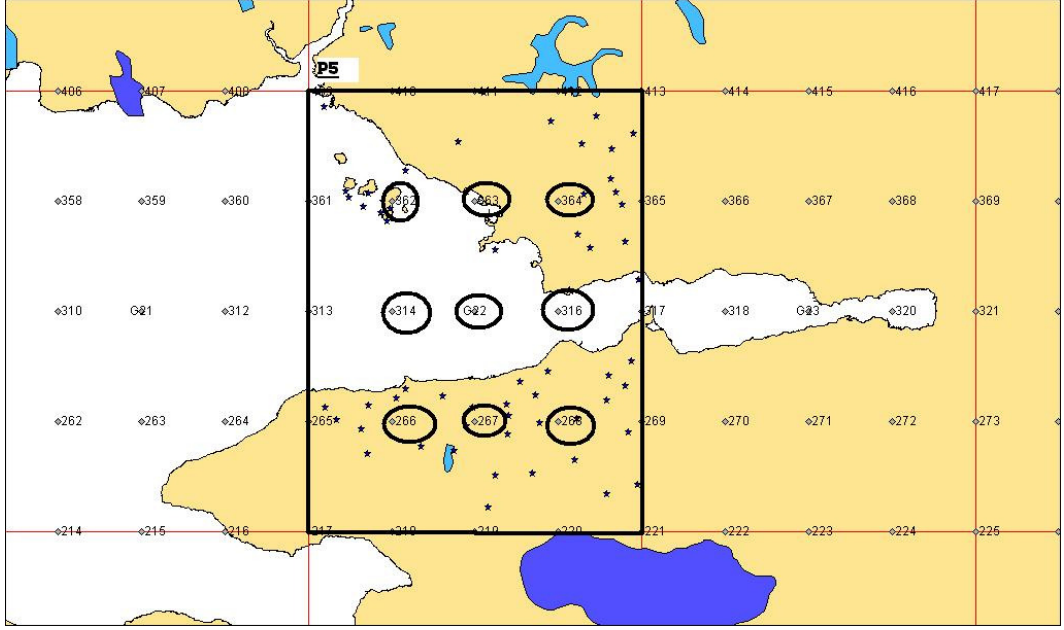
Şekil C-2 P2 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



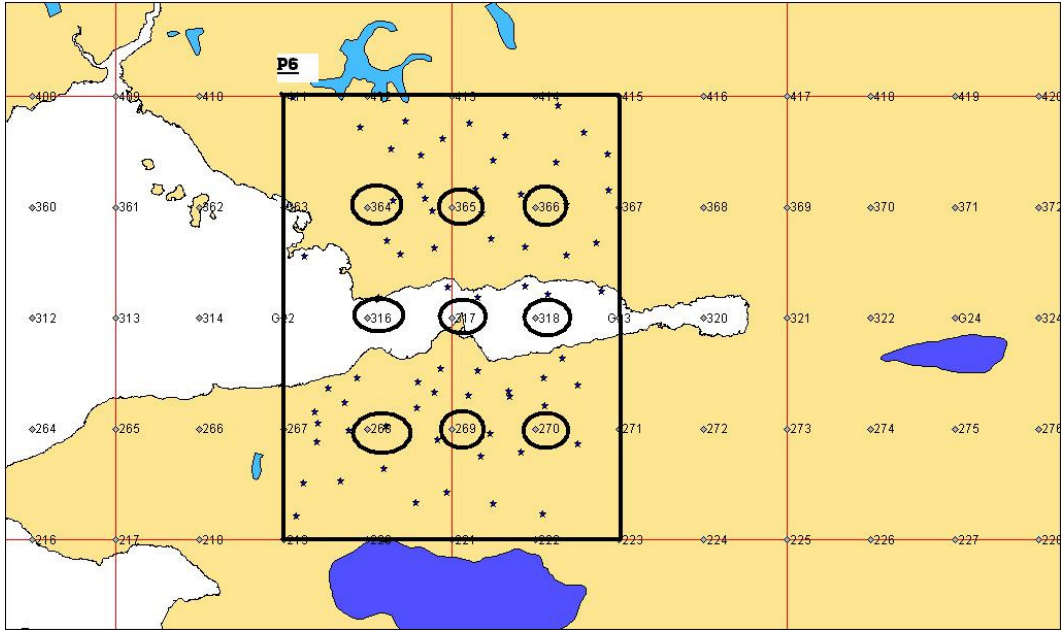
Şekil C-3 P3 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



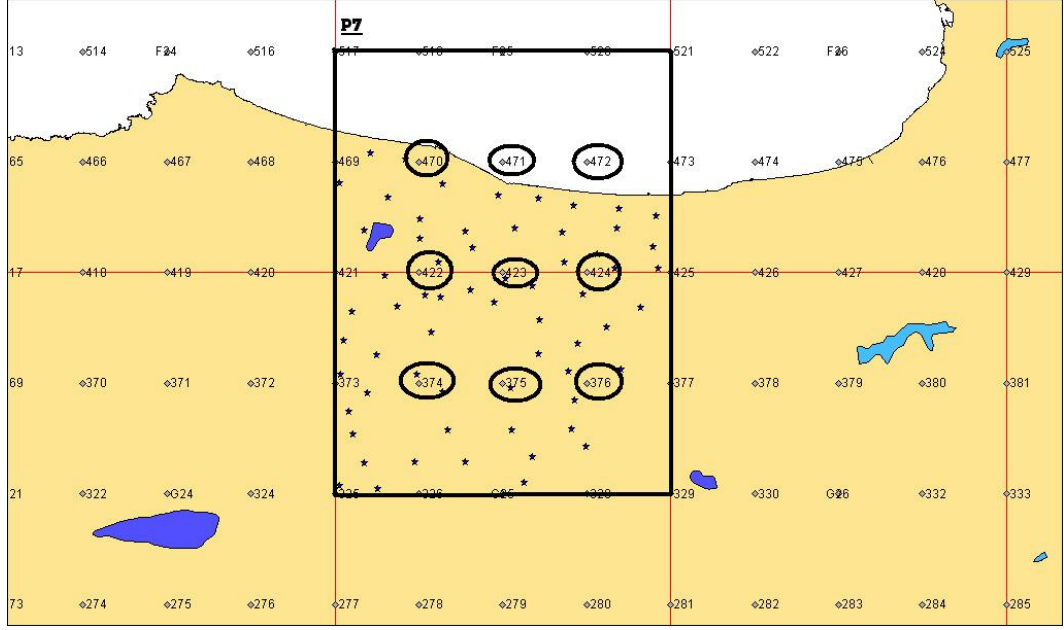
Şekil C-4 P4 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



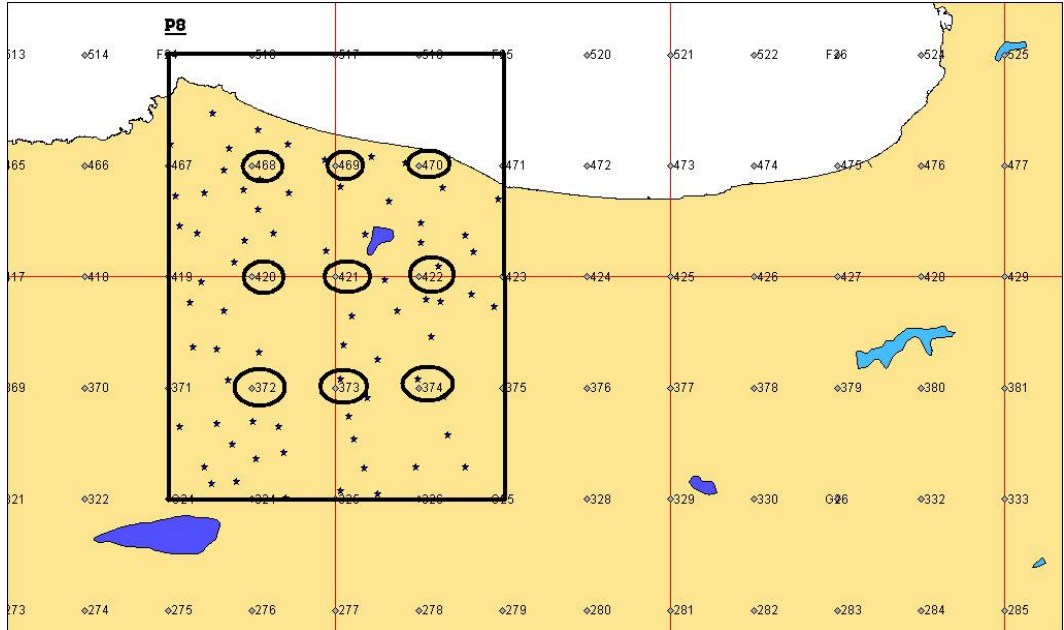
Şekil C-5 P5 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



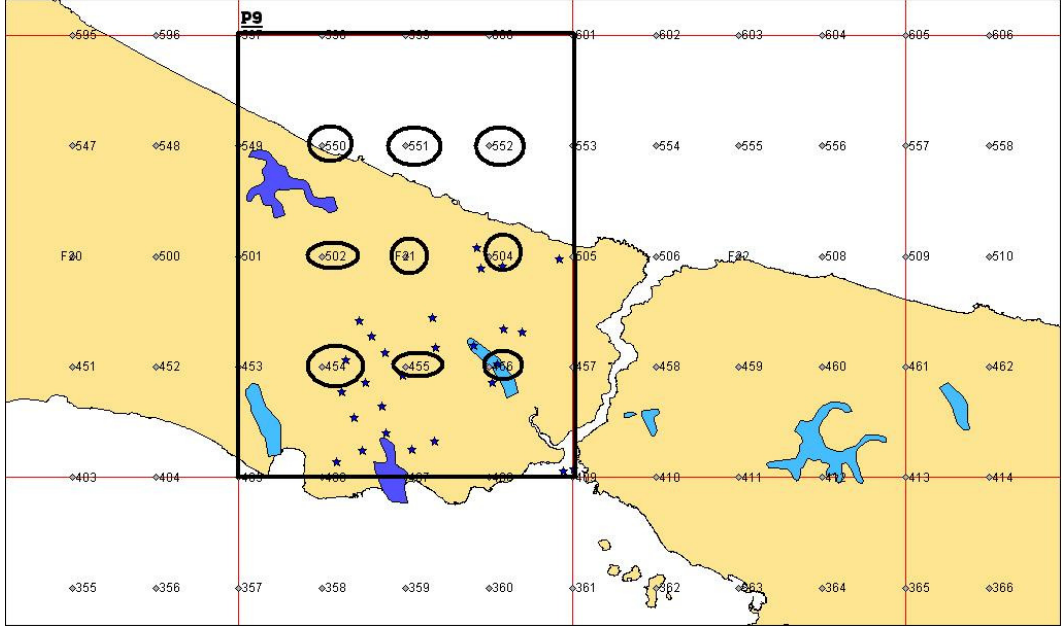
Şekil C-6 P6 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



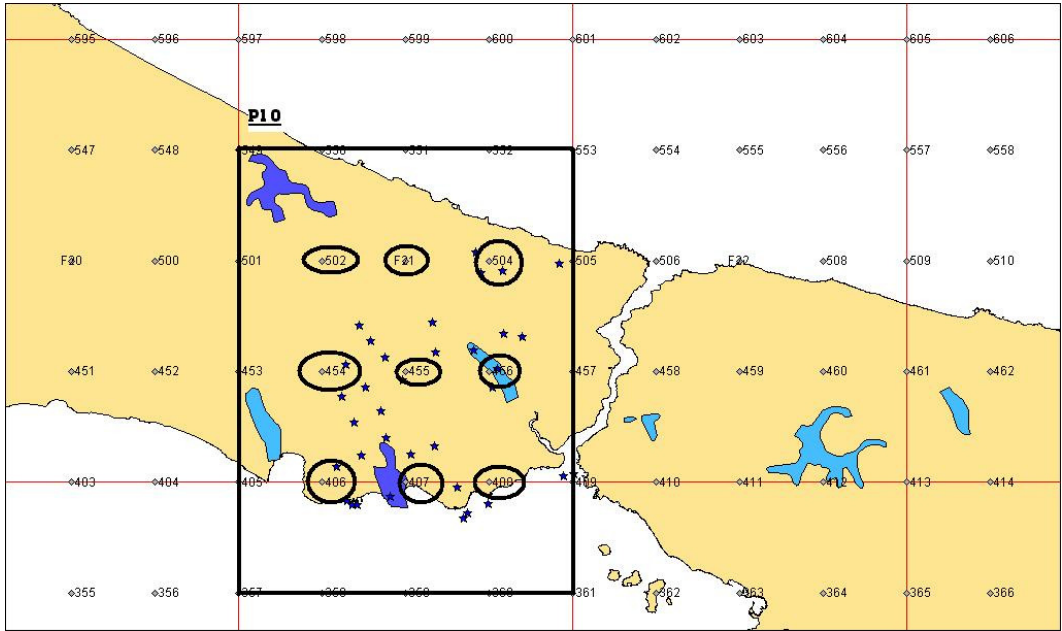
Şekil C-7 P7 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



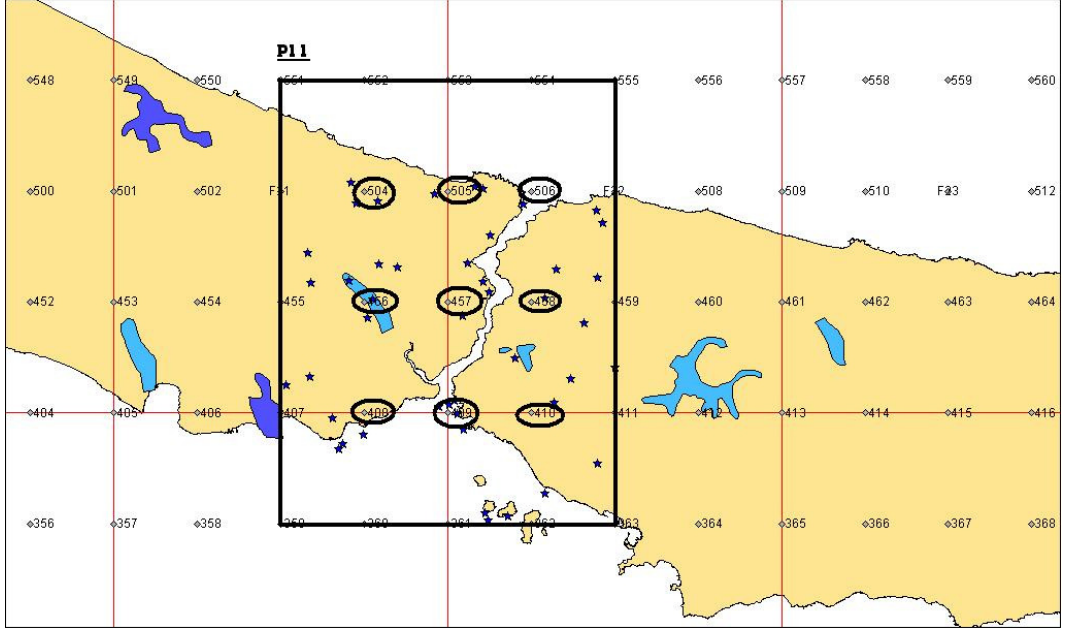
Şekil C-8 P8 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



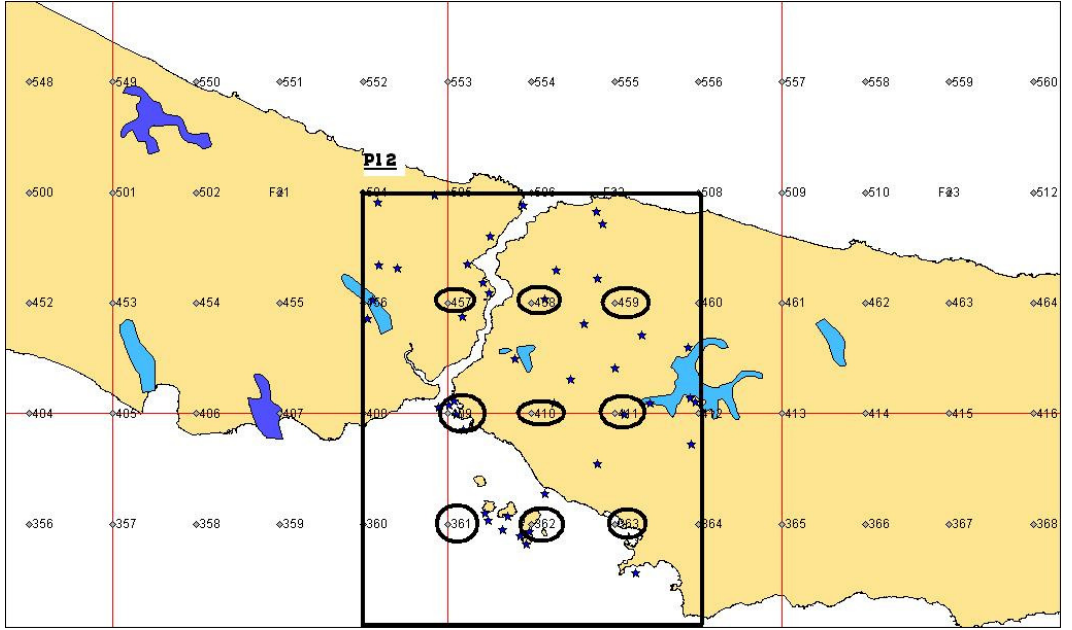
Şekil C-9 P9 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



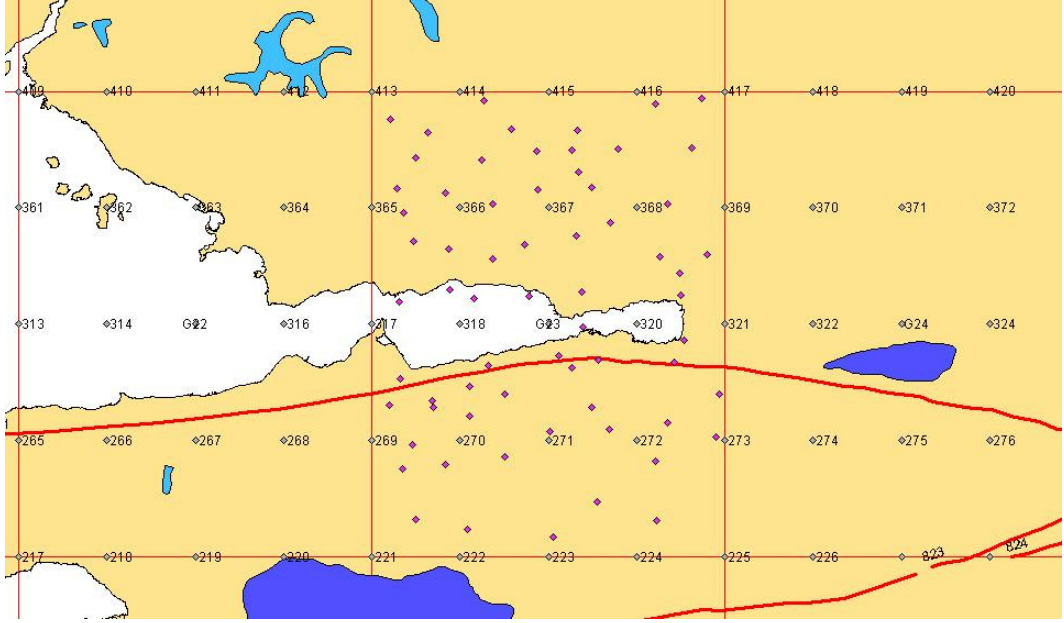
Şekil C-10 P10 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



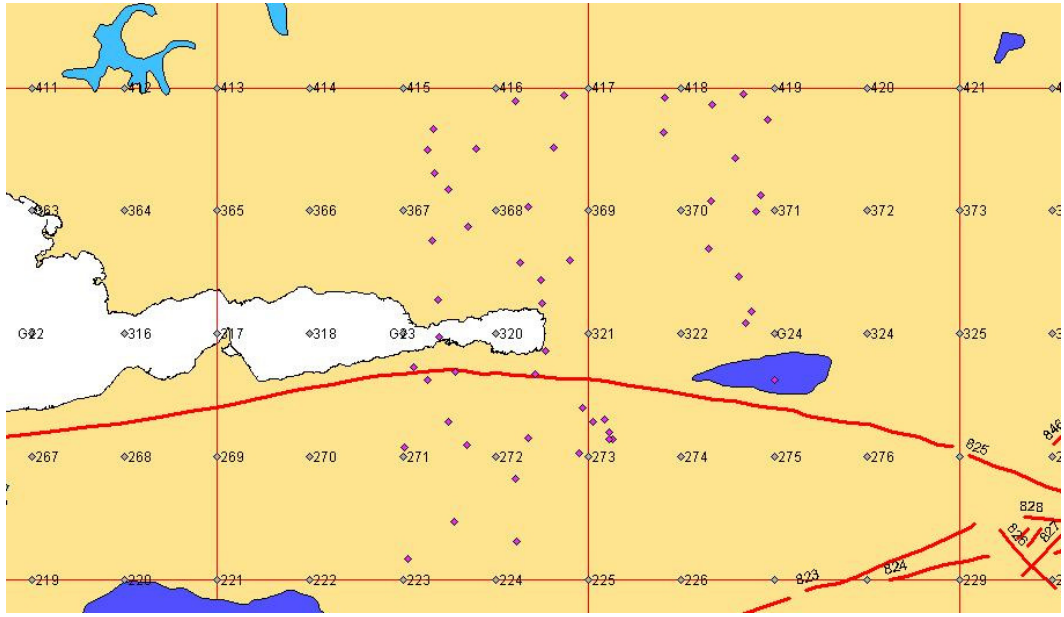
Şekil C-11 P11 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



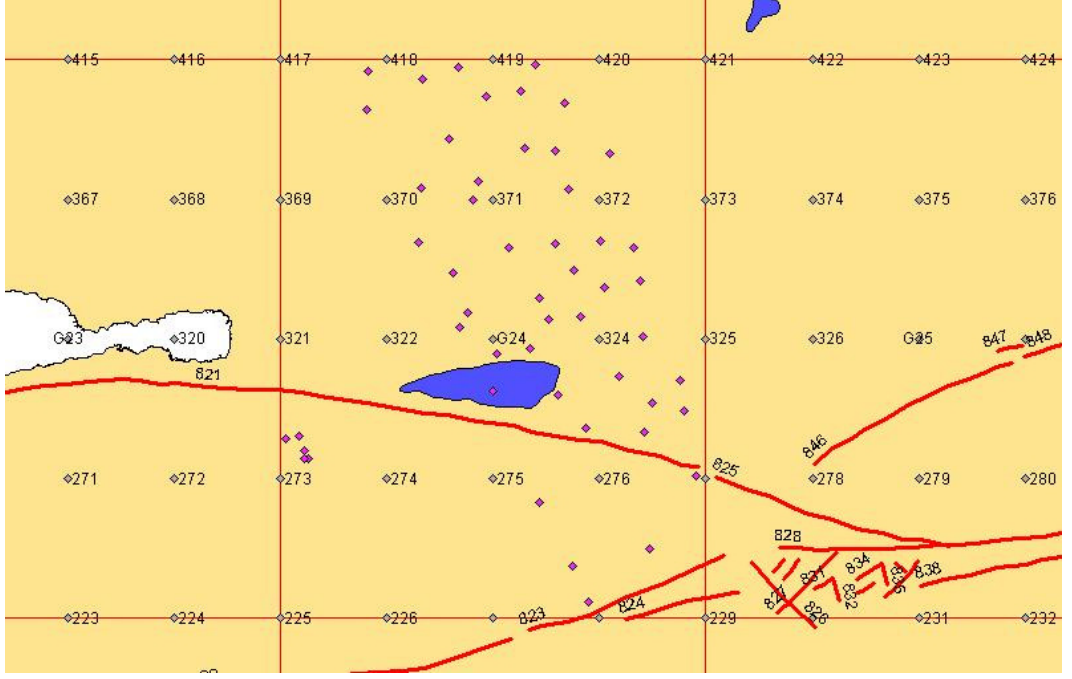
Şekil C-12 P12 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



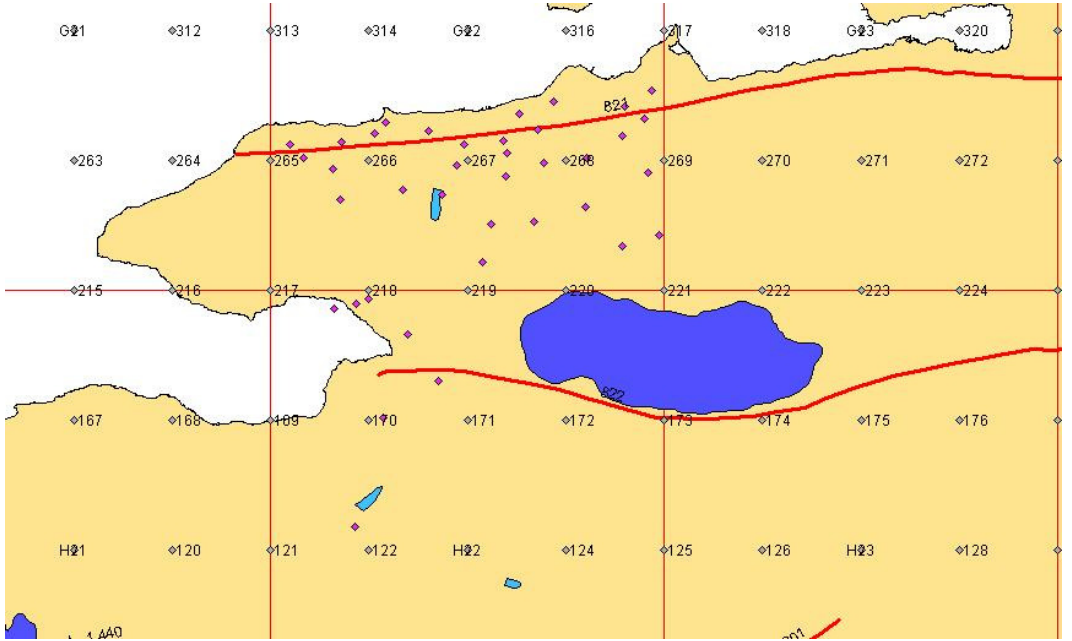
Şekil C-13 P13 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



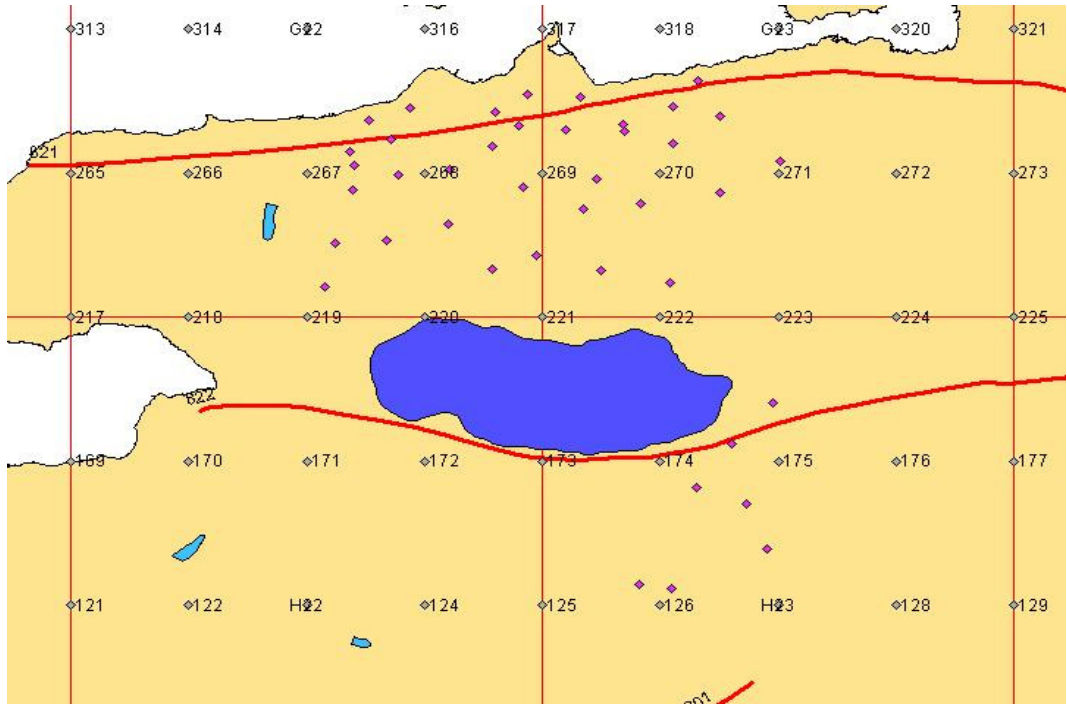
Şekil C-14 P14 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



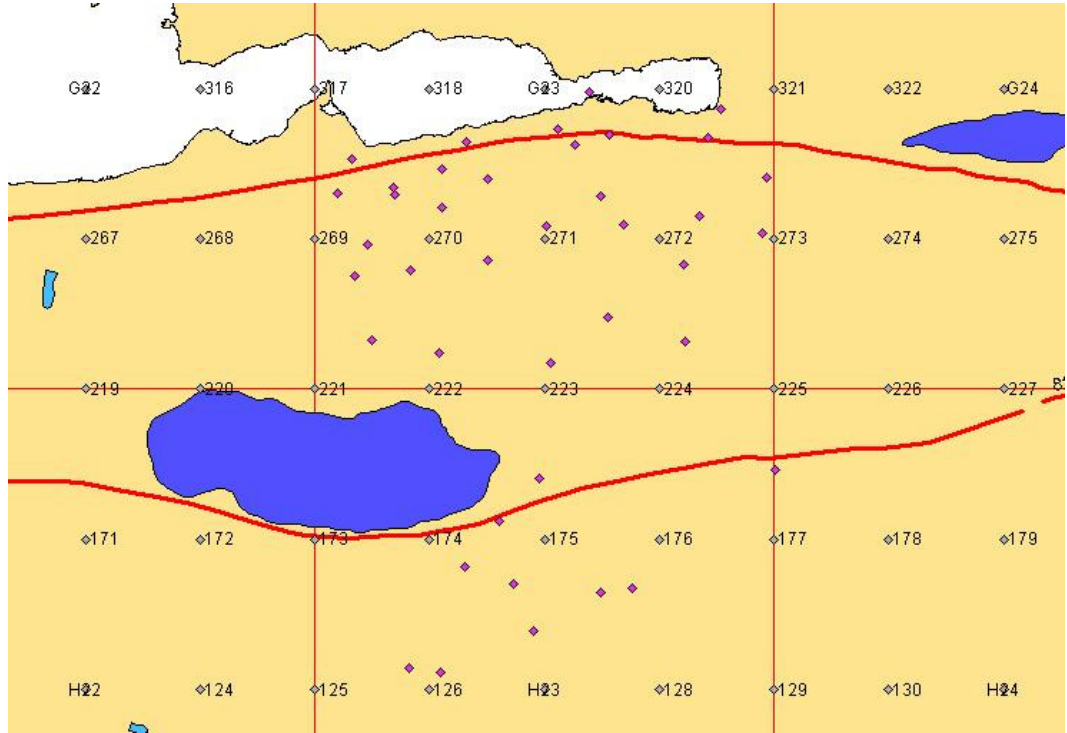
Şekil C-15 P15 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



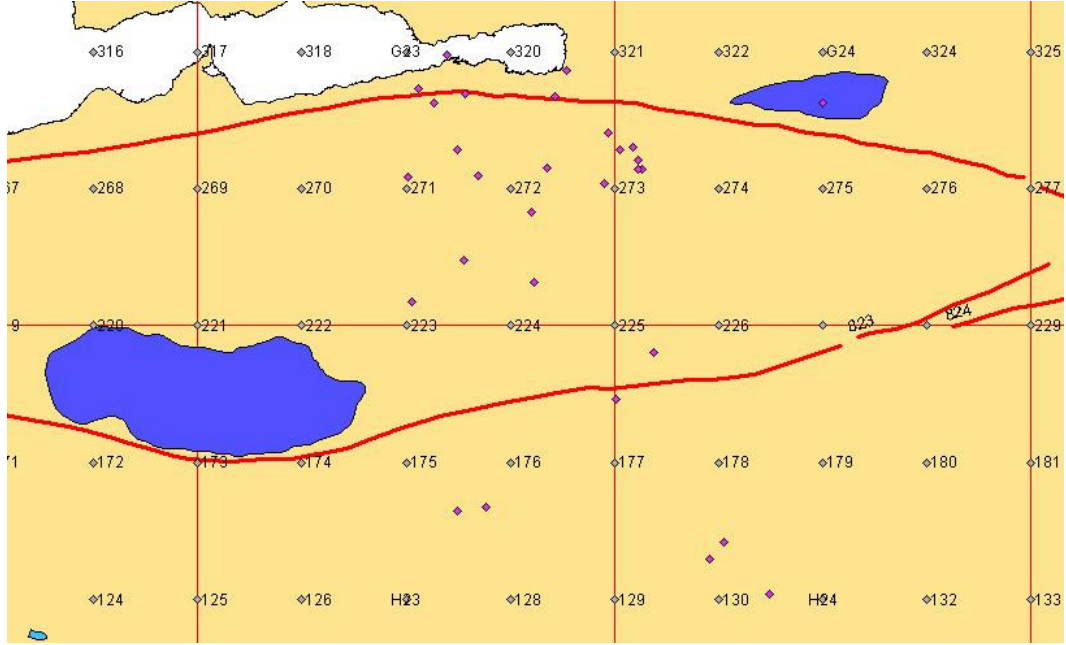
Şekil C-16 P16 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



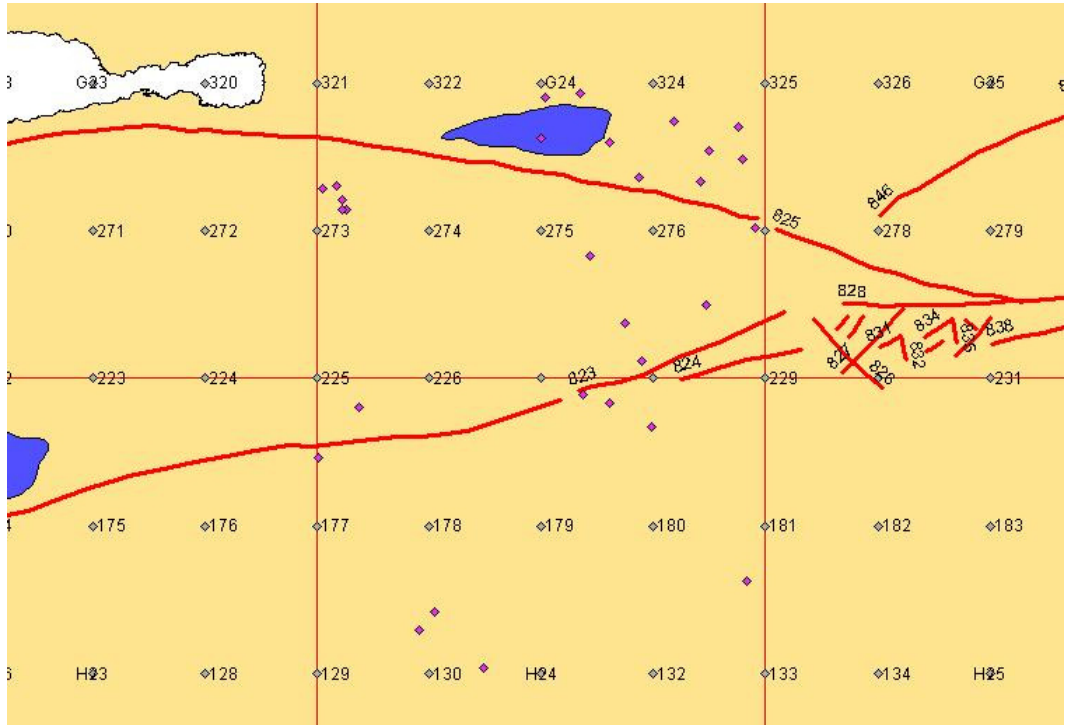
Şekil C-17 P17 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



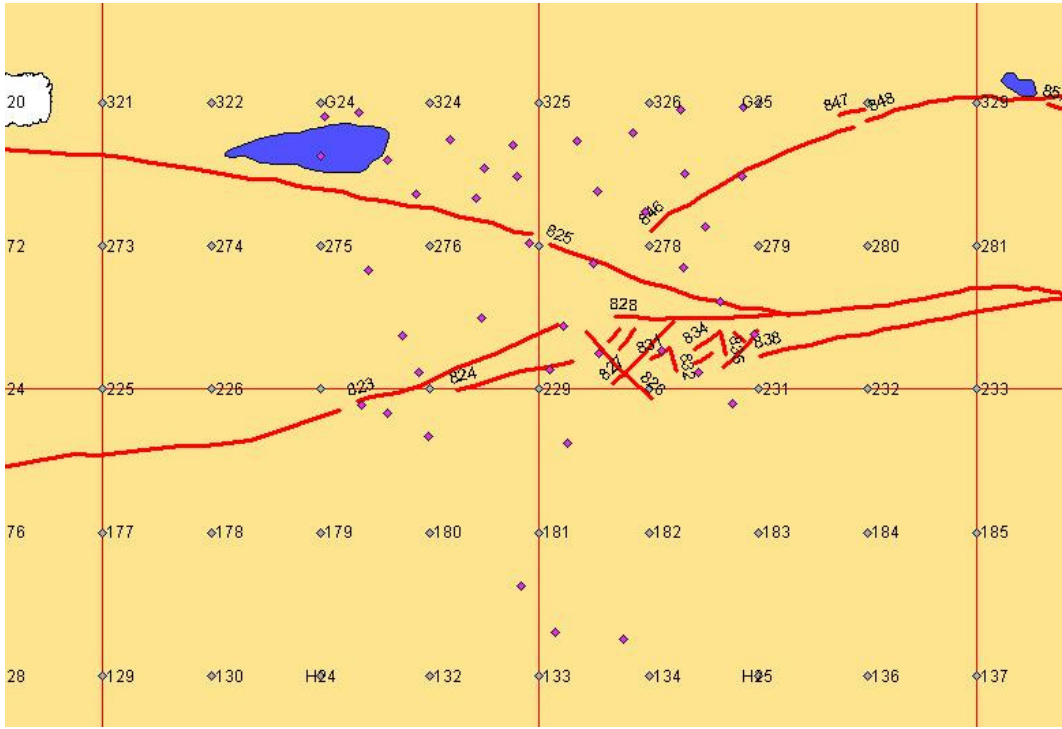
Şekil C-18 P18 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



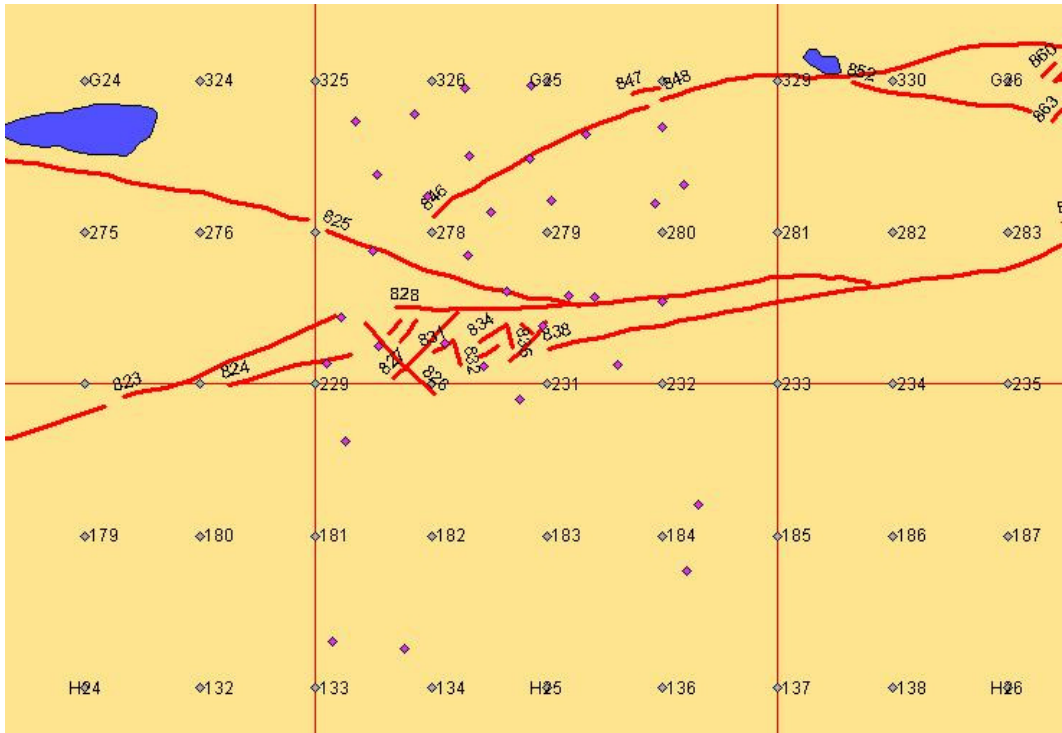
Şekil C-19 P19 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



Şekil C-20 P20 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



Şekil C-21 P21 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası



Şekil C-22 P22 hücresi ve transformasyonu yapılan 9 köşe noktası

Ek - D

TAU DAĞILIM CETVELİ

	A	B	C
1	f	n	value
2	2	8	1.4141
3	3	9	1.7224
4	4	10	1.9481
5	5	11	2.1118
6	6	12	2.2348
7	7	13	2.3309
8	8	14	2.4088
9	9	15	2.4737
10	10	16	2.5291
11	11	17	2.5773
12	12	18	2.6197
13	13	19	2.6576
14	14	20	2.6918
15	15	21	2.723
16	16	22	2.7515
17	17	23	2.7778
18	18	24	2.8022
19	19	25	2.825
20	20	26	2.8463
21	21	27	2.8663
22	22	28	2.8851
23	23	29	2.9029
24	24	30	2.9198
25	25	31	2.9359
26	26	32	2.9512
27	27	33	2.9658
28	28	34	2.9797
29	29	35	2.9931
30	30	36	3.0059
31	31	37	3.0183
32	32	38	3.0301
33	33	39	3.0415
34	34	40	3.0526
35	35	41	3.0632
36	36	42	3.0735
37	37	43	3.0834
38	38	44	3.0931
39	39	45	3.1024
40	40	46	3.1115
41	41	47	3.1203
42	42	48	3.1289
43	43	49	3.1372
44	44	50	3.1453
45	45	51	3.1532
46	46	52	3.1609
47	47	53	3.1684
48	48	54	3.1757
49	49	55	3.1828
50	50	56	3.1898

	A	B	C
50	50	56	3.1898
51	51	57	3.1966
52	52	58	3.2032
53	53	59	3.2098
54	54	60	3.2161
55	55	61	3.2224
56	56	62	3.2285
57	57	63	3.2344
58	58	64	3.2403
59	59	65	3.246
60	60	66	3.2517
61	61	67	3.2572
62	62	68	3.2626
63	63	69	3.2679
64	64	70	3.2731
65	65	71	3.2783
66	66	72	3.2833
67	67	73	3.2883
68	68	74	3.2931
69	69	75	3.2979
70	70	76	3.3026
71	71	77	3.3073
72	72	78	3.3118
73	73	79	3.3163
74	74	80	3.3207
75	75	81	3.3251
76	76	82	3.3293
77	77	83	3.3336
78	78	84	3.3377
79	79	85	3.3418
80	80	86	3.3458
81	81	87	3.3498
82	82	88	3.3537
83	83	89	3.3576
84	84	90	3.3614
85	85	91	3.3652
86	86	92	3.3689
87	87	93	3.3726
88	88	94	3.3762
89	89	95	3.3797
90	90	96	3.3833
91	91	97	3.3867
92	92	98	3.3902
93	93	99	3.3936
94	94	100	3.3969
95	95	101	3.4002
96	96	102	3.4035
97	97	103	3.4067
98	98	104	3.4099
99	99	105	3.4131
100	100	106	3.4162

Ek - E

**DİNAMİK HÜCRE İÇİN 4 METODLA HESAPLANMIŞ PAFTA KÖŞE
NOKTALARI DEĞERLERİ**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1			Extrapolasyon değerleri						2 kez hesaplandı			Ok		3 kez hesaplandı			4 kez hesaplandı		Ortalama yaklaşımıyla bulunan değerler			
2			ed50_lambert_ölçüm		koordinatlar		2. derece Polinom				minimum curv.				Kriging				Triangulation with Linear Interpolation			
3	Bölge No	No	ED50_x	ED50_y	enlem	boylam	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y
4	P1	372	606211.96	529862.02	40.88	30.38	242.88	-18.16	606454.84	529843.86	-242.90	18.21	606454.86	529843.81	-242.90	18.20	606454.86	529843.82	-242.90	18.21	606454.86	529843.81
5		373	605568.37	540381.61	40.88	30.5	242.88	-18.16	605811.25	540363.45	-242.88	18.16	605811.25	540363.45	-242.88	18.16	605811.25	540363.45	-242.88	18.16	605811.25	540363.45
6		374	604939.22	550902.08	40.88	30.63	242.87	-18.15	605182.09	550883.93	-242.79	18.12	605182.01	550883.96	-242.81	18.12	605182.03	550883.96	-242.80	18.12	605182.02	550883.96
7		324	592354.56	529004.67	40.75	30.38	242.88	-18.14	592597.44	529986.53	-242.88	18.11	592597.44	529986.56	-242.88	18.12	592597.44	529986.55	-242.88	18.11	592597.44	529986.56
8		325	591709.81	539543.29	40.75	30.5	242.89	-18.15	591952.7	539525.14	-242.87	18.13	591952.68	539525.16	-242.87	18.14	591952.68	539525.15	-242.87	18.13	591952.68	539525.16
9		326	591079.52	550082.79	40.75	30.63	242.89	-18.14	591322.41	550064.65	-242.89	18.15	591322.41	550064.64	-242.89	18.15	591322.41	550064.64	-242.89	18.15	591322.41	550064.64
10	P2	276	578498.4	528147.4	40.63	30.38	242.89	-18.16	578741.29	528129.24	-242.90	18.15	578741.30	528129.25	-242.89	18.16	578741.29	528129.24	-242.90	18.16	578741.30	528129.24
11		277	577852.48	538705.05	40.63	30.5	242.90	-18.17	578095.38	538686.88	-242.90	18.18	578095.38	538686.87	-242.90	18.18	578095.38	538686.87	-242.90	18.18	578095.38	538686.87
12		278	577221.06	549263.57	40.63	30.63	242.91	-18.16	577463.97	549245.41	-242.92	18.20	577463.98	549245.37	-242.92	18.20	577463.98	549245.37	-242.92	18.20	577463.98	549245.37
13		374	604939.22	550902.08	40.88	30.63	242.87	-18.15	605182.09	550883.93	-242.80	18.12	605182.02	550883.96	-242.81	18.13	605182.03	550883.95	-242.80	18.12	605182.02	550883.96
14		375	604324.52	561423.4	40.88	30.75	242.89	-18.15	604567.41	561405.25	-242.91	18.14	604567.43	561405.26	-242.91	18.14	604567.43	561405.26	-242.91	18.14	604567.43	561405.26
15		376	603724.27	571945.55	40.88	30.88	242.91	-18.14	603967.18	571927.41	-242.92	18.15	603967.19	571927.40	-242.92	18.15	603967.19	571927.40	-242.92	18.14	603967.19	571927.41
16	P3	326	591079.52	550082.79	40.75	30.63	242.89	-18.15	591322.41	550064.64	-242.89	18.15	591322.41	550064.64	-242.89	18.15	591322.41	550064.64	-242.89	18.15	591322.41	550064.64
17		327	590463.71	560623.14	40.75	30.75	242.89	-18.14	590706.6	560605	-242.90	18.15	590706.61	560604.99	-242.90	18.15	590706.61	560604.99	-242.90	18.15	590706.61	560604.99
18		328	589862.38	571164.33	40.75	30.88	242.91	-18.12	590105.29	571146.21	-242.91	18.13	590105.29	571146.20	-242.91	18.13	590105.29	571146.20	-242.91	18.13	590105.30	571146.20
19		278	577221.06	549263.57	40.63	30.63	242.91	-18.17	577463.97	549245.4	-242.92	18.21	577463.98	549245.36	-242.92	18.20	577463.98	549245.37	-242.92	18.20	577463.98	549245.37
20		279	576604.14	559822.96	40.63	30.75	242.91	-18.15	576847.05	559804.81	-242.92	18.14	576847.06	559804.82	-242.91	18.14	576847.05	559804.82	-242.92	18.14	576847.06	559804.82
21		280	576001.71	570383.18	40.63	30.88	242.91	-18.13	576244.62	570365.05	-242.92	18.12	576244.63	570365.06	-242.92	18.12	576244.63	570365.06	-242.92	18.13	576244.63	570365.05
22	P4	170	558071.92	420528.89	40.38	29.13	243.23	-19.61	558315.15	420509.28	-243.21	19.55	558315.13	420509.34	-243.22	19.55	558315.14	420509.34	-243.22	19.54	558315.16	420509.35
23		171	557278.24	431114.69	40.38	29.25	243.20	-19.68	557521.44	431095.01	-243.20	19.64	557521.44	431095.05	-243.21	19.64	557521.46	431095.05			557278.24	431114.69
24		172	556499.11	441701.57	40.38	29.38	243.27	-19.81	556742.38	441681.76	-243.16	19.74	556742.27	441681.83	-243.23	19.69	556742.34	441681.88			556499.11	441701.57
25		122	544232.11	419481.69	40.25	29.13	243.32	-19.52	544475.43	419462.17	-243.36	19.47	544475.47	419462.22	-243.36	19.48	544475.47	419462.21	-243.36	19.46	544475.47	419462.23
26		123	543437.02	430086.49	40.25	29.25	243.26	-19.60	543680.28	430066.89	-243.24	19.59	543680.26	430066.90	-243.25	19.59	543680.27	430066.90	-243.25	19.58	543680.27	430066.91
27		124	542656.48	440692.38	40.25	29.38	243.31	-19.73	542899.79	440672.65	-243.26	19.67	542899.74	440672.71	-243.27	19.67	542899.75	440672.71			542656.48	440692.38
28	74	530393.27	418434.57	40.13	29.13	243.47	-19.27	530636.74	418415.3	-243.42	19.17	530636.69	418415.40	-243.44	19.24	530636.71	418415.33	-243.44	19.20	530636.71	418415.37	
29	75	529596.75	429058.37	40.13	29.25	243.37	-19.35	529840.12	429039.02	-243.43	19.46	529840.18	429038.91	-243.41	19.41	529840.16	429038.96	-243.44	19.43	529840.19	429038.94	
30	76	528814.82	439683.26	40.13	29.38	243.39	-19.49	529058.21	439663.77	-243.50	19.56	529058.32	439663.70	-243.42	19.52	529058.24	439663.74			528814.82	439683.26	
31	P5	172	556499.11	441701.57	40.38	29.38	243.27	-19.62	556741.86	441681.95	-243.96	19.48	556742.07	441682.09	-243.13	19.69	556742.24	441681.88			556499.11	441701.57
32		173	555734.51	452289.5	40.38	29.5	242.87	-19.67	555977.38	452269.83	-242.94	19.66	555977.45	452269.84	-243.08	19.73	555977.59	452269.77			555734.51	452289.50
33		174	554984.46	462878.48	40.38	29.63	242.95	-19.74	555227.4	462858.74	-242.92	19.74	555227.37	462858.74	-242.97	19.76	555227.42	462858.72	-243.00	19.77	555227.45	462858.71
34		124	542656.48	440692.38	40.25	29.38	243.22	-19.65	542899.7	440672.73	-243.24	19.63	542899.72	440672.75	-243.26	19.66	542899.74	440672.72	-243.22	19.65	542899.70	440672.73
35		125	541890.51	451299.33	40.25	29.5	243.20	-19.67	542133.71	451279.66	-243.26	19.68	542133.77	451279.65	-243.27	19.67	542133.78	451279.66	-243.22	19.70	542133.73	451279.63
36		126	541139.1	461907.31	40.25	29.63	243.14	-19.72	541382.24	461887.59	-243.07	19.75	541382.17	461887.56	-243.07	19.74	541382.17	461887.57	-243.14	19.76	541382.24	461887.55
37	76	528814.82	439683.26	40.13	29.38	243.66	-19.61	529058.48	439663.65	-243.44	19.93	529058.26	439663.33	-243.38	19.65	529058.20	439663.61			528814.82	439683.26	
38	77	528047.47	450309.22	40.13	29.5	243.51	-19.61	528290.98	450289.61	-243.52	19.51	528290.99	450289.71	-243.39	19.57	528290.86	450289.65			528047.47	450309.22	
39	78	527294.72	460936.21	40.13	29.63	243.30	-19.64	527538.02	460916.57	-243.33	19.59	527538.05	460916.62	-243.23	19.64	527537.95	460916.57	-243.24	19.64	527537.96	460916.57	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V								
1			Extrapolate değerler							2 kez hesaplandı					Ok		3 kez hesaplandı					4 kez hesaplandı					Ortalama yaklaşımıyla bulunan değerler			
2			ed50_lambert_ölçüm				koordinatlar				2. derece Polinom				minimum curv.				Kriging				Triangulation with Linear Interpolation							
3	Bölge No	No	ED50_x	ED50_y	enlem	boylam	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y
40	P5	362	613442.07	424718.51	40.88	29.13	243.20	-18.44	613685.27	424700.07	-243.31	18.48	613685.38	424700.03	-243.31	18.49	613685.38	424700.02	-243.30	18.49	613685.37	424700.02	-243.30	18.49	613685.37	424700.02	-243.30	18.49	613685.37	424700.02
41		363	612654.1	435228.28	40.88	29.25	243.10	-18.39	612897.2	435209.89	-243.12	18.31	612897.22	435209.97	-243.11	18.33	612897.21	435209.95	-243.08	18.31	612897.18	435209.97	-243.08	18.31	612897.18	435209.97	-243.08	18.31	612897.18	435209.97
42		364	611880.56	446739.11	40.88	29.38	242.97	-18.34	612123.53	446720.77	-242.97	18.31	612123.53	446720.80	-242.97	18.30	612123.53	446720.81	-242.97	18.32	612123.53	446720.79	-242.97	18.32	612123.53	446720.79	-242.97	18.32	612123.53	446720.79
43		314	599597.76	423670.97	40.75	29.13	243.02	-18.41	599840.78	423652.56	-243.04	18.45	599840.80	423652.52	-243.02	18.40	599840.78	423652.57	-243.04	18.44	599840.80	423652.53	-243.04	18.44	599840.80	423652.53	-243.04	18.44	599840.80	423652.53
44		315	598808.36	434199.75	40.75	29.25	242.98	-18.38	599051.34	434181.37	-242.94	18.32	599051.30	434181.43	-242.94	18.32	599051.30	434181.43	-242.94	18.28	599051.30	434181.47	-242.94	18.28	599051.30	434181.47	-242.94	18.28	599051.30	434181.47
45		316	598033.42	444729.6	40.75	29.38	242.91	-18.35	598276.33	444711.25	-242.80	18.32	598276.22	444711.28	-242.81	18.31	598276.23	444711.29	-242.80	18.32	598276.22	444711.28	-242.80	18.32	598276.22	444711.28	-242.80	18.32	598276.22	444711.28
46		268	585754.67	422623.52	40.63	29.13	242.80	-18.34	585997.47	422605.18	-242.77	18.32	585997.44	422605.20	-242.77	18.32	585997.44	422605.20	-242.77	18.32	585997.44	422605.20	-242.77	18.32	585997.44	422605.20	-242.77	18.32	585997.44	422605.20
47		267	584963.85	433171.31	40.63	29.25	242.81	-18.32	585206.66	433152.99	-242.78	18.30	585206.63	433153.01	-242.78	18.30	585206.63	433153.01	-242.78	18.30	585206.63	433153.01	-242.78	18.30	585206.63	433153.01	-242.78	18.30	585206.63	433153.01
48	268	584187.51	443720.17	40.63	29.38	242.80	-18.30	584430.31	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	
49	P6	364	611880.56	446739.11	40.88	29.38	242.91	-18.31	612123.47	446720.8	-242.99	18.30	612123.55	446720.81	-242.98	18.30	612123.54	446720.81	-242.98	18.31	612123.54	446720.80	-242.98	18.31	612123.54	446720.80	-242.98	18.31	612123.54	446720.80
50		365	611121.45	456251	40.88	29.5	242.84	-18.32	611364.29	456232.68	-242.81	18.32	611364.26	456232.68	-242.84	18.30	611364.29	456232.70	-242.83	18.31	611364.28	456232.69	-242.83	18.31	611364.28	456232.69	-242.83	18.31	611364.28	456232.69
51		366	610376.78	466763.92	40.88	29.63	242.80	-18.30	610619.58	466745.62	-242.77	18.20	610619.55	466745.72	-242.77	18.21	610619.55	466745.71	-242.78	18.22	610619.56	466745.70	-242.78	18.22	610619.56	466745.70	-242.78	18.22	610619.56	466745.70
52		316	598033.42	444729.6	40.75	29.38	242.84	-18.30	598276.26	444711.3	-242.80	18.32	598276.22	444711.28	-242.81	18.31	598276.23	444711.29	-242.80	18.32	598276.22	444711.28	-242.80	18.32	598276.22	444711.28	-242.80	18.32	598276.22	444711.28
53		317	597272.94	455260.5	40.75	29.5	242.80	-18.30	597515.74	455242.2	-242.79	18.31	597515.73	455242.19	-242.79	18.31	597515.73	455242.19	-242.80	18.30	597515.74	455242.20	-242.80	18.30	597515.74	455242.20	-242.80	18.30	597515.74	455242.20
54		318	596526.92	465792.44	40.75	29.63	242.80	-18.28	596769.72	465774.16	-242.81	18.28	596769.73	465774.16	-242.81	18.29	596769.73	465774.15	-242.80	18.29	596769.72	465774.15	-242.80	18.29	596769.72	465774.15	-242.80	18.29	596769.72	465774.15
55		268	584187.51	443720.17	40.63	29.38	242.78	-18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87
56		269	583425.65	454270.09	40.63	29.5	242.77	-18.29	583668.42	454251.8	-242.78	18.29	583668.43	454251.80	-242.78	18.29	583668.43	454251.80	-242.78	18.29	583668.43	454251.80	-242.78	18.29	583668.43	454251.80	-242.78	18.29	583668.43	454251.80
57	270	582678.29	464821.04	40.63	29.63	242.80	-18.27	582921.09	464802.76	-242.78	18.28	582921.07	464802.76	-242.79	18.28	582921.08	464802.76	-242.79	18.28	582921.08	464802.76	-242.79	18.28	582921.08	464802.76	-242.79	18.28	582921.08	464802.76	
58	P7	470	632862.58	552540.89	41.13	30.63	242.92	-18.20	632905.50	552522.69	-242.91	18.19	632905.49	552522.70	-242.91	18.21	632905.49	552522.68	-242.91	18.17	632905.49	552522.68	-242.91	18.17	632905.49	552522.68	-242.91	18.17	632905.49	552522.68
59		471	632050.11	563024.14	41.13	30.75	242.92	-18.18	632293.03	563005.96	-242.92	18.16	632293.03	563005.98	-242.92	18.17	632293.03	563005.97	-242.92	18.17	632293.03	563005.97	-242.92	18.17	632293.03	563005.97	-242.92	18.17	632293.03	563005.97
60		472	631452.03	573508.22	41.13	30.88	242.93	-18.16	631694.96	573490.06	-242.90	18.19	631694.93	573490.03	-242.93	18.17	631694.96	573490.05	-242.93	18.17	631694.96	573490.05	-242.93	18.17	631694.96	573490.05	-242.93	18.17	631694.96	573490.05
61		422	618800.22	561721.44	41.00	30.63	242.90	-18.17	619043.12	561703.27	-242.89	18.18	619043.11	561703.26	-242.89	18.18	619043.11	561703.26	-242.89	18.17	619043.11	561703.27	-242.89	18.17	619043.11	561703.27	-242.89	18.17	619043.11	561703.27
62		423	618186.63	562223.73	41.00	30.75	242.91	-18.16	618429.54	562205.57	-242.90	18.17	618429.53	562205.56	-242.90	18.17	618429.53	562205.56	-242.90	18.17	618429.53	562205.56	-242.90	18.17	618429.53	562205.56	-242.90	18.17	618429.53	562205.56
63		424	617587.47	572726.85	41.00	30.88	242.92	-18.15	617830.39	572708.70	-242.91	18.14	617830.38	572708.71	-242.91	18.14	617830.38	572708.71	-242.92	18.15	617830.39	572708.70	-242.92	18.15	617830.39	572708.70	-242.92	18.15	617830.39	572708.70
64		374	604939.22	550902.08	40.88	30.63	242.88	-18.15	605182.10	550883.93	-242.80	18.12	605182.02	550883.96	-242.81	18.13	605182.03	550883.95	-242.80	18.12	605182.02	550883.96	-242.80	18.12	605182.02	550883.96	-242.80	18.12	605182.02	550883.96
65		375	604324.52	561423.40	40.88	30.75	242.90	-18.15	604567.42	561405.25	-242.91	18.14	604567.43	561405.26	-242.91	18.14	604567.43	561405.26	-242.91	18.14	604567.43	561405.26	-242.91	18.14	604567.43	561405.26	-242.91	18.14	604567.43	561405.26
66	376	603724.27	571945.55	40.88	30.88	242.92	-18.14	603967.19	571927.41	-242.92	18.15	603967.19	571927.40	-242.92	18.15	603967.19	571927.40	-242.92	18.14	603967.19	571927.41	-242.92	18.14	603967.19	571927.41	-242.92	18.14	603967.19	571927.41	
67	P8	468	633930.71	531576.96	41.125	30.375	242.90	-18.23	634173.61	531558.73	-242.91	18.23	634173.62	531558.73	-242.91	18.24	634173.62	531558.72	-242.90	18.23	634173.61	531558.73	-242.90	18.23	634173.61	531558.73	-242.90	18.23	634173.61	531558.73
68		469	633289.46	542058.49	41.125	30.5	242.91	-18.21	633532.36	542040.28	-242.91	18.21	633532.36	542040.28	-242.91	18.21	633532.36	542040.28	-242.91	18.21	633532.36	542040.28	-242.91	18.21	633532.36	542040.28	-242.91	18.21	633532.36	542040.28
69		470	632862.58	552540.89	41.125	30.625	242.92	-18.19	632905.5	552522.7	-242.91	18.20	632905.49	552522.69	-242.92	18.21	632905.50	552522.68	-242.92	18.21	632905.50	552522.68	-242.92	18.21	632905.50	552522.68	-242.92	18.21	632905.50	552522.68
70		420	620070.65	530719.45	41	30.375	242.88	-18.20	620313.53	530701.25	-242.88	18.21	620313.53	530701.24	-242.89	18.21	620313.54	530701.24	-242.89	18.22	620313.54	530701.23	-242.89	18.22	620313.54	530701.23	-242.89	18.22	620313.54	530701.23
71		421	619428.23	541220.01	41	30.5	242.89	-18.19	619671.12	541201.82	-242.89	18.19	619671.12	541201.82	-242.90	18.19	619671.13	541201.82	-242.89	18.19	619671.12	541201.82	-242.89	18.19	619671.12	541201.82	-242.89	18.19	619671.12	541201.82
72		422	618800.22	561721.44	41	30.625	242.90	-18.18	619043.12	561703.26	-242.89	18.18																		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V		
1			Extrapolate değerler							2 kez hesaplandı			Ok		3 kez hesaplandı				4 kez hesaplandı				Ortalama yaklaşımıyla bulunan değerler	
2			ed50_lambert_ölçüm		koordinatlar		2. derece Polinom				minimum curv.				Kriging			Triangulation with Lineer Interpolation						
3	Bölge No	No	ED50_x	ED50_y	enlem	boylam	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y		
76	P9	550	672105.32	387185.93	41.38	28.63	243.25	-17.95	672348.57	387167.98	-243.17	18.01	672348.49	387167.92	-243.18	18.02	672348.50	387167.91	-243.23	18.10	672348.55	387167.83		
77		551	671265.76	397615.18	41.38	28.75	243.08	-18.08	671508.84	397597.10	-243.17	18.01	671508.93	397597.17	-243.18	18.02	671508.94	397597.16	-243.23	18.10	671508.99	397597.08		
78		552	670440.51	408046.57	41.38	28.88	243.02	-18.27	670683.53	408027.30	-243.17	18.01	670683.68	408027.56	-243.18	18.02	670683.69	408027.55	-243.23	18.10	670683.74	408027.47		
79		502	658261.37	386061.92	41.25	28.63	243.36	-17.85	658504.73	386044.07	-243.17	18.01	658504.54	386043.91	-243.18	18.02	658504.55	386043.90	-243.23	18.10	658504.60	386043.82		
80		503	657420.27	396510.17	41.25	28.75	243.16	-17.93	657663.43	396492.24	-243.16	17.89	657663.43	396492.28	-243.19	17.94	657663.46	396492.23	-243.23	18.10	657663.50	396492.07		
81		504	656593.53	406959.58	41.25	28.88	243.09	-18.07	656836.62	406941.51	-243.10	18.14	656836.63	406941.44	-243.10	18.11	656836.63	406941.47	-243.10	18.10	656836.63	406941.48		
82		454	644418.92	384938.02	41.13	28.63	243.48	-17.95	644662.40	384920.07	-243.17	18.01	644662.09	384920.01	-243.18	18.02	644662.10	384920.00	-243.23	18.10	644662.15	384919.92		
83		455	643576.29	395405.29	41.13	28.75	243.26	-17.97	643819.55	395387.32	-243.26	17.95	643819.55	395387.34	-243.26	17.95	643819.55	395387.34	-243.26	17.95	643819.55	395387.34		
84		456	642748.04	405873.70	41.13	28.88	243.17	-18.06	642991.21	405855.64	-243.17	18.08	642991.21	405855.62	-243.18	18.08	642991.22	405855.62	-243.18	18.08	642991.22	405855.62		
85		502	658261.37	386061.92	41.25	28.63	243.38	-17.83	658504.75	386044.09	-243.21	18.09	658504.58	386043.83	-243.23	18.09	658504.60	386043.83	-243.24	18.11	658504.61	386043.81		
86		503	657420.27	396510.17	41.25	28.75	243.18	-17.90	657663.46	396492.27	-243.12	17.90	657663.39	396492.27	-243.19	17.94	657663.46	396492.23	-243.24	18.11	657663.51	396492.06		
87		504	656593.53	406959.58	41.25	28.88	243.09	-18.06	656836.62	406941.52	-243.10	18.14	656836.63	406941.44	-243.10	18.11	656836.63	406941.47	-243.10	18.10	656836.63	406941.48		
88		454	644418.92	384938.02	41.13	28.63	243.47	-17.96	644662.39	384920.06	-243.21	18.09	644662.13	384919.93	-243.23	18.09	644662.15	384919.93	-243.24	18.11	644662.16	384919.91		
89		455	643576.29	395405.29	41.13	28.75	243.26	-17.98	643819.55	395387.31	-243.26	17.95	643819.55	395387.34	-243.26	17.95	643819.55	395387.34	-243.26	17.95	643819.55	395387.34		
90		456	642748.04	405873.70	41.13	28.88	243.17	-18.08	642991.21	405855.62	-243.18	18.08	642991.22	405855.62	-243.18	18.08	642991.22	405855.62	-243.18	18.08	642991.22	405855.62		
91		406	630577.90	383814.24	41.00	28.63	243.58	-18.23	630821.48	383796.01	-243.21	18.09	630821.11	383796.15	-243.23	18.09	630821.13	383796.15	-243.24	18.11	630821.14	383796.13		
92		407	629733.75	394300.51	41.00	28.75	243.37	-18.19	629977.12	394282.32	-243.36	18.24	629977.11	394282.27	-243.36	18.23	629977.11	394282.28	-243.36	18.24	629977.11	394282.27		
93		408	628903.99	404787.94	41.00	28.88	243.27	-18.23	629147.26	404769.71	-243.27	18.25	629147.26	404769.69	-243.28	18.23	629147.27	404769.71	-243.31	18.20	629147.30	404769.74		
94		504	656593.53	406959.58	41.25	28.88	243.11	-18.05	656836.64	406941.53	-243.10	18.12	656836.63	406941.46	-243.10	18.11	656836.63	406941.47	-243.10	18.10	656836.63	406941.48		
95		505	655781.13	417410.11	41.25	29.00	243.08	-18.18	656024.21	417391.93	-243.09	18.19	656024.22	417391.92	-243.09	18.19	656024.22	417391.92	-243.09	18.19	656024.22	417391.92		
96		506	654983.08	427861.74	41.25	29.13	243.04	-18.27	655226.12	427843.47	-243.03	18.27	655226.11	427843.47	-243.03	18.25	655226.11	427843.49	-243.17	18.21	655226.25	427843.53		
97		456	642748.04	405873.70	41.13	28.88	243.18	-18.10	642991.22	405855.62	-243.18	18.08	642991.22	405855.62	-243.18	18.08	642991.22	405855.62	-243.18	18.08	642991.22	405855.62		
98		457	641934.17	416343.24	41.13	29.00	243.15	-18.20	642177.32	416325.04	-243.11	18.17	642177.28	416325.07	-243.12	18.17	642177.29	416325.07	-243.12	18.17	642177.29	416325.07		
99		458	641134.67	426813.89	41.13	29.13	243.09	-18.27	641377.76	426795.62	-243.10	18.26	641377.77	426795.63	-243.10	18.27	641377.77	426795.62	-243.10	18.27	641377.77	426795.62		
100		408	628903.99	404787.94	41.00	28.88	243.30	-18.24	629147.29	404769.70	-243.28	18.24	629147.27	404769.70	-243.28	18.23	629147.27	404769.71	-243.30	18.21	629147.29	404769.73		
101		409	628088.64	415276.49	41.00	29.00	243.25	-18.32	628331.89	415258.17	-243.26	18.34	628331.90	415258.15	-243.27	18.34	628331.91	415258.15	-243.25	18.33	628331.89	415258.16		
102		410	627287.69	425766.15	41.00	29.13	243.18	-18.35	627530.87	425747.80	-243.21	18.34	627530.90	425747.81	-243.20	18.34	627530.89	425747.81	-243.20	18.33	627530.89	425747.82		
103		457	641934.17	416343.24	41.13	29.00	243.15	-18.21	642177.32	416325.03	-243.11	18.16	642177.28	416325.08	-243.12	18.17	642177.29	416325.07	-243.12	18.17	642177.29	416325.07		
104		458	641134.67	426813.89	41.13	29.13	243.09	-18.27	641377.76	426795.62	-243.10	18.26	641377.77	426795.63	-243.10	18.27	641377.77	426795.62	-243.10	18.27	641377.77	426795.62		
105		459	640349.55	437285.63	41.13	29.25	243.04	-18.33	640592.59	437267.30	-243.03	18.32	640592.58	437267.31	-243.03	18.33	640592.58	437267.30	-243.03	18.33	640592.58	437267.30		
106		409	628088.64	415276.49	41.00	29.00	243.28	-18.36	628331.92	415258.13	-243.27	18.34	628331.91	415258.15	-243.27	18.34	628331.91	415258.15	-243.25	18.34	628331.89	415258.15		
107	P12	410	627287.69	425766.15	41.00	29.13	243.18	-18.35	627530.87	425747.80	-243.21	18.33	627530.90	425747.82	-243.20	18.34	627530.89	425747.81	-243.20	18.33	627530.89	425747.82		
108		411	626501.14	436256.90	41.00	29.25	243.08	-18.33	626744.22	436238.57	-243.08	18.34	626744.22	436238.56	-243.08	18.34	626744.22	436238.56	-243.08	18.33	626744.22	436238.57		
109		361	614244.48	414209.84	40.88	29.00	243.44	-18.57	614487.92	414191.27	-243.46	18.48	614487.94	414191.38	-243.36	18.46	614487.84	414191.38	-243.16	18.28	614487.64	414191.56		
110		362	613442.07	424718.51	40.88	29.13	243.29	-18.48	613685.36	424700.03	-243.31	18.49	613685.38	424700.02	-243.30	18.49	613685.37	424700.02	-243.30	18.49	613685.37	424700.02		
111		363	612654.10	435228.28	40.88	29.25	243.16	-18.39	612897.26	435209.89	-243.04	18.25	612897.14	435210.03	-243.10	18.33	612897.20	435209.95	-243.08	18.31	612897.18	435209.97		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1			Estrapole değerler						2 kez hesaplandı				Ok	3 kez hesaplandı				4 kez hesaplandı				Ortalama yaklaşımıyla bulunan değerler	
2			ed50_lambert_ölçüm		koordinatlar		2. derece Polinom				minimum curv.				Kriging				Triangulation with Linear Interpolation				
3	Bölge No	No	ED50_x	ED50_y	enlem	boylam	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	
112	P13	366	610376.78	466763.92	40.875	29.625	242.82	-18.3	610619.6	466745.62	-242.82	18.29	610619.60	466745.63	-242.81	18.29	610619.59	466745.63	-242.81	18.29	610619.59	466745.63	
113		367	609646.55	477277.86	40.875	29.75	242.83	-18.28	609889.38	477259.58	-242.83	18.27	609889.38	477259.59	-242.83	18.27	609889.38	477259.59	-242.83	18.27	609889.38	477259.59	
114		368	608930.75	487792.78	40.875	29.875	242.85	-18.26	609173.6	487774.52	-242.86	18.26	609173.61	487774.52	-242.85	18.26	609173.60	487774.52	-242.85	18.26	609173.60	487774.52	
115		319	595795.36	476325.39	40.75	29.75	242.82	-18.27	596038.18	476307.12	-242.81	18.27	596038.17	476307.12	-242.81	18.27	596038.17	476307.12	-242.81	18.27	596038.17	476307.12	
116		320	595078.27	486859.34	40.75	29.875	242.83	-18.24	595321.1	486841.1	-242.82	18.25	595321.09	486841.09	-242.82	18.25	595321.09	486841.09	-242.82	18.25	595321.09	486841.09	
117		321	594375.64	497394.26	40.75	30	242.85	-18.22	594618.49	497376.04	-242.83	18.25	594618.49	497376.04	-242.83	18.25	594618.49	497376.04	-242.83	18.25	594618.49	497376.04	
118		270	582878.29	464821.04	40.625	29.625	242.79	-18.27	582921.08	464802.76	-242.78	18.28	582921.07	464802.76	-242.79	18.28	582921.08	464802.76	-242.79	18.28	582921.08	464802.76	
119		271	581945.41	475373.01	40.625	29.75	242.81	-18.26	582188.22	475354.75	-242.81	18.27	582188.22	475354.74	-242.81	18.27	582188.22	475354.74	-242.81	18.27	582188.22	475354.74	
120		272	581227.02	485925.97	40.625	29.875	242.82	-18.23	581469.84	485907.74	-242.82	18.23	581469.84	485907.74	-242.83	18.23	581469.85	485907.74	-242.82	18.23	581469.84	485907.74	
121		368	608930.75	487792.78	40.875	29.875	242.88	-18.34	609173.63	487774.44	-242.85	18.26	609173.60	487774.52	-242.85	18.26	609173.61	487774.52	-242.85	18.26	609173.60	487774.52	
122		369	608229.39	498308.68	40.875	30	242.94	-18.48	608472.33	498290.2	-242.85	18.24	608472.24	498290.44	-242.86	18.25	608472.25	498290.43	-242.86	18.26	608472.25	498290.42	
123	370	607542.47	508825.53	40.875	30.125	242.92	-18.40	607785.39	508807.13	-242.87	18.21	607785.34	508807.32	-242.87	18.23	607785.34	508807.30	-242.87	18.22	607785.34	508807.31		
124	320	595078.27	486859.34	40.75	29.875	242.88	-18.40	595321.15	486840.94	-242.84	18.30	595321.11	486841.04	-242.82	18.23	595321.09	486841.11	-242.82	18.25	595321.09	486841.09		
125	321	594375.64	497394.26	40.75	30	243.01	-18.67	594618.65	497375.59	-242.77	18.03	594618.41	497376.23	-242.90	18.40	594618.54	497375.86	-243.14	19.07	594618.78	497375.19		
126	322	593687.48	507930.13	40.75	30.125	243.05	-18.72	593930.53	507911.41	-242.90	18.32	593930.38	507911.81	-242.98	18.55	593930.46	507911.58	-243.01	18.63	593930.49	507911.50		
127	272	581227.02	485925.97	40.625	29.875	242.96	-18.60	581469.98	485907.37	-242.84	18.26	581469.86	485907.71	-242.82	18.22	581469.84	485907.75	-242.82	18.23	581469.84	485907.74		
128	273	580523.13	496479.91	40.625	30	243.14	-19.01	580766.27	496460.9	-242.95	18.44	580766.08	496461.47	-243.02	18.64	580766.15	496461.27	-243.17	19.11	580766.30	496460.80		
129	274	579833.72	507034.81	40.625	30.125	243.24	-19.18	580076.96	507015.63	-243.36	19.45	580077.08	507015.36	-243.22	19.20	580076.94	507015.61	-243.37	19.39	579833.72	507034.81		
130	370	607542.47	508825.53	40.875	30.125	242.92	-18.44	607785.39	508807.09	-242.88	18.26	607785.35	508807.27	-242.90	18.32	607785.37	508807.21	-242.91	18.39	607785.38	508807.15		
131	371	606869.99	519343.32	40.875	30.25	242.85	-18.11	607112.84	519325.21	-242.88	18.20	607112.87	519325.12	-242.87	18.19	607112.86	519325.13	-242.88	18.19	607112.87	519325.13		
132	372	606211.96	529862.02	40.875	30.375	242.91	-18.22	606454.87	529843.8	-242.90	18.21	606454.86	529843.81	-242.90	18.20	606454.86	529843.82	-242.90	18.21	606454.86	529843.81		
133	322	593687.48	507930.13	40.75	30.125	243.06	-18.74	593930.54	507911.39	-243.04	18.76	593930.52	507911.37	-243.04	18.75	593930.52	507911.38	-243.10	18.88	593930.58	507911.25		
134	323	593013.79	518466.94	40.75	30.25	242.89	-18.18	593256.68	518448.76	-242.87	18.18	593256.66	518448.76	-242.87	18.17	593256.66	518448.77	-242.87	18.17	593256.66	518448.77		
135	324	592354.56	529004.67	40.75	30.375	242.86	-18.07	592597.42	528986.6	-242.87	18.11	592597.43	528986.56	-242.88	18.12	592597.44	528986.55	-242.88	18.11	592597.44	528986.56		
136	274	579833.72	507034.81	40.625	30.125	243.24	-19.19	580076.96	507015.62	-243.27	19.21	580076.99	507015.60	-243.23	19.21	580076.95	507015.60	-243.29	19.39	580077.01	507015.42		
137	275	579158.81	517590.65	40.625	30.25	242.97	-18.41	579401.78	517572.24	-242.94	18.33	579401.75	517572.32	-242.95	18.38	579401.76	517572.27	-242.98	18.47	579401.79	517572.18		
138	276	578498.4	528147.4	40.625	30.375	242.85	-18.08	578741.25	528129.32	-242.89	18.14	578741.29	528129.26	-242.88	18.13	578741.28	528129.27	-242.90	18.16	578741.30	528129.24		
139	266	585754.67	422623.52	40.625	29.125	242.8	-18.40	585997.47	422605.22	-242.76	18.30	585997.43	422605.22	-242.77	18.31	585997.44	422605.21	-242.77	18.32	585997.44	422605.20		
140	267	584963.85	433171.31	40.625	29.25	242.79	-18.36	585206.84	433152.95	-242.78	18.30	585206.83	433153.01	-242.78	18.30	585206.83	433153.01	-242.78	18.30	585206.83	433153.01		
141	268	584187.51	443720.17	40.625	29.375	242.79	-18.33	584430.30	443701.84	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87		
142	218	571912.74	421576.17	40.5	29.125	243.08	-19.25	572155.82	421556.92	-243.19	19.49	572155.93	421556.68	-243.17	19.47	572155.91	421556.70	-243.18	19.49	572155.92	421556.68		
143	219	571120.5	432142.96	40.5	29.25	242.95	-18.81	571363.45	432124.15	-242.88	18.64	571363.38	432124.32	-242.91	18.71	571363.41	432124.25	-242.89	18.65	571363.39	432124.31		
144	220	570342.76	442710.83	40.5	29.375	242.82	-18.39	570585.58	442692.44	-242.80	18.42	570585.56	442692.41	-242.84	18.47	570585.60	442692.36	-242.93	18.74	570585.69	442692.09		
145	170	558071.92	420528.89	40.375	29.125	243.28	-19.65	558315.20	420509.24	-243.22	19.51	558315.14	420509.38	-243.23	19.58	558315.15	420509.31	-243.24	19.54	558315.16	420509.35		
146	171	557278.24	431114.69	40.375	29.25	243.02	-18.82	557521.26	431095.87	-243.15	19.60	557521.39	431095.09	-243.17	19.44	557521.41	431095.25	-243.18	19.44	557278.24	431114.69		
147	172	556499.11	441701.57	40.375	29.375	242.76	-18.00	556741.87	441683.57	-242.95	19.22	556742.06	441683.35	-243.05	19.01	556742.16	441682.56	-243.06	19.01	556499.11	441701.57		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1			Estrapole değerler							2 kez hesaplandı		Ok		3 kez hesaplandı			4 kez hesaplandı			Ortalama yaklaşımıyla bulunan değerler			
2			ed50_lambert_ölçüm		koordinatlar		2. derece Polinom				minimum curv.				Kriging				Triangulation with Lineer Interpolation				
3	Bölge No	No	ED50_x	ED50_y	enlem	boylam	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	
148	P17	269	584187.51	443720.17	40.625	29.375	242.78	-18.28	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	-242.78	18.30	584430.29	443701.87	
149		269	583425.65	454270.09	40.625	29.5	242.78	-18.26	583668.43	454251.83	-242.78	18.29	583668.43	454251.83	-242.78	18.29	583668.43	454251.83	-242.78	18.29	583668.43	454251.83	
150		270	582678.29	464821.04	40.625	29.625	242.79	-18.33	582921.08	464802.71	-242.78	18.29	582921.07	464802.75	-242.78	18.27	582921.07	464802.77	-242.79	18.28	582921.08	464802.76	
151		220	570342.76	442710.83	40.5	29.375	242.79	-18.28	570585.55	442692.55	-242.82	18.30	570585.58	442692.53	-242.81	18.40	570585.57	442692.43	-242.82	18.47	570585.58	442692.36	
152		221	569579.53	453279.76	40.5	29.5	242.81	-18.45	569822.34	453261.31	-242.83	18.39	569822.36	453261.37	-242.82	18.45	569822.35	453261.31	-242.81	18.61	569822.34	453261.15	
153	222	568830.82	463849.72	40.5	29.625	242.83	-18.70	569073.65	463831.02	-242.80	18.49	569073.62	463831.23	-242.81	18.55	569073.63	463831.17	-242.84	18.64	569073.66	463831.08		
154		172	556499.11	441701.57	40.375	29.375	242.88	-18.44	556741.99	441683.13	-243.16	18.71	556742.27	441682.86	-242.92	18.87	556742.03	441682.70			556499.11	441701.57	
155		173	555734.51	452289.5	40.375	29.5	242.90	-18.79	555977.41	452270.71	-243.08	19.07	555977.59	452270.43	-242.95	19.12	555977.46	452270.38	-243.01	19.16	555977.52	452270.34	
156		174	554984.45	462878.48	40.375	29.625	242.94	-19.22	555227.39	462859.26	-242.94	19.53	555227.39	462858.95	-242.94	19.54	555227.39	462858.94	-242.93	19.52	555227.38	462858.96	
157		270	582678.29	464821.04	40.625	29.625	242.79	-18.32	582921.08	464802.72	-242.78	18.29	582921.07	464802.75	-242.78	18.28	582921.07	464802.76	-242.79	18.28	582921.08	464802.76	
158		271	581945.41	475373.01	40.625	29.75	242.81	-18.38	582188.22	475354.63	-242.81	18.25	582188.22	475354.78	-242.81	18.26	582188.22	475354.75	-242.81	18.27	582188.22	475354.74	
159		272	581227.02	485925.97	40.625	29.875	242.81	-18.27	581469.83	485907.7	-242.83	18.23	581469.85	485907.74	-242.83	18.23	581469.85	485907.74	-242.82	18.23	581469.84	485907.74	
160		222	568830.82	463849.72	40.5	29.625	242.85	-18.64	569073.67	463831.08	-242.80	18.52	569073.62	463831.20	-242.82	18.54	569073.64	463831.18	-242.84	18.64	569073.66	463831.08	
161	P18	223	568096.82	474420.71	40.5	29.75	242.84	-18.71	568339.46	474402	-242.82	18.54	568339.44	474402.17	-242.82	18.56	568339.44	474402.15	-242.83	18.61	568339.45	474402.10	
162		224	567376.94	484992.69	40.5	29.875	242.83	-18.61	567619.77	484974.08	-242.82	18.48	567619.76	484974.21	-242.82	18.46	567619.76	484974.23	-242.84	18.61	567619.78	484974.08	
163		174	554984.45	462878.48	40.375	29.625	242.96	-19.28	555227.41	462859.2	-242.94	19.60	555227.39	462858.88	-242.95	19.57	555227.40	462858.91	-242.96	19.40	555227.41	462859.08	
164		175	554248.93	473468.48	40.375	29.75	242.94	-19.36	554491.87	473449.12	-242.99	19.88	554491.92	473448.60	-242.98	19.84	554491.91	473448.64	-242.96	19.81	554491.89	473448.67	
165		176	553527.95	484059.48	40.375	29.875	242.91	-19.28	553770.96	484040.2	-242.96	19.51	553770.81	484039.97	-242.88	19.40	553770.83	484040.08	-242.88	19.36	553770.83	484040.12	
166		272	581227.02	485925.97	40.625	29.875	242.95	-18.5	581469.87	485907.47	-242.84	18.27	581469.86	485907.70	-242.82	18.22	581469.84	485907.75	-242.82	18.23	581469.84	485907.74	
167		273	580523.13	496479.91	40.625	30	243.10	-18.85	580766.23	496461.06	-243.08	18.74	580766.21	496461.17	-243.01	18.63	580766.14	496461.28	-242.97	18.57	580766.10	496461.34	
168		274	579833.72	507034.81	40.625	30.125	243.13	-18.83	580076.85	507015.98	-243.39	19.60	580077.11	507015.21	-243.19	19.16	580076.91	507015.65	-243.06	18.79	580076.78	507016.02	
169		224	567376.94	484992.69	40.5	29.875	242.93	-18.68	567619.87	484974.01	-242.80	18.20	567619.74	484974.49	-242.82	18.32	567619.76	484974.37	-242.84	18.51	567619.78	484974.18	
170	P19	225	566671.78	495565.65	40.5	30	243.06	-18.9	566914.84	495546.75	-242.83	18.20	566914.61	495547.45	-242.83	18.21	566914.61	495547.44	-242.81	18.21	566914.59	495547.44	
171		226	565981.13	506139.57	40.5	30.125	243.07	-18.77	566224.2	506120.8	-243.03	18.81	566224.16	506120.76	-242.94	18.60	566224.07	506120.97	-242.88	18.58	566224.01	506120.99	
172		176	553527.95	484059.48	40.375	29.875	242.94	-19.4	553770.99	484040.08	-242.85	19.16	553770.83	484040.32	-242.88	19.28	553770.83	484040.20	-242.88	19.38	553770.83	484040.10	
173		177	552821.52	494651.45	40.375	30	243.04	-19.51	553064.56	494631.94	-242.87	18.79	553064.39	494632.68	-242.87	18.94	553064.39	494632.51	-242.88	19.00	553064.40	494632.45	
174		178	552129.63	505244.39	40.375	30.125	243.03	-19.26	552372.66	505225.13	-242.95	19.01	552372.58	505225.38	-242.95	19.18	552372.58	505225.21	-242.98	19.36	552372.61	505225.03	
175		274	579833.72	507034.81	40.625	30.125	243.12	-18.89	580076.84	507015.92	-243.17	18.97	580076.89	507015.84	-243.17	19.06	580076.89	507015.75	-243.26	19.31	580076.98	507015.50	
176		275	579158.81	517590.65	40.625	30.25	242.93	-18.31	579401.74	517572.34	-242.91	18.24	579401.72	517572.41	-242.93	18.32	579401.74	517572.33	-242.98	18.47	579401.79	517572.18	
177		276	578498.4	528147.4	40.625	30.375	242.84	-17.96	578741.24	528129.44	-242.89	18.16	578741.29	528129.24	-242.89	18.15	578741.29	528129.25	-242.90	18.16	578741.30	528129.24	
178		226	565981.13	506139.57	40.5	30.125	242.97	-18.68	566224.1	506120.89	-242.87	18.31	566224.00	506121.26	-242.90	18.42	566224.03	506121.15	-242.83	18.19	566223.96	506121.38	
179	P20	227	565305	516714.42	40.5	30.25	242.85	-18.22	565547.85	516696.2	-242.85	18.19	565547.85	516696.23	-242.87	18.27	565547.87	516696.15	-242.85	18.17	565547.85	516696.25	
180		228	564643.4	527290.2	40.5	30.375	242.82	-17.99	564886.22	527272.21	-242.86	18.16	564886.26	527272.04	-242.86	18.18	564886.26	527272.04	-242.87	18.18	564886.27	527272.02	
181		178	552129.63	505244.39	40.375	30.125	242.91	-19.02	552372.54	505225.37	-242.85	18.63	552372.48	505225.76	-242.91	18.99	552372.54	505225.40	-242.95	19.17	552372.58	505225.22	
182		179	551452.29	515838.27	40.375	30.25	242.85	-18.68	551695.14	515819.59	-242.95	18.96	551695.24	515819.31	-242.91	18.85	551695.20	515819.42	-242.95	19.07	551695.24	515819.20	
183		180	550789.49	526433.07	40.375	30.375	242.9	-18.56	551032.39	526414.51	-242.91	18.58	551032.40	526414.49	-242.88	18.43	551032.37	526414.64	-242.89	18.53	551032.38	526414.54	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1			Extrapolé değerler						2 kez hesaplandı		Ok		3 kez hesaplandı			4 kez hesaplandı			Ortalama yaklaşımıyla bulunan değerler			
2			ed50_lambert_ölçüm		koordinatlar		2. derece Polinom				minimum curv.				Kriging				Triangulation with Linear Interpolation			
3	Bölge No	No	ED50_x	ED50_y	enlem	boylam	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y
175	P20	274	579833.72	507034.81	40.625	30.125	243.12	-18.89	580076.84	507015.92	-243.17	18.97	580076.89	507015.84	-243.17	19.06	580076.89	507015.75	-243.26	19.31	580076.98	507015.50
176		275	579158.81	517590.65	40.625	30.25	242.93	-18.31	579401.74	517572.34	-242.91	18.24	579401.72	517572.41	-242.93	18.32	579401.74	517572.33	-242.98	18.47	579401.79	517572.18
177		276	578498.4	528147.4	40.625	30.375	242.84	-17.96	578741.24	528129.44	-242.89	18.16	578741.29	528129.24	-242.89	18.15	578741.29	528129.25	-242.90	18.16	578741.30	528129.24
178		226	565981.13	506139.57	40.5	30.125	242.97	-18.68	566224.1	506120.89	-242.87	18.31	566224.00	506121.26	-242.90	18.42	566224.03	506121.15	-242.83	18.19	566223.96	506121.38
179		227	565305	516714.42	40.5	30.25	242.85	-18.22	565547.95	516696.2	-242.85	18.19	565547.85	516696.23	-242.87	18.27	565547.87	516696.15	-242.85	18.17	565547.85	516696.25
180		228	564643.4	527290.2	40.5	30.375	242.82	-17.99	564886.22	527272.21	-242.86	18.16	564886.26	527272.04	-242.86	18.16	564886.26	527272.04	-242.87	18.18	564886.27	527272.02
181		178	552129.83	505244.39	40.375	30.125	242.91	-19.02	552372.54	505225.37	-242.85	18.63	552372.48	505225.76	-242.91	18.99	552372.54	505225.40	-242.95	19.17	552372.58	505225.22
182		179	551452.29	515838.27	40.375	30.25	242.85	-18.68	551695.14	515819.59	-242.95	18.96	551695.24	515819.31	-242.91	18.85	551695.20	515819.42	-242.95	19.07	551695.24	515819.20
183		180	550789.49	526433.07	40.375	30.375	242.8	-18.56	551032.39	526414.51	-242.91	18.58	551032.40	526414.49	-242.88	18.43	551032.37	526414.64	-242.89	18.53	551032.38	526414.54
184	P21	276	578498.4	528147.4	40.625	30.375	242.86	-18.02	578741.26	528129.38	-242.89	18.15	578741.29	528129.25	-242.89	18.15	578741.29	528129.25	-242.90	18.16	578741.30	528129.24
185		277	577852.48	538705.05	40.625	30.5	242.89	-18.07	578095.37	538686.98	-242.90	18.18	578095.38	538686.87	-242.90	18.18	578095.38	538686.87	-242.90	18.18	578095.38	538686.87
186		278	577221.06	549263.57	40.625	30.625	242.9	-18.06	577463.96	549245.51	-242.92	18.20	577463.98	549245.37	-242.92	18.20	577463.98	549245.37	-242.92	18.20	577463.98	549245.37
187		228	564643.4	527290.2	40.5	30.375	242.89	-18.23	564886.29	527271.97	-242.87	18.22	564886.27	527271.98	-242.86	18.17	564886.26	527272.03	-242.86	18.18	564886.26	527272.02
188		229	563996.32	537866.87	40.5	30.5	242.94	-18.32	564239.26	537848.55	-242.88	18.16	564239.20	537848.71	-242.89	18.16	564239.21	537848.71	-242.89	18.18	564239.21	537848.69
189		230	563363.76	548444.43	40.5	30.625	242.97	-18.35	563606.73	548426.08	-242.97	18.24	563606.73	548426.19	-242.96	18.24	563606.72	548426.19	-242.93	18.19	563606.69	548426.24
190		180	550789.49	526433.07	40.375	30.375	243.02	-19.01	551032.51	526414.06	-242.56	16.87	551032.05	526416.20	-242.85	18.23	551032.35	526414.84			550789.49	526433.07
191		181	550141.25	537028.77	40.375	30.5	243.09	-19.14	550384.34	537009.63	-242.88	18.24	550384.13	537010.53	-242.89	18.29	550384.14	537010.48	-242.87	18.18	550384.12	537010.59
192		182	549507.55	547625.34	40.375	30.625	243.14	-19.21	549750.89	547606.13	-243.23	19.74	549750.78	547605.60	-243.07	18.99	549750.62	547605.35	-243.13	19.25	549750.88	547606.09
193	P22	278	577221.06	549263.57	40.625	30.625	242.88	-17.99	577463.94	549245.53	-242.92	18.21	577463.98	549245.36	-242.92	18.20	577463.98	549245.37	-242.92	18.20	577463.98	549245.37
194		279	576604.14	559822.96	40.625	30.75	242.89	-17.98	576847.03	559804.98	-242.91	18.13	576847.05	559804.83	-242.91	18.13	576847.05	559804.93	-242.92	18.14	576847.06	559804.82
195		280	576001.71	570383.18	40.625	30.875	242.91	-18.19	576244.82	570364.99	-242.91	18.09	576244.82	570365.09	-242.92	18.13	576244.83	570365.05	-242.92	18.13	576244.83	570365.05
196		230	563363.76	548444.43	40.5	30.625	242.95	-18.27	563606.71	548426.16	-242.98	18.28	563606.74	548426.15	-242.96	18.24	563606.72	548426.19	-242.93	18.19	563606.69	548426.24
197		231	562745.72	559022.84	40.5	30.75	242.96	-18.46	562988.68	559004.38	-242.92	18.18	562988.64	559004.66	-242.93	18.24	562988.65	559004.60	-242.92	18.20	562988.64	559004.64
198		232	562142.21	569602.09	40.5	30.875	243	-18.85	562385.21	569583.24	-242.97	18.88	562385.18	569583.21	-242.96	18.76	562385.19	569583.33	-243.00	18.99	562385.21	569583.10
199		182	549507.55	547625.34	40.375	30.625	243.13	-19.26	549750.88	547606.08	-243.15	19.38	549750.70	547605.96	-243.12	19.27	549750.67	547606.07	-243.13	19.25	549750.88	547606.09
200		183	548888.4	558222.78	40.375	30.75	243.15	-19.63	549131.55	558203.15	-243.22	20.01	549131.62	558202.77	-243.16	19.61	549131.56	558203.17	-243.18	19.65	549131.58	558203.13
201		184	548283.81	568821.06	40.375	30.875	243.21	-20.21	548527.02	568800.85	-243.27	20.93	548527.08	568800.13	-243.23	20.42	548527.04	568800.64	-243.23	20.18	548527.04	568800.88
202	P23	464	636639.67	489659.94	41.13	29.88	242.93	-18.30	636882.60	489641.64	-242.91	18.33	636882.58	489641.61	-242.91	18.32	636882.58	489641.62	-242.92	18.31	636882.59	489641.63
203		465	635940.84	500137.79	41.13	30.00	242.90	-18.29	636183.74	500119.50	-242.89	18.27	636183.73	500119.52	-242.89	18.27	636183.73	500119.52	-242.89	18.28	636183.73	500119.51
204		466	635256.41	510616.59	41.13	30.13	242.88	-18.26	635499.29	510598.33	-242.88	18.26	635499.29	510598.33	-242.88	18.26	635499.29	510598.33	-242.88	18.26	635499.29	510598.33
205		416	622784.52	488726.32	41.00	29.88	242.88	-18.29	623027.40	488708.03	-242.88	18.30	623027.40	488708.02	-242.88	18.30	623027.40	488708.02	-242.88	18.30	623027.40	488708.02
206		417	622084.43	499223.19	41.00	30.00	242.87	-18.27	622327.30	499204.92	-242.88	18.27	622327.31	499204.92	-242.88	18.27	622327.31	499204.92	-242.88	18.27	622327.31	499204.92
207		418	621398.76	509721.02	41.00	30.13	242.87	-18.25	621641.83	509702.77	-242.88	18.25	621641.64	509702.77	-242.88	18.26	621641.64	509702.76	-242.88	18.26	621641.64	509702.76
208		368	608930.75	487792.78	40.88	29.88	242.85	-18.26	609173.60	487774.52	-242.86	18.26	609173.61	487774.52	-242.85	18.26	609173.60	487774.52	-242.85	18.26	609173.60	487774.52
209		369	608229.39	498308.68	40.88	30.00	242.85	-18.25	608472.24	498290.43	-242.86	18.25	608472.25	498290.43	-242.86	18.25	608472.25	498290.43	-242.86	18.26	608472.25	498290.42
210		370	607542.47	508825.53	40.88	30.13	242.86	-18.22	607785.33	508807.31	-242.87	18.23	607785.34	508807.30	-242.87	18.23	607785.34	508807.30	-242.87	18.22	607785.34	508807.31

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V			
1			Extrapolé değerler																				Ortalama yaklaşımıyla bulunan değerler		
2			ed50_lambert_ölçüm			koordinatlar		2. derece Polinom				minimum curv.				Kriging				Triangulation with Linear Interpolation					
3	Bölge No	No	ED50_x	ED50_y	enlem	boylam	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y			
211	P24	462	638080.47	468707.17	41.13	29.63	243.00	-18.32	638323.47	468688.85	-243.01	18.30	638323.48	468688.87	-243.01	18.30	638323.48	468688.87	-243.00	18.31	638323.47	468688.86			
212		463	637352.87	479183.06	41.13	29.75	242.99	-18.29	637595.86	479164.77	-243.04	18.30	637595.91	479164.76	-243.04	18.30	637595.91	479164.76	-243.03	18.32	637595.90	479164.74			
213		464	636639.67	489659.94	41.13	29.88	242.98	-18.28	636882.65	489641.66	-242.90	18.34	636882.57	489641.60	-242.91	18.32	636882.58	489641.62	-242.92	18.31	636882.59	489641.63			
214		414	624227.94	467735.50	41.00	29.63	242.86	-18.31	624470.80	467717.19	-242.83	18.35	624470.77	467717.15	-242.83	18.36	624470.77	467717.14	-242.82	18.36	624470.76	467717.14			
215		415	623499.03	478230.41	41.00	29.75	242.86	-18.29	623741.89	478212.12	-242.83	18.39	623741.86	478212.02	-242.83	18.36	623741.86	478212.05	-242.82	18.38	623741.85	478212.03			
216		416	622784.52	488726.32	41.00	29.88	242.86	-18.28	623027.38	488708.04	-242.95	18.24	623027.47	488708.08	-242.95	18.24	623027.47	488708.08	-242.96	18.22	623027.48	488708.10			
217		366	610376.78	466763.92	40.88	29.63	242.80	-18.29	610619.58	466745.63	-242.76	18.20	610619.54	466745.72	-242.77	18.22	610619.55	466745.70	-242.78	18.22	610619.56	466745.70			
218		367	609646.55	477277.86	40.88	29.75	242.82	-18.27	609889.37	477259.59	-242.84	18.28	609889.39	477259.58	-242.83	18.27	609889.38	477259.59	-242.83	18.27	609889.38	477259.59			
219		368	608930.75	487792.78	40.88	29.88	242.83	-18.26	609173.58	487774.52	-242.85	18.26	609173.60	487774.52	-242.86	18.26	609173.61	487774.52	-242.85	18.26	609173.60	487774.52			
220		P25	507	654199.39	438314.46	41.25	29.25	243.00	-18.26	654442.39	438296.20			654199.39	438314.46			654199.39	438314.46			654199.39	438314.46		
221			508	653430.04	448768.25	41.25	29.38	243.04	-18.29	653673.08	448749.96			653430.04	448768.25			653430.04	448768.25			653430.04	448768.25		
222			509	652675.06	459223.08	41.25	29.50	243.07	-18.34	652918.13	459204.74			652675.06	459223.08			652675.06	459223.08			652675.06	459223.08		
223			469	640349.55	437285.63	41.13	29.25	243.04	-18.32	640592.59	437267.31	-243.03	18.32	640592.58	437267.31	-243.03	18.32	640592.58	437267.31	-243.03	18.33	640592.58	437267.30		
224			460	639578.81	447758.43	41.13	29.38	243.02	-18.33	639821.83	447740.10	-243.06	18.33	639821.87	447740.10	-243.05	18.33	639821.86	447740.10	-242.99	18.36	639821.80	447740.07		
225			461	638822.44	458232.29	41.13	29.50	242.99	-18.35	639065.43	458213.94	-242.98	18.44	639065.42	458213.85	-242.97	18.40	639065.41	458213.89	-242.97	18.37	639065.41	458213.92		
226			411	626501.14	436256.90	41.00	29.25	243.09	-18.35	626744.23	436238.55	-243.07	18.34	626744.21	436238.56	-243.09	18.33	626744.22	436238.57	-243.08	18.33	626744.22	436238.57		
227			412	625729.00	446748.72	41.00	29.38	243.01	-18.33	625972.01	446730.39	-243.06	18.32	625972.06	446730.40	-243.03	18.32	625972.03	446730.40	-243.03	18.33	625972.03	446730.39		
228			413	624971.27	457241.59	41.00	29.50	242.91	-18.33	625214.18	457223.26	-242.85	18.39	625214.17	457223.20	-242.86	18.38	625214.13	457223.21	-242.91	18.32	625214.18	457223.27		
229			458	641134.67	426813.89	41.13	29.13	243.12	-18.33	641377.79	426795.56	-243.11	18.26	641377.78	426795.63	-243.10	18.29	641377.77	426795.60			641134.67	426813.89		
230	459	640349.55	437285.63	41.13	29.25	243.04	-18.32	640592.59	437267.31	-243.03	18.32	640592.58	437267.31	-243.03	18.32	640592.58	437267.31	-243.03	18.33	640592.58	437267.30				
231	460	639578.81	447758.43	41.13	29.38	242.99	-18.32	639821.80	447740.11	-243.11	18.28	639821.92	447740.15	-243.05	18.33	639821.86	447740.10	-242.99	18.36	639821.80	447740.07				
232	410	627287.69	425766.15	41.00	29.13	243.19	-18.36	627530.88	425747.79			627287.69	425766.15			627287.69	425766.15			627287.69	425766.15				
233	411	626501.14	436256.90	41.00	29.25	243.09	-18.34	626744.22	436238.56	-243.09	18.34	626744.22	436238.56	-243.09	18.34	626744.22	436238.56	-243.09	18.33	626744.23	436238.57				
234	412	625729.00	446748.72	41.00	29.38	242.99	-18.33	625971.99	446730.39	-243.07	18.31	625972.07	446730.41	-243.03	18.32	625972.03	446730.40	-243.03	18.33	625972.03	446730.39				
235	362	613442.07	424718.51	40.88	29.13	243.23	-18.39	613685.30	424700.12			613442.07	424718.51			613442.07	424718.51			613442.07	424718.51				
236	363	612654.10	435228.28	40.88	29.25	243.09	-18.35	612897.19	435209.93	-243.12	18.34	612897.22	435209.94	-243.12	18.32	612897.20	435209.96	-243.08	18.31	612897.18	435209.97				
237	364	611880.56	445739.11	40.88	29.38	242.96	-18.32	612123.52	445720.79	-242.96	18.32	612123.52	445720.79	-242.97	18.30	612123.53	445720.81	-242.97	18.32	612123.53	445720.79				
238	466	635256.41	510616.59	41.13	30.13	242.88	-18.26	635499.29	510598.33	-242.88	18.26	635499.29	510598.33	-242.88	18.26	635499.29	510598.33	-242.88	18.26	635499.29	510598.33				
239	467	634586.37	521096.32	41.13	30.25	242.89	-18.24	634829.26	521078.08	-242.88	18.25	634829.25	521078.07	-242.88	18.25	634829.25	521078.07	-242.88	18.25	634829.25	521078.07				
240	468	633930.71	531576.96	41.13	30.38	242.90	-18.23	634173.61	531558.73	-242.90	18.23	634173.61	531558.73	-242.90	18.23	634173.61	531558.73	-242.90	18.23	634173.61	531558.73				
241	418	621398.76	509721.02	41.00	30.13	242.88	-18.24	621641.64	509702.78	-242.88	18.24	621641.64	509702.78	-242.88	18.24	621641.64	509702.78	-242.88	18.24	621641.64	509702.78				
242	419	620727.50	520219.78	41.00	30.25	242.88	-18.22	620970.38	520201.56	-242.88	18.22	620970.38	520201.56	-242.88	18.22	620970.38	520201.56	-242.88	18.22	620970.38	520201.56				
243	420	620070.65	530719.45	41.00	30.38	242.89	-18.20	620313.54	530701.25	-242.88	18.20	620313.53	530701.25	-242.88	18.20	620313.53	530701.25	-242.88	18.20	620313.53	530701.25				
244	370	607542.47	508825.53	40.88	30.13	242.88	-18.22	607785.35	508807.31	-242.87	18.22	607785.34	508807.31	-242.87	18.21	607785.34	508807.32	-242.87	18.21	607542.47	508825.53				
245	371	606869.99	519343.32	40.88	30.25	242.87	-18.19	607112.86	519325.13	-242.88	18.19	607112.87	519325.13	-242.88	18.19	607112.87	519325.13	-242.88	18.19	607112.87	519325.13				
246	372	606211.96	529862.02	40.88	30.38	242.88	-18.17	606454.84	529843.85	-242.89	18.18	606454.85	529843.84	-242.89	18.18	606454.85	529843.84	-242.89	18.18	606454.85	529843.84				

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
1			Extrapolate değerler						2 kez hesaplandı			Ok		3 kez hesaplandı				4 kez hesaplandı			Ortalama yaklaşımla bulunan değerler		
2			ed50_lambert_ölçüm		koordinatlar		2. derece Polinom				minimum curv.				Kriging				Triangulation with Linear Interpolation				
3	Bölge No	No	ED50_x	ED50_y	enlem	boylam	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	
247	P28	319	595795.36	476325.39	40.75	29.75	242.80	-18.27	596038.16	476307.12	-242.80	18.26	596038.16	476307.13	-242.81	18.27	596038.17	476307.12	-242.81	18.27	596038.17	476307.12	
248		320	595078.27	486859.34	40.75	29.875	242.81	-18.26	595321.08	486841.08	-242.82	18.26	595321.09	486841.08	-242.82	18.25	595321.09	486841.09	-242.82	18.25	595321.09	486841.09	
249		321	594375.64	497394.26	40.75	30	242.82	-18.24	594618.46	497376.02	-242.84	18.22	594618.48	497376.04	-242.84	18.23	594618.48	497376.03	-242.85	18.23	594618.48	497376.03	
250		322	593687.48	507930.13	40.75	30.125	242.84	-18.20	593930.32	507911.93	-242.86	18.19	593930.34	507911.94	-242.86	18.20	593930.34	507911.93	-242.86	18.20	593930.34	507911.93	
251		323	593013.79	518466.94	40.75	30.25	242.85	-18.15	593256.64	518448.79	-242.87	18.17	593256.66	518448.77	-242.87	18.17	593256.66	518448.77	-242.87	18.17	593256.66	518448.77	
252		271	581945.41	475373.01	40.625	29.75	242.82	-18.44	582188.23	475354.57	-242.81	18.25	582188.22	475354.76	-242.81	18.26	582188.22	475354.75	-242.81	18.27	582188.22	475354.74	
253		272	581227.02	485925.97	40.625	29.875	242.83	-18.41	581469.85	485907.56	-242.82	18.23	581469.84	485907.74	-242.83	18.23	581469.85	485907.74	-242.82	18.23	581469.84	485907.74	
254		273	580523.13	496479.91	40.625	30	242.84	-18.36	580765.97	496461.55	-242.84	18.20	580765.97	496461.71	-242.84	18.20	580765.97	496461.71	-242.84	18.21	580765.97	496461.70	
255		274	579833.72	507034.81	40.625	30.125	242.84	-18.31	580076.56	507016.50	-242.84	18.13	580076.56	507016.68	-242.85	18.16	580076.57	507016.65	-242.86	18.19	580076.58	507016.62	
256		275	579158.81	517590.65	40.625	30.25	242.85	-18.23	579401.66	517572.42	-242.87	18.14	579401.68	517572.51	-242.87	18.15	579401.68	517572.50	-242.87	18.17	579401.68	517572.48	
257		223	568096.82	474420.71	40.5	29.75	242.87	-18.72	568339.49	474401.99	-242.82	18.50	568339.44	474402.21	-242.82	18.56	568339.44	474402.15	-242.83	18.61	568339.45	474402.10	
258		224	567376.94	484992.69	40.5	29.875	242.87	-18.67	567619.81	484974.02	-242.81	18.42	567619.75	484974.27	-242.82	18.44	567619.76	484974.25	-242.84	18.61	567619.78	484974.08	
259		225	566671.78	495585.65	40.5	30	242.87	-18.61	566914.85	495547.04	-242.80	18.11	566914.58	495547.54	-242.81	18.17	566914.59	495547.48	-242.81	18.21	566914.59	495547.44	
260		226	565981.13	506139.57	40.5	30.125	242.88	-18.53	566224.01	506121.04	-242.83	18.21	566223.96	506121.36	-242.83	18.23	566223.96	506121.34	-242.83	18.19	566223.96	506121.38	
261		227	565305	516714.42	40.5	30.25	242.88	-18.44	565547.88	516695.98	-242.85	18.18	565547.85	516696.24	-242.85	18.21	565547.85	516696.21	-242.85	18.17	565547.85	516696.25	
262		175	554248.93	473468.48	40.375	29.75	242.94	-19.13	554491.87	473449.35	-242.99	19.88	554491.92	473448.60	-242.98	19.83	554491.91	473448.65	-242.96	19.81	554491.89	473448.67	
263		176	553527.95	484059.48	40.375	29.875	242.94	-19.06	553770.89	484040.42	-242.86	19.44	553770.81	484040.04	-242.88	19.43	553770.83	484040.05	-242.88	19.36	553770.83	484040.12	
264		177	552821.52	494651.45	40.375	30	242.94	-18.98	553064.46	494632.47	-242.87	18.88	553064.39	494632.57	-242.88	18.95	553064.40	494632.50	-242.88	19.00	553064.40	494632.45	
265		178	552129.83	505244.39	40.375	30.125	242.94	-18.88	552372.57	505225.51	-242.95	19.04	552372.58	505225.35	-242.92	19.05	552372.55	505225.34	-242.95	19.17	552372.58	505225.22	
266		179	551452.29	515838.27	40.375	30.25	242.94	-18.76	551695.23	515819.51	-242.92	18.90	551695.21	515819.37	-242.92	18.88	551695.21	515819.39	-242.95	19.07	551695.24	515819.20	
267		127	540402.26	472516.32	40.25	29.75	243.05	-19.65	540645.31	472496.67	-243.04	19.78	540645.30	472496.54	-243.04	19.81	540645.30	472496.51	-243.06	19.77	540645.32	472496.55	
268		128	539679.99	483126.34	40.25	29.875	243.04	-19.56	539923.03	483106.78	-242.96	19.94	539922.95	483106.40	-242.98	19.89	539922.97	483106.45	-242.99	19.89	539922.98	483106.45	
269		129	538972.29	493737.33	40.25	30	243.03	-19.46	539215.32	493717.87	-243.02	19.91	539215.31	493717.42	-243.04	19.83	539215.33	493717.50	-243.06	19.87	539215.35	493717.46	
270		130	538279.16	504349.28	40.25	30.125	243.03	-19.34	538522.19	504329.94	-243.04	20.17	538522.20	504329.11	-243.06	20.10	538522.22	504329.18	-243.06	20.03	538522.22	504329.25	
271		131	537600.6	514962.18	40.25	30.25	243.03	-19.21	537843.63	514942.97	-243.02	19.93	537843.62	514942.25	-243.03	19.76	537843.63	514942.42	-243.02	19.66	537843.62	514942.52	
272		222	568930.82	463849.72	40.5	29.625	242.84	-18.83	569073.66	463830.89	-242.80	18.48	569073.62	463831.24	-242.82	18.54	569073.64	463831.18	-242.84	18.64	569073.66	463831.08	
273		223	568096.82	474420.71	40.5	29.75	242.84	-18.82	568339.46	474401.89	-242.82	18.57	568339.44	474402.14	-242.82	18.58	568339.44	474402.13	-242.83	18.61	568339.45	474402.10	
274		174	554984.45	462878.48	40.375	29.625	242.95	-19.41	555227.40	462859.07	-242.87	19.52	555227.32	462858.98	-242.95	19.56	555227.40	462858.92	-242.96	19.40	555227.41	462859.08	
275		175	554248.93	473468.48	40.375	29.75	242.95	-19.63	554491.88	473448.85	-242.99	19.94	554491.92	473448.54	-242.98	19.84	554491.91	473448.64	-242.96	19.81	554491.89	473448.67	
276	223	568096.82	474420.71	40.5	29.75	242.87	-18.95	568339.49	474401.76	-242.82	18.54	568339.44	474402.17	-242.82	18.57	568339.44	474402.14	-242.83	18.61	568339.45	474402.10		
277	224	567376.94	484992.69	40.5	29.875	242.86	-18.73	567619.80	484973.96	-242.81	18.37	567619.75	484974.32	-242.82	18.46	567619.76	484974.23	-242.84	18.61	567619.78	484974.08		
278	175	554248.93	473468.48	40.375	29.75	242.96	-19.67	554491.89	473448.81	-242.99	19.91	554491.92	473448.57	-242.98	19.84	554491.91	473448.64	-242.96	19.81	554491.89	473448.67		
279	176	553527.95	484059.48	40.375	29.875	242.93	-19.39	553770.88	484040.09	-242.86	19.41	553770.81	484040.07	-242.88	19.40	553770.83	484040.08	-242.88	19.36	553770.83	484040.12		
280	228	564843.40	527290.20	40.5	30.375	242.88	-18.18	564886.28	527272.02	-242.86	18.179	564886.26	527272.02	-242.86	18.17	564886.26	527272.03	-242.86	18.18	564886.26	527272.02		
281	229	563996.32	537866.87	40.5	30.5	242.93	-18.21	564239.25	537848.66	-242.88	18.17	564239.20	537848.70	-242.89	18.18	564239.21	537848.69	-242.89	18.18	564239.21	537848.69		
282	230	563363.76	548444.43	40.50	30.63	242.94	-18.20	563606.70	548426.23	-242.96	18.21	563606.72	548426.22	-242.96	18.21	563606.71	548426.22	-242.93	18.19	563606.69	548426.24		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1			Extrapolated values						2 kez hesaplandı		Ok			3 kez hesaplandı		4 kez hesaplandı						Ortalama yaklaşımla bulunan değerler
2			ed50_j Lambert ölçüm		koordinatlar		2. derece Polinom				minimum curv.				Kriging				Triangulation with Linear Interpolation			
3	Bölge No	No	ED50_x	ED50_y	enlem	boylam	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y	dx	dy	ITRF_x	ITRF_y
283	p32	224	567376.94	484992.69	40.500	29.875	242.81	-18.25	567619.749	484974.442	-242.81	18.22	567619.75	484974.47	-242.82	18.34	567619.76	484974.35	-242.84	18.51	567619.78	484974.18
284		225	566671.78	495565.65	40.500	30.000	242.81	-18.13	566914.59	495547.516	-242.81	18.16	566914.59	495547.49	-242.81	18.15	566914.59	495547.50	-242.81	18.21	566914.59	495547.44
285		226	565981.13	506139.57	40.500	30.125	242.82	-18.08	566223.949	506121.494	-242.82	18.20	566223.95	506121.37	-242.84	18.22	566223.97	506121.35	-242.83	18.19	566223.96	506121.38
286		227	565305	516714.42	40.500	30.250	242.84	-18.08	565547.836	516696.344	-242.84	18.16	565547.84	516696.26	-242.85	18.20	565547.85	516696.22	-242.85	18.17	565547.85	516696.25
287		176	563527.95	484059.48	40.375	29.875	242.88	-19.16	563770.831	484040.316	-242.87	19.15	563770.82	484040.33	-242.88	19.30	563770.83	484040.18	-242.88	19.38	563770.83	484040.10
288		177	562821.52	494651.45	40.375	30.000	242.88	-18.97	563064.399	494632.481	-242.87	18.85	563064.39	494632.60	-242.88	18.96	563064.40	494632.49	-242.88	19.00	563064.40	494632.45
289		178	562129.63	505244.39	40.375	30.125	242.89	-18.83	562372.515	505225.56	-242.94	18.91	562372.57	505225.48	-242.93	19.05	562372.56	505225.34	-242.95	19.17	562372.58	505225.22
290		179	561452.29	515838.27	40.375	30.250	242.9	-18.75	561695.189	515819.523	-242.92	18.75	561695.21	515819.52	-242.94	18.96	561695.23	515819.31	-242.95	19.07	561695.24	515819.20
291	p34	274	579833.72	507034.81	40.625	30.125	243.12	-19.30	580076.84	507015.51	-243.28	19.51	580077.00	507015.30	-243.21	19.42	580076.93	507015.39	-243.38	19.98	580077.10	507014.83
292		275	579158.81	517590.65	40.625	30.25	243.06	-19.52	579401.87	517571.13	-243.07	19.43	579401.88	517571.22	-243.05	19.42	579401.86	517571.23	-243.04	19.46	579401.85	517571.19
293		226	565981.13	506139.57	40.5	30.125	242.85	-19.35	566223.98	506120.22	-242.78	17.48	566223.91	506122.09	-242.83	18.31	566223.96	506121.26	-242.98	19.95	566224.11	506119.62
294		227	565305.00	516714.42	40.5	30.25	242.84	-19.16	565547.84	516695.26	-243.00	20.04	565548.00	516694.38	-242.95	19.65	565547.95	516694.77	-242.94	19.47	565547.94	516694.95
295	p35	460	639578.81	447758.43	41.125	29.375	243.06	-18.30	639821.87	447740.13	-243.09	18.355	639821.90	447740.07	-243.06	18.34	639821.87	447740.09			639578.81	447758.43
296		461	638822.44	458232.29	41.125	29.500	243.01	-18.32	639065.45	458213.97	-242.98	18.45	639065.42	458213.84	-242.98	18.40	639065.42	458213.89	-243.03	18.34	639065.47	458213.95
297		462	638080.47	468707.17	41.125	29.625	243.00	-18.32	638323.47	468688.85	-243	18.295	638323.47	468688.87	-243	18.3	638323.47	468688.87	-243	18.31	638323.47	468688.86
298		412	625729.00	446748.72	41.000	29.375	242.98	-18.35	625971.98	446730.37	-243.05	18.32	625972.05	446730.40	-243.03	18.32	625972.03	446730.40	-243.03	18.33	625972.03	446730.39
299	413	624971.27	457241.59	41.000	29.500	242.88	-18.36	625214.15	457223.23	-242.95	18.378	625214.12	457223.21	-242.86	18.38	625214.13	457223.21	-242.91	18.32	625214.18	457223.27	
300	414	624227.94	467735.50	41.000	29.625	242.83	-18.36	624470.77	467717.14	-242.82	18.36	624470.76	467717.14	-242.82	18.36	624470.76	467717.14	-242.82	18.36	624470.76	467717.14	

Ek - F

DAYANAK NOKTALARI DOSYASI GENEL FORMATI

(Bütün kurumlardan gelen noktalar bir düzen içerisinde olması ve programlarda rahat kullanımı açısından aşağıda görüldüğü şekilde bir araya getirildi.)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q			
1									ED50_ENLEM		ED50_BOYLAM		ED50_ENLEM		ED50_BOYLAM		ED50_ENLEM		ED50_BOYLAM	
2	SIRA_NO	ED50_D ERECE	ED50_H ESAP_YIL		ED50_NO	ED50_ENLEM	ED50_BOYLAM	0	'	*	0	'	*	DDMMSS	DDMMSS	Lambert (m)	Lambert (m)	ORTO_YUKSEKL K		
3	373				12	42.0386561	27.3393746	42	2	19.162104	27	20	21.74856	420219.162	272021.7486	755008.26	286999.84			

	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG			
1								ITRF_ENLEM		ITRF_BOYLAM		ITRF_ENLEM		ITRF_BOYLAM		ITRF_ENLEM		ITRF_BOYLAM	
2	YUKSEK_TUR		ITRF_NO	EPOK	ITRF_ENLEM	ITRF_BOYLAM	0	'	*	0	'	*	DDMMSS	DDMMSS	Lambert (m)	Lambert (m)	ELIPS_YUKSEKLIK		
3			D1830012	2005	42.0377171	27.338901	42	2	15.78138	27	20	20.043564	420215.78	272020.044	755251.25	286983.6			

	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU
1														
2	ITRF_ENL_ ERR	ITRF_BOY_ ERR	ELIPS_YUK _ERR	DOM	DG	ED50_SAG	ED50_YUKARI	ITRF_SAG	ITRF_YUKAR	VERI_KA YNAK	BOLGE	GRUP_ADI	dx	dy
3				27	3	528101.72	4656068.83	528061.64	4655881.824	TKGM	Edirne	Kirklareli 1.Grup	243	-16.2

Ek - G

MARMARA BÖLGESİ PAFTA-PAFTA UYUŞUMSUZ NOKTA TESTLERİ
(2. derece polinomla yapılmış hesaplamalarda kabaca düzeltmeleri ± 15 cm
dışında kalan noktalar uyşumsuz kabul edilmiştir.)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	1	e16e17																		
2	2	d18e18	8432																	
3	3	d19e19e2	8468	401	398	388	8485	8437	387	389	8417	8446								
4	4	f16f17	5811	8322	5813	8420	8228	8369	5812											
5	5	f18	8152	8398																
6	6	f19	6090	6086	8235	6089														
7	7	f20	6081	6085	6080															
8	8	f21	6071																	
9	9	f22																		
10	10	f23																		
11	11	f24	8399	8402																
12	12	f25	8387																	
13	13	g25	847	848	849	850	846	5415	8378	5431	8370									
14	14	g24	8430	497	5840	8337	7217	5842	687	8354	685	7215	5841	673	481	7194	7218	494	7195	7235
15			7214	7236	7234	498	7219	513	7201	7249	7250	7220	671	675	7202	480	7211	7238	7270	7189
16			7261	7239	8367	514	479	6098	496	7251	492	482	493	478	7203	7260	7200	7233	7191	7204
17			495	7205	7227	7225	491	7240												
18	15	g23	8249	683	6109	6095	5810	6100	6101											
19	16	g22g21	8477	8272	8305	8320	8287	8281	5781	6049	6072	6041	6010	6064	6060					
20	17	g18g19																		
21	18	g16g17	5409	5163	8309	8261	8319	5358	8351	339										
22	19	h16h17	8206	8131	5167	5164	5168	5169	5165	8145	5166	8160	8158							
23	20	g18g19h	5787	268	270	8263	8325	8312	5826	5788	5142	302	5151	296	302	5289	5785	5149	5150	5283
24			301	297	298	8127														
25	21	h18																		
26	22	h19																		
27	23	h20	966	5644	5827	5830	287													
28	24	h21	7343																	
29	25	h22	7344	958	5336															
30	26	h23	5779	7345	880															
31	27	h24	660	659	668	5856	682	669	5561	5560	679	666	7362	5572	667	7365	7350	7354	7359	7360
32			5570	5569	5564	5566														
33	28	h25	665	7373	7369	860	862	861	7370	7372	788	787	7368	786						
34	29	i25																		
35	30	i24	5683	5688	5604	5684														
36	31	i23	549	545	548															
37	32	i22	594	558	908	592	554													
38	33	i21i20	899																	
39	34	i20																		
40	35	i19	271	5135	5134	5651	332													
41	36	i18	5784	5797	5133	5132	5803	331	5801	5330	5804									
42	37	i17	5127	5321																
43	38	i16	5125	5124	5123															

Ek - H

ÇALIŞMADA GELİŞTİRİLEN VE KULLANILAN YAZILIMLAR

Ek H-1 : Yazılan Yazılımlar

3. Helmert Benzerlik Transformasyonu Yöntemi

Programda Helmert benzerlik transformasyon metodu uygulanarak özdeş noktalardan transformasyon parametreleri ve doğruluk dereceleri elde edilmektedir. Aşağıda alt programlar halinde geliştirilmiş haritalama, delaunay üçgenlemesi, en yakın 3 noktanın bulunması ve kontrol noktası ile aralarındaki uzaklıkların hesabı gibi programları da içeren geniş bir program olarak geliştirilmiştir.

4. İki Değişkenli 2. Derece Polinom Yöntemi

Bu program, 2. derece polinom yöntemiyle, özdeş noktaların koordinatlarını alarak transformasyonu gerçekleştirecek transformasyon katsayılarını ve doğruluk derecelerini hesaplar. Elde edilen bu katsayıları kullanarak kontrol noktalarının değerlerini bulur ve dış doğruluklarını hesaplar. Transformasyona tabi tutulan noktaların düzeltmelerinden pope test değerlerini hesaplar. Delaunay üçgenlemesi yapar ve noktalar arası mesafeyi (seçilen noktaya en yakın üç nokta için) düzlem üzerinde hesaplar. Harita üzerinde gridleri, fay ve transformasyon noktalarını gösterir.

5. Dinamik Hücre İle 2. Derece Polinom Yöntemi

Bu program, 2. derece polinom yöntemiyle, özdeş noktaların koordinatlarını alarak transformasyonu gerçekleştirecek katsayıları hesaplar. Elde edilen bu katsayıları kullanarak kontrol noktalarının değerlerini bulur ve dış doğruluklarını hesaplar. Transformasyona tabi tutulan noktaların residulerini, pope testlerini, bilinmeyenlerin doğruluk derecelerini hesaplar. Delaunay üçgenlemesi yapar ve noktalar arası mesafeyi (seçilen noktaya en yakın üç nokta için) düzlem üzerinde hesaplar. Harita üzerinde gridleri, fay ve transformasyon noktalarını göstermektedir. Kontrol noktalarını seçerken verilen bütün özdeş noktalardan bir alıp bir koyacak şekilde tek tek seçim yapar. Seçilen noktayı merkez kabul eden bir kare alan oluşturur ve bu alan içinde minimum 7 nokta olmasına dikkat eder. Yok ise alanı minimum 7 nokta içinceye kadar her seferinde 0.1 derece genişleterek polinom hesabına geçer.

6. Yirmibeşbin Köşe Noktalarının Hesabı

Bu program, 2. dereceden polinomun özdeş noktalara uygulanmasıyla elde edilen transformasyon parametrelerinden köşe noktalarının ITRF'ye transformasyonunu sağlar.

7. Pope Testi

Uyuşumsuzluk testlerinden biri olarak bu çalışmalarda tercih edilen Pope testi değerini 2. derece polinom metoduyla hesaplanan düzeltme değerlerini kullanarak yapar. Bilindiği üzere Pope testinden her özdeş nokta düzeltmesine bağlı olarak bulunan sonuçların maximumu, Tau dağılım tablosundaki ilgili serbestlik derecesine karşılık gelen değerle karşılaştırılır. Küçük ise uyuşumsuzluk yoktur. Büyük ise bu maksimum değeri veren nokta özdeş noktalar arasından çıkarılarak 2. derece polinom metodu kalan noktalara tekrar uygulanır.

8. Tau Dağılım Tablosu

Pope testinden çıkan sonuçları karşılaştırmak için ihtiyaç duyulan Tau dağılım tablosunu, 2. derece polinomlarda bilinmeyen sayısı $u = 6$ ve serbestlik derecesi $f = n - u$ (n : gözlem sayısı), buradan $n = f + u$ ve $\alpha = 0.05 \%$ (%5) gözönüne alarak serbestlik derecesi $f = 100$ e kadar hazırlar. Tau dağılım tablosu (Ek-D).

9. 1/5.000 lik Pafta Köşe Noktalarının Belirlenmesi

2005 Harita Yönetmeliği'nde açıklandığı şekliyle, istenilen enlem ve boylam aralıklarında, 1/5.000 lik pafta köşe noktalarını oluşturur.

10. 1/25.000 lik Pafta Köşe Noktalarının Belirlenmesi

2005 Harita yönetmeliğinde açıklandığı şekliyle, istenilen enlem ve boylam aralıklarında, 1/25.000 lik pafta köşe noktalarını oluşturur.

11. Mevcut Noktaların Filtrelenmesi

Gereğinde sadece numaraları bilinen özdeş noktalar hakkında, detay içeren tablolardan filtreleme ile detaylı yeni bir tablo yaratılmasını sağlamak üzere yazılmıştır.

12. Mevcut Olmayan Noktaların Filtrelenmesi

Bazen eldeki mevcut özdeş nokta kümesinin dışında kalan noktalar hakkında detaylı tablo yaratılması gerekebilir. Program bu amaçla geliştirilmiştir.

13. Koordinat Dönüşümleri

Genelde Excel'de gerçekleştirilen bu uygulamalar Gauss-Krüger-Elipsoid, Elipsoid- Gauss-Krüger, Kartezyen-Elipsoid gibi koordinat dönüşümlerini gerçekleştirmektedir.

14. Newton Enterpolasyonu

Transformasyonu yapılmak üzere alınan noktaya en yakın 3 noktayı bulan programın çalışmasından sonra, ele alınan noktanın bu üç nokta üzerinden newton enterpolasyonunu kullanarak transformasyonunu gerçekleştirmek üzere yazılmıştır.

15. Haritalama

İstenilen bölgeyi ve grid çizgileri, kontrol noktalarını, transformasyon parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan özdeş noktalar ve bu noktaların düzeltme değerlerini vektörel gösteren, fay çizgilerinde basılabildiği, yapılan çalışmanın görselleştirildiği bir program

16. Delaunay Triangülasyonu

Özdeş noktaları Delaunay üçgenlemesi ile birbiriyle birleştiren ve gereğinde aralarındaki mesafeyi düzlem veya küresel olarak hesaplayabilen bir program

17. En yakın Noktaların Hesabı

ED50-ITRF transformasyonu yapılacak noktaya en yakın 3 noktanın bulunmasını sağlayan program Dinamik hücre, 2. derece polinom sonuçlarının bölünerek açılması 1/100000 lik sanal hücre ile

Ek H-2 : Çalışmada Kullanılan Hazır Programlar ve Programlama Dilleri

1. Matlab

Bu program ve içerisinde mevcut üstün özellikler ile 3.1.2.6'da yazılan bütün programlar geliştirilmiştir. Özellikle sağladığı Mapping toolbox ile coğrafi görünüm, hazır matematik ve istatistiksel fonksiyonlar ve dışarıdan her türlü data dosyasını okuyabilme özelliği ile kolay hesaplama olanakları muhteşem. Tabii bu çalışmanın en önemli programlarından biri.

2. Mapinfo

Haritacının en önemli programlarından olan Mapinfo, yapılan çalışmalar boyunca haritalama, gridleme, eklenebilen coğrafi, tektonik ve beşeri oluşumları, SQL ile filtreleme özelliği ile aktif olarak kullanılmıştır.

3. Surfer

Yüzey ve eğriler, spline, gridleme ve daha bir çok fonksiyonları ile olmazsa olmaz programlardan biridir. Bu çalışmada özellikle minimum eğrilik, Kriging ve doğrusal

enterpolasyonla üçgenleme metodları bu programdan çalıştırılmıştır. Bunlara bağlı olarak elde edilen sonuçlardan eğriler ve yüzey oluşturma işlemler de yine bu programda yapılmıştır.

4. J_TRANS

HGK'dan Bahadır AKTUĞ tarafından geliştirilmiş program çalışmalar boyunca koordinat dönüşümlerinde sıkça kullanılmış çok değerli bir programdır.

5. Excel

Tablolama, grafikleme, veri import ve export özellikleri, içerdiği matematiksel ve mantıksal fonksiyonları, filtreleme, sıralama, sayfalar ve kitaplar arasında çalışabilme özellikleri ile hem yapılan bütün işlerin en temel programı olmuş, hem de konuların ve hesaplamaların gerek öğrenilmesi ve gerekse elde edilen sonuçların testi sırasında eşsiz bir yardımcı olarak kullanılmıştır.

6. Word

Yazma işlerinin en yaygın kullanılan word programı bu çalışmanın bütün safhalarında aktif olarak kullanılmıştır.

7. Ultraedit

Özellikle data dosyalarının istenilen formatta düzenlenmesinde çalışmalar boyunca excel'in yanısıra kullanılan bir program olmuştur.

8. LAMTR

Prof. Dr. Kamil EREN tarafından Fortran dilinde geliştirilen program çalışmalar boyunca coğrafi koordinatların gerek GRS80 ve gerekse ED50 datumlarında Lambert koordinat sistemine dönüştürülmesinde tek araç olmuştur.

ÖZGEÇMİŞ

1966 ERZURUM doğumlu. Kabataş Erkek Lisesi'ni bitirdi. 1990'da İ.Ü. Fen Fakültesi Fizik Bölümü'nden mezun oldu. Eylül 1990' da ÇNAEM' nde 1 ay staj yaptı. 1991 – 2003 bilgisayar şirketi kurucu ve genel müdürlüğü, 1992 – 1997 İ.Ü. Fen Fakültesi Döner Sermaye Bilgisayar Kursları'nın kuruculuğunu ve müdürlüğünü yaptı. 1993' te TÜBİTAK MAM Uzay Bilimleri bünyesinde, Görüntü İşleme Teknikleri dersini aldı ve seminerlerine dinleyici olarak katıldı . 1998'de askerlik hizmetini tamamladı. 1999 – 2001 Özel Bilgisayar Kursu kurucu ve müdürlüğü işlerini yürüttü. 1999'dan beri İ.K.Ü.'de Öğr.Gör. olarak çalışmaktadır.

Okuttuğu Dersler :

MS Windows, MS Office Professional, Photoshop, Flash, Dreamweaver, Frontpage, Wordpress ve Corel Draw programları kullanıcılığı, Bilgisayar Donanımı, İşletim Sistemleri (DOS, Novell Netware, Windows NT, Windows Server, Linux) Veri yapıları, Algoritma Analizi, Internet Programcılığı (HTML, PHP, MySQL), Delphi, Visual Basic, Fizik.

Akademik Çalışmaları :

2006 – İ.K.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik - Bilgisayar master programı mezunu (Tezin Adı : ORACLE Veritabanı Programını Kullanarak Üniversite Bilgi Sistemi Yazılımını Gerçekleştirmek).

2006 – 2009 CORS-TR Projesi çalışanı (Araştırmacı, Web Master).

2009 - .. İ.K.Ü. – GEOMER Geomatik Araştırmalar Merkezi - Araştırmacı.

Üye Olduğu Dernekler : TFD (Türk Fizik Derneği) ve TUJK (Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu).

İngilizce bilmektedir. Evli, 1 çocuk babasıdır.