

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NON SİBSON YÖNTEMİ İLE LOKAL KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Elif CEYLAN**

Anabilim Dalı: Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

Programı: Geomatik Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa YANALAK

HAZİRAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NON SIBSON YÖNTEMİ İLE LOKAL KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Elif CEYLAN
(501071606)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 04 Mayıs 2009

Tezin Savunulduğu Tarih: 02 Haziran 2009

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa YANALAK (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Reha M. ALKAN (İTÜ)
Doç. Dr. Engin GÜLAL (YTÜ)**

Haziran 2009

ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve birikimi ile beni yönlendiren, benden hoşgörüsünü, yardımlarını ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Doç. Dr. Mustafa Yanalak’a teşekkürü bir borç bilirim. Sabrını, emeğini ve sevgisini benimle paylaşan ve her ihtiyaç duyduğumda bana yardım eden Mustafa Babaoğlu’na teşekkürü bir borç bilirim. Lisans ve Yüksek Lisans eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Çalışmam süresince yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, sabır ve sevgiyle maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, bilgi ve birikimleriyle bana yol gösteren annem Hülya Ceylan, babam Ferhat Ceylan, Ece Ceylan Baba ve Mehmet Baba’ya saygı ve sevgilerimi sunarım.

Haziran 2009

Elif CEYLAN

Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
NON-SİBSON YÖNTEMİ İLE LOKAL KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ	xi
LOCAL COORDINATE TRANSFORMATION SYSTEM WITH NON-SIBSONIAN	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ	3
2.1 Koordinat Dönüşümünün Amacı	3
2.2 Analog Haritalar	4
2.3 Sayısal Haritalar	7
3. KOORDİNAT DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİ	9
3.1 Helmert (Benzerlik) Dönüşümü:	9
3.2 Afın Dönüşümü	13
3.3 Rubber-Sheeting Dönüşümü	16
3.4 Non-Sibson Dönüşümü	18
3.4.1 Voronoi diyagramı	18
3.4.2 Delaunay üçgenlemesi	19
3.4.3 Sibson dönüşümü	21
3.4.4 Non-Sibson dönüşümü	23
4. UYGULAMA.....	25
4.1 Çalışma Alanı	25
4.2 Çalışmanın Amacı	26
4.3 Çalışmada Kullanılan Yazılımlar ve Yapılan Dönüşüm Hesapları.....	27
4.3.1 Afın dönüşümü	27
4.3.2 Helmert dönüşümü	30
4.3.3 Rubber Sheeting dönüşümü	30
4.3.4 Non-Sibson dönüşümü	32
5. KARŞILAŞTIRMA	33
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR	47
EKLER.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	85

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1: Afin dönüşüm sonucu elde edilen değerler.	29
Çizelge 4.2: Helmert dönüşüm sonucu elde edilen değerler.	30
Çizelge 4.4: Non-Sibson dönüşüm sonucu elde edilen değerler.	32
Çizelge 5.1: Tüm pafta için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.....	33
Çizelge 5.2 A bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.	35
Çizelge 5.5 B bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.....	37
Çizelge 5.6 C bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.....	39
Çizelge 5.7 D bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.	41
Çizelge A.1: 1/1000 ölçekli pafta	50
Çizelge A.2 Ana noktaların orijinal koordinatları değerleri.	51
Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri.....	52
Çizelge A.4 Ana noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri.	62
Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri.	63
Çizelge A.6 Noktaların Afin dönüşümü sonrası koordinat değerleri.	73
Çizelge A.7 Noktaların Helmert dönüşümü sonrası koordinat değerleri.....	76
Çizelge A.8 Noktaların Rubber-Sheeting dönüşümü sonrası koordinat değerleri.....	79
Çizelge A.9 Noktaların Non-Sibson dönüşümü sonrası koordinat değerleri.....	82

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Rasterdan vektöre alan dönüşümü.....	8
Şekil 2.2: Rasterdan vektöre çizgi dönüşümü.....	8
Şekil 3.1: xy koordinat sistemi ile x' ve y' koordinat sistemi arasındaki Helmert dönüşümü.	10
Şekil 3.2: xy koordinat sistemi ile x' ve y' koordinat sistemi arasındaki Afın dönüşümü	14
Şekil 3.3: A noktasının lokal barisentrik koordinatları.....	17
Şekil 3.4: Sonlu nokta kümesinin Voronoi diyagramı.....	19
Şekil 3.5: Voronoi diyagramı ve Delaunay üçgenlemesi.	20
Şekil 3.6: Delaunay üçgenlemesi.....	20
Şekil 3.7: Doğal komsuların gösterimi: (a) Orijinal Voronoi diyagramı ve x; (b) x noktasının 1.derece ve 2.derece Voronoi çokgenleri	21
Şekil 4.1: Ana noktaların orijinal koordinatları ile deformasyonlu koordinat değerlerinin farkı.	26
Şekil 4.2: Netcad Afın dönüşümü.....	28
Şekil 4.3: Netcad Afın dönüşümü ortak nokta tanımlama menüsü.	28
Şekil 4.4: Netcad Afın dönüşümü matris menüsü	29
Şekil 4.5: Autocad ile Rubber Sheeting dönüşüm adımları.....	31
Şekil 4.6: 35 alt bölümde dönüşüm hesabında kullanılan noktaların dağılımı.....	32
Şekil 5.1: Tüm pafta için uygulanan dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.	34
Şekil 5.2: Tüm pafta için uygulanan dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.	34
Şekil 5.3: A bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.	36
Şekil 5.4: A bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.....	36
Şekil 5.5: B bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.....	38
Şekil 5.6: B bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.....	38
Şekil 5.7: C bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.....	40
Şekil 5.8: C bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.....	40
Şekil 5.9: D bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.	42
Şekil 5.10: D bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.....	42

ÖZET

NON-SIBSON YÖNTEMİ İLE LOKAL KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ

Günümüzde harita üretimi ve kullanımında, koordinat ve konum bilgisinin doğru ve sağlam bir geometrik yapıda ve paylaşılabılır olması, kullanılan haritaların aynı koordinat sisteminde olmasını zorunlu kılmaktadır. Daha önce üretilmiş olan haritalar ve altlıklar kullanım amacına göre farklı koordinat sistemlerinde üretilmiş olabilirler. Daha önce üretilmiş olan bu analog haritalar zamanla deformasyona uğramış olabilirler. Güncel analog haritaların kullanılabilmesi için aynı koordinat sisteminde olmaları ve mevcut deformasyonlarının en aza indirgenmesi gerekmektedir. Analog haritalar taranarak (scan) bilgisayar ortamına raster veri olarak aktarılabilmektedir. Bilgisayar ortamına aktarılan raster veri yardımcı programlar kullanılarak sayısallaştırılır ve vektör veriye dönüştürülebilmektedir.

Günümüzde üretilen haritaların çoğu bilgisayar ortamında üretilmektedir. Kullanılan haritaların ve altlıkların paylaşılabılır olması, kullanıcı için zaman ve maddi kazanç sağlamaktadır. Bu da farklı koordinat sistemlerinde üretilmiş olan ve zamanla deformasyona uğramış olan haritalar ve altlıkların, aynı koordinat sistemine dönüştürülüp mevcut deformasyonların en aza indirgenmesi ile mümkündür.

Çalışmanın amacı doğrultusunda 1/1000 ölçeğinde hazırlanan pafta, abartılı olarak deforme edilmiştir. Oluşturulan deformasyon lokal bazda farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle koordinat dönüşüm yöntemi olarak, Afin ve Helmert global koordinat dönüşümü ile Rubber-Sheeting ve Non-Sibson lokal koordinat dönüşüm yöntemleri seçilmiştir.

Bu çalışma için 1/1000 ölçeğinde, 48 ana nokta ve 888 ara nokta olmak üzere toplam 936 noktadan oluşan düzenli grid ağı oluşturulmuştur. Ana noktalar 100m aralıklarla, ara noktalar ise 20 m aralıklarla oluşturulmuşlardır. Çalışmanın amacına bağlı olarak abartılarak deformasyona uğratılan bu pafta, taratılarak bilgisayar ortamına raster veri olarak aktarılmıştır. Elde edilen bu raster veri sayısallaştırılarak vektör veri elde edilmiştir. Elde edilen deformasyonlu pafta dört farklı dönüşüm yöntemi ile ayrı ayrı dönüştürülmüştür. Değerlendirme aşamasında lokal deformasyonlar üzerindeki sonuçları irdelemek için her bir dönüşüm yöntemi tüm pafta ve dört ana alt bölüm olmak üzere toplam 5 bölümde değerlendirilmiştir.

Uygulanan dönüşüm yöntemlerinden elde edilen nokta konum doğrulukları (m_p) karşılaştırıldığında en iyi sonucu 0,63 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra bu sonucu 0,72 m ile Rubber-Sheeting, 0,99 m ile Afin ve 1,14 m ile Helmert dönüşüm yöntemi takip etmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre lokal bazda deformasyon içeren harita ve altlıklar lokal koordinat dönüşüm yöntemleri ile dönüştürülmelidir. Ayrıca lokal koordinat dönüşüm yöntemleri global koordinat dönüşüm yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar vermektedir.

SUMMARY

LOCAL COORDINATE TRANSFORMATION SYSTEM WITH NON-SIBSONIAN

At the present day, correct and strong geometric structure and being shared of coordinate and position in map production and use makes mandatory to use of maps on parallel coordinate system. Maps and support made before may be in different coordinate system in terms of use. Analog maps made before may exposure to deformation in the length of time. For the use of current analog maps, they should be in parallel coordinate system and deformation of these analog maps should be in minimum level. Analog maps can transfer to the computer system as raster data with scanning. Raster data is digitized with utilities and converts to vector data.

Most of maps are producing in computer system at the present day. Being shared of maps and supports give time and material gain to user. It is possible with conversion of the maps and support made in different coordinate system and exposure to deformation into parallel coordinate system and minimum deformation.

Section of a large map scaled 1/1000 is exposure to deformation in the purposes of the study. This deformation shows differences in local base. For this reason, Afin and Helmert global coordinate transformation system and Rubber-Sheeting and Non-Sibson local coordinate transformation system is chosen as coordinate transformation system.

A coordinated grid network is developed in scale of 1/1000, 48 main points, 888 intermediate points in total of 936 point for this study. Main points have a distance of 100m and intermediate points have a distance of 20m. For the purpose of the study, section of a large map scaled 1/1000 is exposure to deformation transferred to the computer system as raster data. Raster data is digitized and converted to vector data. Section of a large map scaled 1/1000 is exposure to deformation is converted with 4 different transformation system. To explicate to local deformations, all transformation systems are assessed on all scale and 4 main sub section.

With the comparison of the point position accuracy (m_p), Non-Sibson Transformation System gives the best result with 0,63m. Rubber-Sheeting System gives result of 0,72m, Afin System gives result of 0,99m, and Helmert System gives result of 1,14m. According to these results, maps and support have local base deformation should be converted with local coordinate transformation systems. Also, local coordinate transformation systems gives better results than global coordinate transformation systems.

1. GİRİŞ

Günümüzde harita üretimi ve kullanımında, koordinat ve konum bilgisinin doğru ve sağlam bir geometrik yapıda ve paylaşılabılır olması, kullanılan haritaların aynı koordinat sisteminde olmasını zorunlu kılmaktadır. Daha önce üretilmiş haritalar ve altlıklar kullanım amacına bağlı olarak farklı ölçeklerde ve farklı koordinat sisteminde üretilmişlerdir. Bunlar zamanla deformasyona uğramış olabilirler. Bu haritaların ve altlıkların kullanılabilmesi için uygun koordinat dönüşüm yöntemi ile dönüşüm yapılmalıdır.

Gelişen teknolojinin de sonucu olarak günümüzde harita çizim işlemleri ve hesap işlemleri bilgisayar yardımıyla yapılmaktadır. Bu da veri saklama ve mevcut veri paylaşım imkânını doğurmaktadır. Paylaşılan verinin kullanılabilir olması, veri paylaşımını anlamlı kılmaktadır. Paylaşılan verinin kullanılması ise verinin aynı formatta saklanması ile mümkündür. Farklı kaynaklardan elde edilen verilerin aynı formatta olmasının önemi, en çok coğrafi bilgi sistemi ve bilgi sistem uygulamalarında görülmektedir. Bu uygulamalar için elde edilen veriler çok çeşitli ve farklı kaynaklardan sağlanmaktadır. Buda elde edilen verinin kullanımını zorlaştırmaktadır. Buda kullanıcı için zaman ve maddi kayıplara neden olmaktadır.

Yerkabuğunda meydana gelen kırılmalar, volkanik hareketler, çöküntüler, toprak kaymaları, sel baskınları gibi hareketler sonucu, yeryüzünün fiziki şekli değişmektedir. Bu nedenle mevcut haritalar ve altlıklar ihtiyaca cevap verememektedir ve bunların güncellenmesi gerekmektedir. Ayrıca sürekli büyüyen ve gelişen şehirlerinin mevcut haritaları ve altlıkları da ihtiyaçlara cevap verememekte ve bu nedenle kullanılamamaktadır. Daha önceden üretilmiş haritalar, lokal koordinat sisteminde yada farklı koordinat sistemlerinde üretilmişlerdir. Bu haritalar basılmış kağıt, aydinger ya da polyester gibi malzemeler üzerine çizilmiştir. Bu malzemelerle üretilen haritalar zamanla deformasyona uğramıştır olabilirler. Bu haritalar güncelliğini yitirmemişlerse tarayıcılar (scanner) yardımıyla taranarak (scan) bilgisayar ortamına aktarılabilir.

Daha önce üretilmiş analog haritalar güncelliklerini koruyorsa günümüz teknolojisi ile bilgisayar ortamına aktararak gerekli programlar kullanılarak sayısallaştırılır. Bilgisayar ortamına aktarılan taranmış analog harita raster veri halini alır. Raster veriler günümüzde yaygın olarak kullanılan CAD programları ile sayısallaştırılarak vektör veri haline getirilir. Raster veri ve vektör verinin birbirlerine göre farklı kullanım avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Kullanım amacına göre veri yapısı raster veri ya da vektör veri olarak seçilebilir. Raster veri vektör veriye dönüştürülerek haritalar sayısallaştırılır. Sayısallaştırılan haritalar, ortak koordinat sistemine dönüştürülerek kullanılabilir.

Yeni üretilen haritalarda zaman zaman farklı koordinat sistemlerinde olabilmektedir. Altyapı haritaları, yol haritaları, su ve kanalizasyon ağı haritaları, imar planları, kadastro planları gibi genellikle birlikte kullanılması gereken haritalar ve altlıklar farklı zamanlarda ve farklı kişiler tarafından üretildikleri için farklı koordinat sistemlerinde olabilmekte ya da zamanla deformasyona uğramış olabilmektedir. Buda maddi açıdan ve zaman açısından kullanıcıyı olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle kullanılan bütün haritalar ve altlıklar aynı koordinat sisteminde olmalı ve oluşmuş olan deformasyonları en aza indirilmelidir.

Günümüzde kullanılan birçok farklı koordinat dönüşüm yöntemi vardır. Koordinat dönüşüm yöntemi, haritada bulunan deformasyona göre seçilir. Koordinat dönüşümü için, koordinat dönüşüm yöntemine bağlı olarak yeterli sayıda ve iyi dağılımlı her iki sistemde de koordinatları bilinen ortak noktalara ihtiyaç vardır. Yapılan dönüşüm sonunda yine dönüşüm yöntemine göre, dönüştürülen objelerde değişimler görülür. Bunlar alan, doğrultu ya da uzunluk gibi değerler olabilmektedir.

İki boyutlu ve üç boyutlu koordinat dönüşümleri yapılır. Ancak bu çalışmada iki boyutlu koordinat dönüşüm yöntemleri ele alınmış ve bunlardan Afin, Helmert, Rubber-Sheeting ve Non-Sibson yöntemleri açıklanmıştır. Çalışma için 1/1000 ölçekli grid ağından oluşan 48 ana nokta ve 888 ara nokta olmak üzere toplam 936 nokta oluşturulmuştur. Oluşturulan pafta ve EK A.1 'de verilmiştir. Bu çalışma paftası çalışma için abartılarak deformasyona uğratılmıştır. Deformasyon sonrası sayısallaştırılarak Afin, Helmert, Rubber-Sheeting ve Non-Sibson dönüşüm yöntemleri koordinat dönüşümü yapılmış ve hangi yöntemin daha iyi sonuç verdiği araştırılmıştır.

2. KOORDİNAT DÖNÜŞÜMÜ

Bir koordinat sisteminde belirlenmiş olan nokta kümesinin ikinci bir sisteme dönüştürülmesine koordinat dönüşümü adı verilir. Bir koordinat dönüşümünden beklenen en önemli özellik doğruluktur (Çepni, 2004). Jeodezik dönüşümün doğruluğu bazı kıstaslara bağlıdır. Dönüşüm yapılacak her iki koordinat sisteminin doğruluğu, her iki sistemdeki deformasyona bağlıdır. Bunun yanında dönüşümde kullanılacak ortak noktaların yoğunluğu ve bu noktaların dağılımları da dönüşümün doğruluğunu etkilemektedir. Ayrıca dönüşüm yapılacak alanın büyüklüğü ve seçilen dönüşüm metodu, dönüşümün doğruluğunu etkilemektedir.

Koordinat dönüşümü iki boyutlu ve üç boyutlu olarak yapılmaktadır. Bir paftadaki parselin iki koordinat sistemi arasındaki dönüşümü parselin alansal değerindeki değişim iki boyutludur. (Uluğtekin, 1993). İki boyutlu dönüşüm Helmert, Afin, gibi global dönüşüm yöntemleri yada Rubber-Sheeting Non-Sibson gibi lokal dönüşüm yöntemler kullanılmaktadır ve bu çalışmada 2 boyutlu dönüşümler anlatılmaktadır.

Koordinat dönüşümü, koordinat sistemlerinden birisinin, eksen doğrultularında kaydırılması, döndürülmesi ve koordinatların belli oranda küçültülmesi ya da büyütülmesi ile sağlanır (Demirel, 2005). Dengeleme ile dönüşüm parametrelerini belirlemek için her iki koordinat sisteminde de konumları bilinen gerekli sayıda eşlenik noktaya ihtiyaç vardır. Dönüşümün amacına, her iki sistemde ki koordinatları bilenen ortak nokta sayısına ve bu noktaların dağılımına göre dönüşüm yöntemi belirlenir.

2.1 Koordinat Dönüşümünün Amacı

Çeşitli amaçlarla değişik ölçek ve koordinat sisteminde yapılmış haritalar arasında bir bağıntı kurmak istendiğinde koordinat dönüşümü uygulanır. Bir dik koordinat sisteminde arazide ölçülen koordinatlar daha önce veya daha sonra oluşturulacak bir koordinat sistemine dönüştürülmek istendiğinde, bir kentin nirengi ağı ve yardımcı kontrol noktalarının koordinatları başka bir koordinat sistemine dönüştürülmek istendiğinde, fotogrametride yaklaşık mutlak yöneltmesi yapılmış bir stereo modelde

model koordinatları ölçülebilen kontrol ya da ayrıntı noktalarının arazi koordinatları bulunmak istendiğinde, bu ve buna benzer durumlarda dönüşüm söz konusudur (URL-3).

Ülkemizde daha önce farklı yöntemlerle yapımı tamamlanmış ya da güncel hazırlanmış farklı amaçlar için üretilmiş haritalar kullanılmaktadır. Bunlar amaçlarına göre üretildiklerinden dolayı farklı koordinat sistemlerinde olabilmektedir. Hâlihazır haritalar, imar planları, uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, içme suyu- atık su haritaları, yol haritaları ve altyapı haritaları üretilirken farklı koordinat sistemleri ile üretilmiş olabilir, üretildikten sonra zamanla deformasyona da uğramış olabilirler. Teknolojinin gelişmesiyle hepsinin sayısal ortamda ve aynı koordinat sisteminde olmaları kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bütün altlıkların sayısal ortamda, güncel ve aynı koordinat sisteminde olması zaman ve maddi açıdan kullanıcıya kazanç sağlamaktadır. Bu nedenle farklı koordinat sistemindeki haritaların kullanılabilmesi için koordinat dönüşüm yöntemleri uygulanmaktadır. Koordinat dönüşümünde harita üzerindeki deformasyonları en aza indirgeyen dönüşüm yöntemi seçilmeli ve uygulanmalıdır (Kurşun, 1997). Günümüzde kullanılan farklı birçok koordinat dönüşüm yöntemi vardır. Koordinat dönüşümü, haritanın kullanım amacına ve içerdiği deformasyona bağlı olarak seçilir ve uygulanır.

2.2 Analog Haritalar

Ülkemizde haritalar genellikle klasik ve fotogrametrik yöntemle üretilmektedir. Kadastral paftalar çoğunlukla klasik yöntemlerle; prizmatik (dik koordinat) ve takeometrik (kutupsal) alım ölçüleri kullanılarak hazırlanır. Küçük alanlarda ve yapılaşmış yerleşim bölgelerinde prizmatik (dik koordinat) yöntem kullanılır. Prizmatik yönteminin temel prensibi, bir poligon kenarı veya parselin iki köşe noktasını birleştiren doğru ölçü doğrusu olarak alınıp, detay noktalarından bu ölçü doğrusuna prizma yardımıyla dikler inilerek, dik ayak ve dik boylar ile birlikte bina cephelerinin ve parsel kenarlarının ölçülmesidir. Yöntemin doğruluğu, dik inme işleminin doğruluğuna, dik ayak ve dik boy uzunluklarının ölçme doğruluğuna ve dik boy uzunluğuna bağlıdır (Ceylan ve diğ., 2005). Dik koordinat yönteminde basit ölçme aletleri kullanılması bu yöntemi ekonomik ve kullanışlı kılmaktadır.

Takeometrik (kutupsal) yöntemin temel prensibi, poligon ve nirengi gibi koordinatları belirli yer kontrol noktalarına kurulan takeometre aleti ile detay noktalarında gözlenen düşey açı, yatay açı ve uzunluklar yardımıyla, detay noktalarının yataydaki ve düşeydeki konumunun aynı anda belirlenmesidir (Ceylan ve diğ., 2005). Bu yöntem kullanılan ölçme aletini özelliklerine göre ikiye ayrılır. Birincisi klasik takeometrelerle ve miralarla yapılan ölçmelerdir. Diğer elektronik takeometrelerle yapılan ölçmelerdir. Elektronik takeometreler ile yüksek doğrulukta düşey açı, yatay açı ve uzunluk gözlemleri yapılabilir ve bunlar doğrudan bilgisayar ortamına aktarılabilir. Bu nedenle klasik takeometre kullanımı azalmıştır. Elektronik takeometrelerle yapılan takeometrik alımın doğruluğu, klasik takeometrelerle yapıldığına göre çok daha iyidir (Ceylan ve diğ., 2005).

Daha önceden oluşturulmuş haritalar gelişmekte olan teknolojiye uygun olması ve güncellenmesi için bu paftalar sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına aktarılır. Sürekli değişen yeryüzü ve gelişen şehirlerin olduğu yerlerde haritalar diğer yerlere nazaran daha günceldir. Ancak az gelişmiş ve yapılaşmanın az olduğu bölgelerde haritalar güncel değil ve mevcut haritalar analog olarak muhafaza edilmektedir. Daha önceden hazırlanmış analog haritalar sayısallaştırılarak gerekli dönüşümler yapılarak kullanılabilir. On altı yıldır Büyük Ölçekli Haritaların Yapım Yönetmeliği (B.Ö.H.Y.Y.) ile sayısal paftalar üretilmektedir. Ayrıca 15 Temmuz 2005 tarih ve 25876 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe giren Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (B.Ö.H.H.B.Ü.Y.) ile dört yıldır sayısal paftalar üretilmektedir (URL-6).

Kadastro haritalarının sayısallaştırılması hakkındaki yönetmelik incelendiğinde, sayısallaştırmanın kapsamı tapulama ve kadastro sonucu üretilen sayısal nitelikte olmayan haritalar ile bunlar üzerinde yapılan değişiklik işlemleri sonucu oluşan haritaların sayısallaştırma işlemini kapsamaktadır. Ayrıca çalışma alanı ile ada veya mevkiin bir kısmı sayısal harita niteliğinde ise, veri bütünlüğü açısından bunlar da sayısallaştırma çalışmaları kapsamında değerlendirilmektedir (URL-5). Sayısallaştırmaya konu olan haritalar ise yönetmeliğe göre; foto planlar, grafik haritalar, lokal koordinat sisteminde üretilmiş çizgisel haritalar, ülke koordinat sisteminde üretilmiş çizgisel haritalar ve benzeri kadastro haritaları olarak belirtilmiştir (URL-5). Ancak sayısallaştırılacak olan haritalar güncelliğini

korumuyorlarsa ya da ciddi deformasyona uğramışlarsa o zaman yeniden ölçüm yapılarak sayısal ortamda o bölgenin haritaları üretilerek kullanıma sunulmalıdır.

Sayısallaştırma işlemi tarayıcılar (scanner) ya da sayısallaştırıcı (digitizer) ile yapılır. Tarayıcılar analog veriyi raster tabanlı dijital görüntüye çeviren cihazlardır. Tarama sonunda, paftanın büyüklüğüne ve tarama çözünürlüğüne bağlı olarak değişen boyutta bir resim dosyası elde edilmektedir. Bu resim, .bmp, .jpg, .tif, .gif, vb. bir formatta kaydedilebilir. Tarayıcıların tarama çözünürlüğü, dpi (dots per inch) olarak ifade edilmektedir. Çözünürlük değeri, tarayıcının doğruluğu gösterir. (Ceylan ve diğ., 2005). Tarama sonucunda elde edilen x ve y resim koordinatları tarama hatalarından dolayı arazi koordinatlarına göre farklı değerlerdedir. Koordinat dönüşüm yöntemleri kullanılarak bu sorun ortadan kaldırılarak resim koordinatları arazi koordinatına dönüştürülür.

Sayısallaştırıcılar, karton, kağıt, diazo vb. altlık üzerine çizilmiş olan grafik bilgileri vektör yapıda sayısal hale getirmek için kullanılan cihazlardır. Sayısallaştırma masaları, elektronik olarak yapmış olduğu algılamalar ile masa yüzeyinden koordinat algılayabilmektedir. Sayısallaştırma masası üzerine yerleştirilen altlık üzerinde uygun dağılımda en az 4 adet nokta işaretlenir ve bu noktaların pafta koordinatları girilerek dönüşüm yapılır. Böylece, masa koordinatlarından pafta koordinatlarına geçiş yapılmış olur. Masa üzerindeki imleç (curser) ve menü yardımıyla noktaların sayısallaştırması yapılır. Sayısallaştırıcı ile yapılan sayısallaştırmanın doğruluğu kişinin becerisine, sayısallaştırma masasının çözünürlüğüne ve paftanın deformasyonuna bağlıdır.

Yapılan sayısallaştırma sonucunda elde edilen koordinat değerleri arazi koordinatından farklıdır. Bu farklılık, yapılan sayısallaştırmanın doğruluğundan ve analog haritadaki deformasyonlardan kaynaklanır. Bu farklılığı gidermek için sayısallaştırılmış haritaya koordinat dönüşüm yöntemlerinden uygun olan bir yöntem uygulanır. Uygulanan dönüşüm sonucunda sayısallaştırılmış ve farklı koordinatlarda olan harita, arazideki orijinal koordinat sisteminde tanımlanmış olur.

Günümüzde uzaktan algılama verilerinden yararlanarak tematik ve topografik haritalarda üretilmektedir. Yeryüzünde birçok bölgenin büyük ve orta ölçekte haritalarının olmayışı, olanların da hızlı kentleşme, geniş alanda kullanılmaları gibi nedenlerle sık ve sistematik harita güncellenmesi talep edilmektedir. Bu talep

karşısında ihtiyaca cevap verecek hızlı ve ekonomik bir harita veri kaynağı olan uydu görüntüleri önem kazanmıştır (İpbüker, 1999). Uzaktan algılama görüntülerinin harita üretimi amaçlı kullanılması için, görüntünün içerdiği geometrik hatalar düzeltilerek istenilen harita koordinatına dönüştürülerek kullanılmaları gerekmektedir. Uydu görüntüsü üzerinde koordinatları bilinen kontrol noktalarının harita üzerindeki koordinat değerleri kullanılarak bu dönüşüm gerçekleştirilmektedir. Bu uygulama tiplerinde en fazla polinom dönüşümü kullanılmaktadır.

Daha önce yapılan birçok çalışmada polinom dönüşümleri irdelenmiş ve incelenmiştir. Yaygın olarak kullanılan görüntü işleme yazılımlarının çoğu polinom dönüşümü ile koordinat dönüşümü yapmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilmiş sonuçlara göre polinom dönüşümleri yüksek çözünürlükteki uydu görüntülerin kullanılmasıyla üretilen büyük ölçekli haritalar için uygun değildir. Polinom dönüşüm yöntemleri rasgele dağılmış veri gruplarındaki karmaşık distorsiyonların düzeltilmesinde yeterli değildir (İpbüker, 1999).

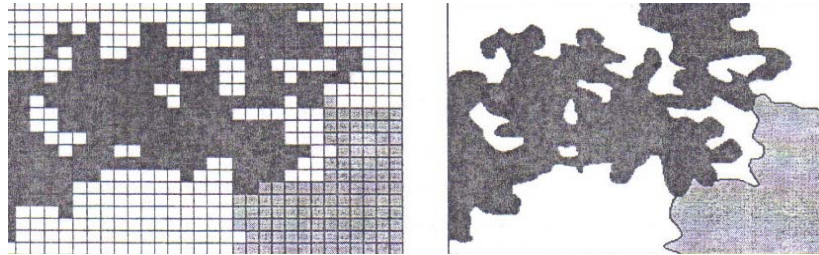
2. derece polinomun belirlenmesi için 6 parametrenin hesaplanması gerekmektedir. Diğer bir deyişle 6 dayanak noktalı bir yüzey 2. derece polinomla tam olarak ifade edilebilir. Kullanılan polinomun bütün yüzeyi ifade etmesi için polinomun derecesinin yükselmesi gerekir. (Çepni, 2004). Yüzeyin derecesi arttıkça gereksinim duyulan dayanak nokta sayısı da artmaktadır. Dayanak noktalarının yeterli sayıda olmaması durumunda büyük hatalar ortaya çıkmaktadır. Polinom derecesi arttıkça elde edilecek doğruluğun da artacağı anlamına gelmez. Yüksek dereceden polinomlar da, polinom derecesi arttıkça salınım artar ve gereksiz eğilme ve bükülmeler oluşur. Yüzeyde oluşan ani inip çıkımlar gerçeğe uygun olmayan yükseklik değişimlerine neden olmaktadır (İnal ve diğ., 2002). Buda modelden sapmaya neden olur. Bu nedenle yüksek dereceden polinomlar, birinci ve ikinci dereceden polinomlara göre daha kötü sonuçlar vermektedir. (İpbüker,1999).

2.3 Sayısal Haritalar

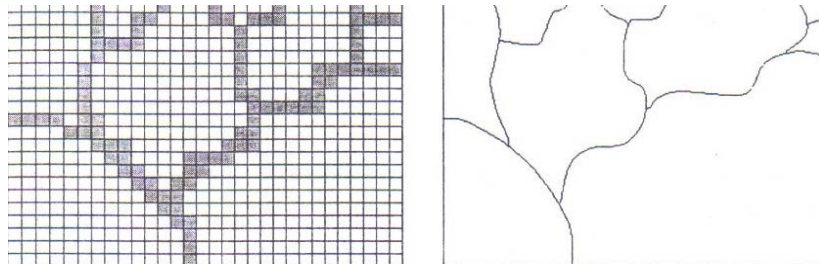
Günümüzde yeni oluşturulan haritalar sayısal ortamda ve programlar yardımıyla üretilmektedir. Gelişen teknoloji ile yapılan ölçmeler de buna imkân sağlamaktadır. Elektronik takeometrelerle yapılan ölçmeler, GPS ölçmeleri gibi yersel ölçmeler doğrudan bilgisayara aktarılabilir. Programların tanıyacağı formatta hazırlanan veriler programa aktarılarak çizim kolaylığı sağlamaktadır. Ayrıca uydu görüntüleri

ve fotogrametrik ölçmelerde doğrudan bilgisayar ortamına aktarılabilmekte ve haritalar kolaylıkla yapılabilmektedir. Oluşturulacak haritanın kullanım amacına bağlı olarak bu yöntemlerden biri seçilerek ölçmeler yapılmaktadır.

Sayısal ortamda olmayan ve daha önceden üretilmiş olan analog haritalar tarayıcılar yardımıyla taranarak bilgisayar ortamına aktarılırlar. Çizim programlarında oluşturulan bu veri sistemine raster veri denir. Raster veri yapısında tüm coğrafi varlıkların konumuna ilişkin bilgiler, piksellerden oluşan matris ya da grid ağı yardımı ile bilgisayar ortamında bulunmaktadır (Şehsuvaroğlu, 2000). Tek bir pikselin boyutu yeryüzünde temsil edilebilecek en küçük elemanı belirlemektedir. Dolayısı ile raster verilerinin duyarlılığı piksellerin boyutuna bağlıdır. Raster yapıda önemli olan konumdur, detayların şekilleri, detaylar arasındaki sınırlar tanımlanamaz (Şehsuvaroğlu, 2000). Raster veri programlar yardımıyla vektör veriye dönüştürülebilirler. Vektör veri yapısı nokta, çizgi ve alan olarak temsil edilir. Her iki yöntemde birbirine dönüştürülebilmektedir. Hangi veri yapısının kullanılacağına seçiminde haritanın üretilmesindeki amaç esas rol oynamaktadır. Her iki yönteminde avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Şekil 2.1' te ve Şekil 2.2' te rasterdan vektöre dönüşüm gösterilmektedir. Analog haritalar tarandıktan sonra çizim programına raster veri olarak gelir. Bu raster veri vektör veriye dönüştürüldükten sonra analog haritadan gelen ve tarama işlemi gerçekleşirken oluşmuş sistematik hataların en aza indirilmesi için gerekli dönüşümler yapılmalıdır.



Şekil 2.1: Rasterdan vektöre alan dönüşümü



Şekil 2.2: Rasterdan vektöre çizgi dönüşümü

3. KOORDİNAT DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİ

Uygulanan dönüşüm yönteminden sonra, her dönüşüm elemanlarının bazı geometrik özellikleri korunur bazıları korunmaz. Bazı geometrik özellikler dönüşümden sonra değişir bazıları değişmez aynı kalır. Dönüşümden sonara değişmeyenlere geometrik değişmezler denir. Bir açının mutlak değeri, uzunluk, bir alanın büyüklüğü gibi metrik özellikler olabileceği gibi, geometrik özellikler, paralellik, doğrusalılık, bir eğrinin kapalı ya da açık oluşu gibi, metrik olmayan özellikler de olabilir. (URL-3). Koordinat dönüşümleri global yada lokal olarak ikiye ayrılmaktadır. Global koordinat dönüşümünde tüm pafta aynı şekilde dönüşüme uğrarken, lokal koordinat dönüşüm yöntemleri lokal bazda dönüşüm yapmaktadır. Global koordinat dönüşümlerinde ana noktalar (ortak noktalar) gereğinden fazla sayıdaysa dengeleme ile parametre değerleri bulunduğu için ortak nokta olarak kullanılan noktalar dönüştürüldüğünde orijinal koordinatları elde edilemez. Ancak lokal dönüşüm sistemlerinde dönüşümden sonra ortak noktalar (ana nokta)orijinal koordinat değerlerindedir. (Bu çalışmada Afin, Helmert, Rubber-Sheeting, Non-Sibson dönüşüm yöntemleri anlatılacaktır.

3.1 Helmert (Benzerlik) Dönüşümü:

Friedrich Robert Helmert tarafından bulunmuştur. Helmert dönüşümü; iki boyutlu lineer açı koruyan dönüşüm, dört parametrelili dönüşüm, ortogonal dönüşüm ya da benzerlik dönüşümü olarak da adlandırılmaktadır (Uluğtekin, 1993). Jeodezi ve fotogrametri mühendisliğinde Helmert dönüşümü kullanılmaktadır. Helmert dönüşümünde koordinat eksenleri birbirine dik ver her iki ekseninde de aynı ölçek faktörü olduğu kabul edilir. İki boyutlu dik koordinat sistemleri arasındaki ilişkiyi ifade eder. Geometrik şekiller benzerliğini korur. Düzgün geometrik şekillerin kenarları aynı oranda büyür ya da küçülür ve açıların mutlak değeri değişmez. Bu da Helmert dönüşümünün konform (açı koruyan) özellikte olduğunu gösterir. Dönüşüm yapılan şekiller orijinal şekle benzer. Veri kümeleri arasındaki Helmert dönüşümünü gerçekleştiren dönüşüm matrisi; ortogonal özellikte bir matristir. Helmert dönüşümünde 1 ölçek, 1 dönüklük ve 2öteleme olmak üzere toplam 4 bağımsız

parametre vardır. Dönüşümün tek anlamlı olması için iki sistemde de koordinatı bilinen iki ortak nokta gereklidir. İki den fazla ortak nokta mevcutsa dönüşüm parametreleri en küçük kareler yöntemi ile dengeleme hesabı yapılır ve nokta sayısının iki katı kadar düzelme denklemleri yazılabilir.

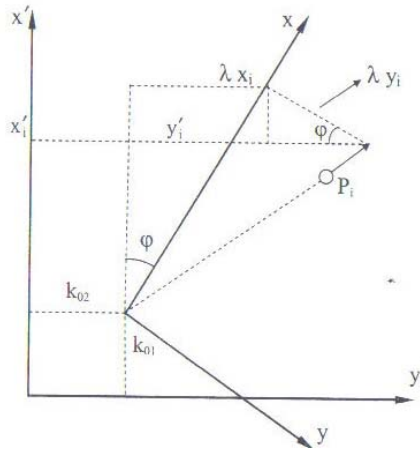
Birinci sistem koordinatları: (x_i, y_i)

İkinci sistem koordinatları: (x'_i, y'_i)

k_{01} ve k_{02} öteleme parametreleri

φ Dönüklük açısı

λ Ölçek faktörü



Şekil 3.1: xy koordinat sistemi ile x' ve y' koordinat sistemi arasındaki Helmert dönüşümü.

Şekil 3.1 den (3.1) ve (3.2) eşitlikleri elde edilebilir.

$$x'_i = k_{01} + \lambda x_i \cos \varphi - \lambda y_i \sin \varphi \quad (3.1)$$

$$y'_i = k_{02} + \lambda x_i \sin \varphi - \lambda y_i \cos \varphi \quad (3.2)$$

k_{01} , k_{02} , φ ve λ Helmert dönüşüm parametreleridir.

$$k_{11} = \lambda \cos \varphi \quad (3.3)$$

$$k_{12} = \lambda \sin \varphi \quad (3.4)$$

eşitlikleri ile (3.1) ve (3.2) eşitlikleri

$$x'_i = k_{01} + x_i k_{11} - y_i k_{12} \quad (3.5)$$

$$y'_i = k_{02} + y_i k_{11} + x_i k_{12} \quad (3.6)$$

şeklinde yazılabilir. Bilinmeyen ölçek faktörü λ ve dönüklük açısı φ

$$\lambda = \sqrt{k_{11}^2 + k_{12}^2} \quad (3.7)$$

$$\varphi = \arctan \frac{k_{12}}{k_{11}} \quad (3.8)$$

Eşitlikleri ile hesaplanabilir.

k_{01} , k_{02} , k_{11} ve k_{12} dönüşüm parametrelerini belirlemek için en az iki ortak nokta koordinatları bilinmesi gerekir. İki den fazla ortak nokta varsa dönüşüm parametreleri en küçük kareler yöntemi ile dengeleme hesabı yapılır ve nokta sayısının iki katı kadar düzelme denklemleri yazılır. İki den fazla ortak nokta olması durumunda x'_i ve y'_i ölçülerine düzeltmeler getirilir. Bu eşitlikler (3.9) ve (3.10) de verilmiştir.

$$x'_i + v_{x'_i} = k_{01} + x_i k_{11} - y_i k_{12} \quad (3.9)$$

$$y'_i + v_{y'_i} = k_{02} + y_i k_{11} + x_i k_{12} \quad (i = 1, 2, \dots, p) \quad (3.10)$$

p ortak nokta sayısıdır. k_{01} ve k_{02} bilinmeyenlerinin formülde yok edilmesi hesap kolaylığı sağlar. Bu nedenle $v_{x'_i}$ düzeltme denkleminde bulunan k_{01} ve $v_{y'_i}$ düzeltme denkleminde bulunan k_{02} bilinmeyenlerinin katsayıları 1 olduğundan (3.11) eşitlikleri geçerlidir.

$$[v_{x'}] = 0, \quad [v_{y'}] = 0 \quad (3.11)$$

Böylece (3.9) ve (3.10) eşitliklerindeki düzeltme denklemleri toplamı oluşturulur ve (3.12) denirse;

$$x_0 = \frac{[x]}{p}, \quad y_0 = \frac{[y]}{p}, \quad x'_0 = \frac{[x']}{p}, \quad y'_0 = \frac{[y']}{p} \quad (3.12)$$

k_{01} ve k_{02} bilinmeyenleri için (3.13) ve (3.14) eşitlikleri elde edilebilir.

$$k_{01} = x'_0 - x_0 k_{11} + y_0 k_{12} \quad (3.13)$$

$$k_{02} = y'_0 - y_0 k_{11} - x_0 k_{12} \quad (3.14)$$

(3.13) ve (3.14) eşitlikleri düzeltme denkleminde yerlerine yazılırsa

$$\Delta x_i = x_i - x_0, \Delta y_i = y_i - y_0, \Delta x'_i = x'_i - x'_0, \Delta y'_i = y'_i - y'_0 \quad (3.15)$$

ile

$$v_{x'_i} = \Delta x_i k_{11} - \Delta y_i k_{12} - \Delta x'_i \quad (3.16)$$

$$v_{y'_i} = \Delta y_i k_{11} + \Delta x_i k_{12} - \Delta y'_i \quad (i=1,2,\dots,p) \quad (3.17)$$

İndirgenmiş düzeltme denklemleri elde edilebilir. Ağırlık merkezine indirgenmiş $\Delta x_i, \Delta y_i, \Delta x'_i, \Delta y'_i$ koordinatları için (3.18) eşitliği geçerlidir.

$$[\Delta x] = [\Delta y] = [\Delta x'] = [\Delta y'] = 0 \quad (3.18)$$

İndirgenmiş düzeltme denklemlerine ve ağırlık matrisi $P=E$ olduğuna göre

$$S_i^2 = \Delta x_i \Delta x_i + \Delta y_i \Delta y_i \quad (3.19)$$

$$[S^2] = [\Delta x \Delta x + \Delta y \Delta y] \quad (3.20)$$

ile

$$[S^2] k_{11} - [\Delta x \Delta x' + \Delta y \Delta y'] = 0 \quad (3.21)$$

$$[S^2] k_{12} - [\Delta x \Delta y' - \Delta y \Delta x'] = 0 \quad (3.22)$$

Normal denklemler elde edilebilir. (3.21) ve (3.22) ile k_{11} ve k_{12} bilinmeyenleri eşitlik (3.23) ve (3.24) eşitlikleri ile elde edilebilir.

$$k_{11} = [\Delta x \Delta x' + \Delta y \Delta y'] / [S^2] \quad (3.23)$$

$$k_{12} = [\Delta x \Delta y' - \Delta y \Delta x'] / [S^2] \quad (3.24)$$

bu eşitliklerden hesaplanan bilinmeyen k_{11} ve k_{12} değerleri ile (3.13) ve (3.14) eşitliklerinden ölçek faktörü λ ve dönüklük açısı ϕ bulunur.

Birim ağırlıklı ölçünün standart sapması (3.25) eşitliği ile hesaplanır.

$$s_0 = \sqrt{[vv]/(n-u)} \quad (n=2p, u=4) \quad (3.25)$$

Eşlenik nokta sayısının az olduğu durumlarda Helmert dönüşümü iyi sonuçlar vermektedir. Bu dönüşüm diğer dönüşümlere göre çözümü daha kolaydır. Ayrıca yapılan uygulama sonuçlarında kaba hataların ortaya çıkarılmasında, Helmert

dönüşümünde yüksek güvenilirlik söz konusudur (Kurşun, 1997). Deformasyonun karakterine göre, dört parametrelilik benzerlik dönüşümü ya da 6 parametrelilik Afin dönüşümü uygulanabilir. Eski harita ve planlar deformasyona uğramış ve bunlar taranarak sayısallaştırılmışsa Helmert dönüşümü uygun değildir. Böyle durumlarda başka bir dönüşüm yöntemi olan Afin dönüşümü kullanılmalıdır.

3.2 Afin Dönüşümü

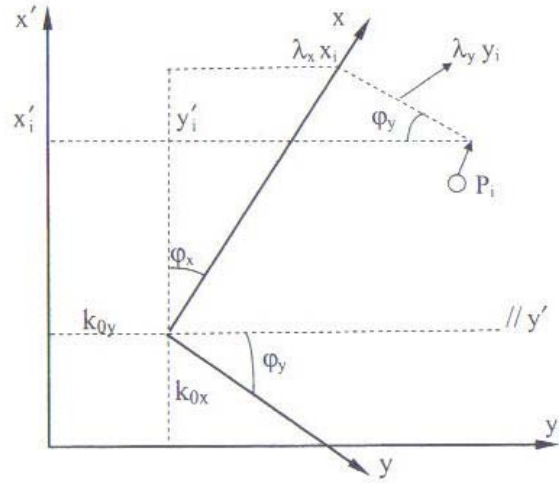
Afin dönüşümü genellikle fotogrametride ve kartoğrafyada kullanılmaktadır. Çünkü film kâğıt v.b. maddeler deformasyona uğradıkları zaman her iki eksen boyunca bozulmalar aynı olmaz (Turgut, İnal, 2003). Eksenlerdeki deformasyonların aynı olmadığı durumlarda Afin dönüşümü kullanılmalıdır. Tarama ile elde edilen resim koordinatları, tarama hatalarından dolayı farklı değerlerde olup, arazi koordinatlarına göre homojen olmayan farklı ölçektedir. Bu nedenle, pafta koordinatlarına dönüşüm için Afin dönüşümünün kullanılması uygun olacaktır.

Eksenlerin farklı döndürülmesi ve koordinatların farklı oranlarda değiştirilmesi nedeniyle dönüştürülen şekilde uzunluk, doğrultu ve bunlara bağlı olarak alan deformasyonları oluşur. Afin dönüşümünde koordinat eksenleri yönündeki ölçekler aynı değildir. Uzunluklar yöne bağlı olarak değişime uğrar. Belirli bir yönde ölçek değişmez sabit kalır. Açılar dönüşümden sonra değişir. Açılarının değişimi açı kollarının doğrultusuna bağlıdır ve konform (açı koruyan) bir dönüşüm yöntemi değildir. Ancak Afin dönüşümü kolinerite koşulunu sağlar. (URL-2)

Afin dönüşümünde bir doğru dönüşümden sonra doğru olarak kalır. Paralel doğrular dönüşümden sonra yine birbirlerine paraleldir. Kapalı alanlar dönüşümden sonra sabit bir miktar değişir (Turgut ve diğ., 2003). Bu sabit miktar, dönüşümün determinantına eşittir. Bir kare Afin dönüşümünden sonra paralelkenar şeklini alır. Geometrik anlamda Afin dönüşümü, bir düzlemde bulunan bir şekli, bu düzleme paralel olmayan başka bir düzleme, paralel izdüşümlü, paralel izdüşürülmesidir (Kurşun, 1997). Düzlemler birbirine paralel olmadığı için dönüşümden sonra şekiller bozulur.

Afin dönüşümünde 2 ölçek faktörü, 2 öteleme faktörü ve 2 dönüklük olmak üzere toplam 6 bağımsız parametreye ihtiyaç vardır. Dönüşümün tek anlamlı olması için iki koordinat sisteminde de koordinatları bilinen 3 ortak noktaya gereksinim duyulur.

Ancak bu 3 eşlenik noktanın tek bir doğru üzerinde olmaması gerekir. Üçten fazla ortak nokta mevcut ise dönüşüm parametreleri en küçük kareler yöntemi ile dengeleme hesabı yapılarak bulunmaktadır. Ortak nokta sayısı üçten fazlaysa, ölçülere düzeltme getirilir ve nokta sayısının iki katı kadar düzeltme denklemleri yazılmalıdır.



Şekil 3.2: xy koordinat sistemi ile x' ve y' koordinat sistemi arasındaki Afın dönüşümü

Şekil 3.2 deki sistemler dikkate alınarak; 1.sistemden 2.sisteme dönüştürülmek için x ve y eksenleri birbirlerinden farklı olmak üzere φ_x ve φ_y kadar döndürülür. Dönüklük açıları açısından fark çok küçüktür. φ_x , φ_y kadar döndürme ve k_{ox} , k_{oy} öteleme ile 2 sistem çakıştırılır. Eksenlerin farklı açılarda döndürülmesi ve koordinatların farklı oranda değiştirilmesi nedeniyle dönüşüme uğrayan şekilde uzunluk, doğrultu ve bunların sonucu olarak alan deformasyonları ortaya çıkar (Demirel, 2005.) Şekil 3.2' den (3.26) ve (3.27) dönüşüm eşitlikleri elde edilir.

$$x'_i = k_{ox} + \lambda_x x_i \cos \varphi_x - \lambda_y y_i \sin \varphi_y \quad (3.26)$$

$$y'_i = k_{oy} + \lambda_x x_i \sin \varphi_x - \lambda_y y_i \cos \varphi_y \quad (3.27)$$

(3.28) ve (3.29) eşitliklerindeki kısaltmalar (3.26) ve (3.27) dönüşüm eşitliklerinde yerine konularak doğrusal biçime dönüştürülür. Doğrusallaştırılmış dönüşüm eşitlikleri (3.30) ve (3.31) verilmiştir.

$$k_{1x} = \lambda_x \cos \varphi_x, \quad k_{1y} = \lambda_y \cos \varphi_y \quad (3.28)$$

$$k_{2x} = \lambda_x \sin \varphi_x, \quad k_{2y} = \lambda_y \sin \varphi_y \quad (3.29)$$

$$x'_i = k_{ox} + x_i k_{1x} - y_i k_{2y} \quad (3.30)$$

$$y'_i = k_{oy} + x_i k_{2x} + y_i k_{1y} \quad (3.31)$$

(3.28) ve (3.29) eşitliklerinden ölçek faktörleri λ_x , λ_y ve dönüklük açıları φ_x , φ_y (3.32) ve (3.33) eşitlikleri ile elde edilebilir.

$$\lambda_x = \sqrt{k_{1x}^2 + k_{2x}^2}, \quad \lambda_y = \sqrt{k_{1y}^2 + k_{2y}^2} \quad (3.32)$$

$$\varphi_x = \arctan \frac{k_{2x}}{k_{1x}}, \quad \varphi_y = \arctan \frac{k_{2y}}{k_{1y}} \quad (3.33)$$

k_{ox} , k_{oy} , k_{1x} , k_{2x} , k_{2y} , k_{1y} bilinmeyenlerini bulmak için her iki sistemde de koordinatları bilinen en az 3 ortak noktaya ihtiyaç vardır. Ortak nokta sayısı 3'ten fazla ise bu ölçülere düzeltme getirilmeli ve bilinmeyen parametreler en küçük kareler yöntemi ile dengelenmelidir. Eşlenik nokta sayısının iki katı kadar düzeltme denklemi yazılır. (3.30) ve (3.31) dönüşüm eşitliklerinden (3.34) ve (3.35) eşitliklerindeki düzeltme denklemleri elde edilebilir.

$$x'_i + v_{x'_i} = k_{ox} + x_i k_{1x} - y_i k_{2y} \quad (3.34)$$

$$y'_i + v_{y'_i} = k_{oy} + x_i k_{2x} + y_i k_{1y} \quad (i = 1, 2, \dots, p) \quad (3.35)$$

p ortak nokta sayısına eşittir. x'_i ve y'_i koordinatlarının kolerasyonsuz oldukları ve eşit ağırlıkta oldukları kabul edilir. $P=E$ ya da $P_{x'_i} = P_{x'_k}$ ve $P_{y'_i} = P_{y'_k}$ olur. İndirgenmiş düzeltme denklemleri yöntemi ile k_{ox} ve k_{oy} bilinmeyenleri yok edilebilir. Toplam denklemleri (3.36) ve (3.37) eşitlikleri ile verilmiştir.

$$[v_{x'}] = 0 = p k_{ox} + [x] k_{1x} - [y] k_{2y} - [x'] \quad (3.36)$$

$$[v_{y'}] = 0 = p k_{oy} + [x] k_{2x} + [y] k_{1y} - [y'] \quad (3.37)$$

(3.12) eşitliği burada da geçerlidir ve k_{ox} ve k_{oy} eşitliklerinde yerine konulursa (3.38) ve (3.39) eşitlikleri elde edilebilir.

$$k_{ox} = x'_0 - x_0 k_{1x} + y_0 k_{2y} \quad (3.38)$$

$$k_{oy} = y_0' - x_0 k_{2x} - y_0 k_{1y} \quad (3.39)$$

bu eşitlikler (3.34) ve (3.35) düzeltme denklemlerinde yerine yazılarak (3.40) ve (3.41) düzeltme denklemleri elde edilebilir.

$$v_{x_i}' = \Delta x_i k_{1x} - \Delta y_i k_{2y} - \Delta x_i' \quad (3.40)$$

$$v_{y_i}' = \Delta x_i k_{2x} + \Delta y_i k_{1y} - \Delta y_i' \quad (i = 1, 2, \dots, p) \quad (3.41)$$

Birim ağırlıklı ölçünün standart sapması $P=E$ için (3.42) eşitliği ile hesaplanır.

$$s_0 = \sqrt{[vv]/(n-u)} \quad (n=2p, u=4) \quad (3.42)$$

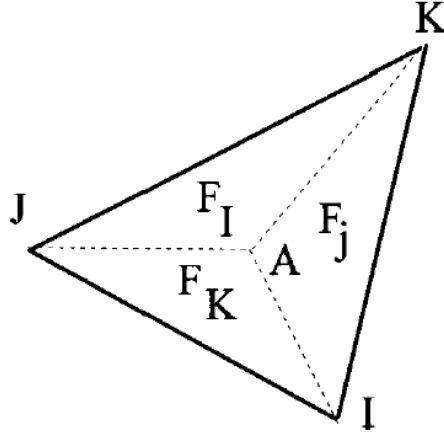
Dönüşüm uygulanacak harita yada altlıkta bulunan deformasyonlar lokal bazda farklılık gösteriyorsa, global koordinat dönüşüm yöntemleri uygulanmamalıdır. Helmert ve Afin dönüşümleri global dönüşüm yöntemleri olduğundan lokal deformasyonlara yeterli doğruluğu sağlayamamaktadırlar.

3.3 Rubber-Sheeting Dönüşümü

Rubber-Sheeting dönüşüm, alt bölümlere ayrılmış haritadan diğer alt bölümlere ayrılmış bir haritaya dönüşümde kullanılan matematiksel fonksiyonlarla tanımlanmış bir dönüşüm metodudur (Gillman, D., W., 2001).

Rubber-Sheeting dönüşüm yönteminde en yaygın olarak kullanılan lineer Rubber-Sheeting yöntemidir. Lineer Rubber-Sheeting dönüşümünde genellikle Delaunay üçgenleme modeli kullanılsa da diğer üçgenleme yöntemleri de kullanılabilir. Lineer Rubber-Sheeting dönüşümü, lokal barisentrik koordinatlar kullanılarak gerçekleştirilir.

Bu dönüşüm yönteminde her alt bölüm ayrı ayrı dönüştürülür. Böylelikle lokal deformasyonlar üzerinde etkisi global dönüşüm sistemlerine nazaran daha etkilidir. Lineer Rubber-Sheeting dönüşümü, bölünmüş her alt bölüm için lineerdir, bütün harita için lineer değildir. Alt bölümlerde dönüşümden sonra düz çizgiler düz olarak kalır, değişmez. Sadece alt bölümlerin sınırlarında eğilmeler ve bozulmalar görülebilir. Bu nedenle bu dönüşüm metodu açı koruyan ya da alan koruyan değildir (White ve diğ., 1985).



Şekil 3.3: A noktasının lokal barisentrik koordinatları.

Şekil 3.3’ te gösterilen IJK üçgeninde I, J, K noktaları üçgenin 3 köşe noktasını göstermektedir. A noktasının 3 köşeye göre 3 lokal barisentrik koordinatları bulunmaktadır. A noktası I, J ve K noktalarına birleştirilerek IJK üçgeni; JAK, KAI ve IAJ olmak üzere üç alt üçgene bölünmüştür. A noktası üç barisentrik koordinat ile tanımlanmıştır ve bu üç lokal barisentrik koordinatın toplamı 1 eşittir. JAK, KAI ve IAJ üçgenlerinin alanlarının IJK üçgen alanına oranları A noktasının barisentrik koordinatlarını verir. Bu üç lokal barisentrik koordinatların toplamı bire eşittir. IJK üçgeninin alanı F , alt üçgenlerin alanı da F_i , F_j , F_k ise A noktasının lokal barisentrik koordinatları (3.43), (3.44) ve (3.45) eşitlikleri ile ifade edilir.

$$P_i = F_i / F \quad (3.43)$$

$$P_j = F_j / F \quad (3.44)$$

$$P_k = F_k / F \quad (3.45)$$

IJK üçgeninin alanı, 2 katı ve 3×3 ’ lük bir matris ile kartezyen dik koordinatlarla ifade edilirse (3.46) eşitliği elde edilebilir.

$$2F = \begin{vmatrix} x'_1 & y'_1 & 1 \\ x'_2 & y'_2 & 1 \\ x'_3 & y'_3 & 1 \end{vmatrix} = (x'_2 - x'_1)(y'_3 - y'_1) - (x'_3 - x'_1)(y'_2 - y'_1) \quad (3.46)$$

A noktasının lokal barisentrik koordinatları; (3.47), (3.48), (3.49) ve (3.50) eşitlikleri ile ifade edilebilir.

$$B = (x'_j - x'_i)(y'_k - y'_i) - (x'_k - x'_i)(y'_j - y'_i) \quad (3.47)$$

$$P_i = [(x'_j - x'_A)(y'_k - y'_A) - (x'_k - x'_A)(y'_j - y'_A)] / B \quad (3.48)$$

$$P_j = [(x'_k - x'_A)(y'_i - y'_A) - (x'_i - x'_A)(y'_k - y'_A)] / B \quad (3.49)$$

$$P_k = [(x'_i - x'_A)(y'_j - y'_A) - (x'_j - x'_A)(y'_i - y'_A)] / B \quad (3.50)$$

A noktasının barisentrik koordinatları belirlendikten sonra A noktasının yeni sistemdeki x, y koordinatları (3.51), (3.52) ve (3.53) eşitlikleri ile hesaplanmaktadır.

$$(x,y) = P_i(x_i,y_i) + P_j(x_j,y_j) + P_k(x_k,y_k) \quad (3.51)$$

$$x = P_i x_i + P_j x_j + P_k x_k \quad (3.52)$$

$$y = P_i y_i + P_j y_j + P_k y_k \quad (3.53)$$

3.4 Non-Sibson Dönüşümü

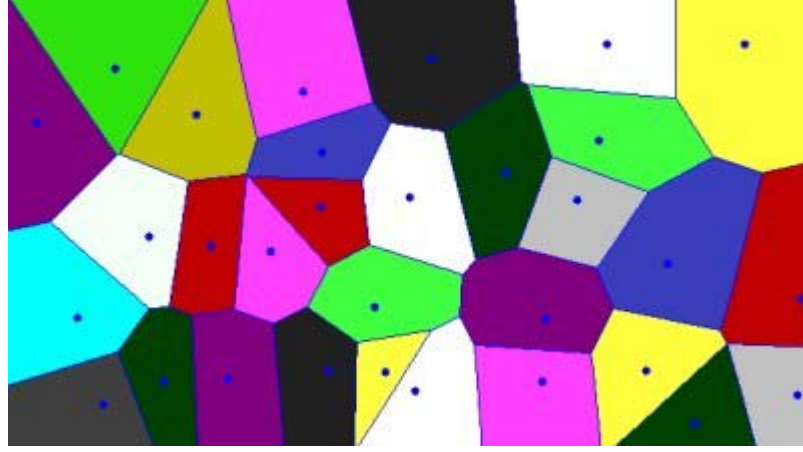
Non-Sibson dönüşüm yönteminin daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle Voronoi diyagramı, Delaunay üçgenlemesi ve Sibson dönüşümünün açıklanması daha anlamlı olmaktadır. Bu kavramlara Non-Sibson dönüşümünden önce değinilerek bu konu başlığı altında açıklanmıştır.

3.4.1 Voronoi diyagramı

Voronoi diyagramı çok önceleri kullanılmaya başlanmışsa da üzerinde araştırmalar yapan Georgy Voroni'den ismini almıştır. Voronoi diyagramı Thiessen, Dirichlet ya da Wigner-Seitz diyagramı olarak da kullanılmaktadır.

Düzlemde yer alan sonlu nokta kümesine ait herhangi bir noktaya, kümedeki diğer noktalardan daha yakın konumda bulunan düzlem noktalarının geometrik yerine, o noktanın Voronoi çokgeni denilmektedir. Kümedeki tüm noktaların Voronoi çokgenlerinin birleşimi, o kümenin Voronoi diyagramını oluşturur (Yanalak, 1997).

Voronoi çokgeni, bir noktayı komşu noktalarından (bir noktaya en yakın konumdaki noktalar) ayırır. Voronoi çokgeninin kenarları nokta ile komşu noktaları birleştiren doğru parçalarının kenar orta dikmelerinin birleştirilmesiyle oluşur (URL-1). Her nokta kendisine ait komşu noktalar ile birleştirildiğinde Delaunay üçgenlemesi elde edilir.



Şekil 3.4: Sonlu nokta kümesinin Voronoi diyagramı.

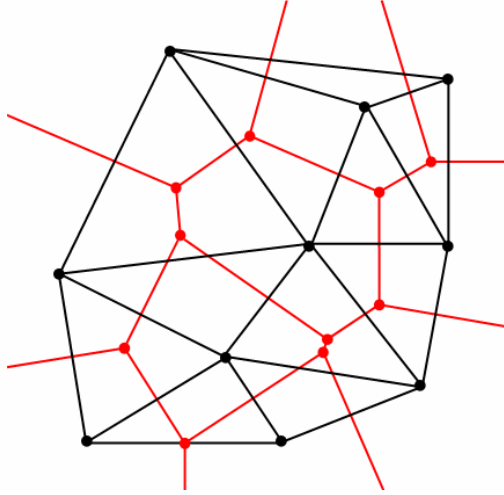
Şekil 3.4’ de sonlu bir nokta kümesinin Voronoi diyagramı görülmektedir. Yukarıda bir örneğini gördüğünüz Voronoi diyagramı, birbirinden bağımsız bir küme elemanlarının birbirleriyle olan uzaklıklarını ifade eder (<http://blog.leventdal.com>). Bir noktanın kapsadığı alana Voronoi hücresi denir. Voronoi çokgeni komşu noktalarının birleştirildiği doğru parçalarının kenar orta dikmelerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu çokgenlerin birleştirilmesiyle de Voronoi diyagramı elde edilmiştir. Bu noktalardan herhangi birinin kümeden çıkartılması, o noktaya komşu olan tüm noktaları çevreleyen alanların değişmesine neden olur. Dolayısıyla kümeden bir noktanın çıkartılması ya da kümeye bir nokta eklenmesi kümenin Voronoi diyagramını değiştirir. Voronoi diyagramı, iki noktanın ortasından geçen normalleri çizilerek ve bu işlemi tüm komşu noktalar için uygulanarak oluşturulabilir. Ancak günümüzde Voronoi diyagram çizimi için değişik, geliştirilmiş algoritmalar bulunmaktadır. Bu algoritmalar yardımıyla bilgisayarda Voronoi diyagram çizimi otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

3.4.2 Delaunay üçgenlemesi

Bir veri kümesini 2 boyutlu düzlemde birçok farklı üçgenleme metodu vardır. Bu metotlardan bazıları noktaların diziliş sırasına bağlıdır, bazıları noktaların diziliş sırasından bağımsızdır. Delaunay üçgenlemesi global ve lokal bir üçgenleme yöntemidir.

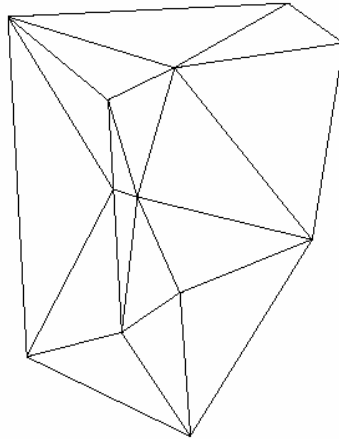
Voronoi hücresinde, nokta ile komşu noktaların birleştirilmesiyle delaunay üçgenlemesi oluşturulur. Şekil 3.5’ te Voronoi diyagramı ve Delaunay üçgenlemesinin ilişkisi gösterilmektedir. Delaunay üçgenlemesinde temel amaç

rasgele dağılmış noktalardan mümkün olduğunca eşkenar üçgene yakın üçgenlerle çalışma bölgesini kaplamaktır.



Şekil 3.5: Voronoi diyagramı ve Delaunay üçgenlemesi.

Delaunay üçgenlemesi ve Voronoi diyagramı birbirleri ile eşlenik olup, biri diğerinden elde edilebilir (Selvi ve diğ., 2007). Delaunay üçgenlemesi başlangıç noktasından bağımsızdır ve tek anlamlıdır. Üçgenlerin çevrel çemberi içinde başka bir nokta bulunamaz. Her bir noktayı kendisine en yakın nokta ile birleştiren doğru parçası bir üçgen kenarını oluşturmaktadır (Yanalak, 1997). Veri kümesindeki noktalar aynı doğrultuda bulunuyorlarsa bu veri kümesi için delaunay üçgenlemesi oluşturulamaz. Bir çember üzerinde 4 nokta bulunuyorsa burada oluşturulan delaunay üçgenlemesi tek anlamlı değildir. Veri kümesinin dışbükey çerçevesi üçgenlemede yer almaktadır. Bir nokta kümesinin dışbükey çerçevesi o kümeyi içine alan en küçük çokgendir. Şekil 3.6' da Delaunay üçgenlemesi örneği gösterilmiştir.



Şekil 3.6: Delaunay üçgenlemesi

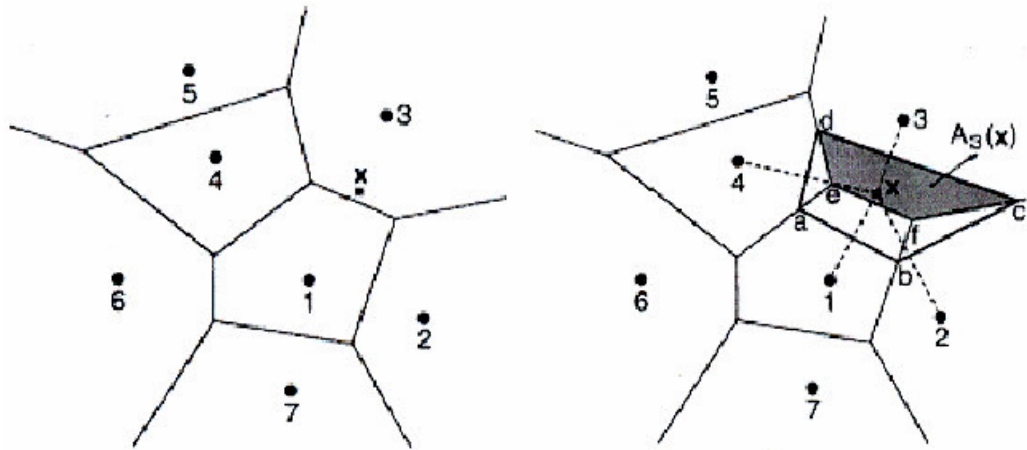
Dayanak noktaları kümesinde birbirine en yakın konumda bulunan nokta çiftinin oluşturduğu doğru parçası üçgenlemede yer almaktadır (URL-4). Delaunay üçgenleme metodu bilgisayar ortamında kolay hesaplanabilir ve kolay algoritma geliştirilebilmesi nedeniyle birçok çizim programında kullanılmaktadır.

3.4.3 Sibson dönüşümü

Sibson enterpolasyon dönüşüm metodu Voronoi diyagramı ve Delaunay üçgenlemesine bağlıdır ve bu kavramlar ile açıklanmaktadır. Bu nedenle Voronoi diyagramı, Voronoi çokgeni ve doğal komşu kavramları daha önce açıklanmıştır. Voronoi hücresinde, nokta ile komşu noktaların birleştirilmesiyle delaunay üçgenlemesi oluşturulur. Delaunay üçgenlemesinde temel amaç rasgele dağılmış noktalardan mümkün olduğunca eşkenar üçgene yakın üçgenlerle çalışma bölgesini kaplamaktır. Bu bağlamda Şekil 3.7 (a) da 1 nolu noktanın doğal komşuları 2, 3, 4, 6, 7 numaralı noktalardır. Doğal komşu koordinatları Sibson enterpolasyon dönüşüm metodunda, enterpolasyon fonksiyonu olarak kullanılır.

Euclidean uzayında $N = (n_1, n_2, n_3, \dots)$ noktalar kümesi olsun. N kümesinin

Voronoi diyagramı yüzeyin T_i şeklinde kapalı alt bölümlere ayrılmış halidir. Burada her bir T_i bölmesi bir n_i noktası ile ilişkilidir ve bu T_i içindeki herhangi bir başka nokta n_i 'ye diğer noktalardan daha yakındır. (Ayar, 2009)



Şekil 3.7: Doğal komsuların gösterimi: (a) Orijinal Voronoi diyagramı ve x; (b) x noktasının 1.derece ve 2.derece Voronoi çokgenleri

Şekil 3.7 (b)' de 7 noktadan oluşan bir noktalar kümesinin Voronoi çokgenleri, Voronoi diyagramı ve noktalar kümesine yeni eklenen x noktasının doğal komşuları

gösterilmektedir. 1, 2, 3 ve 4 numaralı noktalar $\mathbf{x}$ noktasının doğal komşu noktalarıdır. Şekil 3.7 (b)'de $A(\mathbf{x})$: Tx Voronoi hücresi içerisinde bir alan olsun, $\mathbf{x}$ noktasının doğal komşu koordinatı I doğal komşu noktalarının $A_I(\mathbf{x})$ (I=1-4) alanlarının $\mathbf{x}$ noktasının toplam Voronoi hücre alanına bölümüyle elde edilebilir.

$$\Phi_I(\mathbf{x}) = \frac{A_I(\mathbf{x})}{A(\mathbf{x})} \quad (3.54)$$

I ,1'den n' e ve $A(x) = \sum_{I=1}^n A_I(x)$ dir. Şekil 3.7 (b)' de belirtilen ikinci derece hücreler ve bölgelerin birleşiminden oluşan 1. derece Voronoi çokgenidir (Ayar,2009). İkinci derece hücrelerin oluşturduğu dört kapalı bölge; abfe, bcf, cdef ve aed dir, bu kapalı alanların oluşturduğu Voronoi çokgeni abcd kapalı dörtgenidir. $\mathbf{x}$ fonksiyonunun şekil fonsiyonu $\Phi_3(\mathbf{x})$, (3.55) eşitliğinde verilmiştir.

$$\Phi_3(\mathbf{x}) = \frac{A_I(\mathbf{x})}{A(\mathbf{x})} \quad (3.55)$$

Şekil fonksiyonu (3.55) ile ifade edilebilir.

Nokta kümesine eklenen $\mathbf{x}$ noktası rasgele dağılmış noktaların herhangi biri ile çakışırsa Sibson şekil fonksiyonları sıfıra eşittir ve $(x = x_I), \Phi_I(x) = 1$ dir.

$$0 \leq \Phi_I(\mathbf{x}) \leq 1 \quad \text{ve} \quad \sum_{I=1}^n \Phi_I(\mathbf{x}) = 1 \quad (3.56)$$

$\mathbf{x}$ noktasının x değeri için, elde edilen $\Phi_I(x)$ ile I noktasının x değeri ile çarpılır. Bu işlem bütün komşu noktalar için uygulanır. Elde edilen değerler bütün komşu noktalardan elde edilen değerler toplanır x değeri elde edilir ve (3.57) eşitliği ile ifade edilir. $\mathbf{x}$ noktasının y değeri için $\Phi_I(x)$ ile I noktasının y değeri ile çarpılır. Bu işlem bütün komşu noktalar için uygulanır. Bütün komşu noktalardan elde edilen değerler toplanarak y değeri elde edilir. Bu işlem (3.58) eşitliği ile ifade edilmiştir.

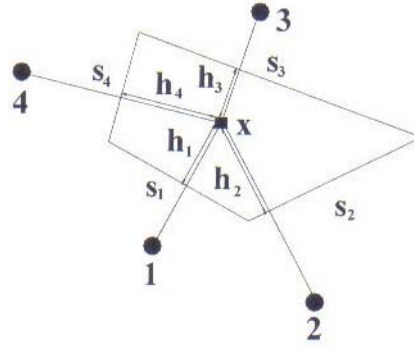
$$x = \sum_{I=1}^n \Phi_I(A) \cdot x_I \quad (3.57)$$

$$y = \sum_{I=1}^n \Phi_I(A) \cdot y_I \quad (3.58)$$

Sibson dönüşüm metodu (3.57) ve (3.58) eşitlikleri kullanılarak x noktasına ait x ve y koordinatları belirlenir. Ancak Sibson yöntemi uygulamada çok pratik değildir. Çünkü uygulamada birçok nokta olacağı düşünüldüğünde ve noktalara ait ikinci derece çokgen alanlarının hesaplanması hesap zorluğu yaratmaktadır. Bu nedenle hesaplaması daha kolay olan Non-Sibson yöntemi geliştirilmiştir.

3.4.4 Non-Sibson dönüşümü

Non-Sibson dönüşüm metodu Sibson dönüşümünden türetilmiştir. Sibson dönüşümünün hesabı kolay ve pratik olmadığı için Non-Sibson yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemin temelini Voronoi diyagramı, Delaunay üçgenlemesi ve komşu nokta kavramları oluşturmaktadır.



Şekil 3.8: Non-Sibson dönüşümü

Şekil 3.8’ te görülen x noktasının 4 doğal komşu noktaları; 1, 2, 3 ve 4 numaralı noktalardır. Bu noktaların kenar orta dikmelerinin birleştirilmesi ile elde edilmiş Voronoi çokgeni bulunmaktadır. Şekilde S_i , 2 boyutlu düzlemde I noktasına ait Voronoi çokgen kenarı uzunluğudur. h_i ise I noktası ile Voronoi çokgen kenarı arasındaki dik uzaklıktır. Bu şekle ait şekil fonksiyonu $\Phi_i(A)$, (3.59) eşitliği ile tanımlanır. (Yanalak ve diğ., 2005)

$$\Phi_i(A) = \frac{\alpha_i(A)}{\sum_{j=1}^4 \alpha_j(A)} \quad (3.59)$$

$$\alpha_j(A) = \frac{s_j(A)}{h_j(A)} \quad (3.60)$$

Şekil 3.8' de bulunan $\mathbf{x}$ noktası $\mathbf{x} = (x, y)$ olsun. x_m ve x_n $\mathbf{x}$ noktasının doğal iki komşusu ise $x_m = (x_m, y_m)$ ve $x_n = (x_n, y_n)$ ile ifade edilir. x_m ve x_n doğal iki komşusu olduğu için $n = m + 1$ ve ya $n = m - 1$ şeklinde ifade edilir. s_m / h_m hesap zorluğu nedeniyle r_m / l_m ifadesi hesaplarda kullanılır.

$$r_m = \frac{(x_m - x_{m+1})(x_{m+1} - x) + (y_m - y_{m+1})(y_{m+1} - y)}{(x_m - x)(y_{m+1} - y) - (x_{m+1} - x)(y_m - y)} \quad (3.61)$$

$$l_m = \frac{(x_m - x_{m-1})(x_{m-1} - x) + (y_m - y_{m-1})(y_{m-1} - y)}{(x_m - x)(y_{m-1} - y) - (x_{m-1} - x)(y_m - y)} \quad (3.62)$$

$$\alpha_m = s_m / h_m = |r_m - l_m| \quad (3.63)$$

(3.61), (3.62) ve (3.63) eşitlikleri $\mathbf{x}$ noktasının koordinatlarının hesaplanması için kullanılır. (3.59) eşitliği ile de $\Phi_i(A)$ değeri bütün komşu noktalar için ayrı ayrı hesaplanır. Bütün komşu noktalar için hesaplanan şekil fonksiyonu $\Phi_i(A)$, o komşu noktanın x değeri ile çarpılır ve bütün noktalardan elde edilen değerler toplanır ve $\mathbf{x}$ noktasının x koordinat değeri hesaplanır. Bu işlemler (3.64) ile ifade edilmektedir. Yine bütün komşu noktalar için hesaplanan şekil fonksiyonu $\Phi_i(A)$, o komşu noktanın y değeri ile çarpılır ve bütün noktalardan elde edilen değerler toplanır ve $\mathbf{x}$ noktasının y koordinat değeri hesaplanır. Bu işlemler (3.65) ile ifade edilir.

$$x(A) = \sum_{i=1}^t \Phi_i(A) x_i \quad (3.64)$$

$$y(A) = \sum_{i=1}^t \Phi_i(A) y_i \quad (3.65)$$

Non-Sibson dönüşümü ile Sibson dönüşümü arasındaki en önemli fark hesap kolaylığıdır. Non-Sibson da şekil fonksiyonu $\Phi_i(A)$ (3.59) ve (3.60) eşitlikleri ile kolayca hesaplanabilirken, Sibson dönüşümünde bu şekil fonksiyonu (3.54) eşitliği ile hesaplanmaktadır. Bu da 2. derece çokgenlerin alanlarının hesaplanması ile elde edilmektedir ki birçok nokta için hesaplanması zor olmaktadır.

4. UYGULAMA

Bu bölümde, yapılan çalışmanın alanı, amacı ve çalışmada kullanılan yazılımlar ve yapılan dönüm hesapları açıklanmıştır.

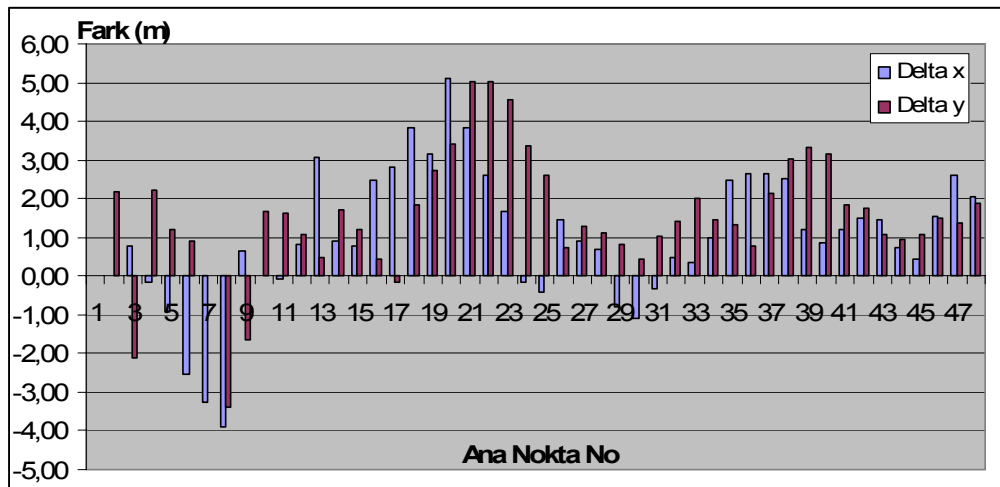
4.1 Çalışma Alanı

Bu çalışmada, 50x70 ebatlarındaki bir kadastro pafta ebatları örnek alınarak 48 ana noktadan, 888 ara noktadan oluşan düzenli grid ağı oluşturulmuştur. Bu 48 ana nokta 100m (1/1000 ölçeğinde 10 cm) aralıklarla, ara noktalar ise 20m (1/1000 ölçeğinde 2 cm) aralıklarla oluşturulmuştur. Nokta numaralandırılması Non-Sibson hesap yönüne uygun olarak, sol alttan başlayarak saat yönünü tersi yönünde ilerlemektedir. Hesaplama kolaylığı olması için 100m x 100m (1/1000 ölçeğinde 10cmx10cm) olmak üzere toplam 35 alt bölüme ayrılmıştır. Bu oluşturulan 35 alt bölüm numaralandırması yine Non-Sibson hesap yöntemine uygun olarak, sol alttan başlayarak saat yönünün tersi doğrultusunda artarak devam etmiştir. Çalışma için hazırlanan pafta 1/1000 ölçekli olup Autocad Civil 2009 ile üretilmiştir. Ara nokta numaraları 1' den başlatılmış 888' de numarada bitmiştir. Ana nokta numaralandırılması da sol alt köşeden başlamış, saat yönünün tersine doğru artarak devam etmiştir. Ana nokta numaralandırması 1000'den başlamış, son ana nokta numarası 1047' dir. Hazırlanan pafta EK A.1' de verilmiştir. EK A.1' de verilen paftada nokta dağılımları ve 35 alt bölüm ve 4 ana alt bölüm gösterilmektedir. AutoCAD Civil 2009'da oluşturulan noktalar cogo pointe dönüştürülmüştür. Cogo point; Autocad Civil modülünde bulunan 3 boyutlu nokta özelliğindedir. Uygun formatta hazırlanan .txt uzantılı nokta koordinat dosyaları Autocad Civil'e doğrudan yüklenebilir yada çizimden dışarı çıkarılabilir. Bu nedenle bu çalışmada da hazırlanan noktalar cogo point' e dönüştürülmüştür ve koordinat değerleri .txt uzantılı olarak elde edilmiştir. Oluşturulan 1/1000 ölçekli paftanın, 48 ana nokta, 888 ara nokta, olmak üzere toplam 936 noktanın orijinal koordinat değerleri EK A.2 ve EK A.3' te' verilmiştir.

4.2 Çalışmanın Amacı

Günümüzde kullanılan haritalar aynı koordinat sisteminde ve aynı zamanda üretilmemişlerdir. Gelişen ve değişen yeryüzü, haritaların güncel olmasını, teknolojinin etkisi de bunların sayısal ortamda bulunmalarını zorunlu kılmaktadır. Daha önceden üretilmiş haritalar baskı ve kağıt formatında olduklarından zamanla deformasyona uğramış olabilirler ve güncelliklerini büyük ölçüde kaybetmiş olabilirler. Deformasyona uğramış ve güncelliklerini yitirmiş olan bu haritaların sayısallaştırılarak yeniden kullanıma hazır hale getirilmeleri için oluşan deformasyonlara bağlı dönüşüm yöntemleri uygulanarak, deformasyonlar en aza indirilmeye çalışılmaktadır.

Bu çalışmada hazırlanmış olan 1/1000 ölçekli pafta çalışmanın amacına bağlı olarak biraz abartılmış oranda deformasyona uğratılmıştır. Deformasyona uğramış olan bu pafta taratılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Ayrıca tarama aşamasında da deformasyonlu paftanın farklı hatalar içermesini sağlamak amacıyla düşük kalitede tarama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar ortamına aktarılan resim Autocad Civil 2009 yardımıyla sayısallaştırmıştır. Sayısallaştırma sırasın deformasyon nedeniyle bazı noktalarda silinmeler ve ciddi oranda kaymalar görülmüştür. Yapılabilen en iyi sayısallaştırma yapılmıştır. Sayısallaştırılan deformasyonlu paftanın noktaları Autocad Civil 2009 yardımıyla cogo point e dönüştürülmüştür. Cogo point' e dönüştürülen noktaların .txt uzantılı koordinat değerleri elde edilmiş ve EK A.4 ve EK A.5' te' verilmiştir.



Şekil 4.1: Ana noktaların orijinal koordinatları ile deformasyonlu koordinat değerlerinin farkı.

Toplam 48 ana noktada oluşan deformasyonları belirtmek üzere Şekil 4.1 hazırlanmıştır. Şekil 4.1’ de toplam 48 ana noktanın orijinal koordinat değerleri ile deformasyon sonrası elde edilmiş koordinat değerlerinin farkları metre cinsinden belirtilmiştir. Bu grafik incelendiğinde toplam 48 noktadan oluşan ana noktalardaki deformasyonun sabit ve belirli bir yönde değil rasgele olduğu görülmektedir. X eksenini doğrultusunda en fazla +5,10m ve -3,90m ve Y eksenini doğrultusunda da en fazla +5,01m ve -3,39m olduğu görülmektedir. Noktalarda oluşmuş bu deformasyonların en aza indirilmesi için farklı dönüşüm yöntemleri uygulanmaktadır. Bu çalışmada dört farklı koordinat dönüşüm yöntemi uygulanmıştır. Afin, Helmert, Rubber Sheeting ve Non-Sibson yöntemleri kullanılarak noktalara koordinat dönüşümleri uygulanmıştır. Dönüştürülen noktaların farklı yöntemlere göre standart sapmaları hesaplanmıştır. Standart sapma hesabı yapılırken paftadaki bölgesel deformasyonları saptamak için pafta 4 ana alt bölüme ayrılmıştır. EK A.1’ de 4 ana alt bölüme ayrılmış pafta gösterilmektedir. Bu çalışmada yapılan dönüşümlerin nokta konum doğrulukları karşılaştırılarak hangi yöntemin daha iyi sonuç verdiği ve nedenleri üzerine çalışma yapılmıştır.

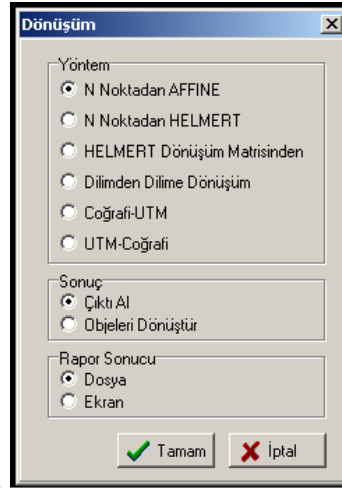
4.3 Çalışmada Kullanılan Yazılımlar ve Yapılan Dönüşüm Hesapları

Günümüzde kullanılan CAD programlarının birçoğunda otomatik olarak dönüşüm işlemleri yapılabilmektedir. Bu programlarda doğruluk kontrolleri ve noktaların koordinat değerleri çıktısı alınabildiği için kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında Netcad programında Afin ve Helmert dönüşümü, Autocad programı ile Rubber Sheeting dönüşümü yapılmıştır. Non-Sibson dönüşümü için matlab programında program yazılmış ve yardımcı olarak Microsoft Excel kullanılmıştır.

4.3.1 Afin dönüşümü

Netcad’ de bulunan dönüşüm menüsü farkı koordinat sistemlerindeki projeleri istenilen koordinat sistemine dönüştürmek için kullanılır. Örneğin yerel koordinat sisteminden ülke koordinat sistemine dönüştürmek için bu dönüşüm menüsü kullanılır. Program dönüşüm sırasında iki sistem farklı datumlarda ise bunun belirtilmesine izin vermektedir. Afin dönüşümü için en az 4 ortak noktaya ihtiyaç vardır. Afin dönüşümü için çekme menülerden Hesap/Dönüşümler seçilmeli.

Karşımıza çıkan ekranda dönüşüm yöntemlerinden N noktadan Afin seçilir (Şekil 4.2).

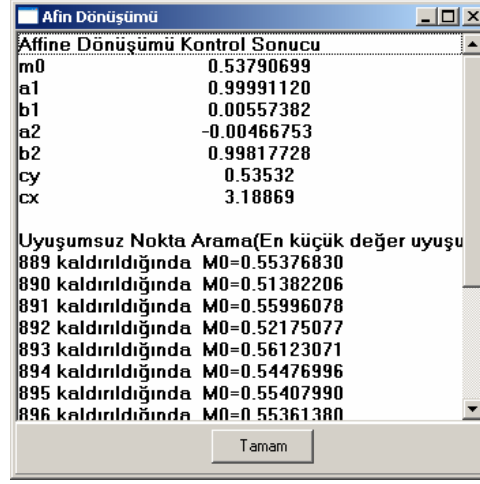


Şekil 4.2: Netcad Afin dönüşümü

Afin dönüşümü için hazırlanan toplam 48 ana noktadan oluşan, ve daha önce hazırlanan .DNS uzantılı ASCII dosyası Şekil 4.3’ te gösterilen menüye yüklenir. Bu ekranda dönüştürülmek istenen noktaların eski ve yeni koordinatları görünür. Kontrol et iconu tıklanarak yapılan Afin dönüşümü kontrol edilir.

No:	Nokta Adı	Nokta-Y	Nokta-X	Yeni-Y	Yeni-X	Fark
1	889	197,958	298,13	200	300	0
2	890	297,399	298,639	300	300	0
3	891	398,475	298,501	400	300	0
4	892	499,55	298,933	500	300	0
5	893	499,269	199,058	500	200	0
6	894	398,563	198,94	400	200	0
7	895	298,508	198,266	300	200	0
8	896	198,8	198,151	200	200	0
9	897	99,15	196,856	100	200	0
10	898	98,79	296,674	100	300	0
11	899	97,466	396,984	100	400	0
12	900	197,334	397,856	200	400	0
13	901	297,368	399,223	300	400	0
14	902	397,541	398,692	400	400	0
15	903	499,022	398,552	500	400	0

Şekil 4.3: Netcad Afin dönüşümü ortak nokta tanımlama menüsü.



Şekil 4.4: Netcad Afin dönüşümü matris menüsü

Şekil 4.4' te Afin dönüşüm için yapılan kontrol sonucu elde edilen matris menüsü görülmektedir. Burada M0 değeri ne kadar küçükse dönüşüm o kadar doğrudur. Buradaki M0 değerlerine bakılarak M0 değeri büyük olan ana nokta çıkarılabilir ve böylece dönüşümün doğruluğu arttırılarak dönüşüm daha sağlıklı yapılır (Netcad 5.0, 2007). Bu çalışma için yapılan kontrolde elde edilen matris menüsünde elde edilen M0 değerleri çok yakın olduklarından herhangi bir nokta hesaplamalardan çıkarılmamıştır. Kontrolden sonra dönüşüm yapılacak noktalar seçilir ve sonuçları çıktı formatı işaretlenerek dönüştürülen noktaların koordinatları çıktı dosyasına yazılarak dönüşüm tamamlanmış olur. Yapılan Afin dönüşümü sonucu elde edilen koordinat değerleri EK A.6' da verilmiştir. Afin dönüşümü için hesaplanan değerlerin özet gösterimi çizelge 4.1' te verilmiştir.

Çizelge 4.1: Afin dönüşüm sonucu elde edilen değerler.

	Ort. Mutlak y	Ort. Mutlak x	$\Delta y_{\min}$	$\Delta y_{\max}$	$\Delta x_{\min}$	$\Delta x_{\max}$	σ_x	σ_y	σ_{xy}
Tüm Pafta	0,61	0,49	0,00	2,23	0,00	1,64	0,63	0,76	0,99
A	0,61	0,62	0,03	2,10	0,01	1,64	0,76	0,80	1,10
B	0,54	0,51	0,01	1,72	0,01	1,53	0,67	0,63	0,92
C	0,55	0,54	0,00	1,57	0,02	1,56	0,67	0,69	0,96
D	0,74	0,28	0,00	2,23	0,00	0,90	0,36	0,93	0,99

4.3.2 Helmert dönüşümü

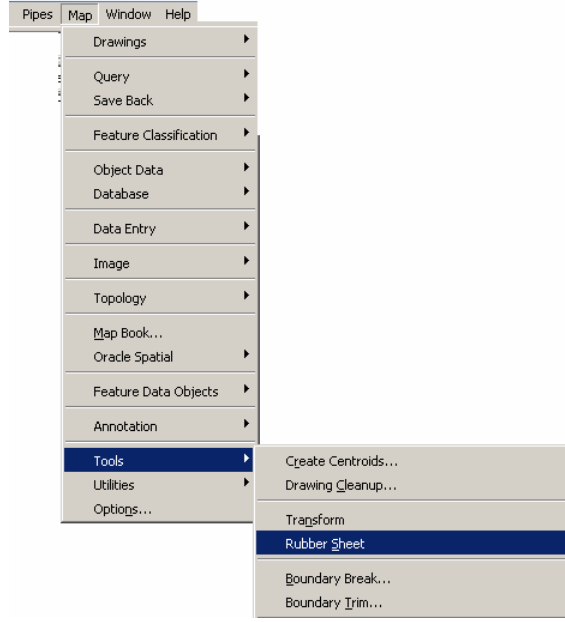
Netcad ile Helmert dönüşümü Afin dönüşüm yöntemi ile benzerdir. Afin dönüşümü için yapılan bütün işlem adımları Netcad de Helmert dönüşüm yöntemi için de uygulanmıştır. Bu yöntem için en az üç ortak noktaya ihtiyaç vardır. Dönüşüm yöntemlerinden N noktadan Helmert yöntemi seçilerek diğer adımlarda aynen uygulanmış ve Helmert dönüşümü yapılmıştır. Dönüşüm uygulanmış noktaların koordinatları çıktı dosyasına yazılarak dönüşüm tamamlanmıştır. Helmert dönüşümü uygulanmış nokta koordinat değerleri EK A.7’ de verilmiştir. Helmert dönüşümü için hesaplanan değerlerin özet gösterimi çizelge 4.2’te verilmiştir.

Çizelge 4.2: Helmert dönüşüm sonucu elde edilen değerler.

	Ort. Mutlak y	Ort. Mutlak x	$\Delta y_{\min}$	$\Delta y_{\max}$	$\Delta x_{\min}$	$\Delta x_{\max}$	σ_x	σ_y	σ_{xy}
Tüm Pafta	0,64	0,68	0,00	2,23	0,01	2,54	0,81	0,80	1,14
A	0,51	0,49	0,00	1,90	0,01	1,31	0,60	0,64	0,88
B	0,49	0,86	0,00	2,23	0,03	2,54	1,04	0,63	1,21
C	0,92	0,70	0,01	1,99	0,02	1,50	0,78	1,10	1,35
D	0,63	0,65	0,00	1,62	0,03	1,58	0,74	0,74	1,05

4.3.3 Rubber Sheeting dönüşümü

Rubber Sheeting yöntemi ile dönüşüm Autocad ile yapılmıştır. Autocad çekme menüsünden Map/Tools/Rubber Sheeting ile dönüşüm yöntemi seçilir. Şekil 4.5’ te Autocad çekme menü adımı gösterilmektedir.



Şekil 4.5: Autocad ile Rubber Sheeting dönüşüm adımları.

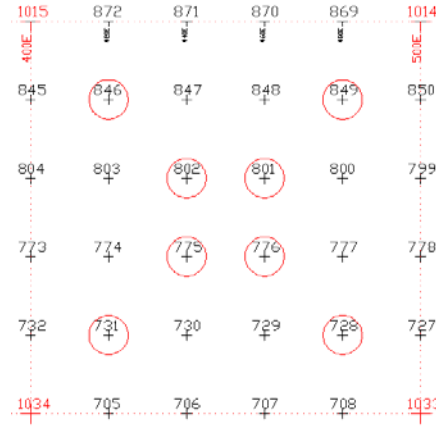
Çekme menüde Rubber Sheeting yöntemi seçildikten sonra çizimdeki ortak nokta seçilerek olması gereken gerçek koordinat değeri yazılır. 48 ortak nokta için bu işlem yapılarak Rubber Sheeting yöntemi tamamlanmış olur. Dönüşüm yapılmış noktaların koordinat değerleri export komutu ile .txt uzantılı olarak elde edilir. Rubber Sheeting dönüşüm yöntemi ile elde edilmiş noktaların koordinat değerleri EK A.8’ de verilmiştir. Rubber-Sheeting dönüşümü için hesaplanan değerlerin özet gösterimi çizelge 4.3’ te verilmiştir.

Çizelge 4.3: Rubber-Sheeting dönüşüm sonucu elde edilen değerler.

	Ort. Mutlak y	Ort. Mutlak x	$\Delta y_{\min}$	$\Delta y_{\max}$	$\Delta x_{\min}$	$\Delta x_{\max}$	σ_x	σ_y	σ_{xy}
Tüm Pafta	0,38	0,43	0,01	1,32	0,00	2,25	0,53	0,48	0,72
A	0,34	0,36	0,01	1,24	0,00	1,09	0,43	0,43	0,61
B	0,34	0,49	0,01	1,32	0,01	1,32	0,59	0,43	0,73
C	0,50	0,39	0,01	1,24	0,01	1,18	0,47	0,60	0,76
D	0,32	0,47	0,01	0,97	0,01	2,25	0,63	0,40	0,75

4.3.4 Non-Sibson dönüşümü

Non-Sibson dönüşümü için (3.61), (3.62) ve (3.63) formülleri Matlab’ da hazırlanmıştır. Hesaplamanın devamı için Microsoft Excel kullanılmış ve Non-Sibson yöntemi ile 35 alt bölümden toplam 280 nokta dönüşümü yapılmıştır. Her bir alt bölümün 8 noktası dönüştürülmüştür. şekil 4.6’ da alt bölümlerde hesaplanan nokta dağılımını göstermektedir.



5. KARŞILAŞTIRMA

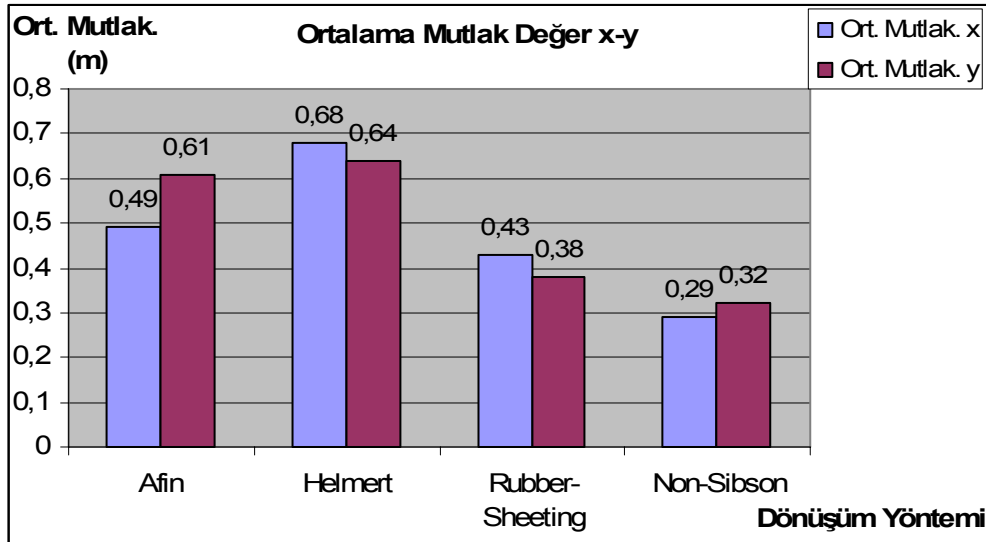
Haritaların ve altlıkların konum bilgisinin doğru ve güvenilir olması, ayrıca bu haritaların ve altlıkların herkes tarafından kullanılabilir olması için hepsinin aynı koordinat sisteminde olması gerekmektedir. Bu nedenle farklı koordinat sisteminde üretilmiş olan haritalar ve altlıklar, koordinat dönüşüm yöntemleri ile aynı koordinat sistemine dönüştürülmelidir.

Bu çalışmada da deformasyona uğratılmış paftaya dört farklı koordinat dönüşüm yöntemi uygulanmıştır. Uygulanan bu dört yöntemden ikisi global (Afin, Helmert), diğer ikisi de lokal (Rubber-Sheeting, Non-Sibson) koordinat dönüşümüdür. Bu çalışma için oluşturulan 1/1000 ölçekli pafta A, B, C ve D olmak üzere dört ana alt bölüme ayrılmıştır. Uygulanan dört farklı dönüşüm yöntemi değerlendirme aşamasında tüm pafta, A, B, C ve D olmak üzere toplam 5 farklı bölümde incelenmiştir. Yapılan dört farklı dönüşüm sonuçları tüm pafta için değerlendirildiğinde, elde edilen değerler çizelge 5.1’ de verilmiştir.

Çizelge 5.1: Tüm pafta için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.

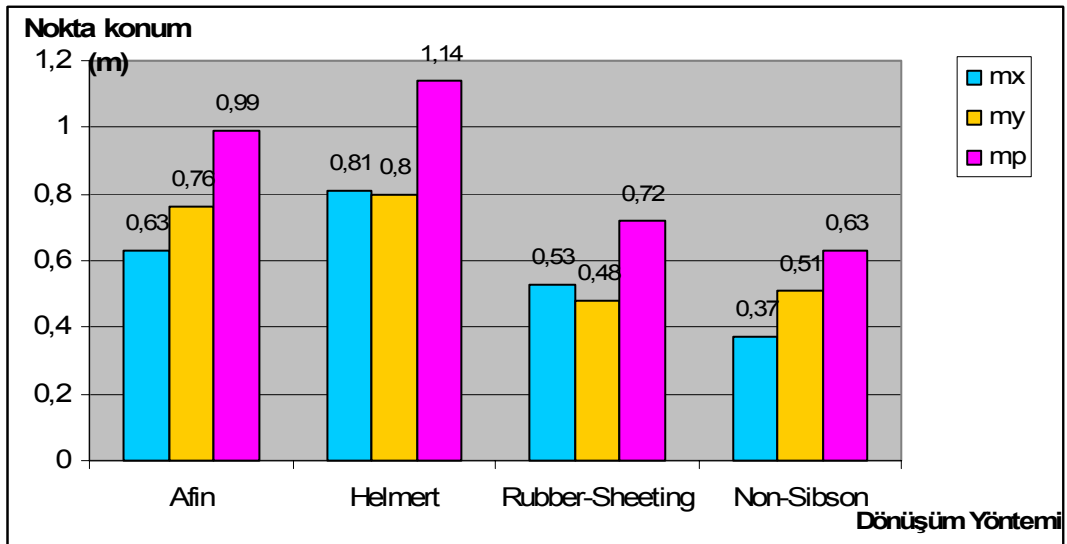
	Ort. Mutlak x (m)	Ort. Mutlak y (m)	m_x (m)	m_y (m)	m_p (m)
Afin	0,49	0,61	0,63	0,76	0,99
Helmert	0,68	0,64	0,81	0,80	1,14
Rubber-Sheeting	0,43	0,38	0,53	0,48	0,72
Non-Sibson	0,29	0,32	0,37	0,51	0,63

Yapılan dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x değeri, ortalama mutlak y değeri m_x , m_y ve nokta konum doğruluğu m_p değerleri çizelge 5.1 ‘de verilmiştir. Burada verilen değerler tüm pafta için hesaplanan değerlerdir.



Şekil 5.1: Tüm pafta için uygulanan dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.

Şekil 5.1’deki değerlerin karşılaştırılması tüm pafta için yapılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma sonucu elde edilen ortalama mutlak x değeri için en iyi sonucu 0,29 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,43 m ile Rubber-Sheeting, 0,49 m ile Afin ve 0,68 m ile Helmert dönüşümü vermektedir. Yine elde edilen değerlere bakıldığında, ortalama mutlak y değeri için en iyi sonucu 0,32 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,38 m ile Rubber-Sheeting, 0,49 m ile Afin ve 0,64 m ile Helmert yöntemi vermektedir.



Şekil 5.2: Tüm pafta için uygulanan dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.

Şekil 5.2’ deki değerlerin karşılaştırılması tüm pafta için yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucu en iyi m_x değerini 0,37 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Bu sonucu 0,53 m ile Rubber-Sheeting, 0,63 m ile Afin ve 0,81 m ile Helmert yöntemi takip etmektedir. m_y değeri için en iyi sonuç 0,48 m ile Rubber-Sheeting yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,51 m ile Non-Sibson, 0,76 m ile Afin ve 0,8 m ile Helmert yöntemi sonuçları gelmektedir. Tüm paftadaki noktaların, nokta konum değerleri olan m_p değerlerine bakıldığında en iyi sonucu 0,63 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Bu sonucu 0,72 m ile Rubber-Sheeting, 0,99 m ile Afin ve 1,14 m ile Helmert dönüşüm yöntemi takip etmektedir. Tüm pafta için uygulanan yöntemlerin nokta konum doğruluk sonuçları incelendiğinde lokal dönüşüm yöntemlerinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

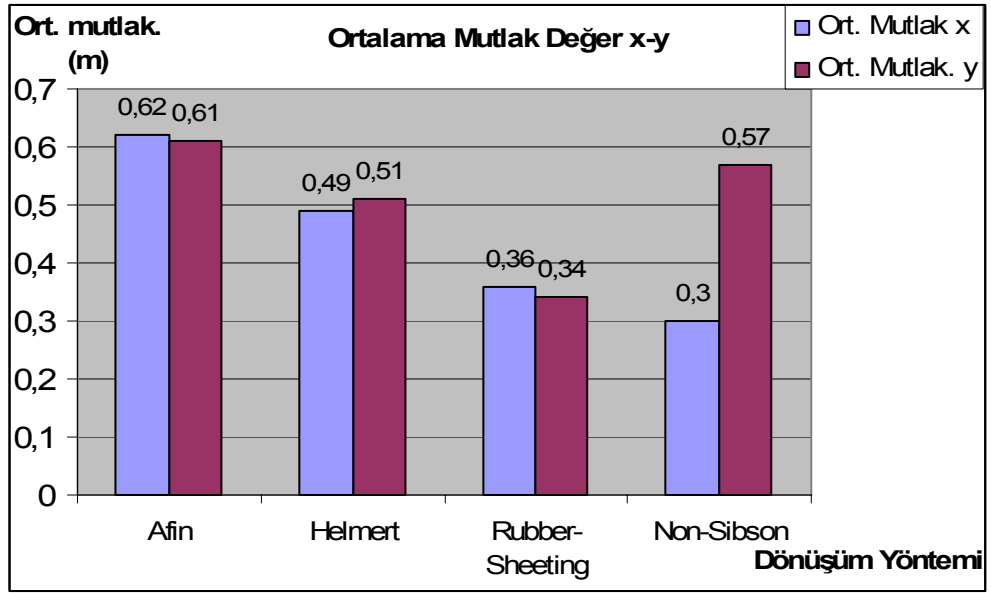
Uygulanan dönüşüm yöntemlerinin lokal deformasyonlar üzerindeki etkilerini ve sonuçlarını görmek için çalışma paftası A, B, C ve D olmak üzere dört ana alt bölüme ayrılmıştır. Yapılan dönüşümlerin sonuçları bu dört ana alt bölüm için ayrı ayrı incelenmiştir.

Uygulanan dört farklı dönüşüm yönteminin A bölümü için elde edilen sonuçları çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2 A bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.

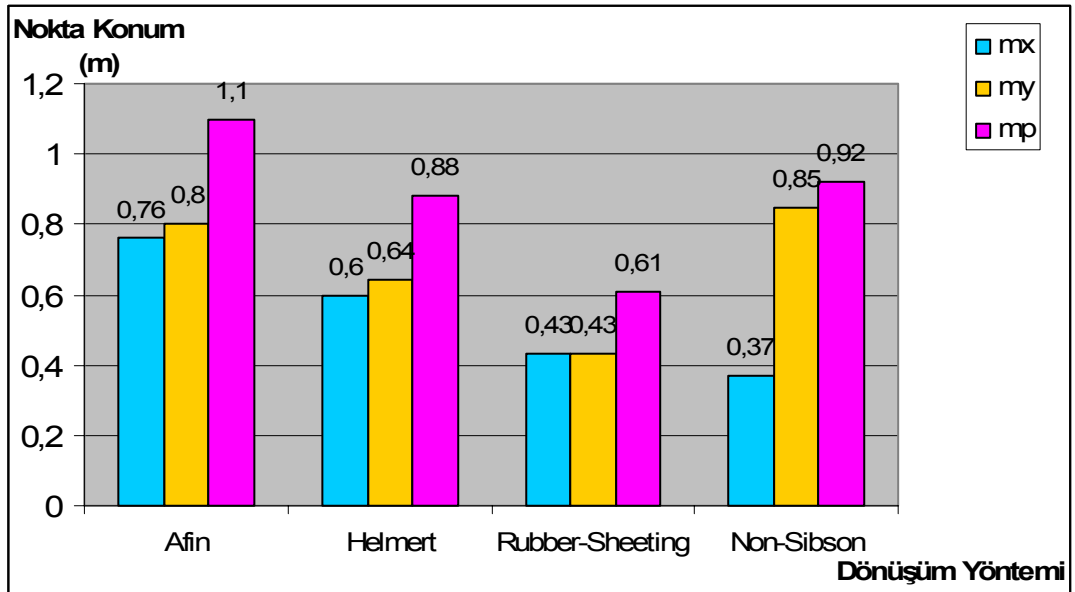
	Ort. Mutlak x(m)	Ort. Mutlak y(m)	m_x (m)	m_y (m)	m_p (m)
Afin	0,62	0,61	0,76	0,80	1,10
Helmert	0,49	0,51	0,60	0,64	0,88
Rubber-Sheeting	0,36	0,34	0,43	0,43	0,61
Non-Sibson	0,30	0,57	0,37	0,85	0,92

Yapılan dönüşümler sonucu A bölümü için elde edilen ortalama mutlak x değeri, ortalama mutlak y değeri m_x , m_y ve nokta konum doğruluğu m_p değerleri çizelge 4.2 ‘de verilmiştir. Burada verilen değerler dört ana bölümden birincisi olan, A bölümü için elde edilen sonuçlardır.



Şekil 5.3: A bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.

Şekil 5.3’ deki değerlerin karşılaştırılması A bölümü için yapılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma sonucu elde edilen ortalama mutlak x değeri için en iyi sonucu 0,30 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,36 m ile Rubber-Sheeting, 0,49 m ile Helmert ve 0,62 m ile Afin dönüşümü vermektedir. Yine elde edilen değerlere bakıldığında, ortalama mutlak y değeri için en iyi sonucu 0,34 m ile Rubber-Sheeting yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,51 m ile Helmert, 0,57 m ile Non-Sibson ve 0,61 m ile Afin dönüşüm yöntemi vermektedir.



Şekil 5.4: A bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.

Şekil 5.4’ deki değerlerin karşılaştırılması A bölgesi için yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucu en iyi m_x değerini 0,37 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Bu sonucu 0,43 m ile Rubber-Sheeting, 0,76 m ile Afin ve 0,60 m ile Helmert yöntemi takip etmektedir. m_y değeri için en iyi sonuç 0,43 m ile Rubber-Sheeting yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,64 m ile Helmert, 0,80 m ile Afin ve 0,85 m ile Non-Sibson yönteminin sonuçları gelmektedir. A bölgesindeki noktalardan elde edilen m_p değerlerine bakıldığında en iyi sonucu 0,61 m ile Rubber-Sheeting yöntemi vermektedir. Bu sonucu 0,88 m ile Helmert, 0,92 m ile Non-Sibson ve 1,10 m ile Afin dönüşüm yöntemi takip etmektedir.

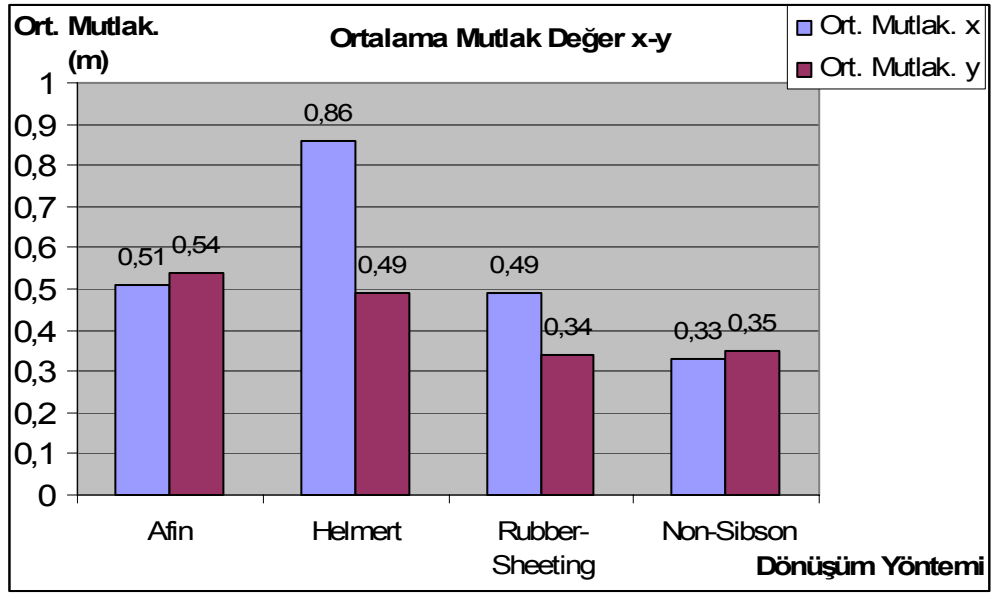
A bölümünde bulunan 53. ve 55. noktalarda Non-Sibson yöntemi ile yapılan dönüşümlerde elde edilen koordinatların y değerlerinde bir sapma olduğu görülmektedir. Noktalardaki sapma sonucu Non-Sibson yönteminin m_y ve m_p değerleri olması gereken çok üstünde hesaplanmıştır. Yapılan hesaplardan 53. ve 55. noktalar çıkarıldığı zaman elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri olması gereken değerlere ulaşmaktadır. A bölümündeki bu iki noktanın y koordinat değerinde oluşturduğu sapma nedeniyle Non-Sibson ile elde edilen nokta konum doğruluğu 0,92 m olarak bulunmuştur.

Uygulanan dört farklı dönüşüm yönteminin B bölümü için elde edilen sonuçları çizelge 5.5’de verilmiştir

Çizelge 5.5 B bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.

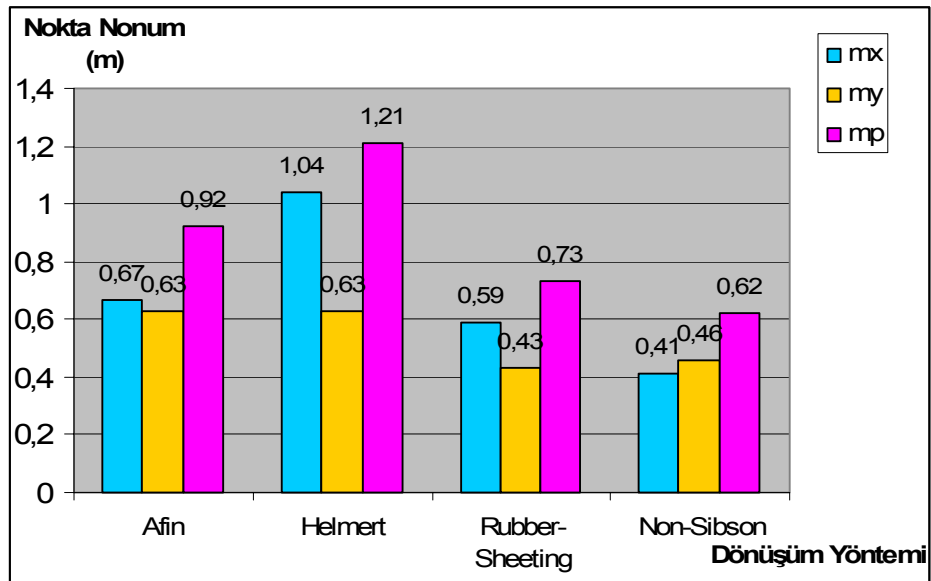
	Ort. Mutlak x (m)	Ort. Mutlak y(m)	m_x (m)	m_y (m)	m_p (m)
Afin	0,51	0,54	0,67	0,63	0,92
Helmert	0,86	0,49	1,04	0,63	1,21
Rubber-Sheeting	0,49	0,34	0,59	0,43	0,73
Non-Sibson	0,33	0,35	0,41	0,46	0,62

Yapılan dönüşümler sonucu B bölümü için elde edilen; ortalama mutlak x değeri, ortalama mutlak y değeri m_x , m_y ve nokta konum doğruluğu m_p değerleri çizelge 5.5 ‘de verilmiştir.



Şekil 5.5: B bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.

Şekil 5.5’ deki değerlerin karşılaştırılması B bölümü için yapılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma sonucu elde edilen ortalama mutlak x değeri için en iyi sonucu 0,33 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,49m ile Rubber-Sheeting, 0,51 m ile Afin ve 0,86 m ile Hemlert dönüşümü vermektedir. Yine elde edilen değerlere bakıldığında, ortalama mutlak y değeri için en iyi sonucu 0,34 m ile Rubber-Sheeting yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,35 m ile Non-Sibson, 0,49 m ile Helmert ve 0,54 m ile Afin dönüşüm yöntemi vermektedir.



Şekil 5.6: B bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.

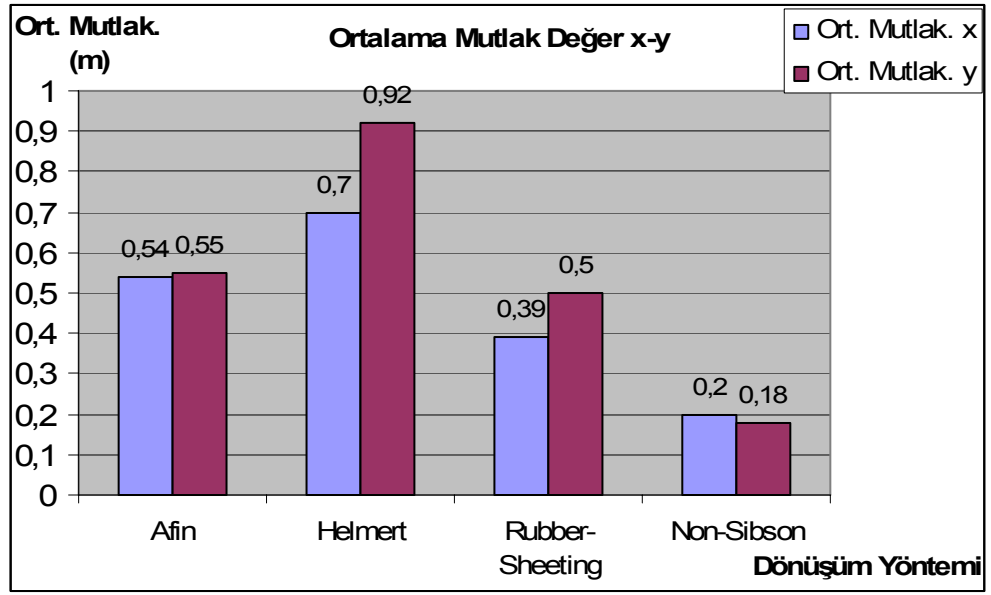
Şekil 5.6' daki değerlerin karşılaştırılması B bölgesi için yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucu en iyi m_x değerini 0,41 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Bu sonucu 0,59 m ile Rubber-Sheeting, 0,67 m ile Afin ve 1,04 m ile Helmert yöntemi takip etmektedir. m_y değeri için en iyi sonucu 0,43 m ile Rubber-Sheeting yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,46 m ile Non-Sibson, 0,63 m ile Afin ve Helmert yönteminin sonuçları gelmektedir. B bölgesindeki noktalardan elde edilen m_p değerlerine bakıldığında en iyi sonucu 0,62 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Bu sonucu 0,73 m ile Rubber-Sheeting, 0,92 m ile Afin ve 1,21 m ile Helmert dönüşüm yöntemi takip etmektedir. B bölümde de nokta konum doğruluğu olarak en iyi sonucu lokal dönüşüm yöntemlerinden Non-Sibson yöntemi $m_p = 0,62$ olarak hesaplanmıştır.

Uygulanan dört farklı dönüşüm yönteminin C bölümü için elde edilen sonuçları çizelge 5.4'de verilmiştir.

Çizelge 5.6 C bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.

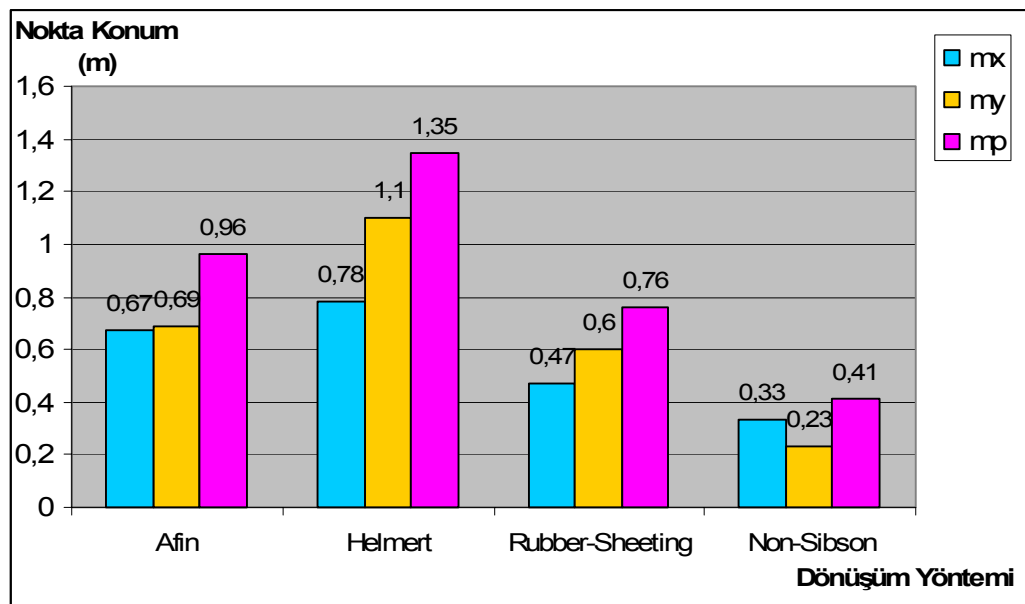
	Ort. Mutlak x(m)	Ort. Mutlak y(m)	m_x (m)	m_y (m)	m_p (m)
Afin	0,54	0,55	0,67	0,69	0,96
Helmert	0,70	0,92	0,78	1,10	1,35
Rubber-Sheeting	0,39	0,50	0,47	0,60	0,76
Non-Sibson	0,2	0,18	0,33	0,23	0,41

Yapılan dönüşümler sonucu C bölümü için elde edilen; ortalama mutlak x değeri, ortalama mutlak y değeri m_x , m_y ve nokta konum doğruluğu m_p değerleri çizelge 5.6'da verilmiştir.



Şekil 5.7: C bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.

Şekil 5.7’ deki değerlerin karşılaştırılması C bölümü için yapılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma sonucu elde edilen ortalama mutlak x değeri için en iyi sonucu 0,20 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,39m ile Rubber-Sheeting, 0,54 m ile Afin ve 0,70 m ile Helmert dönüşümü vermektedir. Yine elde edilen değerlere bakıldığında, ortalama mutlak y değeri için en iyi sonucu 0,18 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,50 m ile Rubber-Sheeting, 0,55 m ile Afin ve 0,92 m ile Helmert dönüşüm yöntemi vermektedir.



Şekil 5.8: C bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.

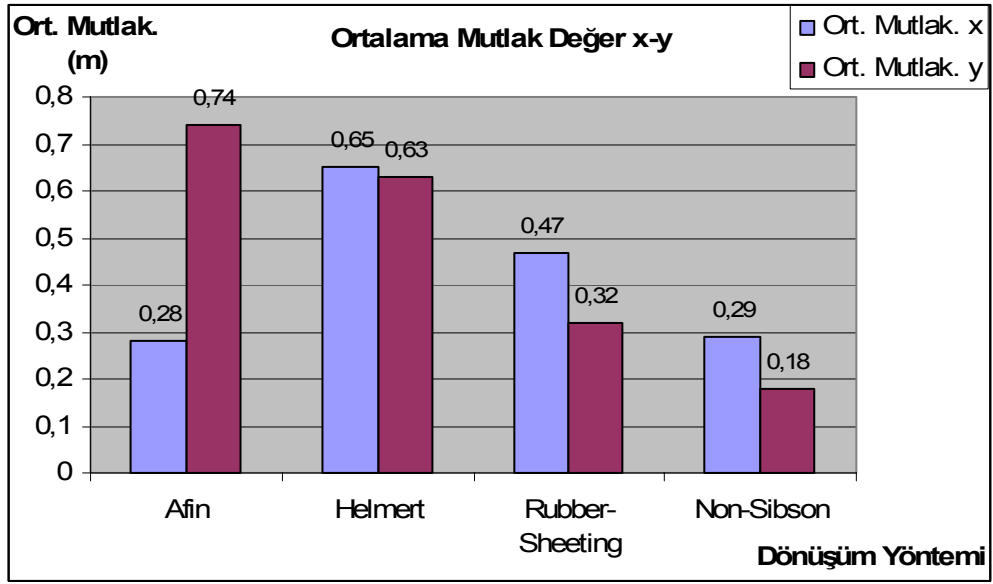
Şekil 5.8’ deki değerlerin karşılaştırılması C bölgesi için yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucu en iyi m_x değerini 0,33 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Bu sonucu 0,47 m ile Rubber-Sheeting, 0,67 m ile Afin ve 0,78 m ile Helmert yöntemi takip etmektedir. m_y değeri için en iyi sonucu 0,23 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,60 m ile Rubber-Sheeting, 0,69 m ile Afin ve 1,10 m ile Helmert yönteminin sonuçları gelmektedir. C bölgesindeki noktalardan elde edilen m_p değerlerine bakıldığında en iyi sonucu 0,41 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Bu sonucu 0,76 m ile Rubber-Sheeting, 0,96 m ile Afin ve 1,35 m ile Helmert dönüşüm yöntemi takip etmektedir. C bölümünde de nokta konum doğruluğu lokal koordinat dönüşüm yöntemlerinden Non-Sibson yöntemi en iyi sonucu vermiştir.

Uygulanan dört farklı dönüşüm yönteminin D bölümü için elde edilen sonuçları çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7 D bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen değerler.

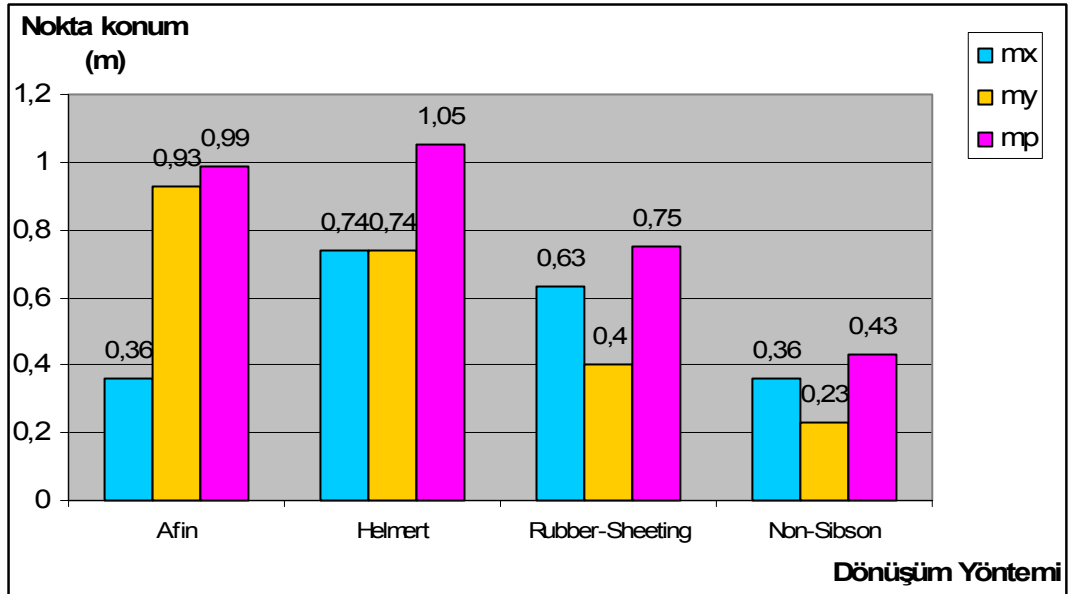
	Ort. Mutlak x (m)	Ort. Mutlak y (m)	m_x (m)	m_y (m)	m_p (m)
Afin	0,28	0,74	0,36	0,93	0,99
Helmert	0,65	0,63	0,74	0,74	1,05
Rubber-Sheeting	0,47	0,32	0,63	0,40	0,75
Non-Sibson	0,29	0,18	0,36	0,23	0,43

Yapılan dönüşümler sonucu D bölümü için elde edilen; ortalama mutlak x değeri, ortalama mutlak y değeri m_x , m_y ve nokta konum doğruluğu m_p değerleri çizelge 5.7’de verilmiştir.



Şekil 5.9: D bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen ortalama mutlak x-y değerleri.

Şekil 5.9’ deki değerlerin karşılaştırılması D bölümü için yapılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma sonucu elde edilen ortalama mutlak x değeri için en iyi sonucu 0,28 m ile Afin yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,29m ile Non-Sibson, 0,47 m ile Rubber-Sheeting ve 0,65 m ile Helmert dönüşümü vermektedir. Yine elde edilen değerlere bakıldığında, ortalama mutlak y değeri için en iyi sonucu 0,18 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,32 m ile Rubber-Sheeting, 0,63 m ile Helmert ve 0,74 m ile Afin dönüşüm yöntemi vermektedir.



Şekil 5.10: D bölümü için dönüşümler sonucu elde edilen m_x , m_y ve m_p değerleri.

Şekil 5.10' daki değerlerin karşılaştırılması D bölgesi için yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucu en iyi m_x değerini 0,36 m ile Non-Sibson ve Afin yöntemleri vermektedir. Bu sonucu 0,63 m ile Rubber-Sheeting, ve 0,74 m ile Helmert yöntemi takip etmektedir. m_y değeri için en iyi sonucu 0,23 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Daha sonra 0,40 m ile Rubber-Sheeting, 0,74 m ile Helmert ve 0,93 m ile Afin yönteminin sonuçları gelmektedir. D bölgesindeki yapılan hesapların sonuçlarına bakıldığında noktaların m_p değerleri için en iyi sonucu 0,43 m ile Non-Sibson yöntemi vermektedir. Bu sonucu 0,75 m ile Rubber-Sheeting, 0,99 m ile Afin ve 1,05 m ile Helmert dönüşüm yöntemi takip etmektedir. D bölgesi için nokta konum doğruluğunu olan m_p değerlerini en iyi lokal dönüşüm yöntemlerinden biri olan Non-Sibson yöntemi vermiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Harita ve altlıkta bulunan deformasyona, ortak nokta sayısına ve bu ortak noktaların dağılımına göre en uygun koordinat dönüşüm yöntemi seçilir. Oluşmuş olan deformasyon haritanın tamamına etki etmemiş olabilir. Bu durumda lokal koordinat dönüşüm yöntemleri kullanılmalıdır. Gerçekleştirilen çalışmada, lokal deformasyonlarının lokal koordinat dönüşüm yöntemleri ve global koordinat dönüşüm yöntemleri ile hesaplanması ve elde edilen sonuçların karşılaştırılması ele alınmıştır. Hazırlanan paftada bulunan deformasyonlar lokal bazda değişiklik gösterdiğinden nokta konum doğruluğu m_p tüm pafta için ve dört ana alt bölüm için ayrı ayrı hesaplanmış ve incelenmiştir.

Yapılan çalışmada lokal koordinat dönüşüm yöntemlerinin global koordinat dönüşüm yöntemlerine nazaran daha iyi sonuç verdiği elde edilen değerlerden çıkarılabilmektedir. Uygulanan lokal koordinat dönüşüm sistemlerinden Non-Sibson lokal koordinat dönüşüm yönteminin Rubber-Sheeting lokal koordinat dönüşüm yöntemine göre daha iyi sonuç vermiştir. Bu bağlamda bir haritada ya da altlıkta oluşmuş deformasyonlar lokal bazda farklılık gösteriyorsa, bunların düzeltilebilmesi ve ya en aza indirilmesi için kullanılması gereken dönüşüm yöntemi lokal koordinat dönüşümleridir. Bu çalışmanın konusu olan lokal koordinat dönüşümü olan Non-Sibson yöntemi, bu çalışma için en iyi sonucu vermiş ve lokal bazdaki deformasyonlar için kullanılabilir ve iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Yapılan dönüşümler gerek tüm pafta için gerek alt bölümlere ayrılmış şekilde incelendiğinde lokal koordinat dönüşümlerinin global koordinat dönüşümlerine nazaran daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Altlığın bir bölümü çeşitli nedenlerle deformasyona uğramışsa, bu bölüm ayrı bir pafta gibi düşünülmeli ve tüm paftadan ayrı olarak koordinat dönüşümü uygulanmalıdır. Afin ve Helmert dönüşümü global dönüşüm sistemi olduğundan paftanın bir kısmı diğer kısımlarına nazaran daha fazla deformasyon içeriyorsa, bu pafta için Afin ya da Helmert dönüşümü uygulanmamalıdır. Bu yöntemler paftayı bir bütün olarak ele alıp düzeltme getirdikleri için lokal bazdaki deformasyonlarda

etkisiz kalmaktadır. Global dönüşümler paftanın her bir bölümüne aynı düzeltemeyi getirmektedir. Bu nedenle Helmert ve Afin gibi global koordinat dönüşümleri lokal deformasyonlar için yeterli ve doğru sonuç vermemektedir. Çünkü belli bir bölgedeki deformasyonun giderilmesi için yapılan global dönüşümler, tüm paftaya etki etmekte ve deformasyon olmayan bölgelere de düzeltme getirilmektedir. Bu da doğru olan bilginin değişmesine neden olmaktadır.

Lokal deformasyonlar için lokal koordinat dönüşüm yöntemleri uygulanmalıdır. Fazla deformasyon içeren bölgelerle, daha az deformasyon içeren bölgeler aynı dönüşüm yöntemi ile dönüştürülmemelidir. Lokal dönüşüm sistemleri ile bu sorun ortadan kaldırılarak, lokal bazdaki deformasyonların düzeltilmesi ya da en aza indirgenmesi hedeflenmektedir. Pafta ortak nokta sayısına, bu noktaların konumuna ve deformasyon bölgesine göre alt bölümlere ayrılır. Bu alt bölümlere lokal koordinat dönüşüm yöntemleri uygulanarak lokal deformasyonlar düzeltilmektedir. Harita ve altlıkların içerdiği lokal deformasyonlar, lokal dönüşüm yöntemleri kullanılarak lokal bazda düzeltmeler yapılarak düzeltilerek global dönüşüm yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar vermektedir.

KAYNAKLAR

- Ayar, A., 2009. *Non-Sibson Enterpolasyon Yöntemiyle Yerel Geoit Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ceylan, A., Mutluoğlu, Ö., Günaslan, R., 2005. 10. *Türkiye Harita Bilimsel Kurultayı, 1/1000 Ölçekli Kadastro Paftalarının Kartografik Yöntemlerle Sayısal Hale Dönüştürülmesi ve Doğruluk Analizi*, 28 Mart-1 Nisan 2005, Ankara.
- Çepni S., M., 2004. *Jeodezik Dönüşümlerde Sürekliliğin İrdelenmesi*, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demirel, H., 2005. *Dengeleme Hesabı*, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, İstanbul.
- Gillman, D.,W., 2001. *Triangulations for Rubber-Sheeting*, Bureau of Census Washington, Reserch Division, 07.03.2009.
<http://mapcontext.com/autocarto/proceedings/autocarto7/pdf/triangulations-for-rubber-sheeting.pdf>.
- İnal, C., Turgut, B., ve Yiğit,C., 2002. *Lokal Alanlarda Jeoit Ondülasyonlarının Belirlenmesinde Kullanılan Enterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması*, Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğreniminde 30. yıl Sempozyumu, Konya.
- İpbüker, C., 1999. *Topografik ve Tematik Haritaların Yapımına Veri Kaynağı Oluşturacak Uydu Görüntülerinin Dönüşüm Yöntemi ve Analizi*, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kurşun, H., 1997. *Sayısal Haritaların Coğrafi Bilgi Sisteminde Kullanılması ve Koordinat Transformasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Netcad 5.0, 2007.*Map-Hesap-Surf Kullanma Kılavuzu*, Başak Matbaacılık, Ankara
- Selvi, H. Z., Bildirici, Ö, Yerci, M., 2007. *Büyük Ölçekli Verilerde Yol Eksenlerinin Üçgenleme Yöntemiyle Otomatik Olarak Oluşturulması*, Jeoinformasyon ve arazi Yönetimi Dergisi
- Şehsuvaroğlu, S., 2000. *Coğrafi Bilgi Sisteminde Etkileşimli Olarak Renkli Raster Görüntüden Vektör Veriye Dönüşüm İçin Bir Arayüz Tasarımı ve Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Turgut, B., İnal, C.,2003. *Nokta Konum Duyarlıklarının İki ve Üç Boyutlu Koordinat Dönüşümüne Etkisi*, 26.02.2009,
http://www.harita.selcuk.edu.tr/arsiv/calistay2003/18Turgut_Inal.pdf

Uluğtekin, N., 1993. *Kadaastro Paftalarının Geometrik Niteliğinin Yükseltilmesinde ve Yenilenmesinde Homojenleştirme Algoritmaları*, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

URL-1 <<http://blog.leventdal.com/2007/07/voronoi-diyagram.html>>, 25.02.2009

URL-2 <<http://mathworld.wolfram.com/AffineTransformation.html>>, 10.02.1009

URL3<http://www.dokumanlar.com/dosya.asp?islem=gor&dosya_no=165394>, alındığı tarih 10.02.2009

URL-4<http://en.wikipedia.org/wiki/Delaunay_triangulation>, alındığı tarih 26.02.2009

URL-5<<http://www.tkgm.gov.tr/ana.php?Sayfa=yonetmelikdetay&Id=51>>, alındığı tarih 01.05.2009

URL-6< <http://www.hkmo.org.tr/genel/>> alındığı tarih 01.05.2009

Yanalak, M., 1997. *Sayısal Arazi Modellerinden Hacim Hesaplarında En Uygun Enterpolasyon Yönteminin Araştırılması*, Doktora Tezi, İ.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yanalak, M., İpbüker, C., Coşkun, M. Z., Bildirici, I. O., 2005. *New local transformation method: non-sibsonian transformation*

White, M., S., and Griffin, P., 1985. *Piecewise Linear Rubber- Sheeting Map Transformation*.

EKLER

EK A.1: 1/1000 ölçekli pafta

EK A.2: Ana noktaların orijinal koordinat değerleri

EK A.3: Ara noktaların orijinal koordinat değerleri

EK A.4: Ana noktaların deformasyon sonrası koordinat değerleri

EK A.5: Ara noktaların deformasyon sonrası koordinat değerleri

EK A.6: Noktaların Afin dönüşümü sonrası koordinat değerleri

EK A.7: Noktaların Helmert dönüşümü sonrası koordinat değerleri

EK A.8: Noktaların Rubber-Sheeting dönüşümü sonrası koordinat değerleri

EK A.9: Noktaların Non-Sibson dönüşümü sonrası koordinat değerleri

EK A.1

Çizelge A.1: 1/1000 ölçekli pafta

EK A.2**Çizelge A.2** Ana noktaların orijinal koordinatları değerleri.

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
1000	0,00	0,00	1024	100,00	100,00
1001	100,00	0,00	1025	200,00	100,00
1002	200,00	0,00	1026	300,00	100,00
1003	300,00	0,00	1027	400,00	100,00
1004	400,00	0,00	1028	500,00	100,00
1005	500,00	0,00	1029	600,00	100,00
1006	600,00	0,00	1030	600,00	200,00
1007	700,00	0,00	1031	600,00	300,00
1008	700,00	100,00	1032	600,00	400,00
1009	700,00	200,00	1033	500,00	400,00
1010	700,00	300,00	1034	400,00	400,00
1011	700,00	400,00	1035	300,00	400,00
1012	700,00	500,00	1036	200,00	400,00
1013	600,00	500,00	1037	100,00	400,00
1014	500,00	500,00	1038	100,00	300,00
1015	400,00	500,00	1039	100,00	200,00
1016	300,00	500,00	1040	200,00	200,00
1017	200,00	500,00	1041	300,00	200,00
1018	100,00	500,00	1042	400,00	200,00
1019	0,00	500,00	1043	500,00	200,00
1020	0,00	400,00	1044	500,00	300,00
1021	0,00	300,00	1045	400,00	300,00
1022	0,00	200,00	1046	300,00	300,00
1023	0,00	100,00	1047	200,00	300,00

EK A.3**Çizelge A.3** Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri.

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
1	20,00	0,00	48	320,00	20,00
2	40,00	0,00	49	300,00	20,00
3	60,00	0,00	50	280,00	20,00
4	80,00	0,00	51	260,00	20,00
5	120,00	0,00	52	240,00	20,00
6	140,00	0,00	53	220,00	20,00
7	160,00	0,00	54	200,00	20,00
8	180,00	0,00	55	180,00	20,00
9	220,00	0,00	56	160,00	20,00
10	240,00	0,00	57	140,00	20,00
11	260,00	0,00	58	120,00	20,00
12	280,00	0,00	59	100,00	20,00
13	320,00	0,00	60	80,00	20,00
14	340,00	0,00	61	60,00	20,00
15	360,00	0,00	62	40,00	20,00
16	380,00	0,00	63	20,00	20,00
17	420,00	0,00	64	0,00	20,00
18	440,00	0,00	65	0,00	40,00
19	460,00	0,00	66	20,00	40,00
20	480,00	0,00	67	40,00	40,00
21	520,00	0,00	68	60,00	40,00
22	540,00	0,00	69	80,00	40,00
23	560,00	0,00	70	100,00	40,00
24	580,00	0,00	71	120,00	40,00
25	620,00	0,00	72	140,00	40,00
26	640,00	0,00	73	160,00	40,00
27	660,00	0,00	74	180,00	40,00
28	680,00	0,00	75	200,00	40,00
29	700,00	20,00	76	220,00	40,00
30	680,00	20,00	77	240,00	40,00
31	660,00	20,00	78	260,00	40,00
32	640,00	20,00	79	280,00	40,00
33	620,00	20,00	80	300,00	40,00
34	600,00	20,00	81	320,00	40,00
35	580,00	20,00	82	340,00	40,00
36	560,00	20,00	83	360,00	40,00
37	540,00	20,00	84	380,00	40,00
38	520,00	20,00	85	400,00	40,00
39	500,00	20,00	86	420,00	40,00
40	480,00	20,00	87	440,00	40,00
41	460,00	20,00	88	460,00	40,00
42	440,00	20,00	89	480,00	40,00
43	420,00	20,00	90	500,00	40,00
44	400,00	20,00	91	520,00	40,00
45	380,00	20,00	92	540,00	40,00
46	360,00	20,00	93	560,00	40,00
47	340,00	20,00	94	580,00	40,00

Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
95	600,00	40,00	144	140,00	80,00
96	620,00	40,00	145	160,00	80,00
97	640,00	40,00	146	180,00	80,00
98	660,00	40,00	147	200,00	80,00
99	680,00	40,00	148	220,00	80,00
100	700,00	40,00	149	240,00	80,00
101	700,00	60,00	150	260,00	80,00
102	680,00	60,00	151	280,00	80,00
103	660,00	60,00	152	300,00	80,00
104	640,00	60,00	153	320,00	80,00
105	620,00	60,00	154	340,00	80,00
106	600,00	60,00	155	360,00	80,00
107	580,00	60,00	156	380,00	80,00
108	560,00	60,00	157	400,00	80,00
109	540,00	60,00	158	420,00	80,00
110	520,00	60,00	159	440,00	80,00
111	500,00	60,00	160	460,00	80,00
112	480,00	60,00	161	480,00	80,00
113	460,00	60,00	162	500,00	80,00
114	440,00	60,00	163	520,00	80,00
115	420,00	60,00	164	540,00	80,00
116	400,00	60,00	165	560,00	80,00
117	380,00	60,00	166	580,00	80,00
118	360,00	60,00	167	600,00	80,00
119	340,00	60,00	168	620,00	80,00
120	320,00	60,00	169	640,00	80,00
121	300,00	60,00	170	660,00	80,00
122	280,00	60,00	171	680,00	80,00
123	260,00	60,00	172	700,00	80,00
124	240,00	60,00	173	680,00	100,00
125	220,00	60,00	174	660,00	100,00
126	200,00	60,00	175	640,00	100,00
127	180,00	60,00	176	620,00	100,00
128	160,00	60,00	177	580,00	100,00
129	140,00	60,00	178	560,00	100,00
130	120,00	60,00	179	540,00	100,00
131	100,00	60,00	180	520,00	100,00
132	80,00	60,00	181	480,00	100,00
133	60,00	60,00	182	460,00	100,00
134	40,00	60,00	183	440,00	100,00
135	20,00	60,00	184	420,00	100,00
136	0,00	60,00	185	380,00	100,00
137	0,00	80,00	186	360,00	100,00
138	20,00	80,00	187	340,00	100,00
139	40,00	80,00	188	320,00	100,00
140	60,00	80,00	189	280,00	100,00
141	80,00	80,00	190	260,00	100,00
142	100,00	80,00	191	240,00	100,00
143	120,00	80,00	192	220,00	100,00

Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
193	180,00	100,00	242	600,00	140,00
194	160,00	100,00	243	580,00	140,00
195	140,00	100,00	244	560,00	140,00
196	120,00	100,00	245	540,00	140,00
197	80,00	100,00	246	520,00	140,00
198	60,00	100,00	247	500,00	140,00
199	40,00	100,00	248	480,00	140,00
200	20,00	100,00	249	460,00	140,00
201	0,00	120,00	250	440,00	140,00
202	20,00	120,00	251	420,00	140,00
203	40,00	120,00	252	400,00	140,00
204	60,00	120,00	253	380,00	140,00
205	80,00	120,00	254	360,00	140,00
206	100,00	120,00	255	340,00	140,00
207	120,00	120,00	256	320,00	140,00
208	140,00	120,00	257	300,00	140,00
209	160,00	120,00	258	280,00	140,00
210	180,00	120,00	259	260,00	140,00
211	200,00	120,00	260	240,00	140,00
212	220,00	120,00	261	220,00	140,00
213	240,00	120,00	262	200,00	140,00
214	260,00	120,00	263	180,00	140,00
215	280,00	120,00	264	160,00	140,00
216	300,00	120,00	265	140,00	140,00
217	320,00	120,00	266	120,00	140,00
218	340,00	120,00	267	100,00	140,00
219	360,00	120,00	268	80,00	140,00
220	380,00	120,00	269	60,00	140,00
221	400,00	120,00	270	40,00	140,00
222	420,00	120,00	271	20,00	140,00
223	440,00	120,00	272	0,00	140,00
224	460,00	120,00	273	0,00	160,00
225	480,00	120,00	274	20,00	160,00
226	500,00	120,00	275	40,00	160,00
227	520,00	120,00	276	60,00	160,00
228	540,00	120,00	277	80,00	160,00
229	560,00	120,00	278	100,00	160,00
230	580,00	120,00	279	120,00	160,00
231	600,00	120,00	280	140,00	160,00
232	620,00	120,00	281	160,00	160,00
233	640,00	120,00	282	180,00	160,00
234	660,00	120,00	283	200,00	160,00
235	680,00	120,00	284	220,00	160,00
236	700,00	120,00	285	240,00	160,00
237	700,00	140,00	286	260,00	160,00
238	680,00	140,00	287	280,00	160,00
239	660,00	140,00	288	300,00	160,00
240	640,00	140,00	289	320,00	160,00
241	620,00	140,00	290	340,00	160,00

Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
291	360,00	160,00	340	80,00	180,00
292	380,00	160,00	341	60,00	180,00
293	400,00	160,00	342	40,00	180,00
294	420,00	160,00	343	20,00	180,00
295	440,00	160,00	344	0,00	180,00
296	460,00	160,00	345	20,00	200,00
297	480,00	160,00	346	40,00	200,00
298	500,00	160,00	347	60,00	200,00
299	520,00	160,00	348	80,00	200,00
300	540,00	160,00	349	120,00	200,00
301	560,00	160,00	350	140,00	200,00
302	580,00	160,00	351	160,00	200,00
303	600,00	160,00	352	180,00	200,00
304	620,00	160,00	353	220,00	200,00
305	640,00	160,00	354	240,00	200,00
306	660,00	160,00	355	260,00	200,00
307	680,00	160,00	356	280,00	200,00
308	700,00	160,00	357	320,00	200,00
309	700,00	180,00	358	340,00	200,00
310	680,00	180,00	359	360,00	200,00
311	660,00	180,00	360	380,00	200,00
312	640,00	180,00	361	420,00	200,00
313	620,00	180,00	362	440,00	200,00
314	600,00	180,00	363	460,00	200,00
315	580,00	180,00	364	480,00	200,00
316	560,00	180,00	365	520,00	200,00
317	540,00	180,00	366	540,00	200,00
318	520,00	180,00	367	560,00	200,00
319	500,00	180,00	368	580,00	200,00
320	480,00	180,00	369	620,00	200,00
321	460,00	180,00	370	640,00	200,00
322	440,00	180,00	371	660,00	200,00
323	420,00	180,00	372	680,00	200,00
324	400,00	180,00	373	700,00	220,00
325	380,00	180,00	374	680,00	220,00
326	360,00	180,00	375	660,00	220,00
327	340,00	180,00	376	640,00	220,00
328	320,00	180,00	377	620,00	220,00
329	300,00	180,00	378	600,00	220,00
330	280,00	180,00	379	580,00	220,00
331	260,00	180,00	380	560,00	220,00
332	240,00	180,00	381	540,00	220,00
333	220,00	180,00	382	520,00	220,00
334	200,00	180,00	383	500,00	220,00
335	180,00	180,00	384	480,00	220,00
336	160,00	180,00	385	460,00	220,00
337	140,00	180,00	386	440,00	220,00
338	120,00	180,00	387	420,00	220,00
339	100,00	180,00	388	400,00	220,00

Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
389	380,00	220,00	439	600,00	240,00
390	360,00	220,00	440	620,00	240,00
391	340,00	220,00	441	640,00	240,00
392	320,00	220,00	442	660,00	240,00
393	300,00	220,00	443	680,00	240,00
394	280,00	220,00	444	700,00	240,00
395	260,00	220,00	445	700,00	260,00
396	240,00	220,00	446	680,00	260,00
397	220,00	220,00	447	660,00	260,00
398	180,00	220,00	448	640,00	260,00
399	160,00	220,00	449	620,00	260,00
400	140,00	220,00	450	600,00	260,00
401	120,00	220,00	451	580,00	260,00
402	100,00	220,00	452	560,00	260,00
403	80,00	220,00	453	540,00	260,00
405	60,00	220,00	454	520,00	260,00
406	40,00	220,00	455	500,00	260,00
407	20,00	220,00	456	480,00	260,00
408	0,00	220,00	457	460,00	260,00
409	0,00	240,00	458	440,00	260,00
410	20,00	240,00	459	420,00	260,00
411	40,00	240,00	460	400,00	260,00
412	60,00	240,00	461	380,00	260,00
413	80,00	240,00	462	360,00	260,00
414	100,00	240,00	463	340,00	260,00
415	120,00	240,00	464	320,00	260,00
416	140,00	240,00	465	300,00	260,00
417	160,00	240,00	466	280,00	260,00
418	180,00	240,00	467	260,00	260,00
419	200,00	240,00	468	240,00	260,00
420	220,00	240,00	469	220,00	260,00
421	240,00	240,00	470	200,00	260,00
422	260,00	240,00	471	180,00	260,00
423	280,00	240,00	472	160,00	260,00
424	300,00	240,00	473	140,00	260,00
425	320,00	240,00	474	120,00	260,00
426	340,00	240,00	475	100,00	260,00
427	360,00	240,00	476	80,00	260,00
428	380,00	240,00	477	60,00	260,00
429	400,00	240,00	478	40,00	260,00
430	420,00	240,00	479	20,00	260,00
431	440,00	240,00	480	0,00	260,00
432	460,00	240,00	481	0,00	280,00
433	480,00	240,00	482	20,00	280,00
434	500,00	240,00	483	40,00	280,00
435	520,00	240,00	484	60,00	280,00
436	540,00	240,00	485	80,00	280,00
437	560,00	240,00	486	100,00	280,00
438	580,00	240,00	487	120,00	280,00

Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
488	140,00	280,00	537	180,00	300,00
489	160,00	280,00	538	160,00	300,00
490	180,00	280,00	539	140,00	300,00
491	200,00	280,00	540	120,00	300,00
492	220,00	280,00	541	80,00	300,00
493	240,00	280,00	542	60,00	300,00
494	260,00	280,00	543	40,00	300,00
495	280,00	280,00	544	20,00	300,00
496	300,00	280,00	545	0,00	320,00
497	320,00	280,00	546	20,00	320,00
498	340,00	280,00	547	40,00	320,00
499	360,00	280,00	548	60,00	320,00
500	380,00	280,00	549	80,00	320,00
501	400,00	280,00	550	100,00	320,00
502	420,00	280,00	551	120,00	320,00
503	440,00	280,00	552	140,00	320,00
504	460,00	280,00	553	160,00	320,00
505	480,00	280,00	554	180,00	320,00
506	500,00	280,00	555	200,00	320,00
507	520,00	280,00	556	220,00	320,00
508	540,00	280,00	557	240,00	320,00
509	560,00	280,00	558	260,00	320,00
510	580,00	280,00	559	280,00	320,00
511	600,00	280,00	560	300,00	320,00
512	620,00	280,00	561	320,00	320,00
513	640,00	280,00	562	340,00	320,00
514	660,00	280,00	563	360,00	320,00
515	680,00	280,00	564	380,00	320,00
516	700,00	280,00	565	400,00	320,00
517	680,00	300,00	566	420,00	320,00
518	660,00	300,00	567	440,00	320,00
519	640,00	300,00	568	460,00	320,00
520	620,00	300,00	569	480,00	320,00
521	580,00	300,00	570	500,00	320,00
522	560,00	300,00	571	520,00	320,00
523	540,00	300,00	572	540,00	320,00
524	520,00	300,00	573	560,00	320,00
525	480,00	300,00	574	580,00	320,00
526	460,00	300,00	575	600,00	320,00
527	440,00	300,00	576	620,00	320,00
528	420,00	300,00	577	640,00	320,00
529	380,00	300,00	578	660,00	320,00
530	360,00	300,00	579	680,00	320,00
531	340,00	300,00	580	700,00	320,00
532	320,00	300,00	581	700,00	340,00
533	280,00	300,00	582	680,00	340,00
534	260,00	300,00	583	660,00	340,00
535	240,00	300,00	584	640,00	340,00
536	220,00	300,00	585	620,00	340,00

Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
586	600,00	340,00	635	360,00	360,00
587	580,00	340,00	636	380,00	360,00
588	560,00	340,00	637	400,00	360,00
589	540,00	340,00	638	420,00	360,00
590	520,00	340,00	639	440,00	360,00
591	500,00	340,00	640	460,00	360,00
592	480,00	340,00	641	480,00	360,00
593	460,00	340,00	642	500,00	360,00
594	440,00	340,00	643	520,00	360,00
595	420,00	340,00	644	540,00	360,00
596	400,00	340,00	645	560,00	360,00
597	380,00	340,00	646	580,00	360,00
598	360,00	340,00	647	600,00	360,00
599	340,00	340,00	648	620,00	360,00
600	320,00	340,00	649	640,00	360,00
601	300,00	340,00	650	660,00	360,00
602	280,00	340,00	651	680,00	360,00
603	260,00	340,00	652	700,00	360,00
604	240,00	340,00	653	700,00	380,00
605	220,00	340,00	654	680,00	380,00
606	200,00	340,00	655	660,00	380,00
607	180,00	340,00	656	640,00	380,00
608	160,00	340,00	657	620,00	380,00
609	140,00	340,00	658	600,00	380,00
610	120,00	340,00	659	580,00	380,00
611	100,00	340,00	660	560,00	380,00
612	80,00	340,00	661	540,00	380,00
613	60,00	340,00	662	520,00	380,00
614	40,00	340,00	663	500,00	380,00
615	20,00	340,00	664	480,00	380,00
616	0,00	340,00	665	460,00	380,00
617	0,00	360,00	666	440,00	380,00
618	20,00	360,00	667	420,00	380,00
619	40,00	360,00	668	400,00	380,00
620	60,00	360,00	669	380,00	380,00
621	80,00	360,00	670	360,00	380,00
622	100,00	360,00	671	340,00	380,00
623	120,00	360,00	672	320,00	380,00
624	140,00	360,00	673	300,00	380,00
625	160,00	360,00	674	280,00	380,00
626	180,00	360,00	675	260,00	380,00
627	200,00	360,00	676	240,00	380,00
628	220,00	360,00	677	220,00	380,00
629	240,00	360,00	678	200,00	380,00
630	260,00	360,00	679	180,00	380,00
631	280,00	360,00	680	160,00	380,00
632	300,00	360,00	681	140,00	380,00
633	320,00	360,00	682	120,00	380,00
634	340,00	360,00	683	100,00	380,00

Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
684	80,00	380,00	733	380,00	420,00
685	60,00	380,00	734	360,00	420,00
686	40,00	380,00	735	340,00	420,00
687	20,00	380,00	736	320,00	420,00
688	0,00	380,00	737	300,00	420,00
689	20,00	400,00	738	280,00	420,00
690	40,00	400,00	739	260,00	420,00
691	60,00	400,00	740	240,00	420,00
692	80,00	400,00	741	220,00	420,00
693	120,00	400,00	742	200,00	420,00
694	140,00	400,00	743	180,00	420,00
695	160,00	400,00	744	160,00	420,00
696	180,00	400,00	745	140,00	420,00
697	220,00	400,00	746	120,00	420,00
698	240,00	400,00	747	100,00	420,00
699	260,00	400,00	748	80,00	420,00
700	280,00	400,00	749	60,00	420,00
701	320,00	400,00	750	40,00	420,00
702	340,00	400,00	751	20,00	420,00
703	360,00	400,00	752	0,00	420,00
704	380,00	400,00	753	0,00	440,00
705	420,00	400,00	754	20,00	440,00
706	440,00	400,00	755	40,00	440,00
707	460,00	400,00	756	60,00	440,00
708	480,00	400,00	757	80,00	440,00
709	520,00	400,00	758	100,00	440,00
710	540,00	400,00	759	120,00	440,00
711	560,00	400,00	760	140,00	440,00
712	580,00	400,00	761	160,00	440,00
713	620,00	400,00	762	180,00	440,00
714	640,00	400,00	763	200,00	440,00
715	660,00	400,00	764	220,00	440,00
716	680,00	400,00	765	240,00	440,00
717	700,00	420,00	766	260,00	440,00
718	680,00	420,00	767	280,00	440,00
719	660,00	420,00	768	300,00	440,00
720	640,00	420,00	769	320,00	440,00
721	620,00	420,00	770	340,00	440,00
722	600,00	420,00	771	360,00	440,00
723	580,00	420,00	772	380,00	440,00
724	560,00	420,00	773	400,00	440,00
725	540,00	420,00	774	420,00	440,00
726	520,00	420,00	775	440,00	440,00
727	500,00	420,00	776	460,00	440,00
728	480,00	420,00	777	480,00	440,00
729	460,00	420,00	778	500,00	440,00
730	440,00	420,00	779	520,00	440,00
731	420,00	420,00	780	540,00	440,00
732	400,00	420,00	781	560,00	440,00

Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
782	580,00	440,00	831	120,00	480,00
783	600,00	440,00	832	140,00	480,00
784	620,00	440,00	833	160,00	480,00
785	640,00	440,00	834	180,00	480,00
786	660,00	440,00	835	200,00	480,00
787	680,00	440,00	836	220,00	480,00
788	700,00	440,00	837	240,00	480,00
789	700,00	460,00	838	260,00	480,00
790	680,00	460,00	839	280,00	480,00
791	660,00	460,00	840	300,00	480,00
792	640,00	460,00	841	320,00	480,00
793	620,00	460,00	842	340,00	480,00
794	600,00	460,00	843	360,00	480,00
795	580,00	460,00	844	380,00	480,00
796	560,00	460,00	845	400,00	480,00
797	540,00	460,00	846	420,00	480,00
798	520,00	460,00	847	440,00	480,00
799	500,00	460,00	848	460,00	480,00
800	480,00	460,00	849	480,00	480,00
801	460,00	460,00	850	500,00	480,00
802	440,00	460,00	851	520,00	480,00
803	420,00	460,00	852	540,00	480,00
804	400,00	460,00	853	560,00	480,00
805	380,00	460,00	854	580,00	480,00
806	360,00	460,00	855	600,00	480,00
807	340,00	460,00	856	620,00	480,00
808	320,00	460,00	857	640,00	480,00
809	300,00	460,00	858	660,00	480,00
810	280,00	460,00	859	680,00	480,00
811	260,00	460,00	860	700,00	480,00
812	240,00	460,00	861	680,00	500,00
813	220,00	460,00	862	660,00	500,00
814	200,00	460,00	863	640,00	500,00
815	180,00	460,00	864	620,00	500,00
816	160,00	460,00	865	580,00	500,00
817	140,00	460,00	866	560,00	500,00
818	120,00	460,00	867	540,00	500,00
819	100,00	460,00	868	520,00	500,00
820	80,00	460,00	869	480,00	500,00
821	60,00	460,00	870	460,00	500,00
822	40,00	460,00	871	440,00	500,00
823	20,00	460,00	872	420,00	500,00
824	0,00	460,00	873	380,00	500,00
825	0,00	480,00	874	360,00	500,00
826	20,00	480,00	875	340,00	500,00
827	40,00	480,00	876	320,00	500,00
828	60,00	480,00	877	280,00	500,00
829	80,00	480,00	878	260,00	500,00
830	100,00	480,00	879	240,00	500,00

Çizelge A.3 Ara noktaların orijinal koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y
880	220,00	500,00
881	180,00	500,00
882	160,00	500,00
883	140,00	500,00
884	120,00	500,00
885	80,00	500,00
886	60,00	500,00
887	40,00	500,00
888	20,00	500,00

EK A.4**Çizelge A.4** Ana noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri.

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
1000	0,00	0,00	1024	100,40	97,40
1001	99,98	-2,17	1025	198,53	99,26
1002	199,21	2,10	1026	299,09	98,70
1003	300,18	-2,21	1027	399,31	98,88
1004	400,93	-1,22	1028	500,79	99,20
1005	502,55	-0,92	1029	601,08	99,58
1006	603,26	0,00	1030	600,33	198,98
1007	703,90	3,39	1031	599,51	298,59
1008	699,36	101,63	1032	599,67	398,00
1009	699,99	198,31	1033	499,02	398,55
1010	700,08	298,37	1034	397,54	398,69
1011	699,17	398,91	1035	297,37	399,22
1012	696,93	499,54	1036	197,33	397,86
1013	599,09	498,29	1037	97,47	396,98
1014	499,21	498,82	1038	98,79	296,67
1015	397,54	499,56	1039	99,15	196,86
1016	297,17	500,16	1040	198,80	198,15
1017	196,19	498,16	1041	298,51	198,27
1018	96,86	497,28	1042	398,56	198,94
1019	-5,10	496,59	1043	499,27	199,06
1020	-3,83	394,99	1044	499,55	298,93
1021	-2,58	294,99	1045	398,47	298,50
1022	-1,66	195,45	1046	297,40	298,64
1023	0,15	96,65	1047	197,96	298,13

EK A.5**Çizelge A.5** Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri.

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
1	19,74	-0,21	48	319,82	17,84
2	39,72	-0,99	49	299,91	17,68
3	59,71	-1,00	50	279,78	17,61
4	79,84	-1,48	51	259,42	17,90
5	119,11	-1,89	52	239,60	17,74
6	139,32	-1,91	53	219,34	17,63
7	159,10	-2,28	54	199,14	18,03
8	179,06	-2,38	55	179,33	18,02
9	219,56	-2,41	56	159,08	17,94
10	239,78	-2,45	57	139,36	17,78
11	259,77	-2,59	58	119,43	18,19
12	279,97	-1,92	59	100,27	17,80
13	320,26	-2,23	60	80,36	17,96
14	340,13	-1,69	61	60,39	18,16
15	360,58	-1,43	62	40,25	17,84
16	380,74	-1,51	63	20,51	18,38
17	421,08	-1,12	64	0,60	18,55
18	441,91	-1,12	65	0,84	37,77
19	462,11	-1,23	66	20,55	37,58
20	482,46	-1,17	67	40,43	37,69
21	522,65	-0,80	68	60,38	37,76
22	542,65	-0,37	69	80,61	37,63
23	562,83	-0,74	70	100,37	37,70
24	582,90	-0,35	71	119,68	37,52
25	623,57	0,40	72	139,18	38,00
26	643,92	1,09	73	159,22	37,72
27	663,76	1,81	74	179,28	37,79
28	683,79	2,81	75	199,10	38,09
29	703,13	22,92	76	219,33	37,83
30	683,19	22,20	77	239,38	37,63
31	663,16	21,25	78	259,28	37,62
32	643,22	20,73	79	279,54	37,42
33	623,01	20,55	80	299,97	37,39
34	602,88	19,61	81	319,74	37,73
35	582,54	19,85	82	339,64	38,65
36	562,37	19,79	83	360,05	38,62
37	542,33	19,33	84	380,05	38,67
38	522,42	19,34	85	400,37	39,05
39	502,14	19,35	86	421,10	38,78
40	482,16	19,10	87	441,54	38,89
41	461,86	19,01	88	461,89	39,06
42	441,65	18,77	89	482,13	38,90
43	421,21	19,25	90	501,94	39,20
44	400,47	18,72	91	522,24	39,17
45	380,40	18,35	92	541,95	39,09
46	360,21	18,61	93	562,15	38,96
47	339,86	18,35	94	582,12	39,35

Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
95	602,49	39,19	142	100,60	77,39
96	622,67	39,78	143	119,40	77,67
97	642,81	40,26	144	139,40	77,72
98	662,51	40,61	145	159,46	77,93
99	682,43	41,72	146	179,19	78,10
100	702,27	42,55	147	199,02	78,73
101	701,15	61,95	148	219,11	78,78
102	681,22	61,26	149	239,11	78,65
103	661,49	60,66	150	259,04	78,58
104	641,97	59,93	151	279,13	78,40
105	621,71	59,92	152	299,16	78,14
106	601,46	59,84	153	318,83	78,57
107	581,38	59,67	154	338,69	78,39
108	561,31	59,37	155	359,16	78,94
109	541,42	59,27	156	379,25	78,93
110	521,06	59,25	157	399,64	78,73
111	501,25	59,08	158	420,17	79,54
112	481,54	58,72	159	440,50	79,22
113	461,21	59,22	160	460,77	78,84
114	440,97	59,06	161	481,01	79,29
115	420,47	59,12	162	500,85	79,27
116	399,90	59,11	163	520,98	79,36
117	379,51	58,89	164	541,14	79,44
118	359,43	58,84	165	561,43	79,34
119	339,20	58,65	166	581,24	79,41
120	319,37	57,86	167	601,23	79,67
121	299,43	57,71	168	621,44	79,66
122	279,24	58,29	169	641,76	79,94
123	259,00	58,50	170	661,72	80,27
124	239,28	58,39	171	680,72	81,20
125	219,21	58,49	172	700,39	82,00
126	199,11	58,25	173	680,07	100,92
127	179,38	58,00	174	660,97	99,52
128	159,39	58,10	175	641,46	99,78
129	139,50	57,84	176	621,33	99,37
130	119,96	57,86	177	581,25	99,28
131	100,74	57,65	178	561,30	99,27
132	80,94	57,75	179	540,96	99,29
133	60,68	57,31	180	520,94	98,98
134	40,72	56,92	181	480,85	99,18
135	21,26	56,49	182	460,60	99,09
136	1,06	56,38	183	440,45	99,17
137	0,71	75,94	184	420,11	98,84
138	20,76	76,53	185	379,11	98,83
139	40,43	76,74	186	358,79	98,73
140	60,40	77,08	187	338,54	98,21
141	80,85	77,00	188	318,84	98,38

Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
189	279,06	98,73	236	699,63	118,24
190	259,04	98,55	237	699,61	138,47
191	239,08	98,68	238	679,58	138,69
192	219,23	98,91	239	660,73	139,05
193	179,21	98,31	240	640,79	139,42
194	159,35	97,86	241	620,84	139,15
195	139,55	97,45	242	600,81	139,16
196	119,31	97,42	243	580,52	139,28
197	80,39	97,18	244	560,36	139,29
198	59,94	96,84	245	540,33	139,02
199	40,31	96,43	246	519,97	139,07
200	20,32	96,36	247	499,79	138,71
201	-0,15	115,68	248	480,37	138,88
202	20,07	115,98	249	460,36	138,57
203	40,08	116,20	250	440,04	138,48
204	59,89	116,54	251	419,52	138,69
205	80,09	117,03	252	398,83	138,61
206	99,86	116,96	253	378,44	138,71
207	119,38	117,25	254	358,42	138,54
208	139,19	117,58	255	338,26	138,56
209	159,45	117,52	256	318,50	138,31
210	179,40	117,96	257	298,59	138,06
211	199,27	118,17	258	279,41	138,04
212	219,22	118,65	259	259,20	138,23
213	239,23	118,42	260	239,34	138,18
214	258,91	117,95	261	219,15	138,57
215	279,24	118,28	262	199,13	137,88
216	298,56	118,17	263	179,28	137,56
217	318,67	117,96	264	159,19	137,30
218	338,59	118,30	265	139,02	137,10
219	358,99	118,52	266	119,44	137,03
220	378,90	118,61	267	99,94	136,80
221	399,06	118,77	268	79,82	136,62
222	419,68	118,62	269	59,72	136,35
223	440,18	118,60	270	39,59	135,99
224	460,49	118,98	271	19,74	135,64
225	480,80	118,54	272	-0,76	136,03
226	500,19	118,41	273	-1,27	155,01
227	520,55	118,71	274	19,28	155,17
228	540,71	119,13	275	39,02	155,42
229	560,86	118,74	276	59,24	155,94
230	580,82	119,28	277	79,82	156,32
231	600,88	119,36	278	99,98	156,84
232	621,13	119,11	279	119,35	156,90
233	641,11	119,46	280	138,93	156,94
234	660,90	119,50	281	159,12	157,54
235	679,63	118,81	282	179,32	157,41

Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
283	198,99	158,10	331	259,31	177,95
284	219,33	158,14	332	239,06	178,34
285	239,39	158,19	333	219,08	178,50
286	259,38	158,17	334	198,85	178,19
287	279,44	158,28	335	178,80	177,66
288	298,83	157,94	336	159,04	177,66
289	318,49	158,32	337	138,80	177,24
290	338,25	158,22	338	118,86	177,18
291	358,44	158,30	339	99,73	176,80
292	378,42	158,50	340	79,44	176,52
293	398,66	158,60	341	59,23	175,74
294	419,29	158,63	342	39,26	175,83
295	440,02	158,50	343	19,27	175,53
296	460,23	158,72	344	-1,19	175,36
297	480,26	158,39	345	19,18	195,74
298	499,63	158,38	346	39,03	195,80
299	519,75	158,82	347	59,22	196,41
300	540,17	158,73	348	79,32	196,62
301	560,60	158,77	349	118,89	197,14
302	580,45	159,12	350	138,92	197,56
303	600,29	159,01	351	158,59	197,54
304	620,39	159,16	352	178,81	197,83
305	640,44	159,29	353	219,08	198,53
306	660,37	159,09	354	239,18	198,35
307	679,54	158,71	355	258,81	198,05
308	699,71	158,37	356	279,00	198,55
309	699,72	178,39	357	318,57	198,75
310	679,62	178,69	358	338,58	198,77
311	660,32	179,01	359	358,36	198,83
312	640,22	179,19	360	378,36	198,96
313	620,25	179,21	361	419,41	198,85
314	600,20	178,93	362	439,77	198,79
315	580,44	179,03	363	459,99	198,98
316	560,39	178,98	364	479,96	199,23
317	539,95	178,98	365	519,62	198,66
318	519,63	178,69	366	539,90	199,06
319	499,66	178,62	367	560,22	199,24
320	479,96	178,70	368	580,32	198,91
321	460,16	178,76	369	620,23	199,05
322	439,74	178,80	370	640,33	198,98
323	419,18	178,95	371	660,32	199,03
324	398,55	178,77	372	679,63	198,57
325	378,22	178,83	373	700,09	218,46
326	358,20	178,68	374	679,75	218,75
327	338,27	178,84	375	660,23	218,90
328	318,56	178,43	376	640,29	219,12
329	298,68	178,33	377	620,24	219,09
330	279,53	178,38	378	600,02	219,34

Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
379	579,92	219,38	427	358,16	238,97
380	559,87	219,10	428	378,22	238,73
381	539,60	219,13	429	398,40	239,18
382	519,51	219,09	430	419,28	239,11
383	499,20	219,35	431	439,71	239,13
384	479,90	219,53	432	460,12	239,31
385	459,93	219,39	433	479,88	239,64
386	439,63	218,99	434	499,31	239,35
387	419,17	219,10	435	519,38	239,10
388	398,66	218,96	436	539,66	239,13
389	378,18	219,31	437	559,70	239,31
390	358,46	219,01	438	580,00	239,36
391	338,34	218,91	439	600,15	239,34
392	318,43	218,53	440	619,94	239,24
393	298,31	218,38	441	640,29	238,97
394	278,64	218,40	442	660,24	239,05
395	258,50	218,36	443	679,88	238,59
396	238,92	218,40	444	700,17	238,54
397	218,66	218,38	445	700,24	258,57
398	198,73	218,33	446	680,01	258,69
399	178,60	217,79	447	660,24	259,09
400	158,77	217,62	448	640,18	259,10
401	138,64	217,18	449	620,05	259,21
402	118,88	217,21	450	599,97	259,00
403	99,41	216,93	451	579,92	259,06
404	78,93	216,27	452	559,88	259,21
405	58,69	215,92	453	539,67	259,22
406	38,73	215,71	454	519,50	259,35
407	18,84	215,59	455	499,40	259,33
408	-1,66	215,41	456	480,02	259,09
409	-1,86	235,62	457	460,31	258,95
410	18,49	235,58	458	439,83	258,95
411	38,31	235,81	459	419,28	258,89
412	58,25	236,13	460	398,59	258,63
413	78,94	236,48	461	378,30	258,96
414	99,07	236,91	462	358,21	259,08
415	118,48	237,07	463	338,04	258,96
416	138,45	237,35	464	318,02	258,89
417	158,64	237,50	465	297,91	258,44
418	178,70	237,76	466	278,60	258,56
419	198,60	238,10	467	258,37	258,83
420	218,83	238,45	468	238,20	258,68
421	238,68	238,35	469	218,27	258,32
422	258,50	238,53	470	198,60	258,44
423	278,68	238,26	471	178,51	258,12
424	298,16	238,43	472	158,67	257,72
425	318,25	238,47	473	138,83	257,72
426	337,98	238,72	474	118,60	257,53

Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
475	98,83	256,76	523	539,75	299,39
476	78,66	256,63	524	519,50	299,16
477	58,18	256,30	525	479,68	298,70
478	38,22	255,98	526	459,72	298,67
479	18,12	255,85	527	439,47	298,73
480	-2,29	255,72	528	418,80	298,49
481	-2,56	275,16	529	378,28	298,50
482	18,12	275,42	530	358,47	298,87
483	37,96	275,75	531	337,90	298,66
484	58,44	276,45	532	317,75	298,71
485	78,73	276,66	533	278,45	298,38
486	99,03	276,92	534	258,24	298,42
487	118,35	277,38	535	238,15	298,29
488	138,45	277,63	536	218,05	298,35
489	158,27	277,88	537	178,05	297,92
490	178,18	277,88	538	158,03	297,84
491	198,34	277,96	539	138,18	297,66
492	218,37	278,28	540	118,04	297,15
493	238,21	278,27	541	78,41	296,50
494	258,37	278,60	542	58,19	295,91
495	278,73	278,47	543	37,72	295,71
496	297,92	278,60	544	18,01	295,44
497	318,01	278,65	545	-3,26	314,90
498	338,11	278,80	546	17,42	315,28
499	358,40	278,65	547	37,45	315,48
500	378,43	278,60	548	58,00	315,76
501	398,27	278,60	549	78,02	316,52
502	419,08	278,60	550	98,44	316,77
503	439,95	278,53	551	117,69	317,16
504	459,86	278,41	552	137,92	317,49
505	479,83	278,86	553	157,64	317,42
506	499,41	279,31	554	177,73	317,92
507	519,49	279,32	555	198,02	318,06
508	539,59	279,43	556	217,81	318,27
509	559,83	279,06	557	237,91	318,27
510	579,80	279,12	558	257,81	318,47
511	599,69	279,18	559	278,28	318,53
512	619,93	279,12	560	297,52	318,73
513	639,96	279,05	561	317,76	318,90
514	660,04	279,05	562	337,92	318,83
515	680,02	278,67	563	358,21	318,92
516	700,28	278,61	564	378,30	318,79
517	679,96	298,51	565	398,47	318,60
518	660,09	298,91	566	418,87	318,33
519	639,88	298,74	567	439,38	318,41
520	619,66	298,70	568	459,66	318,52
521	580,07	298,87	569	479,77	318,73
522	560,02	298,89	570	499,27	318,92

Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
571	519,37	318,51	618	16,82	355,30
572	539,59	318,33	619	37,11	355,74
573	559,83	318,40	620	57,40	356,20
574	579,79	318,34	621	77,63	356,72
575	599,50	318,39	622	97,80	357,17
576	619,73	318,40	623	117,43	357,75
577	639,95	318,34	624	137,28	357,30
578	659,92	318,46	625	157,24	357,69
579	680,01	318,45	626	177,59	357,82
580	699,97	318,29	627	197,57	358,21
581	699,84	338,56	628	217,66	358,39
582	680,02	338,57	629	237,50	358,40
583	659,92	338,57	630	257,80	358,54
584	639,64	338,63	631	277,69	358,72
585	619,64	338,56	632	297,33	359,07
586	600,02	338,30	633	317,56	359,33
587	579,85	338,38	634	337,59	359,18
588	559,71	338,37	635	357,78	359,12
589	539,60	338,50	636	377,91	358,92
590	519,37	338,50	637	397,75	358,66
591	499,15	338,81	638	418,24	358,61
592	479,57	338,50	639	439,11	358,66
593	459,47	338,70	640	459,22	358,65
594	439,12	338,56	641	479,25	358,68
595	418,50	338,50	642	499,29	358,73
596	397,96	338,63	643	519,45	358,53
597	378,04	338,89	644	539,78	358,53
598	358,08	339,02	645	559,90	358,47
599	337,66	339,27	646	579,88	358,54
600	317,50	339,15	647	599,83	358,53
601	297,34	339,01	648	619,59	358,52
602	277,95	338,81	649	639,69	358,54
603	257,60	338,50	650	659,59	358,72
604	237,62	338,57	651	679,69	358,66
605	217,66	338,47	652	699,59	358,85
606	197,58	338,24	653	699,47	378,75
607	177,72	337,92	654	679,56	378,55
608	157,63	337,59	655	659,53	378,56
609	137,53	337,33	656	639,69	378,37
610	117,69	337,59	657	619,53	378,23
611	98,12	337,21	658	599,56	378,24
612	77,78	336,82	659	579,67	378,44
613	57,15	336,17	660	559,77	378,50
614	37,19	335,84	661	539,59	378,57
615	17,08	335,65	662	519,25	378,37
615	17,08	335,65	663	499,08	378,50
616	-3,46	335,32	664	479,10	378,63
617	-3,39	355,30	665	459,02	378,63

Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
666	438,85	378,70	714	639,38	398,52
667	418,11	378,56	715	659,53	398,66
668	397,76	378,77	716	679,37	398,74
669	377,58	378,96	717	698,86	419,16
670	357,95	379,15	718	678,85	418,89
671	337,66	379,42	719	659,01	418,76
672	317,44	379,34	720	639,23	418,31
673	297,41	379,22	721	619,21	418,17
674	277,70	378,89	722	599,37	418,17
675	257,73	378,44	723	579,46	418,24
676	237,51	378,38	724	559,57	418,50
677	217,72	378,18	725	539,60	418,62
678	197,18	377,71	726	519,42	418,63
679	177,34	377,79	727	499,21	418,69
680	157,24	377,53	728	479,05	418,69
681	137,08	377,07	729	458,95	418,84
682	117,18	377,08	730	438,47	418,95
683	97,61	376,81	731	417,78	418,95
684	77,76	376,55	732	397,62	418,89
685	57,27	376,03	733	377,79	419,02
686	36,66	375,58	734	357,82	419,08
687	16,63	375,32	735	337,65	419,14
688	-3,54	374,92	736	317,44	419,35
689	16,82	395,47	737	297,27	419,34
690	36,98	395,88	738	277,89	419,01
691	57,35	396,06	739	257,59	418,57
692	77,70	396,54	740	237,50	418,45
693	116,98	396,98	741	217,40	418,06
694	137,14	397,16	742	197,44	417,85
695	157,11	397,49	743	177,21	417,27
696	177,34	397,69	744	156,98	417,01
697	217,60	397,89	745	137,08	417,01
698	237,50	398,47	746	116,79	416,76
699	257,73	398,73	747	97,08	416,30
700	277,95	399,12	748	77,43	416,17
701	317,51	399,38	749	57,47	415,71
702	337,79	399,13	750	36,60	415,47
703	358,02	399,25	751	16,69	415,38
704	377,87	398,98	752	-4,02	415,12
705	417,92	398,86	753	-4,04	435,88
706	438,53	398,86	754	16,37	435,80
707	458,83	398,79	755	36,52	435,93
708	478,92	398,60	756	57,28	436,33
709	519,30	398,48	757	77,06	436,52
710	539,60	398,73	758	96,95	436,78
711	559,69	398,60	759	116,53	436,65
712	579,79	398,53	760	136,49	437,04
713	619,47	398,34	761	156,99	437,50

Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
762	176,95	437,62	810	277,82	459,73
763	197,04	438,07	811	257,34	459,27
764	217,47	438,40	812	237,17	459,02
765	237,44	438,80	813	217,21	458,56
766	257,47	438,92	814	196,98	458,24
767	277,82	439,38	815	176,81	457,73
768	297,20	439,50	816	156,47	457,20
769	317,43	439,50	817	136,37	457,00
770	337,66	439,57	818	116,53	456,75
771	357,82	439,44	819	97,03	456,62
772	377,52	439,18	820	77,24	456,94
773	397,50	439,19	821	56,63	456,49
774	417,92	439,19	822	36,27	456,23
775	438,60	439,06	823	16,05	456,10
776	458,81	439,05	824	-4,63	456,03
777	479,11	438,85	825	-4,69	476,38
778	499,14	438,77	826	15,79	476,39
779	519,37	438,80	827	35,76	476,58
780	539,47	438,85	828	56,43	476,78
781	559,57	438,73	829	77,12	477,10
782	579,66	438,46	830	96,95	477,10
783	599,17	438,28	831	116,40	477,10
784	619,01	438,27	832	136,11	477,30
785	638,90	438,33	833	156,20	477,55
786	658,76	438,66	834	176,37	477,81
787	678,59	438,92	835	196,47	478,34
788	698,36	439,38	836	216,95	478,66
789	697,84	459,40	837	237,11	479,31
790	678,20	459,02	838	257,21	479,38
791	658,43	458,76	839	277,76	479,83
792	638,73	458,37	840	297,27	480,08
793	618,82	458,24	841	317,37	479,89
794	599,23	458,49	842	337,53	479,76
795	579,53	458,64	843	357,69	479,70
796	559,69	458,63	844	377,40	479,56
797	539,66	459,01	845	397,49	479,57
798	519,38	458,82	846	417,91	479,50
799	499,28	459,03	847	438,47	479,36
800	479,24	459,01	848	459,08	479,23
801	459,02	459,15	849	479,31	479,17
802	438,47	459,28	850	499,21	478,79
803	417,92	459,39	851	519,31	478,79
804	397,56	459,40	852	539,66	478,91
805	377,40	459,54	853	559,69	478,79
806	357,69	459,53	854	579,40	478,60
807	337,59	459,66	855	599,25	478,60
808	317,37	459,80	856	618,69	478,41
809	297,15	459,78	857	638,53	478,65

Çizelge A.5 Ara noktaların deformasyon sonrası koordinatları değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
858	658,23	478,92	874	357,69	499,66
859	678,07	479,04	875	337,78	499,73
860	697,39	479,31	876	317,50	500,05
861	677,60	499,18	877	277,69	500,05
862	657,64	499,09	878	256,95	499,60
863	638,14	498,69	879	236,78	499,22
864	618,42	498,43	880	216,62	498,80
865	579,34	498,54	881	176,30	497,78
866	559,49	498,56	882	155,94	497,59
867	539,55	498,81	883	135,97	497,27
868	519,24	498,82	884	116,34	497,12
869	479,19	498,87	885	76,53	497,14
870	458,97	499,09	886	56,11	496,94
871	438,59	499,27	887	35,44	496,75
872	417,85	499,40	888	15,40	496,75
873	377,39	499,53			

EK A.6**Çizelge A.6** Noktaların Afin dönüşümü sonrası koordinat değerleri.

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
30	21,72	681,29	151	79,71	279,10
33	20,31	621,32	153	79,71	318,66
35	19,78	580,99	156	79,83	378,87
38	19,50	521,08	158	80,27	419,65
40	19,43	480,96	161	79,78	480,26
43	19,82	420,23	163	79,70	520,09
45	19,08	379,56	166	79,50	580,14
48	18,81	319,20	168	79,59	620,20
50	18,75	279,29	171	80,89	679,27
53	19,00	219,07	202	118,43	21,25
55	19,56	179,20	205	119,23	81,06
58	19,97	119,52	207	119,30	120,21
60	19,89	80,58	210	119,78	180,02
63	20,56	20,96	212	120,31	219,71
67	39,84	40,94	215	119,69	279,51
68	39,83	60,82	217	119,21	318,80
72	39,76	139,34	220	119,62	378,82
73	39,39	159,32	222	119,46	419,44
77	38,98	239,19	225	119,14	480,35
78	38,89	259,02	227	119,16	519,96
82	39,60	339,10	230	119,48	580,01
83	39,49	359,43	232	119,15	620,18
87	39,43	440,64	235	118,61	678,47
88	39,52	460,91	239	138,98	659,79
92	39,22	540,68	240	139,44	639,93
93	39,02	560,82	244	139,63	559,78
97	39,99	641,20	245	139,44	539,82
98	40,27	660,83	249	139,30	460,13
103	60,38	659,96	250	139,30	439,88
104	59,72	640,51	254	139,69	358,56
108	59,49	560,13	255	139,79	338,47
109	59,46	540,31	259	139,78	259,69
113	59,73	460,38	260	139,80	239,90
114	59,66	440,22	264	139,25	160,03
118	59,77	358,96	265	139,13	139,93
119	59,66	338,81	269	138,70	60,90
123	59,83	258,89	270	138,41	40,85
124	59,80	239,24	275	157,90	40,42
128	59,83	159,63	276	158,34	60,58
129	59,65	139,81	280	159,02	139,99
133	59,44	61,27	281	159,55	160,11
134	59,12	41,38	285	159,87	240,10
138	78,86	21,64	286	159,77	260,02
141	79,10	81,51	290	159,50	338,61
143	79,62	119,94	291	159,50	358,72
146	79,81	179,52	295	159,38	440,01
148	80,33	219,30	296	159,51	460,16

Çizelge A.6 Noktaların Afin dönüşümü sonrası koordinat değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
300	159,20	539,80	452	259,88	560,20
301	159,20	560,17	453	259,97	540,06
305	159,36	639,73	457	260,02	460,98
306	159,08	659,58	458	260,10	440,57
310	178,66	678,90	462	260,56	359,25
313	179,42	619,75	463	260,52	339,14
315	179,39	580,08	467	260,71	259,76
318	179,29	519,49	468	260,64	239,66
320	179,47	479,97	472	260,00	160,41
323	179,97	419,40	473	260,08	140,64
325	180,01	378,58	477	258,97	60,27
328	179,85	319,14	478	258,74	40,38
330	179,96	280,25	482	278,31	20,50
333	180,32	220,01	485	279,31	80,90
335	179,63	179,86	487	279,87	120,38
338	179,40	120,14	490	280,13	180,00
340	178,90	80,86	492	280,38	220,05
343	178,14	20,89	495	280,32	280,19
374	218,82	679,34	497	280,35	319,34
377	219,41	620,05	500	280,05	379,54
379	219,86	579,87	502	279,89	420,05
382	219,81	519,67	505	279,91	480,58
384	220,41	480,21	507	280,20	520,11
387	220,22	419,69	510	279,76	580,19
389	220,60	378,85	512	279,60	620,18
392	220,06	319,31	515	278,90	680,05
394	220,09	279,66	546	318,29	20,10
397	220,30	219,89	549	319,28	80,48
399	219,88	179,97	551	319,76	120,02
402	219,54	120,46	554	320,29	179,85
404	218,76	80,65	556	320,48	219,79
407	218,31	20,76	559	320,49	280,05
411	238,52	40,31	561	320,70	319,38
412	238,76	60,18	564	320,35	379,71
416	239,66	140,11	566	319,73	420,14
417	239,72	160,22	569	319,88	480,82
421	240,25	239,99	571	319,50	520,28
422	240,36	259,74	574	319,08	580,48
426	240,22	338,94	576	318,99	620,27
427	240,40	359,04	579	318,79	680,34
431	240,22	440,31	583	339,05	660,47
432	240,32	460,64	584	339,19	640,27
436	239,82	539,90	588	339,26	560,62
437	239,92	559,87	589	339,46	540,58
441	239,26	640,17	593	339,99	460,74
442	239,26	660,05	594	339,93	440,46
447	259,35	660,19	598	340,72	359,71
448	259,45	640,21	599	341,05	339,37

Çizelge A.6 Noktaların Afin dönüşümü sonrası koordinat değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
603	340,60	259,59	746	419,64	119,87
604	340,75	239,69	748	419,21	80,64
608	340,09	159,97	751	418,66	20,12
609	339,91	139,94	755	439,18	40,03
613	339,07	59,84	756	439,50	60,71
614	338,82	39,94	760	439,89	139,65
619	358,78	40,01	761	440,27	160,07
620	359,15	60,24	765	441,25	240,25
624	359,93	139,84	766	441,30	260,21
625	360,24	159,73	770	441,62	340,12
629	360,63	239,71	771	441,41	360,21
630	360,69	259,93	775	440,70	440,69
634	361,01	339,45	776	440,62	460,83
635	360,88	359,56	780	440,09	541,20
639	360,08	440,60	781	439,88	561,23
640	360,00	460,64	785	439,17	640,28
644	359,55	540,91	786	439,42	660,06
645	359,41	560,96	791	459,58	659,88
649	359,16	640,47	792	459,26	640,25
650	359,26	660,30	796	459,84	561,50
654	379,06	680,35	797	460,30	541,55
657	378,98	620,52	801	460,77	461,20
659	379,35	580,81	802	460,98	440,72
662	379,52	520,60	806	461,56	360,22
664	379,95	480,60	807	461,77	340,20
667	380,12	419,83	811	461,70	260,23
669	380,68	379,45	812	461,53	240,13
672	381,31	319,52	816	460,03	159,70
674	381,01	279,92	817	459,91	139,68
677	380,55	220,15	821	459,72	60,22
679	380,32	179,91	822	459,54	39,93
682	379,85	119,96	826	479,84	19,67
684	379,47	80,68	829	480,31	80,78
687	378,49	19,76	831	480,15	119,93
718	419,51	679,93	834	480,62	179,69
721	419,03	620,50	836	481,30	220,13
723	419,26	580,90	839	482,23	280,73
726	419,89	521,08	841	482,13	320,20
728	420,12	480,85	844	481,57	380,02
731	420,62	419,80	846	481,34	420,38
733	420,85	379,95	849	480,77	481,56
736	421,43	319,82	851	480,22	521,41
738	421,25	280,41	854	479,79	581,29
741	420,53	220,12	856	479,43	620,44
743	419,91	180,07	859	479,84	679,61

EK A.7**Çizelge A.7** Noktaların Helmert dönüşümü sonrası koordinat değerleri.

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
30	22,23	682,54	151	80,48	279,33
33	20,91	622,44	153	80,44	318,97
35	20,42	582,02	156	80,49	379,31
38	20,22	521,98	158	80,88	420,18
40	20,20	481,77	161	80,30	480,94
43	20,67	420,90	163	80,17	520,85
45	19,98	380,14	166	79,91	581,03
48	19,78	319,64	168	79,94	621,18
50	19,77	279,65	171	81,17	680,39
53	20,10	219,30	202	119,37	20,81
55	20,70	179,34	205	120,10	80,75
58	21,19	119,52	207	120,12	119,99
60	21,17	80,50	210	120,51	179,94
63	21,90	20,74	212	121,00	219,71
67	41,08	40,72	215	120,30	279,64
68	41,04	60,65	217	119,78	319,02
72	40,87	139,34	220	120,11	379,17
73	40,48	159,36	222	119,91	419,89
77	39,98	239,41	225	119,51	480,93
78	39,86	259,29	227	119,47	520,63
82	40,47	339,55	230	119,72	580,82
83	40,33	359,92	232	119,34	621,08
87	40,17	441,31	235	118,74	679,49
88	40,24	461,63	239	139,05	660,73
92	39,84	541,58	240	139,52	640,82
93	39,61	561,76	244	139,81	560,49
97	40,48	642,32	245	139,65	540,49
98	40,73	661,99	249	139,61	460,62
103	60,76	661,08	250	139,64	440,33
104	60,13	641,58	254	140,12	358,82
108	60,00	561,02	255	140,25	338,69
109	60,00	541,16	259	140,34	259,73
113	60,37	461,05	260	140,38	239,90
114	60,32	440,85	264	139,93	159,85
118	60,53	359,41	265	139,84	139,71
119	60,44	339,21	269	139,51	60,51
123	60,72	259,12	270	139,25	40,41
124	60,71	239,42	275	158,65	39,94
128	60,84	159,63	276	159,07	60,13
129	60,68	139,77	280	159,65	139,72
133	60,57	61,06	281	160,15	159,89
134	60,28	41,12	285	160,37	240,05
138	79,97	21,29	286	160,25	260,02
141	80,13	81,30	290	159,88	338,79
143	80,59	119,80	291	159,86	358,94
146	80,71	179,52	295	159,63	440,42
148	81,18	219,39	296	159,74	460,61

Çizelge A.7 Noktaların Helmert dönüşümü sonrası koordinat değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
300	159,33	540,43	452	259,58	560,65
301	159,27	560,84	453	259,69	540,46
305	159,37	640,57	457	259,84	461,21
306	159,06	660,47	458	259,95	440,75
310	178,54	679,80	462	260,51	359,24
313	179,37	620,51	463	260,49	339,10
315	179,39	580,75	467	260,78	259,53
318	179,37	520,03	468	260,74	239,39
320	179,59	480,41	472	260,19	159,96
323	180,16	419,72	473	260,30	140,15
325	180,26	378,80	477	259,30	59,60
328	180,17	319,23	478	259,09	39,67
330	180,33	280,25	482	278,61	19,70
333	180,76	219,88	485	279,52	80,23
335	180,13	179,64	487	280,04	119,80
338	179,97	119,78	490	280,22	179,55
340	179,52	80,42	492	280,41	219,69
343	178,84	20,32	495	280,28	279,97
374	218,54	680,15	497	280,26	319,20
377	219,20	620,72	500	279,90	379,54
379	219,70	580,45	502	279,68	420,14
382	219,72	520,12	505	279,62	480,80
384	220,37	480,57	507	279,87	520,42
387	220,25	419,91	510	279,36	580,64
389	220,68	378,98	512	279,14	620,72
392	220,22	319,31	515	278,38	680,73
394	220,30	279,57	546	318,42	19,21
397	220,59	219,66	549	319,34	79,73
399	220,21	179,66	551	319,76	119,35
402	219,95	120,02	554	320,21	179,32
404	219,22	80,12	556	320,36	219,34
407	218,85	20,10	559	320,29	279,74
411	238,95	39,65	561	320,45	319,16
412	239,16	59,56	564	320,03	379,62
416	239,96	139,66	566	319,36	420,14
417	240,00	159,82	569	319,43	480,95
421	240,43	239,76	571	319,01	520,50
422	240,51	259,56	574	318,52	580,84
426	240,28	338,93	576	318,38	620,72
427	240,42	359,08	579	318,10	680,93
431	240,15	440,53	583	338,30	660,96
432	240,22	460,91	584	338,47	640,71
436	239,63	540,35	588	338,64	560,89
437	239,70	560,36	589	338,86	540,80
441	238,94	640,85	593	339,49	460,79
442	238,92	660,76	594	339,45	440,46
447	258,93	660,87	598	340,34	359,53
448	259,05	640,83	599	340,70	339,14

Çizelge A.7 Noktaların Helmert dönüşümü sonrası koordinat değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
603	340,34	259,18	746	419,24	118,97
604	340,52	239,24	748	418,86	79,66
608	339,96	159,35	751	418,39	19,00
609	339,81	139,27	755	438,80	38,92
613	339,07	58,99	756	439,09	59,64
614	338,84	39,05	760	439,39	138,75
619	358,72	39,08	761	439,74	159,23
620	359,07	59,35	765	440,62	239,58
624	359,75	139,12	766	440,64	259,58
625	360,03	159,06	770	440,86	339,67
629	360,32	239,21	771	440,62	359,80
630	360,36	259,49	775	439,82	440,47
634	360,58	339,18	776	439,71	460,66
635	360,41	359,34	780	439,09	541,20
639	359,53	440,56	781	438,85	561,27
640	359,42	460,64	785	438,04	640,50
644	358,87	541,09	786	438,27	660,33
645	358,70	561,18	791	458,34	660,11
649	358,36	640,87	792	458,05	640,43
650	358,43	660,75	796	458,73	561,51
654	378,12	680,79	797	459,21	541,50
657	378,13	620,84	801	459,77	460,97
659	378,54	581,03	802	460,01	440,45
662	378,79	520,69	806	460,69	359,77
664	379,26	480,60	807	460,92	339,70
667	379,51	419,69	811	460,96	259,56
669	380,12	379,22	812	460,81	239,41
672	380,82	319,16	816	459,42	158,81
674	380,57	279,47	817	459,32	138,74
677	380,18	219,57	821	459,23	59,10
679	380,00	179,24	822	459,08	38,77
682	379,61	119,15	826	479,32	18,42
684	379,28	79,79	829	479,71	79,67
687	378,38	18,73	831	479,50	118,90
718	418,42	680,29	834	479,90	178,79
721	418,01	620,73	836	480,53	219,32
723	418,29	581,04	839	481,38	280,06
726	418,99	521,08	841	481,23	319,62
728	419,27	480,76	844	480,59	379,57
731	419,85	419,58	846	480,32	420,02
733	420,12	379,64	849	479,67	481,34
736	420,77	319,37	851	479,07	521,28
738	420,64	279,87	854	478,57	581,29
741	420,00	219,45	856	478,17	620,53
743	419,43	179,31	859	478,50	679,83

EK A.8**Çizelge A.8** Noktaların Rubber-Sheeting dönüşümü sonrası koordinat değerleri.

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
30	21,26	681,08	151	80,22	279,65
33	20,71	621,12	153	80,27	319,23
35	20,51	580,80	156	80,39	379,46
38	20,47	520,94	158	80,87	420,16
40	20,42	480,95	161	80,46	480,54
43	20,73	420,51	163	80,39	520,27
45	20,01	379,98	166	80,10	580,30
48	19,83	319,70	168	79,99	620,49
50	19,76	279,81	171	80,74	679,99
53	19,93	219,57	202	119,10	20,53
55	20,47	179,55	205	120,02	80,41
58	20,88	119,42	207	119,95	119,80
60	20,64	80,22	210	120,06	180,16
63	20,74	20,37	212	120,52	220,04
67	40,53	40,33	215	119,99	279,94
68	40,61	60,28	217	119,55	319,29
72	40,62	139,27	220	119,94	379,37
73	40,24	159,39	222	119,80	419,93
77	39,81	239,62	225	119,58	480,62
78	39,74	259,50	227	119,65	520,16
82	40,48	339,61	230	120,03	580,27
83	40,35	359,93	232	119,60	620,64
87	40,31	440,95	235	118,68	679,50
88	40,42	461,16	239	139,36	660,56
92	40,08	540,74	240	139,88	640,55
93	39,82	560,86	244	140,14	560,09
97	40,31	641,32	245	139,93	540,11
98	40,39	660,98	249	139,69	460,51
103	60,54	660,32	250	139,65	440,30
104	60,05	640,79	254	139,99	359,02
108	60,22	560,26	255	140,09	338,91
109	60,24	540,45	259	140,07	259,99
113	60,53	460,70	260	140,09	240,15
114	60,44	440,60	264	139,71	159,90
118	60,51	359,49	265	139,69	139,67
119	60,40	339,34	269	139,53	60,30
123	60,51	259,37	270	139,24	40,21
124	60,46	239,66	275	158,76	39,84
128	60,53	159,64	276	159,19	60,00
129	60,39	139,66	280	159,54	139,69
133	60,25	60,66	281	159,98	159,91
134	59,87	40,71	285	160,12	240,29
138	79,47	20,88	286	160,02	260,28
141	79,89	80,86	290	159,74	339,03
143	80,27	119,52	291	159,74	359,17
146	80,19	179,69	295	159,67	440,45
148	80,64	219,73	296	159,83	460,57

Çizelge A.8 Noktaların Rubber-Sheeting dönüşümü sonrası koordinat değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
300	159,64	540,14	452	259,99	560,36
301	159,63	560,51	453	260,04	540,21
305	159,83	640,32	457	259,96	461,18
306	159,52	660,29	458	260,03	440,80
310	179,23	679,65	462	260,42	359,54
313	179,92	620,18	463	260,36	339,43
315	179,84	580,42	467	260,56	259,87
318	179,65	519,88	468	260,51	239,69
320	179,75	480,41	472	260,12	160,05
323	180,14	419,91	473	260,31	140,20
325	180,16	379,08	477	259,69	59,74
328	180,02	319,56	478	259,53	39,89
330	180,13	280,58	482	279,16	20,12
333	180,49	220,09	485	279,92	80,27
335	179,91	179,73	487	280,20	119,79
338	179,98	119,70	490	280,07	179,72
340	179,70	80,32	492	280,17	220,01
343	179,01	20,41	495	280,04	280,45
374	219,41	679,84	497	280,08	319,67
377	219,79	620,31	500	279,89	379,82
379	220,14	580,08	502	279,77	420,25
382	219,95	519,96	505	279,83	480,65
384	220,48	480,56	507	280,20	520,15
387	220,22	420,11	510	279,88	580,32
389	220,58	379,28	512	279,88	620,36
392	220,08	319,66	515	279,34	680,27
394	220,13	279,90	546	319,03	19,82
397	220,37	219,89	549	319,74	79,91
399	220,04	179,79	551	319,96	119,46
402	220,01	120,03	554	320,13	179,54
404	219,45	80,15	556	320,15	219,68
407	219,14	20,37	559	320,01	280,19
411	239,31	39,83	561	320,19	319,59
412	239,49	59,68	564	319,93	379,86
416	239,96	139,71	566	319,38	420,22
417	239,92	159,91	569	319,62	480,75
421	240,22	240,03	571	319,35	520,16
422	240,22	259,87	574	319,14	580,42
426	240,15	339,25	576	319,14	620,26
427	240,32	359,37	579	319,02	680,38
431	240,20	440,61	583	339,06	660,46
432	240,31	460,92	584	339,20	640,23
436	239,94	540,11	588	339,14	560,49
437	240,08	560,07	589	339,29	540,45
441	239,57	640,49	593	339,60	460,71
442	239,61	660,42	594	339,49	440,46
447	259,66	660,50	598	340,13	359,80
448	259,66	640,48	599	340,44	339,44

Çizelge A.8 Noktaların Rubber-Sheeting dönüşümü sonrası koordinat değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
603	340,06	259,50	746	419,42	119,24
604	340,27	239,53	748	419,25	80,18
608	339,96	159,51	751	419,05	20,07
609	339,89	139,42	755	439,32	39,78
613	339,54	59,35	756	439,55	60,33
614	339,38	39,54	760	439,48	138,82
619	359,29	39,63	761	439,73	159,17
620	359,56	59,77	765	440,23	239,46
624	359,83	139,29	766	440,15	259,53
625	360,03	159,22	770	440,32	339,86
629	360,05	239,46	771	440,18	359,99
630	360,04	259,75	775	439,77	440,39
634	360,27	339,47	776	439,76	460,47
635	360,17	359,61	780	439,55	540,68
639	359,58	440,58	781	439,40	560,72
640	359,55	460,56	785	438,79	640,05
644	359,34	540,72	786	439,03	659,96
645	359,25	560,75	791	459,05	659,81
649	359,12	640,36	792	458,75	640,03
650	359,21	660,24	796	459,27	560,93
654	379,02	680,28	797	459,68	540,96
657	379,03	620,25	801	459,83	460,75
659	379,35	580,48	802	459,95	440,33
662	379,29	520,32	806	460,19	359,96
664	379,57	480,42	807	460,33	339,89
667	379,54	419,86	811	460,39	259,31
669	379,95	379,54	812	460,35	238,99
672	380,39	319,50	816	459,43	158,53
674	380,14	279,76	817	459,45	138,66
677	379,97	219,80	821	459,66	59,84
679	379,94	179,44	822	459,55	39,69
682	379,80	119,37	826	479,76	19,69
684	379,72	80,16	829	480,07	80,30
687	379,11	19,61	831	479,76	118,94
718	419,35	679,92	834	479,84	177,75
721	418,93	620,13	836	480,16	218,02
723	419,03	580,41	839	480,55	279,85
726	419,44	520,60	841	480,42	319,82
728	419,49	480,48	844	480,15	379,75
731	419,75	419,66	846	480,14	420,01
733	419,86	379,87	849	479,90	480,89
736	420,25	319,62	851	479,54	520,67
738	420,14	280,08	854	479,32	580,64
741	419,76	219,57	856	478,98	620,03
743	419,36	179,43	859	479,21	679,87

EK A.9**Çizelge A.9** Noktaların Non-Sibson dönüşümü sonrası koordinat değerleri.

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
30	19,78	680,22	151	79,60	279,95
33	20,01	620,15	153	79,98	319,46
35	20,10	579,85	156	80,14	379,69
38	20,07	520,10	158	80,43	420,43
40	20,06	480,28	161	80,17	480,17
43	20,39	420,29	163	80,09	519,76
45	19,72	379,92	166	79,85	579,80
48	19,70	319,73	168	79,53	620,17
50	18,91	279,99	171	79,67	680,19
53	16,72	220,07	202	119,39	20,20
55	17,16	180,04	205	119,91	80,01
58	19,69	119,56	207	119,62	119,53
60	19,90	80,30	210	119,26	180,52
63	19,36	20,48	212	119,70	220,56
67	39,42	40,33	215	119,58	280,34
68	39,69	60,27	217	119,29	319,66
72	39,01	139,50	220	119,78	379,78
73	38,03	159,79	222	119,37	420,40
77	37,74	240,10	225	119,38	480,64
78	38,30	259,85	227	119,48	519,97
82	40,23	339,69	230	119,88	579,97
83	40,07	359,98	232	119,33	620,50
87	39,94	440,63	235	118,09	679,86
88	40,06	460,66	239	139,10	660,67
92	39,68	539,88	240	139,68	640,49
93	39,42	559,97	244	140,03	559,82
97	39,26	640,53	245	139,80	539,91
98	39,05	660,28	249	139,51	460,99
103	59,36	659,98	250	139,91	440,88
104	59,13	640,31	254	139,79	359,47
108	59,87	559,54	255	139,88	339,34
109	59,88	539,74	259	139,59	260,43
113	60,19	460,33	260	139,47	240,61
114	60,10	440,40	264	139,13	160,05
118	60,21	359,65	265	139,27	139,62
119	60,12	339,51	269	139,57	60,00
123	59,30	259,76	270	139,41	39,96
124	58,78	240,18	275	159,03	39,71
128	58,80	160,00	276	159,33	59,82
129	59,12	139,83	280	159,25	139,66
133	59,57	60,51	281	159,55	160,05
134	59,08	40,58	285	159,66	240,68
138	79,15	20,60	286	159,67	260,66
141	79,55	80,57	290	159,59	339,46
143	79,72	119,40	291	159,57	359,62
146	78,70	180,19	295	159,13	440,80
148	79,18	220,31	296	159,14	460,69

Çizelge A.9 Noktaların Non-Sibson dönüşümü sonrası koordinat değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
300	159,57	539,98	452	260,37	560,21
301	159,60	560,26	453	260,34	540,07
305	159,90	640,17	457	260,08	461,23
306	159,60	660,28	458	260,15	440,94
310	179,68	679,63	462	260,48	359,97
313	180,14	619,89	463	260,40	339,93
315	179,93	580,14	467	260,48	260,35
318	179,77	519,58	468	260,40	240,09
320	179,73	479,95	472	260,14	160,12
323	179,85	420,87	473	260,42	140,15
325	180,02	379,52	477	260,19	59,71
328	179,97	319,92	478	260,18	39,98
330	180,03	280,89	482	280,01	20,27
333	180,13	220,36	485	280,27	80,12
335	179,56	179,92	487	280,39	119,63
338	179,94	119,59	490	280,03	179,90
340	179,81	80,18	492	280,06	220,35
343	179,58	20,42	495	279,98	281,01
374	220,31	679,71	497	280,08	320,22
377	220,31	620,11	500	280,02	380,11
379	220,46	579,93	502	279,94	420,38
382	220,08	520,02	505	279,98	480,53
384	220,53	480,73	507	280,42	519,96
387	220,21	420,46	510	280,40	580,16
389	220,56	379,69	512	280,51	620,18
392	220,09	320,10	515	280,25	680,03
394	220,10	280,29	546	319,95	19,98
397	220,19	220,10	549	320,14	79,77
399	219,91	179,88	551	320,16	119,30
402	220,13	119,89	554	320,12	179,76
404	219,74	80,04	556	320,06	220,07
407	219,93	20,49	559	319,91	280,81
411	239,94	39,92	561	320,18	320,18
412	239,96	59,66	564	320,21	380,19
416	240,03	139,66	566	319,73	420,35
417	239,90	159,95	569	319,93	480,55
421	240,09	240,38	571	319,73	519,91
422	240,22	260,28	574	319,79	580,27
426	240,17	339,73	576	319,93	620,11
427	240,35	359,82	579	319,97	680,18
431	240,26	440,84	583	340,07	660,26
432	240,40	461,07	584	340,18	640,01
436	240,19	540,03	588	339,85	560,23
437	240,41	559,95	589	339,89	540,16
441	240,34	640,28	593	340,00	460,62
442	240,52	660,22	594	339,90	440,51
447	260,58	660,27	598	340,33	360,27
448	260,52	640,26	599	340,52	339,99

Çizelge A.9 Noktaların Non-Sibson dönüşümü sonrası koordinat değerleri (devamı).

Nokta No	x	y	Nokta No	x	y
603	339,97	260,09	746	419,55	119,49
604	340,21	240,05	748	419,47	80,36
608	340,06	159,70	751	419,72	20,49
609	340,05	139,49	755	439,71	40,23
613	340,11	59,43	756	439,81	60,67
614	340,13	39,74	760	439,59	139,40
619	360,01	39,91	761	439,87	159,97
620	360,09	59,94	765	440,17	240,40
624	360,00	139,45	766	439,97	260,34
625	360,17	159,49	770	440,20	340,27
629	360,02	239,99	771	440,17	360,38
630	359,96	260,34	775	440,17	440,43
634	360,34	340,00	776	440,24	460,33
635	360,36	360,08	780	440,41	540,24
639	360,01	440,66	781	440,39	560,27
640	359,99	460,50	785	439,82	639,95
644	360,02	540,40	786	439,92	660,01
645	360,05	560,44	791	459,92	660,00
649	360,12	640,12	792	459,75	640,00
650	360,21	660,03	796	460,24	560,45
654	379,88	680,15	797	460,52	540,46
657	379,98	619,95	801	460,24	460,52
659	380,22	580,13	802	460,27	440,29
662	379,84	520,02	806	460,09	360,26
664	380,00	480,25	807	460,10	340,22
667	379,91	420,10	811	460,18	260,33
669	380,21	379,93	812	460,28	240,28
672	380,32	320,00	816	459,52	159,63
674	380,02	280,31	817	459,50	139,44
677	380,03	220,28	821	459,81	60,20
679	380,08	179,83	822	459,79	40,18
682	379,96	119,50	826	479,93	20,26
684	380,01	80,29	829	480,07	80,49
687	379,95	19,95	831	479,72	119,52
718	420,05	679,96	834	479,90	179,83
721	419,91	619,82	836	480,18	220,37
723	420,07	580,01	839	480,22	280,70
726	420,13	520,27	841	480,03	320,09
728	420,03	480,29	844	480,06	379,93
731	420,13	419,94	846	480,24	420,05
733	420,04	380,29	849	480,29	480,46
736	420,04	320,07	851	480,13	520,13
738	419,90	280,61	854	480,26	580,21
741	419,84	220,25	856	479,94	619,85
743	419,53	180,05	859	479,87	680,33

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Elif CEYLAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara, 13.01.1984

Adres: Soyak Yenişehir Palmiye Evleri A4/5

Ümraniye/İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi

