



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İÇ ANADOLU BÖLGESİ SABİT GNSS AĞININ İZLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdulmalek Mohammed Mohammed REDHWAN

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Hediye ERDOĞAN**

AKSARAY, 2021

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 192306801 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi **Abdulmalek Mohammed Mohammed REDHWAN** tarafından hazırlanan “**İÇ ANADOLU BÖLGESİ SABİT GNSS AĞININ İZLENMESİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Harita Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Hediye ERDOĞAN

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Prof. Dr. Ferruh YILMAZTÜRK

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Osman ORHAN

Mersin Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 09/12/2021

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinallliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

İmza

Abdulmalek REDHWAN

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışma sürecinde her türlü yol gösteren, beni cesaretlendiren, bilgi birikimiyle çalışmama farklı açılardan bakmamı sağlayan beraber çalışmaktan ve her zaman öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Hediye ERDOĞAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca, çalışmalarım boyunca değerli rehberlikleri için hocam Dr. Osman OKTAR'a ve lisans eğitimimi başarı ile bitirmemde büyük desteği olan, tezimi başarıyla tamamlamam için yanımda olan ve gerekli maddi ve manevi desteği sağlayan değerli abim Dr. Abdulsalam REDHWAN 'a teşekkür ederim.

Son olarak tüm hayatım boyunca benim yanımda olan aldığım kararları her zaman destekleyen sadece bu çalışma sürecinde değil tüm hayatım boyunca beni cesaretlendiren aileme sonsuz şükranlarımı sunar ve teşekkür ederim. Özellikle de, acısıyla tatlısıyla bir ömür yanımdayım diyen, desteğini her zaman hissettiğim hayat arkadaşım Reham ALJABOBY, iyi ki varsın, sana minnettarım.

Abdulmalek REDHWAN
AKSARAY, 2021

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. GNSS YAPISI.....	3
2.1 GNSS Tanımı	4
2.2 GNSS Gözlemleri.....	5
2.3 GNSS Veri İşleme Yazılımı	5
2.4 CORS Ağları	6
2.5 Uluslararası GNSS Servisi (IGS).....	7
2.6 Hava Şartlarından Bağımsız Konum Belirleme	9
2.7 Zamansal Çözünürlük	10
2.8 Uluslararası Yersel Referans Sistemi (ITRS)	11
3. TÜRKİYE'NİN TEKTONİK FAY HATLARI.....	13
3.1 Fay Oluşumu ve Tipleri	13
3.2 Şiddetli Depremlerin Meydana Geldiği Bölgeler	14
3.3 Tektonik Kökenli Depremler ve Fay Hattı İlişkisi.....	14
3.4 Türkiye'nin Tektonik Süreci ve Fay Hatlarının Dağılışı	14
3.5 Kuzey Anadolu Fay Hattı.....	15
3.6 İç Anadolu Deprem Bölgesi.....	15
3.7 Deprem Oluşumu	17
4. GNSS VERİ ANALİZİ	18
5. ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ	22
5.1 Zaman Serilerinin Sınıflandırılması.....	22
5.2 Zaman Serileri Bileşenleri.....	23
5.2.1 Trend bileşeni.....	23
5.2.2 Periyodik bileşeni.....	25
5.2.3 Stokastik bileşeni	27
5.3 Sabit GNSS İstasyonları Zaman Serilerini Etkileyen Faktörler.....	27
6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	33
6.1 Çalışma Alanı ve Verileri.....	33
6.2 GNSS istasyonları zaman serileri (ITRF14 Referans sistemi).....	36
6.2.1 Trend Bileşeni Analizi (hız kestirimi)	37
6.3 GNSS istasyonları zaman serileri (Avrasya Sabit)	43
7. SONUÇLAR	49
KAYNAKLAR	51
EKLER.....	55
EK A. ITRF14 Referans Sistemi İstasyonların Lineer Modelleri.....	55
EK B. Avrasya Sabit İstasyonların Lineer Modelleri	96
ÖZGEÇMİŞ.....	141

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İÇ ANADOLU BÖLGESİ SABİT GNSS AĞININ İZLENMESİ

Abdulmalek REDHWAN

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Hediye ERDOĞAN

ÖZET

Bu çalışmada; İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan 30 tane Sabit GNSS istasyonlarının Kuzey (North), Doğu (East) ve Yükseklik (Up) yönlerindeki lineer davranışları zaman serileri analizi bileşeni olan trend bileşeni ile elde edilmiştir. İstasyonların 2017 - 2020 yılları arasındaki zaman serileri hem ITRF14 Referans sistemi hem de Avrasya sabit alınarak GAMIT_GLOBK yazılımı ile hesaplanmıştır. Analiz sonucu, ITRF14 sabit aldığımızda İç Anadolu Bölgesi GNSS istasyonlarının tamamının kuzeydoğu yönünde hareket ettiği, ortalama yatay hareketin ise 16.95 mm/yıl olduğu tespit edilmiştir. İstasyonların zaman serilerinden hesaplanan kuzeydoğu yönündeki bu hareket, İç Anadolu Bölgesi'nin ITRF sistemindeki global hız değeridir. Avrasya sabit sistemine göre ise, İç Anadolu Bölgesi'nin doğusunda kalan istasyonlarının ortalama yatay hızı 17.59 mm/yıl kuzeybatı yönünde, batısında kalan istasyonların ise ortalama yatay hızı 18.66 mm/yıl güneybatı yönünde tespit edilmiştir. Bu hareket yönü ve hız değeri açısından Anadolu plakasının güneybatı yönündeki hareketini göstermekte ve elde edilen başka araştırma sonuçları ile uyushmaktadır. İstasyonların yükseklik koordinatlarındaki lineer değişimlerde, en büyük lineer değişim KNY1 (ortalama= -48.64 mm/yıl) istasyonunda tespit edilmiştir. KNY1 istasyonundaki bu değişimin, bu bölgedeki (Konya Kapalı Havzası) yeraltı su seviyesindeki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. ITRF14 ve Avrasya sabit sistemlerinde elde edilen zaman serileri lineer değişimler için elde edilen m_0 değerleri kuzey ve doğu yönleri için yaklaşık aynı iken, yükseklik değerleri için kuzey veya doğu yönlerine göre yaklaşık 2-3 katı kadar büyük olduğu ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: İç Anadolu Bölgesi, ITRF, GNSS, Zaman Serisi Analizi, Trend Bileşen Analizi.

Aralık, 2021; 141 sayfa

M.Sc. THESIS

MONITORING OF CONTINUOUS GNSS STATIONS AT CENTRAL ANATOLIA REGION

Abdulmalek REDHWAN

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatic Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Hediye ERDOĞAN

ABSTRACT

In this study; The linear behaviors of 30 Fixed GNSS stations in the Central Anatolian Region in the N (North), E (East) and Elevation (Up) directions were obtained with the trend component, which is the time series analysis component. The time series of the stations between the years 2017 - 2020 were calculated with the GAMIT_GLOBK software, taking both ITRF14 Reference system and Eurasia constant. As a result of the analysis, it has been determined that all of the Central Anatolia Region GNSS stations move in the northeast direction when we take ITRF14 as constant, and the average horizontal movement is 16.95 mm/year. This movement in the northeast direction calculated from the time series of the stations is the global velocity value in the ITRF reference system of the Central Anatolia Region. According to the Eurasian fixed system, the average horizontal velocity of the stations in the east of the Central Anatolian Region is 17.59 mm/year in the northwest direction, and the average horizontal velocity of the stations in the west is 18.66 mm/year in the southwest direction. This shows the movement of the Anatolian plate in the southwest direction in terms of movement direction and velocity value and is appropriate with other research results. In the linear changes in the height coordinates of the stations, the greatest linear change was detected at the KNY1 (Average= -48.64 mm/year) station. It is thought that this change at station KNY1 is due to the decrease in groundwater level in this region (Konya Closed Basin). While the m_0 values obtained for the linear changes in ITRF14 Reference system and Eurasia fixed systems are approximately the same for the north and east directions, it can be stated that the elevation values are approximately 2-3 times larger than the north or east directions.

Keywords: Central Anatolia Region, ITRF, GNSS, Time Series Analysis, Trend Component Analysis.

December, 2021; 141 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. IGS ağı istasyonların küresel dağılımı.....	8
Şekil 2.2. MGEX istasyonlarının dağılımı ve desteklenen uyduları. G, R, E ve C sembolleri sırasıyla GPS, GLONASS, Galileo ve BeiDou'yu temsil eder.	10
Şekil 2.3. Uluslararası Yersel Referans Çatısı (ITRF).....	11
Şekil 2.4. ITRF istasyonları konum ve yatay hareket hız vektörleri	12
Şekil 3.1. Türkiye Deprem Tehlike Haritası (1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir).	16
Şekil 3.2. Türkiye deprem bölgeleri haritası.....	17
Şekil 4.1. GAMIT klasör yapısı.....	19
Şekil 4.2. Günlük çözümlerin elde edilme süreci	19
Şekil 4.3. KKAL ve AKSR İstasyonlarının zaman serileri (ITRF14 Referans sistemi)	21
Şekil 5.1. Bir sinüs fonksiyonunda periyot ve genlik.	26
Şekil 5.2. 1900-2000 yıllar arası kutup gezinmesi.....	28
Şekil 5.3. Uydu anteni faz merkezi kayıklıkları	30
Şekil 6.1. GNSS istasyonları konumları	34
Şekil 6.2. CIHA Ham koordinat bileşeni, a) Kuzey b) Doğu c) Yükseklik.....	37
Şekil 6.3. CIHA koordinat bileşeni lineer modeli, a) Kuzey b) Doğu c) Yükseklik.	38
Şekil 6.4. Nokta hızları (ITRF14 Referans sisteminde).....	41
Şekil 6.5. Kuzey yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0)	42
Şekil 6.6. Doğu yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0).....	42
Şekil 6.7. Yükseklik yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0)	43
Şekil 6.8. Nokta hızları (Avrasya sabit).....	46
Şekil 6.9. Düşey yönlü hız değerleri.....	46
Şekil 6.10. Kuzey yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0).	47
Şekil 6.11. Doğu yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0).	48
Şekil 6.12. Yükseklik yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0).	48
Şekil A.1. AKD1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	55
Şekil A.2. AKD1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	55
Şekil A.3. AKD1_1 Yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	55
Şekil A.4. AKD1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	56
Şekil A.5. AKD1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	56
Şekil A.6. AKD1_2 Yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	56
Şekil A.7. AKHR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	57
Şekil A.8. AKHR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	57
Şekil A.9. AKHR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	57
Şekil A.10. AKSR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	58
Şekil A.11. AKSR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	58
Şekil A.12. AKSR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	58
Şekil A.13. ANK2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	59
Şekil A.14. ANK2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	59
Şekil A.15. ANK2 Yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	59
Şekil A.16. ANRK_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	60
Şekil A.17. ANRK_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	60
Şekil A.18. ANRK_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	60
Şekil A.19. ANRK_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	61
Şekil A.20. ANRK_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	61
Şekil A.21. ANRK_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	61

Şekil A.22. BEYS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	62
Şekil A.23. BEYS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	62
Şekil A.24. BEYS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	62
Şekil A.25. BOG1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	63
Şekil A.26. BOG1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	63
Şekil A.27. BOG1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	63
Şekil A.28. CANK kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	64
Şekil A.29. CANK doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	64
Şekil A.30. CANK yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	64
Şekil A.31. CIHA kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	65
Şekil A.32. CIHA doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	65
Şekil A.33. CIHA yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	65
Şekil A.34. CMLD_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	66
Şekil A.35. CMLD_1 doğu koordinat bileşeni lineer modeli.....	66
Şekil A.36. CMLD_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	66
Şekil A.37. CMLD_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	67
Şekil A.38. CMLD_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	67
Şekil A.39. CMLD_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	67
Şekil A.40. ESKS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	68
Şekil A.41. ESKS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	68
Şekil A.42. ESKS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	68
Şekil A.43. GEME kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	69
Şekil A.44. GEME doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	69
Şekil A.45. GEME yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	69
Şekil A.46. GURU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	70
Şekil A.47. GURU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	70
Şekil A.48. GURU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	70
Şekil A.49. HALP kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	71
Şekil A.50. HALP doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	71
Şekil A.51. HALP yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	71
Şekil A.52. KAMN kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	72
Şekil A.53. KAMN doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	72
Şekil A.54. KAMN yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	72
Şekil A.55. KAPI_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	73
Şekil A.56. KAPI_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	73
Şekil A.57. KAPI_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	73
Şekil A.58. KAPI_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	74
Şekil A.59. KAPI_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	74
Şekil A.60. KAPI_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	74
Şekil A.61. KAYS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	75
Şekil A.62. KAYS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	75
Şekil A.63. KAYS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	75
Şekil A.64. KISI kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	76
Şekil A.65. KISI doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	76
Şekil A.66. KISI Yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	76
Şekil A.67. KKAL kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	77
Şekil A.68. KKAL doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	77
Şekil A.69. KKAL yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	77
Şekil A.70. KLUU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	78
Şekil A.71. KLUU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	78

Şekil A.72. KLUU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	78
Şekil A.73. KNY1 kuzey Ham koordinat zaman serileri ve lineer trend.	79
Şekil A.74. KNY1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	79
Şekil A.75. KNY1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	79
Şekil A.76. NAHA kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	80
Şekil A.77. NAHA doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	80
Şekil A.78. NAHA yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	80
Şekil A.79. NEV1 kuzey koordinat bileşeni lineer modeli.....	81
Şekil A.80. NEV1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	81
Şekil A.81. NEV1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	81
Şekil A.82. NIGD kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	82
Şekil A.83. NIGD doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	82
Şekil A.84. NIGD yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	82
Şekil A.85. SARV_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	83
Şekil A.86. SARV_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	83
Şekil A.87. SARV_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	83
Şekil A.88. SARV_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	84
Şekil A.89. SARV_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	84
Şekil A.90. SARV_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	84
Şekil A.91. SARV_3 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	85
Şekil A.92. SARV_3 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	85
Şekil A.93. SARV_3 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	85
Şekil A.94. SIH1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	86
Şekil A.95. SIH1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	86
Şekil A.96. SIH1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	86
Şekil A.97. SIH1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	87
Şekil A.98. SIH1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	87
Şekil A.99. SIH1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	87
Şekil A.100. SIH1_3 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	88
Şekil A.101. SIH1_3 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	88
Şekil A.102. SIH1_3 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	88
Şekil A.103. SIVS_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	89
Şekil A.104. SIVS_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	89
Şekil A.105. SIVS_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	89
Şekil A.106. SIVS_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	90
Şekil A.107. SIVS_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	90
Şekil A.108. SIVS_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	90
Şekil A.109. SSE1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	91
Şekil A.110. SSE1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	91
Şekil A.111. SSE1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	91
Şekil A.112. YOZ1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	92
Şekil A.113. YOZ1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	92
Şekil A.114. YOZ1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	92
Şekil A.115. YOZ1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	93
Şekil A.116. YOZ1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	93
Şekil A.117. YOZ1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	93
Şekil A.118. YUN1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	94
Şekil A.119. YUN1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	94
Şekil A.120. YUN1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	94
Şekil A.121. YUN1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	95

Şekil A.122. YUN1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	95
Şekil A.123. YUN1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	95
Şekil B.1. BASK_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	96
Şekil B.2. BASK_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	96
Şekil B.3. BASK_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	96
Şekil B.4. BASK_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	97
Şekil B.5. BASK_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	97
Şekil B.6. BASK_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	97
Şekil B.7. GURU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	98
Şekil B.8. GURU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	98
Şekil B.9. GURU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	98
Şekil B.10. SIVS_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	99
Şekil B.11. SIVS_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	99
Şekil B.12. SIVS_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	99
Şekil B.13. SIVS_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	100
Şekil B.14. SIVS_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	100
Şekil B.15. SIVS_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	100
Şekil B.16. GEME kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	101
Şekil B.17. GEME doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	101
Şekil B.18. GEME yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	101
Şekil B.19. KAYS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	102
Şekil B.20. KAYS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	102
Şekil B.21. KAYS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	102
Şekil B.22. YOZ1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	103
Şekil B.23. YOZ1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	103
Şekil B.24. YOZ1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	103
Şekil B.25. YOZ1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	104
Şekil B.26. YOZ1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	104
Şekil B.27. YOZ1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	104
Şekil B.28. NIGD kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	105
Şekil B.29. NIGD doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	105
Şekil B.30. NIGD yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	105
Şekil B.31. HALP kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	106
Şekil B.32. HALP doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	106
Şekil B.33. HALP yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	106
Şekil B.34. AKSR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	107
Şekil B.35. AKSR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	107
Şekil B.36. AKSR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	107
Şekil B.37. CANK_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	108
Şekil B.38. CANK_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	108
Şekil B.39. CANK_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	108
Şekil B.40. CANK_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	109
Şekil B.41. CANK_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	109
Şekil B.42. CANK_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	109
Şekil B.43. KKAL kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	110
Şekil B.44. KKAL doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	110
Şekil B.45. KKAL yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	110
Şekil B.46. KAMN kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	111
Şekil B.47. KAMN doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	111
Şekil B.48. KAMN yükseklik koordinat bileşeni lineer modeli.....	111

Şekil B.49. KLUU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	112
Şekil B.50. KLUU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	112
Şekil B.51. KLUU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	112
Şekil B.52. CIHA kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	113
Şekil B.53. CIHA doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	113
Şekil B.54. CIHA yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	113
Şekil B.55. ANRK_1 kuzey koordinat bileşeni lineer modeli	114
Şekil B.56. ANRK_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	114
Şekil B.57. ANRK_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	114
Şekil B.58. ANRK_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	115
Şekil B.59. ANRK_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	115
Şekil B.60. ANRK_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	115
Şekil B.61. ANKR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	116
Şekil B.62. ANKR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	116
Şekil B.63. ANKR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	116
Şekil B.64. SARV_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	117
Şekil B.65. SARV_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	117
Şekil B.66. SARV_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	117
Şekil B.67. SARV_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	118
Şekil B.68. SARV_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	118
Şekil B.69. SARV_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	118
Şekil B.70. SARV_3 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	119
Şekil B.71. SARV_3 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	119
Şekil B.72. SARV_3 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	119
Şekil B.73. KNY1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	120
Şekil B.74. KNY1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	120
Şekil B.75. KNY1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	120
Şekil B.76. CALM_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	121
Şekil B.77. CALM_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	121
Şekil B.78. CALM_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	121
Şekil B.79. CALM_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	122
Şekil B.80. CALM_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	122
Şekil B.81. CALM_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	122
Şekil B.82. BEYS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	123
Şekil B.83. BEYS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	123
Şekil B.84. BEYS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	123
Şekil B.85. YUN1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	124
Şekil B.86. YUN1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	124
Şekil B.87. YUN1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	124
Şekil B.88. YUN1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	125
Şekil B.89. YUN1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	125
Şekil B.90. YUN1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	125
Şekil B.91. SIHA_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	126
Şekil B.92. SIHA_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	126
Şekil B.93. SIHA_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	126
Şekil B.94. SIHA_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	127
Şekil B.95. SIHA_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	127
Şekil B.96. SIHA_2 yükseklik koordinat bileşeni lineer modeli	127
Şekil B.97. SIHA_3 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	128
Şekil B.98. SIHA_3 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	128

Şekil B.99. SIHA_3 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	128
Şekil B.100. AKHR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	129
Şekil B.101. AKHR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	129
Şekil B.102. AKHR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	129
Şekil B.103. NAHA kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	130
Şekil B.104. NAHA doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	130
Şekil B.105. NAHA yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	130
Şekil B.106. ESKS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	131
Şekil B.107. ESKS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	131
Şekil B.108. ESKS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	131
Şekil B.109. BUCU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	132
Şekil B.110. BUCU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	132
Şekil B.111. BUCU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	132
Şekil B.112. KAP1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	133
Şekil B.113. KAP1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	133
Şekil B.114. KAP1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	133
Şekil B.115. SSE1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	134
Şekil B.116. SSE1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	134
Şekil B.117. SSE1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	134
Şekil B.118. BOG1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	135
Şekil B.119. BOG1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	135
Şekil B.120. BOG1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	135
Şekil B.121. NIV1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	136
Şekil B.122. NIV1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	136
Şekil B.123. NIV1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	136
Şekil B.124. AKD1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	137
Şekil B.125. AKD1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	137
Şekil B.126. AKD1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	137
Şekil B.127. AKD1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	138
Şekil B.128. AKD1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	138
Şekil B.129. AKD1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	138
Şekil B.130. ANK2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.	139
Şekil B.131. ANK2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	139
Şekil B.132. ANK2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.	139
Şekil B.133. KIS1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	140
Şekil B.134. KIS1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.	140
Şekil B.135. KIS1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.....	140

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. GAMIT/GLOBK yazılımı değerlendirme sürecinde kullanılan IGS istasyonları	20
Çizelge 6.1. GNSS istasyonları hakkında genel bilgiler.....	34
Çizelge 6.2. GNSS istasyonları veri durumları ve yüzdelikleri.....	35
Çizelge 6.3. GNSS istasyon verilerinin başlangıç-bitiş tarihleri.	35
Çizelge 6.4. GNSS istasyonlarının lineer modelleri (trend) ve yıllık hızları (ITRF14 Referans sistemi).....	40
Çizelge 6.5. İç Anadolu Bölgesi GNSS istasyonlarının lineer fonksiyon modelleri ve yıllık hızları (Avrasya sabit).	44



SİMGELER VE KISALTMALAR

CIO	Conventional International Origin
CORS-TR	Continuously Operating Reference Stations-Turkey
DGNSS	Diferansiyel Global Navigasyon Uydu Sistemi
EKK	En Küçük Kareler
ERP	Dünya dönme parametreleri
GGOS	Global Geodesic Observation System
GIM	Global Ionosphere Model
GNSS	Global Navigasyon Uydu Sistemi
GPS	Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
IAG	International Association of Geodesy
ICRF	Uluslararası Göksel Referans Sistemi
ICRS	International Celestial Reference System
IERS	International Earth Rotation Service
IGS	International Geodetic System (International GNSS Service)
ITRF	Uluslararası Yersel Referans Çatısı
ITRS	Uluslararası Karasal Referans Sistemi
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
MGEX	Multi-GNSS Experiment
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NWM	Sayısal Yağış Modelleri (Numerical Weather Models)
PPP	Hassas Konum Belirleme (Precise Point Positioning)
QIF	Quasi-Ionosphere-Free
RHCP	Sağ El Dairesel Polarize (Right Hand Circularly Polarized)
RINEX	Receiver INdependent EXchange
RTK	Gerçek Zamanlı Kinematik
RTN	Real Time Network
TUSAGA-AKTİF	Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı-Aktif
TUTGA	Türkiye Ulusal Temel GNSS Ağı
UT	Üniversal zaman (Universal time)
WVR	Su Buharı Radyometresi (water vapor radiometer)

1. GİRİŞ

Dünyanın tektonik olarak en aktif bölgelerinden biri olan Türkiye, bu hali ile aktif bir deprem kuşağı içinde yer almaktadır. Mühendislik çalışmalarda fay zonlarıyla karşılaşmak oldukça olasıdır ve hatta bazıları aktif faylardır. En önemli diri (aktif) faylardan ikisi Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay Zonlarıdır. Türkiye'nin doğusunda Karlıova'dan Kuzey Ege Denizi'nde Saros Körfezi'ne kadar uzanan Kuzey Anadolu Fayı (KAF), yaklaşık 1500 km uzunluğu ile dünyanın en uzun aktif doğrultu atımlı faylarından biridir (Yavaşoğlu vd., 2011).

Bilindiği gibi, Türkiye Arap, Anadolu ve Avrasya tektonik plakalarının kesişim bölgesinde yer alması nedeniyle, nokta konumlarında cm mertebesinde, bu plakaların hareketi nedeniyle yıllık değişimler (plaka hızı) meydana gelmektedir. Bu nedenle, nokta konum bilgilerinin güvenilir yöntemlerle doğru, sürekli, hızlı ve ekonomik olarak belirlenmesi ve konuma dayalı çalışmalarda gerek ticari gerekse bilimsel çalışmalar yapan ilgili kullanıcılara sunulması açısından önemlidir.

Günümüzde nokta konumlarının belirlenmesinde Küresel Navigasyon Uydu sistemleri (GNSS) yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle, mühendislik hizmetleri, bilimsel çalışmalar, havacılık endüstrisi, navigasyon, araç takip sistemleri, askeri alanlar gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir ve bu nedenle çok sayıda kullanıcısı bulunmaktadır (Mutlu ve Kahveci, 2019).

Bu nedenle, GNSS istasyonları konum değişimlerinin belirli zaman aralıklarında (günlük, aylık vs.) zamana bağlı olarak elde edilmesi, değerlendirilmesi, analizinin yapılması (zaman serileri analizi) ve hız değerlerinin hesaplanması noktaların konum doğruluğunun belirlenmesi ve sürekliliğinin sağlanması açısından önemlidir.

GNSS istasyonlarındaki zamana bağlı gözlemler (zaman serileri) söz konusu noktalardaki değişimin konuma ve zamana bağlı lineer, periyodik ve düzensiz değişimlerini belirler. Blewitt ve Lavalley, (2002) ve Gülal vd., (2013) çalışmalarında GNSS koordinat zaman serilerinin farklı etkenlerden kaynaklanan periyodik zamanı yarım günlük ile yıllar arası döneme kadar değişen periyodik hareketler içerdiği ve bu hareketlerin GNSS koordinat hızlarını (lineer hareket) etkilediği belirtilmektedir. GNSS koordinat hızları, özellikle tektonik çalışmalarda büyük ölçüde kullanılmakta

ve elde edilen sonuçlar ile bölgenin tektonik plaka hareketleri yönü ile birlikte elde edilmektedir.

Bu tez çalışmasında, İç Anadolu Bölgesi'ndeki 30 adet Gerçek Zamanlı Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı (TUSAGA-Aktif/CORS-TR) istasyonlarının davranışları lineer trend fonksiyonu ile araştırılmış ve tanımlanması yapılmıştır. İstasyonlara ait koordinatlar 2017-2020 tarihleri arasında günlük olarak elde edilen zaman serileridir. Zaman serileri hem ITRF14 Referans sistemi hem de Avrasya Sabit olarak elde edilmiştir. Avrasya Sabit alınarak elde edilen zaman serilerinden elde edilen lineer hareketlerle bölgenin plaka hız değerleri, ITRF14 Referans sistemi ile de bölgenin ITRF noktalarına göre global hız değerleri tespit edilmiştir.



2. GNSS YAPISI

Konum belirlemede sistemlerinde yaygın olarak kullanılan Global Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS), başta Amerika ve Rusya olmak üzere pek çok ülkede kendi uydu sistemlerini geliştirmesi ile yaklaşık günümüzde 100 uyduya ulaşmıştır. Arazi koşulları ve atmosferik etkilerden bağımsız olan bir GNSS alıcısı ile gökyüzünün görülebildiği her noktada sürekli, anlık 3 boyutlu konum belirleme, zaman ve hız ölçümü ekonomik ve pratik olarak elde edilmektedir. Kullanıcılara hızlı, maliyeti düşük ve güvenilir konum belirleme hizmeti sunan GNSS, özellikle Ağ-RTK (Real-Time Kinematic) yöntemindeki gelişmeler ile birlikte en çok tercih edilen ve kullanılan konum belirleme yöntemidir. Mühendislik hizmetleri, bilimsel çalışmalar, havacılık sektörü, navigasyon, araç takip sistemleri, askeri gibi alanlar ile çok geniş kullanım alanına dolayısıyla çok fazla kullanıcıya sahiptir (Mutlu ve Kahveci, 2019).

Güvenilir konum hizmeti sunulan GNSS sistemlerinin maruz kaldığı birçok hata kaynağı da mevcuttur. Bunlar uydu saat hatası, uydu yörünge hatası gibi uydudan kaynaklı; alıcı saat hatası, anten faz merkezi hatası gibi alıcıdan kaynaklı ve troposferik etki, iyonosferik etki, sinyal yansıma etkisi gibi atmosferden kaynaklı hatalardır. Bu hata kaynaklarının söz konusu sonuçlara etkisi, yapılmakta olan işin hassasiyetine göre ihmal edilebilmektedir. Ancak jeodezik çalışmalar, tektonik çalışmalar, kıta deformasyonları gibi hassas olunması gereken uygulamalarda bu hataların matematik modelinin oluşturulması ve hatanın elimine edilebilmesi önemlidir. Bilindiği gibi bu hatalar gözlemci ile uydu arasındaki doğrultunun bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Diğer bir ifadeyle, söz konusu hatalar gözlem yapılan uydunun azimut ve yükseklik açısının bir fonksiyonudur. Dolayısıyla, konum belirleme açısından önemli olan EKK (En Küçük Karelerle) dengeleme işlemi yapılırken bu hataların ana amaç olan nokta koordinatlarını nasıl etkilediğinin hesaplanmasıdır (Mutlu ve Kahveci, 2019).

GNSS, mühendislik hizmetleri, bilimsel çalışmalar, havacılık endüstrisi, navigasyon, araç takip sistemleri, askeri alanlar gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir ve bu nedenle çok sayıda kullanıcısı bulunmaktadır (Mutlu ve Kahveci, 2019).

GNSS uyduları, kullanıcıların konumlarını ve hızlarını tahmin etmelerine olanak tanıyan, değişen sinyaller ve navigasyon verileri yayınlar. GPS uyduları, 20.000

Km'nin biraz üzerinde bir yükseklikte çalışır ve geleneksel bir anten kullanıldığında, yer tabanlı bir navigasyon alıcısından alınan sinyal, termal gürültü tarafından engellenir. GNSS güç spektral yoğunluğunun seviyesi termal gürültü tabanının birkaç dB altında olduğundan fark edilemez.

GNSS alıcıları, sinyal yapısının yayılı spektrum yapısından elde edilen kazanım sonucunda başarılı bir şekilde çalışmaktadır. Navigasyon verilerini demodüle ederler ve gelen sinyali uydular tarafından iletilen bilinen yayılma kodunun yerel bir versiyonuyla ilişkilendirerek kesin iletim zamanını yakalarlar. Yapılan işlemde, yayılma kodlarının mükemmel kare dalga sinyalleri olduğunu varsayar (Pini ve Akos, 2007).

2.1 GNSS Tanımı

GPS konumlandırma, bilinen konum noktalarına, yani uydulara olan mesafeleri ölçerek konumlandırma ilkesine dayanır. Bu nedenle, doğru bir uydu hareket modelinden yararlanmak önemlidir. Yerçekimi kuvvetleri (güneş, ay ve Dünya'nın yerçekimi alanı) ve yerçekimi dışı (güneş radyasyonunun basıncı gibi) GNSS uydularının hareketini bozar ve yörüngelerin uzay ataletinde Kepler elipsten sapmasına neden olur.

Uydu hareketleri uzaya-sabit bir atalet içinde tanımlanır. Aslında yarı eylemsizdir. Dünya'nın Güneş etrafındaki hareket davranışındaki değişiklikler, Güneş, Ay ve Güneş'in sürekli yerçekimi etkileri nedeniyle sistemin yarı eylemsiz olmasına neden olur. Diğer gök cisimleri için, ne dünyada ne de uzayda bir atalet çerçevesi kurmak mümkün değildir, yer noktalarının konumları ise Dünya'ya sabit ataletsiz bir sistemde belirlenir. Ayrıca, GNSS ölçümleri yerel bir ufuk sisteminde gerçekleştirilmektedir.

Uzay-sabit sistemde, presesyon, nutasyon ve kutupsal hareket olmak üzere üç ana zamansal değişiklik vardır. Presesyon ve nutasyon, Güneş, Ay ve diğer gezegenlerin Dünya'nın şişkinliğine etki ettiği yerçekimi kuvvetlerinden kaynaklanır. Sonuç olarak, Dünya'nın dönme eksenini uzayda sabit değildir. Ekliptik düzlemin normali etrafında bir koni üzerinde hareket eder. Kutup hareketinde, presesyon ve nutasyonun aksine, Dünya dönme eksenini Dünya yüzeyine göre hareket eder. Yaklaşık olarak, presesyon ve nutasyon, Dünya'ya uygulanan dış kuvvetlerden kaynaklanır ve kutupsal hareket,

kütle ve açısal momentum yeniden dağılımları ve Dünya'nın esnekliği nedeniyle gerçekleşir. Uzaydaki enerji kaybı nedeniyle Dünya'nın dönme hızının azaldığı da göz önünde bulundurulmalıdır (Özdemir, 2014).

2.2 GNSS Gözlemleri

GNSS konumlandırma, bilinen konumların noktalarına, yani uydulara olan mesafeleri ölçerek konum belirleme ilkesine dayanır. Bu nedenle, uydunun hareketinin doğru bir modelinden yararlanmak önemlidir. Yerçekimi (Güneş, Ay, Dünya'nın yerçekimi alanı) ve yerçekimsel olmayan (ör. Güneş radyasyonu basıncı) kuvvetler GNSS uydularının hareketini bozar ve yörüngelerin eylemsiz uzayda bir Kepler elipsten sapmasına neden olur.

GNSS konumlandırmanın temel prensibi, alıcılar ve koordinatları bilinen uydular arasındaki mesafeleri ölçerek konumları belirlemektir. GNSS alıcıları bu mesafeleri doğrudan ölçemediğinden, bu gözlemlere psödoorange denir. Alıcının yerel saati ile uydunun atom saati arasındaki zaman farkı ışık hızıyla çarpılarak metre cinsinden pseudorange elde edilir. gelen sinyal ile alıcıda üretilen kopya sinyali arasında çapraz korelasyon gerçekleştirerek sözde aralıkların hesaplanması. Bu şekilde, kodları hizalamak için gerekli zaman kayması hesaplanır. Pseudoranges, kesinlik eksikliğinden dolayı jeodezik araştırmalarda tek başına kullanılmaz (Özdemir, 2014).

GNSS sinyal kalitesi izleme, hem GPS'in hem de Avrupa Galileo'nun yeni sinyaller yayımlayacağı ve yeni hizmetler sunacağı önümüzdeki yıllarda özellikle önemli olacaktır.

2.3 GNSS Veri İşleme Yazılımı

GNSS veri işleme yazılımları, genellikle üniversiteler veya araştırma laboratuvarları tarafından yürütülen kapsamlı jeodezik araştırmaların sonucudur. Bu tür yazılımlar tipik olarak şunları içerir; doğru gözlem modelleri, yörünge entegrasyonu, döngü kaymalarını ve aykırı değerleri algılama, istasyon koordinatlarının tahmini, yörüngeler ve troposferik varsayım, belirsizlik çözüm algoritmaları ve referans çerçeveleri arasındaki dönüşüm parametrelerinin tahminidir (Özdemir, 2014).

Bilimsel amaçlar için geliştirilmiş birçok yazılımı bulunmaktadır. Bunlardan üç tanesi araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır:

1- GAMIT-GLOBK yazılımı, Massachusetts Institute of Technology (MIT), ABD (King ve Bock, 2005).

2- BERNESE yazılımı, Astronomi Enstitüsü, Bern Üniversitesi, İsviçre (Rothacher vd., 1990).

3- GIPSY-OASIS II yazılımı, Jet Propulsion Laboratory (JPL), California Institute of Technology, ABD (Webb ve Zumberge, 1993).

2.4 CORS Ağları

Gerçek zamanlı sabit GNSS ağlarının kurulması, günümüzde tüm ülkelerde hızlı bir şekilde devam etmektedir. Geniş alanlarda daha ucuz alıcılar kullanılarak hızlı ve hassas konumlandırma, mevcut uydu jeodezisi alanında araştırma alanlarından biri haline gelmiştir. Öte yandan konumlandırma, navigasyon vb., konularda kontrol ile ilgili olarak gerçek zamanlı bilgilere dünya çapında güçlü bir ihtiyaç vardır. Bu pozisyonlar, araç navigasyon sistemleri gibi, kadastro ölçümleri veya mühendislik araştırmaları gibi jeodezik uygulamalar için gereklidir. Bu gerçek zamanlı kullanılabilirliği sağlaması için bazı GNSS alıcılarının sürekli olarak çalıştırılmasının bir nedenidir (Schwieger vd., 2009).

Güncel bir CORS ağı, jeodeziden genel navigasyon uygulamalarına kadar yüksek doğrulukta ölçümler için çeşitli konumlandırma hizmetleri sağlayabilir. Örneğin;

- İşlem sonrası için WWW/FTP aracılığıyla kod veya faz verilerinin (RINEX dosyaları gibi) indirilmesi
- İnternet üzerinden Otomatik İşleme Hizmetinin Sağlanması
- Ağ RTK Hizmeti (faz gözlemleri)
- Ağ DGNSS Hizmetidir (kod gözlemleri).

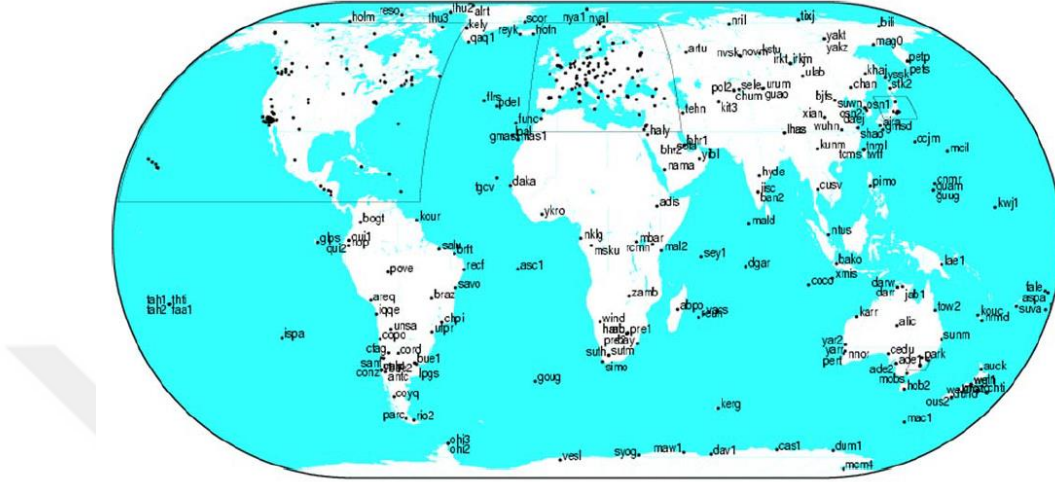
Gerçek zamanlı sabit GNSS ağlarında da konum doğruluğunu etkileyen birçok parametre vardır. Bunlar; sabit istasyonlar arasındaki uzaklıklar, sabit istasyonlarla kontrol merkezi arasında veri alış verişi için geçen zaman (latency), kullanıcının elindeki gezen alıcı (rover) özellikleri ve veri iletişimde kullanılan yöntemin kapsama alanı vb. sayılabilir. Bu ağların temel amacının gerçek zamanlı doğru konum ve hız belirlenmesi olmakla birlikte, bu amacı uygun şekilde ve sorunsuz olarak gerçekleştirebilmek için başka etkenlerin de göz önünde tutulması gerekmektedir. Bunların başında ise; kurulacak sistem için amaca en uygun donanım ve yazılım temini ile sistem yönetiminin ve işletilmesinin bilimsel ve hukuksal temellere en uygun şekilde gerçekleştirilmesi gelmektedir.

Bu şekildeki aktif ağlara genel olarak “Gerçek zamanlı GNSS (RTK CORS; Real Time Kinematic Continuously Operating Reference Stations) Ağı” adı verilmektedir. Ağ-RTK tekniğinin günümüzde en fazla uygulanan şekli sabit GNSS (CORS) ağlarıdır. Diğer taraftan günümüzde “CORS” ile “Ağ-RTK(RTN: Real Time Network)” tanımlarında da farklılıklar bulunmaktadır. Bununla birlikte genel kabul gören en kapsamlı tanımıyla “CORS”, cm doğruluğunda konum belirlenmesine olanak tanıyan, ulusal nitelikte olan ve aynı zamanda ölçme sonrası büro hesaplamalarına olanak tanıyan arşiv sistemine sahip ağlardır. Oysa Ağ-RTK’den, yerel ve özel kuruluşlarca tesis edilen ve işletilen, cm doğruluğunda gerçek zamanlı (RTK) hizmet veren ağlar anlaşılmaktadır. CORS ve Ağ-RTK sistemlerinin ortak yanı ise her ikisinde de yeryüzünde belirli sıklıkta kurulmuş sabit GNSS istasyon verilerinin kullanılmasıdır (Kahveci, 2009).

2.5 Uluslararası GNSS Servisi (IGS)

IGS, 80'den fazla ülkede 200'den fazla katılımcı kuruluşu içeren, bir buçuk yıllık başarılı operasyonların geçmişine sahip uluslararası bir faaliyettir. IGS, Uluslararası Jeodezi Birliği'nin (IAG) bir hizmetidir. Öncelikle GNSS teknolojilerini, özellikle de ABD Küresel Konumlandırma Sistemi'ni (GPS) kullanarak son derece hassas ve doğru Dünya gözlemlerine dayanan bilimsel araştırmaları destekler. IGS'nin misyonu, "karasal referans çerçevesi, Dünya rotasyonu, Dünya gözlemi ve araştırması, konumlandırma, navigasyon ve zamanlama ve topluma fayda sağlayan diğer uygulamaları destekleyen en yüksek kalitede GNSS verilerini ve ürünlerini sağlamaktır". IGS, mm düzeyinde küresel jeodezinin ihtiyaçlarına odaklanan Küresel

Jeodezik Gözlem Sisteminin (GGOS) geliştirilmesi yoluyla önümüzdeki on yıl için IAG'nin çapraz teknik küresel jeodezi koordine etme girişimini desteklemeye devam edecek. IGS faaliyetleri, iklim, hava durumu, deniz seviyesi değişikliği ve uzay havası ile ilgili bilimsel disiplinler için temeldir.



Şekil 2.1. IGS ağı istasyonların küresel dağılımı (Dow vd., 2009).

Günümüzde IGS daha aktif bir rol oynamaktadır. GNSS sisteminin uluslararası alanda GPS 'in daha da iyileştirilmesi ile hızlı (IIM, GPS IIF, GPS III uydu grupları), 30 uydudan oluşan Avrupa Galileo sistemi tarafından geliştirilen küresel veya bölgesel sistemlerdir. Japonya, Çin ve Hindistan'ında bu konudaki çalışmaları ile sistemin gelişmesine katkı sağlanacaktır.

IGS çalışma grupları ve pilot projeler, mevcut GNSS ürün üretiminin farklı yönlerine odaklanan bir dizi çalışma grubuna ve ayrıca yeni IGS ürünlerinin üretilmesine yol açabilecek gelecekteki gelişmeleri araştıran pilot projelere sahiptir. Mevcut WGS:

- İyonosfer Çalışma Grubu
- Troposfer Çalışma Grubu
- IGS Referans Çerçeve Çalışma Grubu
- Low Earth Orbiter (LEO) Çalışma Grubu
- Gerçek Zamanlı Çalışma Grubu
- GNSS Çalışma Grubu
- Veri Merkezi Çalışma Grubu
- Saat Ürünleri Çalışma Grubu

- Kalibrasyon ve Önyargılar Çalışma Grubu

IGS, dünya genelinde sürekli çalışan GNSS referans istasyonları ağına kurulmasını teşvik ediyor. Bu ağ, hassas GNSS yörüngeleri gibi IGS ürünleriyle birlikte işlendiğinde, gelecekteki tüm jeo-uzamsal veri toplama, jeobilimsel çalışmalar ve navigasyon işlemlerinin temelini oluşturacak olan ham gözlemleri sağlayacaktır (Dow vd., 2009) (Şekil 2.1) IGS ağı istasyonların küresel dağılımı gösterilmiştir.

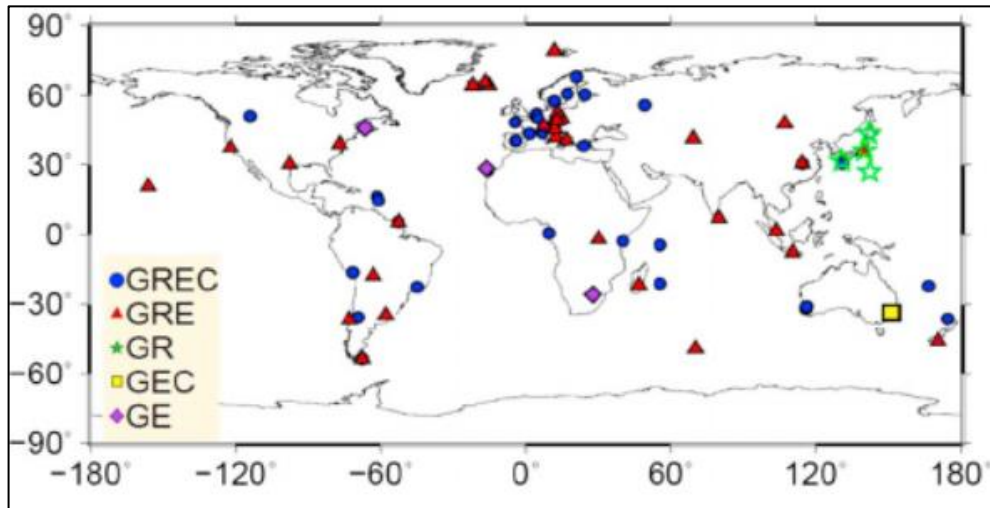
2.6 Hava Şartlarından Bağımsız Konum Belirleme

Yer tabanlı GNSS verileri, her türlü hava koşulunda çalışmaktadır. GNSS uyduları dünyayı her an kaplayacak şekilde tasarlandığından yaygın olarak bulunur ve yoğun sensör ağlarını artırmadan kurmaya izin veren akıllı telefonlar gibi elde tutulan alıcılarda toplanabilir. Ayrıca, GNSS verileri çok yüksek bir zamansal çözünürlüğe sahiptir ve gerçek zamanlı veya gerçek zamanlıya yakın olarak işlenebilir. GNSS verileri mikro ve kentsel iklim araştırmalarında kullanılabilir (Mendez-Astudillo vd., 2021).

- 1- Her GNSS uydusu, mikrodalga L-bandında iyonosferik kırılmanın etkisini ortadan kaldırmasına (veya büyük ölçüde azaltmasına) izin veren en az iki uyumlu taşıyıcı üretmek için kullanılan yüksek kaliteli bir osilatördür.
- 2- Uydular, faz modülasyonu kullanarak bilgi iletir. Bu teknik, özellikle mevcut uydu konumu ve hızı (yayın Efemeris bilgisi) ve bir sistem zamanına göre uydu saati hataları hakkında "kodlar" olarak anılan teknikler.
- 3- GNSS alıcılarının çok yönlü antenleri vardır. Tüm uyduların sinyallerini, belirli bir sistemden (örneğin, GPS veya GLONASS alıcıları) veya mevcut tüm sistemlerden (birleşik GNSS alıcıları) almalarına olanak sağlar.
- 4- Yayın kodları ve uydu gök günlüğü, Dünya'daki veya Dünya'ya yakın uzaydaki alıcıların, iyi tanımlanmış, açıkça erişilebilir bir küresel referans çerçevesinde anlık olarak (gerçek zamanlı) konumlarını metre düzeyinde hassasiyetle belirlemelerine olanak tanır.

2.7 Zamansal Çözünürlük

Farklı zamansal çözünürlüklere sahip troposferik gradyan tahmininin, statik konumlama için istasyon koordinatlarının tekrarlanabilirliği ve kinematik konumlamamanın kesinliği üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Hassas Nokta Konumlama (Precise Point Positioning: PPP) tekniğine dayalı yüksek çözünürlüklü troposferik gradyan tahmini için tasarlanmış çoklu GNSS işleme sistemi geliştirilmektedir. bu sistemde, IGS MGEX (Çoklu GNSS Deneyi) ağının istasyonlarından alınan gözlemler işlenir ve her iki tek sistemden (GPS, GLONASS, ve BeiDou) ve multi-GNSS (GPS, GLONASS, Galileo ve BeiDou kombinasyonu) çözümleri alınır. Tek sistemli ve çoklu GNSS çözümlerinden türetilen farklı zamansal çözünürlüklerle tahmin edilen troposferik gradyanların performansı, sonuçlar sayısal hava modelleri numerical weather models (NWM) ve su buharı radyometresi water vapor radiometer (WVR) verileriyle karşılaştırılarak değerlendirilir ve doğrulanır. Ayrıca, yüksek çözünürlüklü gradyan tahmininin hem statik hem de kinematik modlarda hassas konumlandırma üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Gradyan türetme için çoklu GNSS işlemenin faydalarının yanı sıra hassas konumlandırmanın iyileştirilmesi için gösterilmiştir (Lu vd., 2016) (Şekil 2.2).



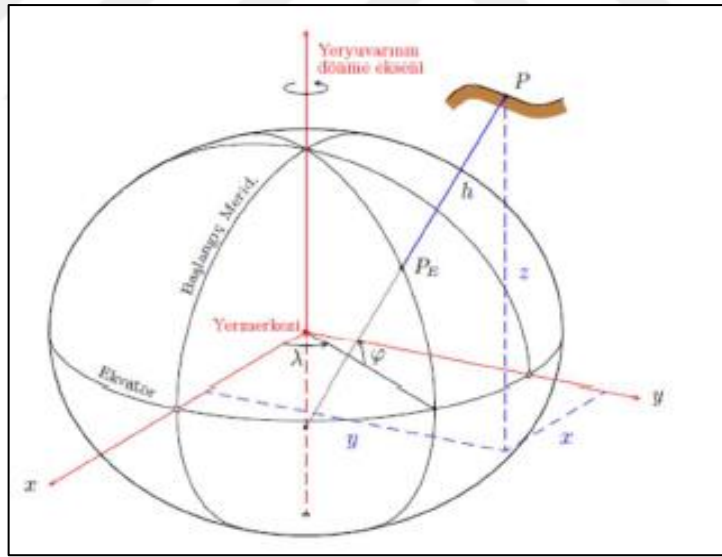
Şekil 2.2. MGEX istasyonlarının dağılımı ve desteklenen uyduları. G, R, E ve C sembolleri sırasıyla GPS, GLONASS, Galileo ve BeiDou'yu temsil eder (Lu vd., 2016).

GNSS-R uyduları, ölçümleri tek bir uzay aracından daha kısa sürede tekrarlayarak ilgilenilen bölgelerin kapsamını iyileştirir. Ancak, örneklerin zamansal ve uzaysal çözünürlüğü birbirine bağlıdır. Kısa zaman ölçeği değişiklikleri genellikle kabaca

kullanılarak algılanır., Uzaysal çözünürlük benzer şekilde, bir bölge için ayrıntılı notlar, küçük ölçekli özellikler, gözlemler arasında daha uzun aralıklar ve zamansal çözünürlük arasındaki ilişki ile uydu sayısı, yörünge düzlemlerinin sayısı ve eğimi gibi temel görev tasarım parametrelerine bağımlılığı gerektirir (Bussy-Virat vd., 2018).

2.8 Uluslararası Yersel Referans Sistemi (ITRS)

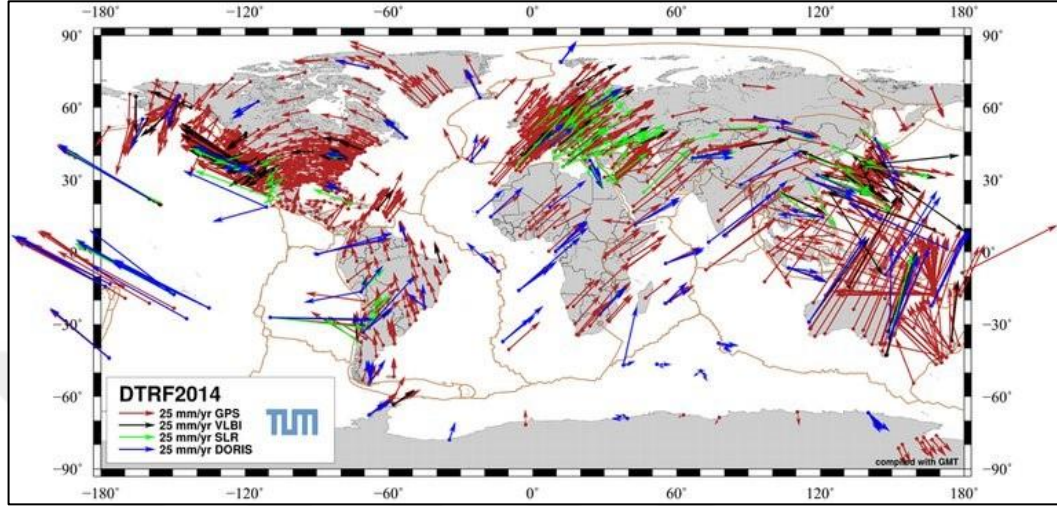
Merkezi yerin ağırlık merkezinde (okyanus ve atmosfer dahil) ve kutbu IAU ve IAG tarafından 1967 de benimsenmiş, 1903.0 (CIO) Kararlaştırılmış Uluslararası Başlangıç (Conventional International Origin) olarak tanımlanır. CIO kutbu, 1900.0 ile 1906.0 zaman süresince 5 uluslararası enlem servisi (International Latitude Service=ILS)'nin ölçüleri yardımıyla belirlenmiş olan kutbun ortalama doğrultusudur. X eksen, Greenwich' in 1903.0 meridyenine doğru (IERS referans meridyeni) ve Z eksen CIO kutbuna doğru (IERS referans kutbu) yöneltir. Y eksen sağ el sistemi oluşturur. Üç boyutlu uzaylarda ortogonal özelliğe sahip bir geometrik yapıda olduklarından birbirine dik doğrulardan oluşmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Uluslararası Yersel Referans Çatısı (ITRF)

Yer merkezli olmaları nedeniyle uzayda dünya ile birlikte bir bütün halinde hareket etmektedir. Uzaydaki konumları itibariyle, birbirlerine göre hiçbir öteleme hareketi yapmadıkları gibi bir dönme hareketi de yapmamaktadırlar. Fakat göksel koordinat sistemlerine göre, dünya ile birlikte belirli bir dönme hareketinde bulunurlar. Fiziksel anlamda var olmakta ve uzayda dünya ile birlikte güneşin etrafında dönme hareketi

yapmaktadır. Yönelimnin zamansal gelişimi tüm yer üzerindeki yatay tektonik hareketleri dikkate alarak net bir dönmenin olmaması koşulu kullanılarak sağlanır. ITRS, VLBI, LLR, GPS, SLR ve DORIS ile gözlenmiş olan bir istasyon kümesinin koordinatları ve hızlarının kestirilmesiyle gerçekleştirilir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. ITRF istasyonları konum ve yatay hareket hız vektörleri (URL-2).

3. TÜRKİYE'NİN TEKTONİK FAY HATLARI

Türkiye, Avrasya, Anadolu ve Arap tektonik plakalarının kesiştiği noktada yer almaktadır. Bu plakaların göreceli hareketleri nedeniyle, saha konumlarında cm düzeyinde yer değiştirmeler meydana gelebilir. Ayrıca depremler büyüklüklerine bağlı olarak metre düzeyinde deplasmanlara neden olabilir. Böylece jeodezik alanların koordinatlarındaki değişiklikleri Sürekli izlenmeli ve bu sitelere karşılık gelen hızlar belirlenmelidir.

GNSS hız alanı tabanlı stres analizi, kortikal hareketlerin yapısını anlamak için kullanılan önemli bir araçtır. Kampanya tipi yapılan GNSS ölçümleri yüksek bir zamansal çözünürlük sağlamadığından, doğruluğu artırmak için sabit GNSS istasyonları tesis edilir. Ankara İstasyonu (ANKR), Türkiye'deki ilk sabit GNSS istasyonudur ve 1991 yılında kurulmuştur. Bugüne kadar Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı (TUSAGA; TNPGN) projesi çerçevesinde başka sabit istasyon kurulmuştur. TNPGN projesinin birincil görevi Jeodinamik çalışmalara katkı sağlamasıdır. Yakın zamanda, TNPGN-Aktif (TUSAGA-Aktif) projesi kapsamında Gerçek Zamanlı Kinematik (RTK) GNSS ağı kurulmuştur. TNPGN-Aktif sisteminin temel amacı sahadaki kullanıcılara RTK düzeltmeleri sağlamaktır. TNPGN-Aktif sistemi tarafından sağlanan koordinatlara göre yeni kadastro uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, TNPGN-Aktif istasyonların koordinat zaman serilerinin ayrıntılı analizi, daha iyi koordinat ve hız tahminleri elde etmek için önemlidir (Özdemir, 2014).

Türkiye, dünya üzerinde tektonik olarak aktif olan Alp-Himalaya kenet kuşağı içerisinde yer almaktadır. Tarih boyunca birçok yıkıcı depreme ev sahipliği yapan Türkiye, depremlerden can ve mal kaybı yönünden olumsuz etkilenmiştir. Bu nedenle, depremlerin nedenlerini, dağılışını, sonuçlarını ve yol açabileceği zararları ortaya koymak önem taşımaktadır (Özdemir, 2014).

3.1 Fay Oluşumu ve Tipleri

Kıtasal kabuk levhalarının, yan yana geldikleri orojenik kuşaklarda, birbirlerine doğru hareket etmelerinden dolayı, yer kabuğunun kendisi ile okyanuslar ve denizlerin tabanındaki sedim Anter kayalar birlikte hareket ederler. Faylar, yer kabuğundaki

birbirine doğru hareket eden sıkışma kuvvetleriyle oluşabileceği gibi, birbirine göre ters yönde oluşan genişleme kuvvetleriyle de gelişebilirler. Üç tipte fay oluşur: Normal fay, ters fay ve doğrultu atımlı fay. Fayın her iki tarafında kalan kaya kütlelerine blok denir. Yeryüzündeki fay çizgisinin derinlere uzanan şekline de fay düzlemi denir (Koçak, 2006).

3.2 Şiddetli Depremlerin Meydana Geldiği Bölgeler

Şiddetli depremlerin meydana geldiği alanlar, orojen kuşaklarının ve volkanizmanın da hakim olduğu yerlerdir. Bu yerler, Anadolu, Şunda adalarına kadar kıvrım kuşağı, Amerika'nın batısındaki genç kıvrım kuşağı, Yeni Zelanda, Bütün Akdeniz ülkeleri, Himalaya'lar, Pasifik çevresi, İran, Japonya, Polinezya ve Aleutian adalarıdır (Özdoğan, 1993).

3.3 Tektonik Kökenli Depremler ve Fay Hattı İlişkisi

Tektonik kökenli depremler yeryüzünde en geniş yayılım alanına sahip olan deprem türleridir. Genel olarak yerkabuğundaki levha hareketlerine bağlı olarak meydana gelen tektonik oluşumlu depremler, yeryüzünde yıkıcı ve biçimlendirici etkisi en şiddetli olan deprem türüdür. Yayılım alanları yeryüzünün genç oluşumlu sahalarıyla genel olarak paralellik göstermektedir. Levha sınırları, genç kıvrımlı dağlar, okyanus çukurları ve sırtları, kırık dağların bulunduğu sahalar ile yerkabuğunun aktif genç oluşumlu sahaları tektonik depremlerin yoğun olarak meydana geldiği alanlardır. Depremler genel olarak litosfer katmanında meydana gelirler. Ancak çok nadir de olsa litosferin alt kısmında, bazen de üst mantoda depremler oluşabilir. Depremlerin oluşması faylarda meydana gelen hareketlere bağlıdır (Ketin, 1977).

3.4 Türkiye'nin Tektonik Süreci ve Fay Hatlarının Dağılışı

Türkiye'nin tektonik evrimi Paleotektonik ve Neotektonik olarak iki bölümde incelenmektedir. Paleotektonik dönem daha çok Pangea, Gondwana ve Lavrasya kıtalarının hareketleri ile Tetis evrimini konu edinmektedir. Türkiye'de, neotektonik süreç ise son tektonik değişimden günümüze kadar olan süreci ifade etmektedir. Anadolu'da neotektonik süreç, Anadolu ve Arabistan levhalarının Bitlis kenet kuşağı boyunca çarpışması ile başlamıştır. Türkiye'nin bulunduğu alan, uzun jeoloji tarihi

boyunca Avrasya ve Afrika kıtaları arasında homojen olmayan bir jeosenklinal durumundaki Tetis Denizi'nin geçmişte bir parçasıdır (Ketin, 1977).

Bir kısmı Anadolu üzerinde bulunan Tetis Denizi günümüzden yaklaşık 11 milyon yıl önce levha hareketlerine bağlı olarak kuzeye doğru yönelmiş ve Anadolu levhasının altına batarak kapanmıştır. Türkiye orojenezi Asya ve Akdeniz Tetis sistemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Türkiye dağ kuşakları tekrarlanan levha çarpışmaları sonucunda meydana gelmiştir. Anadolu'da geçmişte Neo-Tetis kuzey kolunun güney kısmında günümüzdeki Anatolidleri ve Toridleri kapsayan bir platform halinde bulunmaktaydı (Şengör vd., 1983).

3.5 Kuzey Anadolu Fay Hattı

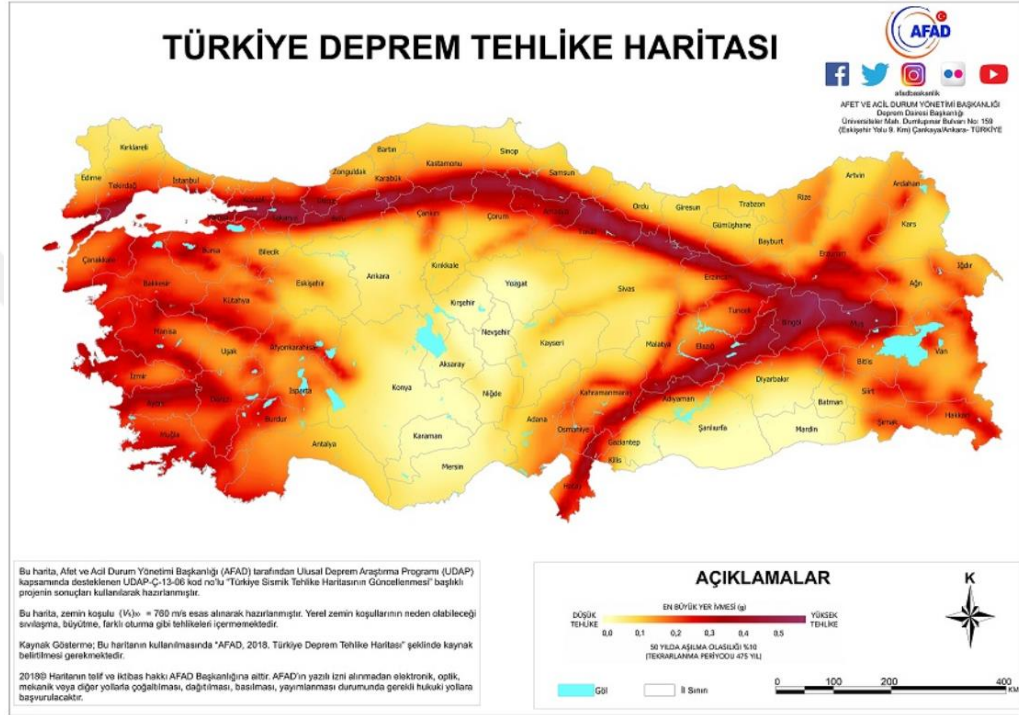
Karadeniz kıyısına hemen hemen paralel şekilde uzanış gösteren Kuzey Anadolu Fayı (KAF) genel olarak Bingöl-Karlıova ile Ege Denizi arasında uzanmaktadır. Sağ yanal doğrultu atımlı bir transform fay olan KAF, Avrasya ve Anadolu levhaları arasında yer almaktadır ve yaklaşık 1200 km. uzunluğundadır. Bu fay hattı kara üzerinde Biga yarımadasından Kelkit, Elmalı vadileri boyunca uzanış göstermektedir. Bolu, Gerede, Çorum-Kargı, Lâdik, Erbaa, Niksar üzerinden Erzincan'ı takip ederek, Muş'un Bulanık, Varto ilçelerinden geçerek, İran sınırına kadar uzanmaktadır (Barka, 1983).

3.6 İç Anadolu Deprem Bölgesi

Tuz Gölü Fay Zonu (TGFZ), Orta Anadolu'nun en önemli tektonik yapılarından biridir ve sismik tehlikeler üretebilir. Yakın tarihli bir deprem dizisi, Bala ilçesi yakınlarındaki fay zonunun hemen kuzeyinde devam etmekte olan tektonik aktiviteyi ortaya koymaktadır. Fayın Holosen aktivitesi, fay zonunun en güney kesimindeki paleosismik çalışmalarla gösterilmiştir. Tuz Gölü Havzası, geniş, alçak kabartmalı bir bölge olan İç Anadolu Platosu'nun merkezinde yer alan en büyük tortul çöküntüdür. Şu anda havza morfolojisi ve sedimantasyon süreçleri esas olarak doğuda genişlemeli tuz Gölü Fay Zonu ve batıda transtansiyonel İnönü-Eskişehir Fay Sistemi tarafından kontrol edilmektedir (Armijo vd., 1999).

İç Anadolu bölgesinde başlıca depremleri kuşakları içinde, 1938 yılında Kırşehir depremi meydana gelmiştir. Bu depremde 160 kişi ölmüş, 4066 bina ağır hasar görmüştür. 1951 Kurşunlu (Çankırı) depreminde de 50 kişi hayatını kaybetmiştir.

Ayrıca, Ankara'nın kuzeyinde, kuzeydoğu-güneybatı yönlü faylar, Kızılcahamam - Güdül-Ayaş ve Çamlıdere-Bey pazarı yönünde birbirine paralel kırık bölgeler oluşturmaktadırlar. Bu durum, İç Anadolu'daki depremlerde, bağımsız deprem merkezinin yanı sıra Kuzey Anadolu Deprem Bölgesinde önemli etkileri olduğunu göstermektedir. Çünkü 1944 Bey pazarı ve 1956 Eskişehir depremleri bağımsız birer deprem merkezlerinin sonucudur (Özdoğan, 1993) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Türkiye Deprem Tehlike Haritası (1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir (URL1)).

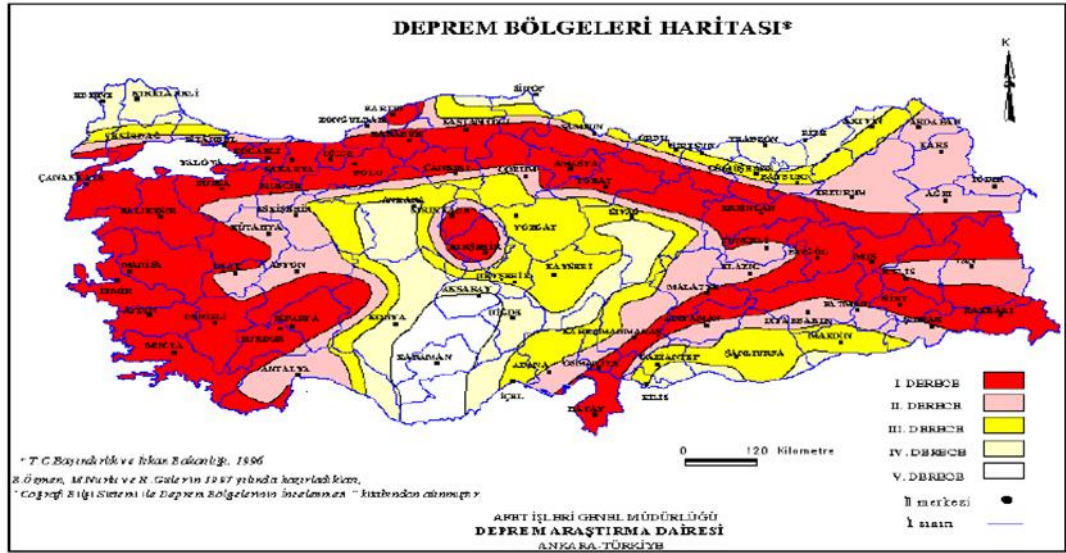
Türkiye'deki yoğun tektonik aktiviteler sonucu oluşan deformasyon ve ağın günümüz modern ağlarına göreli olarak düşük duyarlılığı ve yersel ağlardaki kaçınılmaz geometrik distorsiyonların sonucu olarak ED-50 yersel datumu geçen zaman içerisinde pratik ihtiyaçları karşılayamaz duruma gelmiştir. Yeni bir jeodezik ağı gereksinim duyulmuş ve bu ağı GPS teknolojisine dayalı olması öngörülmüştür. 1997-1999 yılları arasındaki yoğun GPS ölçüleri ile oluşturulan ve takip eden yıllardaki revizyon ölçüleri ile güncellenen TUTGA (Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı), modern ve yüksek doğruluklu ulusal ağı ihtiyacını karşılamak üzere oluşturulmuştur (Ayhan vd., 2002).

Türkiye'nin yaşanan büyük depremlerin bazılarında, Doğu-Batı ve Kuzey- Güney yönünde kaydedilen yatay ivmelerin, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında

Yönetmelikte verilen deprem ivmesi değerini aştığı görülmüştür. Bu çalışmada, iç Anadolu bölgesinde Fay hatlarına yönetmelikte belirtilen deprem ivmesi değerinin aşılması nedeni ile Fay Hatlarına yakın bölgelerde kaydedilen maksimum yatay ivme değerlerinin bina tasarımındaki önemi incelenmiştir. Kaydedilen Doğu-Batı ve Kuzey-Güney yatay ivmelerinin bileşkesinin kaydedilen deprem ivmesi değerlerinden biraz daha büyük değerler olduğu görülmüştür (Koçak, 2006).

3.7 Deprem Oluşumu

Deprem Oluşumu Fayların oluşumunda en önemli rolü yerkabuğundaki sıkıştırma ve genişleme kuvvetleri oynar. Bu tür kuvvetler kaya kütlelerini çatlaklar boyunca hareket ettirir. Ancak kırıklar boyunca kaya kütlelerinin hareket ettirilemediği bazı kesimlerde yoğun bir enerji birikimine neden olur. Yerin derinliklerinde biriken enerjinin bir şekilde boşaltılması gerekir ve bu enerjinin boşalması sırasında yer sarsıntıları (depremler) meydana gelir. Kısaca deprem, yerdeki fay düzlemi olarak tanımlanan kırıklar üzerinde biriken enerjinin aniden boşalması sonucu gelişen bir olgudur (Şekil 3.2) (Koçak, 2006).



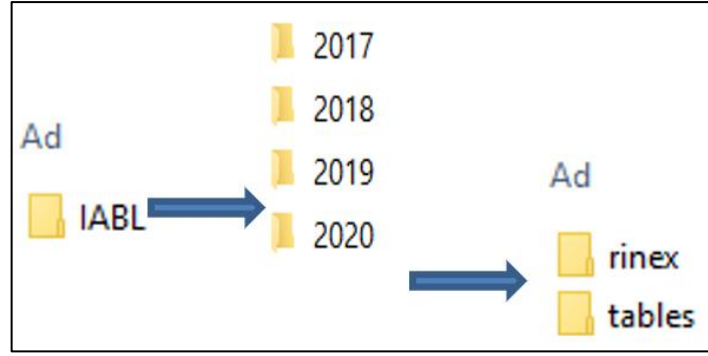
Şekil 3.2. Türkiye deprem bölgeleri haritası (Koçak, 2006).

4. GNSS VERİ ANALİZİ

Bu tez çalışmasında, akademik bir yazılım olan Massachusetts Institute of Technology (MIT) tarafından geliştirilen GAMIT/GLOBK yazılı kullanıldığından, bu yazılımın veri değerlendirme ve analizi ile ilgili bazı önemli bilgiler aşağıda verilmiştir. GAMIT/GLOBK yazılımı yüksek doğrulukta değerlendirme ve analiz yapan açık kodlu bir yazılım paketidir. Birçok detaylı parametreleri dikkate alarak daha güvenilir ve doğru sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu parametrelerden bazıları; yer kabuğuna Güneş'in, Ay'ın ve gezegenlerin çekim etkileri, yerkabuğuna okyanusların oluşturduğu yükün eğme etkisi, karasal gelgit ve uyduların yörüngelerine etki eden radyasyon basıncıdır (Maraş, 2010).

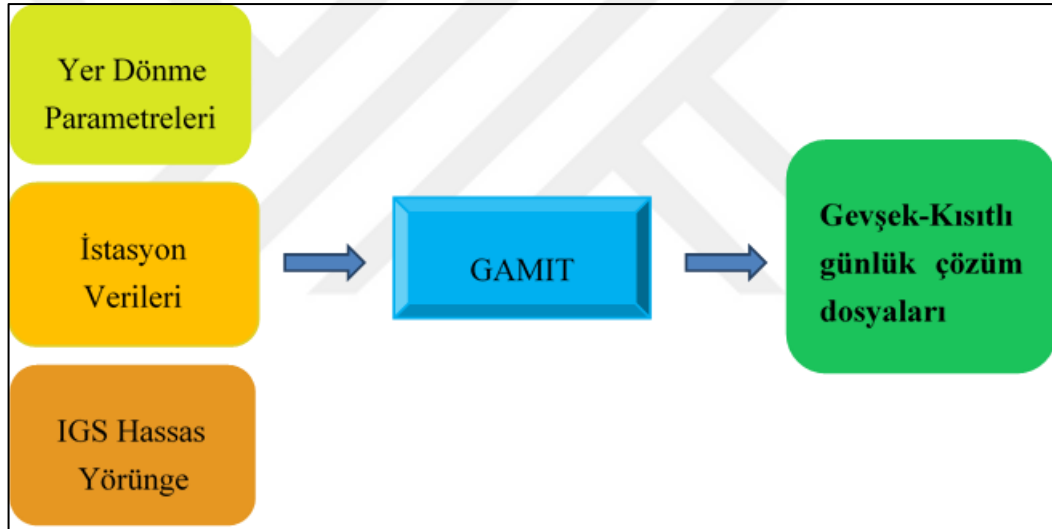
GAMIT modülü, GNSS verilerinin değerlendirilmesi ve analizinde kullanılan geniş kapsamlı bir yazılımdır. Farklı firmalar tarafından üretilen farklı marka GNSS alıcılarından elde edilen ham ölçümlerin alıcıdan bağımsız bir veri formatı olan RINEX (Receiver Independent Exchange Format) formatına dönüştürülmesi ile veriler GAMIT modülünde değerlendirilmektedir. RINEX verileri dosyasında ölçümlerin yapıldığı andaki bazı bilgiler bulunmaktadır. GLOBK ise GNSS ölçümlerinden kestirilen çözümlemeleri ele alarak filtreleme yapan bir yazılımdır. Yazılımın herhangi bir ara yüzü mevcut olmayıp, seri komut takımı ile yönetilmektedir.

GAMIT/GLOBK yazılımı Linux tabanlı işletim sisteminde çalışan bir yazılımdır. TUSAGA-Aktif istasyonları konum bilgilerinin elde edilmesinde, TUSAGA-Aktif web adresinden veriler RINEX formatında GAMIT yazılım modülünde değerlendirilerek her bir ölçme günü için ayrı çözümlemeler yapılır. Bu süreçte ele alınan, uydu yörünge parametreleri, atmosferik gecikme parametreleri ve dünya dönme parametresi gibi bütün parametreler hesaplanır. Bu modülün çalışabilmesi için 4 karakterden oluşan klasörler oluşturulur. Oluşturulan klasör içerisine ölçüm yıllarını belirten klasörler, her yıl klasörünün içerisine ise bir tane tables ve bir tane RINEX klasörleri oluşturulmalıdır (Şekil 4.1) (Güçlü, 2021).



Şekil 4.1. GAMIT klasör yapısı

IGS istasyonlarına ait GNSS verileri, günlük yerel GPS verileri, hassas yörünge bilgileri, ve yer dönme parametreleri ile serbest ağ dengelemesi çözümü olan gevşek-kısıtlı çözümler hesaplanır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Günlük çözümlerin elde edilme süreci

Verilerdeki uyuşumsuz ölçülerin belirlenebilmesi günlük çözümlerin elde edilmesinden sonra gerçekleştirilir. Uyuşumsuz ölçülerin belirlenebilmesi için ise günlük çözümlerdeki değişimler arasındaki farkların incelenebilmesi için tekrarlılık analizi yapılır. Bu incelemeden sonra GLRED modülü ile kaba hatalı olan ölçü/ölçülerin ağırlığı küçültülür veya verilerden tamamen çıkarılır. Tekrarlılık analizi zaman serilerinin oluşturulmasında da kullanılır. Böylece ele alınan herhangi bir GNSS istasyonu koordinatlarındaki aylık, yarıyılık ve yıllık gibi etkiler incelenebilir.

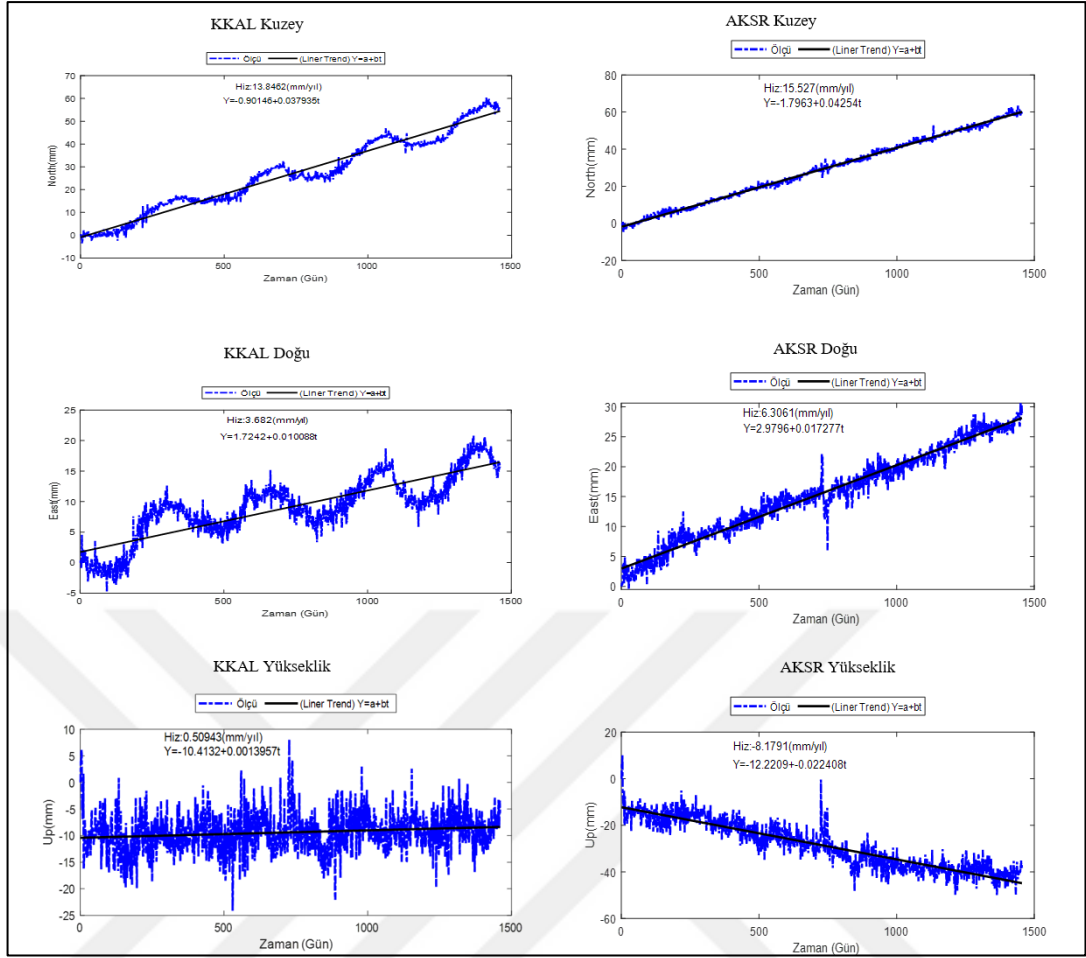
Bu çalışma için, İç Anadolu Bölgesi'ndeki 2017-2020 yıllarını kapsayan 30 tane sabit istasyon noktası ele alınmıştır (Çizelge 6.1).

İlk olarak GNSS istasyonlarına ait 24 saatlik 30 sn. RINEX verileri <http://tusaga.aktif.gov.tr/Sayfalar/Rinex/30snRinex.aspx> adresinden elde edilmiştir. İkinci aşamada ise GAMIT modülünden elde edilen proses edilmiş verilerle, GLOBK modülünde kalman filtrelemesi işlemi yapılarak çözümler yapılmıştır. Kalman filtrelemesi, parametrelerin ardışık olarak kestirimini sağlayan bir yöntemdir (Yavaşoğlu, 2003). Kalman filtrelemesi sonucu elde edilen çözüm kullanılarak kaba hatalar ve faz kesiklikleri tespit edilip verilerden giderilir. GLOBK aşamasında sabit istasyonlara ait işlenmiş veriler ile IGS istasyonlarından alınan işlenmiş veriler birleştirilir (Güçlü, 2021). GNSS verileri 2017-2020 yılları arasında, Avrasya sabit ve ITRF14 Referans sistemi sabit alınarak elde edilmiştir. Değerlendirmede kullanılan 14 adet IGS istasyonları ile ilgili özet bilgiler Çizelge 4.1 verilmiştir.

Çizelge 4.1. GAMIT/GLOBK yazılımı değerlendirme sürecinde kullanılan IGS istasyonları

İSTASYON	ŞEHİR/ÜLKE	İSTASYON	ŞEHİR/ÜLKE
ANKR	Ankara/Türkiye	MATE	Matera/İtalya
BAKU	Bakü/Azerbaycan	NICO	Nicosia/Güney Kıbrıs
BUCU	Bükreş/Romanya	RAMO	MitzpeRamon/İsrail
CRAO	Simeiz/Ukrayna	SOFI	Sofya/Bulgaristan
GLSV	Kiev/Ukrayna	TEHN	Tahran/İran
GRAZ	Graz/Avusturya	TELA	Telaviv/İsrail
ISTA	İstanbul/Türkiye	TUBI	Gebze/Türkiye

Son işlem aşamasında (üçüncü aşama) ise tüm parametreleri belirlenmiş olan verilerden zaman serileri ve hız vektörleri elde edilmiş olur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. KKAL ve AKSR İstasyonlarının zaman serileri (ITRF14 Referans sistemi)

Çalışmada her istasyon için veriler günlük olarak değerlendirildi. CORS-TR istasyonlarından biri olan AKSR istasyonunun zaman serisine baktığımızda doğu yönünde bir darbe olduğunu, lineer, periyodik ve düzensiz hareketlerin olduğunu görebiliriz. Bölgedeki diğer istasyonlarda da benzer değişimler görülmektedir. KKAL istasyonunun zaman serilerine baktığımızda ise kuzey yönünde lineer hareketler yanında periyodik değişimler belirgin olarak görülmektedir. Diğer istasyonlara ait şekiller (Ek A.1-A.123)'de verilmiştir.

5. ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ

Zaman serileri analizi, etki veya tepki verilerine/ ölçülere bağlı olarak ele alınan sistemin değişimleri hakkında, sistemin matematiksel modelleri, değişimin yönü ve miktarı gibi önemli bilgiler verebilmektedir. Zaman serileri ise, ölçülerin ya da değişkenlerin ardışık, zamana bağlı olarak izlendiği büyüklüklerdir. Zaman serilerinde verilerin zamana bağlı olarak ardışık bir biçimde elde edilmesi, verilerin gelişimini görme ve analizi yönünden çok önemlidir.

Zaman serisi analizi, zaman serisi verileri ile ilgilenen istatistiksel bir tekniktir. Zaman serisi verileri, verilerin belirli bir dönemler veya dönemler dizisine düştüğü anlamına gelir. Değişkenin özel koşullara ve kriterlere göre farklı zamanlarda aldığı değerler hakkında yapılan gözlemler dizisidir ve çalışıldığı alanların sayısının neredeyse sonsuz olduğu söylenebilir (Ostini, 2012).

5.1 Zaman Serilerinin Sınıflandırılması

Zaman serileri olayların izlenmesine göre “ayrık zaman serileri” ve sürekli zaman serileri” olarak ikiye ayrılır. Pratik çalışmalarda zaman serileri sürekli değil kesikli bir yapıya sahip olduklarından ayrık zaman serilerinden bahsedilir Zaman içinde veriler belli aralıklarla ifade ediliyorsa böyle serilere “ayrık zaman serileri”, zamanın tüm noktalarında elde edilebiliyorsa böyle serilere “sürekli zaman serileri” denir.

Zaman serileri geldiği kaynaklara göre ekonomik ve fiziksel olarak da sınıflandırılır. Gözlem değerleri, ekonomik değişkenlerden elde edilmişse “ekonomik zaman serileri”, fiziksel bilimlerdeki değişkenlerden elde edilmişse “fiziksel zaman serileri” adı verilir. Zaman serileri göstermiş oldukları periyodik şekillere göre de “mevsimlik zaman serileri” ve “mevsimlik olmayan zaman serileri” adını almaktadır. incelenen zaman dönemi boyunca serinin ortalaması ve varyansı sistematik bir değişme göstermiyor ve seri periyodik dalgalanmalardan arınmışsa bu serilere “durağan zaman serileri” denir. Durağan olmayan serilerde, serinin bazı dönemlerinde büyük dalgalanmalar görülür. Bu tür dalgalanmalar gösteren serilere “durağan olmayan zaman serileri” adı verilir.

5.2 Zaman Serileri Bileşenleri

Zaman serisinin verilerini kaydetmek ve analiz etmek, farklı pek çok alanda fazlası ile önemlidir. Bunlar arasında, herhangi bir sistemin veri üretme mekanizmasını, gelecekteki değerlerinin tahminini veya optimal kontrolünün daha iyi anlaşılması örnek olarak verilebilir. Bir zaman serisinin karakteristik özelliği, verilerin bağımsız olarak üretilmemesi, dağılımlarının zaman içinde değişmesi, genellikle bir trend tarafından yönetilmeleri ve döngüsel bileşenlere sahip olmalarıdır. Bu nedenle, bağımsız ve özdeş olarak dağıtılmış verileri varsayan istatistiksel prosedürler, zaman serilerinin analizinden hariç tutulur. Bu, zaman serisi analizi altında özetlenen uygun yöntemleri gerektirir (Falk, vd., 2006).

Örnekler, iktisat, işletme, mühendislik ve temel bilimlerden verilebilecek uygulamalar ile genişletilebilir. Jeofizik, meteoroloji ve iktisadi verilerin incelenmesinde zaman serileri yoğun olarak kullanılmaktadır. Zaman serileri, ortalamadan gösterdiği sapmalara göre, durağan ve durağan olmayan seriler olarak iki temel başlık altında incelenir. İncelenen zaman serisinin ortalaması ve varyansı simetrik bir değişme gösteriyorsa veya seri periyodik dalgalanmalardan arınmış ise bu tür seriler durağan zaman serileridir. Durağanlık zaman serilerinde önemli bir kavramdır (Akdi, 2003).

Genel olarak, sabit GNSS istasyonlarında t_i ($i=1,2,3,...,N$) zamanlarında yapılan ölçümlerin $Y(t_i)$ zaman serisi, yapay veya ko-sismik ve sismik kaynaklı sapmalar hariç olmak üzere üç bileşene ayrılabilir. Bu bileşenler (5.1) denkleminde verilmiştir.

$$Y(t_i) = Y_{Trend} + Y_{Periyodik} + Y_{Stokastik} \quad (5.1)$$

Zaman serisi analizinde öncelikle serinin zaman ekseninin grafiği çizilir, serideki olağan dışı ölçümler (örneğin kaba hatalı ölçüler) elimine edilir ve serinin genel bir yorumu yapılabilir (Oktar, 2015).

5.2.1 Trend bileşeni

Zaman serilerinde belirli bir yönde artma veya azalma gösteren uzun zamanlı değişimler trend olarak adlandırılır. Trendin yönü ve büyüklüğü her zaman sabit olmayabilir. Trend artan veya azalan yönde lineer yada eğrisel vb., olabilir. Eşitlik (5.2)'de lineer değişim gösteren bir trend fonksiyonu verilmiştir.

$$Y_{Trend} = \underbrace{a + bt}_{(1)Trend\ Bileseni} \quad (5.2)$$

Burada, a sabit ve b ise zamana bağılı lineer değişim miktarını ve yönünü gösteren parametrelerdir. GNSS istasyonları için b parametresi ile GNSS istasyonlarının artan veya azalan lineer değişimleri (hızları) belirlenir (Oktar, 2015).

Zaman serideki trendin varlığı, yönü ve büyüklüğü herhangi bir zaman noktası için fonksiyondaki b parametresi ile elde edilir. $X(t_i)$ zaman serisindeki parametrelerin kestirimi için Eşitlik (5.2 a, b)'de verilen lineer fonksiyonu ele alalım.

$$\begin{aligned} Y_{trend} &= \mathbf{a} + \mathbf{b}t \\ &= \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{v}(t_i) \end{aligned} \quad (5.2a)$$

$$\mathbf{A}^T = \begin{bmatrix} \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1}, \dots, \mathbf{N} \\ t_1 & t_2 & t_3, \dots, t_N \end{bmatrix}, \quad \mathbf{x}^T = [\mathbf{a} \ \mathbf{b}] \quad (5.2b)$$

$\mathbf{X}^T$ matrisindeki a ve b parametreleri En Küçük Kareler (EKK) yöntemine göre aşağıda verilen (5.2 c, d, e) eşitlikler ile hesaplanır.

$$\mathbf{N} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1}, \quad \mathbf{n} = (\mathbf{A}^T \mathbf{Y}) \quad (5.2c)$$

$$\mathbf{Q}_{xx} = \mathbf{N}^{-1} \quad (5.2d)$$

$$\mathbf{x}^T = \mathbf{Q}_{xx} \mathbf{n} \quad (5.2e)$$

Parametrelerin m_a ve m_b standart sapmaları ise aşağıda verilen işlem adımları ile elde edilir. $V(t_i)$ düzeltmeleri, Düzeltmeler, $\bar{Y}(t_i) = \mathbf{A}\mathbf{x}$ eşitliğinden hesaplanan değerler ile eşitlik (5.2f) ile hesaplanır.

$$v(t_i) = Y(t_i) - \bar{Y}(t_i) \quad (5.2f)$$

Düzeltmeler ve f serbestlik derecesine bağlı m_o standart sapması, denklem (5.2 g, h)

$$m_o = \sqrt{\frac{v_{(ti)}^T v_{(ti)}}{f}} \quad (5.2g)$$

ve

$$\mathbf{Q}_{xx} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \quad (5.2h)$$

katsayıların standart sapmaları; m_{a1} ve m_{a2}

$$m_{a1}=m_0Q_{(a11)} ; \quad m_{a2}=m_0Q_{(a22)}$$

ile kestirilir.

Kestirilen a ve b parametreleri ve bu parametrelerin ma ve mb standart sapmaları ile (5.2j) eşitliği kullanılarak her bir parametrenin test büyüklük değerleri hesaplanır ve mutlak değer olarak ele alınır.

$$t_a = \frac{a}{ma} ; \quad t_b = \frac{b}{mb} \quad (5.2j)$$

Öngörülen $1-\alpha$ güven düzeyi ve f serbestlik derecesine bağlı t dağılımının $t_{f,1-\alpha/2}$ güven sınırı ile test büyüklükleri değerleri karşılaştırılır.

$$|t_a|; |t_b| < t_{f,1-\alpha/2}$$

ise parametreler anlamsız,

$$|t_a|; |t_b| \geq t_{f,1-\alpha/2}$$

ise parametreler öngörülen güven düzeyinde anlamlıdır. Parametrelerin öngörülen güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı çıkması durumunda, seride trend bileşeni olduğuna karar verilir.

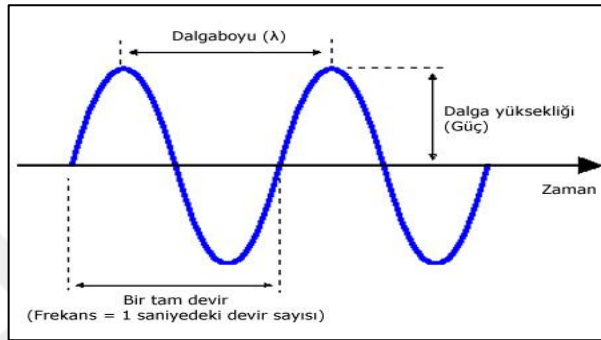
Zaman serileri trend bileşeninde, lineer değişimin olup –olmadığına karar verilmesi süreci iyi irdelenmelidir. Çünkü, zaman serisindeki var olan bazı periyodik hareketlerin tam bir periyodik hareketini tamamlama zamanının zaman serisinin elde edilme sürecinden büyük olması nedeniyle periyodik hareket/hareketler zaman serileri analiz sonucu lineer trend olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, zaman serilerindeki trendin ve periyodik hareketlerin varlığının doğru yorumlanması gerekir.

5.2.2 Periyodik bileşeni

Periyodik bileşenin Zaman serilerinde düzenli olarak tekrarlanan değişimleri ifade eder. Şekil 5.1’ de periyot; bir tam salınım arasındaki zaman süresine ya da bir titreşim için geçen süreye denir. Periyota “bir devir süresince geçen zaman” da diyebiliriz.

Birimi saniyedir. Frekansla ters orantılıdır. Eşit zaman aralıklarında yinelenen harekettir.

Zaman bölgesinde zamanın farklı noktalarındaki gözlemler arasında ortaya çıkan ilişkiler hızlı fourier dönüşümü ile frekans bölgesinde periyodik hareketlerin belirlenmesi üzerinde durulur. Her iki bölgede da yapılan analizler birbirini tamamlayıcı özelliğe sahiptirler ve aynı bilgi farklı yollarda zaman serisinin niteliği hakkında farklı fikirler verir.



Şekil 5.1. Bir sinüs fonksiyonunda periyot ve genlik.

Frekans; veya titreşim sayısı bir olayın birim zaman (tipik olarak 1 saniye) içinde hangi sıklıkla, kaç defa tekrarlandığının ölçümüdür, matematiksel ifadeyle periyodun çarpmaya göre tersidir. Buna göre denklem (5.3) eşitliği ile ifade edilebilir.

$$f = \frac{1}{T} \quad (5.3)$$

Bu eşitlikte f frekans, T periyottur. Uluslararası birim sistemin’de S1 frekans, Hertz (Hz) ile gösterilir. Bir Hertz, bir olayın saniyede bir tekrarlandığı anlamına gelir.

Frekans alanının önemi nedeniyle, zaman alanını frekans alanına dönüştürmek için matematiksel araçlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu işlemi gerçekleştiren birçok analiz yöntemi vardır. Bu analiz yöntemleri arasında en ünlüsü ve yaygın olarak kullanılanı Fourier dönüşümüdür. Ayrıca Wigner dağılımı ve Hilbert ve Radon dönüşümleri hesaplanabilir. Son yıllarda en yeni ve en gelişmiş analiz yöntemlerinden biri olan dalgacık dönüşümü bu amaçla kullanılmaktadır (Qiao, 2005).

Serideki periyodik bileşen, f_s ($s=1,2,\dots,x$) frekanslarına ve $Y(t_i)$ ölçümlerine bağlı olarak denklem (5.4)'te verilen trigonometrik fonksiyon ile modellenenbilir (Gülal vd., 2013).

$$Y_{\text{Periyodik}} = \underbrace{\sum_{s=1}^q [b_s \cos(2\pi f_s t_i) + c_s \sin(2\pi f_s t_i)]}_{(2)\text{PeriyodikBileşen}} \quad (5.4)$$

Burada b_s ve c_s periyodik bileşen parametreleri

5.2.3 Stokastik bileşeni

Otoregresif özelliğe sahip serilerde, ardışık terimler arası ilişki deterministik olarak Otoregresif (Autoregressive; AR) ve Hareketli Ortalamalar (Moving Average ; MA) ile belirlenebilir. AR modeli Eşitlik (5.5)'te verilmiştir.

Serilere otoregresif bir modelin uyup uymadığına, değişkenin serisel bağımlılığının incelenmesi ile karar verilir.

$$Y_{\text{Stokastik}} = \underbrace{\sum_{j=1}^p \alpha_j X(t_{i-j})}_{(3)\text{Stokastik Bileşen}} + \underbrace{v(t_i)}_{\text{Errors}} \quad (5.5)$$

5.3 Sabit GNSS İstasyonları Zaman Serilerini Etkileyen Faktörler

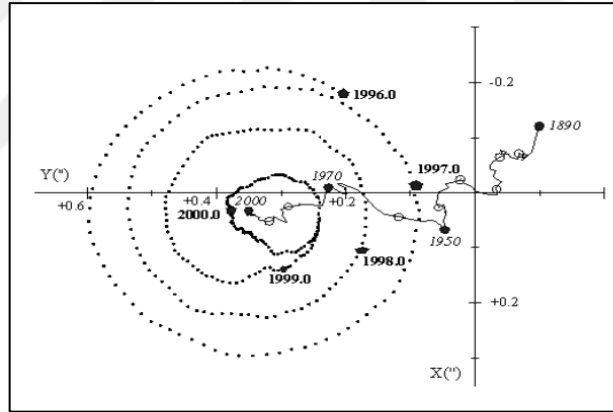
- Dünya dönüş parametreleri (ERP: Dünya dönme parametreleri):

Yer rotasyon parametreleri (ERP: Earth Rotation Parameters): GPS gözlemlerinin modellenmesi ve değerlendirilmesi ile elde edilen jeodezik büyüklükler (nokta koordinatları, taban bileşenleri vb.) için uygun koordinat sistemlerinin tanımlanması gerekmektedir. Bilindiği gibi uydu hareket denklemleri göksel koordinat sisteminde (inersiyal), yeryüzündeki nokta koordinatları ise yersel koordinat sisteminde tanımlanmaktadır. Uluslararası gök koordinat sistemi (ICRS: International Celestial Reference System), gökyüzünde eşit olarak dağılan dünya dışı radyo kaynaklarının J2000.0 epogundaki ekvator koordinatlar ile tanımlanır ve bu sisteme ICRF (Uluslararası Göksel Referans Sistemi) denilmektedir. Çerçeve uluslararası karasal koordinat sistemi (ITRS; Uluslararası Karasal Referans Sistemi), farklı uzay teknikleri (VLBI, SLR, GPS, DORIS) kullanılarak elde edilen sabit istasyon koordinatları ve hızları ile belirlenir ve buna ITRF (Uluslararası Karasal Referans Çerçevesi) adı

verilmektedir. Genel olarak yeryuvarı dönme ekseninin doğrultusu zaman ile değişmektedir. Değişim vektörünün doğrultusu anlık dönme eksenini doğrultusu, büyüklüğü ise yeryuvarının dönme hızına eşittir. Yeryuvarının dönmesi düzenli bir hareket olmayıp, bunun nedenleri; presesyon, nutasyon, kutup gezinmesi ve üniversal zaman (UT1)'dir (Kahveci, 2010)

- Kutup gezinmesi/kutup gelgiti

Dünyayı etkileyen dış kuvvetler olmasa bile, dünya'nın elastik doğası ve katı dünya'nın (litosfer) atmosfer ve okyanusların etkileri nedeniyle dönme ekseninde yine de bir değişiklik olacaktır. Yeryuvarı merkezkaç kuvvetinin potansiyelindeki küçük değişimler nedeniyle dönme ekseninin (veya anlık kutbun) katı yeryüzüne göre hareketi, kutup gezinmesi olarak tanımlanmaktadır (Kahveci, 2010). Yeryuvarı dönme ekseninin 1900 – 2000 yılları arasında izlediği yolu gösteren grafik Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. 1900-2000 yılları arasında kutup gezinmesi (Kahveci, 2010).

Kutup gelgit etkisinin yükseklikte en çok 25 mm, yatay doğrultuda ise en çok 7 mm'ye kadar ulaşabildiği tespit edilmiştir (Kouba, 2009). Günümüze kutupsal gezinme gözlem doğruluğu yaklaşık $0''.3 - 0''.5 \times 10^{-3}$ mertebesinde ve bu da yeryüzünde yaklaşık 1.0–1.5 cm büyüklüğe karşılık gelmektedir (Montenbruck ve Lutze, 2002).

- Okyanus yüklemesi

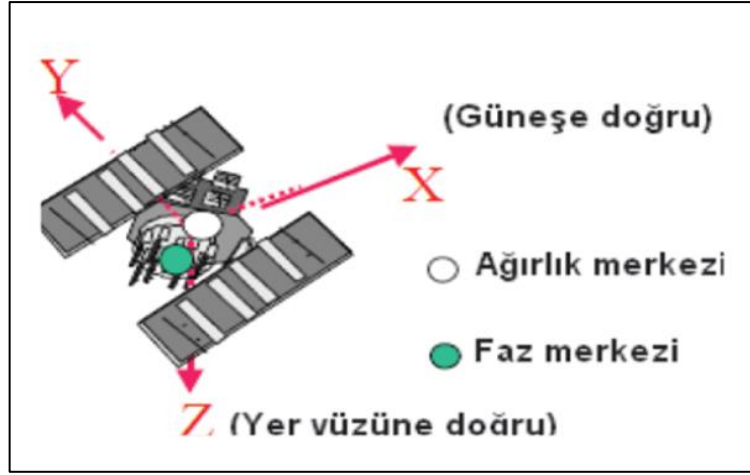
Okyanus gelgitlerinin alttaki kabuk yerkabuğuna baskısı olarak tanımlanmaktadır. Okyanus yüklemesinden kaynaklanan yer değiştirmeler, günlük ya da yarım günlük periyotlar gösterir, yerel etki gösterir ve sabit kısmı yoktur. İstasyon en yakın kıyı şeridinden (> 1000 km) uzakta olmadığı sürece istasyonların göz önüne alınabilir. 24 saatlik bir statik nokta bile konumlandırma işlemi için okyanus yükü etkilerinin de dikkate alınmasıdır. Aksi halde okyanus yükü etkiler, troposferik ve istasyon saat hataları için çözümlere eşleşmektedir (Kouba, 2009). Aksi durumda okyanus yüklemesi çözümlere troposferik etki ve alıcı saat hataları olarak yansımaktadır (Dragert vd., 2000).

- Katı yeryuvarı gelgiti

Katı yeryuvarı, aslında okyanus gelgitlerini oluşturan aynı yerçekimi kuvvetlerine yanıt verecek kadar esnektir. Gelgitlerin neden olduğu periyodik dikey ve yatay yer değiştirmeler (Love number h_{nm} ve Shida number l_{nm}) ile karakterize edilen derece ve düzenin (n, m) küresel harmonikleri ile temsil edilir. L_{nm} bu sayıların etkin değerleri, istasyon enlemine ve gelgit frekansına zayıf bir şekilde bağlıdır ve 1 mm'lik bir konum hassasiyeti istendiğinde dikkate alınması gerekir (Wahr, 1981).

- Uydu anteni faz merkezi kayıklıkları

Uydulara bağlı düzeltmelerin temelini, GNSS uydusu kütle ağırlık merkezi ile antenin faz merkezi arasındaki ayırmadan kaynaklanmaktadır. Uydu yörünge modellemesi için kullanılan kuvvet modelleri uydu kütle merkezine göre yapılmaktadır. IGS kesin uydu koordinatları ve saat bilgileri uydu ağırlık merkezine göre, uydu yayın navigasyon mesajı anten faz merkezine olmaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Uydu anteni faz merkezi kayıklıkları (Kahveci, 2010)

- Alıcı anteni faz merkezi kayıklıkları

GNSS uydu sinyalleri her yönden geldiği için alıcı antenlerin yerleşimi uydu antenlerine göre daha karmaşıktır. Alıcı anteni faz merkezi konumu da bu yönlere bağlı olarak değişmektedir. Bu yön bağımlılığına “alıcı anteni faz merkezi değişimi” tanımlanmaktadır. Bu değişimler uydulara göre L1 ve L2 için farklıdır. Çünkü bu değişiklikler anten tipine göre değişiklik göstermektedir. Özellikle aynı ağda farklı anten modelleri kullanılıyorsa bu etki daha da önem kazanmaktadır. Bu etkinin dikkate alınmaması, baz uzunluğundan bağımsız olarak genellikle istasyon yüksekliğinde 10 cm’ye varan hataya neden olmaktadır. Eğer ağda aynı anten modeli kullanılıyorsa, bu etki kendisini ölçek faktörü olarak göstermekte ve büyüklüğü yaklaşık (0.015 ppm) (Parts Per Million) olarak verilmektedir (Kahveci, 2010).

- Uydu faz dönmesi

GPS uyduları, sağ dairesel polarize (RHCP:Right Hand Circularly Polarized) radyo dalgalarını iletmektedir. Bu nedenle, gözlemlenen taşıyıcı faz, uydu ve alıcı antenlerin karşılıklı yönelimine bağlıdır. Alıcının veya uydu anteninin delik (dikey) eksenini etrafında döndürülmesi, taşıyıcı fazı antenin tam bir devrine karşılık gelen bir döngüye (bir dalga boyu) kadar değiştirecektir. Bu etkiye “Uydu faz dönmesi etkisi” denilmektedir (Wu vd., 1992).

- İstasyon hızları (konum değişimleri)

GPS/GNSS istasyonları genellikle periyodik hareketlere kalmaktadır. İstasyonun Periyodik hareketlerinin çoğu, yeryüzünün önemli bir kısmı için yaklaşık aynı kabul edilebilir. Görelî konum belirlemede 100 km'den küçük baz uzunlukları için bu etkilerin yok edildiği kabul edilmektedir. Bunların büyüklüğü yaklaşık dm'dır.

Ancak;

- a) İstasyon koordinatları PPP yöntemi kullanılarak belirlenecekse ve ITRF uyumlu ise
- b) Görelî konumlandırma yöntemi 500 km ve daha uzun bazlarda kullanılacaksa,
- c) Jeofizik ve/veya ülke datumu belirleme amaçlı çalışmalar yapılıyorsa, bu istasyon hareketleri IGS standartlarında belirtildiği/uygulandığı şekilde modellenmelidir. Öte yandan 1 cm'dan daha az istasyon hareketlerine neden olan başka etkiler (atmosferik yükleme, yeraltı suyu/toprak nemi, kar kütlesi etkisi vb.) vardır (Kahveci, 2010) .

- IGS/IERS (International Earth Rotation Service) standartları ile uyum

Yüksek doğruluklu GNSS değerlendirmelerinde sabit kabul edilen IGS ürünleri ve çözümleri kullanılırken IGS/IERS standartları ve tanımlarına (ağırlıklandırmalar, modellemeler vb.) uyulmalıdır. Bu özellikle uzun tabanlı çözümlerde, özellikle PPP çözümlerinde önemlidir. Bu kapsamda GNSS analizleri yapılırken IGS/IERS ürünleri kullanılıyorsa;

- 1) ITRF'nin en son sürümünü kullanılması,
- 2) IGS yörünge bilgisi ve IGS yer döndürme parametreleri (ERP: Dünya Dönme Parametreleri), bilgilerinin uyumlu olması,
- 3) IGS istasyon log dosyalarının (anten faz merkez değerleri, anten değişim bilgileri vb.) kontrol edilmesi (kahveci, 2019) .

- Referans çerçeve (Datum):

Hesaplamalarda kullanılan (sabit) IGS yörünge ve saat bilgileri, belirlenen konumun referans sistemini tanımlamaktadır. Örneğin, IGS ürünlerini veya çözümleri sabit alınarak yapılan PPP hesaplamaları doğrudan global IGS referans (ITRF) sistemindedir. Serbest ya da minimum zorlamalı görelî konum belirlemede ise, yine IGS yörünge/saat bilgilerinin sabit alındığı düşünüldüğünde, ağ sadece statik olarak yönlendirilmekte ve ölçeği belirlenmektedir. Sonuç olarak, GNSS ağ çözümlerine yer alacak tüm çözümler aynı referans sisteminde olması gerekmektedir. ITRF çözümleri,

yüksek frekanslı gelgit etkisi modelleri hariç, istasyonlarda doğrusal hareket varsayımına dayanmaktadır. Bu nedenle ITRF çözümlerinde istasyon koordinatları ve hızları sunulmaktadır. Bununla birlikte, en stabil istasyonlarda bile 10 mm'ye kadar hareketler meydana gelmektedir. Sonuç olarak, modellenemeyen bu etkiler belki de gelgit ya da yükleme etkileri tarafından emilmektedir. Bu nedenle, söz konusu lineer yaklaşım gerçekte mm büyüklüğünde doğruluk için yeterli değildir. IGS/IERS tarafından bu konuda da çalışma başlatılmış olup, bir sonraki ITRF koordinatlarının mm doğrulukla belirleneceği umulmaktadır (Kahveci, 2010).

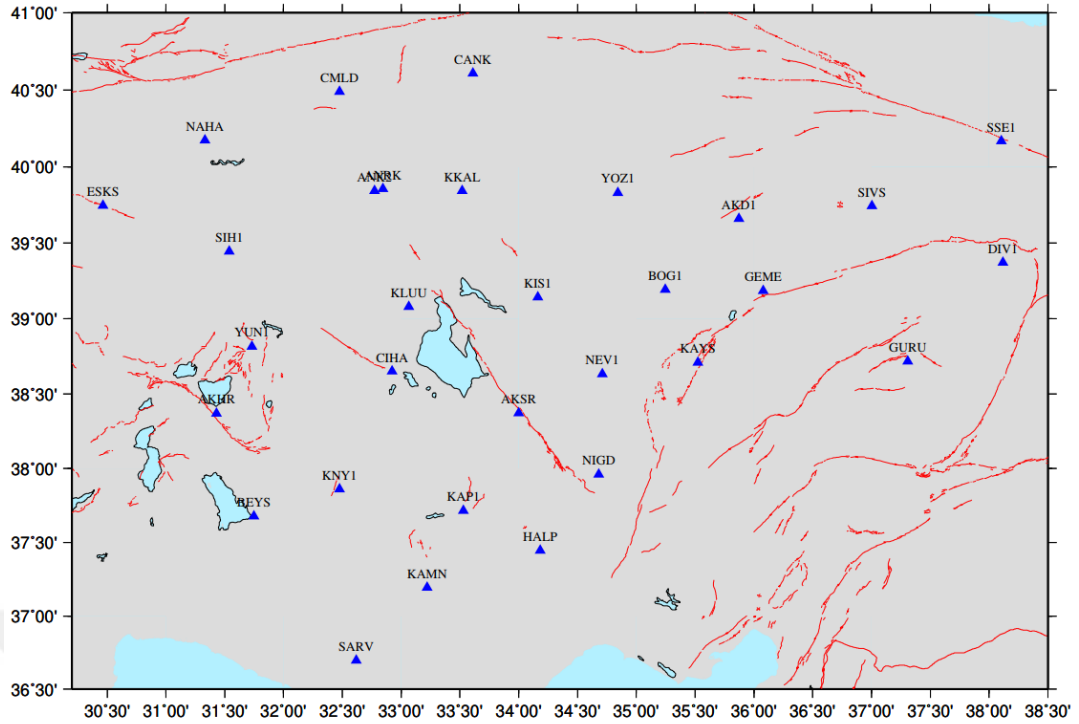


6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, İç Anadolu Bölgesi'nde tesis edilmiş Gerçek Zamanlı Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı (TUSAGA-Aktif/CORS-TR) istasyonlarının 2017-2020 yıllarını kapsayan lineer davranışları zaman serileri analizinde ele alınan lineer trend bileşeni fonksiyonu ile araştırılmıştır. Bu amaçla; TUSAGA-Aktif (CORS-TR) istasyonlarından; AKD1, AKHR, AKSR, ANK2, ANRK, BEYS, BOG1, CANK, CIHA, CMLD, ESKS, GEME, GURU, HALP, KAMN, KAP1, KAYS, KIS1, KKAL, KLUU, KNY1, NAHA, NEV1, NIGD, SARV, SIH1, SIVS, SSE1, YOZ1 ve YUN1 istasyonlarının N (North: Kuzey), E (East: Doğu) ve U (Up: Yükseklik) koordinatlarının günlük değerleri zaman serileri kullanılmıştır. Zaman serileri hem Avrasya sabit hem de ITRF14 Referans sisteminde Sabit alınarak elde edilmiştir. Serilere uygulanan lineer fonksiyonlar ile istasyonların zaman bölgesindeki lineer değişimleri (hız değerleri) hesaplanarak, istasyonların lineer davranış biçim ve fonksiyonları Avrasya ve ITRF14 Sabit sistemlerinde tanımlanmıştır. Ayrıca, her iki sistemden elde edilen zaman serilerinin trend bileşeni analiz sonucu istasyonların standart sapma (m_0) değerleri de incelenmiştir.

6.1 Çalışma Alanı ve Verileri

Bu tez çalışmasında İç Anadolu Bölgesinde yer alan (30 tane) AKD1, AKHR, AKSR, ANK2, ANRK, BEYS, BOG1, CANK, CIHA, CMLD, ESKS, GEME, GURU, HALP, KAMN, KAP1, KAYS, KIS1, KKAL, KLUU, KNY1, NAHA, NEV1, NIGD, SARV, SIH1, SIVS, SSE1, YOZ1 ve YUN1 TUSAGA-Aktif (CORS-TR) istasyonlarının Avrasya sabit ve ITRF14 Referans sistemi Sabit alınarak hesaplanan günlük koordinat ölçüleri ele alınmıştır. İstasyonların konum bilgileri Şekil 6.1'de verilmiştir.



Şekil 6.1. GNSS istasyonları konumları

Bu çalışmada ele alınan GNSS verileri 01.01.2017 -31.12.2020 tarihleri arası günlük koordinat değerleri olup, istasyonlara ait bilgiler Çizelge 6.1’de verilmiştir.

Çizelge 6.1. GNSS istasyonları hakkında genel bilgiler

Kısa Adı	İl/ İlçe	Enlem (derece)	Boylam (derece)	Kısa Adı	İl/ İlçe	Enlem (derece)	Boylam (derece)
AKD1	Yozgat/Akdağmadeni	39.6605	35.8711	KAP1	Konya/Karapınar	37.7144	33.5283
AKHR	Konya/Akşehir	38.3693	31.4297	KAYS	Kayseri/Melikgazi	38.7137	35.5031
AKSR	Aksaray/Merkez	38.3704	33.9982	KIS1	Kırşehir/Merkez	39.1434	34.1631
ANK2	Ankara/Çankaya	39.8428	32.7754	KKAL	Kırıkkale/Merkez	39.8433	33.5179
ANRK	Ankara/Çankaya	39.8560	32.8462	KLUU	Konya/Kulu	39.0791	33.0654
BEYS	Konya/Beyşehir	37.6773	31.7466	KNY1	Konya/Meram	37.8594	32.4764
BOG1	Yozgat/Boğazlıyan	39.1933	35.2471	NAHA	Ankara/Nallıhan	40.1733	31.3321
CANK	Çankırı/Merkez	40.6086	33.6104	NEV1	Nevşehir/Merkez	38.6315	34.7108
CIHA	Konya/Cihanbeyli	38.6504	32.9224	NIGD	Niğde/Merkez	37.9588	34.6794
CMLD	Ankara/Çamlıdere	40.4910	32.4745	SARV	Karaman/Sarıveliler	36.6967	32.6173
ESKS	Eskişehir/Turgutlar	39.7457	30.4636	SIH1	Eskişehir/Sivrihisar	39.4465	31.5363
GEME	Sivas/Gemerek	39.1851	36.0809	SIVS	Sivas/Merkez	39.7437	37.0025
GURU	Sivas/Gürün	38.7174	37.3079	SSE1	Sivas/Suşehri	40.1691	38.1050
HALP	Konya/Halkapınar	37.4451	34.1834	YOZ1	Yozgat/Merkez	39.8314	34.8447
KAMN	Karaman/Merkez	37.1932	33.2203	YUN1	Konya/Yunak	38.8162	31.7317

GNSS istasyonları günlük koordinat değerleri 01.01.2017-31.12.2020 tarihlerini kapsamaktadır (Çizelge 6.3). Günlük koordinat verilerinde bilgisayar arızası, anten

bozukluğu, vb. nedenlerden dolayı veri eksikleri ve yıllar arası büyük boşluklar bulunmaktadır. Çizelge 6.2’de GNSS istasyonlarına ait veri sayıları ve eksik veri yüzdeleri verilmiş olup ANRK, BEYS, BOG1, CANK, CMLD, KAP1 ve SARV istasyonlar hariç diğer istasyonların ITRF14 ve Avrasya sabit durumu için aynıdır. Çizelge 6.2’de, ANRK, BEYS, BOG1, CANK, CMLD, KAP1 ve SARV istasyonları ITRF14 Referans sisteminde veri adetleri ve eksik veri yüzdeleri görülmektedir. Avrasya sabit sisteminde bu istasyonların veri bilgileri ise ANRK (1435), BEYS (1460), BOG1 (1095), CANK (1431), CMLD (1411), KAP1 (1268) ve SARV (1263)’dir.

Çizelge 6.2. GNSS istasyonları veri durumları ve yüzdeleri

İstasyon Adı	Veri adedi	Eksik veri (%)	İstasyon Adı	Veri adedi	Eksik veri (%)
AKD1	620	0.8	KAP1	1268	0.9
AKHR	1460	0	KAYS	1436	1
AKSR	1455	0	KIS1	323	0.9
ANK2	365	0	KKAL	1460	0
ANRK	1427	1	KLUU	1460	0
BEYS	1427	1	KNY1	1460	0
BOG1	1088	0.7	NAHA	1460	0
CANK	1424	0.9	NEV1	1095	0
CIHA	1460	0	NIGD	1460	0
CMLD	1403	1	SARV	1253	0.8
ESKS	1460	0	SIH1	1047	0.7
GEME	1460	0	SIVS	1169	0.8
GURU	1460	0	SSE1	1095	0
HALP	1460	0	YOZ1	1405	1
KAMN	1460	0	YUN1	1397	1

Çizelge 6.3. GNSS istasyon verilerinin başlangıç-bitiş tarihleri

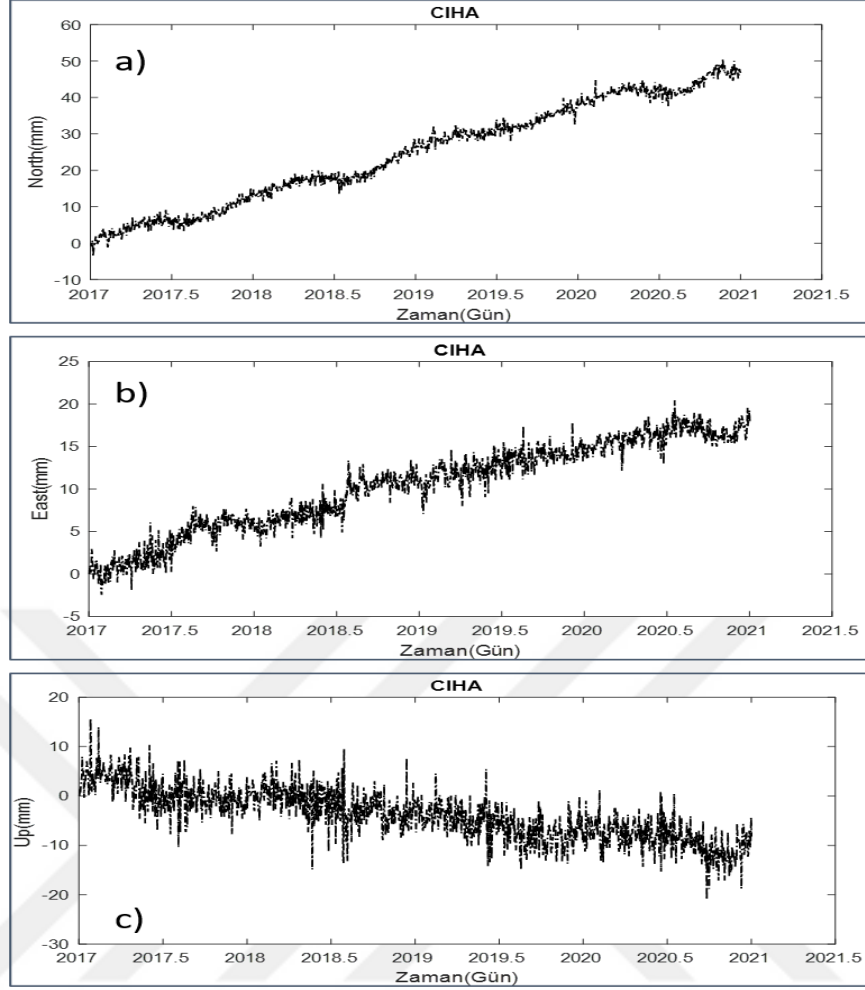
İstasyon Adı	Başlangıç	Bitiş	İstasyon Adı	Başlangıç	Bitiş
AKD1	01.01.2019	31.12.2020	KAP1	19.06.2017	31.12.2020
AKHR	01.01.2017	31.12.2020	KAYS	01.01.2017	31.12.2020
AKSR	01.01.2017	31.12.2020	KIS1	12.02.2020	31.12.2020
ANK2	01.01.2020	31.12.2020	KKAL	01.01.2017	31.12.2020
ANRK	01.01.2017	31.12.2020	KLUU	01.01.2017	31.12.2020
BEYS	01.01.2017	31.12.2020	KNY1	01.01.2017	31.12.2020

BOG1	01.01.2018	31.12.2020	NAHA	01.01.2017	31.12.2020
CANK	01.01.2017	31.12.2020	NEV1	01.01.2018	31.12.2020
CIHA	01.01.2017	31.12.2020	NIGD	01.01.2017	31.12.2020
CMLD	01.01.2017	31.12.2020	SARV	01.01.2017	31.12.2020
ESKS	01.01.2017	31.12.2020	SIH1	01.01.2017	25.06.2020
GEME	01.01.2017	31.12.2020	SIVS	01.01.2017	31.12.2020
GURU	01.01.2017	31.12.2020	SSE1	01.01.2018	31.12.2020
HALP	01.01.2017	31.12.2020	YOZ1	01.01.2017	31.12.2020
KAMN	01.01.2017	31.12.2020	YUN1	01.01.2017	31.12.2020

6.2 GNSS istasyonları zaman serileri (ITRF14 Referans sistemi)

Zaman serileri analizi için, istasyon verilerindeki büyük boşluklardan dolay AKSI, AKD1, ANRK, BASK, CMLD, KAP1, SIVA, YOZ1 ve YUN1 istasyonları iki ayrı veri grubu olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Dolayısıyla AKSI istasyonu, AKSI1 ve AKSI2 olarak ele alınmıştır. Ancak, SARV ve SIH1 üç veri grubu olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Dolayısıyla SARV istasyonu, SARV1, SARV2 ve SARV3 olarak ele alınmıştır. ITRF14 sabit alınarak elde edilen zaman serileri verilerine ait zaman aralığı Çizelge 6.3'te verilmektedir.

Bu çalışmada, istasyon koordinatlarının başlangıç koordinatına bağlı değişimini görmek için tüm koordinatlardan ilk koordinat değeri çıkartılarak koordinat zaman serileri yeniden oluşturulmuştur. Ayrıca tüm istasyonların her bir koordinat bileşenleri için elde edilen Ham Koordinatlar zaman serileri grafikleri Ek. A'da verilmiştir. Şekil 6.2'de CIHA istasyonu Kuzey (artan), Doğu (artan) ve yükseklik (azalan) ham koordinatlarının zaman serilerinin lineer bir hareket içerdiği belirgin olarak görülmektedir (Trend bileşeni; Eşitlik 5.1 ve 5.2). Diğer istasyonlarda da benzer ama farklı yönlerde lineer değişimler görülmektedir. Ayrıca, lineer hareketlerin yanında bilindiği gibi GNSS istasyonları yıllık, yarıyıllık, mevsimlik periyodik hareketler (Periyodik bileşen; Eşitlik 5.1 ve 5.4) ve düzensiz değişimlerde (stokastik bileşen; Eşitlik 5.1 ve 5.5) yer aldığı pek çok çalışmada ifade edilmektedir (Gülal vd., 2013). Bu çalışmada da bu tür hareketler ya da bileşenler bazı zaman serilerinde açıkça görülürken bazılarının da ise periyodik bileşen ve stokastik analizleri ile tespit edilmektedir (Ek. A).



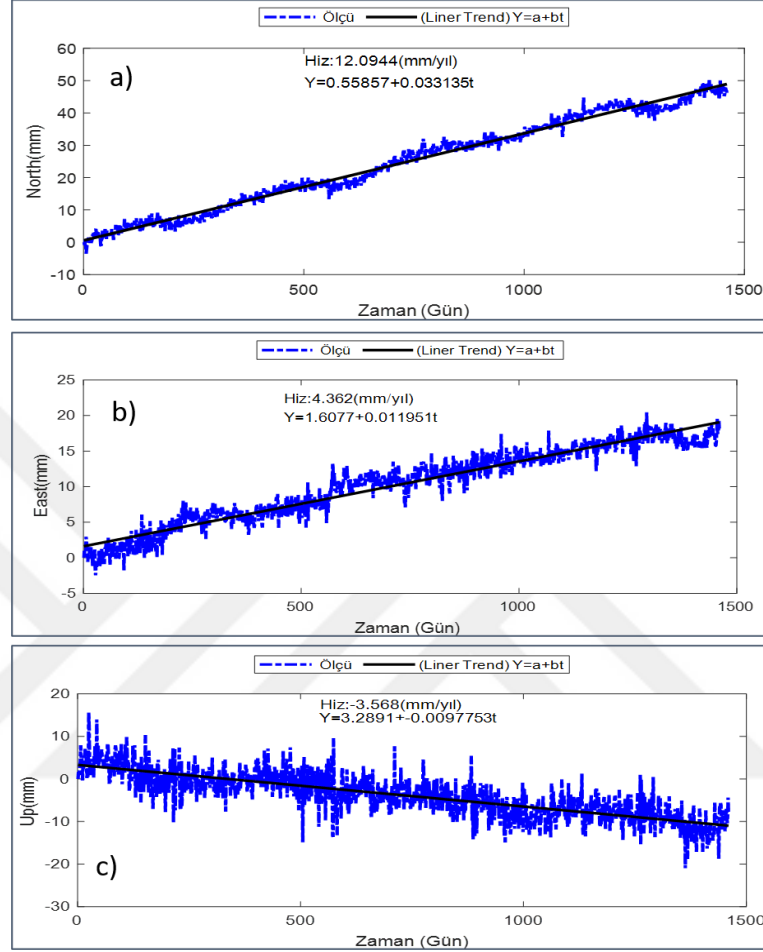
Şekil 6.2. CIHA Ham koordinat bileşeni, a) Kuzey b) Doğu c) Yükseklik.

6.2.1 Trend Bileşeni Analizi (hız kestirimi)

İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan 30 adet sabit GNSS istasyonlarının kuzey, doğu ve yükseklik koordinatları zaman serilerinde artan yada azalan yönde lineer bir hareketin varlığı, (5.2) eşitliği ile ifade edilen $y=a+bt$ lineer fonksiyonunun a ve b parametreleri ve bu parametrelerin standart sapmaları En Küçük Kareler Yöntemi ile kestirilerek, elde edilmiştir. Hesaplanan parametrelerin anlamlı olup-olmadığına $\alpha=0.05$ yanılma olasılığında (%95 güven düzeyinde) f serbestlik derecesine göre t-dağılımı testi ile karar verilmiştir (Eşitlik 5.2a-5.2j)

Eşitlik 5.2'ye göre yapılan analiz sonucu, İç Anadolu Bölgesi'ndeki GNSS istasyonlarının kuzey, doğu ve yükseklik koordinatları zaman serilerinin lineer bir hareket (trend bileşeni) içerdiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 6.4'de verilmiştir. GNSS istasyonların ait şekillerin sayısının fazla olması nedeniyle, örnek

olarak CIHA istasyonu Kuzey, doğu ve yükseklik koordinatları zaman serileri, lineer değişim veya trend fonksiyonları ve yıllık hız değerleri sırasıyla Şekil 6.3 (a, b ve c)'de gösterilmiştir. Diğer istasyonların şekilleri ise Ek. A'de verilmiştir.



Şekil 6.3. CIHA koordinat bileşeni lineer modeli, a) Kuzey b) Doğu c) Yükseklik.

Çizelge 6.4'de, GNSS istasyonlarının Kuzey, Doğu ve Yükseklik yönlerindeki, istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde, anlamlı lineer hareketleri (lineer trend bileşeni) veya lineer modelleri ve bu modelden kestirilen yıllık lineer hız değerleri verilmiştir. Çizelge 6.4'te lineer fonksiyonunun "t" değeri zaman biriminde gün olup, t değerine bağlı "b" parametresi istasyonların zaman serilerinin lineer değişimini ifade etmektedir. "b" parametresinin (+) veya (-) işaretli olması ise, sırasıyla hareketin artma ve azalma yönünü göstermektedir. Lineer fonksiyon, $y=a+bt$ ile sabit GNSS istasyonlarının lineer değişimlerini veya hızlarını, hareketin yönü ile birlikte belirlemek mümkündür. Ayrıca, istasyonların yatay koordinatları zaman serilerindeki artma yönü, istasyonların kuzey ve doğu yönlerinde hareket ettiğini, azalma yönü ise güney ve batı yönlerinde hareket ettiğini gösterir.

Çizelge 6.4'te görüldüğü gibi İç Anadolu Bölgesi'ndeki istasyonların yatay yöndeki lineer hızları; en büyük lineer hız yıllık 28.28 mm ile Kuzey yönünde KAP1_1 istasyonunda, en küçük lineer hız ise kuzey yönünde 4.34mm/yıl ile SARV_2 istasyonu için elde edilmiştir. Doğu yönündeki en büyük lineer hız 17.24 mm/yıl ile SARV_2 istasyonunda, en küçük Doğu yönündeki hız ise 1.88 mm/yıl ile KAP1_1 istasyonunda görülmüştür. Sonuç olarak, ITRF14 Referans sistemi alınarak, tüm istasyonların doğu ve kuzey yönlerindeki lineer hızlarından hesaplanan ortalama bileşke hız, Kuzeydoğu yönünde yıllık 16.95 mm olarak elde edilmiştir.

İstasyonların yükseklik koordinatları zaman serilerindeki lineer değişimleri incelendiğinde, ANK2, ANRK_1, ANRK_2, BEYS, CMLD_2, ESKS, GEME, GURU, HALP, KIS1, KKAL, KLUU, NAHA, SARV_2, SARV_3, SIH1_1, SIH1_2, SIVS_1, SIVS_2, SSE1, YOZ1_1, YOZ1_2 ve YUN1_2 istasyonlarında (+) artan yönde lineer hızlar tespit edilmiştir. En büyük lineer hız SARV_3 istasyonunda yıllık 28.06 mm ve en düşük lineer hız HALP istasyonunda 0.30 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. AKD1_1, AKD1_2, AKHR, AKSR, BOG1, CANK, CIHA, CMLD_1, GURU, KAMN, KAP1_1, KAP1_2, KAYS, KNY1, NEV1, NIGD, SARV_1, SIH1_3 ve YUN1_1 istasyonlarının yükseklik zaman serilerindeki lineer hızları ise (-) azalan yöndedir. En büyük lineer hız -49.06 mm/yıl değeri ile KNY1 istasyonunda ve en küçük lineer hız -0.02mm/yıl değeri ile NIGD istasyonunda tespit edilmiştir. Ayrıca, KAP1 istasyonunda da yaklaşık -27.95 mm/yıl bir hareket görülmektedir (Çizelge 6.4). KNY1 ve KAP1 istasyonlarındaki bu değişimlerin, bu bölgedeki (Konya Kapalı Havzası) yeraltı su seviyesindeki azalmadan kaynaklandığı ifade edilebilir (Erdoğan ve Oktar, 2016). Benzer sonuçlar, Özdemir (2011), Orhan vd., (2020) ve Üstün vd., (2007 ve 2015) tarafından yapılan araştırmalarda, bu bölgede yer alan GNSS istasyonları yükseklik değerlerinin yeraltı su seviyesine bağlı olarak düşüş gösterdiği belirtilmektedir.

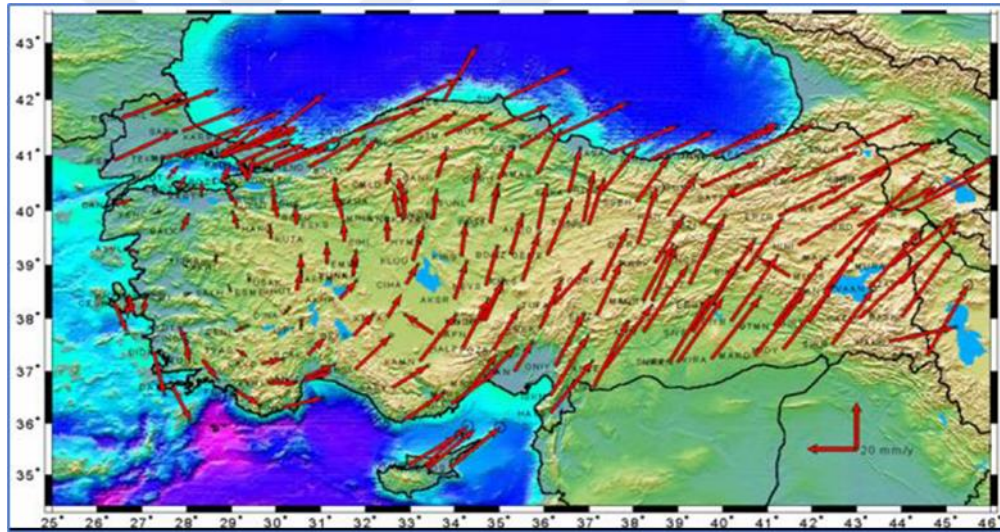
Çizelge 6.4. GNSS istasyonlarının lineer modelleri (trend) ve yıllık hızları (ITRF14 Referans sistemi).

İstasyon adı	$y(t) = a + bt$ KUZEY lineer modeli	Hız= 365*b (mm/yıl)	$y(t) = a + bt$ DOĞU lineer modeli	Hız= 365*b (mm/yıl)	Bileşke hız(mm/yıl)	$y(t) = a + bt$ YÜKSEKLİK lineer modeli	Hız= 365*b (mm/yıl)
AKD1	$y(t) = -2.6278 + 0.0702t$	25.64	$y(t) = -4.4779 + 0.0352t$	12.84	28.67	$y(t) = 13.8356 - 0.0292t$	-10.66
AKD1_2	$y(t) = -1.0366 + 0.0536t$	19.55	$y(t) = -0.4070 + 0.0157t$	5.74	20.37	$y(t) = 0.3929 - 0.0060t$	-2.20
AKHR	$y(t) = 11.8478 + 0.0229t$	8.34	$y(t) = -4.9862 + 0.0104t$	3.78	9.16	$y(t) = 6.7361 - 0.0118t$	-4.30
AKSR	$y(t) = -1.7963 + 0.0425t$	15.53	$y(t) = 2.9796 + 0.0173t$	6.31	16.76	$y(t) = -12.2209 - 0.0224t$	-8.18
ANK2	$y(t) = 2.0488 + 0.0341t$	12.43	$y(t) = -0.5197 + 0.0073t$	2.67	12.72	$y(t) = -1.1747 + 0.0080t$	2.93
ANRK	$y(t) = 1.5544 + 0.0347t$	12.65	$y(t) = -0.1771 + 0.0086t$	3.14	13.04	$y(t) = -1.5499 + 0.0026t$	0.96
ANRK_2	$y(t) = -0.9665 + 0.0348t$	12.71	$y(t) = -0.1379 + 0.0113t$	4.13	13.36	$y(t) = -6.7247 + 0.0096t$	3.50
BEYS	$y(t) = 0.3059 + 0.0282t$	10.30	$y(t) = -0.1205 + 0.0252t$	9.19	13.80	$y(t) = -7.9017 + 0.0029t$	1.05
BOG1	$y(t) = -3.7351 + 0.0499t$	18.21	$y(t) = 4.4001 + 0.0155t$	5.62	19.05	$y(t) = -6.9037 - 0.0092t$	-3.36
CANK	$y(t) = 1.0171 + 0.0335t$	12.22	$y(t) = -2.8276 + 0.0210t$	7.65	14.42	$y(t) = -18.7992 - 0.0012t$	-0.44
CIHA	$y(t) = 0.5586 + 0.0331t$	12.09	$y(t) = 1.6077 + 0.0120t$	4.36	12.86	$y(t) = 3.2891 - 0.0098t$	-3.57
CMLD	$y(t) = 1.3482 + 0.0296t$	10.81	$y(t) = 0.9536 + 0.0160t$	5.85	12.29	$y(t) = -17.7025 - 0.0048t$	-1.74
CMLD_2	$y(t) = -0.9096 + 0.0291t$	10.63	$y(t) = 2.3394 + 0.0138t$	5.04	11.76	$y(t) = 8.3971 + 0.0026t$	0.93
ESKS	$y(t) = -0.2767 + 0.0263t$	9.61	$y(t) = 3.0625 + 0.0086t$	3.13	10.11	$y(t) = -0.3890 + 0.0033t$	1.21
GEME	$y(t) = -1.4347 + 0.0577t$	21.06	$y(t) = -2.1013 + 0.0279t$	10.18	23.39	$y(t) = 1.4852 + 0.0021t$	0.77
GURU	$y(t) = 0.0260 + 0.0579t$	21.12	$y(t) = -0.2274 + 0.0262t$	9.55	23.18	$y(t) = 4.1448 - 0.0020t$	-0.72
HALP	$y(t) = 0.6891 + 0.0492t$	17.94	$y(t) = -0.8582 + 0.0326t$	11.90	21.53	$y(t) = -4.4323 + 0.0008t$	0.30
KAMN	$y(t) = -1.8651 + 0.0463t$	16.92	$y(t) = 0.1527 + 0.0358t$	13.08	21.38	$y(t) = -17.6851 - 0.0160t$	-5.84
KAP1	$y(t) = -5.4653 + 0.0775t$	28.28	$y(t) = 3.9348 + 0.0052t$	1.88	28.34	$y(t) = 5.181 - 0.0897t$	-32.74
KAP1_2	$y(t) = 2.0025 + 0.0445t$	16.24	$y(t) = 5.6519 + 0.0182t$	6.63	17.54	$y(t) = -10.1261 - 0.0634t$	-23.16
KAYS	$y(t) = -0.6888 + 0.0514t$	18.78	$y(t) = 0.0521 + 0.0251t$	9.16	20.89	$y(t) = 6.1575 - 0.0017t$	-0.61
KIS1	$y(t) = -1.5266 + 0.0495t$	18.07	$y(t) = -1.0612 + 0.0216t$	7.90	19.72	$y(t) = 3.8199 + 0.0146t$	5.33
KKAL	$y(t) = -0.9015 + 0.0379t$	13.85	$y(t) = 1.7242 + 0.0101t$	3.68	14.33	$y(t) = -10.4132 + 0.0015t$	0.51
KLUU	$y(t) = -1.6097 + 0.0417t$	15.21	$y(t) = -1.236 + 0.0159t$	5.82	16.29	$y(t) = 1.7906 + 0.0015t$	0.55
KNY1	$y(t) = 5.3468 + 0.0563t$	20.54	$y(t) = -5.4838 + 0.0180t$	6.56	21.56	$y(t) = -40.154 - 0.1344t$	-49.06
NAHA	$y(t) = 1.9587 + 0.0281t$	10.25	$y(t) = -0.0776 + 0.0078t$	2.85	10.64	$y(t) = -18.5143 + 0.0048t$	1.76
NEV1	$y(t) = 0.6369 + 0.0525t$	19.17	$y(t) = 1.8324 + 0.0212t$	7.76	20.68	$y(t) = 2.2768 - 7.4246t$	-0.03
NIGD	$y(t) = -0.5531 + 0.0482t$	17.58	$y(t) = -1.6428 + 0.0284t$	10.38	20.42	$y(t) = -11.6583 - 4.1104t$	-0.02
SARV	$y(t) = 1.3578 + 0.0431t$	15.75	$y(t) = -2.0567 + 0.0299t$	10.91	19.16	$y(t) = -8.5678 - 0.0141t$	-5.15
SARV_2	$y(t) = 3.771 + 0.0119t$	4.34	$y(t) = -6.0035 + 0.0472t$	17.24	17.78	$y(t) = -12.6447 + 0.0765t$	27.92
SARV_3	$y(t) = 4.8954 + 0.0450t$	16.43	$y(t) = -0.7347 + 0.0158t$	5.77	17.42	$y(t) = 7.8998 + 0.0769t$	28.06
SIH1	$y(t) = -1.3829 + 0.0264t$	9.65	$y(t) = -0.4542 + 0.0099t$	3.60	10.30	$y(t) = 5.4017 + 0.0027t$	0.97
SIH1_2	$y(t) = 0.3405 + 0.0209t$	7.62	$y(t) = -0.5605 + 0.0117t$	4.28	8.74	$y(t) = -2.5607 + 0.0034t$	1.23
SIH1_3	$y(t) = 1.4939 + 0.0176t$	6.44	$y(t) = 0.8408 + 0.0131t$	4.78	8.02	$y(t) = -1.7277 - 0.0243t$	-8.88
SIVS	$y(t) = -0.3607 + 0.0530t$	19.34	$y(t) = -0.9794 + 0.0276t$	10.08	21.81	$y(t) = 1.3629 + 0.0072t$	2.65
SIVS_2	$y(t) = -2.0447 + 0.0574t$	20.96	$y(t) = -5.361 + 0.0202t$	7.38	22.22	$y(t) = -3.6074 + 0.0030t$	1.11
SSE1	$y(t) = -1.4630 + 0.0488t$	17.80	$y(t) = -0.1219 + 0.0400t$	14.59	23.02	$y(t) = -3.4877 + 0.0065t$	2.39

Çizelge 6.4. devamı

YOZ1	$y(t_i) = 0.3123 + 0.0437t$	15.95	$y(t_i) = 2.817 + 0.0221t$	8.08	17.88	Kuzeydoğ u	$y(t_i) = -1.1835 + 0.0051t$	1.86
YOZ1_2	$y(t_i) = -0.0768 + 0.0465t$	16.98	$y(t_i) = -3.8569 + 0.0163t$	5.95	18.00	Kuzeydoğ u	$y(t_i) = -3.5747 + 0.0016t$	0.60
YUN1	$y(t_i) = -1.2189 + 0.0285t$	10.41	$y(t_i) = 0.5013 + 0.0125t$	4.57	11.37	Kuzeydoğ u	$y(t_i) = 5.7798 - 0.0014t$	-0.52
YUN1_2	$y(t_i) = 1.8463 + 0.0253t$	9.23	$y(t_i) = -1.8021 + 0.0157t$	5.75	10.87	Kuzeydoğ u	$y(t_i) = -5.9232 + 0.0098t$	3.57

ITRF14 Referans sistemi sabit alınması durumunda, Türkiye'deki sabit GNSS istasyonlarının hız değerleri ve yönleri, Şekil 6.4'de gösterildiği şekli ile Özdemir (2011) tarafından elde edilmiştir. Özdemir (2011) tarafından belirlenen bu sonuçlar, bu çalışmada elde edilen Çizelge 6.4'de verilen sonuçlarla (hız değerleri ve yön) uyushmaktadır. Bu çalışmada, elde edilen sonuçlar, ITRF14 Referans sisteminde, İç Anadolu Bölgesi GNSS istasyonlarının global sistemdeki hareketleri ve yönleridir. Bu sistemde, İç Anadolu bölgesinde bulunan GNSS istasyonlarının tamamı kuzeydoğu yönünde yılda 16.95 mm hareket etmektedir.

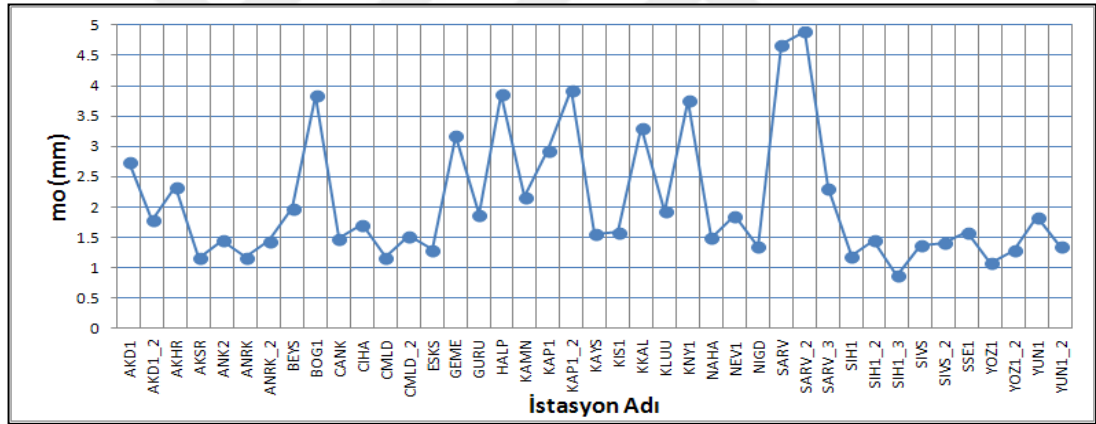


Şekil 6.4. Nokta hızları (ITRF14 Referans sisteminde) (Özdemir vd., 2011).

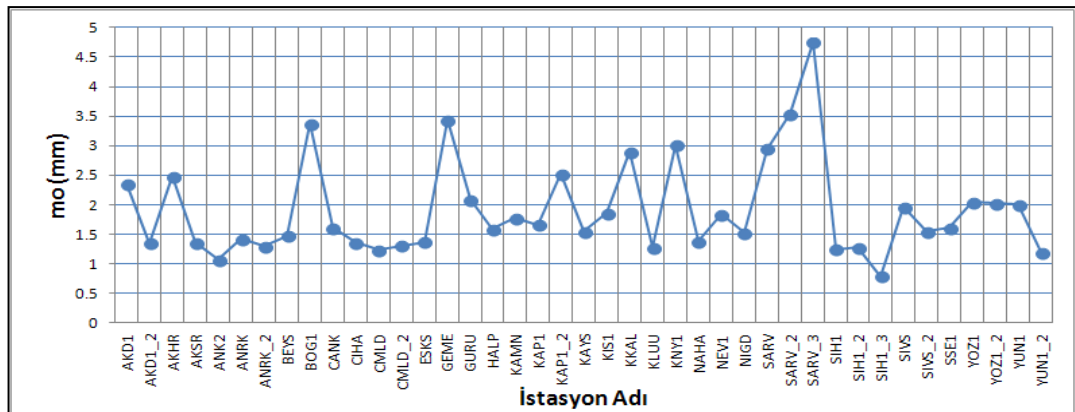
ITRF14 Referans sisteminde En Küçük Kareler Yöntemine göre yapılan dengeleme sonucu her bir istasyon için hesaplanan kuzey, doğu ve yükseklik yönlerindeki lineer hareketin standart sapmaları m_0 , Şekil 6.5, Şekil 6.6 ve Şekil 6.7'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde, istasyonların kuzey yönü için, SARV ($m_0=4.68\text{mm}$) ve SARV_2 ($m_0=4.89\text{mm}$) istasyonları hariç, m_0 değerlerinin 1-4 mm aralığında yer aldığı, Doğu yönü için, SARV_3 ($m_0=4.75\text{ mm}$) istasyonu hariç, m_0 değerlerinin 1-3.5 mm aralığında ve Yükseklik yönü için, KNY1 ($m_0=18.19\text{ mm}$) istasyonu hariç, m_0 değerlerinin 3-9 mm aralığında yer aldığı görülmektedir. Şekil A.85'de, SARV

istasyonu kuzey yönlü zaman serileri incelendiğinde, 450. veriden sonra seride bir artış olduğu, buna bağlı olarak değişimlerin lineer hareketten farklarının fazlaca olduğu, Şekil A.88’de ise SAR_2 istasyonu zaman serisinde periyodik hareketin tamamlanmadığı (veri sayısı 320) görülmektedir. Şekil A.92’de ise SAR_3 doğu yönlü zaman serisinde veri sayısı 220 olup, tamamlanmayan periyodik hareketler ve lineer hareketten farklarının fazlaca olduğu değişimler olduğu tespit edilmiştir. SARV istasyonu ile ilgili elde edilen bu bulguların, istasyonun m_0 değerinin diğer istasyonlara göre biraz daha büyük olmasına neden olabileceği ifade edilebilir.

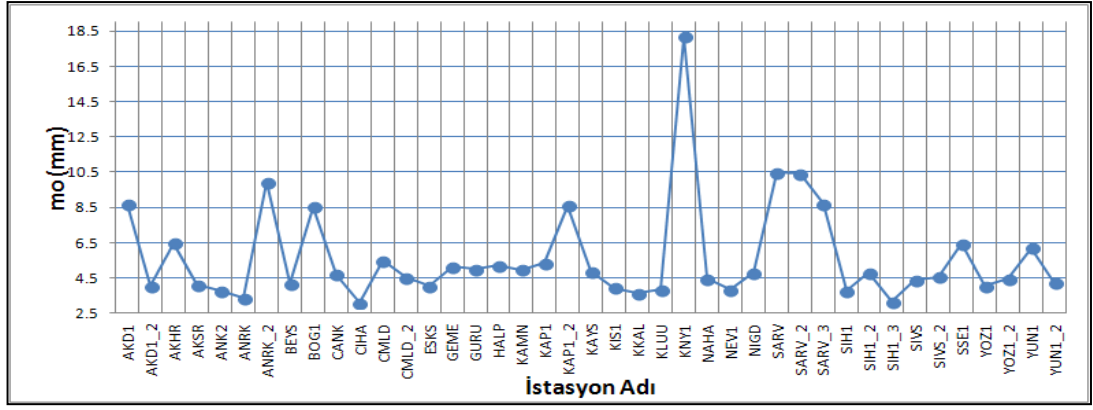
Elde edilen m_0 değerleri kuzey ve doğu yönleri için yaklaşık aynı iken, yükseklik değerleri için kuzey veya doğu yönlerine göre yaklaşık 2-3 katı kadar büyük olduğu ifade edilebilir. Bilindiği gibi, GNSS ile belirlenen yüksekliklerin duyarlılıklarının yatay konum duyarlılığına göre 2-3 kat daha düşük olması, burada elde edilen sonuçlarda da görülmektedir.



Şekil 6.5. Kuzey yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0)



Şekil 6.6. Doğü yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0)



Şekil 6.7. Yükseklik yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0)

6.3 GNSS istasyonları zaman serileri (Avrasya Sabit)

Bölüm 6.2 ve Bölüm 6.2.1’de ITRF14 Sabit alınarak İç Anadolu Bölgesi GNSS istasyonları zaman serileri, bu bölüm de Avrasya Sabit alınarak hesaplanmıştır. Ön değerlendirme işlemleri ve analizler Bölüm 6.2 ve Bölüm 6.2.1 ile aynı olup, değerlendirme ve trend bileşen analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 6.5’te CANK_1, CIHA, ANRK_1, ANKR, SERV_2, CALM_1, CALM_2, BEYS, YUN1_1, YUN1_2, SIH1_1, SIH1_2, SIH1_3, AKHR, NAHA, ESKS, BUCU ve ANK2 istasyonlarının güney yönünde lineer hareketleri yani hızları, diğer istasyonların ise kuzey yönlü hızları olduğu görülmektedir. Doğu yönlü lineer hızları ise, BASK_1, BASK_2, GURU, SIVS_1, SIVS_2, GEME, KAYS, YOZ1_1, YOZ1_2, NIGD, HALP, AKSR, CANK_1, CANK_2, KKAL, KAMN, KLUU, CIHA, ANRK_1, ANRK_2, ANKR, SARV_1, SARV_2, SARV_3, KNY1, CALM_1, CALM_2, BEYS, YUN1_1, YUN_2, SIH1_1, SIH1_2, AKHR, NAHA, ESKS, BOR1, KAP1, BOG1, NIV1, AKD1_1, AKD1_2, ANK2 ve KIS1 istasyonlarında, Batı yönlü hızları ise SIH1_3 ve BUCU istasyonlarında tespit edilmiştir. Ayrıca, Batı yönündeki en büyük lineer hız, 23.29 mm/yıl ile ANKR istasyonunda, en küçük lineer hız, 0.36 mm/yıl ile BUCU istasyonu için tespit edilmiştir. BASK_1 istasyonu için ise (15.51 mm/yıl) kuzey yönünde en büyük lineer hareket elde edilmiş olup, Güney yönündeki en küçük lineer hızı ise 0.06 mm/yıl ile ANRK_1 istasyonunda görülmüştür.

İstasyonların yükseklik koordinatları zaman serilerinin lineer hareketleri incelendiğinde, BASK_1, BASK_2, SIVS_1, SIVS_2, GEME, KAYS, YOZ1_1,

YOZ1_2, NIGD, HALP, KKAL, KLUU, ANRK_1, ANRK_2, SARV_2, SARV_3, CALM_1, CALM_2, BEYS, YUN1_1, YUN1_2, SIH1_1, SIH1_2, NAHA, ESKS, BUCU, SSE1, AKD1_2 ve ANK2 istasyonlarında artan yönde (+) lineer değişimler olduğu görülmektedir. İstasyonlar içinde, SARV_3 istasyonunda yıllık 29.75 mm ile en büyük ve YOZ1_2 istasyonunda ise yıllık 0.10 mm ile en düşük lineer değişimler tespit edilmiştir. GURU, AKSR, CANK_1, CANK_2, KAMN, CIHA, ANKR, SARV_1, KNY1, SIH1_3, AKHR, KAP1, BOG1, NIV1, ve AKD1_1 istasyonlarının yükseklik koordinatları zaman serilerinde azalan yönde (-) lineer değişimler görülmüştür. Bu istasyonlardan, KNY1 istasyonunda en büyük lineer değişim -48.22 mm/yıl ve -0.15 mm/yıl değeri ile NIV1 istasyonunda en küçük lineer değişim tespit edilmiştir. Ayrıca, KAP1 istasyonunda da yaklaşık -22.41 mm/yıl bir değişiklik görülmektedir (Çizelge 6.5). KNY1 ve KAP1 istasyonlarının Konya Kapalı Havzası içerisinde yeraltı su seviyesinin azaldığı alanlarda yer alması, bu istasyonlardaki (-) değişimin su seviyesindeki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir (Özdemir, 2011; Orhan vd., 2020; Üstün vd., 2007; Üstün vd., 2015).

Çizelge 6.5. İç Anadolu Bölgesi GNSS istasyonlarının lineer fonksiyon modelleri ve yıllık hızları (Avrasya sabit).

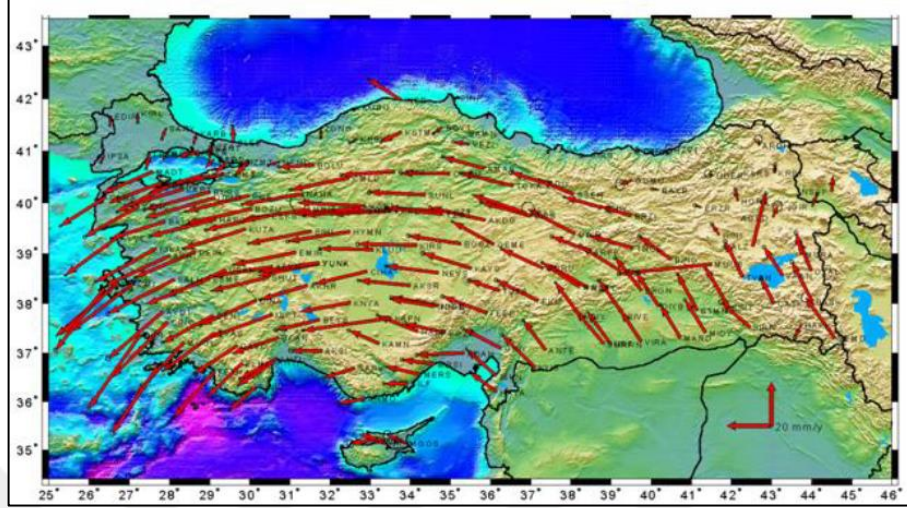
İstasyon adı	$y(t) = a + bt$ KUZEY lineer modeli	Hız= $365 \cdot b$ (mm/yıl)	$y(t) = a + bt$ DOĞU lineer modeli	Hız= $365 \cdot b$ (mm/yıl)	Bileşke hız (mm/yıl)	$y(t) = a + bt$ YÜKSEKLİK lineer modeli	Hız= $365 \cdot b$ (mm/yıl)
BASK_1	$y(t) = 1.341 + 0.0425t$	15.51	$y(t) = -2.5443 - 0.0133t$	-4.84	16.25	$y(t) = -5.1855 + 0.0193t$	7.04
BASK_2	$y(t) = 0.0217 + 0.0419t$	15.29	$y(t) = -1.7058 - 0.0126t$	-4.61	15.97	$y(t) = 8.6337 + 0.0138t$	5.02
GURU	$y(t) = 0.7210 + 0.0252t$	9.19	$y(t) = -0.1948 - 0.0438t$	-15.99	18.44	$y(t) = 1.6579 - 0.0006t$	-0.22
SIVS_1	$y(t) = 0.3337 + 0.0194t$	7.08	$y(t) = -0.3377 - 0.0439t$	-16.01	17.50	$y(t) = -3.1008 + 0.0163t$	5.97
SIVS_2	$y(t) = -2.1542 + 0.0236t$	8.63	$y(t) = -4.4541 - 0.0497t$	-18.13	20.08	$y(t) = -21.3763 + 0.0042t$	1.52
GEME	$y(t) = -7.7208 + 0.0247t$	9.01	$y(t) = -2.3107 - 0.0418t$	-15.25	17.71	$y(t) = -0.9210 + 0.0033t$	1.22
KAYS	$y(t) = -0.1221 + 0.0181t$	6.61	$y(t) = 0.0131 - 0.0442t$	-16.14	17.44	$y(t) = 3.6273 + 0.0003t$	0.11
YOZ1_1	$y(t) = 0.8331 + 0.0103t$	3.75	$y(t) = 3.2804 - 0.0480t$	-17.53	17.92	$y(t) = -5.2383 + 0.0119t$	4.35
YOZ1_2	$y(t) = 3.2809 + 0.0130t$	4.76	$y(t) = -0.3345 - 0.0511t$	-18.64	19.24	$y(t) = -6.5517 + 0.0003t$	0.10
NIGD	$y(t) = -0.0879 + 0.0146t$	5.31	$y(t) = -1.6882 - 0.0408t$	-14.89	15.81	$y(t) = -23.8459 + 0.0016t$	0.59
HALP	$y(t) = 1.1983 + 0.0151t$	5.53	$y(t) = -0.8474 - 0.0387t$	-13.41	14.50	$y(t) = -6.7455 + 0.0028t$	1.04
AKSR	$y(t) = -1.3001 + 0.0085t$	3.10	$y(t) = 2.8935 - 0.0516t$	-18.82	19.07	$y(t) = -14.5906 - 0.0205t$	-7.48
CANK_1	$y(t) = 1.9777 - 0.0017t$	-0.63	$y(t) = -2.5724 - 0.0482t$	-17.59	17.60	$y(t) = -0.8255 - 0.0009t$	-0.33
CANK_2	$y(t) = -1.8853 + 0.0180t$	6.56	$y(t) = -1.0364 - 0.0439t$	-16.01	17.31	$y(t) = 5.6662 - 0.0141t$	-5.15
KKAL	$y(t) = -0.4284 + 0.0038t$	1.39	$y(t) = 1.5088 - 0.0578t$	-21.11	21.16	$y(t) = -12.8039 + 0.0030t$	1.08
KAMN	$y(t) = -1.4761 + 0.0119t$	4.36	$y(t) = 0.1776 - 0.0336t$	-12.28	13.03	$y(t) = -19.9852 - 0.0137t$	-5.00
KLUU	$y(t) = -1.1815 + 0.0074t$	2.70	$y(t) = -1.3936 - 0.0522t$	-19.04	19.23	$y(t) = -0.5096 + 0.0032t$	1.19

Çizelge 6.5. devamı

CIHA	$y(t) = 0.9653 - 0.0012t$	-0.45	$y(t) = 1.4483 - 0.0563t$	-20.55	20.55	Güneybatı	$y(t) = 1.0117 - 0.0079t$	-2.89
ANRK_1	$y(t) = 2.0997 - 0.0002t$	-0.06	$y(t) = 0.4200 - 0.0621t$	-22.66	22.66	Güneybatı	$y(t) = -5.7743 + 0.0111t$	4.06
ANRK_2	$y(t) = -0.7142 + 0.0006t$	0.23	$y(t) = 0.5205 - 0.0565t$	-20.64	20.64	Kuzeybatı	$y(t) = -4.8296 + 0.0135t$	4.93
ANKR	$y(t) = -0.1372 - 0.0023t$	-0.82	$y(t) = -2.1792 - 0.0638t$	-23.29	23.31	Güneybatı	$y(t) = -13.43 - 0.0124t$	-4.54
SARV_1	$y(t) = 1.8299 + 0.0077t$	2.81	$y(t) = -1.4094 - 0.0421t$	-15.36	15.61	Kuzeybatı	$y(t) = -12.3092 - 0.0047t$	-1.72
SARV_2	$y(t) = 4.1808 - 0.0233t$	-8.49	$y(t) = -6.1333 - 0.0213t$	-7.76	11.50	Güneybatı	$y(t) = -12.0975 + 0.0706t$	25.76
SARV_3	$y(t) = 4.5048 + 0.0149t$	5.45	$y(t) = -0.2086 - 0.0600t$	-21.90	22.57	Kuzeybatı	$y(t) = 7.528 + 0.0815t$	29.75
KNY1	$y(t) = 5.7047 + 0.0217t$	7.93	$y(t) = -5.6043 - 0.0505t$	-18.42	20.06	Kuzeybatı	$y(t) = -42.4959 - 0.1321t$	-48.22
CALM_1	$y(t) = 1.6803 - 0.0046t$	-1.66	$y(t) = 1.4626 - 0.0540t$	-19.71	19.78	Güneybatı	$y(t) = -3.4678 + 0.0065t$	2.38
CALM_2	$y(t) = 0.5128 - 0.0043t$	-1.58	$y(t) = 1.3307 - 0.0524t$	-19.14	19.21	Güneybatı	$y(t) = -4.3832 + 0.0011t$	0.39
BEYS	$y(t) = 0.4754 - 0.0076t$	-2.77	$y(t) = -0.4252 - 0.0436t$	-15.92	16.15	Güneybatı	$y(t) = -9.6745 + 0.0047t$	1.70
YUN1_1	$y(t) = -0.7425 - 0.0068t$	-2.48	$y(t) = 1.006 - 0.0575t$	-20.99	21.13	Güneybatı	$y(t) = 0.1629 + 0.0139t$	5.08
YUN1_2	$y(t) = -0.3143 - 0.0084t$	-3.07	$y(t) = 5.7488 - 0.0545t$	-19.89	20.13	Güneybatı	$y(t) = 3.9402 + 0.0155t$	5.65
SIH1_1	$y(t) = -0.9776 - 0.0085t$	-3.10	$y(t) = 0.1050 - 0.0603t$	-22.01	22.23	Güneybatı	$y(t) = 1.5454 + 0.0105t$	3.83
SIH1_2	$y(t) = 0.6935 - 0.0193t$	-7.06	$y(t) = 0.6006 - 0.0602t$	-21.98	23.08	Güneybatı	$y(t) = -2.7725 + 0.0125t$	4.57
SIH1_3	$y(t) = 2.1295 - 0.0230t$	-8.40	$y(t) = 1.6909 - 0.0569t$	0.81	8.44	Güneydoğu	$y(t) = -1.4834 - 0.0171t$	-6.26
AKHR	$y(t) = 12.1708 - 0.0121t$	-4.42	$y(t) = -5.1438 - 0.0575t$	-20.97	21.43	Güneybatı	$y(t) = 4.2996 - 0.0096t$	-3.49
NAHA	$y(t) = 2.3182 - 0.0069t$	-2.52	$y(t) = -0.3622 - 0.0592t$	-21.61	21.76	Güneybatı	$y(t) = -1.085 + 0.0068t$	2.50
ESKS	$y(t) = 0.0218 - 0.0090t$	-3.28	$y(t) = 2.7517 - 0.0586t$	-21.23	21.48	Güneybatı	$y(t) = -2.5633 + 0.0053t$	1.85
BUCU	$y(t) = -0.1475 - 0.0030t$	-1.11	$y(t) = -0.3426 + 0.0010t$	0.36	1.17	Güneydoğu	$y(t) = -1.6873 + 0.0059t$	2.17
KAP1	$y(t) = -0.1501 + 0.0071t$	2.60	$y(t) = 1.481 - 0.0513t$	-18.74	18.92	Kuzeybatı	$y(t) = 0.5663 - 0.0614t$	-22.41
SSE1	$y(t) = 0.6549 + 0.0164t$	5.98	$y(t) = 0.3114 - 0.0289t$	-10.54	12.12	Kuzeybatı	$y(t) = -2.0701 + 0.0046t$	1.67
BOG1	$y(t) = -1.6183 + 0.0161t$	5.88	$y(t) = 4.8055 - 0.0530t$	-19.34	20.21	Kuzeybatı	$y(t) = -6.6115 - 0.0096t$	-3.51
NIV1	$y(t) = 2.7078 + 0.0187t$	6.84	$y(t) = 2.2719 - 0.0471t$	-17.21	18.52	Kuzeybatı	$y(t) = 2.5191 - 0.0004t$	-0.15
AKD1_1	$y(t) = -3.6114 + 0.0371t$	13.53	$y(t) = -4.554 - 0.0439t$	-16.01	20.96	Kuzeybatı	$y(t) = -21.0493 - 0.0254t$	-9.28
AKD1_2	$y(t) = 3.1354 + 0.0192t$	7.01	$y(t) = 9.3971 - 0.0552t$	-20.16	21.35	Kuzeybatı	$y(t) = -2.2247 + 0.0043t$	1.56
ANK2	$y(t) = 2.1425 - 0.0012t$	-0.44	$y(t) = 0.5857 - 0.0664t$	-24.25	24.26	Güneybatı	$y(t) = -0.8576 + 0.0148t$	5.41
KIS1	$y(t) = -2.1063 + 0.0155t$	5.64	$y(t) = -1.9041 - 0.0548t$	-20.01	20.79	Kuzeybatı	$y(t) = 3.4692 + 0.0183t$	6.69

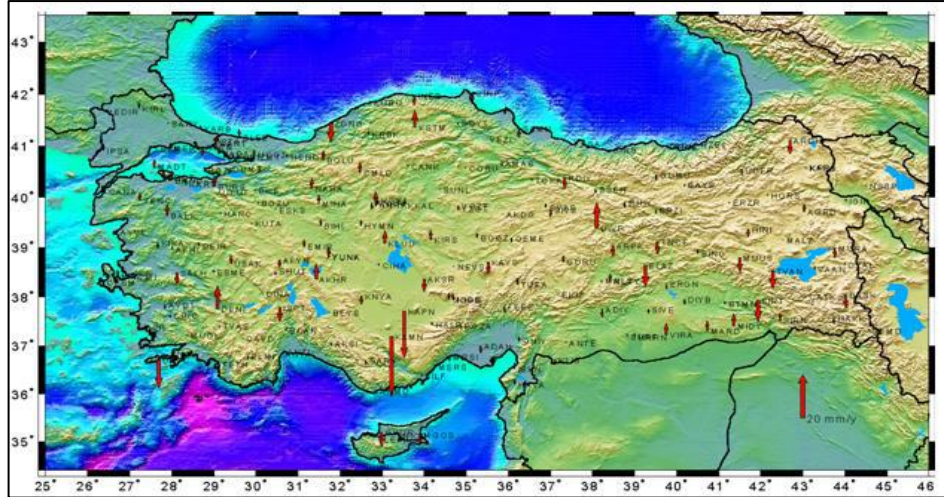
Çizelge 6.5 ‘te ortalama yatay hareket (bileşke hızı) kuzeybatı yönünde (18.24 mm/yıl) güneybatı yönünde ise (18.66 mm/yıl) olduğu tespit edilmiştir. İç Anadolu Bölgesi GNSS istasyonları yatay konumu için elde edilen bu hız sonuçları, Şekil 6.8’de verilen Cingöz vd., (2013) çalışmalarından elde etmiş olduğu 20 mm/yıl (Avrasya Sabit) hız değeri, Güllal ve ark. (2013)’nın elde ettiği 21.72 mm/yıl hız değeri ve Güçlü (2021)’nin Kırıkkale ve çevresi GNSS İstasyonlar ile ilgili yaptığı çalışmalarda 20.52 mm/yıl hız değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca, Anadolu Levhasının 13-27 mm/yıl hızla batıya doğru lineer bir hareketi olduğu (Şentürk, 2019) ve Kuzey Anadolu Fay Zonunun Avrasya Plakasına göre yaklaşık 25 mm/yıl batı yönlü hareketi

olduğu (Aktuğ, 2006) gösterilmiştir. Tiryakioğlu (2012) çalışmasında ise Güneybatı Anadolu Fethiye-Burdur Fay Zonunun kuzeyinde kalan noktaların faya paralel hızlarının yaklaşık 22 mm/yıl olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 6.8. Nokta hızları (Avrasya sabit) (Cingöz vd., 2013).

Ayrıca, Şekil 6.9'da gösterilen düşey yönlü hız değerlerinin, bu çalışmada, İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan GNSS istasyonları için elde edilen hız değerleri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

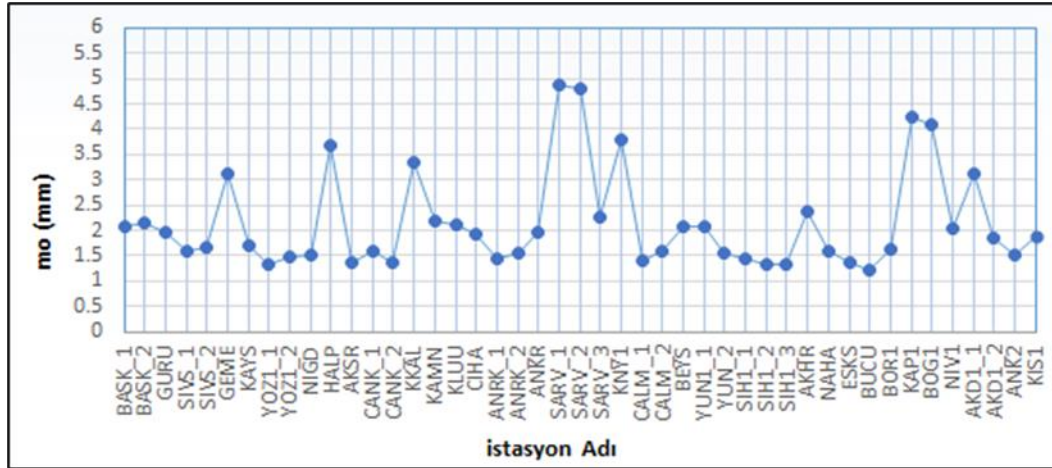


Şekil 6.9. Düşey yönlü hız değerleri (Özdemir vd., 2011).

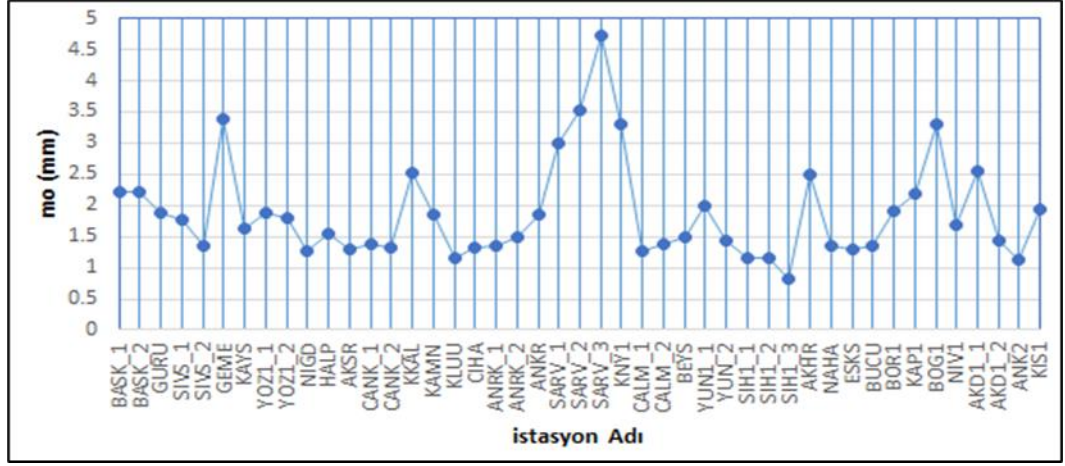
ITRF14 sabit sistemine göre elde edilen zaman serilerinin lineer analizi sonucu hesaplanan m_0 değerleri için yapılan yorumlar, benzer şekilde, Avrasya sabit sistemine göre elde edilen zaman serileri lineer değişimleri m_0 değeri için de yapılmıştır. Yapılan

dengeleme sonucu her bir istasyon için hesaplanan m_0 değerleri kuzey, doğu ve yükseklik yönlerindeki lineer hareketin standart sapmaları m_0 , Şekil 6.10, Şekil 6.11 ve Şekil 6.12’de verilmiştir. Şekillerde de görüldüğü gibi istasyonların kuzey yönü için, (Şekil B.63’te) SARV_1 ($m_0=4.89\text{mm}$), (Şekil B.66’da) SARV_2 ($m_0=4.79\text{mm}$) ve KAP1 ($m_0=4.25\text{mm}$) istasyonları hariç m_0 değerlerinin yaklaşık 1-4 mm aralığında yer aldığı, Doğu yönü için, (Şekil B.70’te) SARV_3 ($m_0=4.72\text{ mm}$) istasyonu hariç m_0 değerlerinin 0.8-3.5 mm aralığında ve Yükseklik yönü için, (Şekil B.74’te) en büyük standart sapma KNY1 ($m_0=18.01\text{ mm}$) istasyonu ve diğer istasyonlar m_0 değerleri 3-13 mm aralığında yer aldığı görülmektedir. ITRF14 Referans sisteminde zaman serileri lineer değişimler için elde edilen m_0 değerleri bütün sonuçları bakımından burada elde edilen sonuçlarla benzerdir. Veri sayısının yetersiz olması (veri boşluğu) nedeniyle, üç parça halinde incelenen SARV istasyonuna ait m_0 değerleri her iki durumda diğer istasyonların m_0 değerlerine göre büyük elde edilmiştir.

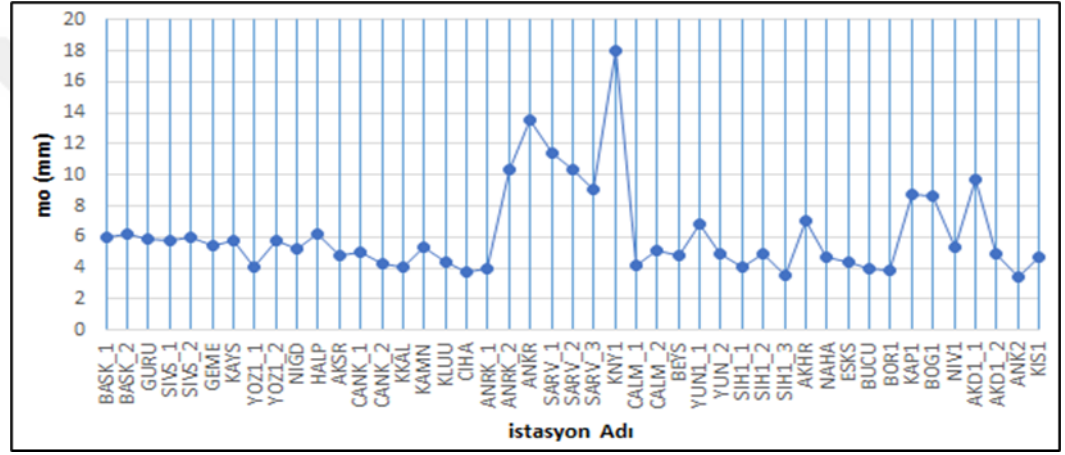
Elde edilen m_0 değerleri kuzey ve doğu yönleri için yaklaşık aynı iken, yükseklik değerleri için kuzey veya doğu yönlerine göre yaklaşık 2-3 katı kadar büyük olduğu ifade edilebilir. Bilindiği gibi, GNSS ile belirlenen yüksekliklerin duyarlılıklarının yatay konum duyarlılığına göre 2-3 kat daha düşük olması, burada elde edilen sonuçlarda da görülmektedir.



Şekil 6.10. Kuzey yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0).



Şekil 6.11. Doğu yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0).



Şekil 6.12. Yükseklik yönü lineer değişimleri standart sapmaları (m_0).

7. SONUÇLAR

Türkiye Arap, Anadolu ve Avrasya tektonik plakalarının kesişim bölgesinde yer alması nedeniyle, nokta konumlarında cm mertebesinde, bu plakaların hareketi nedeniyle yıllık değişimler meydana gelmektedir. Bu nedenle, GNSS istasyonları konum değişimlerinin, günlük, aylık vs. belirli zaman aralıklarında zamana bağlı olarak elde edilmesi, değerlendirilmesi, analizinin yapılması (zaman serileri analizi) ve hız değerlerinin hesaplanması noktaların konum doğruluğunun belirlenmesi ve sürekliliğinin sağlanması açısından önemlidir.

Bu çalışmada; İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan 30 tane Sabit GNSS istasyonlarının Kuzey (North), Doğu (East) ve Yükseklik (Up) yönlerindeki lineer davranışları zaman serileri analizi bileşeni olan trend bileşeni ile elde edilmiştir. İstasyonların 2017 - 2020 yılları arasındaki zaman serileri hem ITRF14 Referans sisteminde hem de Avrasya sabit alınarak GAMIT_GLOBK yazılımı ile hesaplanmıştır.

Analiz sonucu, ITRF14 Referans sistemi sabit aldığımızda İç Anadolu Bölgesi GNSS istasyonlarının tamamının kuzeydoğu yönünde hareket ettiği, ortalama yatay hareketin ise 16.95 mm/yıl olduğu tespit edilmiştir. İstasyonların zaman serilerinden hesaplanan kuzeydoğu yönündeki bu hareket, İç Anadolu Bölgesi'nin ITRF14 Referans sistemindeki global hız değeridir.

Avrasya sabit sistemine göre ise BASK_1, BASK_2, GURU, SIVS_1, SIVS_2, GEME, KAYS, YOZ1_1, YOZ1_2, NIGD, HALP, AKSR, CANK_2, KKAL, KAMN, KLUU, ANRK_2, SARV_1, SARV_3, KNY1, KAP1, SSE1, BOG1, NIV1, AKD1_1, AKD1_2 ve KIS1 istasyonlarının ortalama yatay hızı 17.59 mm/yıl kuzeybatı yönünde, CANK_1, CIHA, ANRK_1, ANKR, SARV_2, CALM_1, CALM_2, BEYS, YUN1_1, YUN_2, SIH1_1, SIH1_2, SIH1_3, AKHR, NAHA, ESKS, BUCU ve ANK2 istasyonlarının ise ortalama yatay hızı 18.66 mm/yıl güneybatı yönünde tespit edilmiştir. Bu hareket yönü ve hız değeri açısından Anadolu plakasının güneybatı yönündeki hareketini göstermekte ve elde edilen başka araştırma sonuçları ile uyushmaktadır.

İstasyonların yükseklik koordinatlarındaki lineer değişimlerde, en büyük (+) yönde lineer hareket 28.06 mm/yıl (ITRF14 Referans sistemi) ve 29.75 mm/yıl (Avrasya

sabit) değerleri ile SARV_3 istasyonunda, (-) yönde en büyük lineer hareket -49.06 mm/yıl (ITRF14 Referans sistemi) ve -48.22 mm/yıl (Avrasya sabit) değerleri ile KNY1 istasyonunda tespit edilmiştir. Ayrıca, KAP1 istasyonu yükseklik değerinde de ortalama -26.10 mm/yıl (her iki sistemden elde edilen sonuçlar ortalaması) düşüş gözlenmiştir. Bu istasyonlardaki (-) değişimin, bu bölgedeki (Konya Kapalı Havzası) yeraltı su seviyesindeki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir.

ITRF14 ve Avrasya sabit sistemlerinde elde edilen zaman serileri lineer değişimler için elde edilen m_0 değerleri bütün sonuçları benzerdir. Veri kaybının fazla olması nedeniyle,  parça halinde incelenen SARV istasyonuna ait m_0 değerleri her iki durumda diğer istasyonların m_0 değerlerine göre büyük elde edilmiştir. Elde edilen m_0 değerleri kuzey ve doğu yönleri için yaklaşık aynı iken, yükseklik değerleri için kuzey veya doğu yönlerine göre yaklaşık 2-3 katı kadar büyük olduğu ifade edilebilir. Bilindiği gibi, GNSS ile belirlenen yüksekliklerin duyarlılıklarının yatay konum duyarlılığına göre 2-3 kat daha düşük olması, burada elde edilen sonuçlarda da görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akdi, Y., 2003. Zaman Serileri Analizi, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Aktuğ, B., 2004. Referans Sistemlerinin Zamansal Evrimi ve Türkiye İçin Ulusal Bir Model: Tures-96 (Türkiye Ulusal Referans Sistemi-1996).
- Aktuğ, B., 2006. Jeodezik Ölçüler İle Deprem Kaynak Parametrelerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Armijo, R., Meyer, B., Hubert, A. ve Barka, A., 1999. Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and kinematics. *Geology*, 27,3, 267-270.
- Ayhan, M. E., Demir, C., Lenk, O., Kılıçoğlu, A., Aktuğ, B., Açıkgöz, M., ve Özerkan, A., 2002. Turkish Fundamental GPS Network-1999A (TUTGA-99A). *Harita Dergisi (Journal of Mapping)*. ISSN, 1300-5790.
- Barka, A. A., 1983. Büyük magnitüdlü depremlerin episantr alanlarını önceden belirleyebilecek bazı jeolojik veriler. *Bulletin of the Geological Society of Turkey*, 26, 21-30.
- Blewitt, G. ve Lavallée, D., 2002. Effect of annual signals on geodetic velocity. *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*, 107, B7, ETG-9.
- Bussy-Virat, C. D., Ruf, C. S. ve Ridley, A. J., 2018. Relationship between temporal and spatial resolution for a constellation of GNSS-R satellites, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12, 1, 16-25.
- Cingöz, A., Erkan, Y., Kurt, Y. A. ve Peker, S., 2013. Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağ-İ-Aktif (TUSAGA-Aktif) Sistemi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Dow, J. M., Neilan, R. E. ve Rizos, C., 2009. The international GNSS service in a changing landscape of global navigation satellite systems, *Journal of Geodesy*, 83, 3, 191-198.
- Dragert, H., James, T. S. ve Lambert, A., 2000. Ocean loading corrections for continuous GPS: A case study at the Canadian coastal site Holberg, *Geophysical Research Letters*, 27, 14, 2045-2048.
- Erdoğan, H. ve Oktar, O., 2016. Research On The Stability Analysis Of GNSS Reference Stations Network By Time Series Analysis In Konya Closed Basin (27.09.2016-30.09.2016), Yayın Yeri: International Scientific Conference on Applied Sciences.
- Falk, M., Marohn, F., Michel, R., Hofmann, D., Macke, M., Tewes, B. ve Dinges, P., 2006. A first course on time series analysis: examples with SAS.

- Güçlü, A. T., 2021. Kırıkkale ve Çevresi GNSS İstasyonları Davranışlarının Tanımlanması, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Gülal, E., Aykut, N. O., Akpınar, B., Tiryakioğlu, İ., Dindar, A. A. ve Erdoğan, H., 2013. Yıldız Teknik Üniversitesi sabit GNSS istasyonunun kurulması, verilerinin analizi ve sunumu, 14. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara.
- Kahveci, M., 2009. Gerçek Zamanlı Ulusal Sabit GNSS CORS Ağları ve Düşündürdükleri. Jeodezi ve Jeoinformasyon dergisi, 100, 13-20.
- Kahveci, M., 2010. GPS/GNSS Gözlemlerini Değerlendirme Yöntemlerinde Son Gelişmeler. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 102, 3-9.
- Ketin, İ., 1977. Türkiye'nin başlıca orojenik olayları ve paleocoğrafik evrimi, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 88-88.
- King, R.W. ve Bock, Y., 2005. Documentation for the GAMIT GPS Processing Software, Release 10.2, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- Koçak, A., 2006. Fay hatlarına yakın bölgelerde yapı tasarımı Master's thesis, Kırıkkale Üniversitesi.
- Kouba, J., 2009. A guide to using International GNSS Service (IGS) products.
- Lu, C., Li, X., Li, Z., Heinkelmann, R., Nilsson, T., Dick, G. ve Schuh, H., 2016. GNSS tropospheric gradients with high temporal resolution and their effect on precise positioning, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 121, 2, 912-930.
- Maraş, S. S., 2010. Web Tabanlı Otomatik GPS Veri İşleme Sistemi Tasarımı, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Mendez-Astudillo, J., Lau, L., Tang, Y. T. ve Moore, T., 2021. A new Global Navigation Satellite System (GNSS) based method for urban heat island intensity monitoring. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 94, 102222.
- Montenbruck, O., Gill, E. ve Lutze, F., 2002. Satellite orbits: models, methods, and applications. Appl. Mech. Rev., 55,2, B27-B28.
- Mutlu, İ. ve Kahveci, M., 2019. GNSS Uydu Dağılımının Gerçek Zamanlı Kinematik GNSS ve Ağ-RTK Ölçülerindeki Önemi, Geomatik Dergisi.
- Oktar, O., 2015. Sabit GNSS istasyonlarının davranışlarının dalgacık dönüşümü ile tanımlanması, Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.

- Orhan, O., Yakar, M. ve Ekercin, S., 2020. An application on sinkhole susceptibility mapping by integrating remote sensing and geographic information systems. *Arabian Journal of Geosciences*, 13,17, 1-17.
- Ostini, L., 2012. Analysis and quality assessment of GNSS-derived parameter time series (Doctoral dissertation, Verlag nicht ermittelbar).
- Özdemir, S., 2014. Analysis of GNSS time series obtained from Turkish national permanent GNSS stations network-active system using Hilbert-Huang transform, Master's thesis, Middle East Technical University, Turkey.
- Özdemir, S., Cingöz, A., Aktuğ, B., Lenk, O., Kurt, M. ve Parmaksız, E., 2011. Sabit İstasyon Verilerinin Analizi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22.
- Özdoğan, S., 1993. Türkiye'nin deprem bölgeleri. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 2, 53-68.
- Pini, M. ve Akos, D. M., 2007. Exploiting GNSS signal structure to enhance observability, *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 43, 4, 1553-1566.
- Qiao, F., 2005. Introduction to wavelet. A tutorial in workshop on wavelet application in transportation engineering.
- Rothacher, M., Beutler, G., Gurtner, W., Schildknecht, T. ve Wild, U., 1990. *BERNESE GPS Software Version 3.2*. Printing Office, University of Berne, Switzerland.
- Schwieger, V., Lilje, M. ve Sarib, R., 2009. GNSS CORS-Reference frames and services. In 7th FIG Regional Conference, Hanoi, Vietnam ,Vol. 19, No. 22.10, p. 2009.
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz, Y., 1983. Türkiye'de Tetis' in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım, *Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi*, 1, 75.
- Tiryakioğlu, İ., 2012. GNSS ölçüleri ile Güneybatı Anadolu'daki (GBA) blok hareketleri ve gerilim alanlarının belirlenmesi.
- Üstün, A., Tuşat, E. ve Abbak , R. A., 2007. Groundwater Withdrawal in Konya Closed Basin and Geodetic Monitoring of Possible Consequences, 3. Engineering Symposium, 24-26 October, Selçuk University, Konya, Turkey.
- Üstün, A., Tuşat, E., Yalvaç, S., Özkan, İ., Eren, Y., Özdemir, A. ve Doğanalp, S., 2015. Land subsidence in Konya Closed Basin and its spatio-temporal detection by GPS and DInSAR. *Environmental earth sciences*, 73,10, 6691-6703.
- Wahr, J. M., 1981. The forced nutations of an elliptical, rotating, elastic and oceanless Earth. *Geophysical Journal International*, 64,3, 705-727.

Webb, F. H. ve Zumberge, J. F., 1993. An Introduction to GIPSY-OASIS II. JPL Publication D-11088, Pasadena, CA, Jet Propulsion Laboratory.

Wu, J. T., Wu, S. C., Hajj, G. A., Bertiger, W. I. ve Lichten, S. M., 1992. Effects of antenna orientation on GPS carrier phase. *Astrodynamics* 1991, 1647-1660.

Yavaşoğlu, H., 2003. Kuzey Anadolu Fayının Orta Anadolu Bölümünün Kinematığının 2001 ve 2002 GPS Ölçmeleri İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

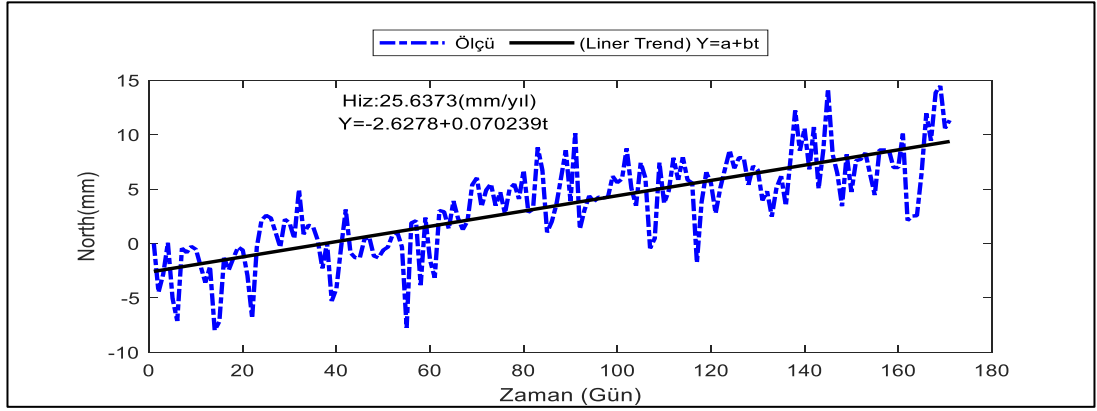
Yavaşoğlu, H., Tarı, E., Tüysüz, O., Çakır, Z. ve Ergintav, S., 2011. Determining and modeling tectonic movements along the central part of the North Anatolian Fault (Turkey) using geodetic measurements. *Journal of Geodynamics*, 51,5, 339-343.

URL-1< <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi> >, Erişim tarihi: 10.07.2021.

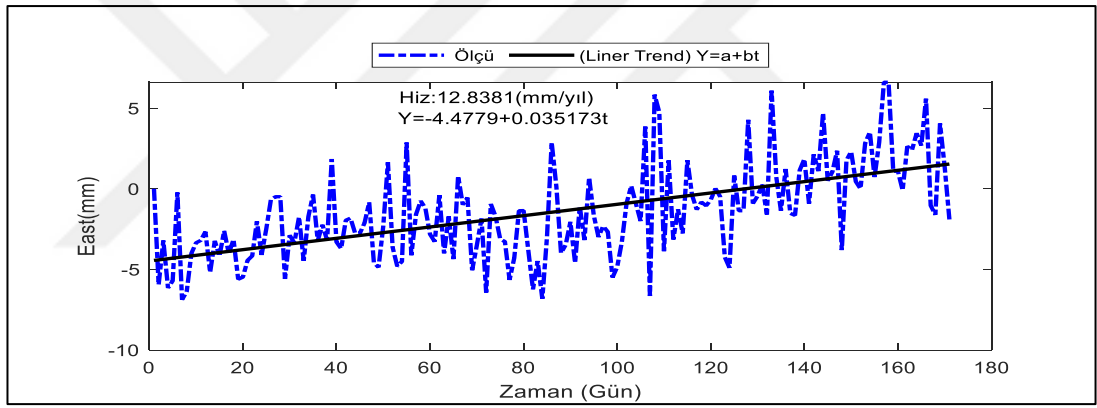
URL-2< <https://www.dgfi.tum.de/en> >, Erişim tarihi: 10.09.2021.

EKLER

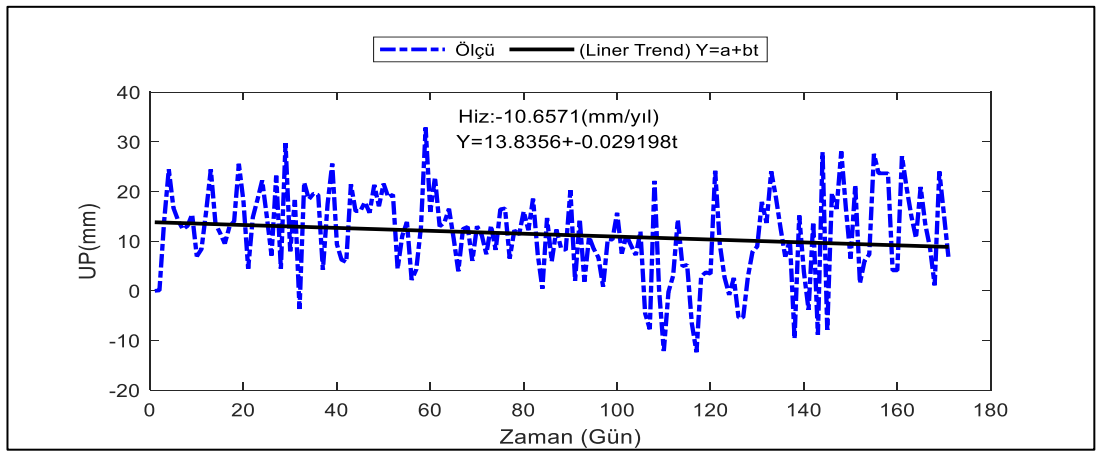
EK A. ITRF14 Referans Sistemi İstasyonların Lineer Modelleri



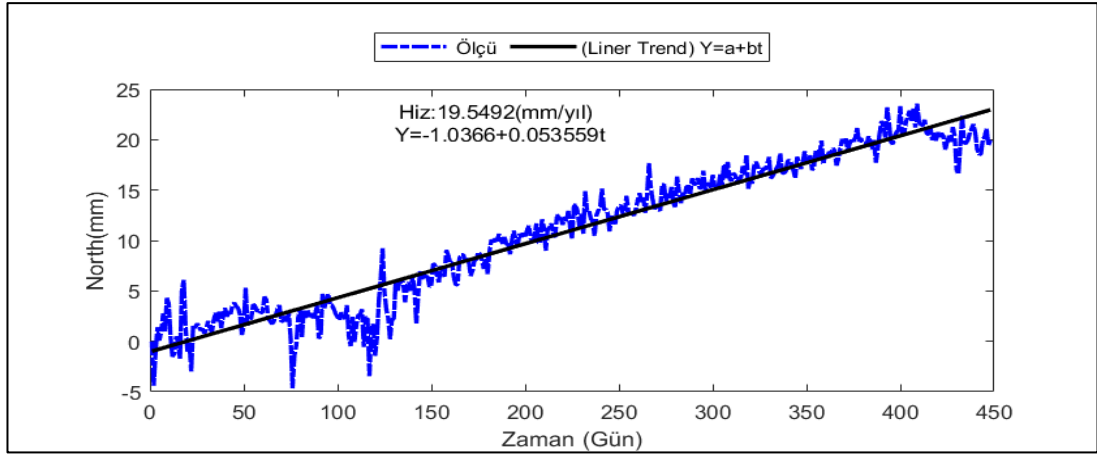
Şekil A.1. AKD1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



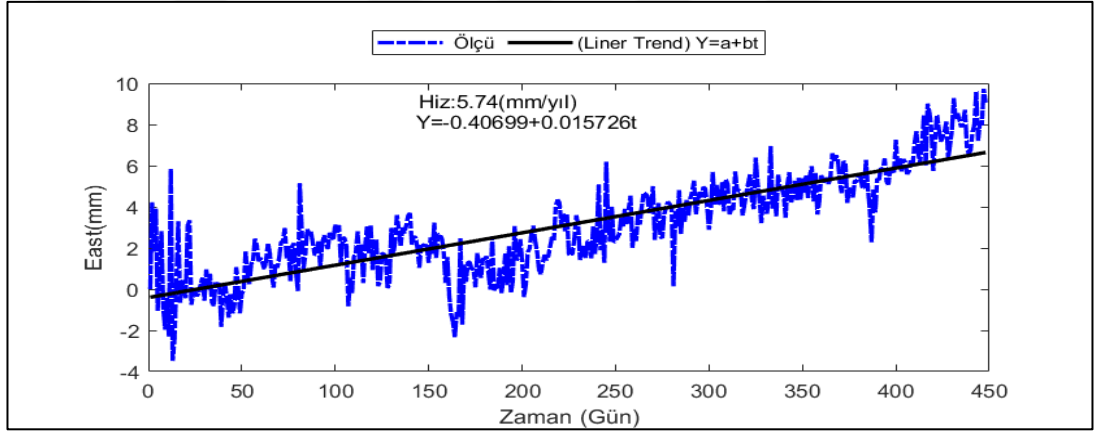
Şekil A.2. AKD1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



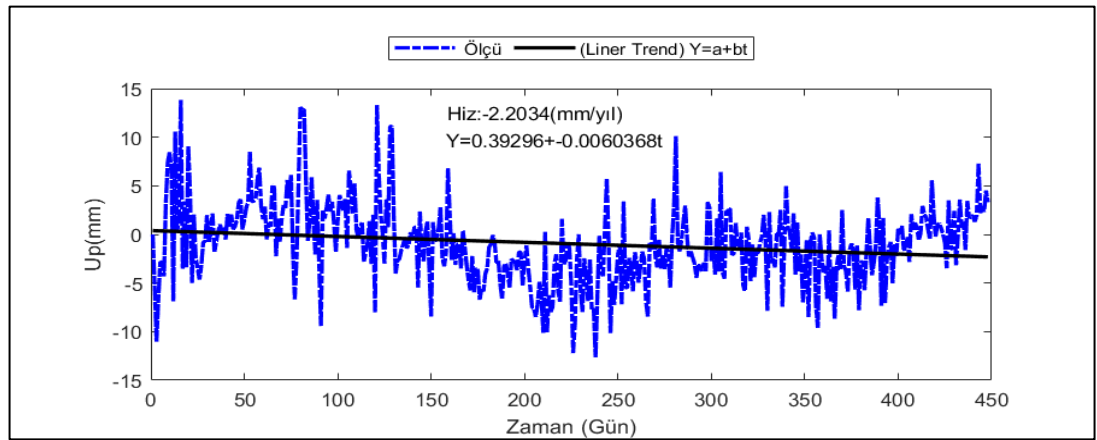
Şekil A.3. AKD1_1 Yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



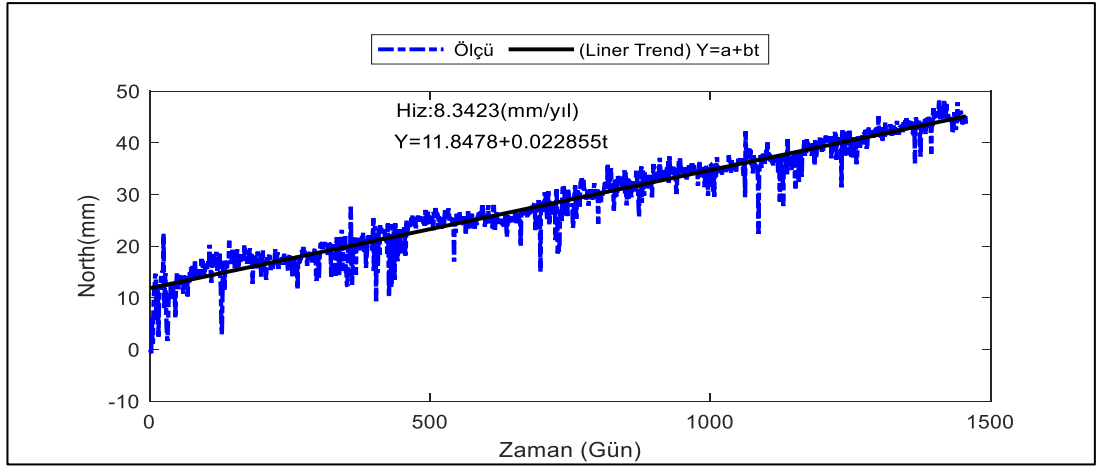
Şekil A.4. AKD1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



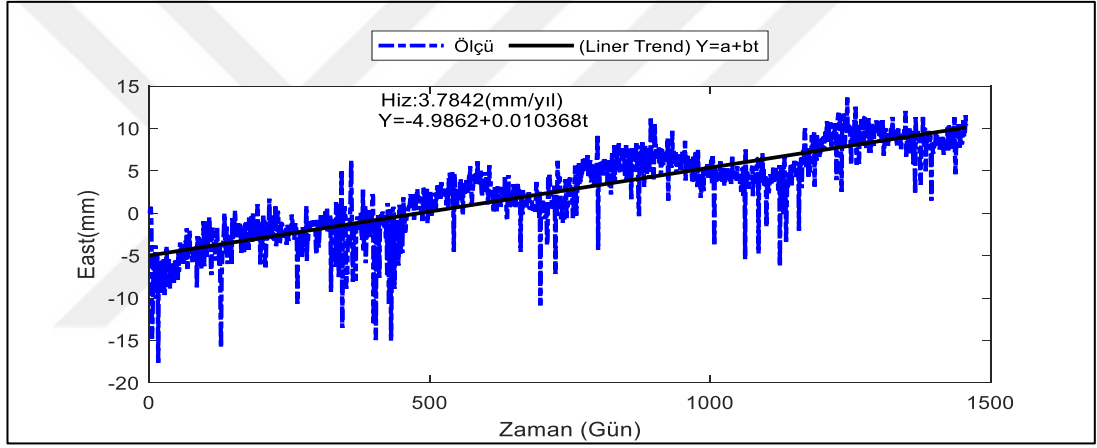
Şekil A.5. AKD1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



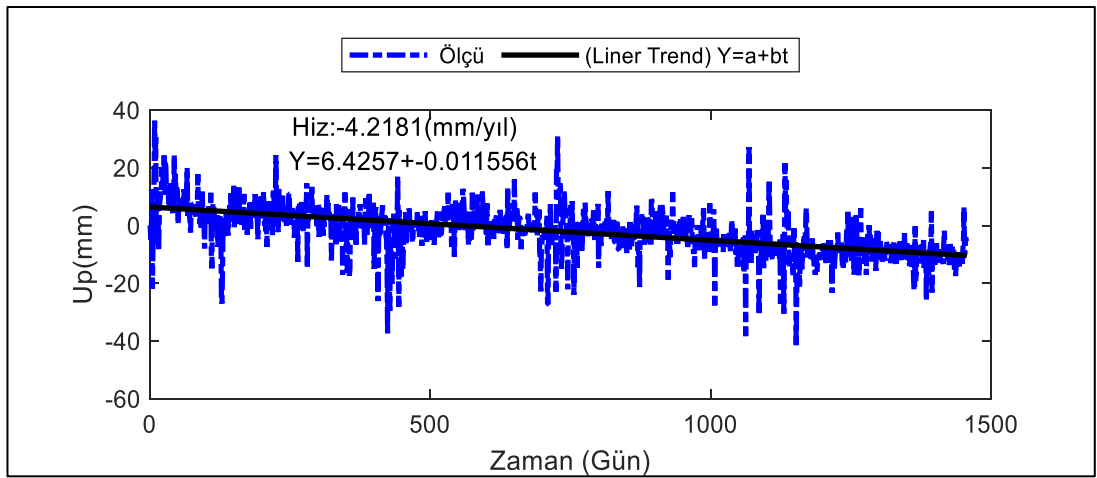
Şekil A.6. AKD1_2 Yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



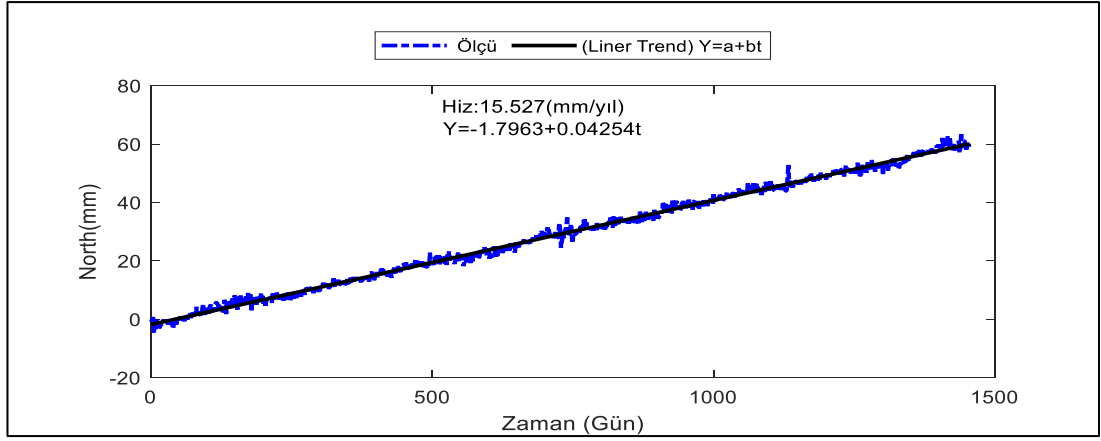
Şekil A.7. AKHR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



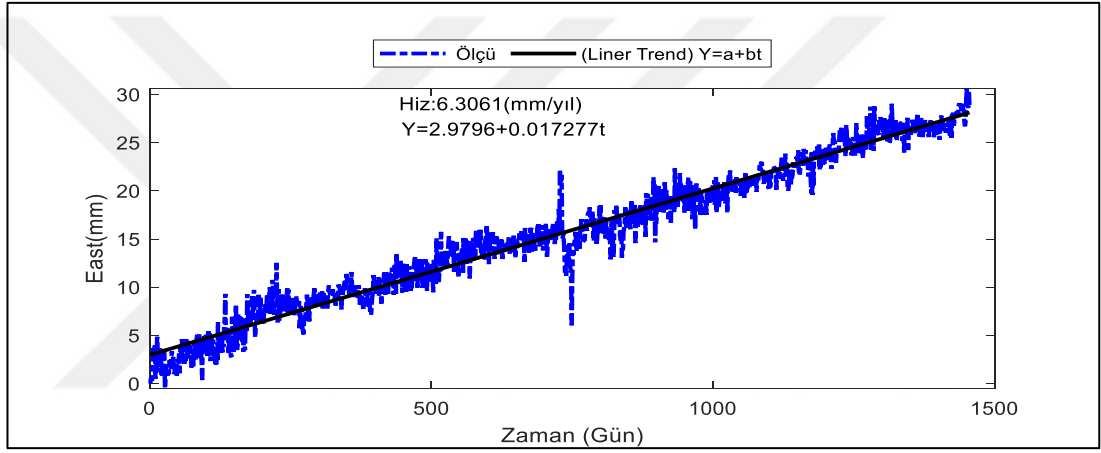
Şekil A.8. AKHR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



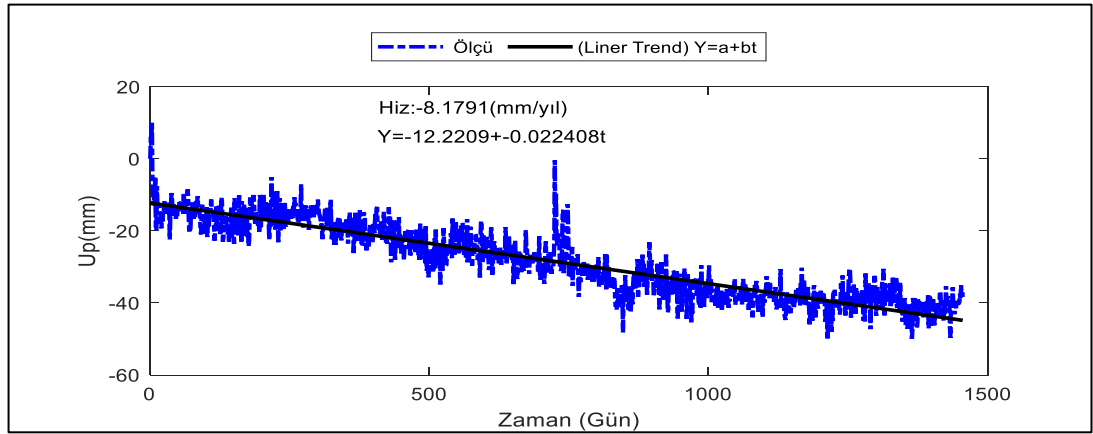
Şekil A.9. AKHR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



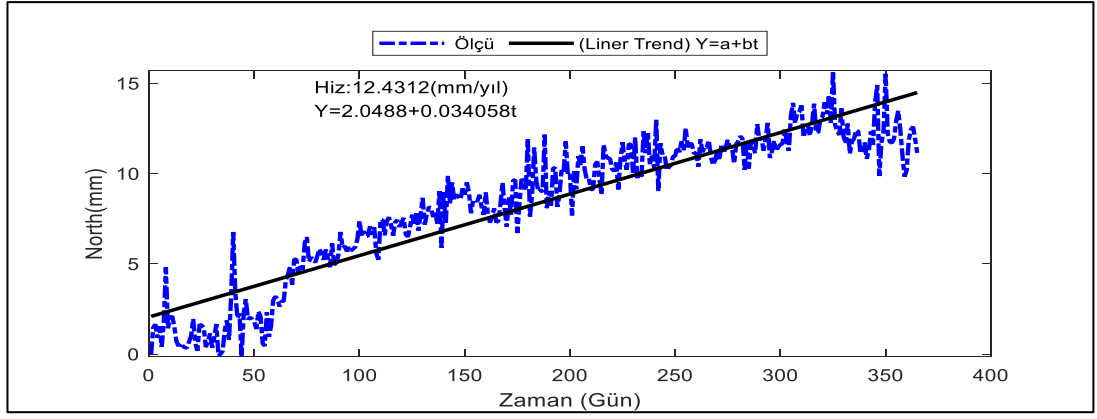
Şekil A.10. AKSR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



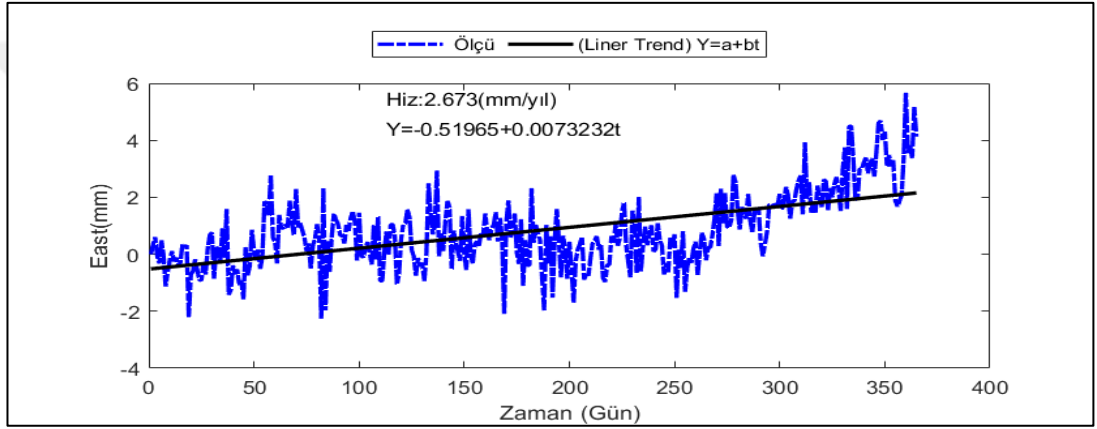
Şekil A.11. AKSR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



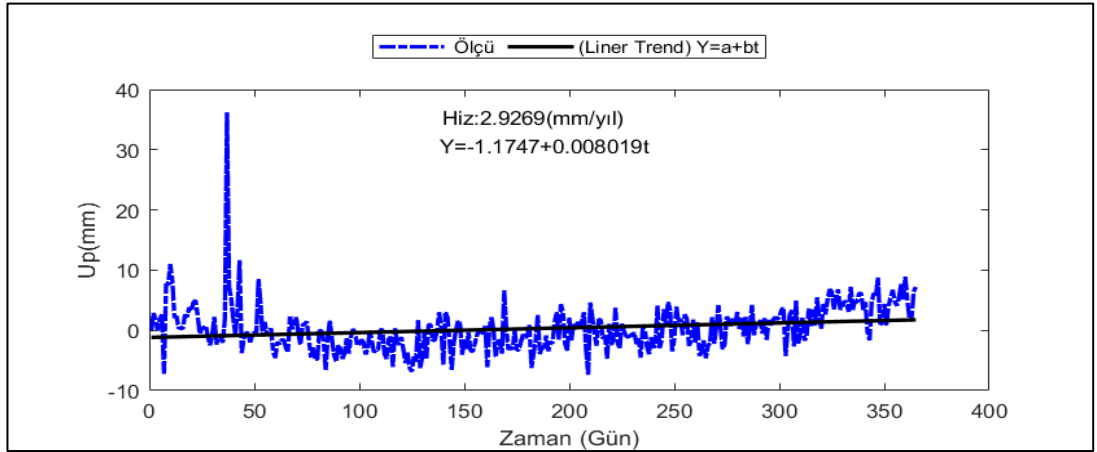
Şekil A.12. AKSR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



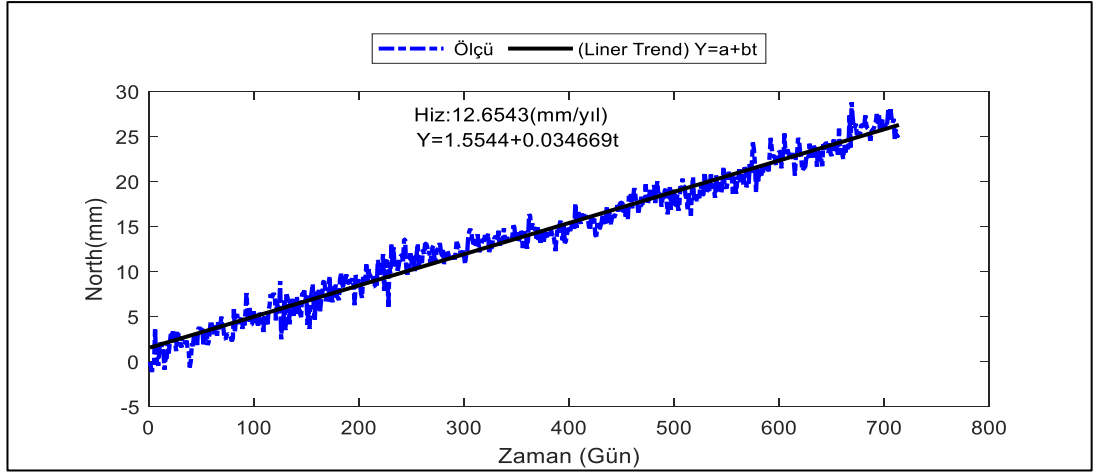
Şekil A.13. ANK2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



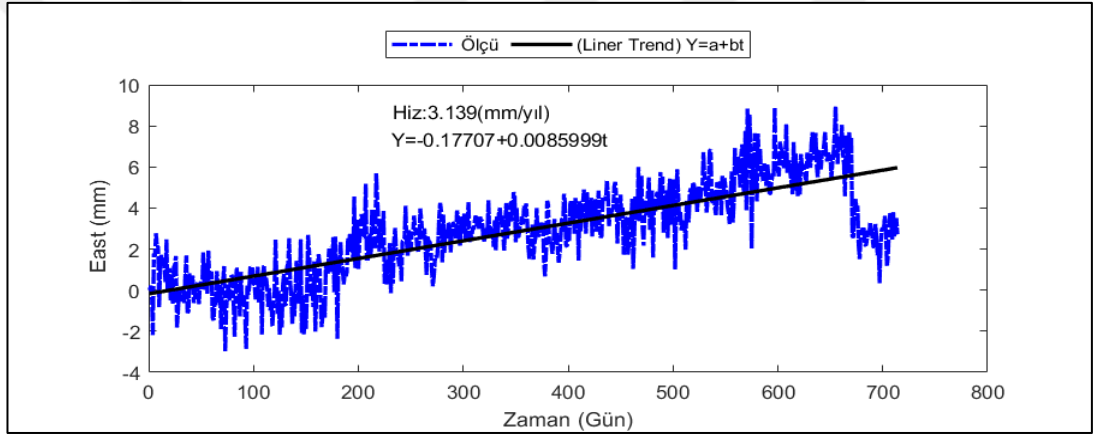
Şekil A.14. ANK2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



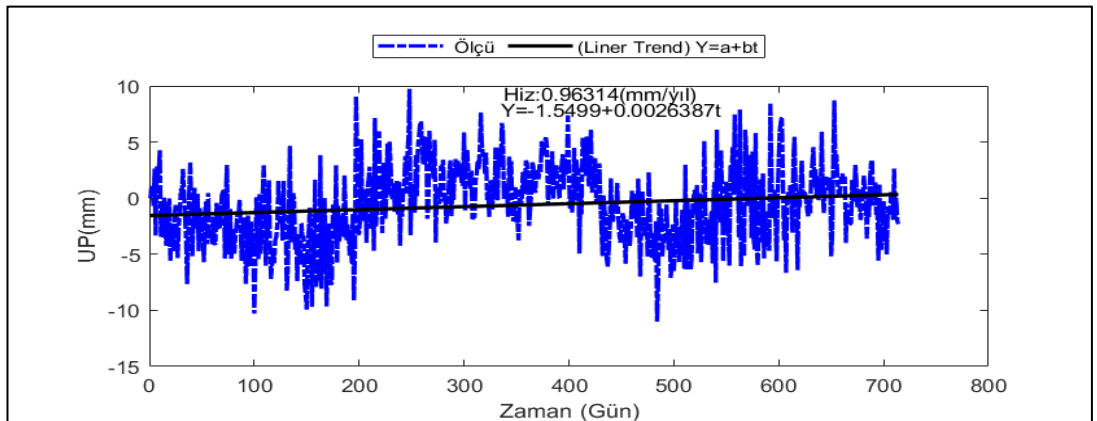
Şekil A.15. ANK2 Yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



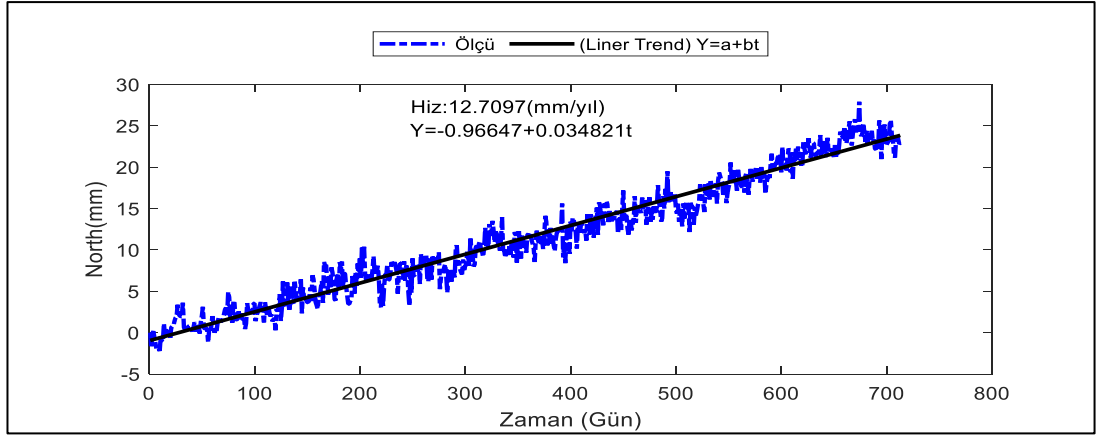
Şekil A.16. ANRK_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



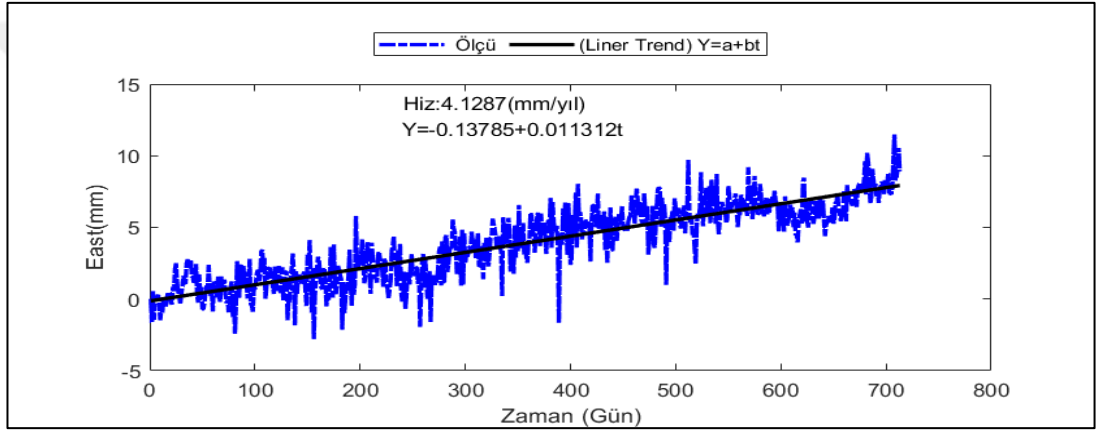
Şekil A.17. ANRK_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



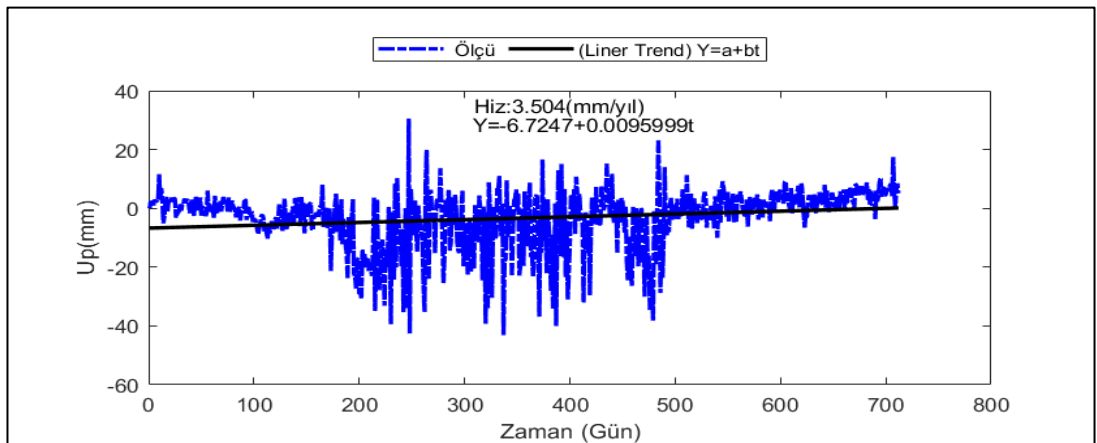
Şekil A.18. ANRK_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



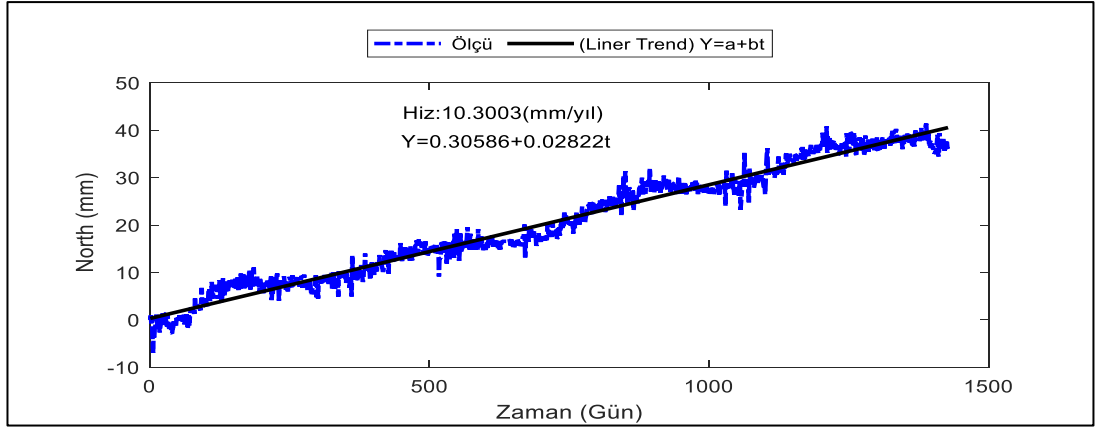
Şekil A.19. ANRK_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



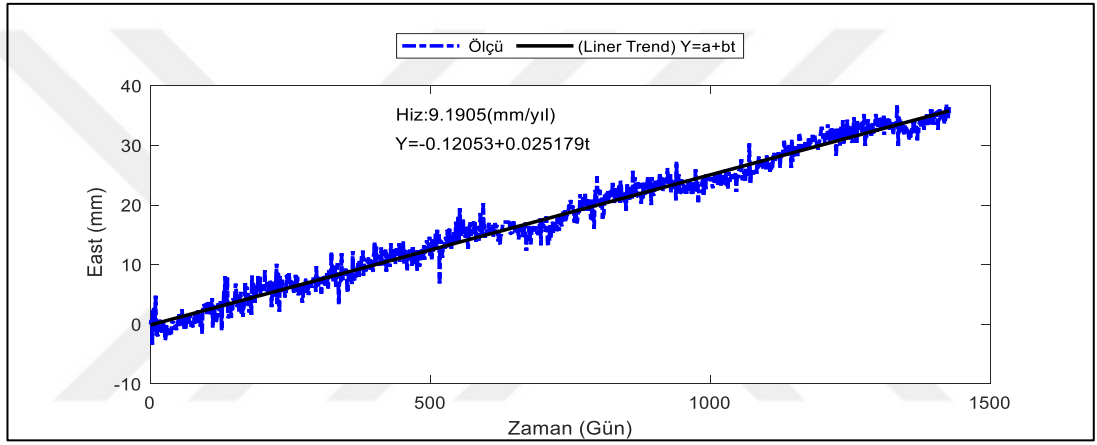
Şekil A.20. ANRK_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



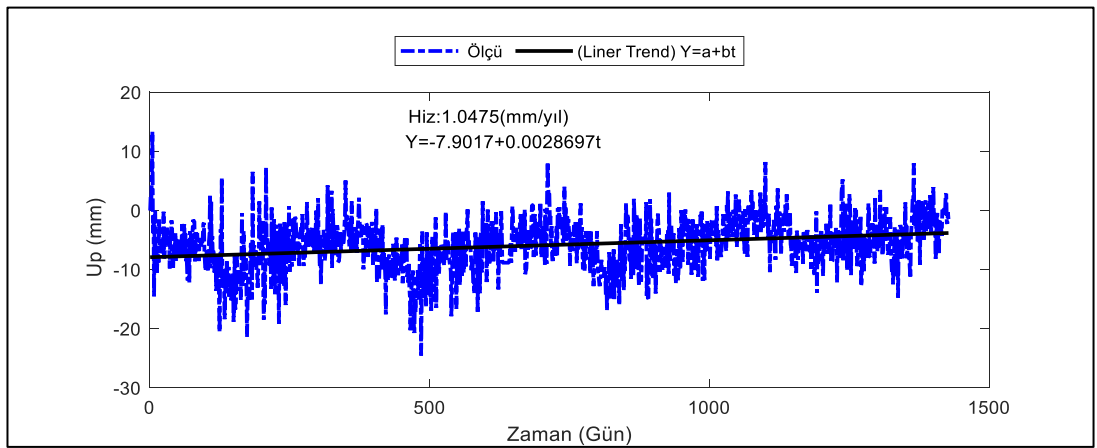
Şekil A.21. ANRK_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



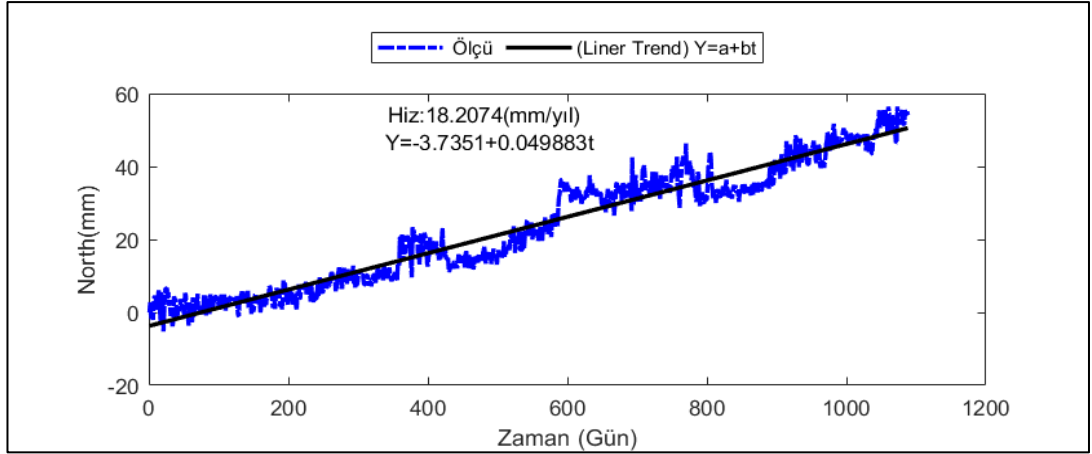
Şekil A.22. BEYS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



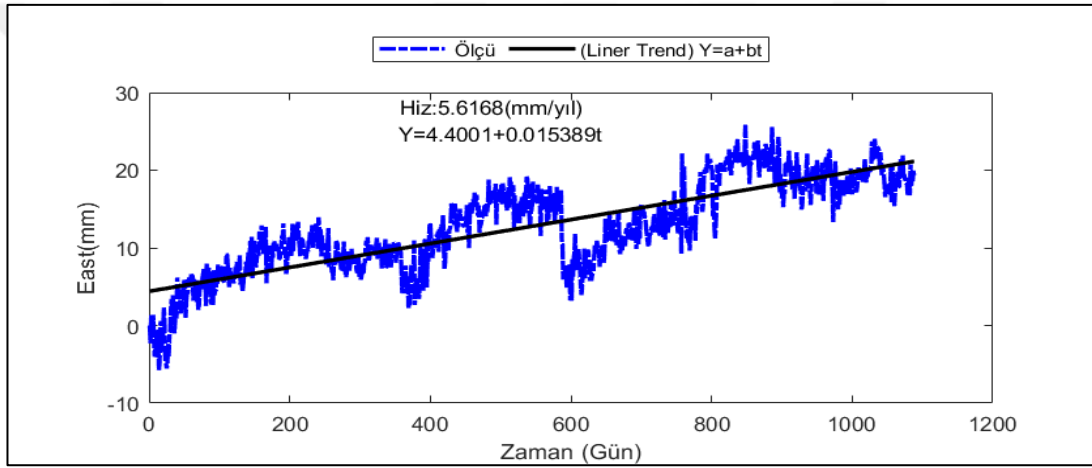
Şekil A.23. BEYS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



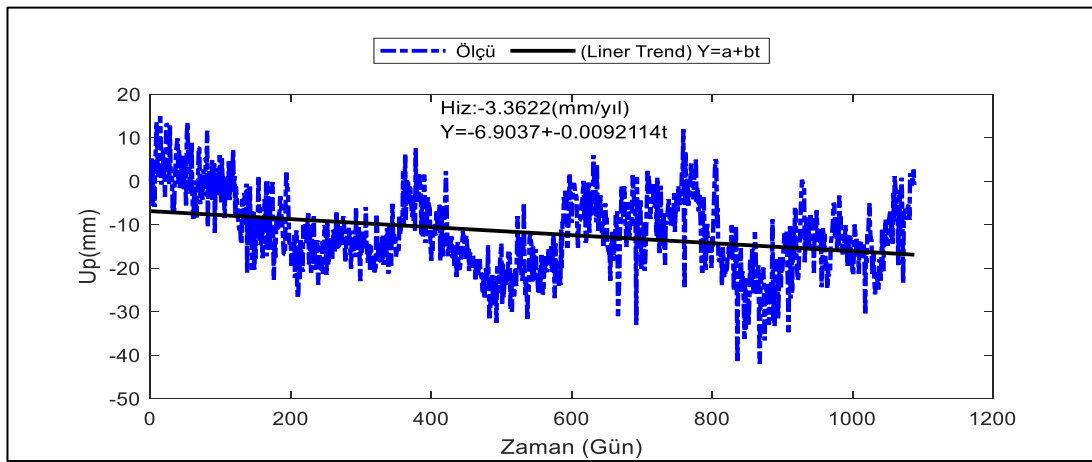
Şekil A.24. BEYS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



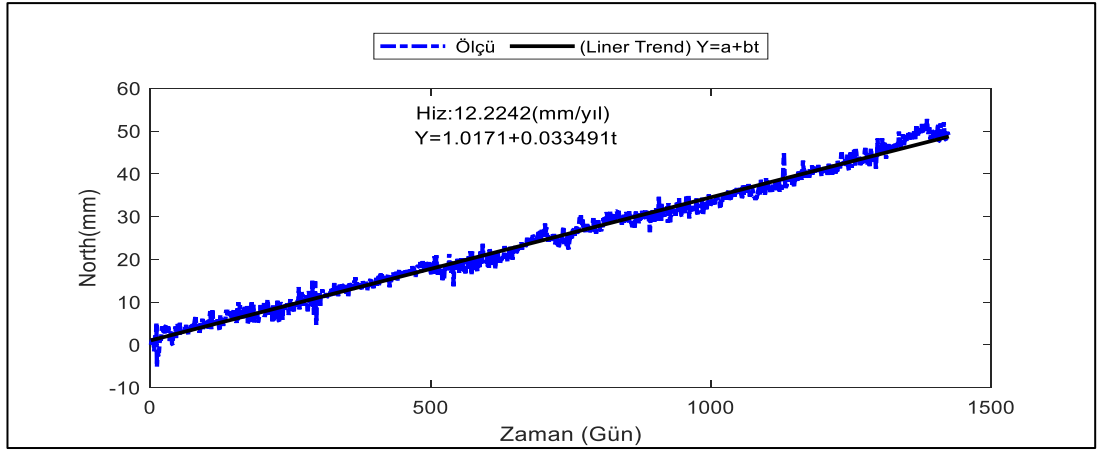
Şekil A.25. BOG1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



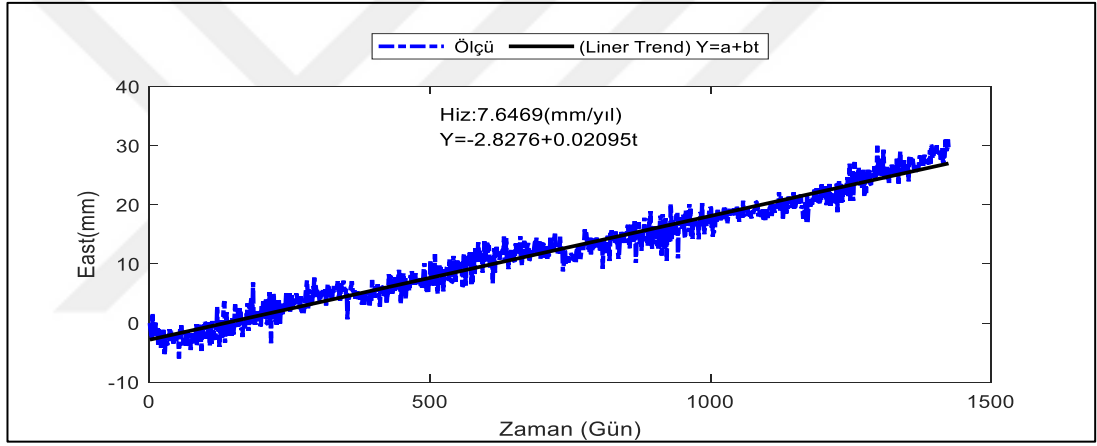
Şekil A.26. BOG1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



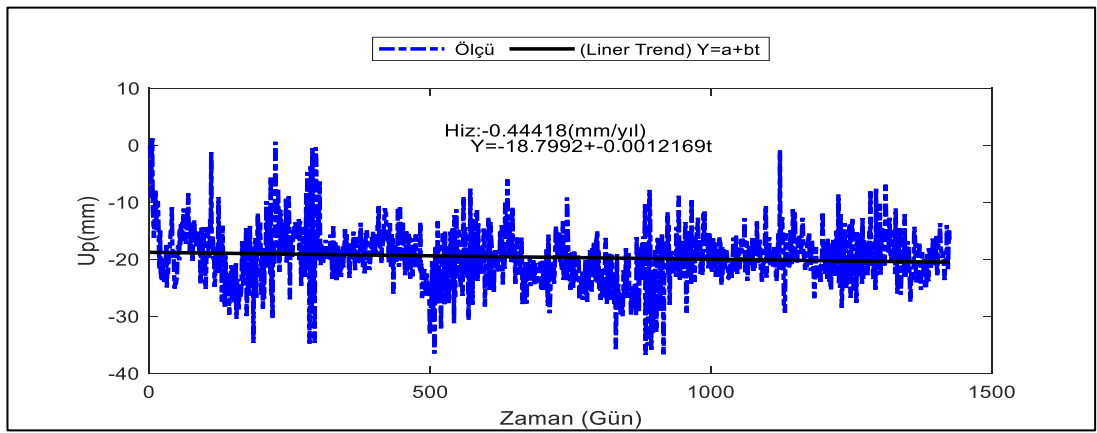
Şekil A.27. BOG1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



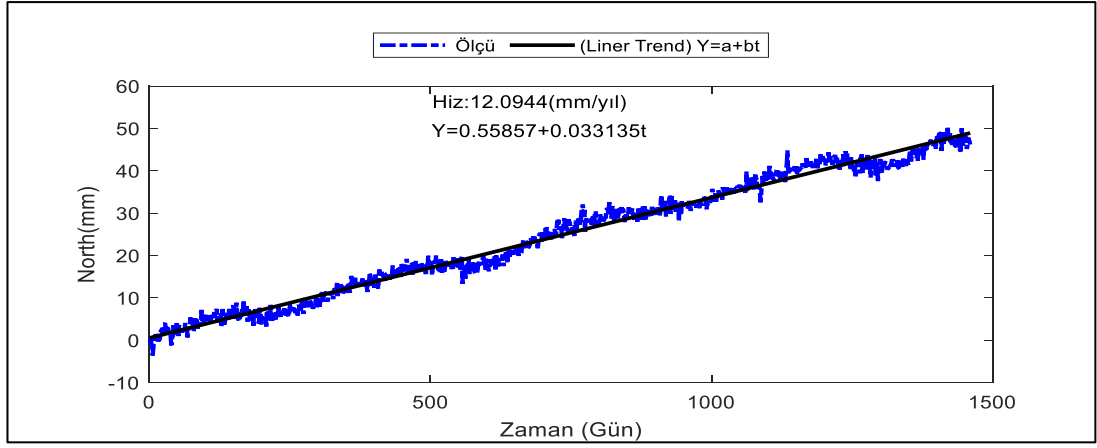
Şekil A.28. CANK kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



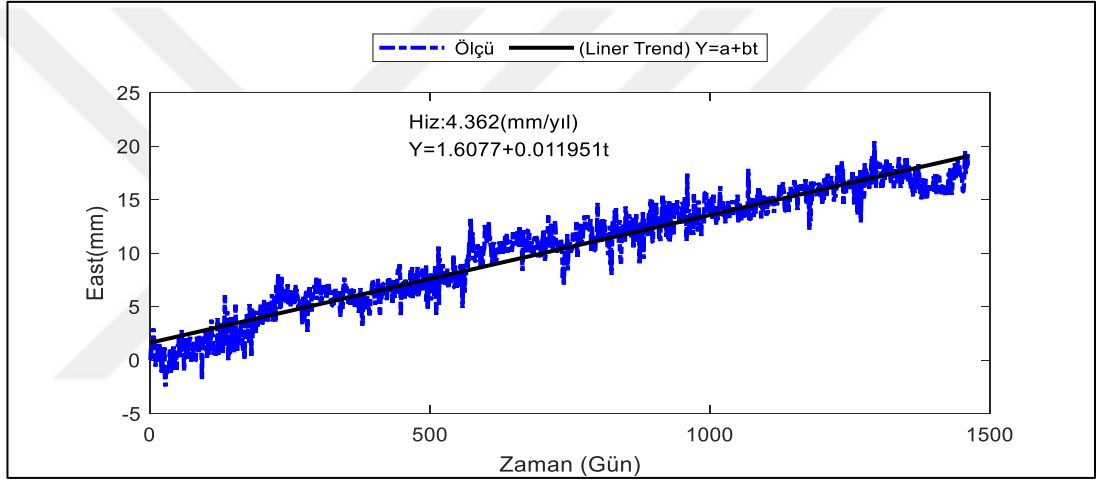
Şekil A.29. CANK doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



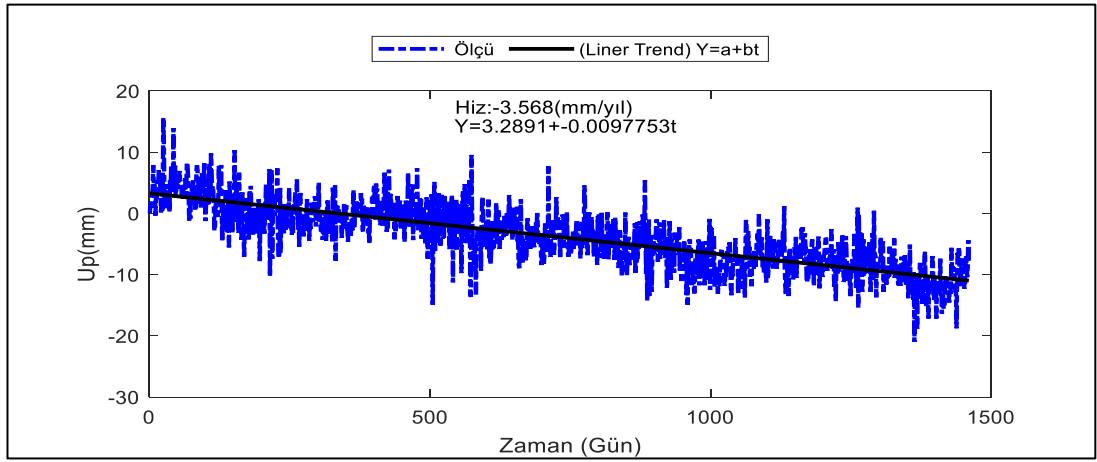
Şekil A.30. CANK yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



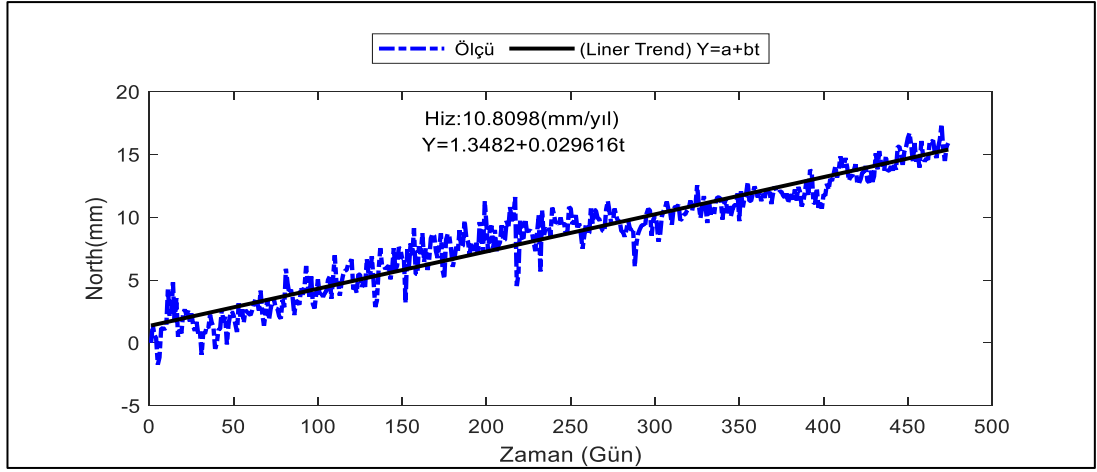
Şekil A.31. CIHA kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



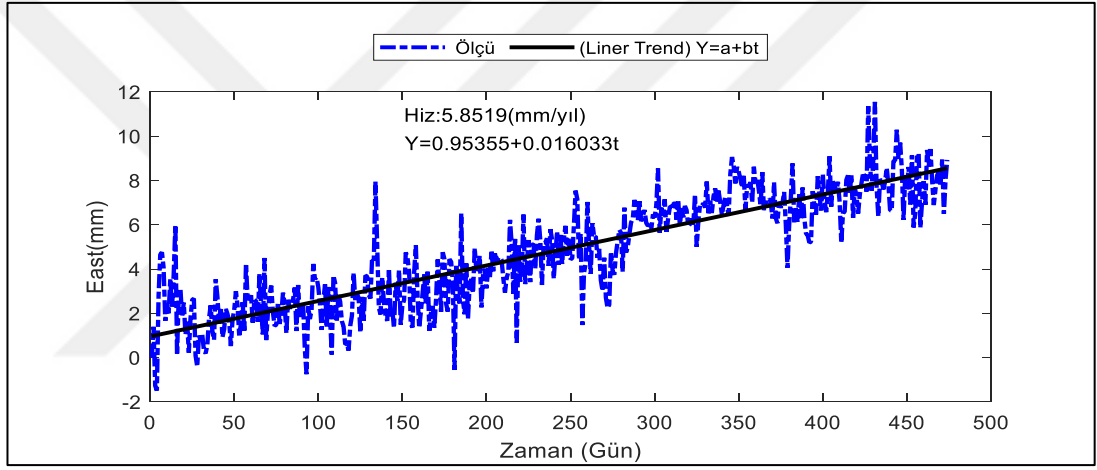
Şekil A.32. CIHA doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



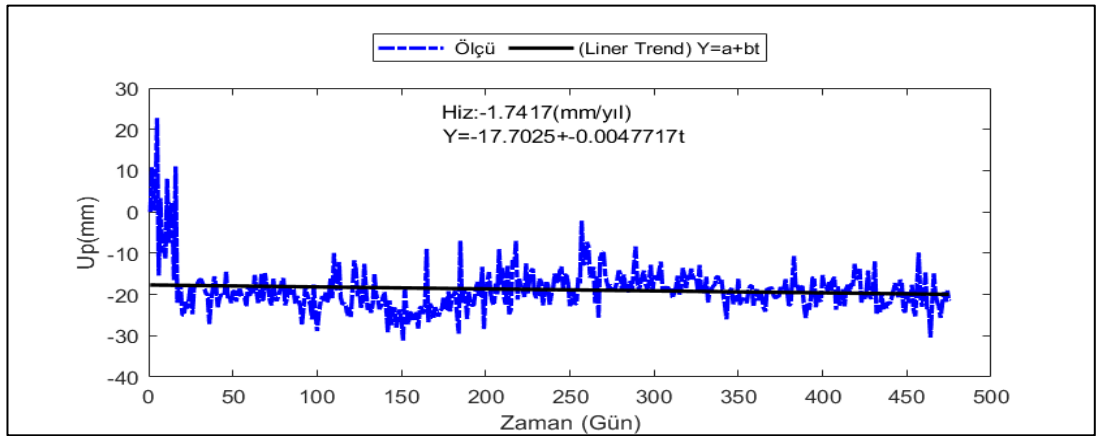
Şekil A.33. CIHA yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



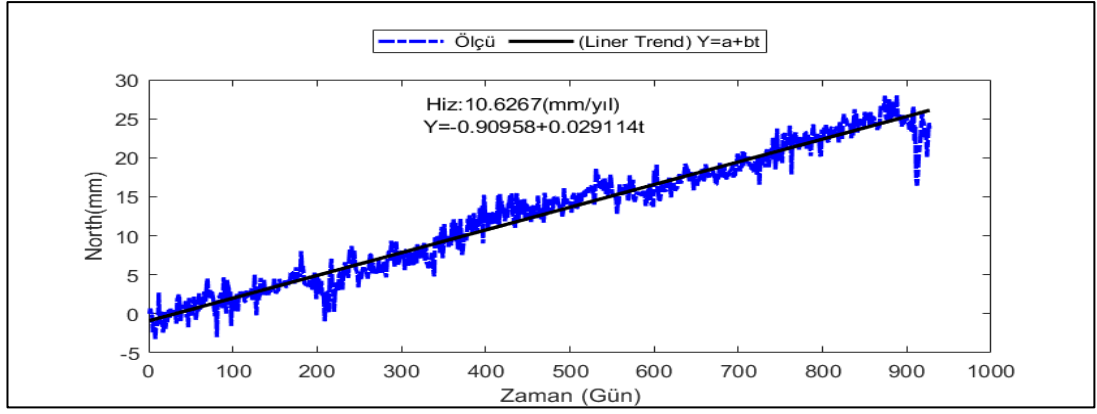
Şekil A.34. CMLD_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



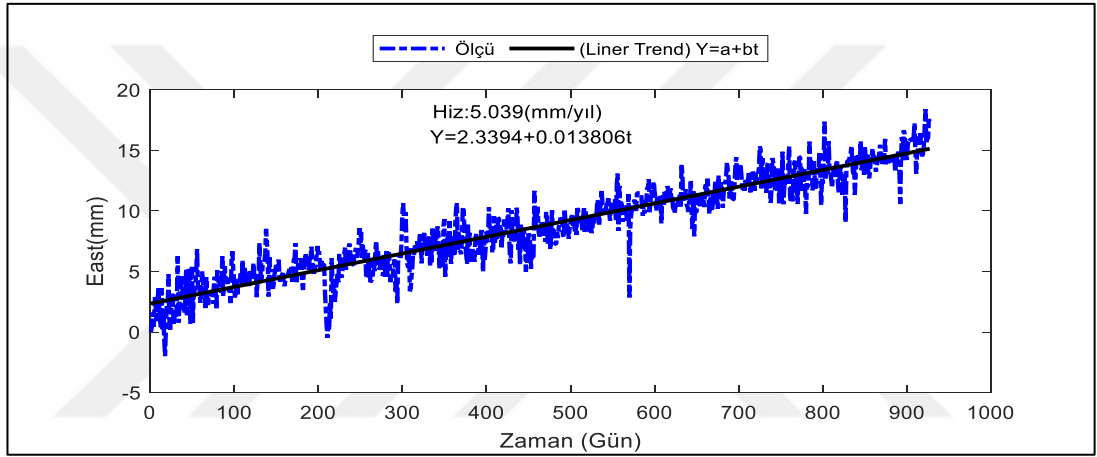
Şekil A.35. CMLD_1 doğu koordinat bileşeni lineer modeli



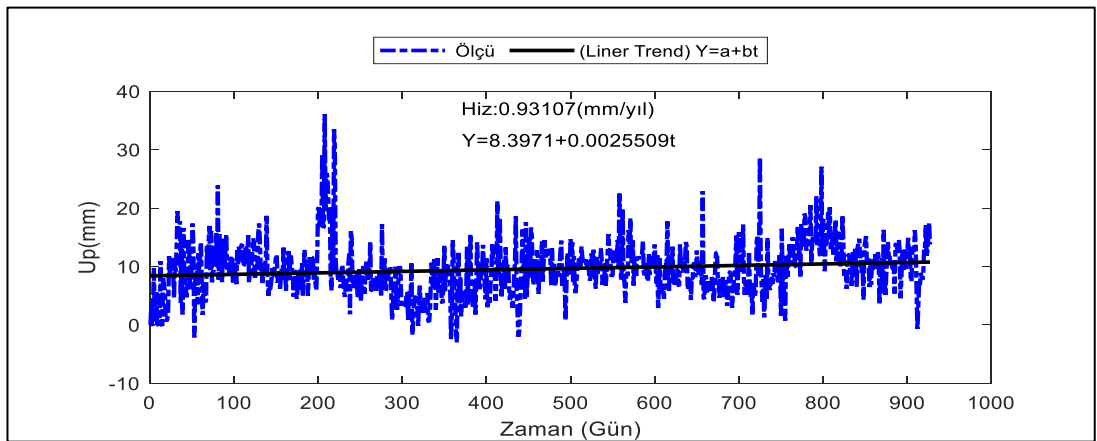
Şekil A.36. CMLD_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



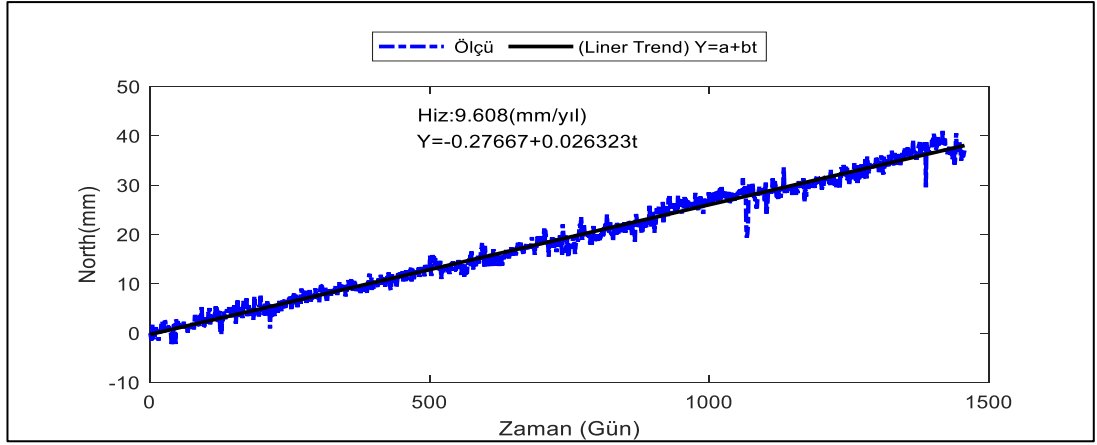
Şekil A.37. CMLD_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



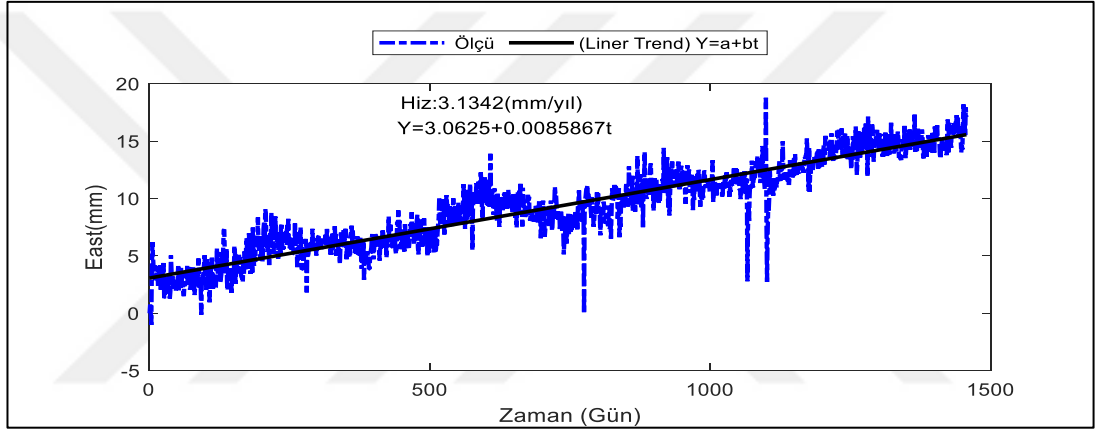
Şekil A.38. CMLD_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



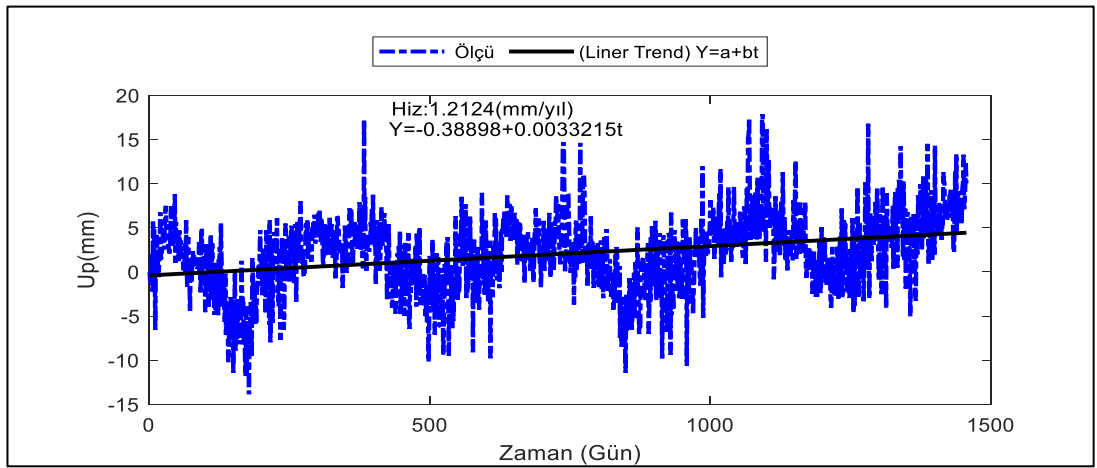
Şekil A.39. CMLD_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



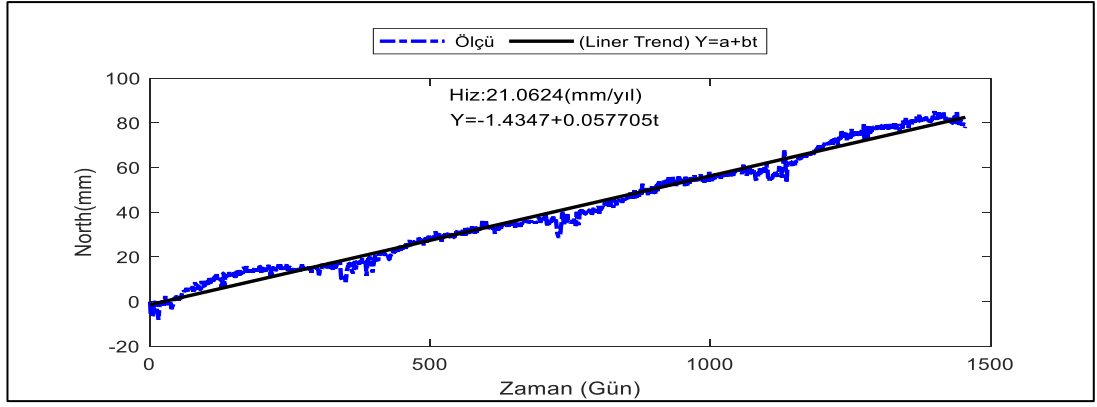
Şekil A.40. ESKS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



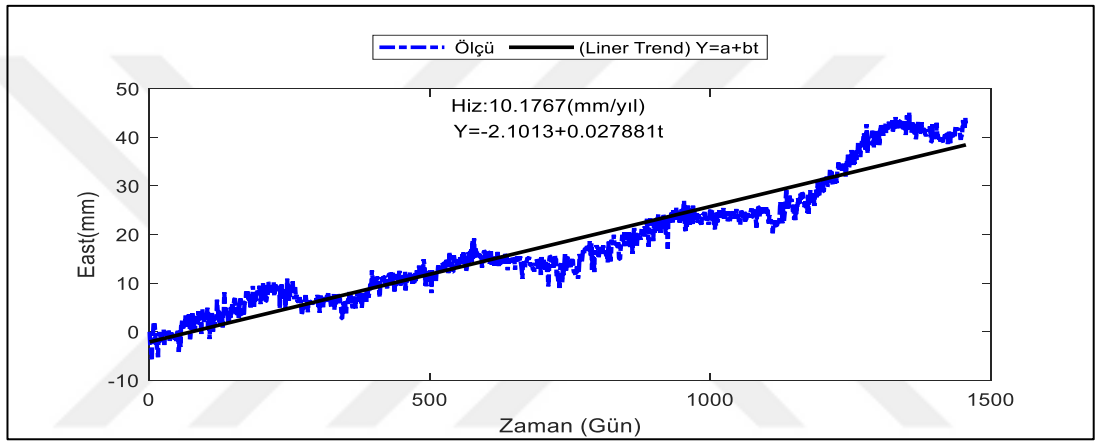
Şekil A.41. ESKS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



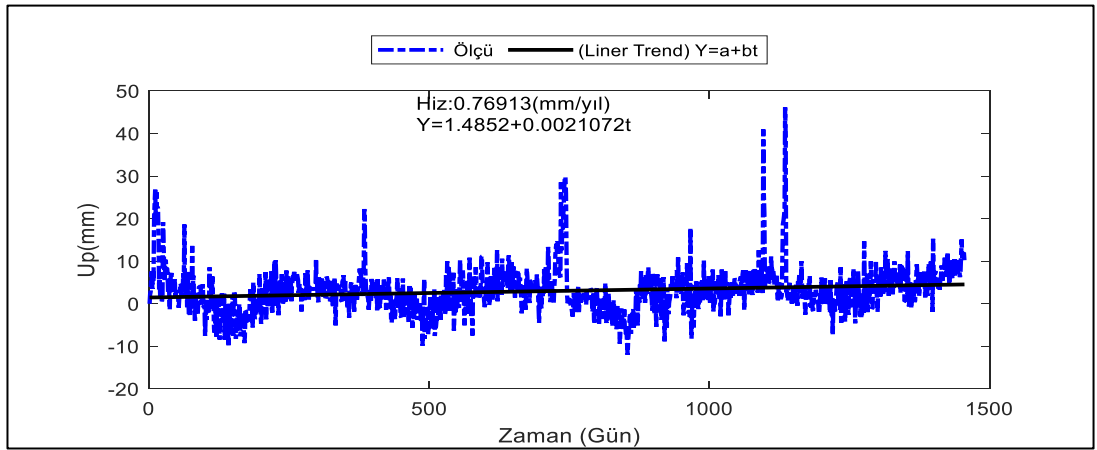
Şekil A.42. ESKS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



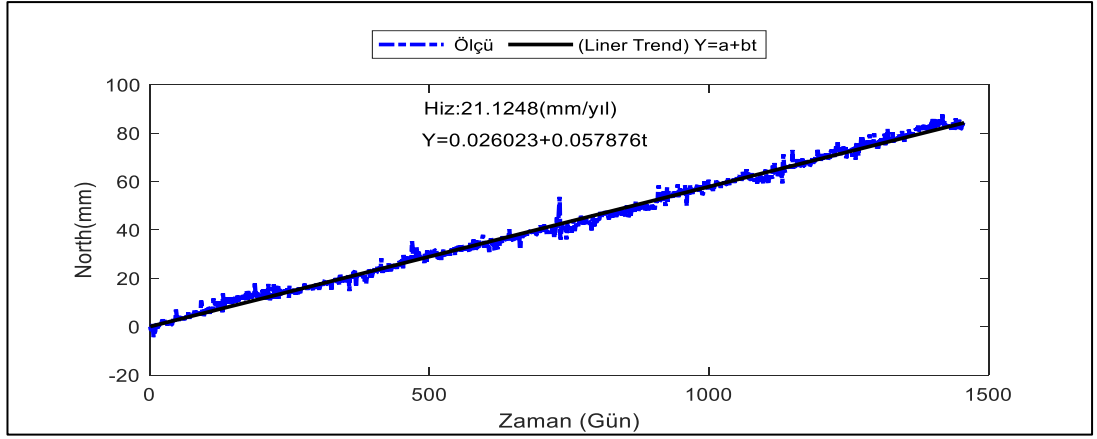
Şekil A.43. GEME kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



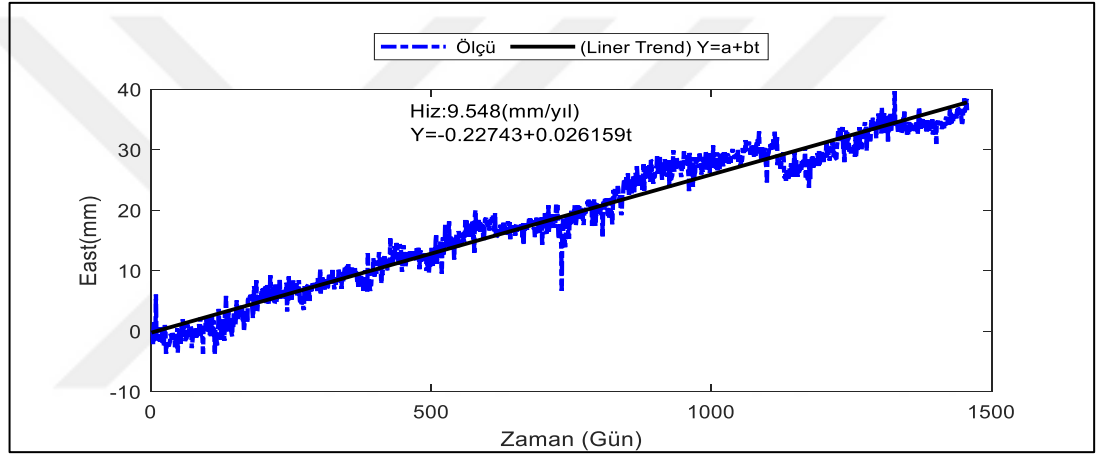
Şekil A.44. GEME doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



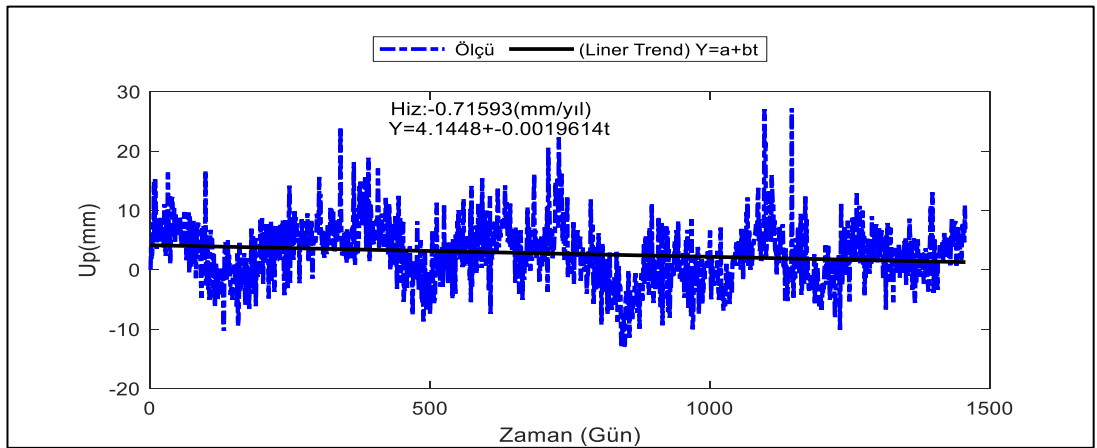
Şekil A.45. GEME yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



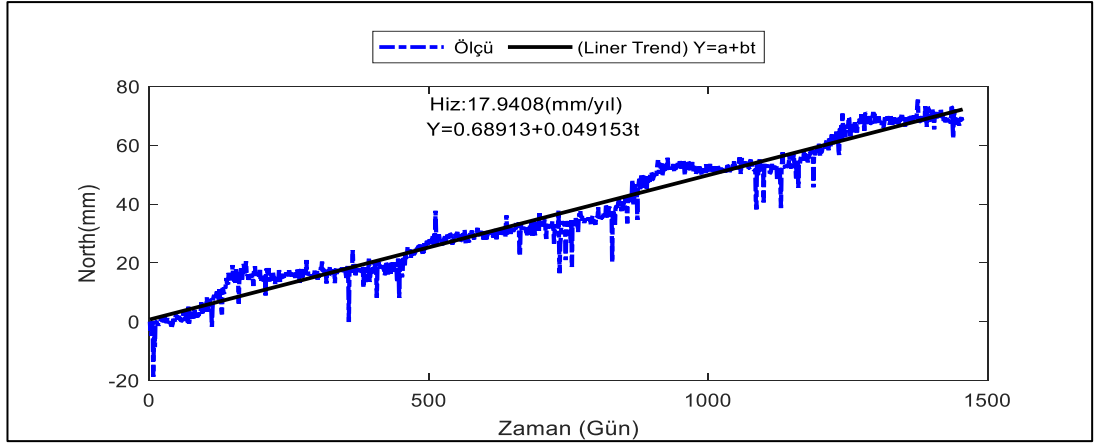
Şekil A.46. GURU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



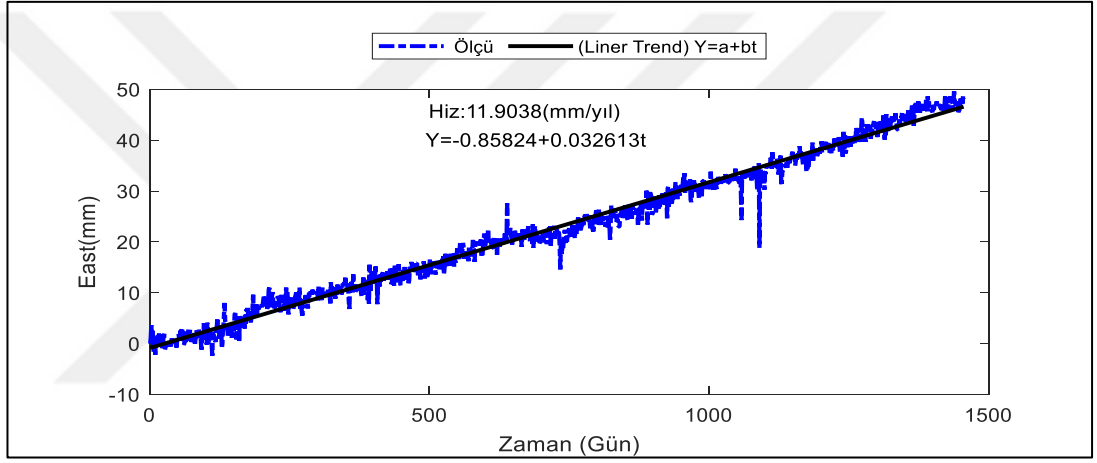
Şekil A.47. GURU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



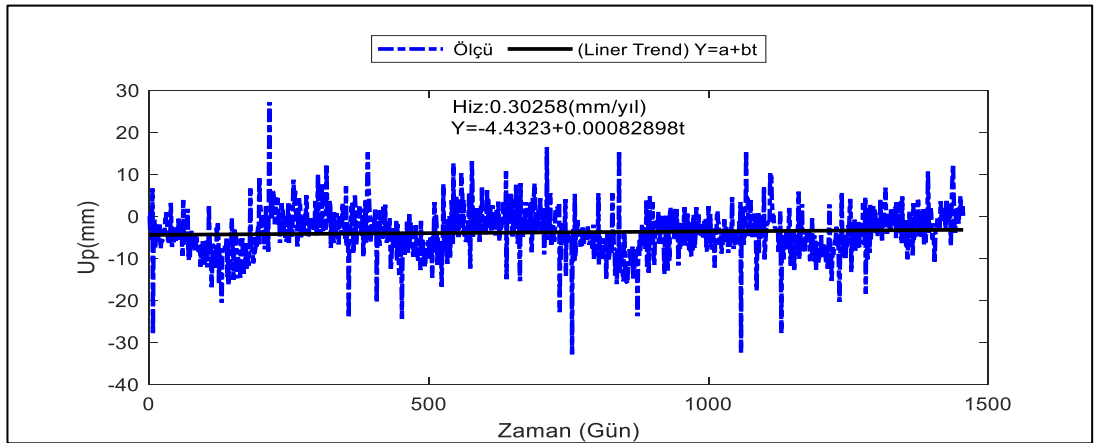
Şekil A.48. GURU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



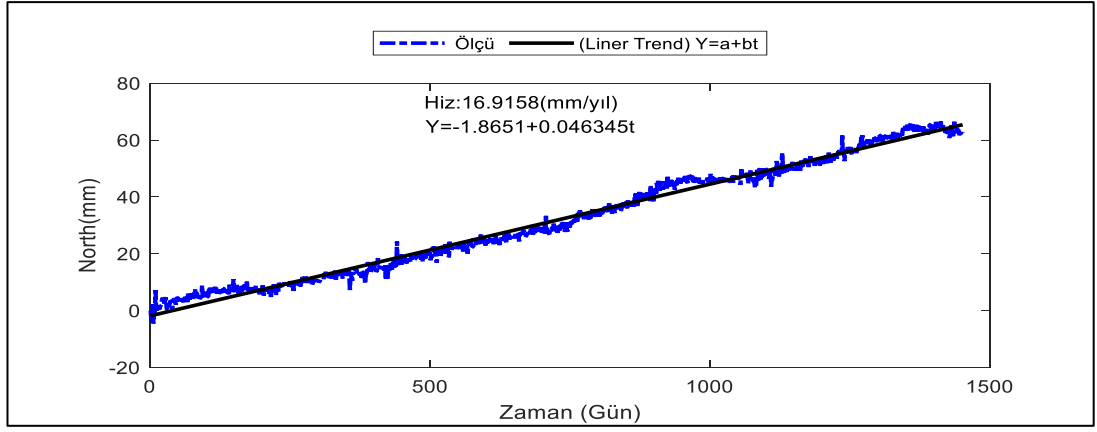
Şekil A.49. HALP kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



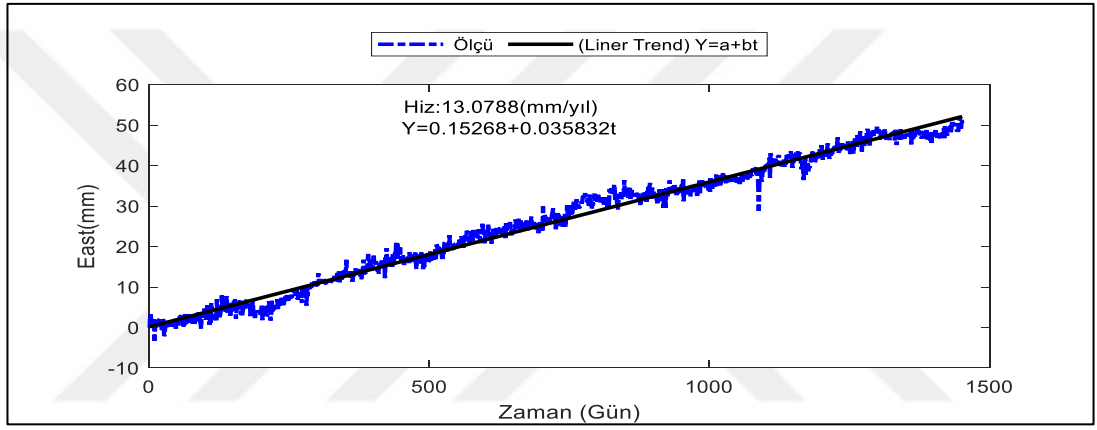
Şekil A.50. HALP doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



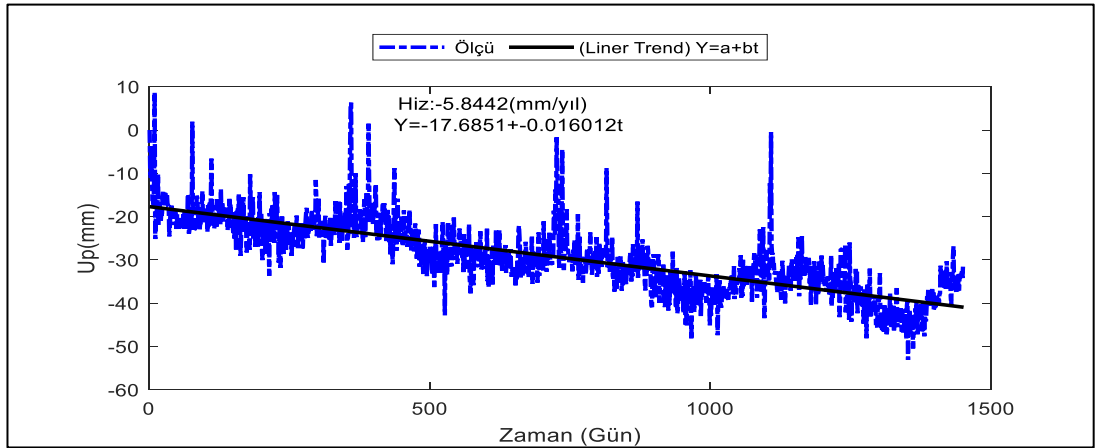
Şekil A.51. HALP yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



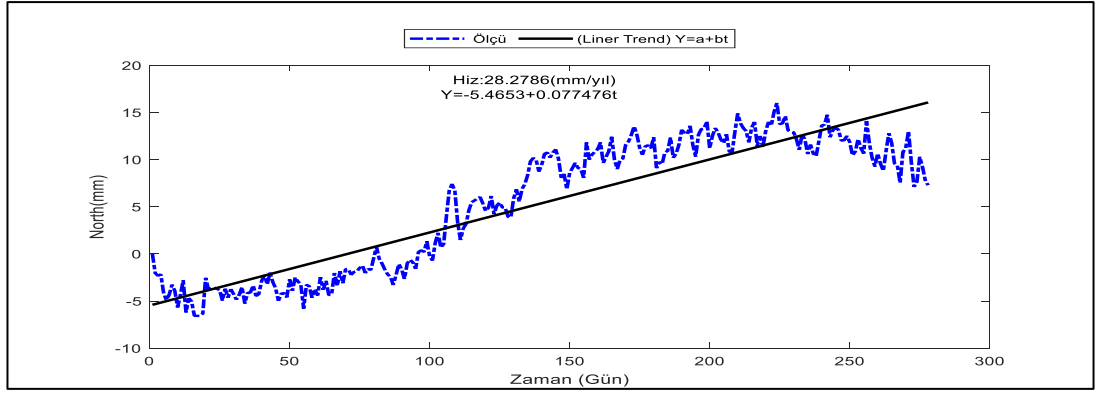
Şekil A.52. KAMN kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



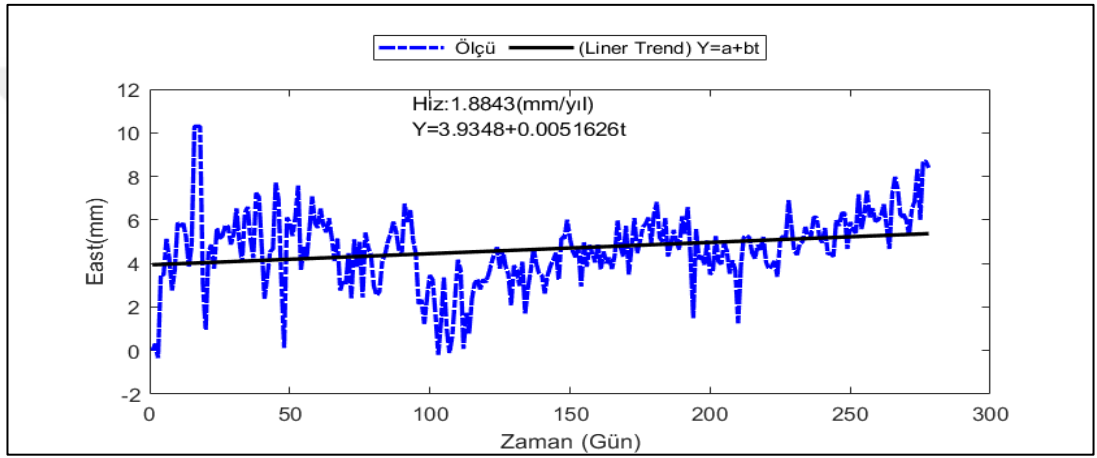
Şekil A.53. KAMN doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



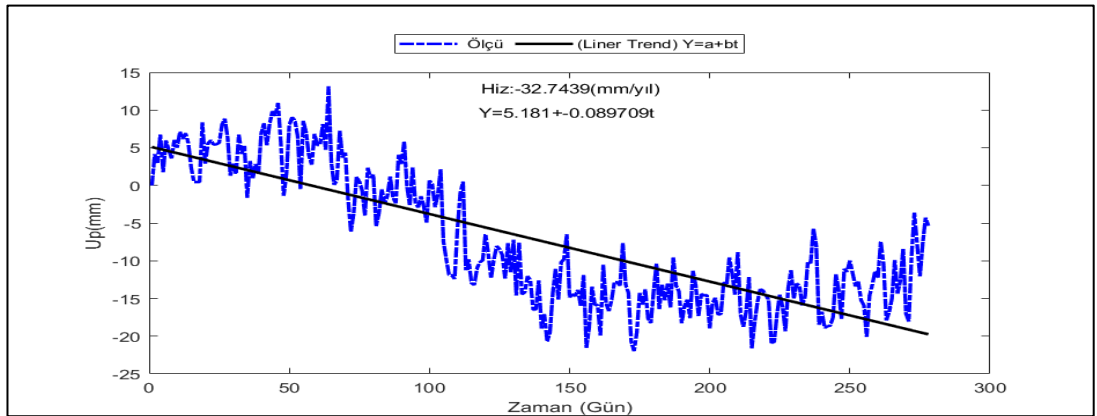
Şekil A.54. KAMN yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



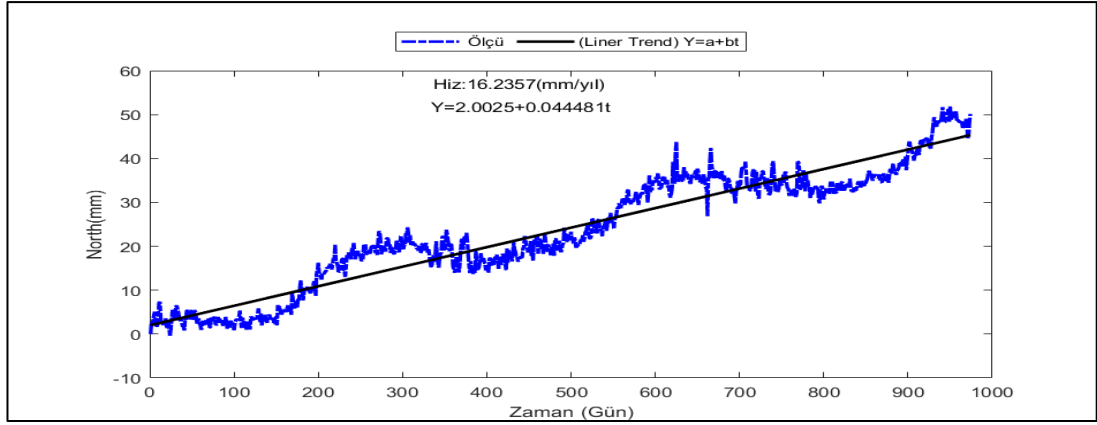
Şekil A.55. KAPI_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



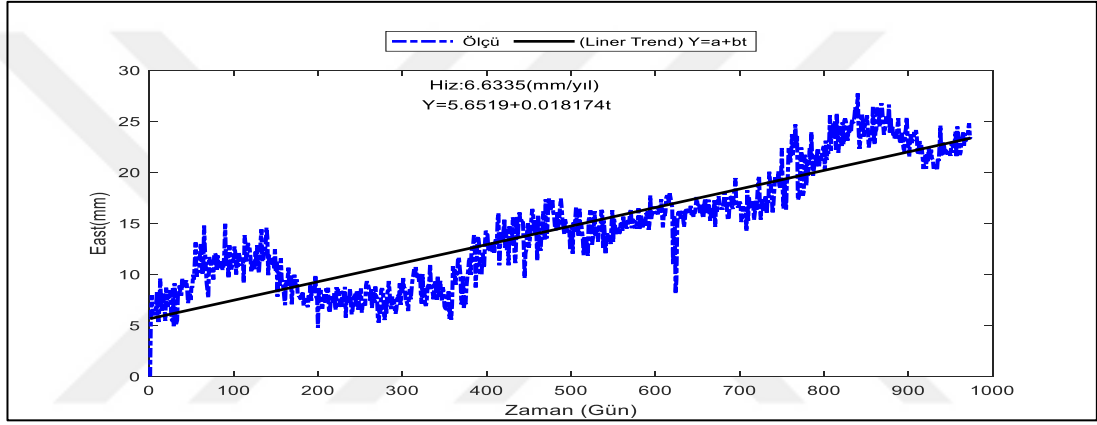
Şekil A.56. KAPI_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



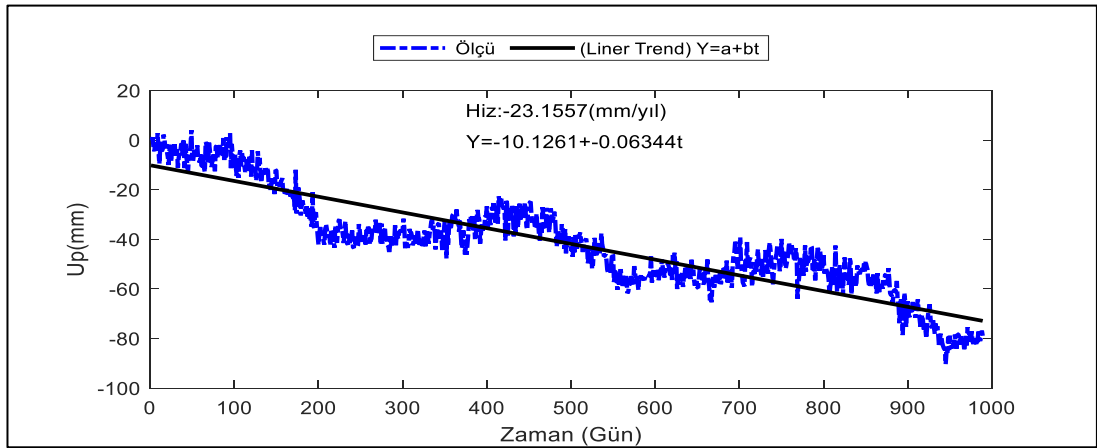
Şekil A.57. KAPI_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



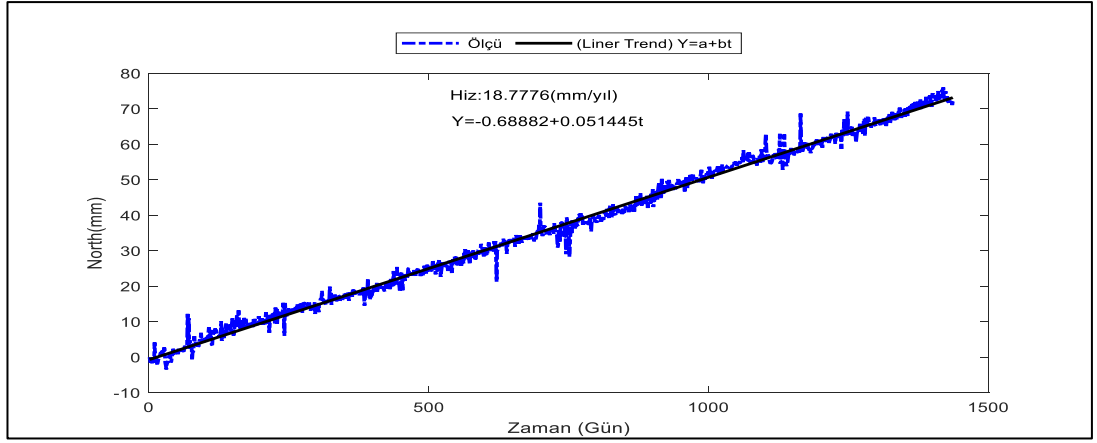
Şekil A.58. KAPI_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



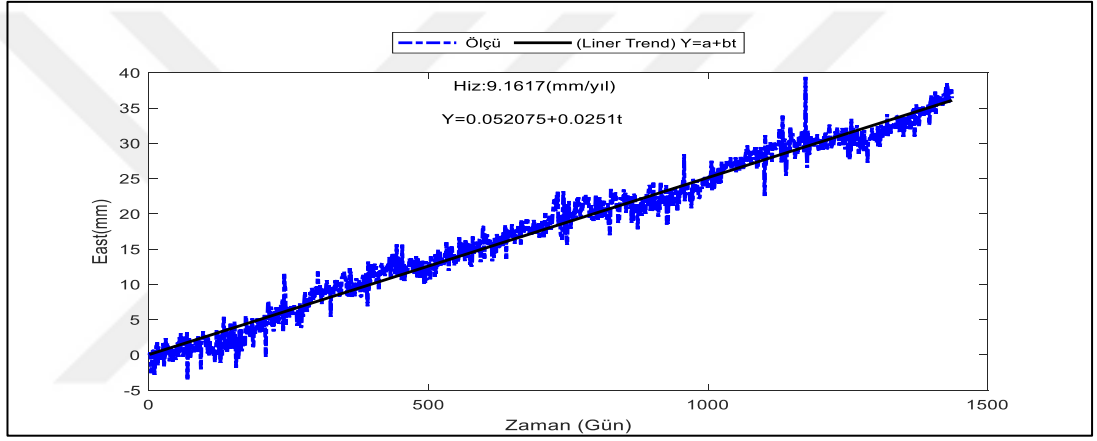
Şekil A.59. KAPI_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



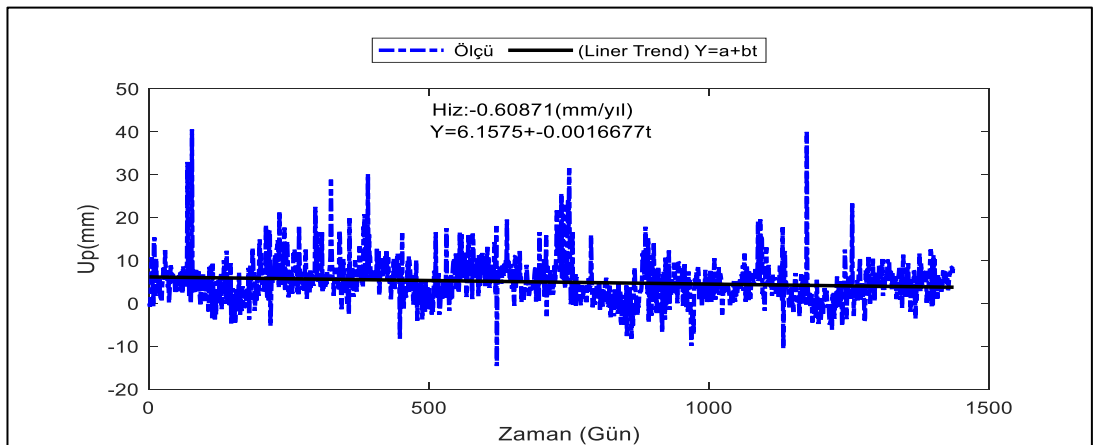
Şekil A.60. KAPI_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



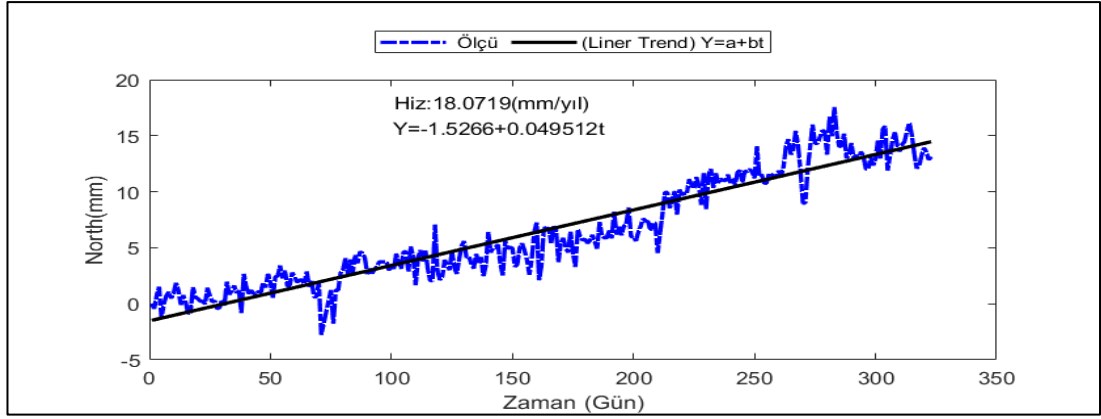
Şekil A.61. KAYS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



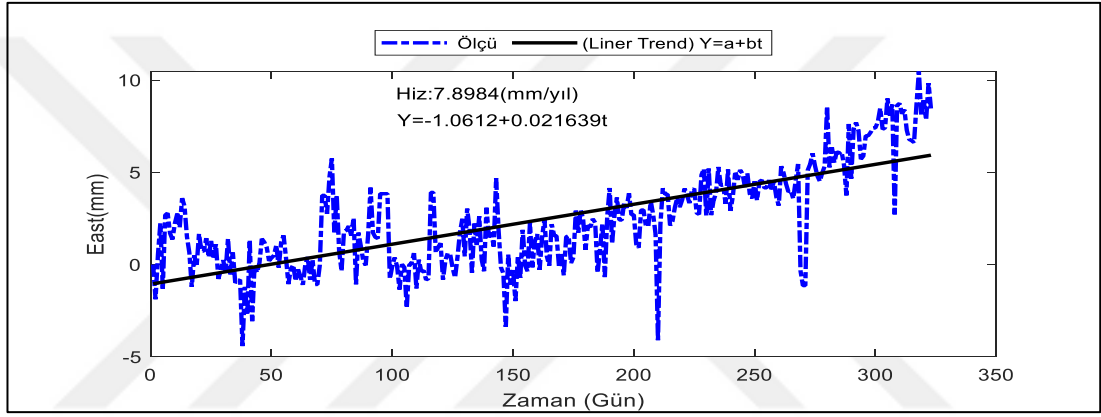
Şekil A.62. KAYS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



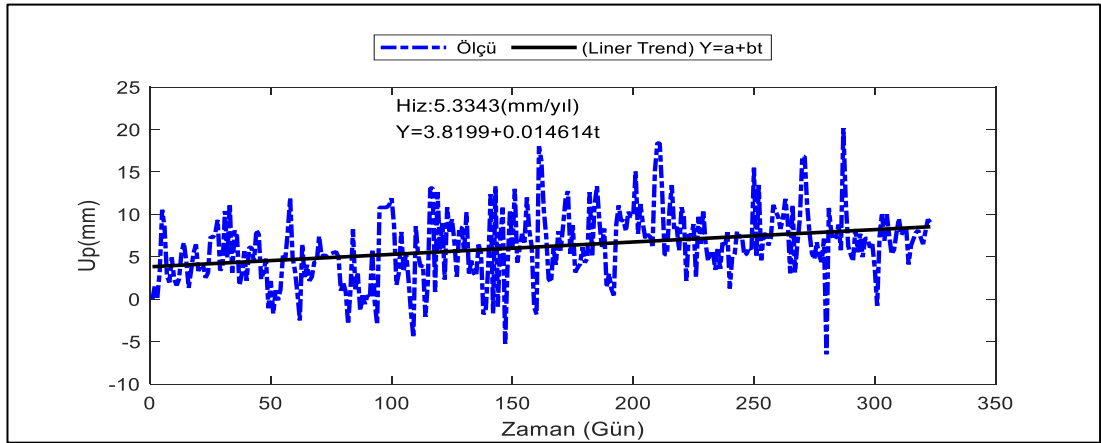
Şekil A.63. KAYS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



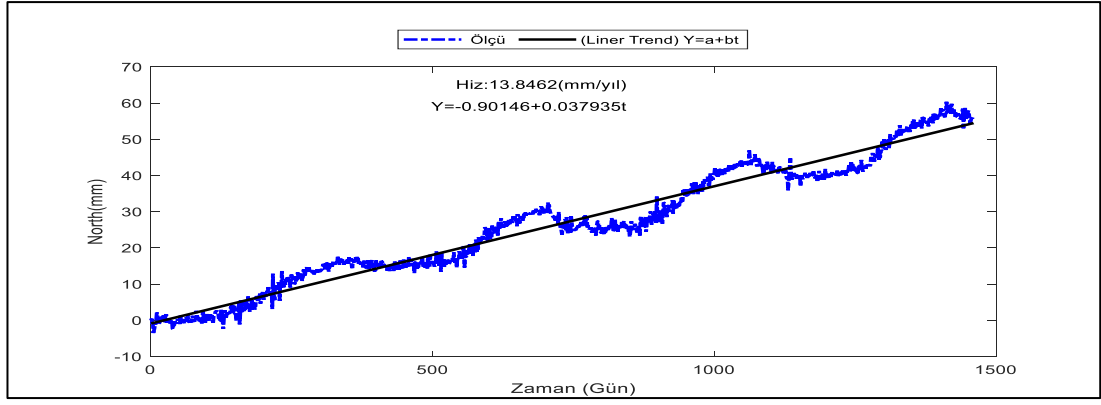
Şekil A.64. KISI kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



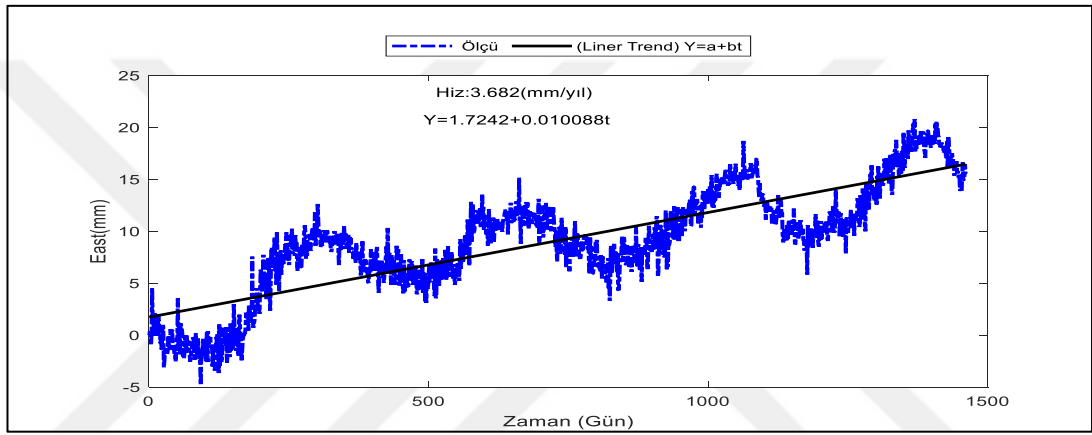
Şekil A.65. KISI doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



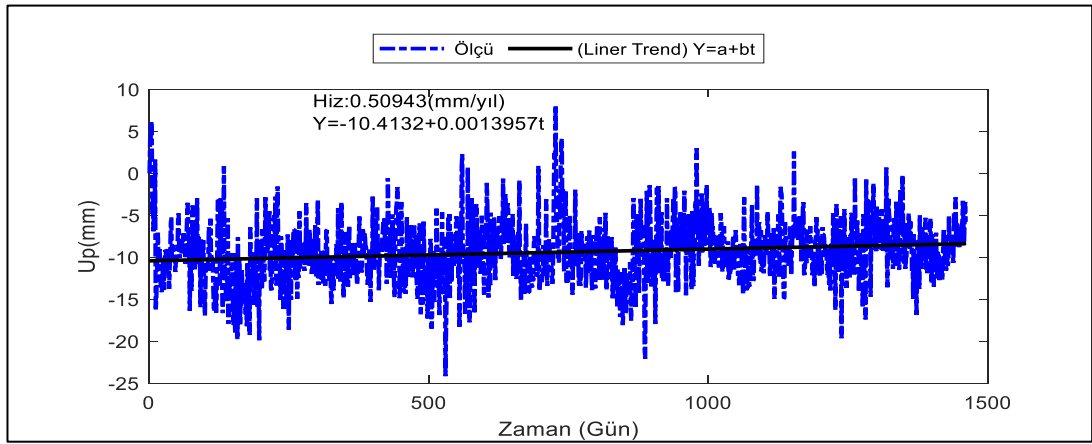
Şekil A.66. KISI Yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



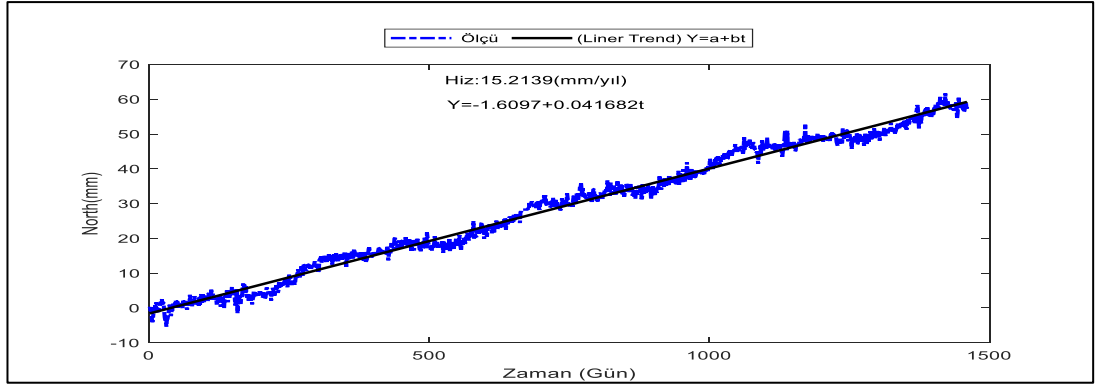
Şekil A.67. KKAL kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



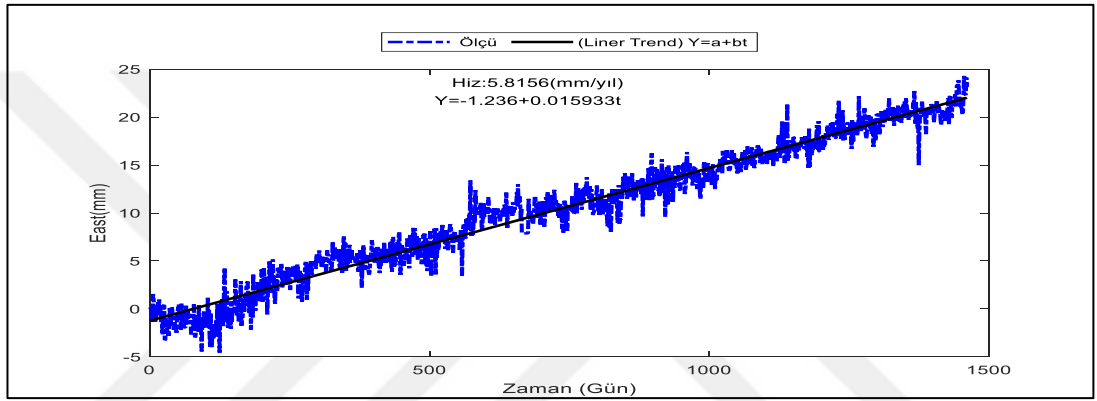
Şekil A.68. KKAL doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



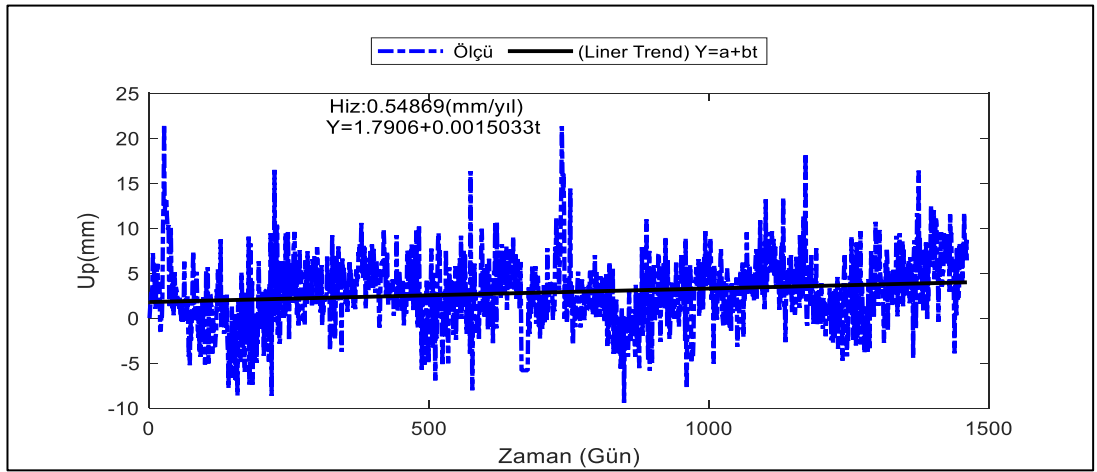
Şekil A.69. KKAL yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



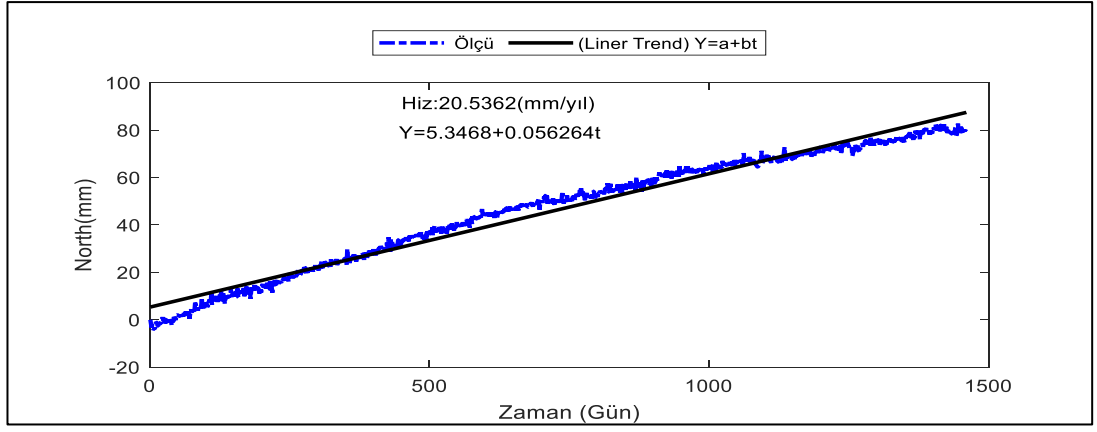
Şekil A.70. KLUU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



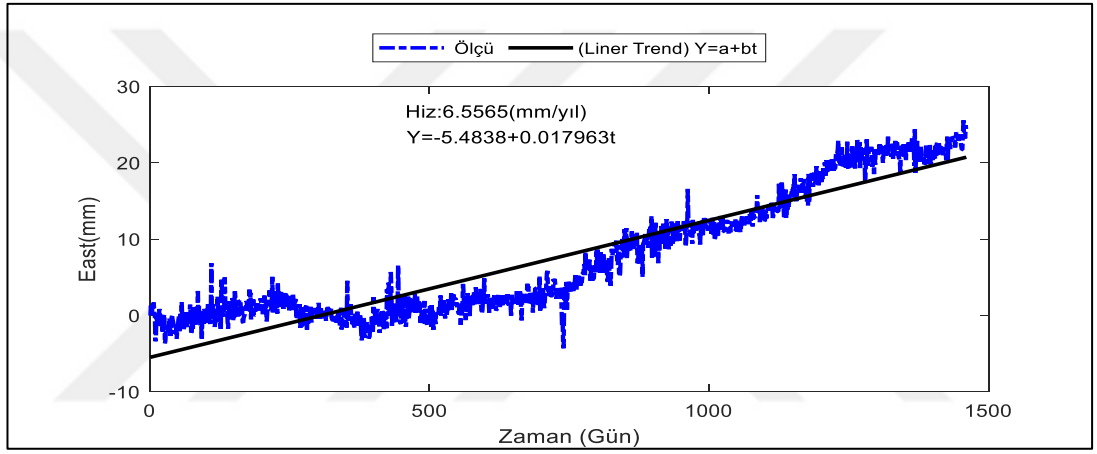
Şekil A.71. KLUU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



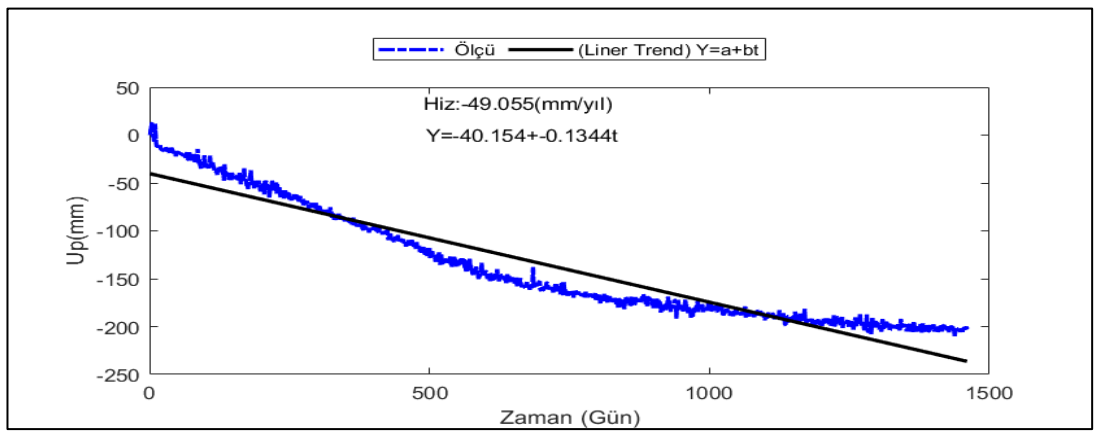
Şekil A.72. KLUU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



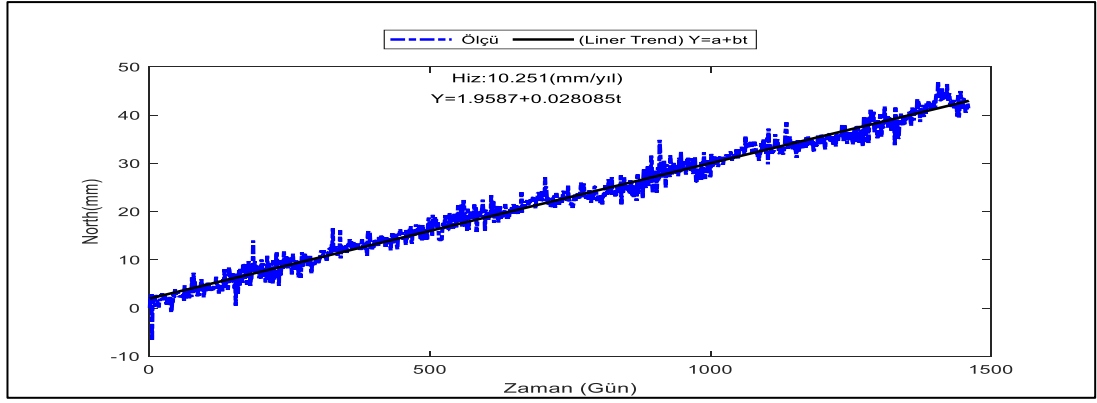
Şekil A.73. KNY1 kuzey Ham koordinat zaman serileri ve lineer trend.



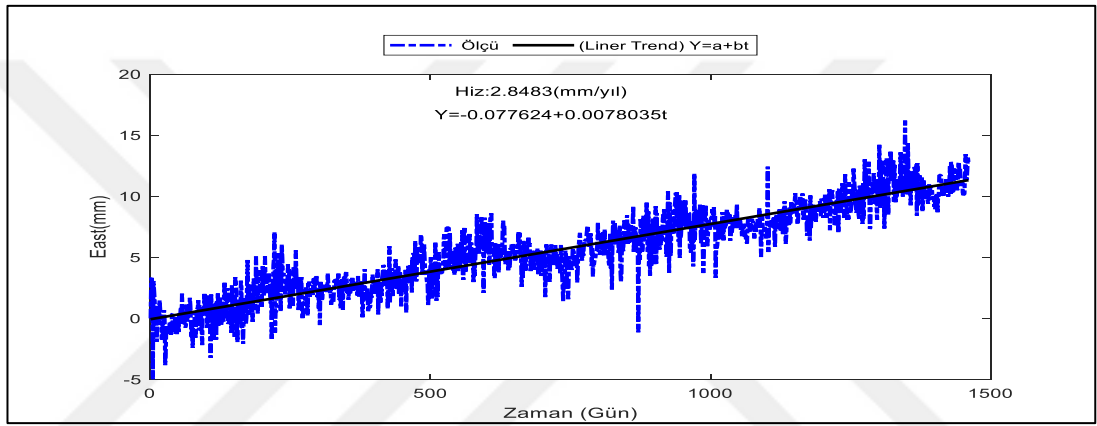
Şekil A.74. KNY1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



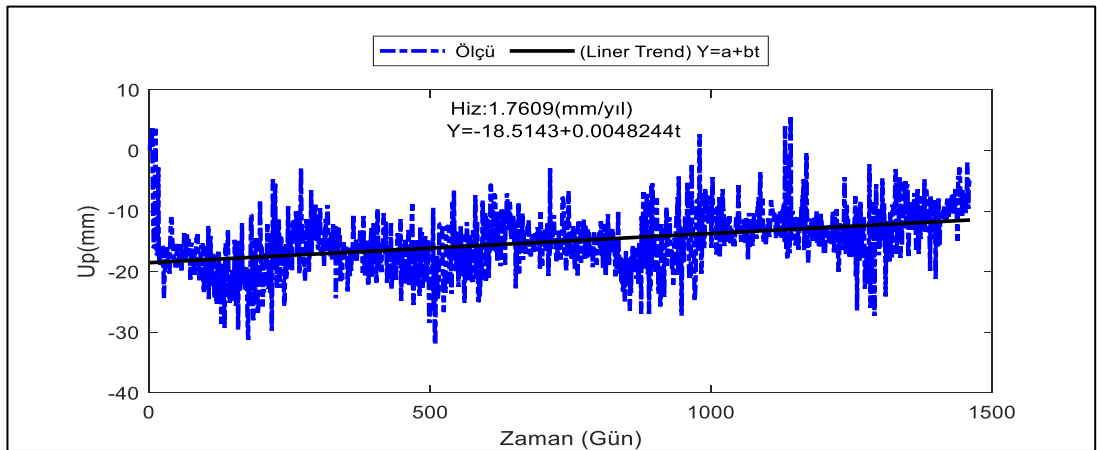
Şekil A.75. KNY1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



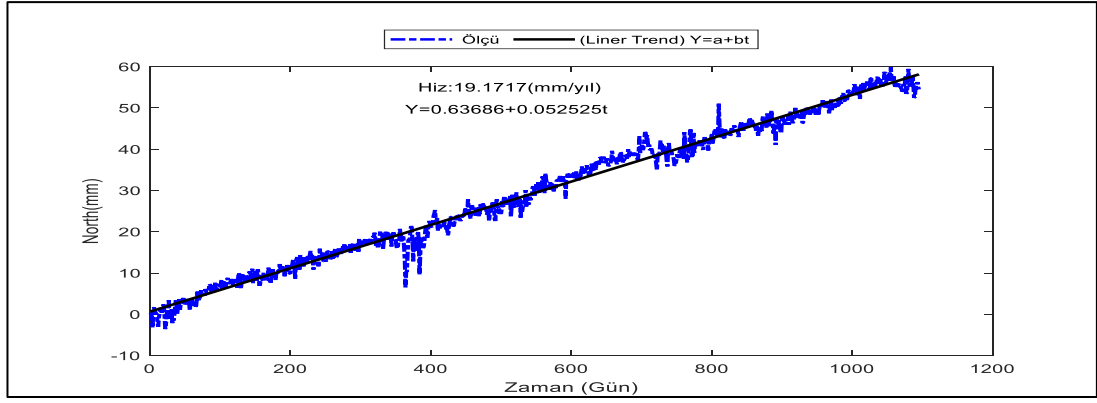
Şekil A.76. NAHA kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



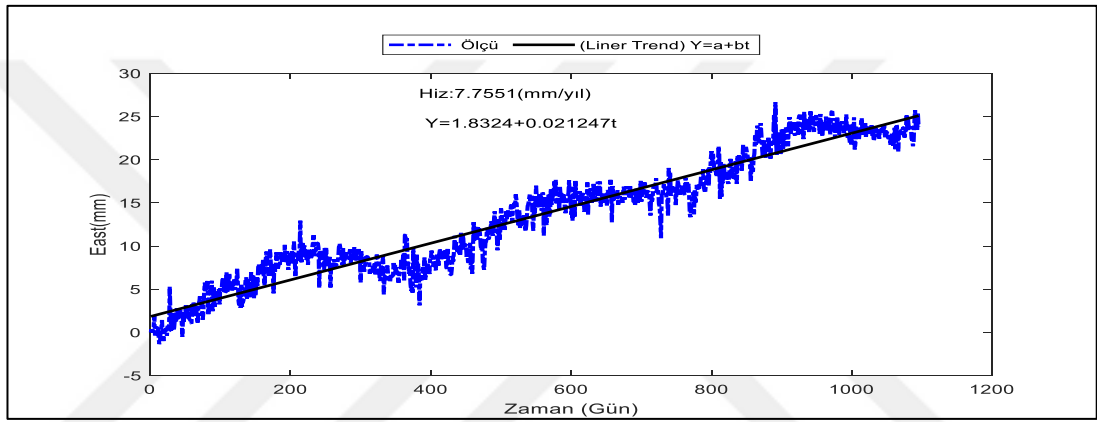
Şekil A.77. NAHA doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



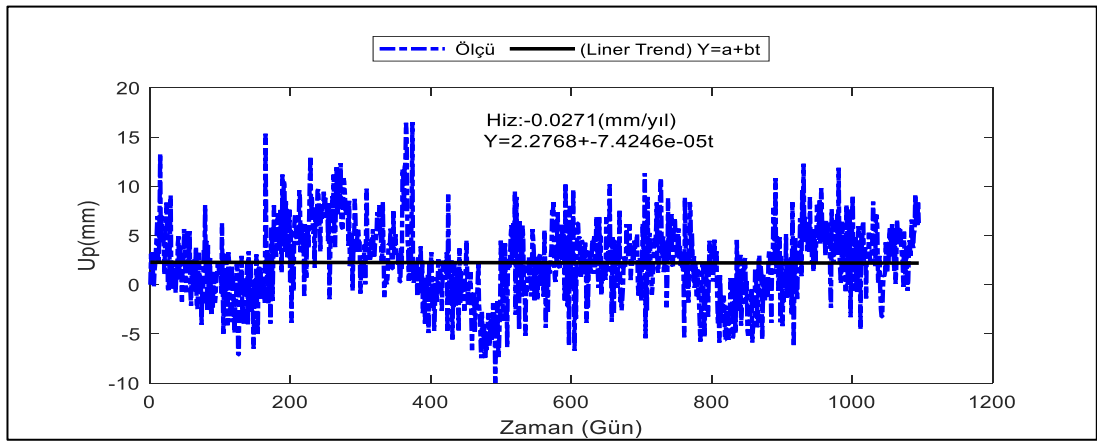
Şekil A.78. NAHA yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



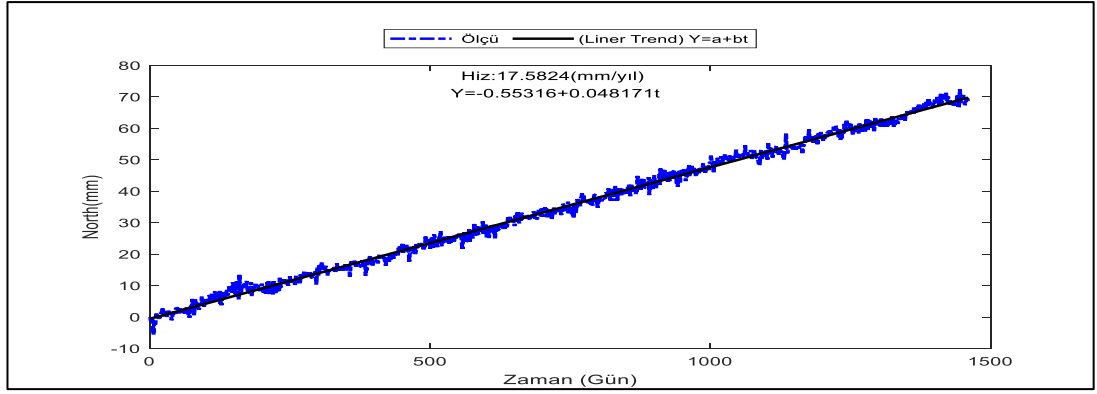
Şekil A.79. NEV1 kuzey koordinat bileşeni lineer modeli



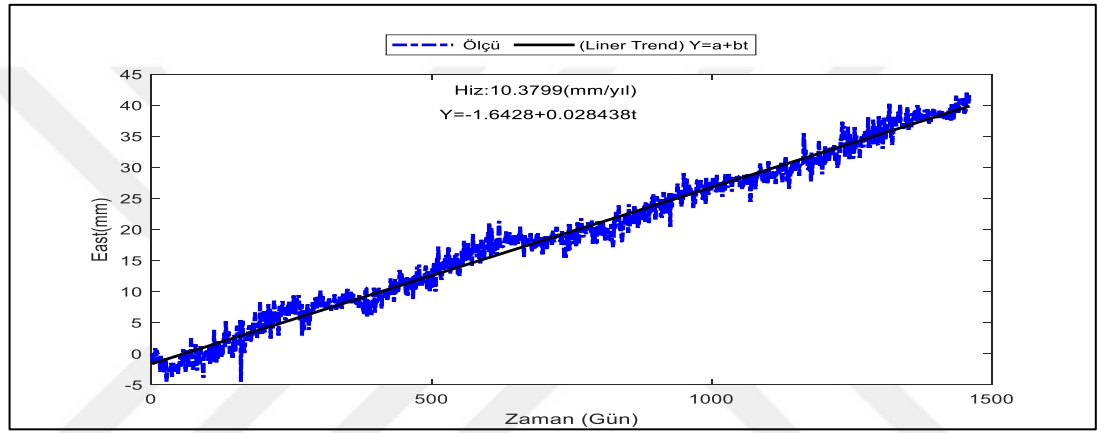
Şekil A.80. NEV1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



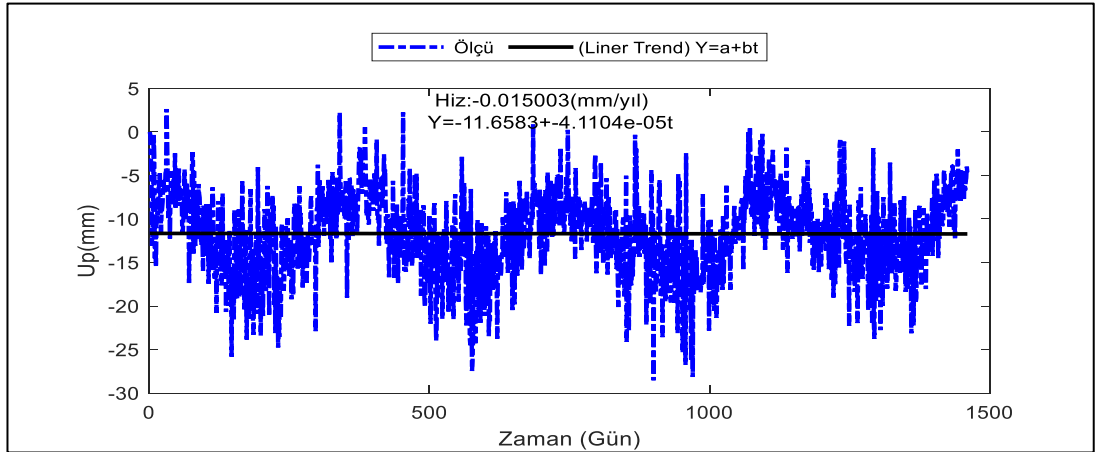
Şekil A.81. NEV1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



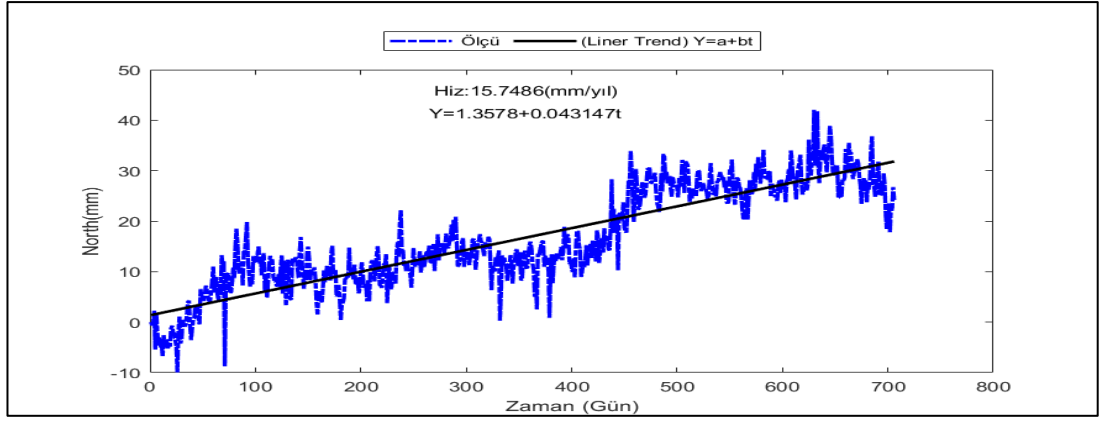
Şekil A.82. NIGD kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



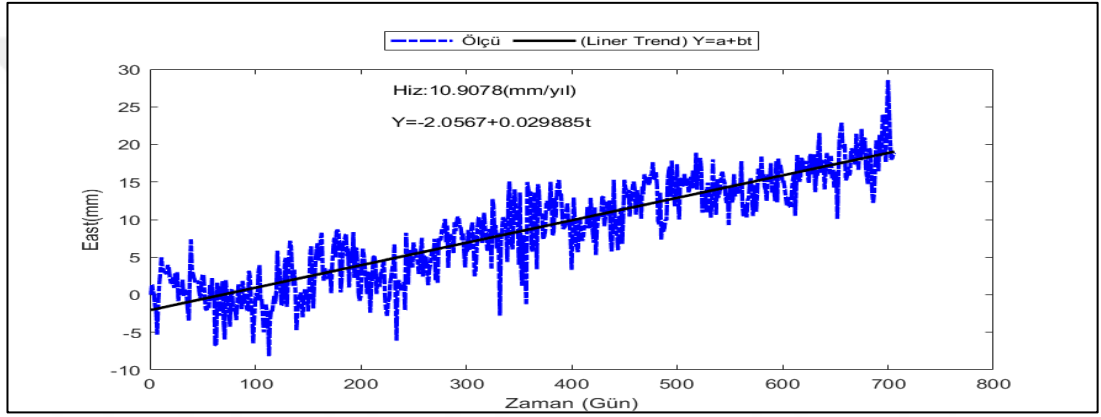
Şekil A.83. NIGD doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



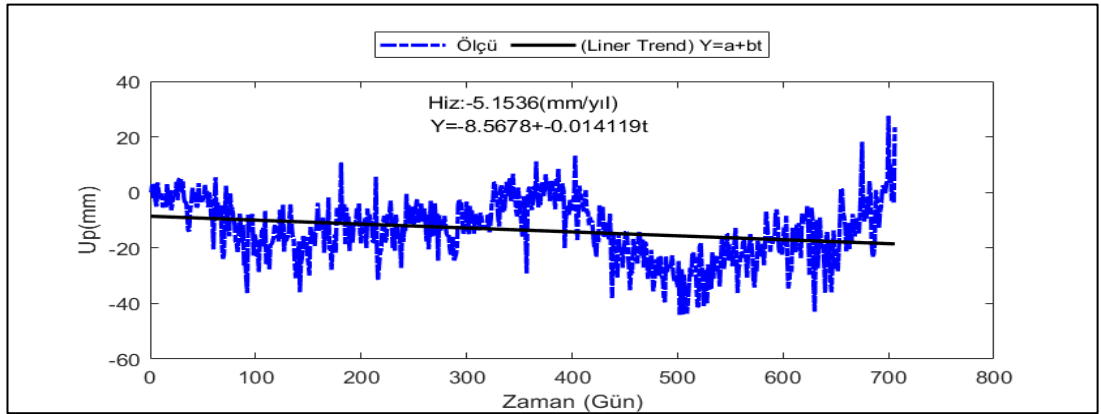
Şekil A.84. NIGD yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



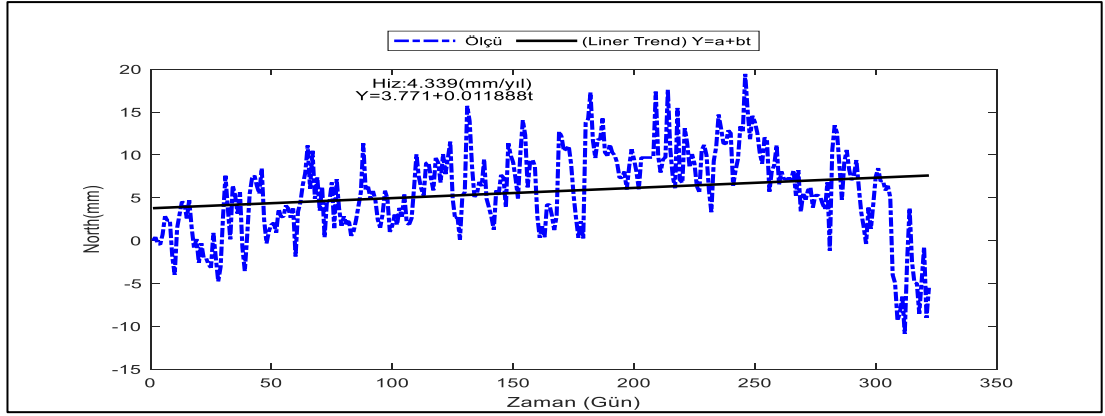
Şekil A.85. SARV_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



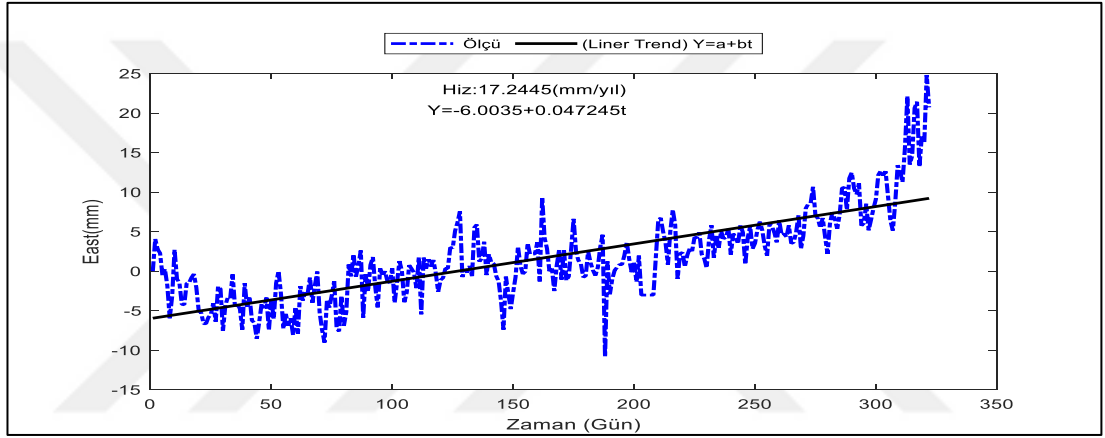
Şekil A.86. SARV_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



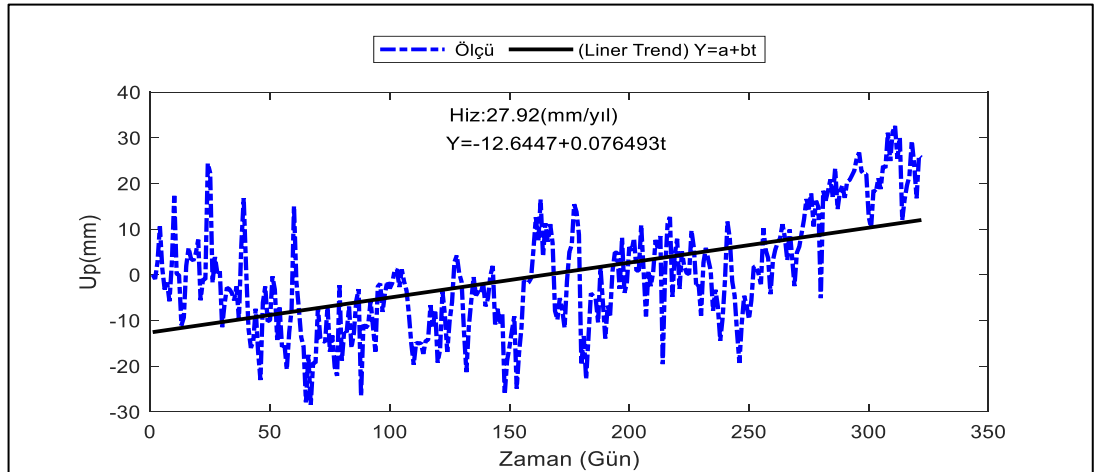
Şekil A.87. SARV_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



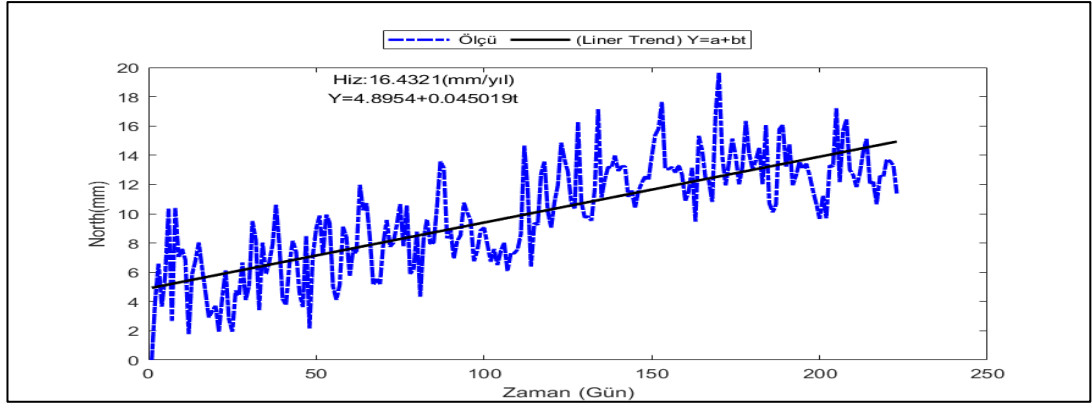
Şekil A.88. SARV_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



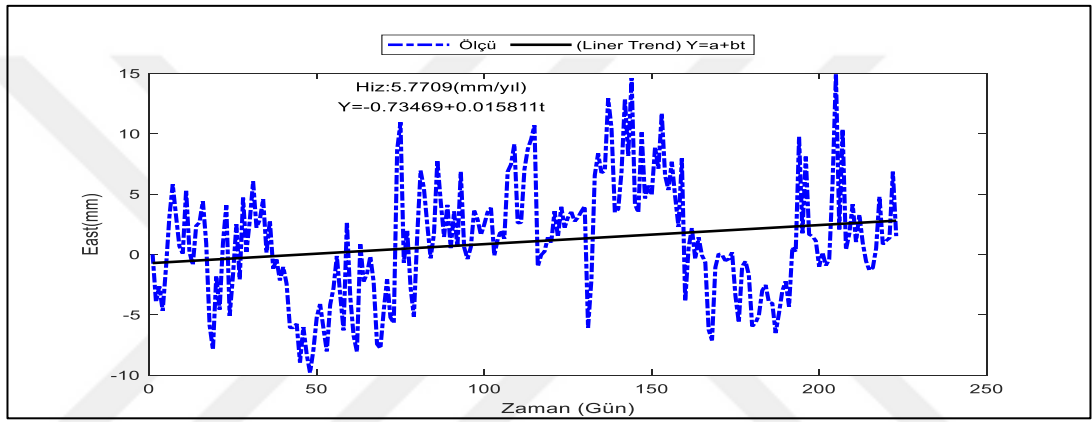
Şekil A.89. SARV_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



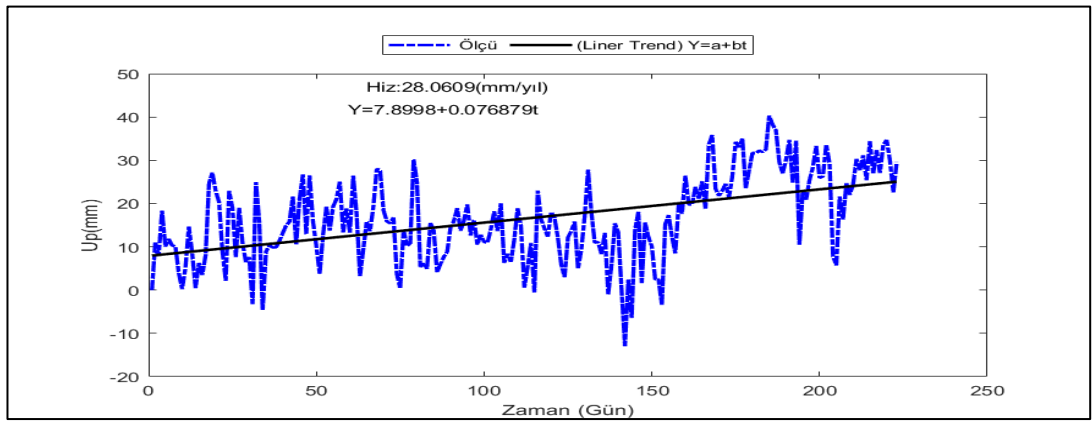
Şekil A.90. SARV_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



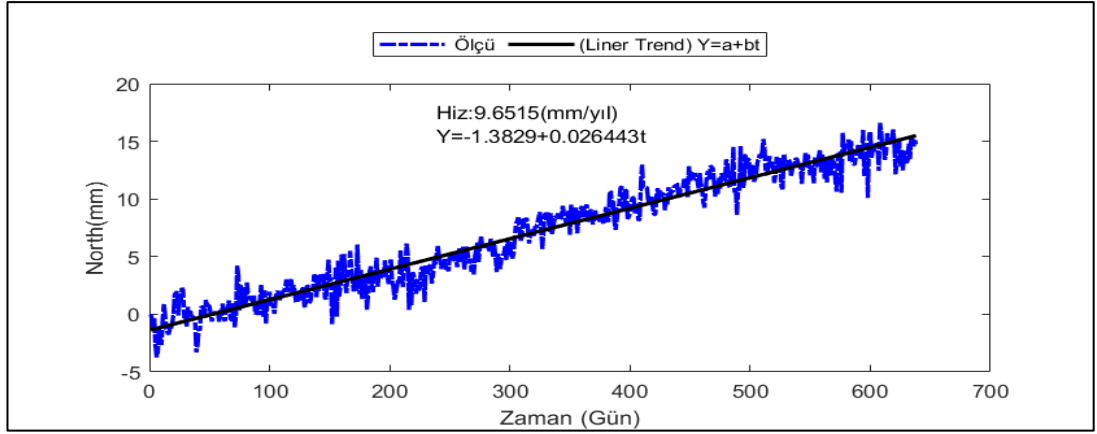
Şekil A.91. SARV_3 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



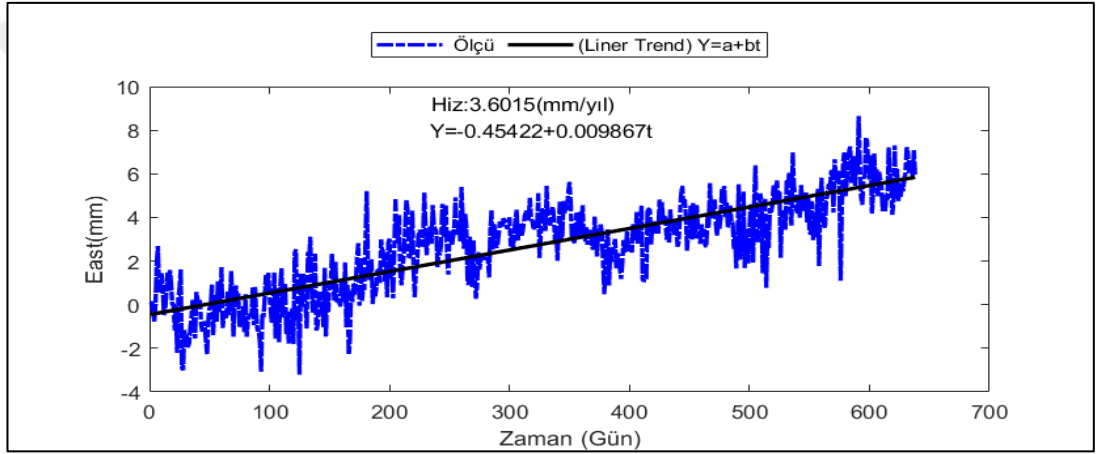
Şekil A.92. SARV_3 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



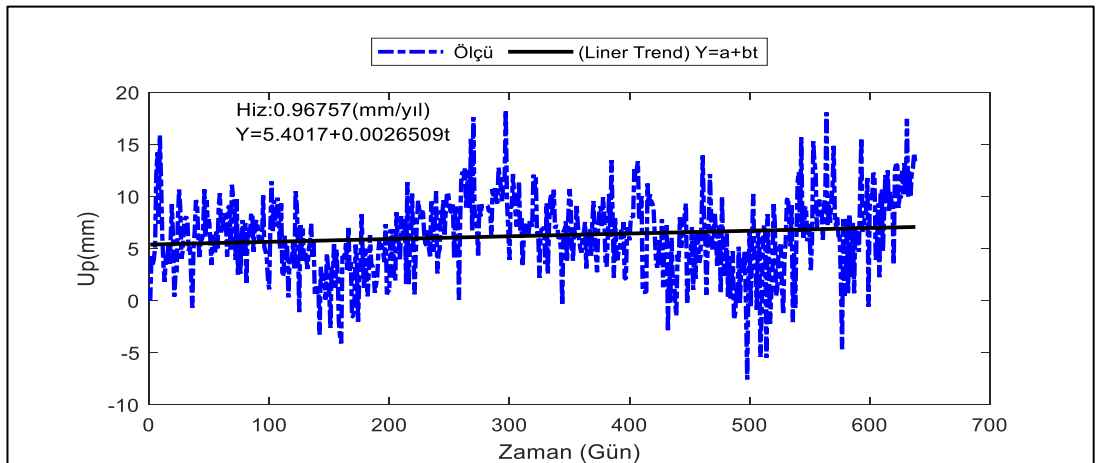
Şekil A.93. SARV_3 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



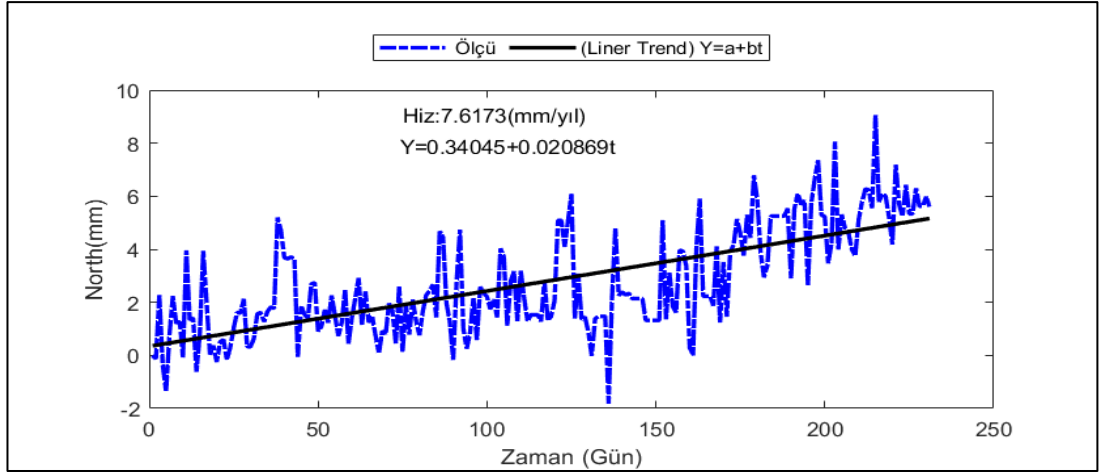
Şekil A.94. SIH1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



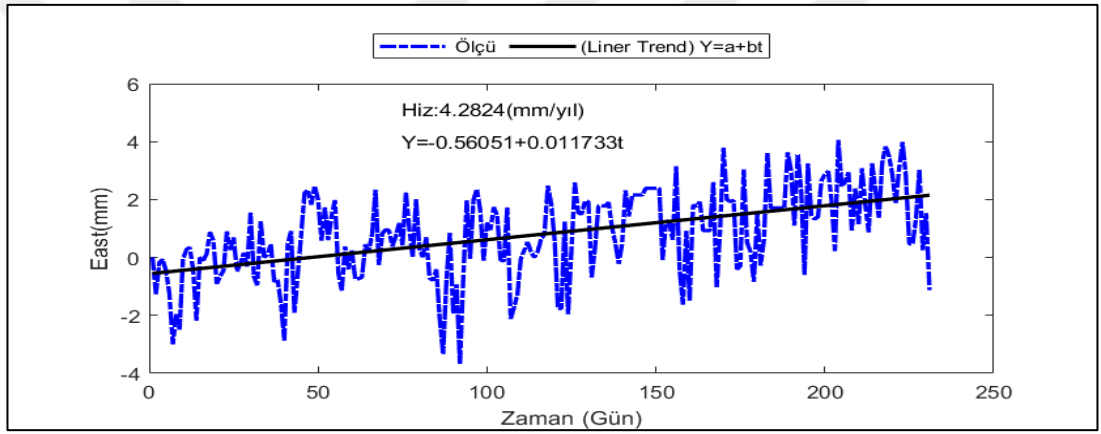
Şekil A.95. SIH1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



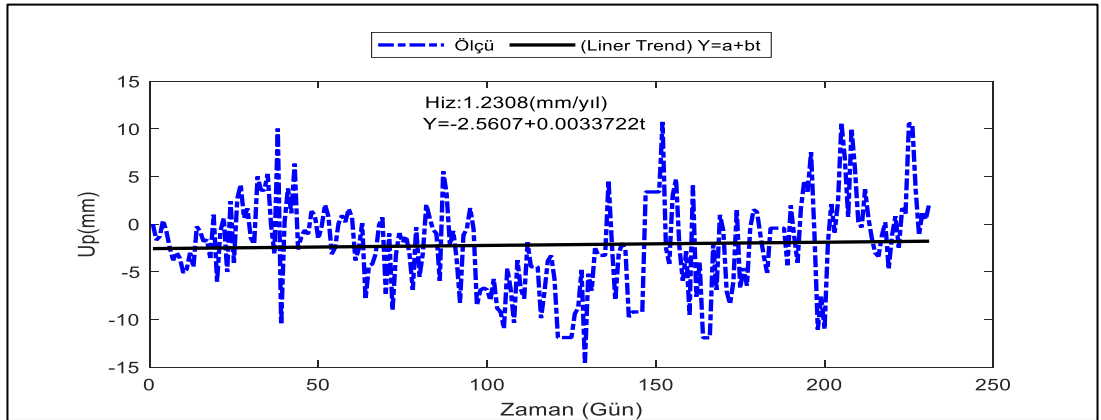
Şekil A.96. SIH1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



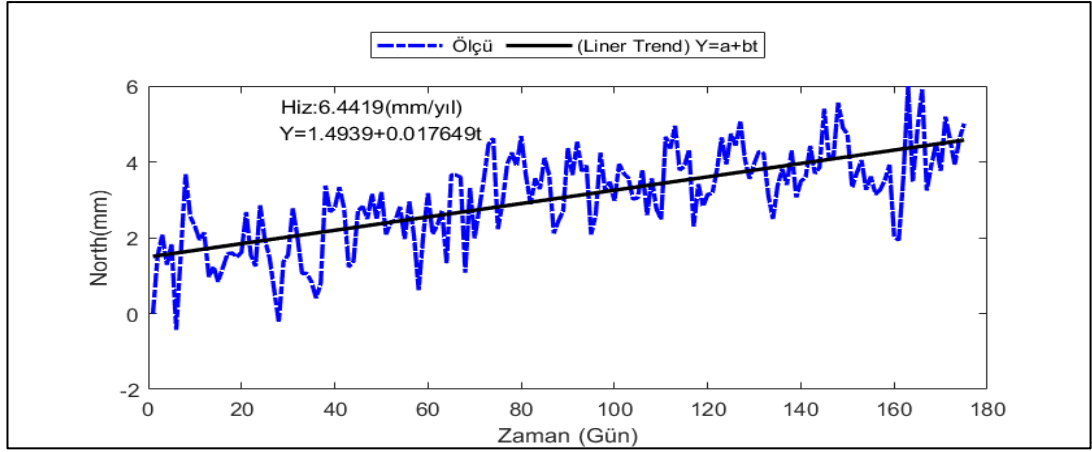
Şekil A.97. SIH1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



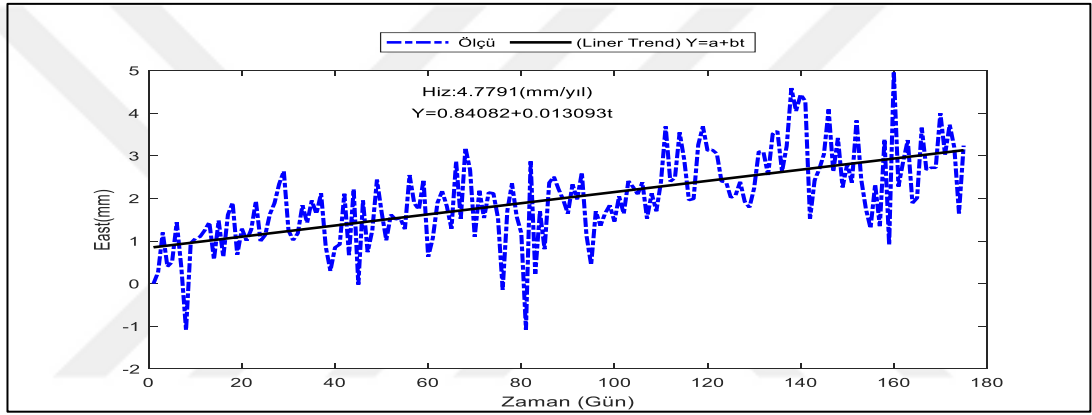
Şekil A.98. SIH1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



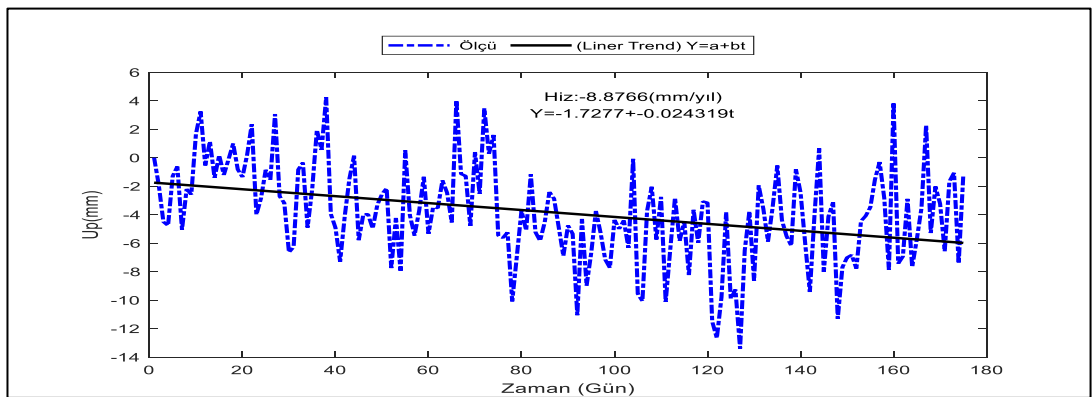
Şekil A.99. SIH1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



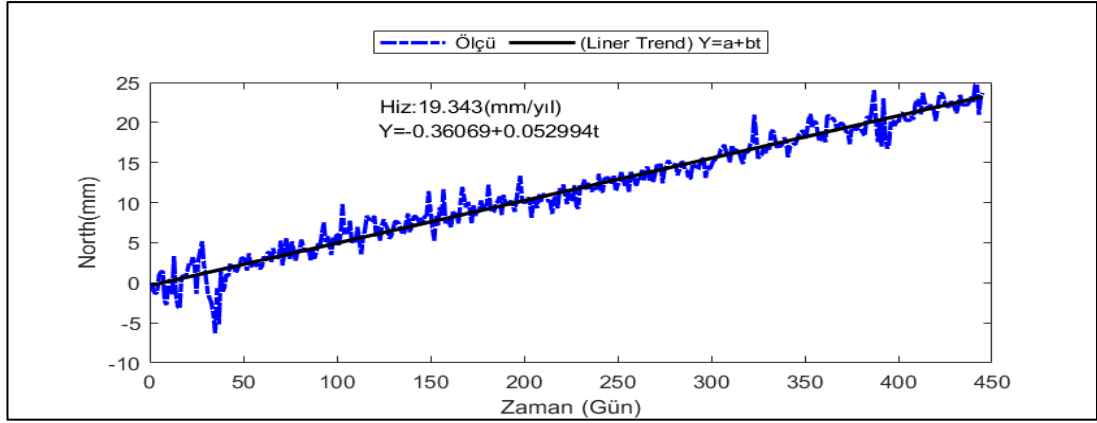
Şekil A.100. SIH1_3 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



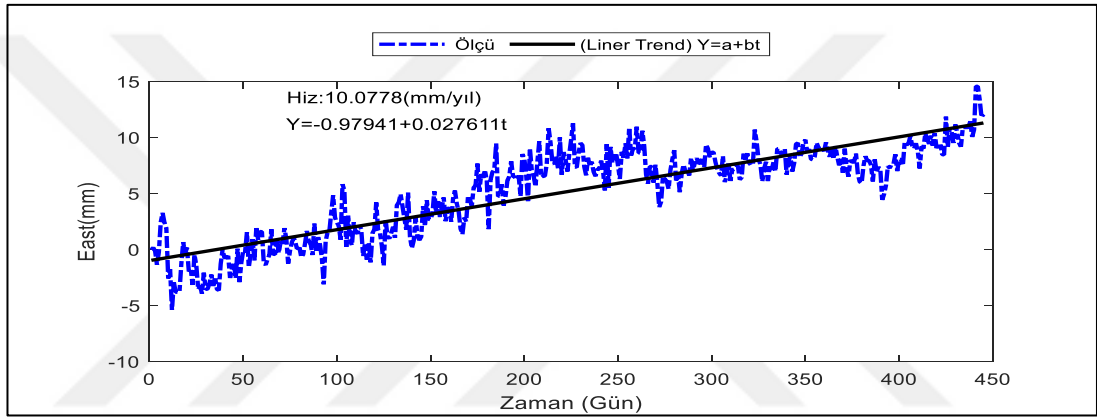
Şekil A.101. SIH1_3 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



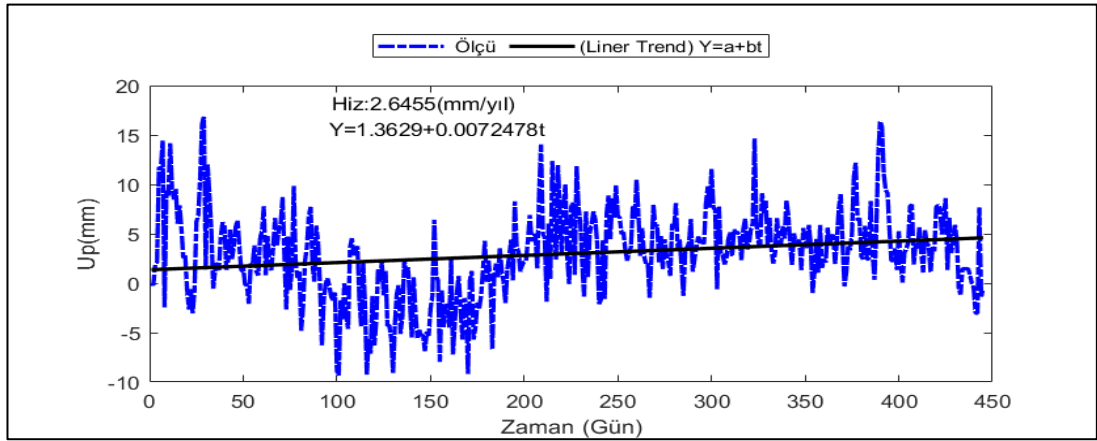
Şekil A.102. SIH1_3 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



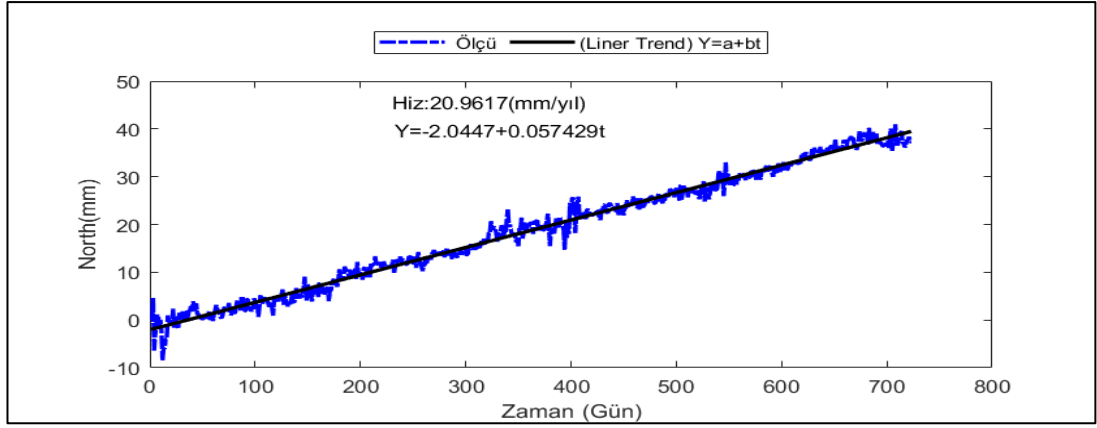
Şekil A.103. SIVS_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



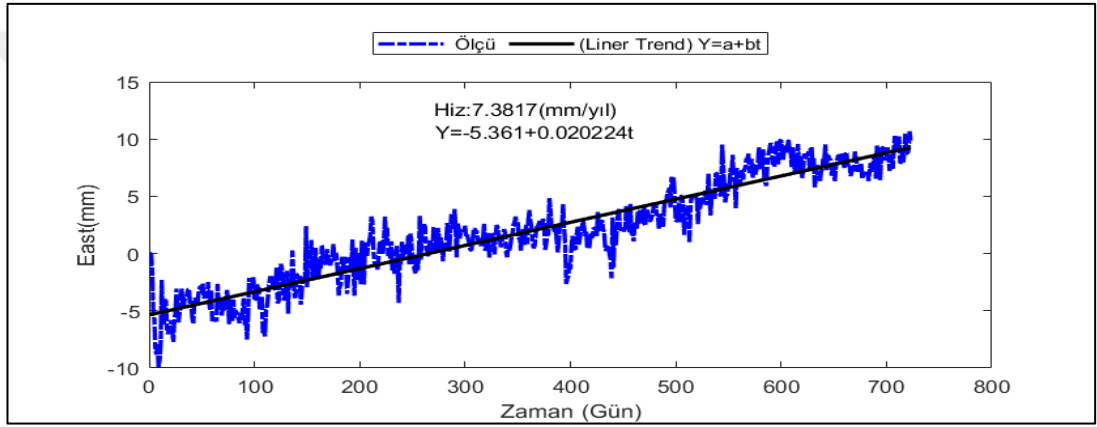
Şekil A.104. SIVS_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



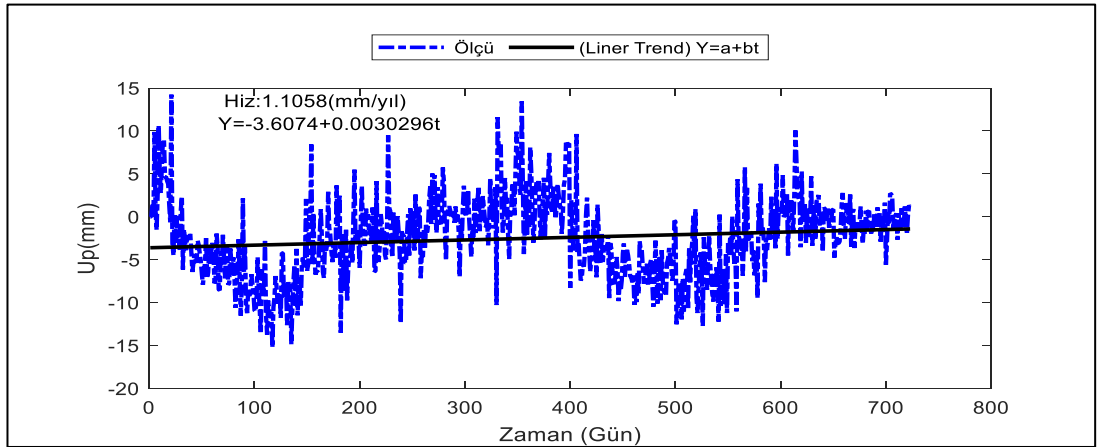
Şekil A.105. SIVS_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



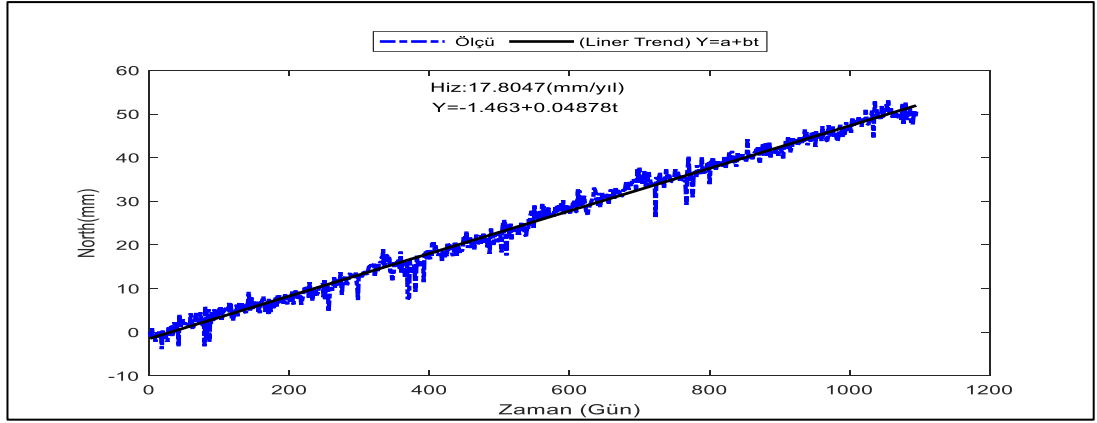
Şekil A.106. SIVS_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



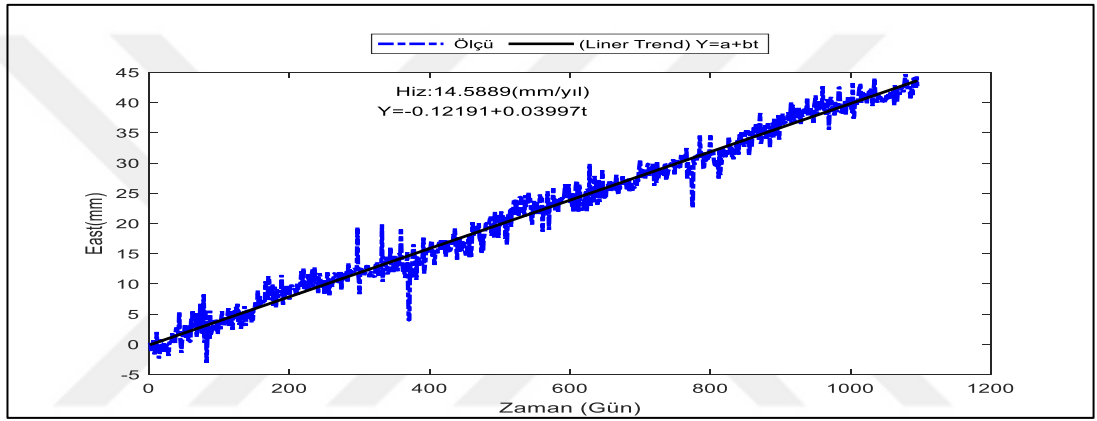
Şekil A.107. SIVS_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



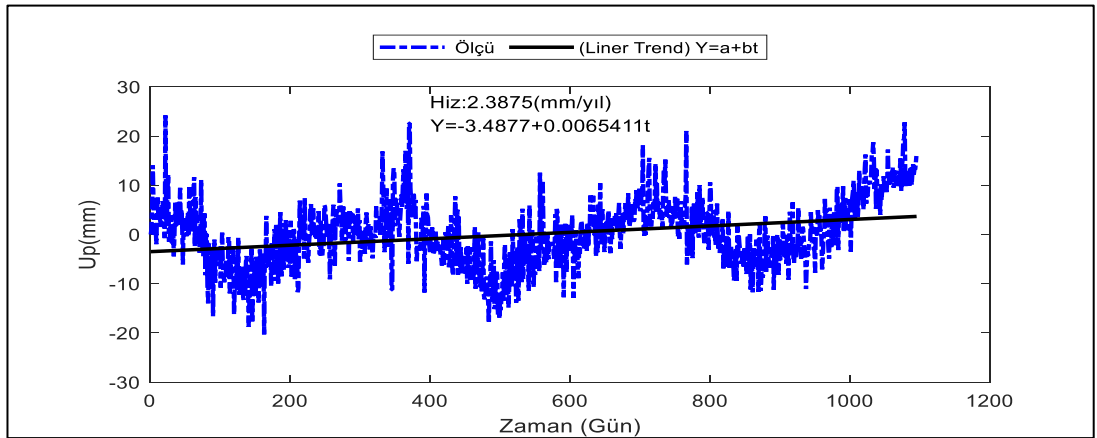
Şekil A.108. SIVS_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



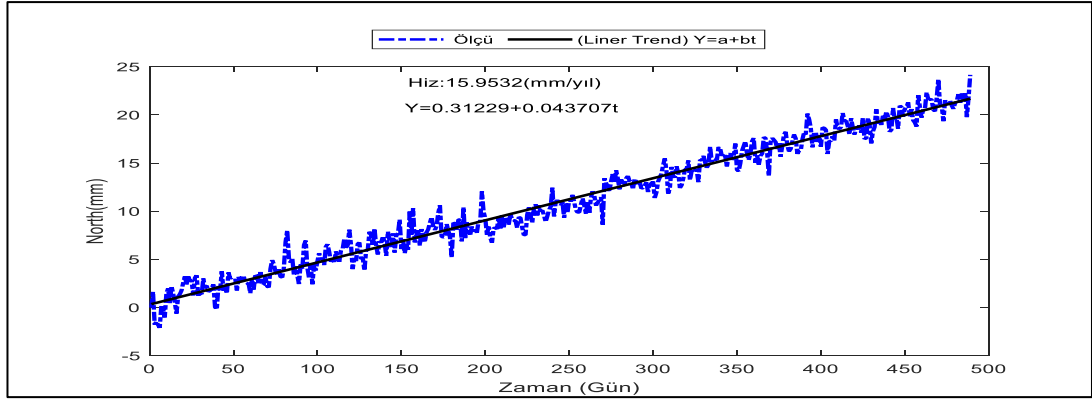
Şekil A.109. SSE1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



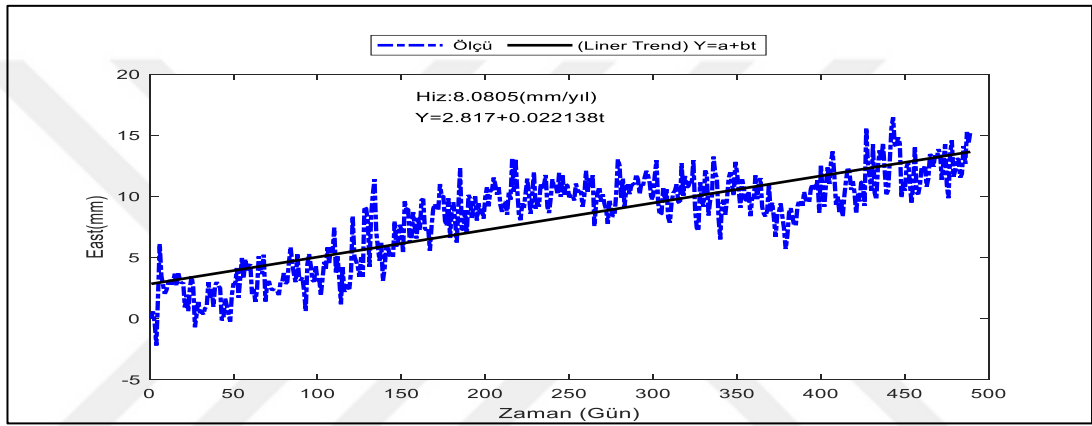
Şekil A.110. SSE1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



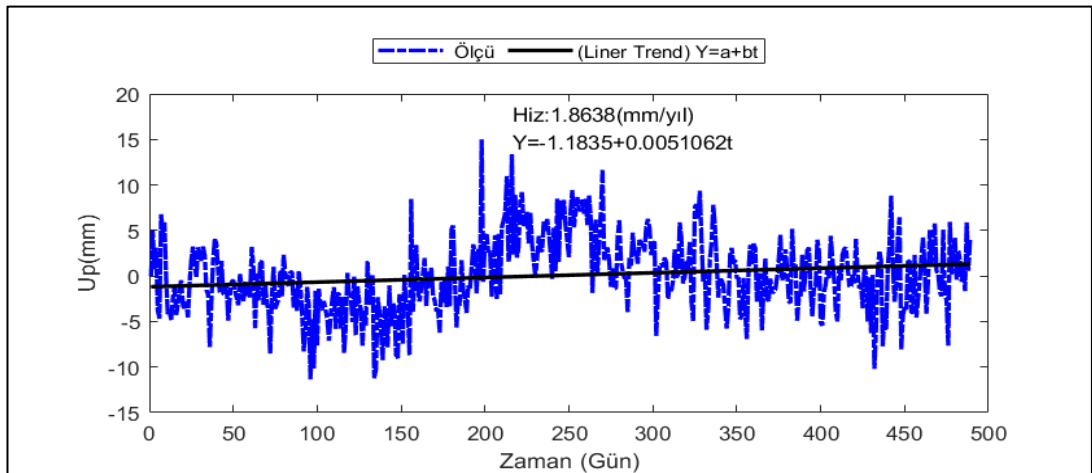
Şekil A.111. SSE1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



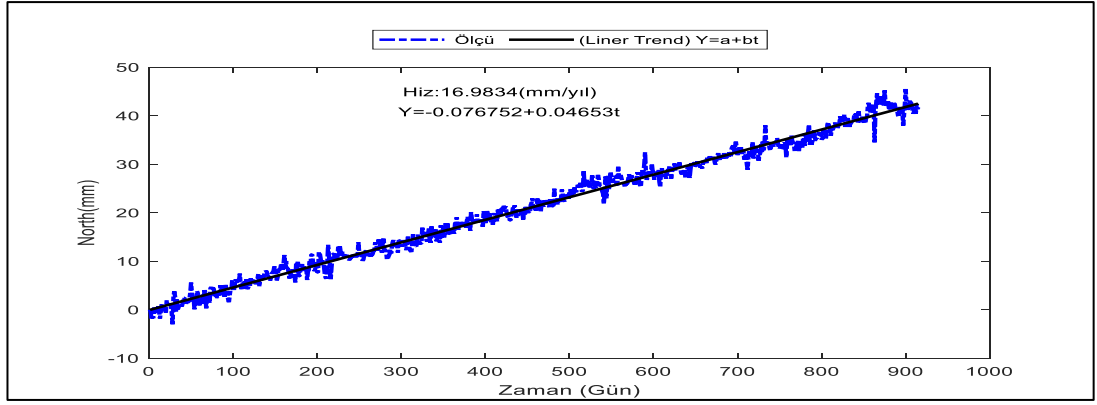
Şekil A.112. YOZ1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



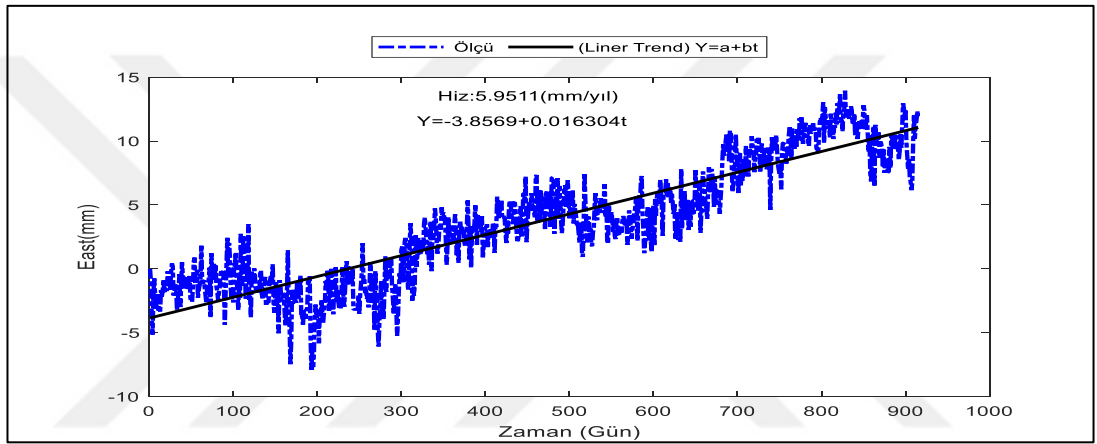
Şekil A.113. YOZ1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



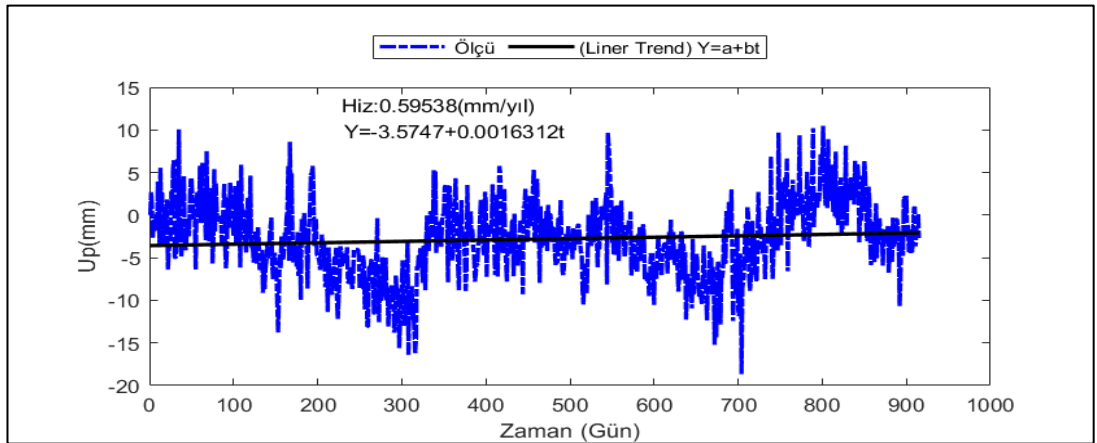
Şekil A.114. YOZ1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



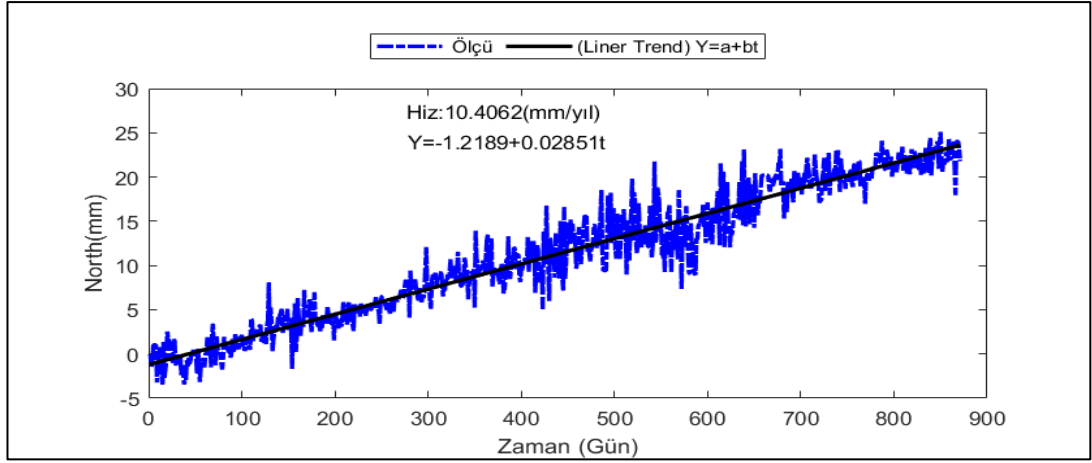
Şekil A.115. YOZ1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



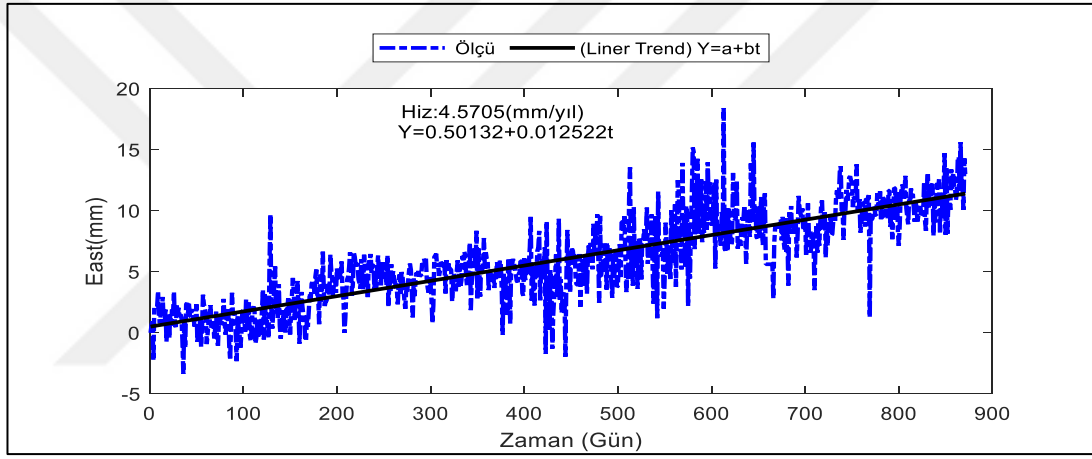
Şekil A.116. YOZ1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



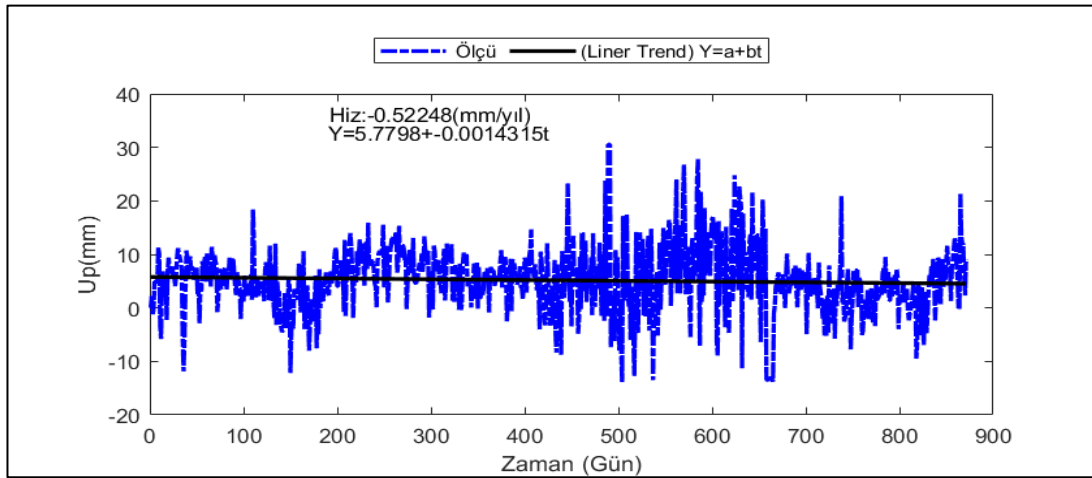
Şekil A.117. YOZ1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



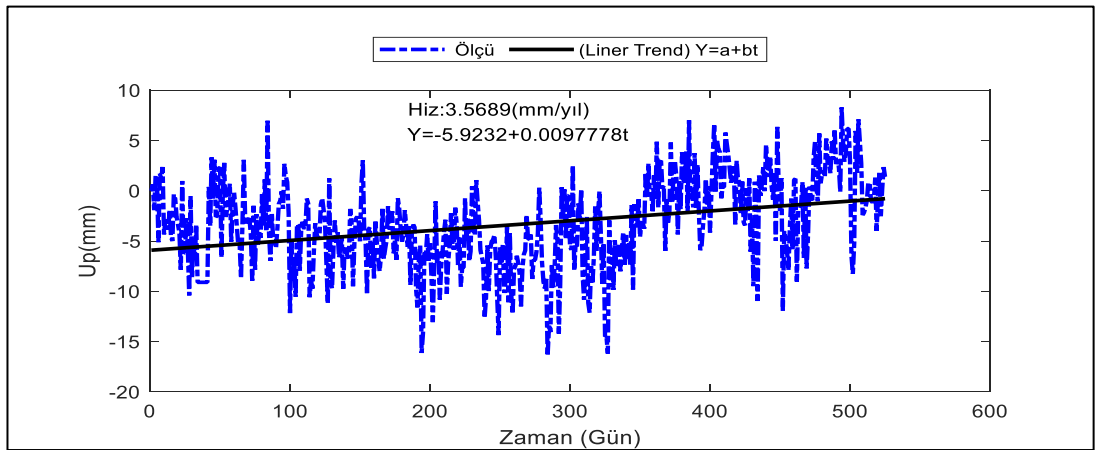
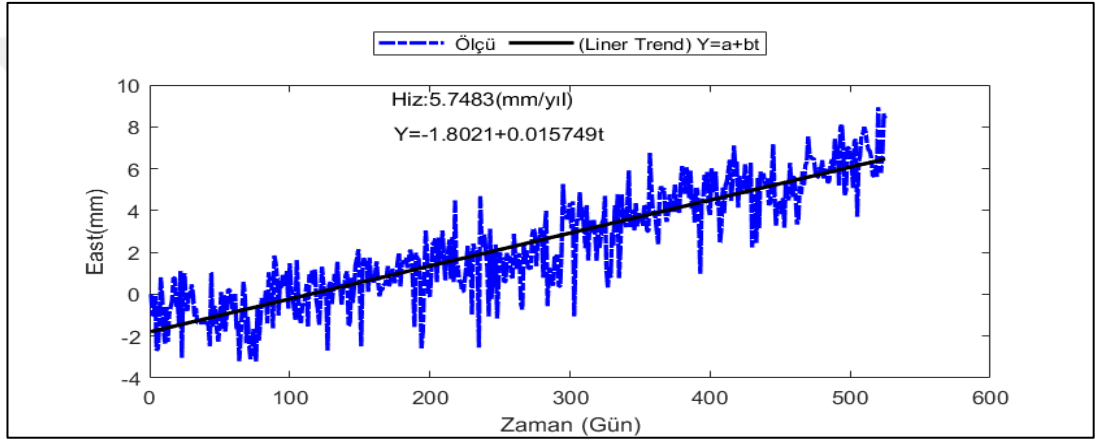
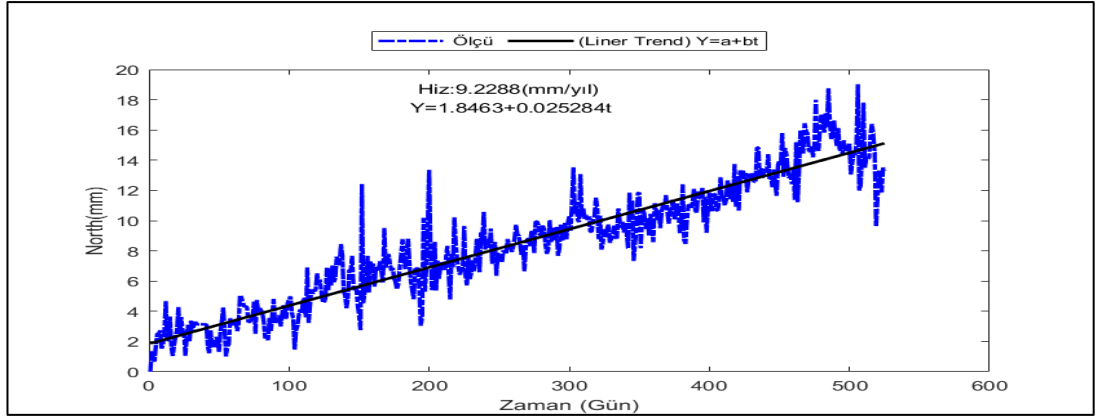
Şekil A.118. YUN1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



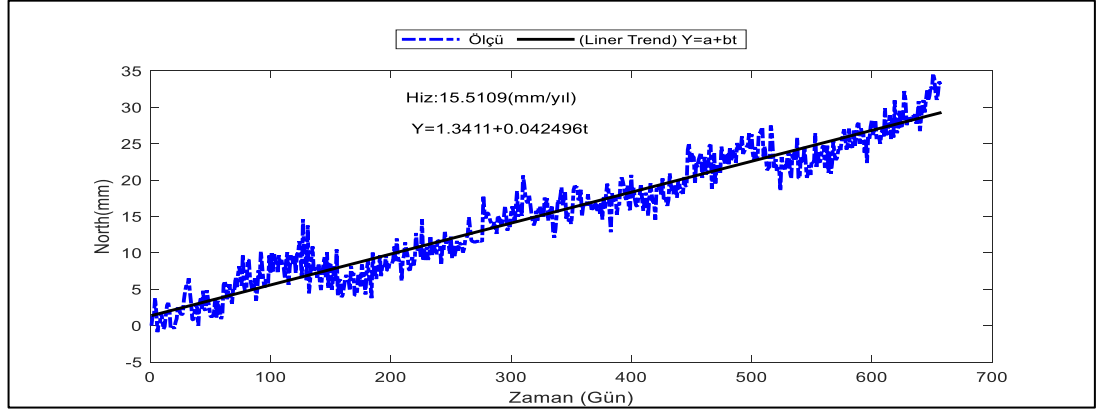
Şekil A.119. YUN1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



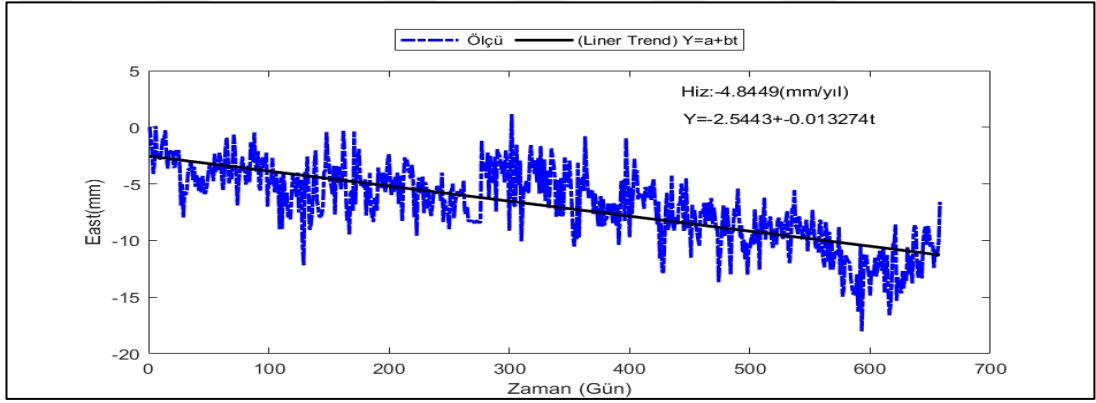
Şekil A.120. YUN1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



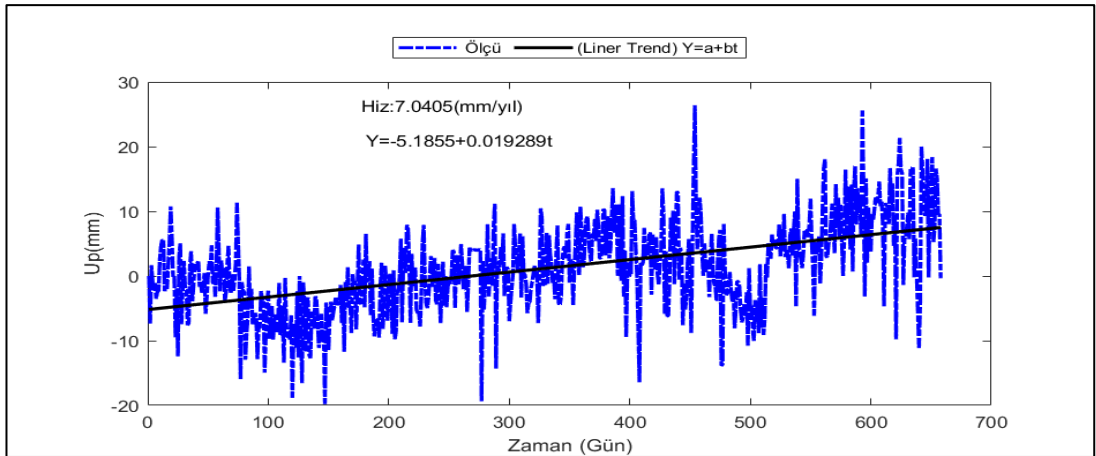
EK B. Avrasya Sabit İstasyonlarının Lineer Modelleri



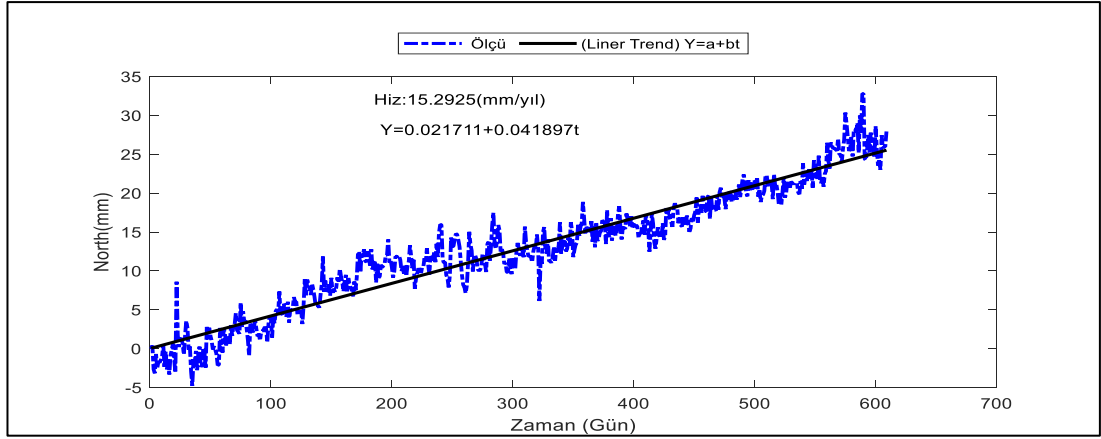
Şekil B.1. BASK_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



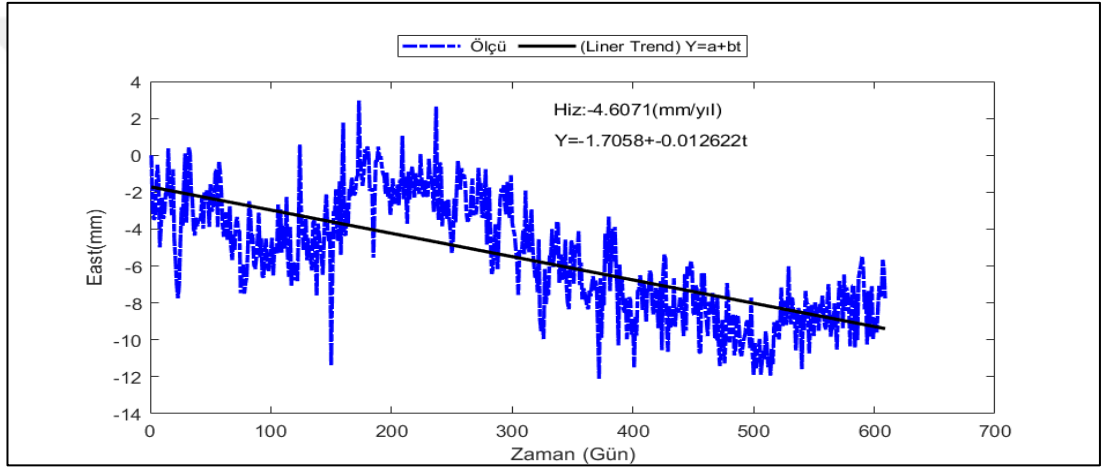
Şekil B.2. BASK_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



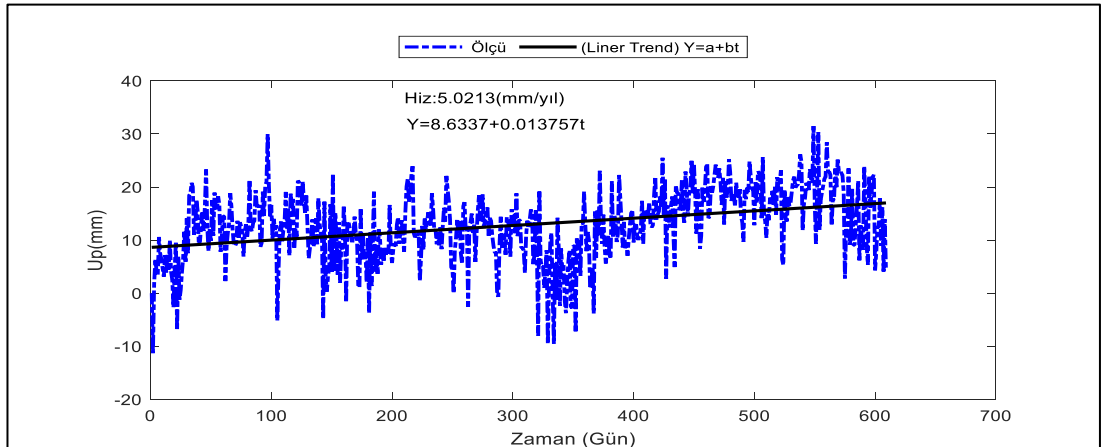
Şekil B.3. BASK_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



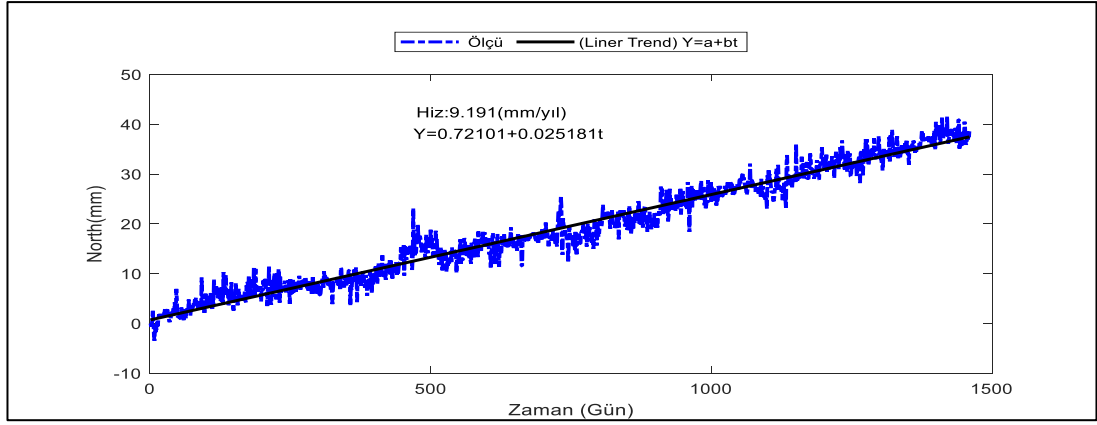
Şekil B.4. BASK_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



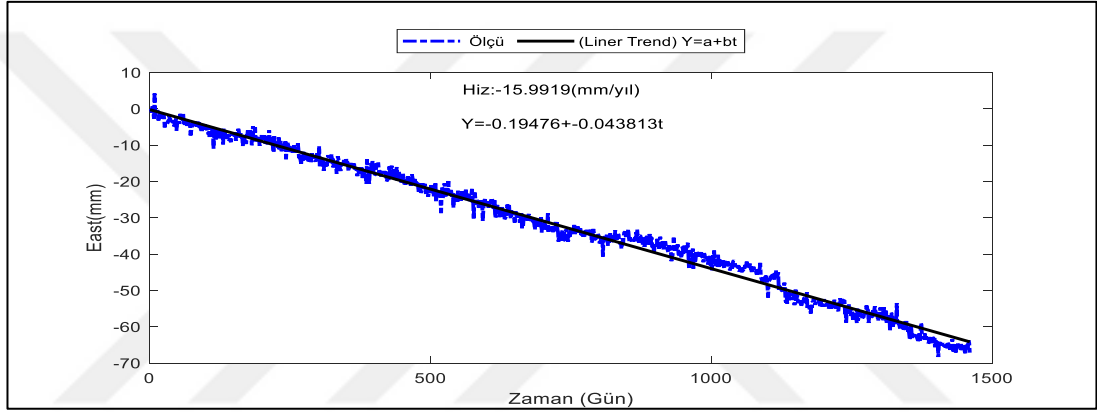
Şekil B.5. BASK_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



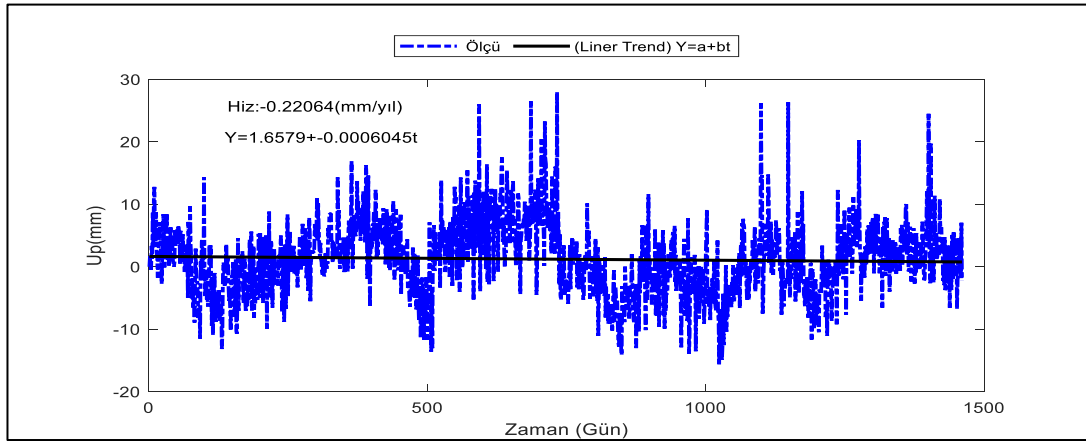
Şekil B.6. BASK_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



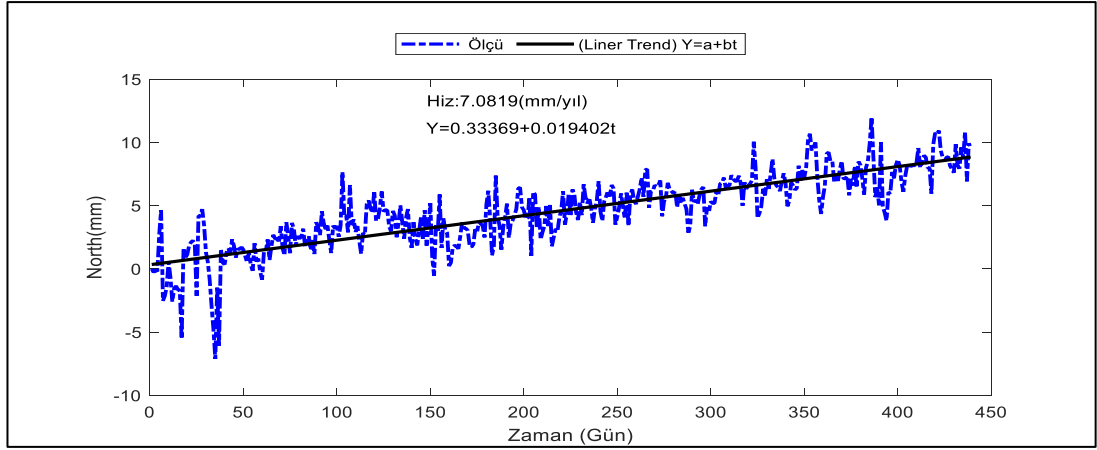
Şekil B.7. GURU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



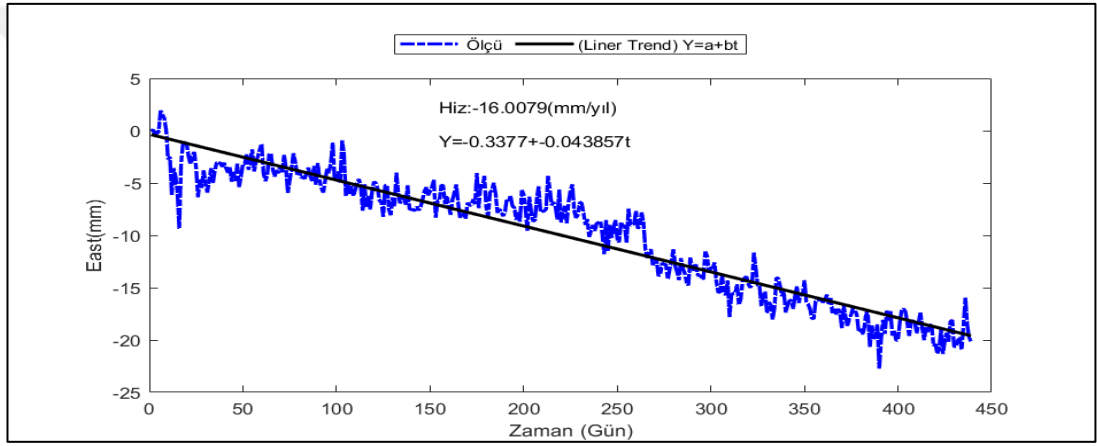
Şekil B.8. GURU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



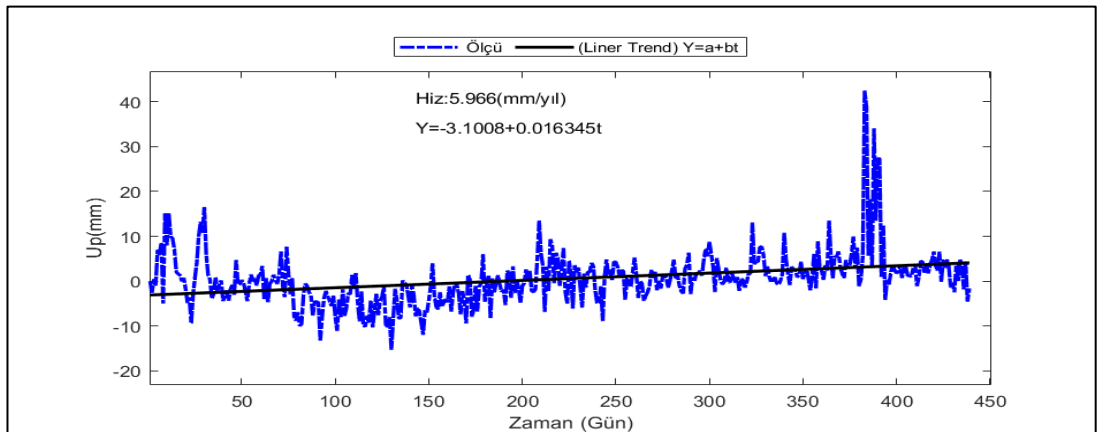
Şekil B.9. GURU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



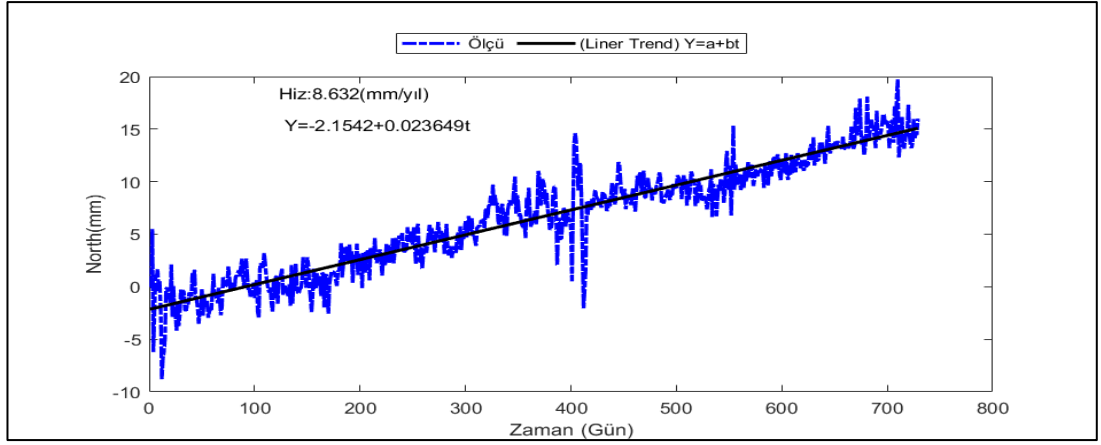
Şekil B.10. SIVS_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



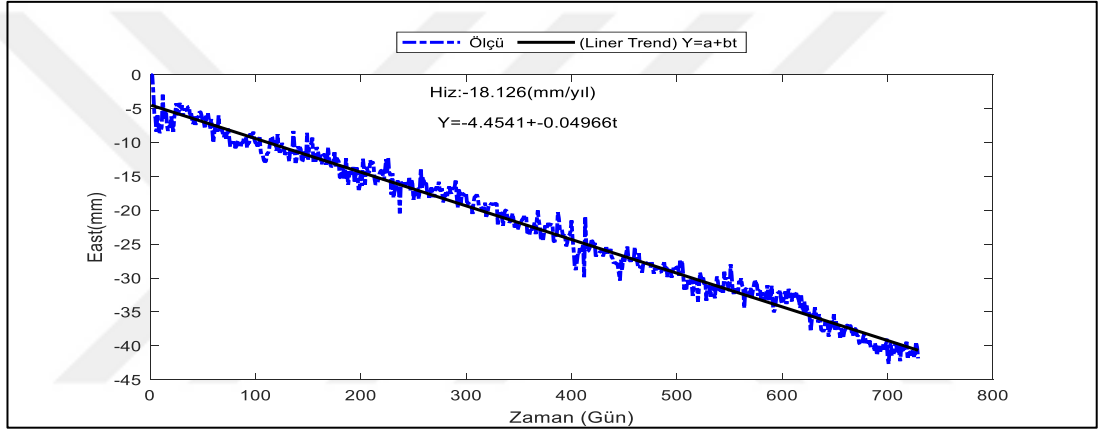
Şekil B.11. SIVS_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



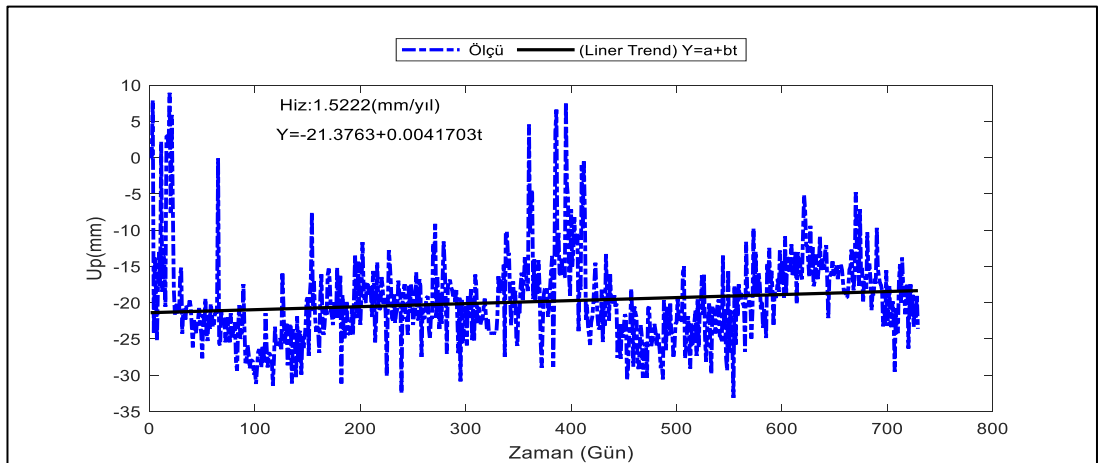
Şekil B.12. SIVS_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



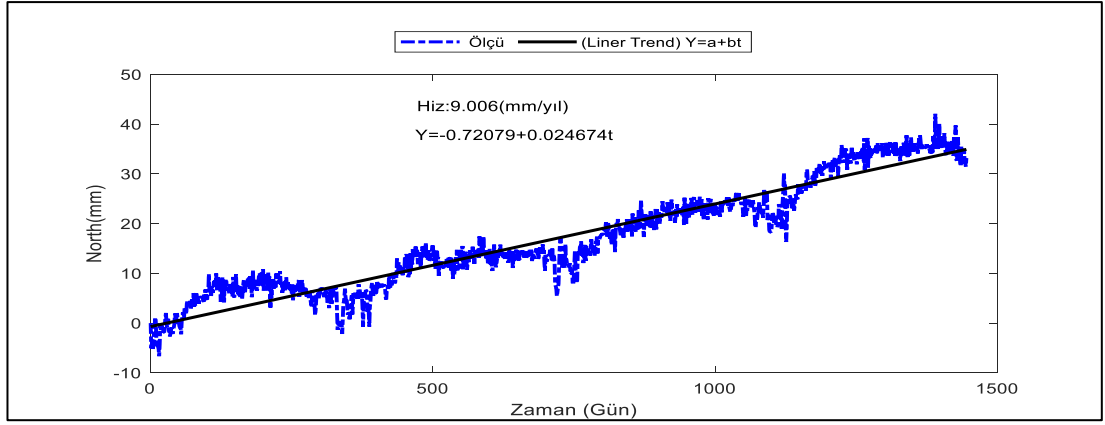
Şekil B.13. SIVS_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



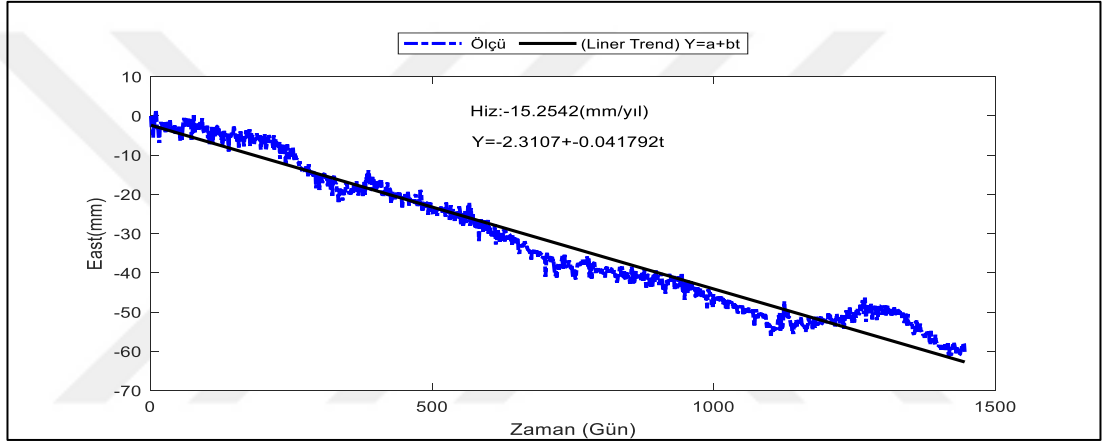
Şekil B.14. SIVS_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



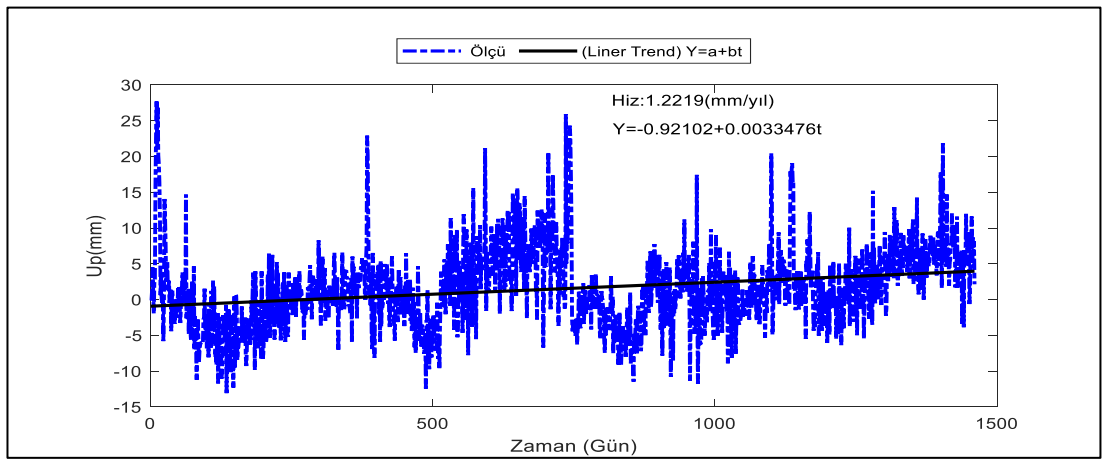
Şekil B.15. SIVS_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



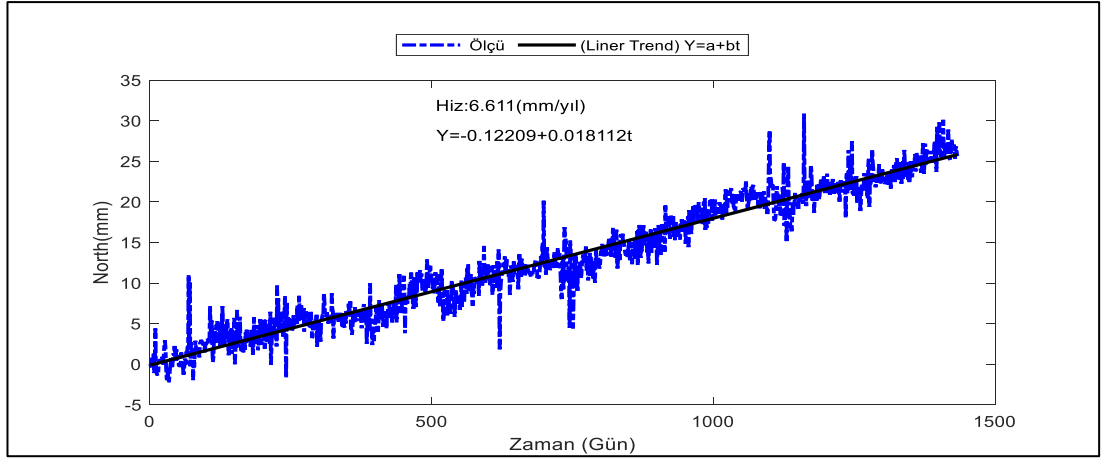
Şekil B.16. GEME kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



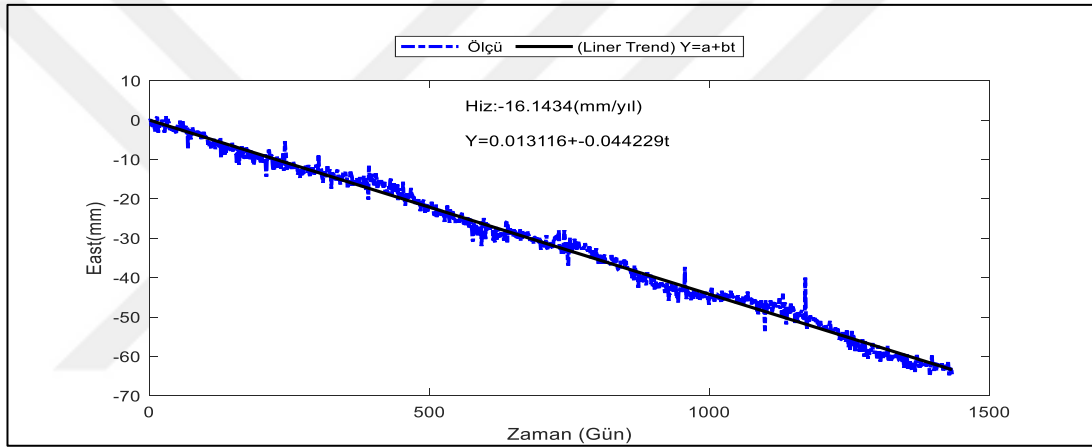
Şekil B.17. GEME doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



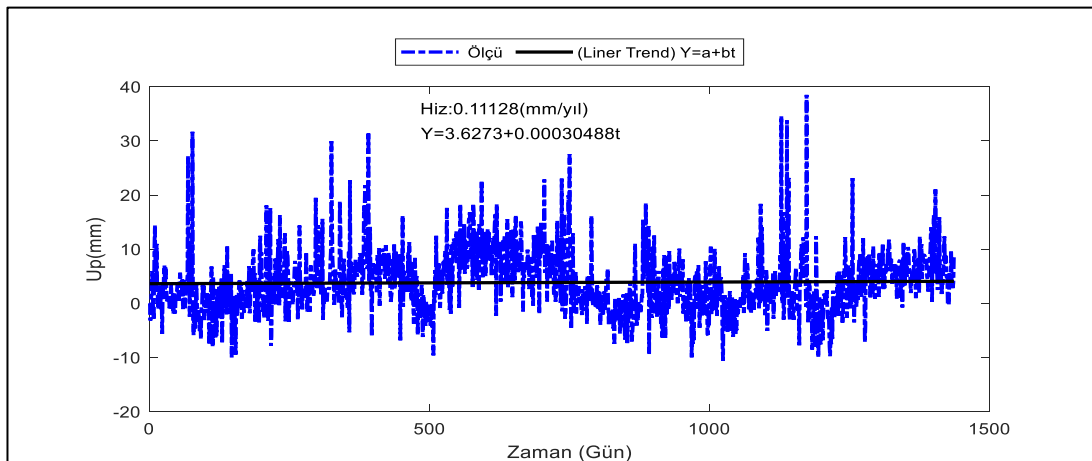
Şekil B.18. GEME yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



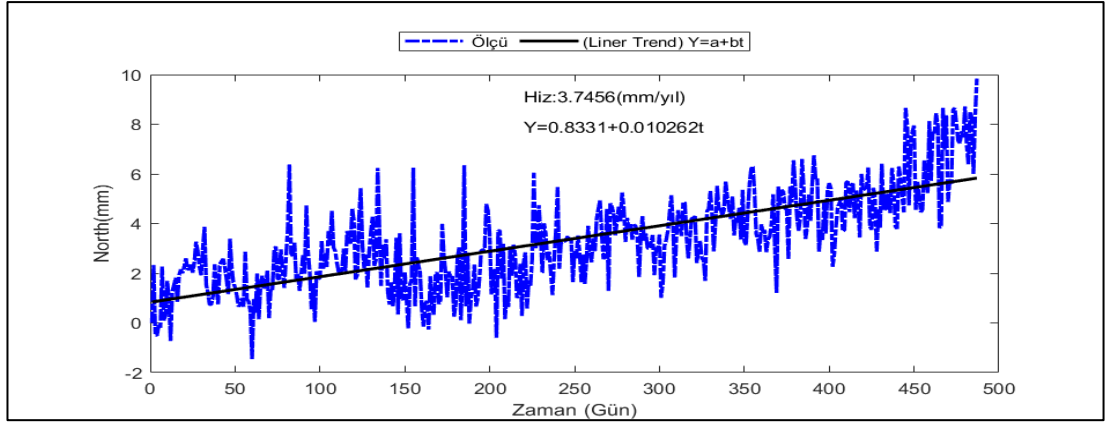
Şekil B.19. KAYS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



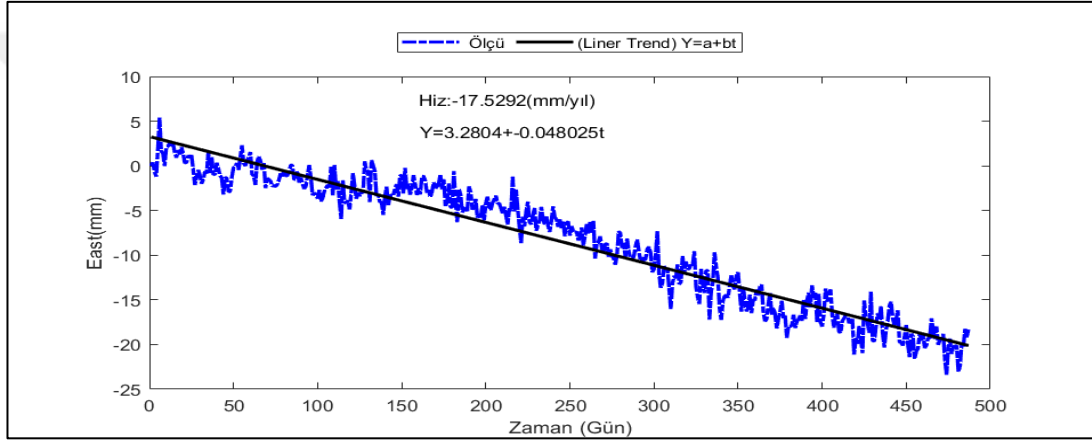
Şekil B.20. KAYS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



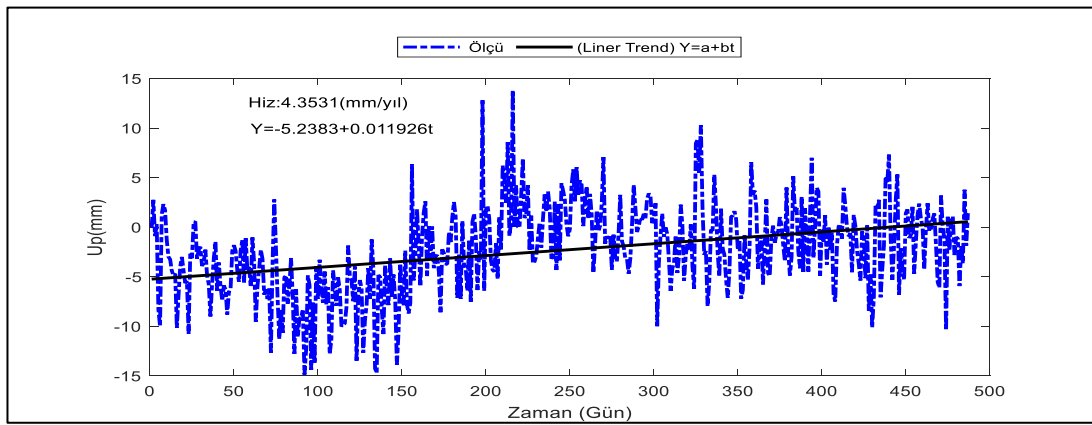
Şekil B.21. KAYS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



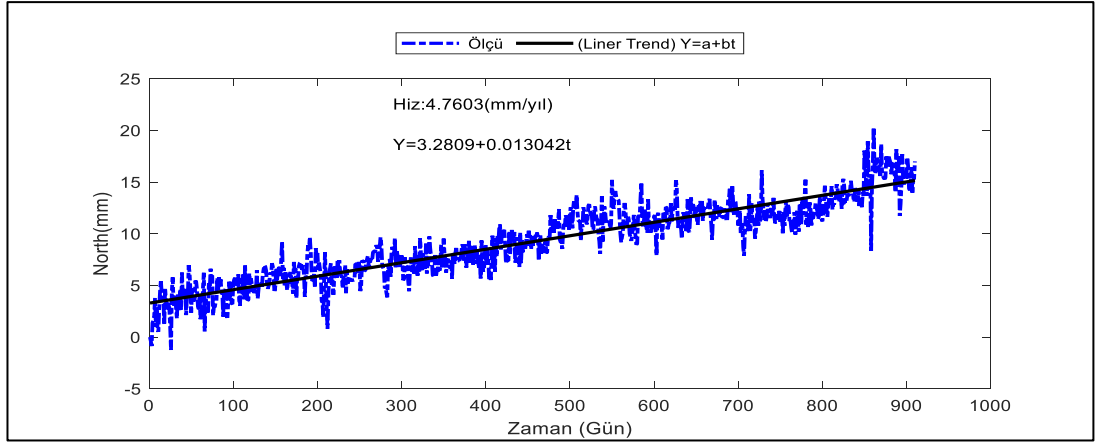
Şekil B.22. YOZ1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



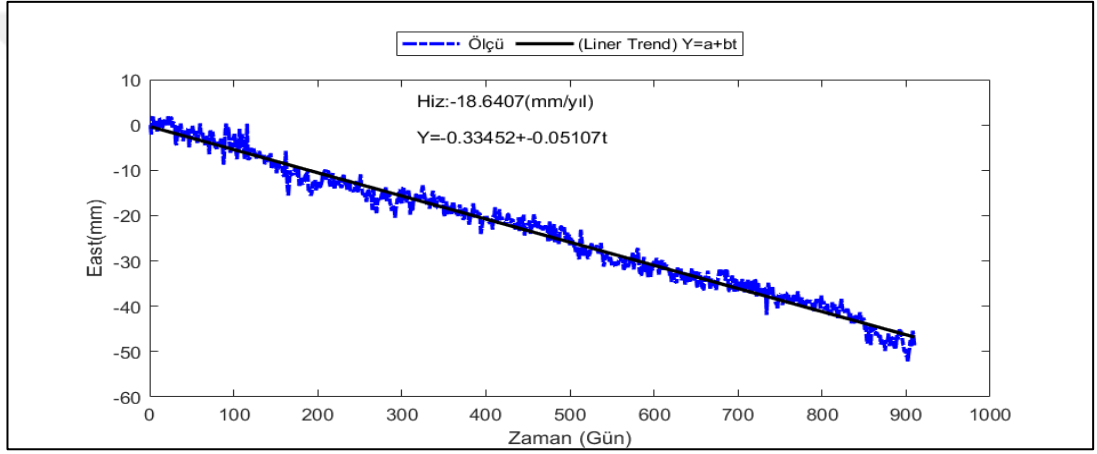
Şekil B.23. YOZ1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



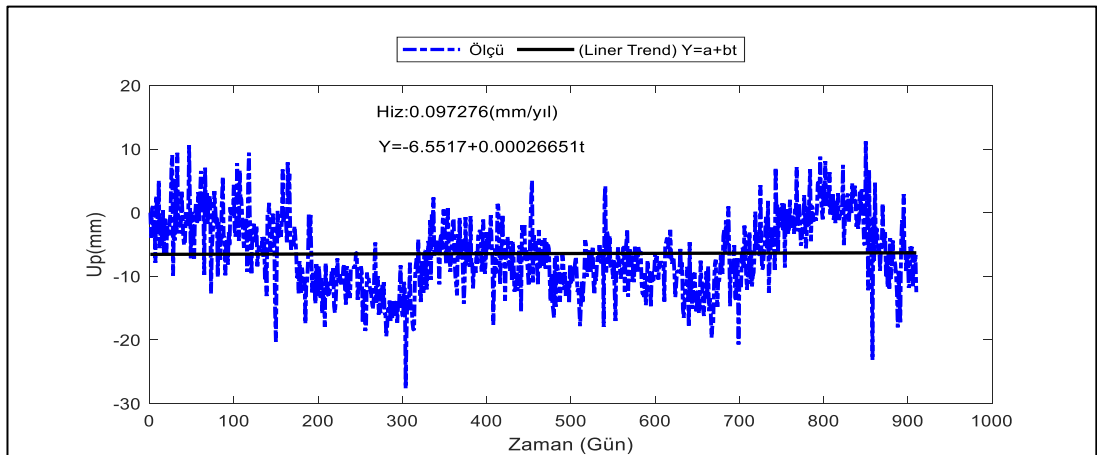
Şekil B.24. YOZ1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



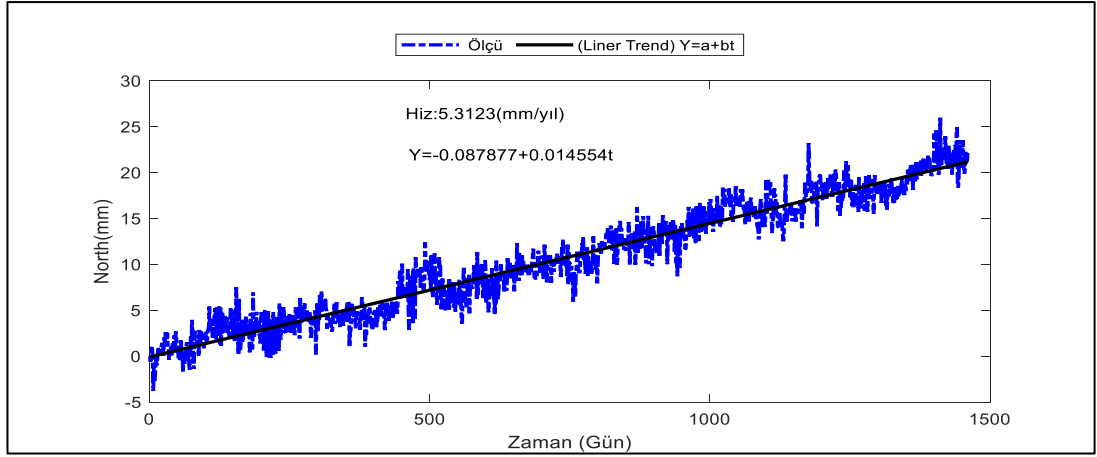
Şekil B.25. YOZ1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



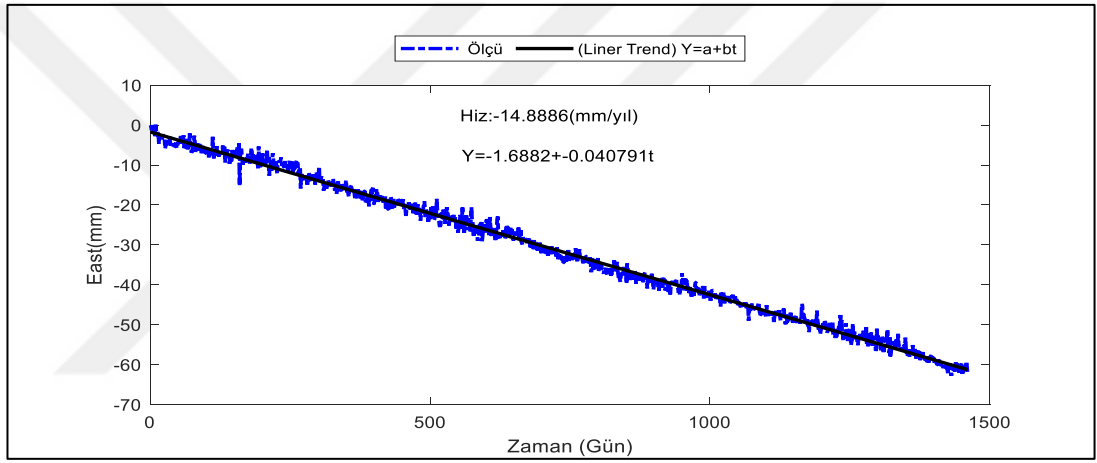
Şekil B.26. YOZ1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



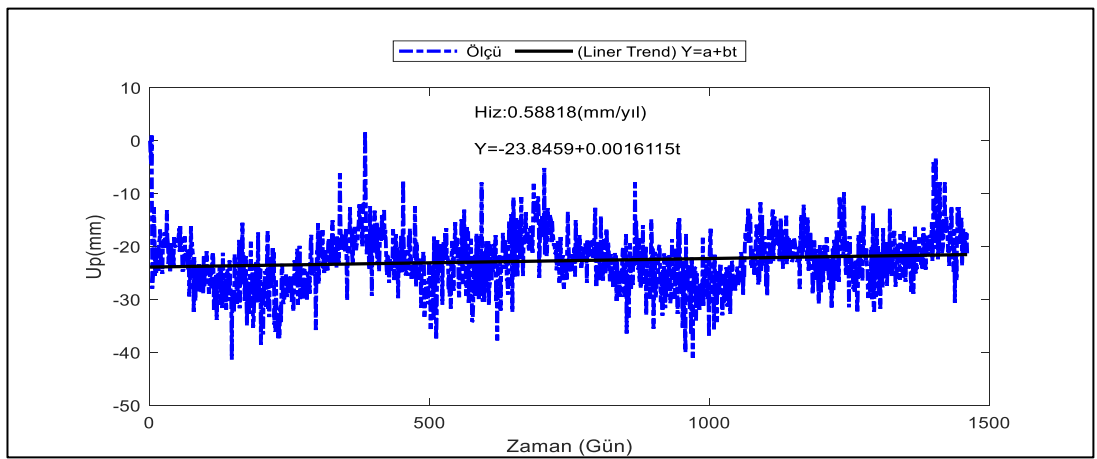
Şekil B.27. YOZ1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



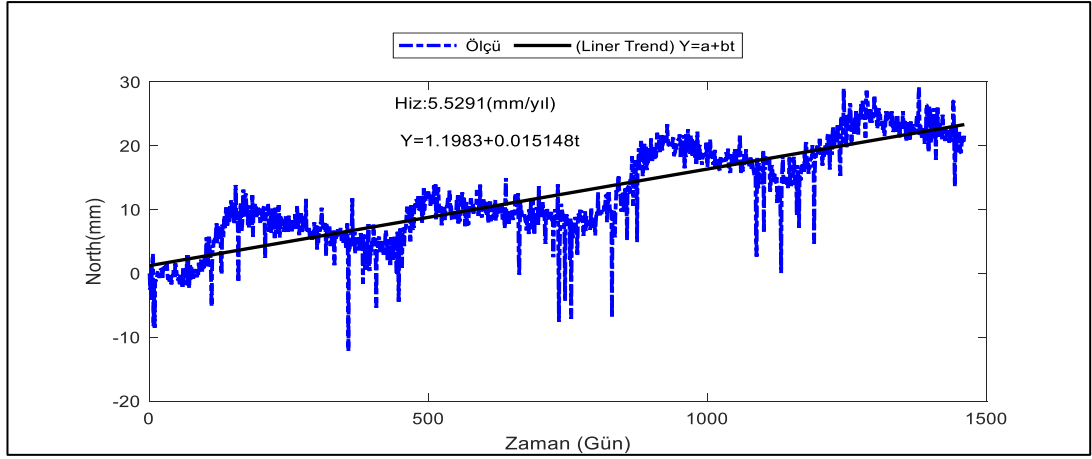
Şekil B.28. NIGD kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



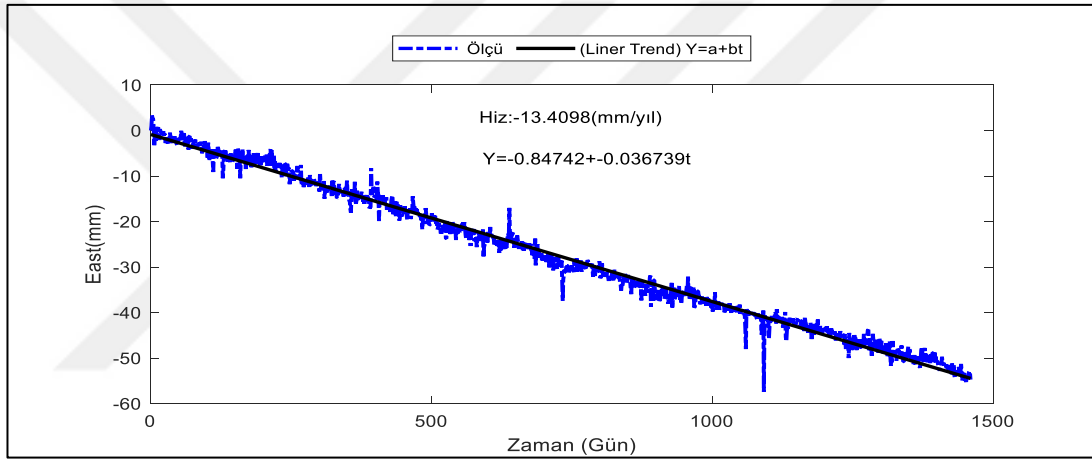
Şekil B.29. NIGD doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



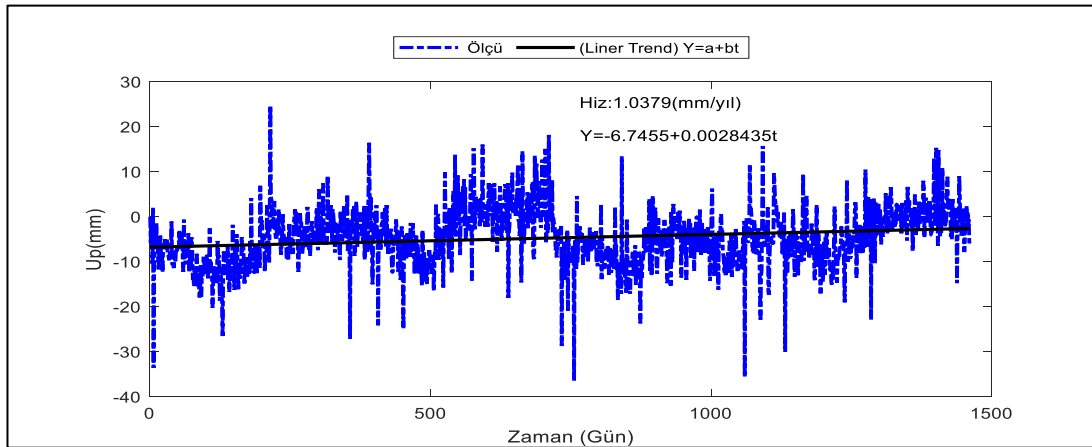
Şekil B.30. NIGD yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



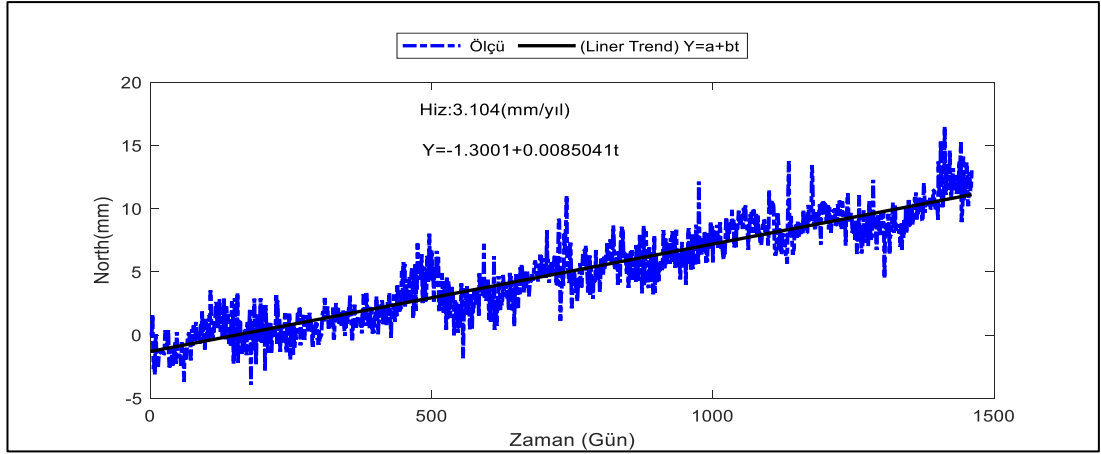
Şekil B.31. HALP kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



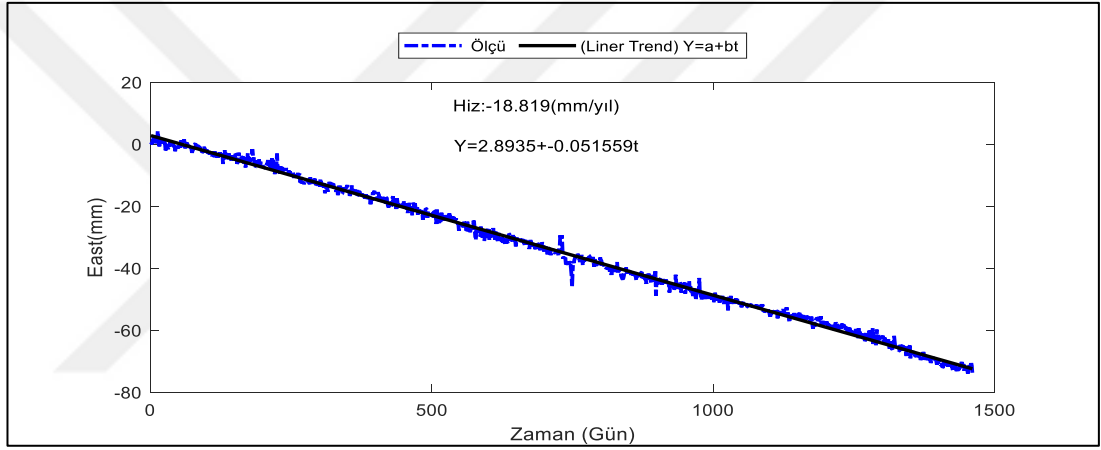
Şekil B.32. HALP doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



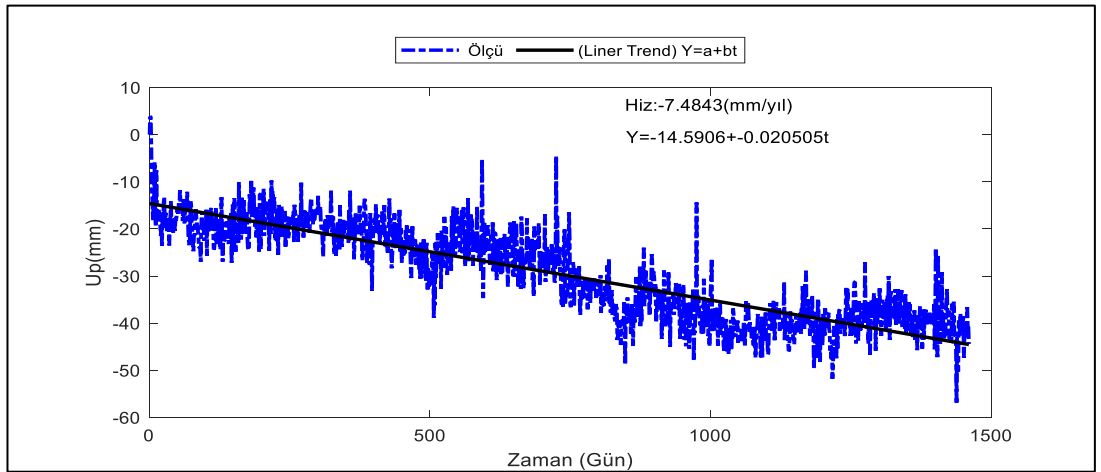
Şekil B.33. HALP yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



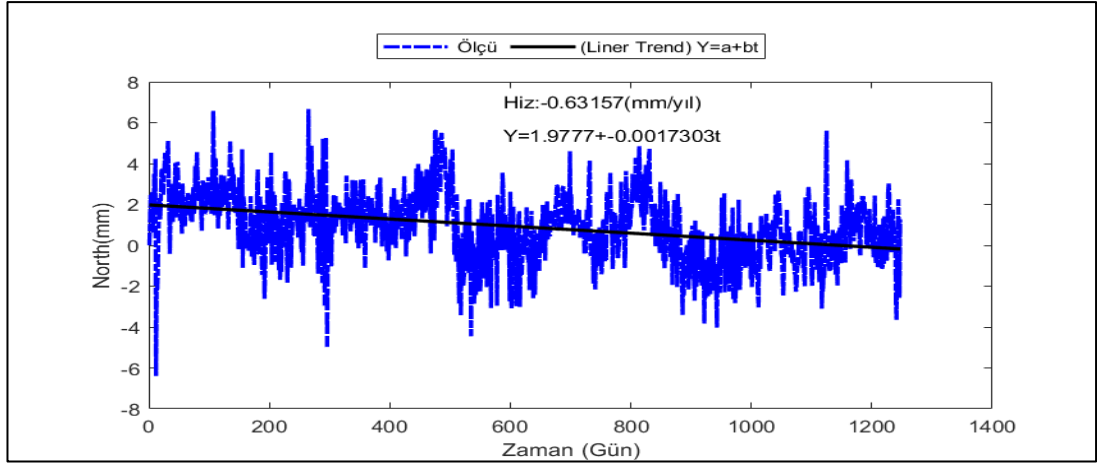
Şekil B.34. AKSR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



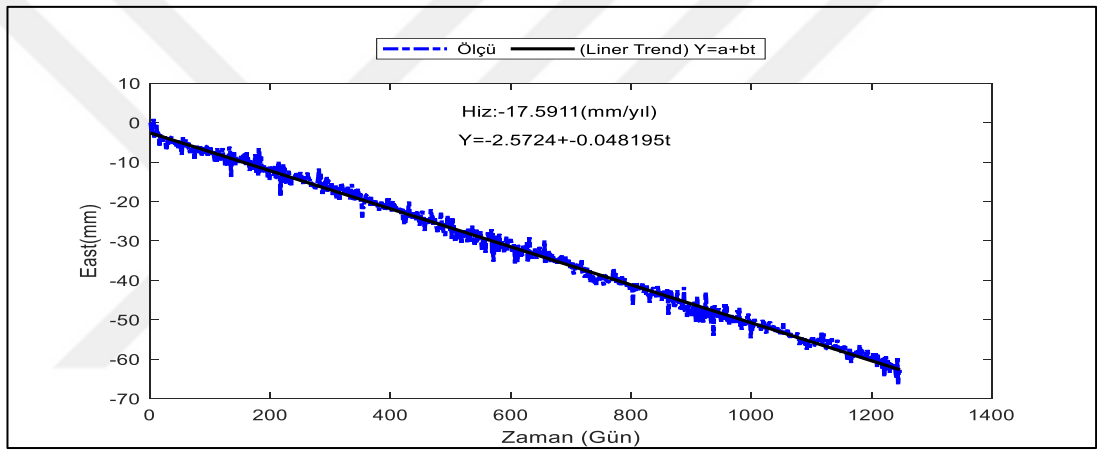
Şekil B.35. AKSR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



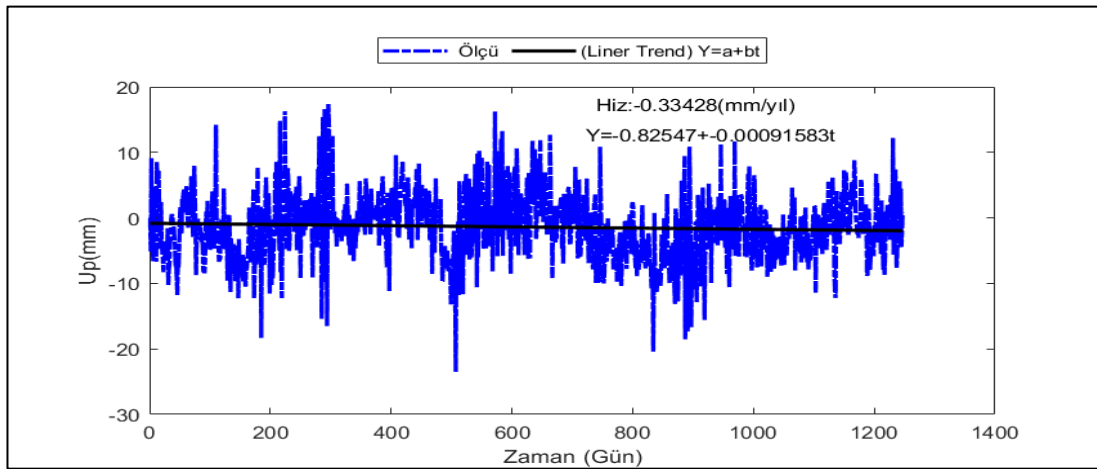
Şekil B.36. AKSR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



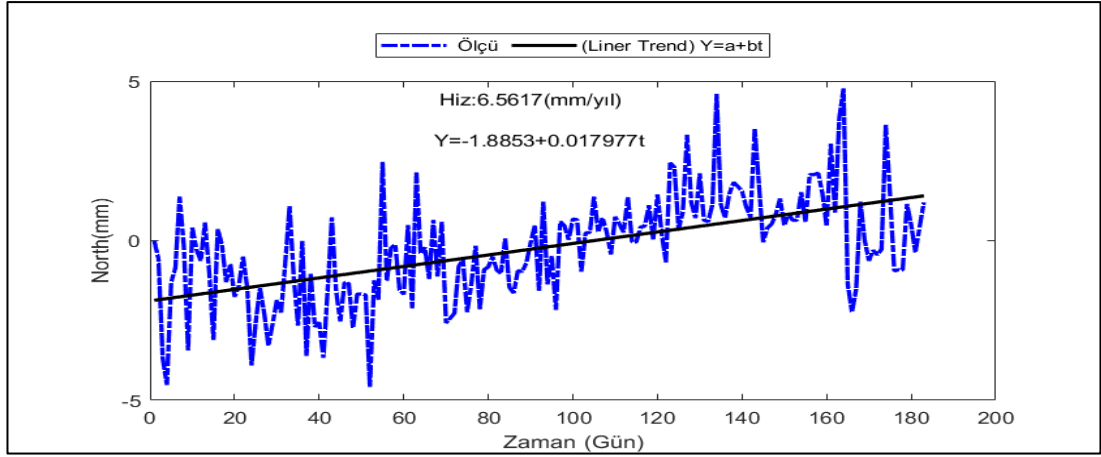
Şekil B.37. CANK_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



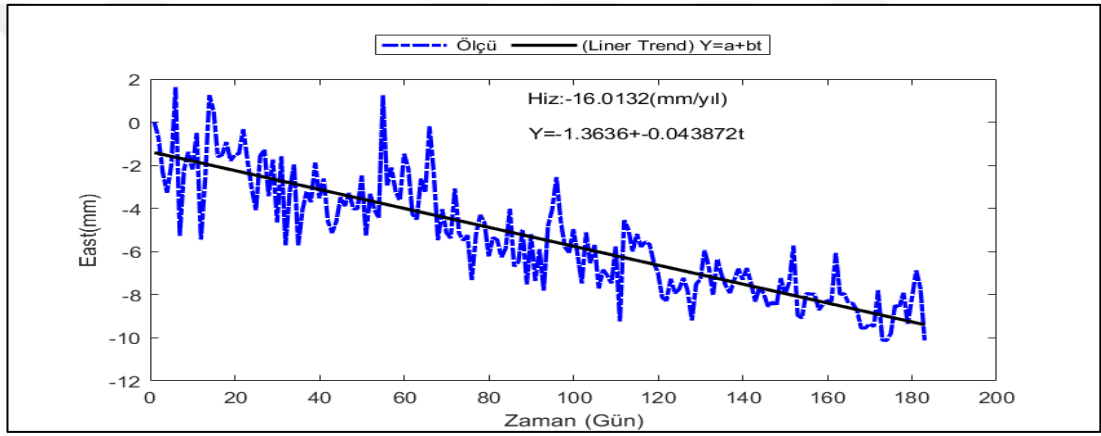
Şekil B.38. CANK_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



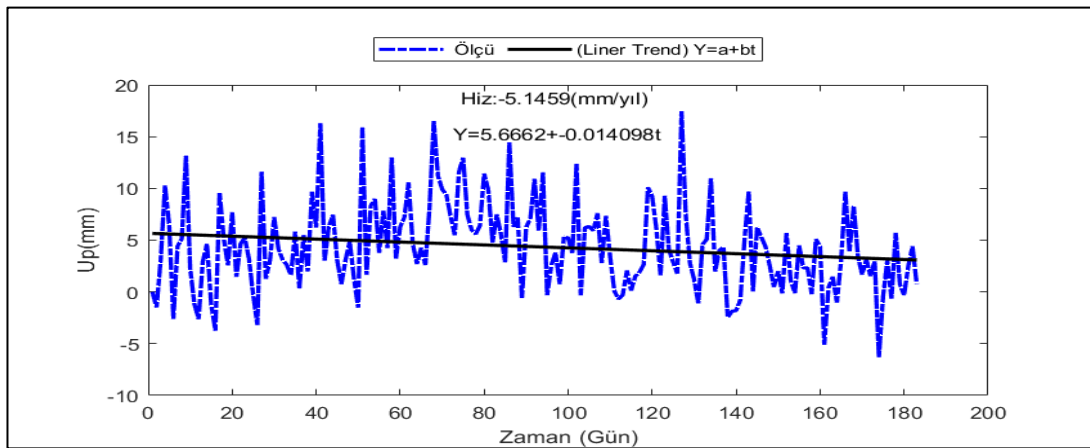
Şekil B.39. CANK_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



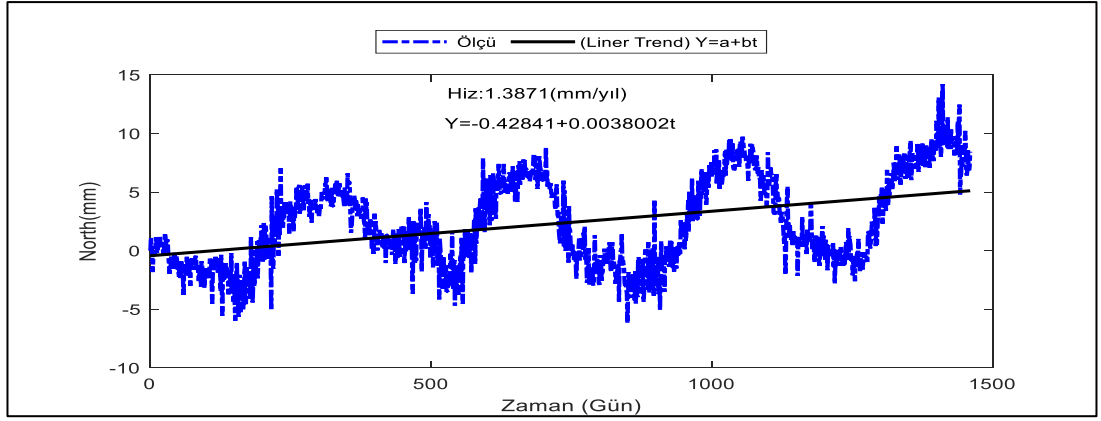
Şekil B.40. CANK_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



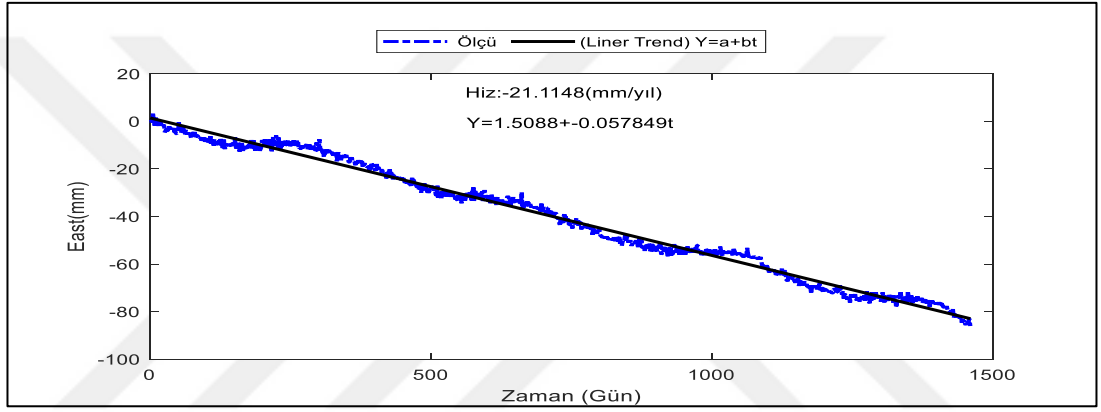
Şekil B.41. CANK_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



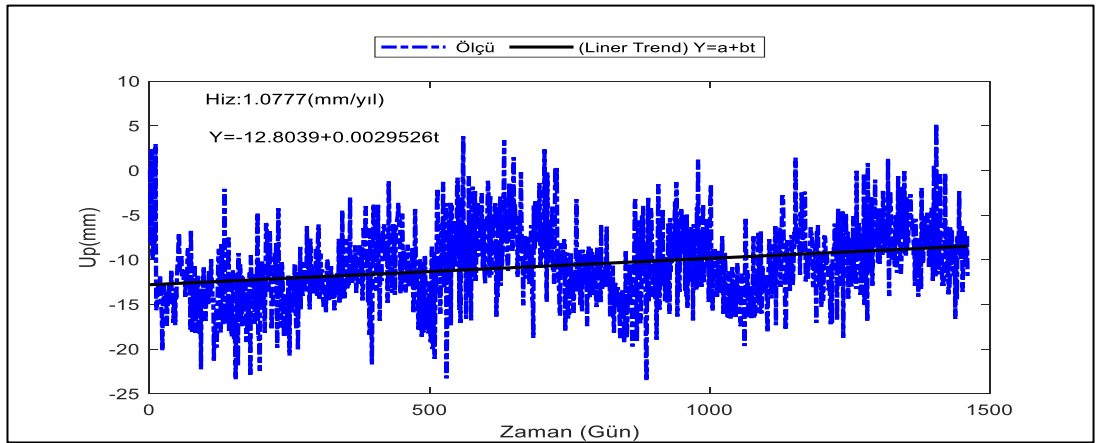
Şekil B.42. CANK_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



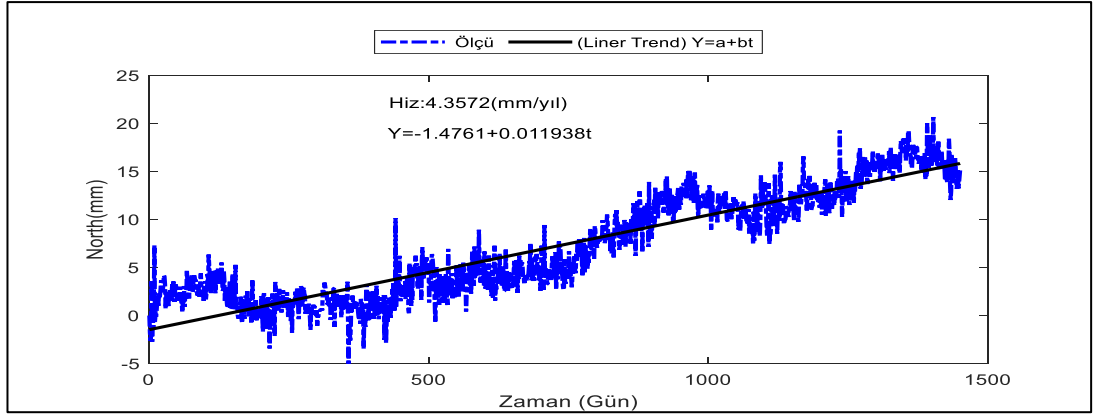
Şekil B.43. KKAL kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



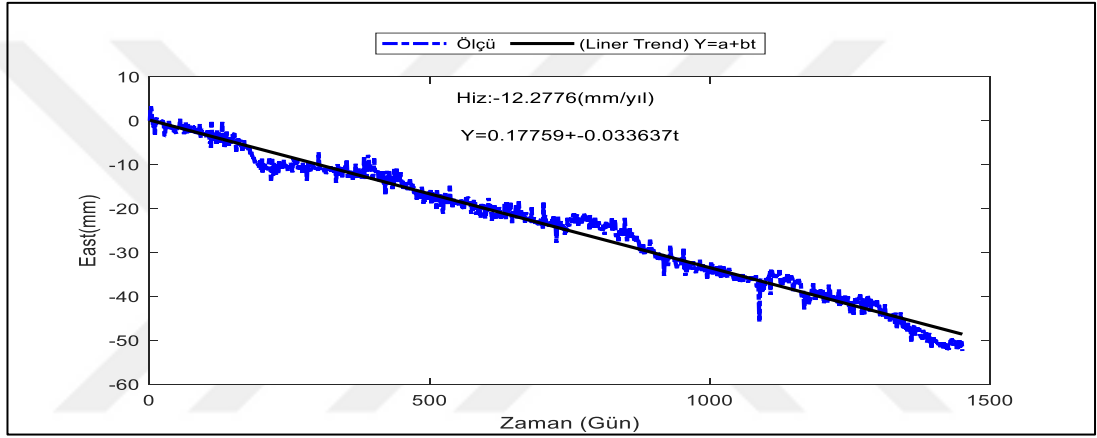
Şekil B.44. KKAL doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



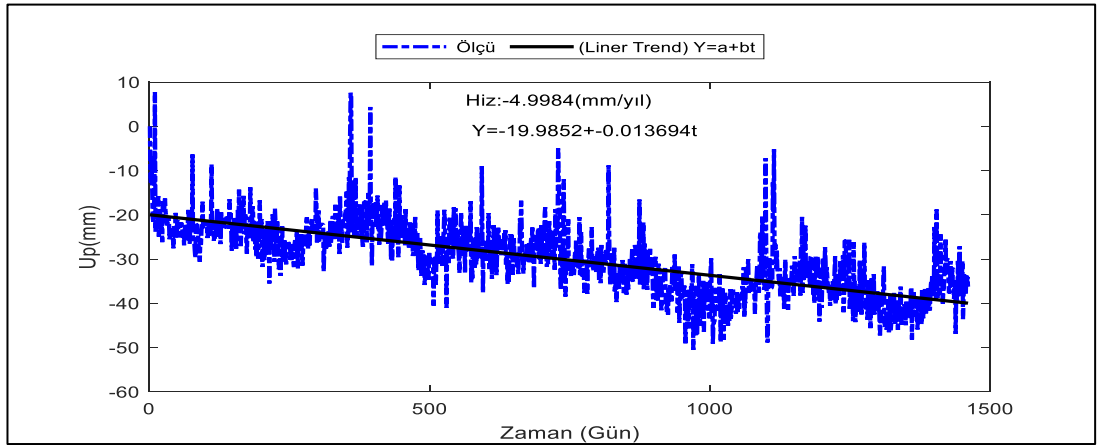
Şekil B.45. KKAL yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



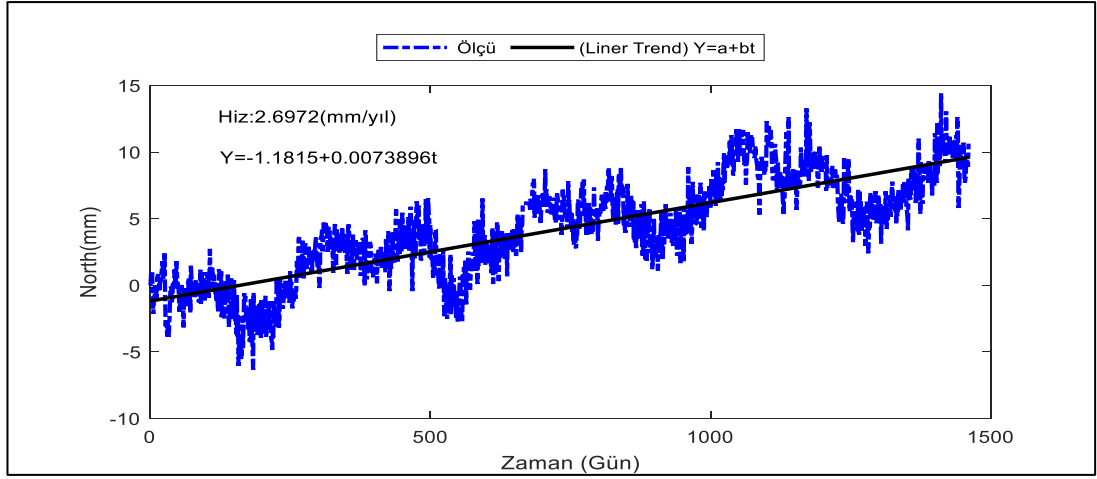
Şekil B.46. KAMN kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



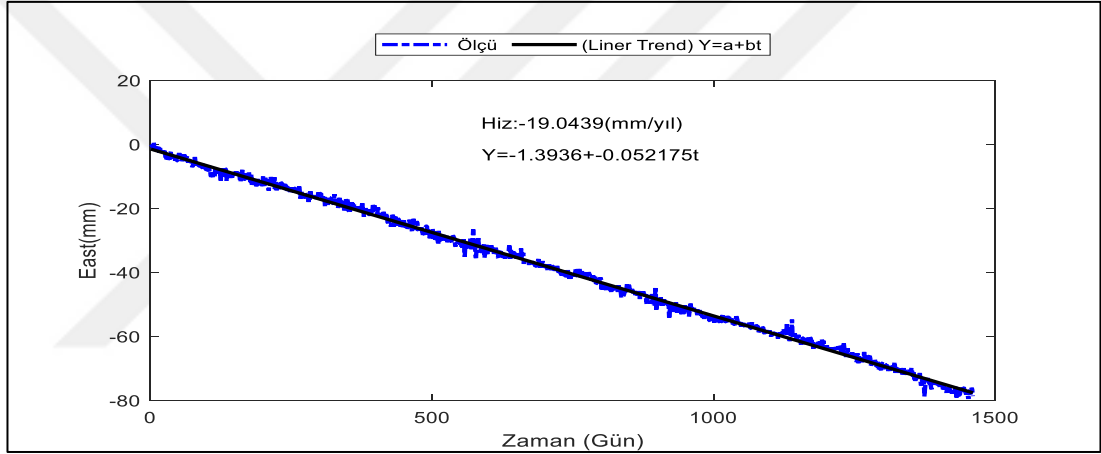
Şekil B.47. KAMN doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



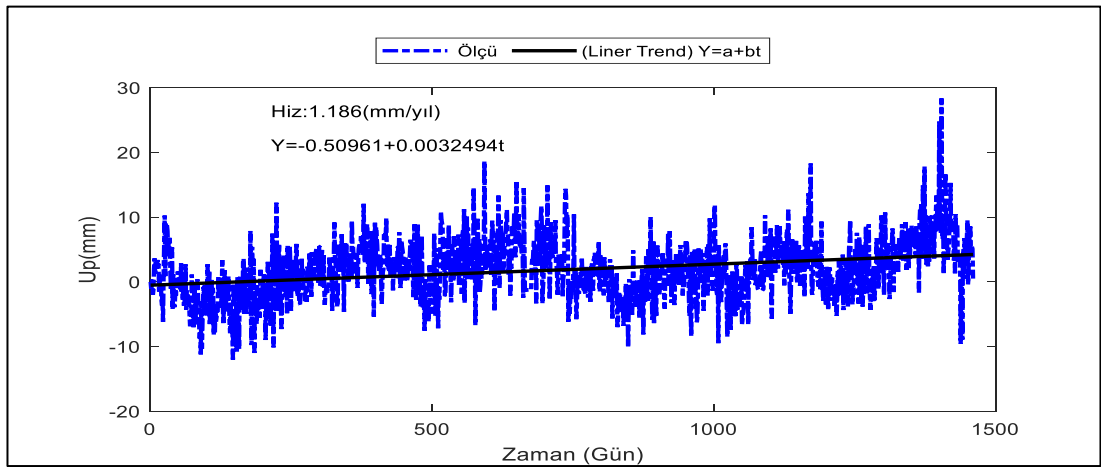
Şekil B.48. KAMN yükseklik koordinat bileşeni lineer modeli



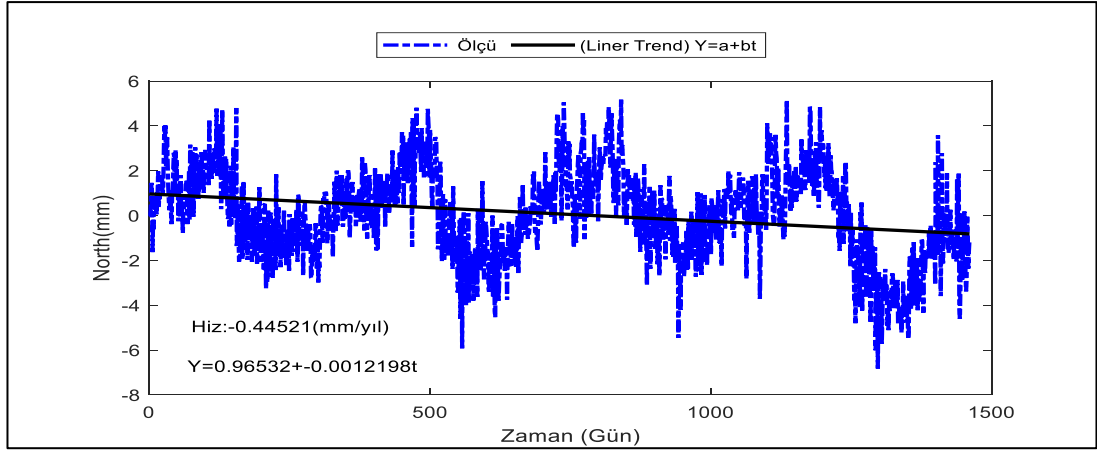
Şekil B.49. KLUU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



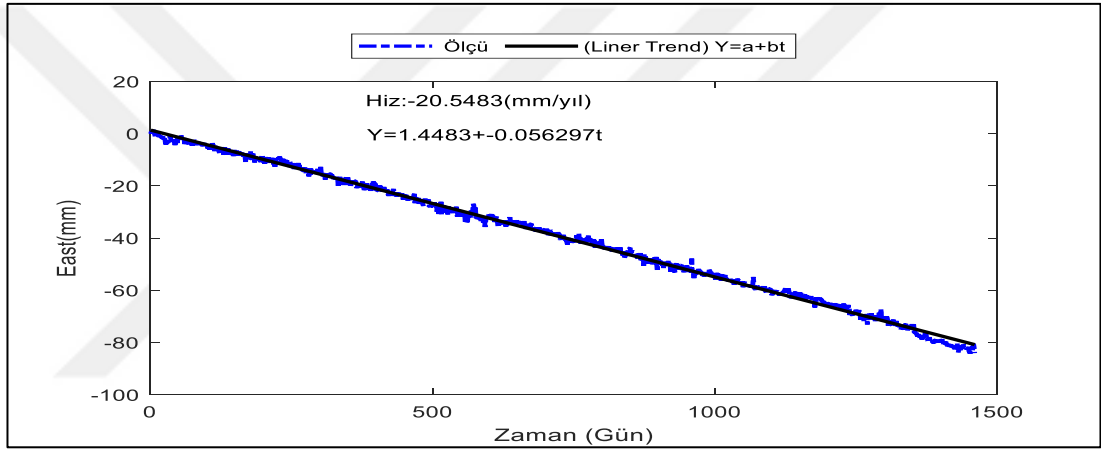
Şekil B.50. KLUU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



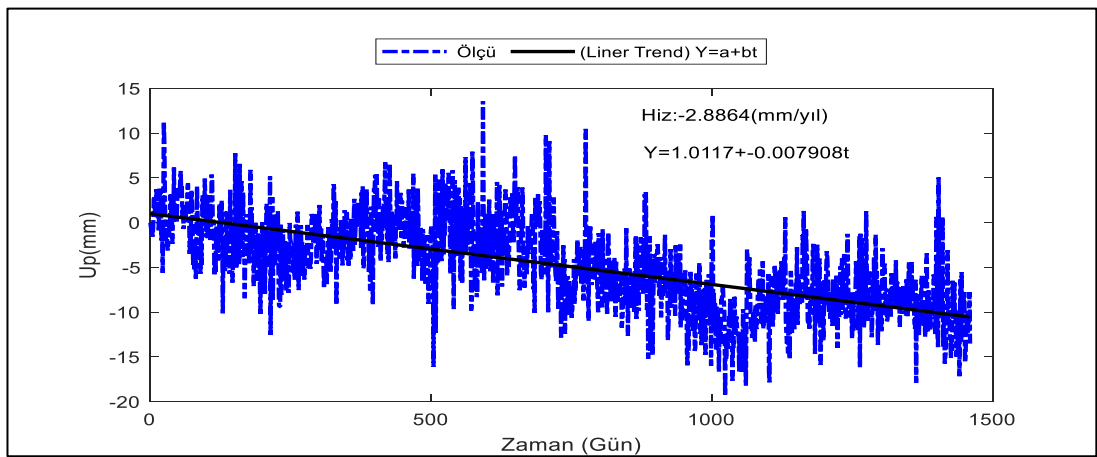
Şekil B.51. KLUU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



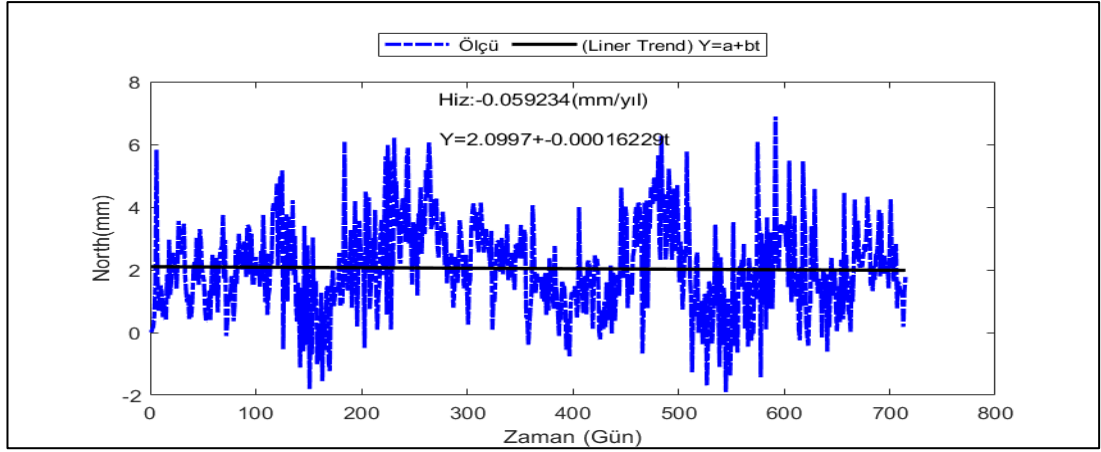
Şekil B.52. CIHA kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



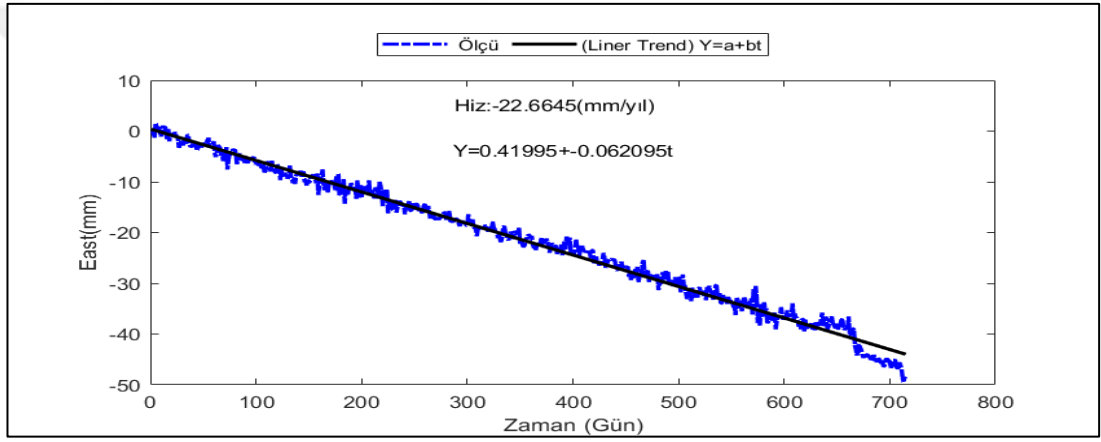
Şekil B.53. CIHA doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



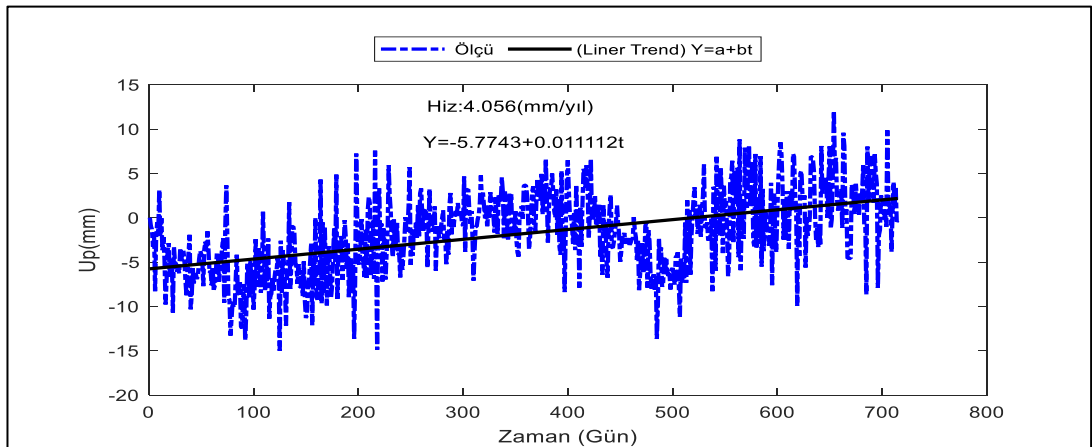
Şekil B.54. CIHA yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



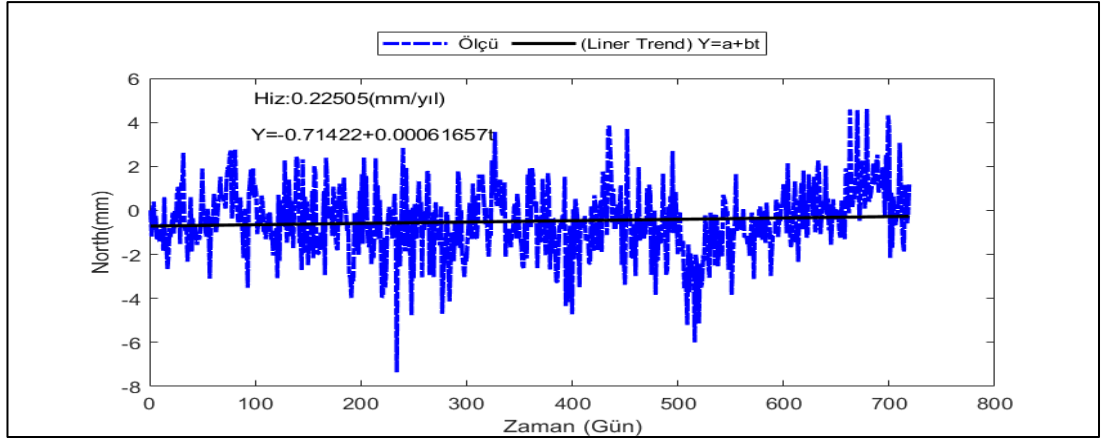
Şekil B.55. ANRK_1 kuzey koordinat bileşeni lineer modeli



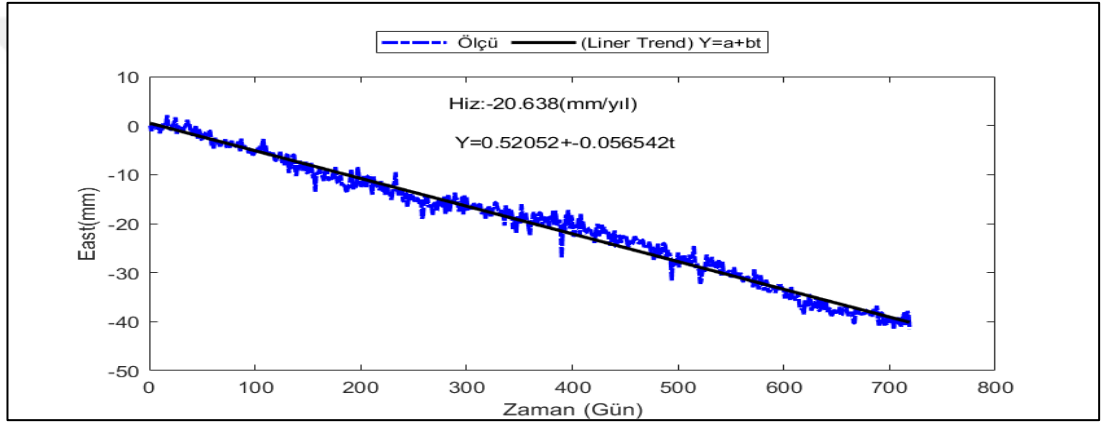
Şekil B.56. ANRK_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



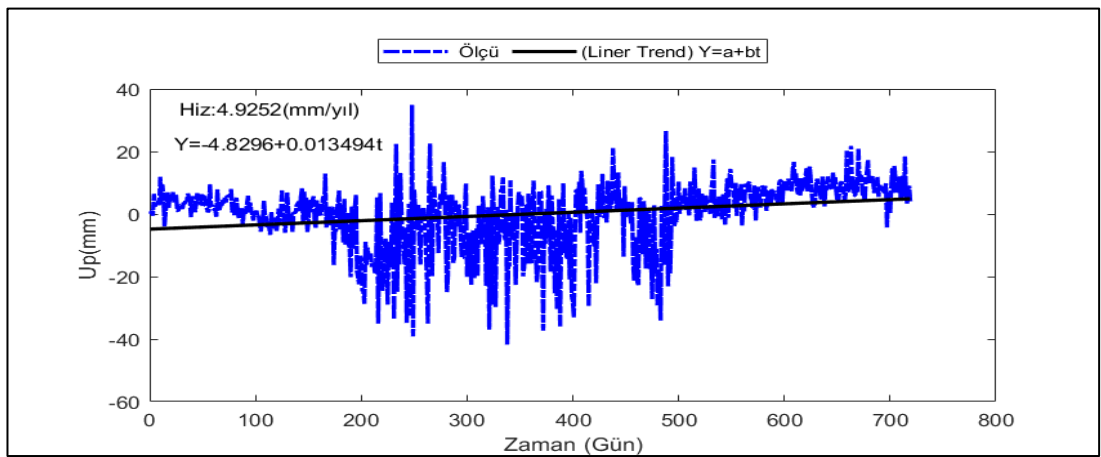
Şekil B.57. ANRK_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



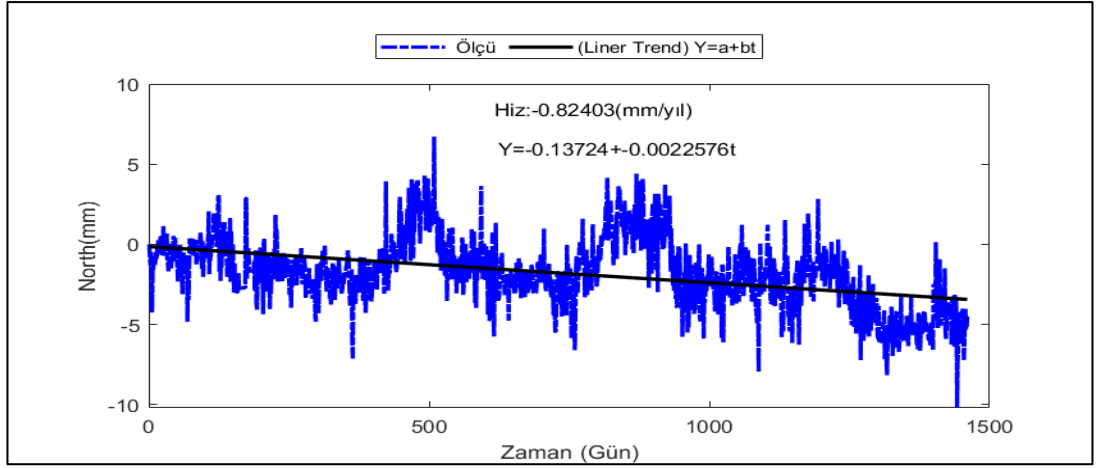
Şekil B.58. ANRK_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



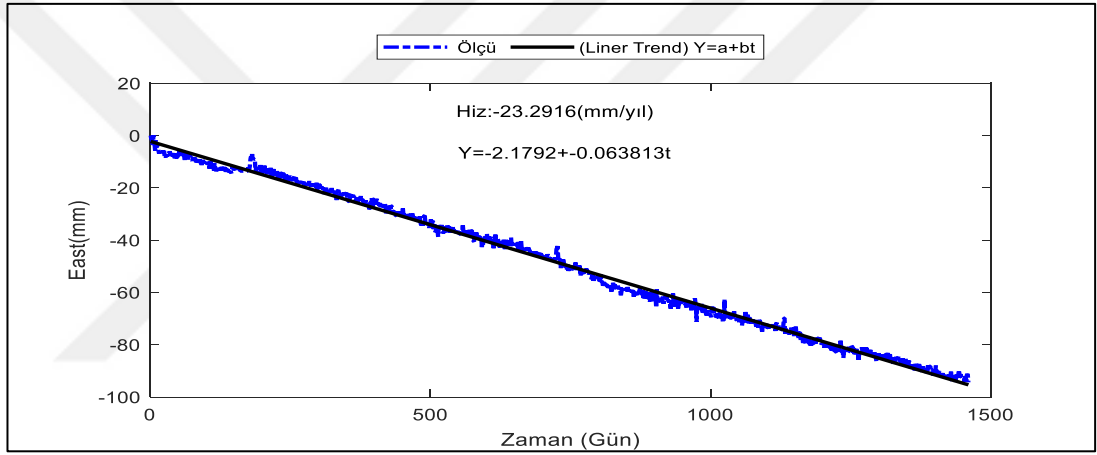
Şekil B.59. ANRK_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



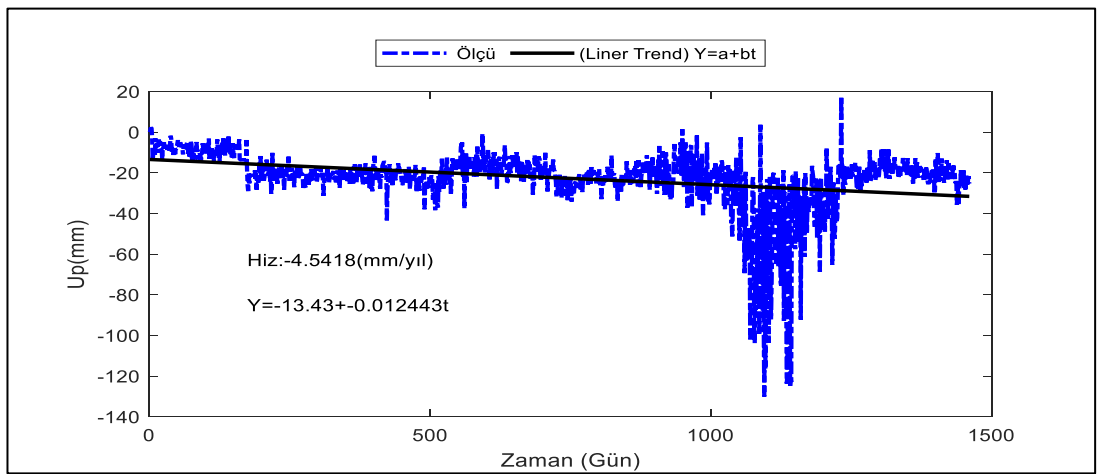
Şekil B.60. ANRK_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



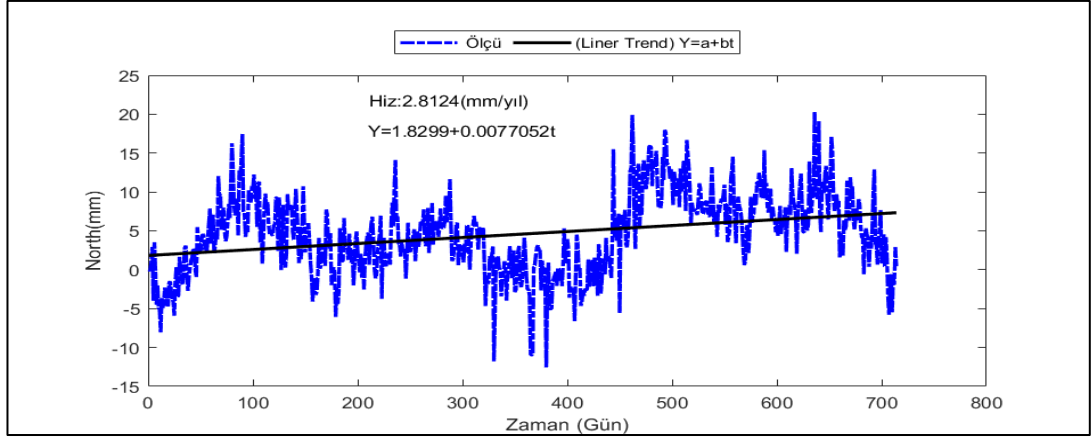
Şekil B.61. ANKR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



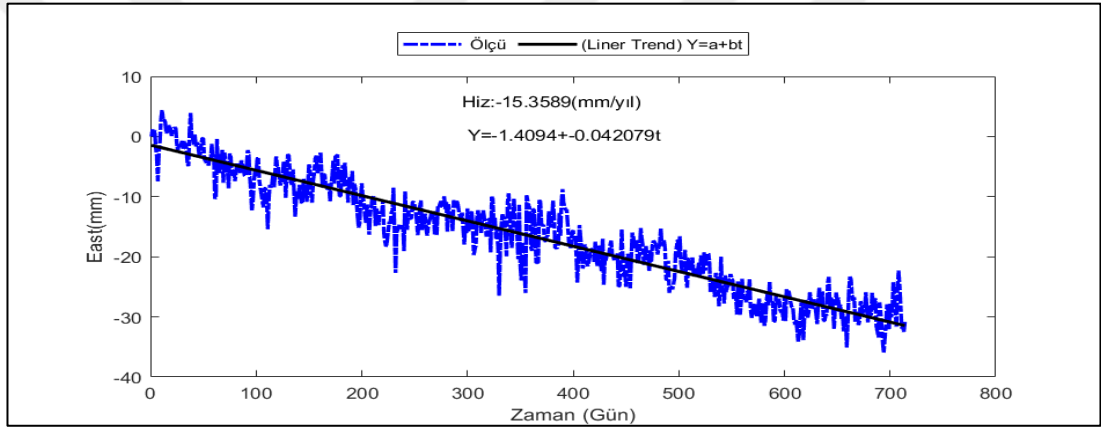
Şekil B.62. ANKR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



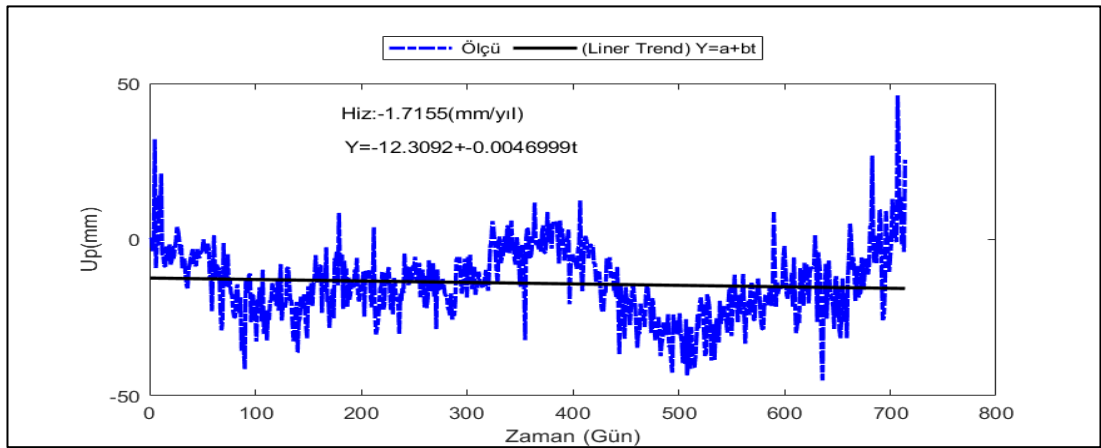
Şekil B.63. ANKR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



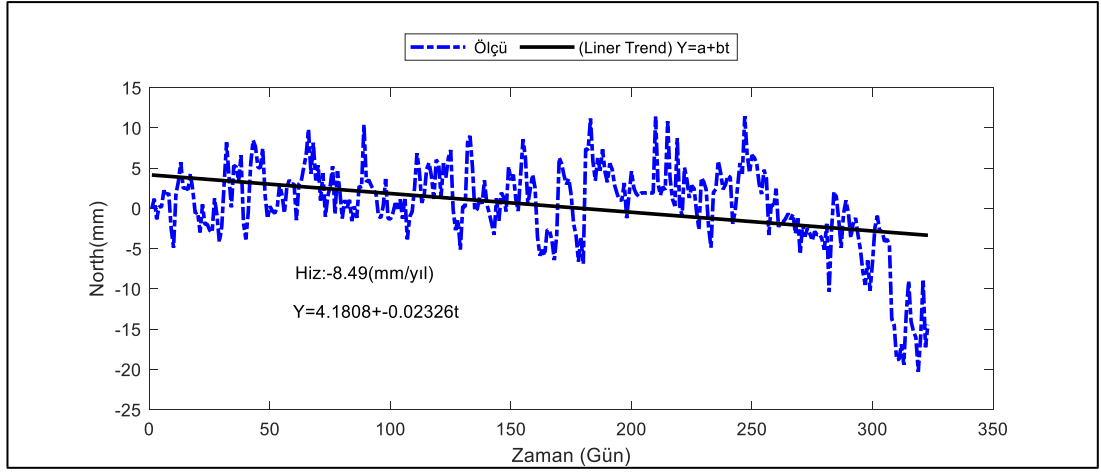
Şekil B.64. SARV_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



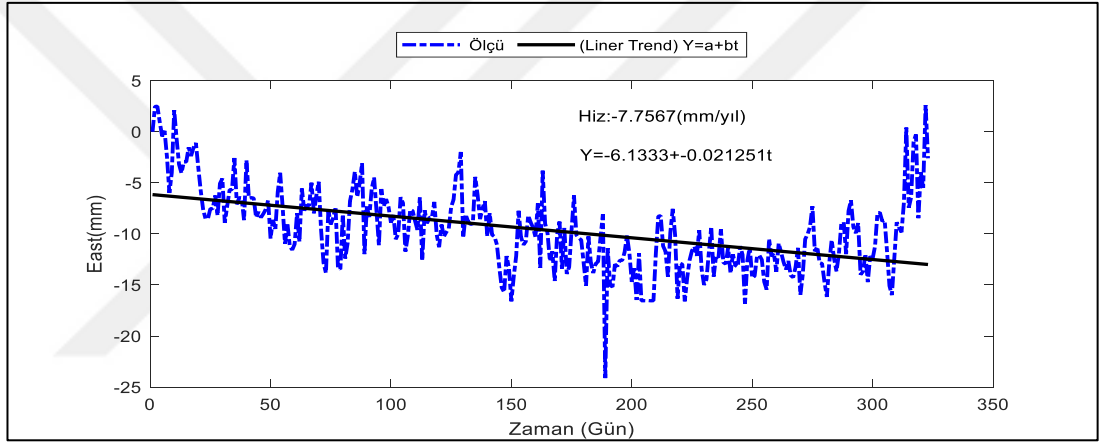
Şekil B.65. SARV_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



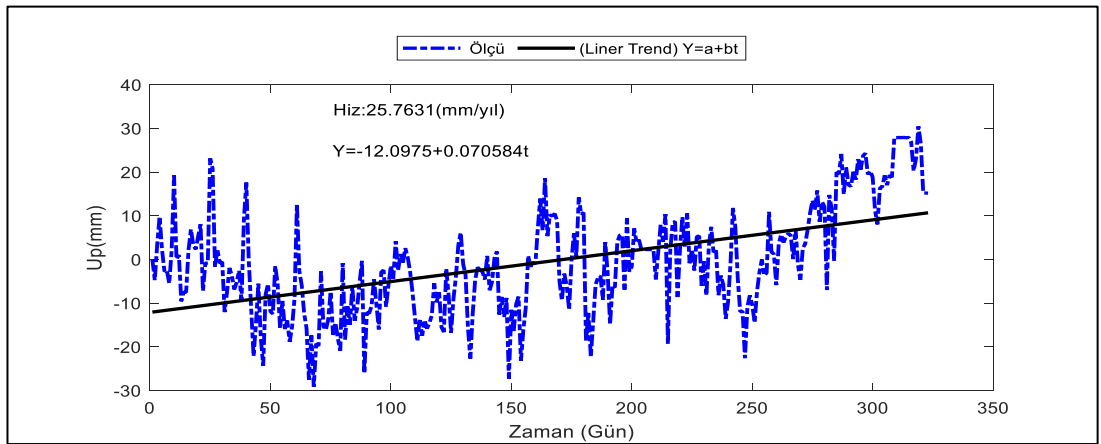
Şekil B.66. SARV_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



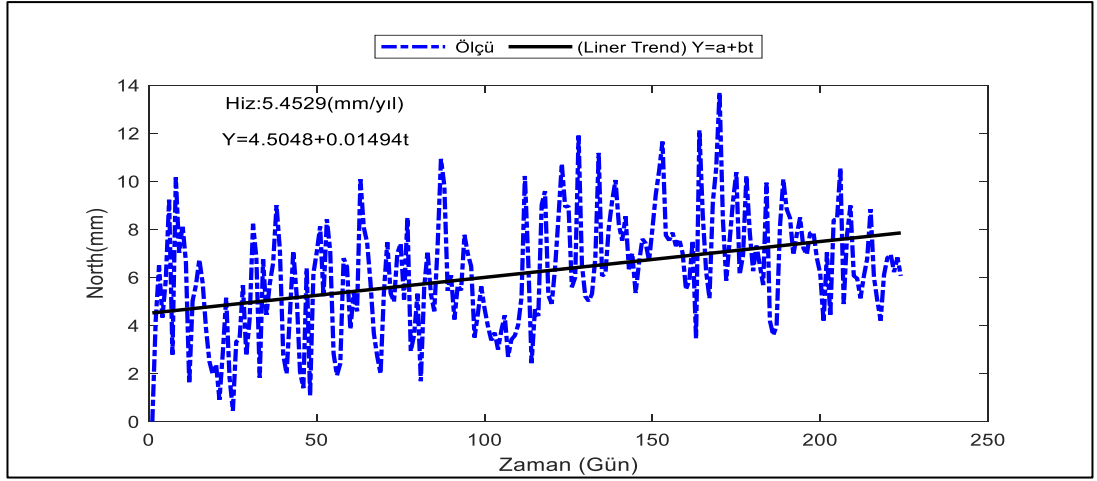
Şekil B.67. SARV_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



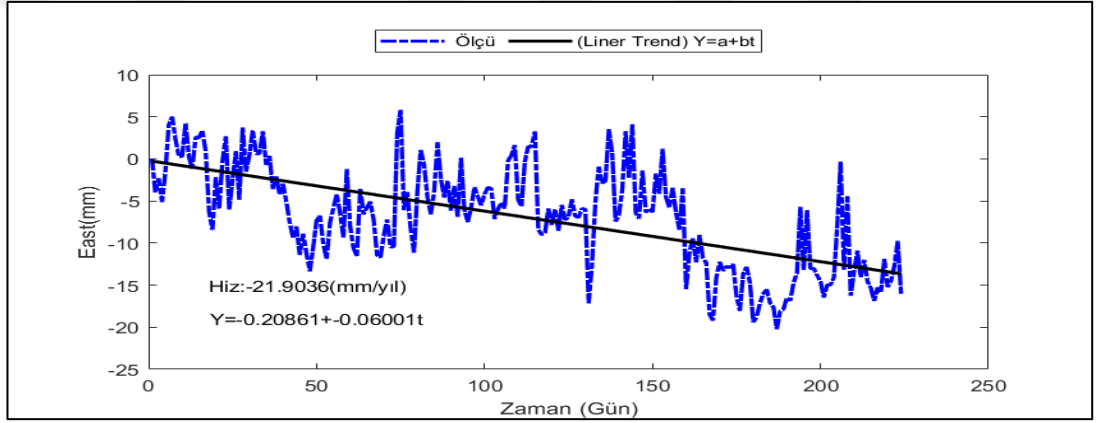
Şekil B.68. SARV_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



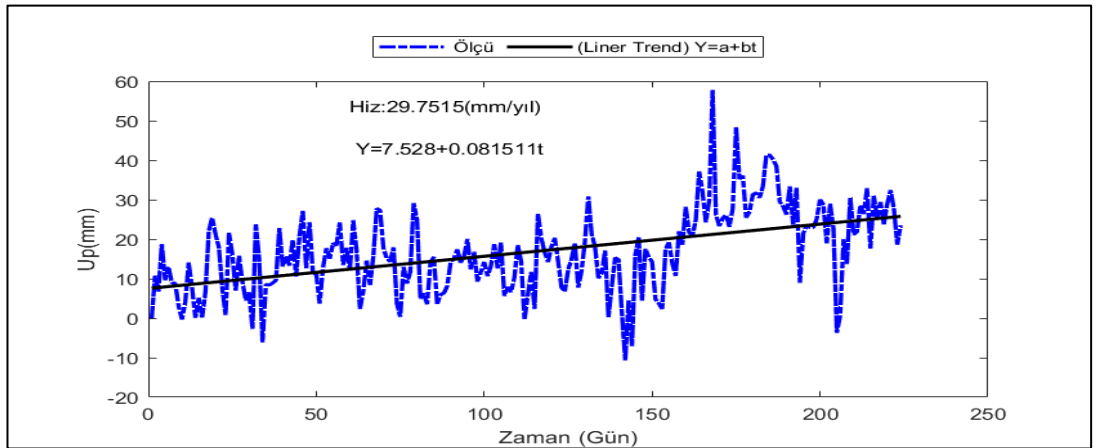
Şekil B.69. SARV_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



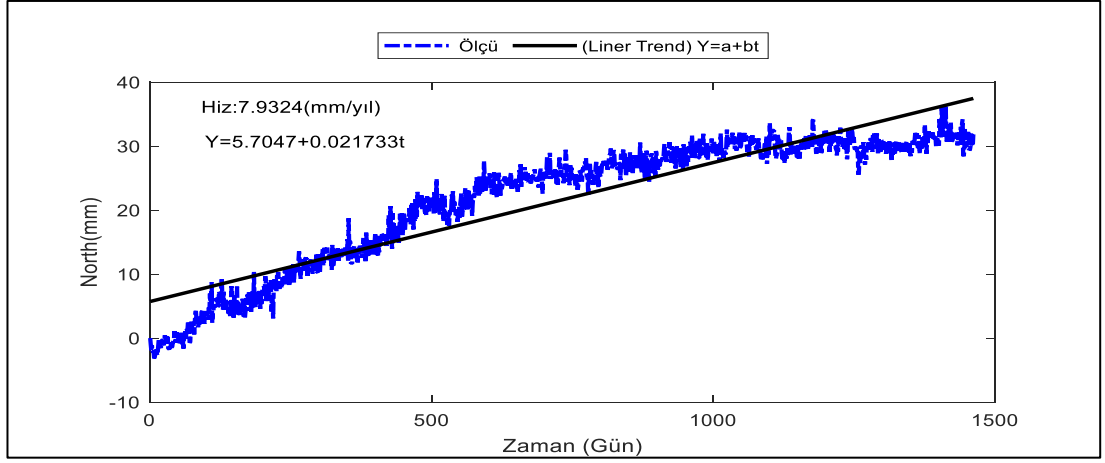
Şekil B.70. SARV_3 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



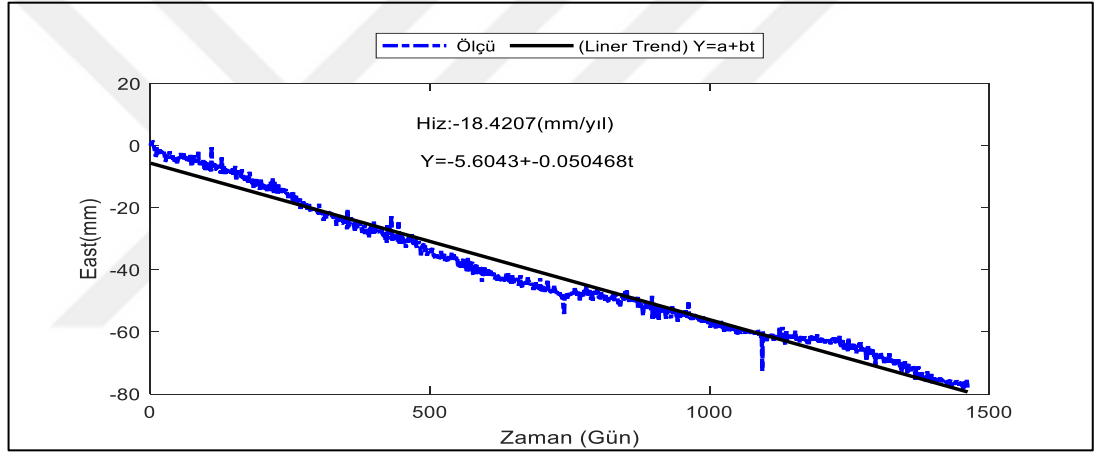
Şekil B.71. SARV_3 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



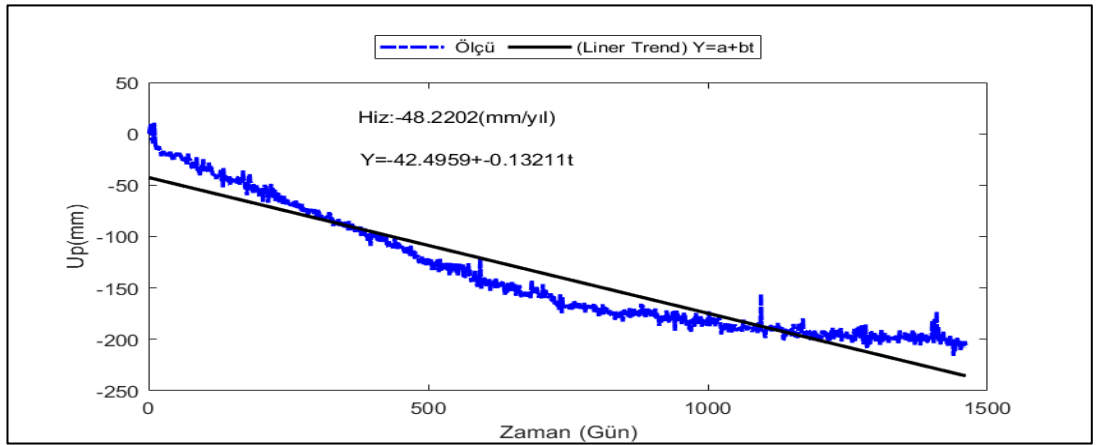
Şekil B.72. SARV_3 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



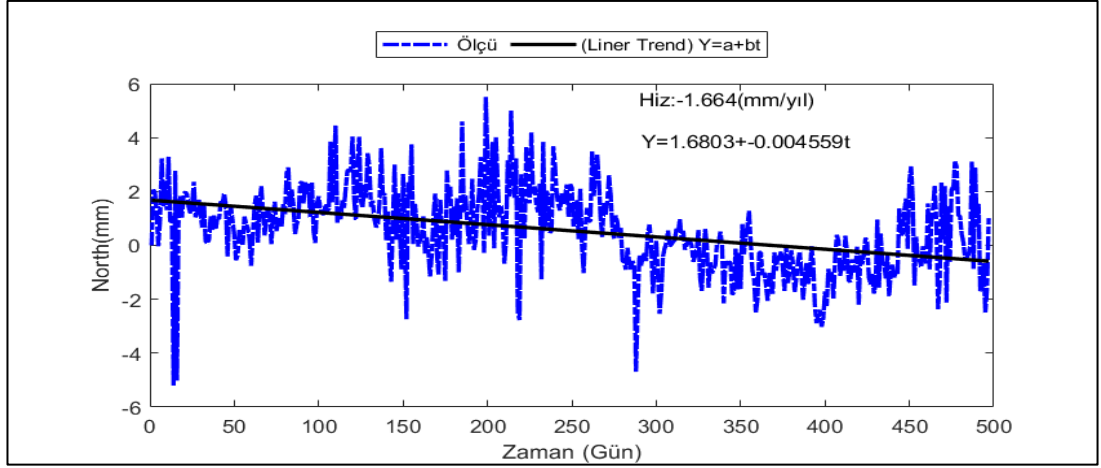
Şekil B.73. KNY1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



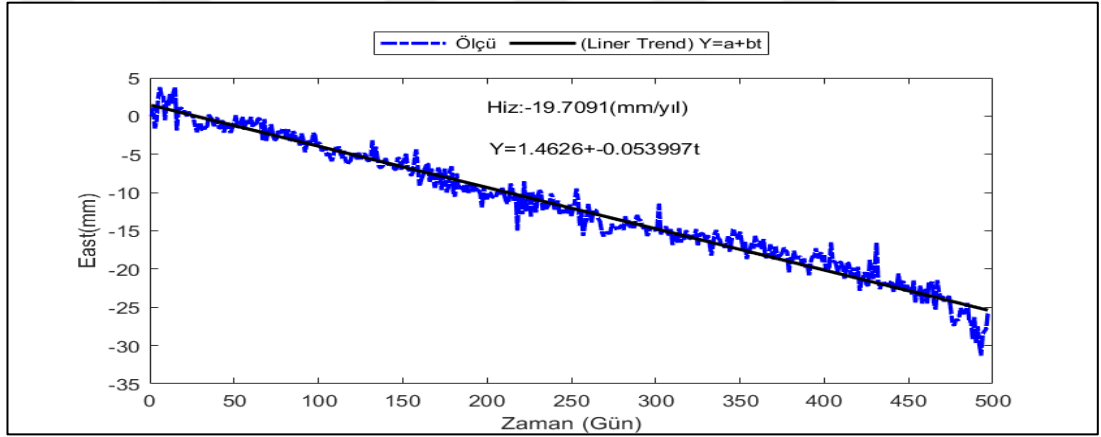
Şekil B.74. KNY1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



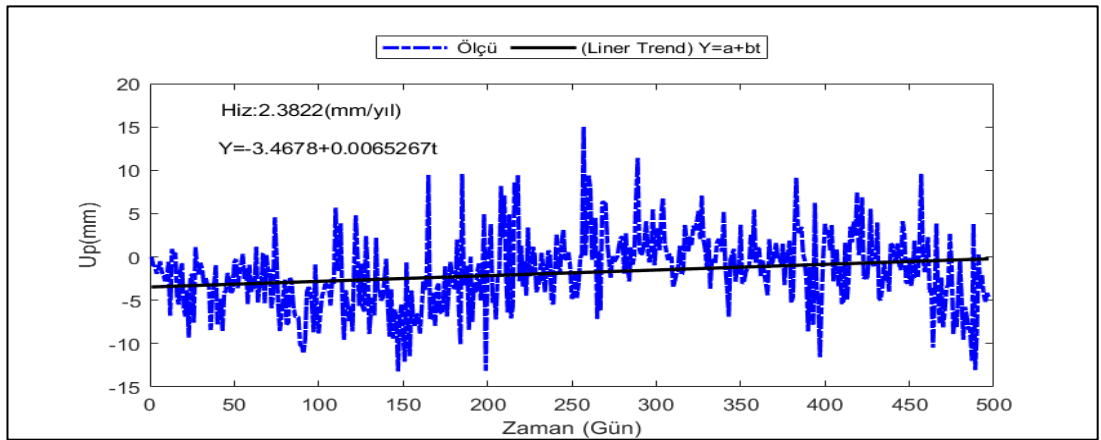
Şekil B.75. KNY1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



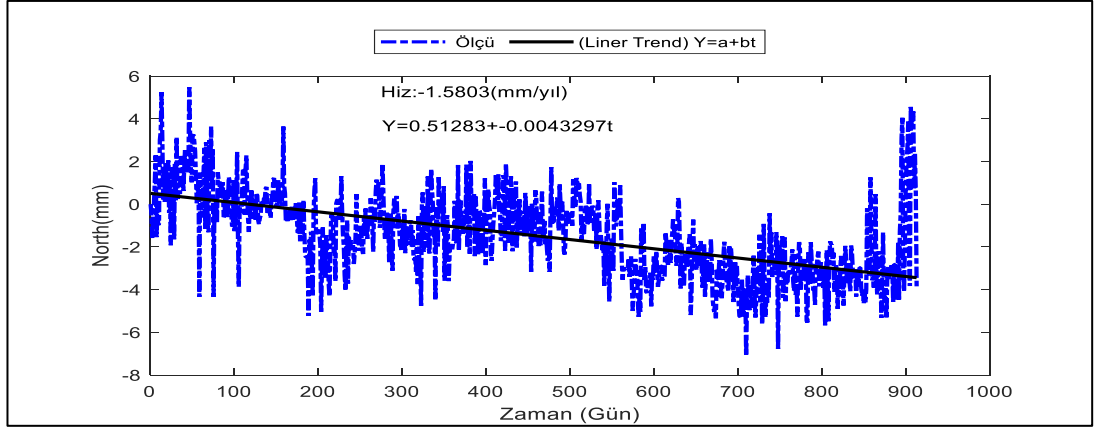
Şekil B.76. CALM_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



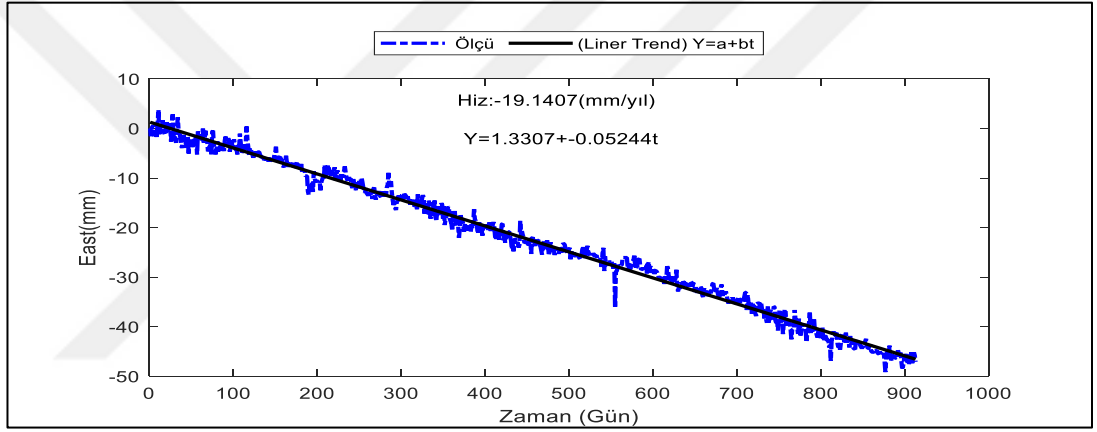
Şekil B.77. CALM_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



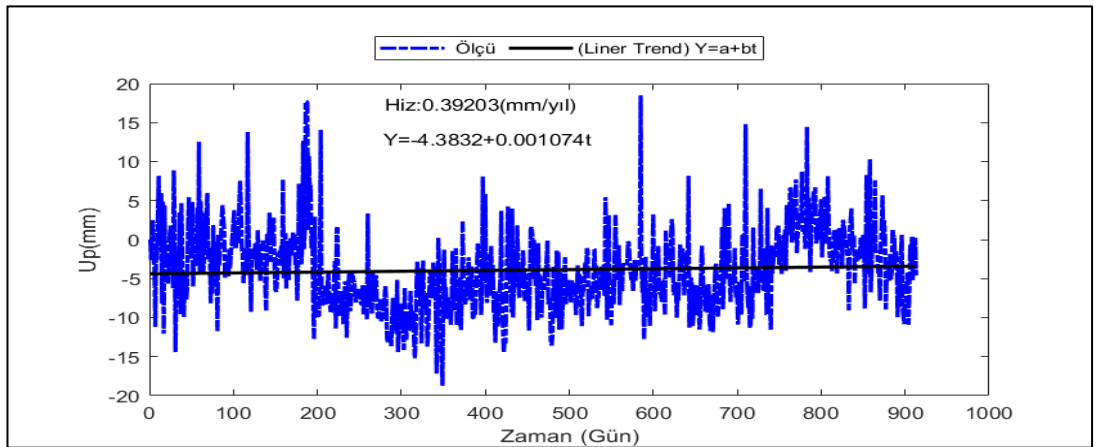
Şekil B.78. CALM_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



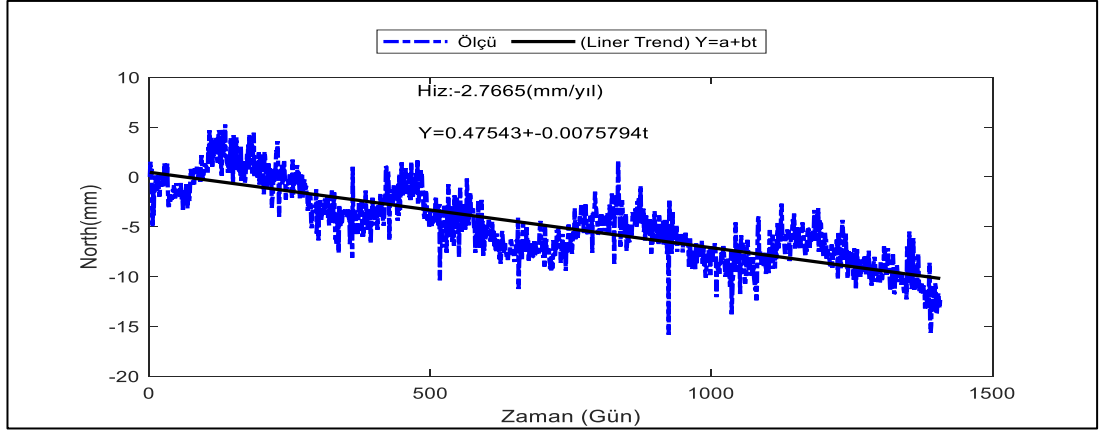
Şekil B.79. CALM_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



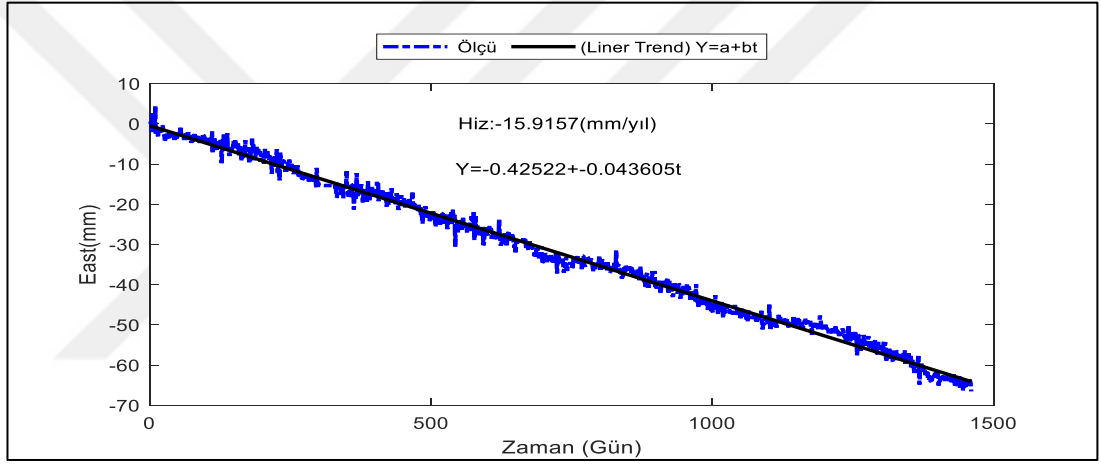
Şekil B.80. CALM_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



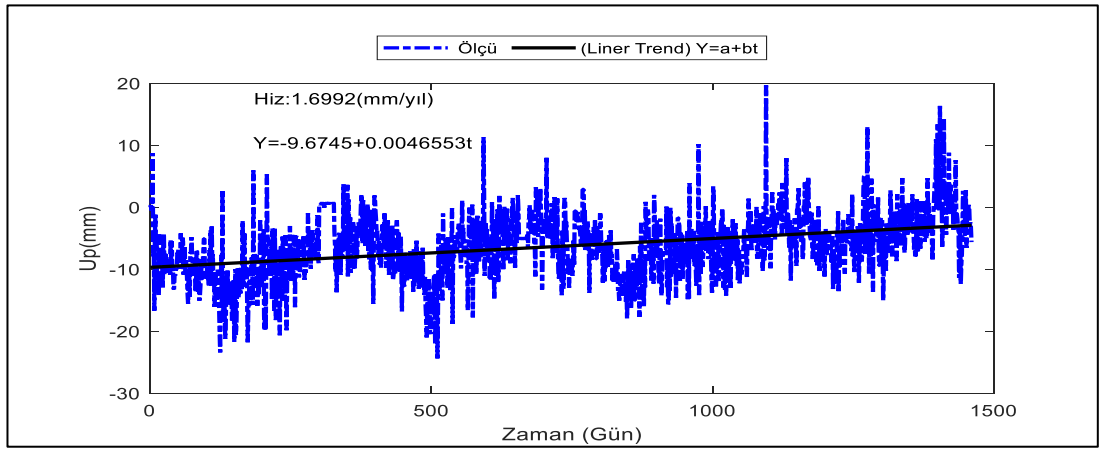
Şekil B.81. CALM_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



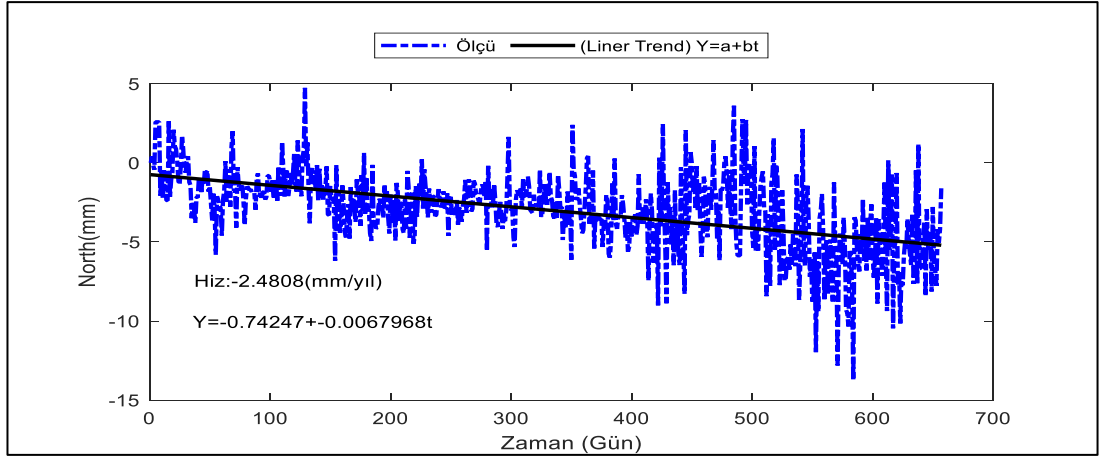
Şekil B.82. BEYS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



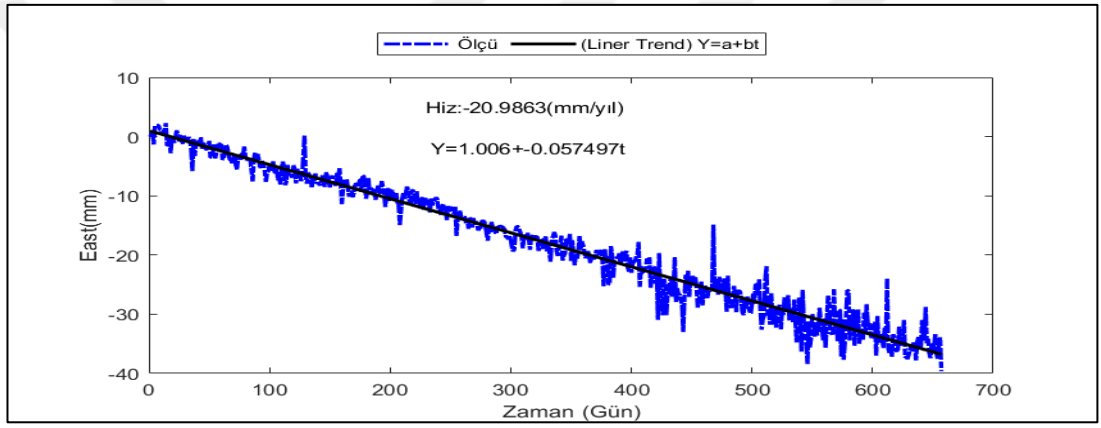
Şekil B.83. BEYS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



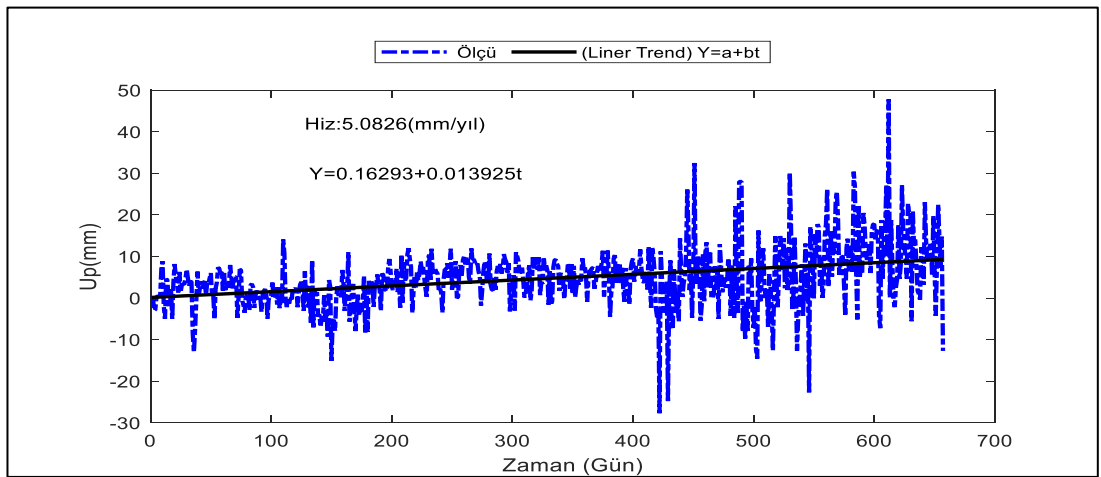
Şekil B.84. BEYS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



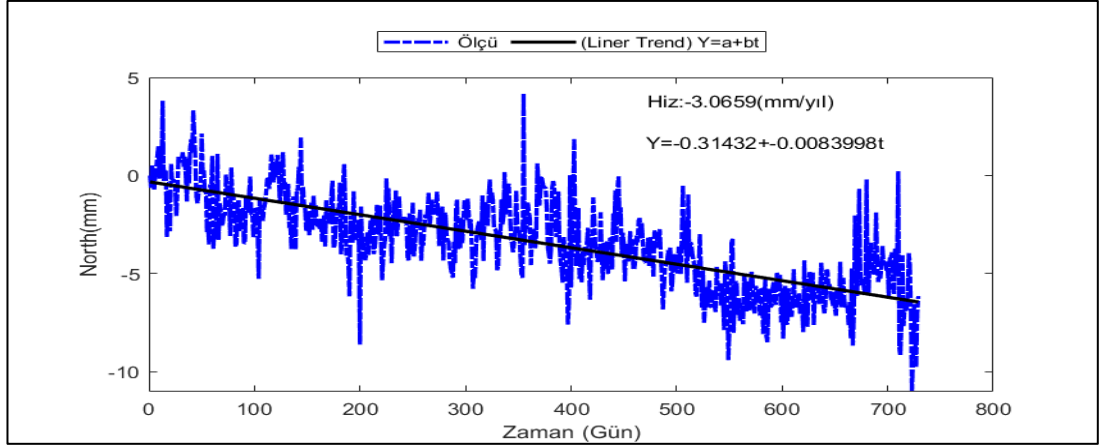
Şekil B.85. YUN1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



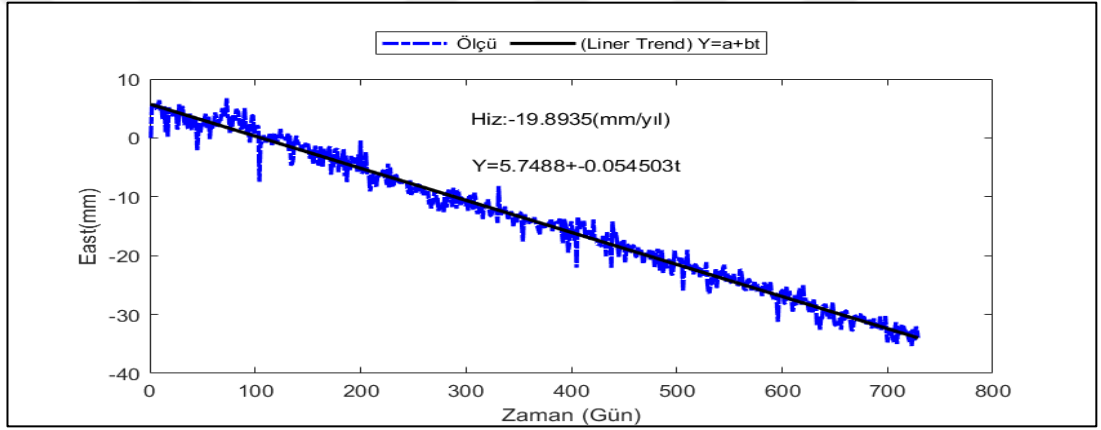
Şekil B.86. YUN1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



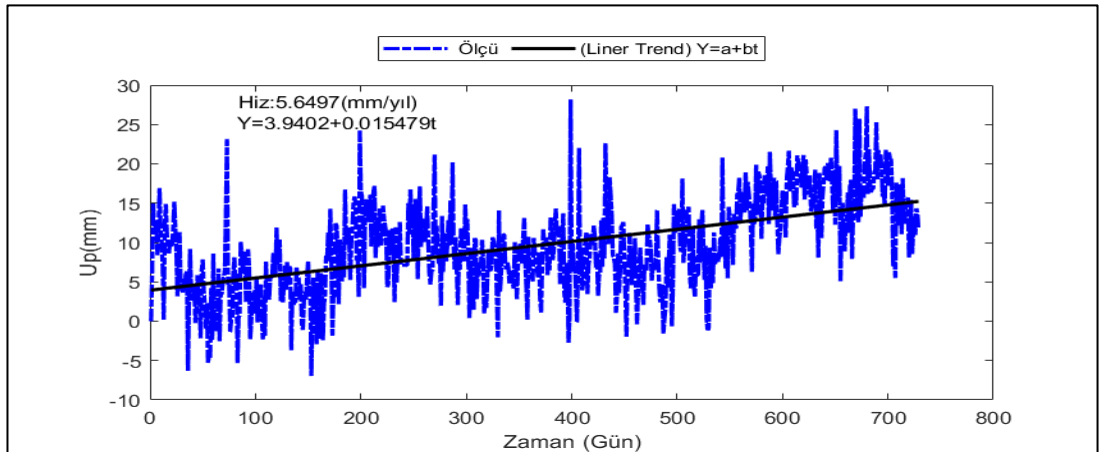
Şekil B.87. YUN1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



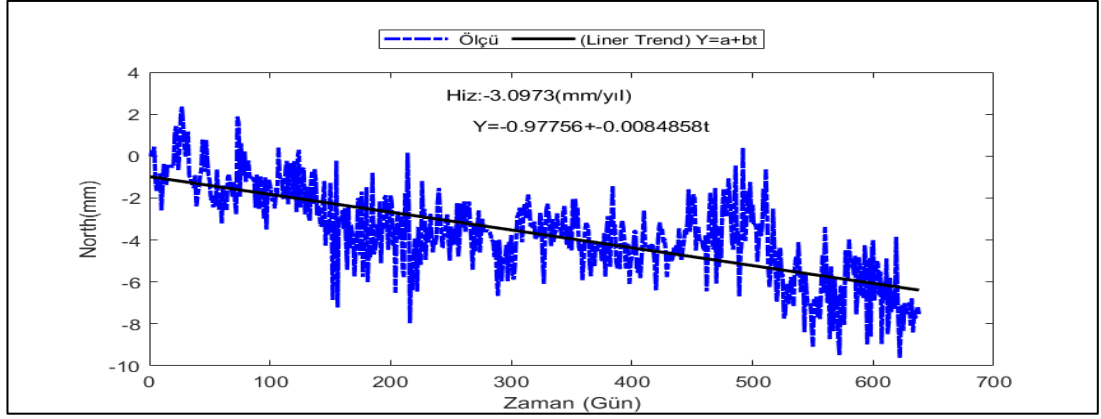
Şekil B.88. YUN1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



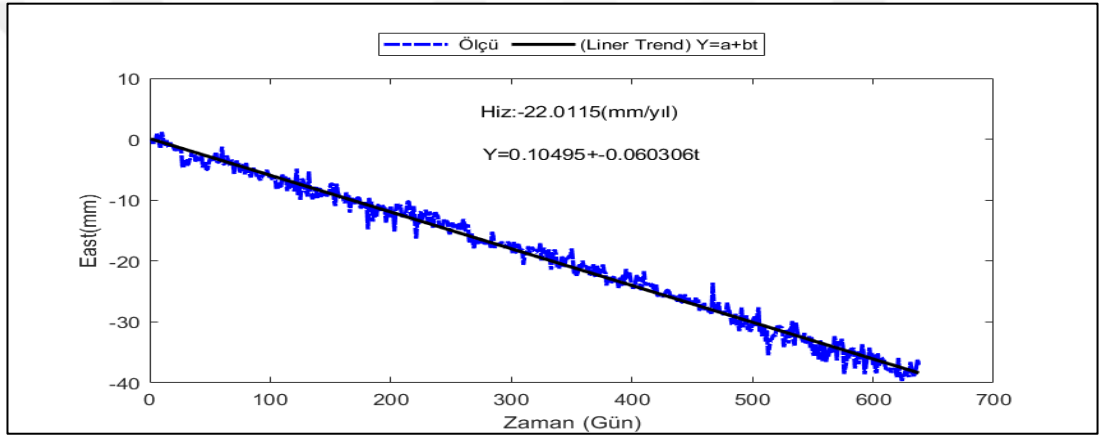
Şekil B.89. YUN1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



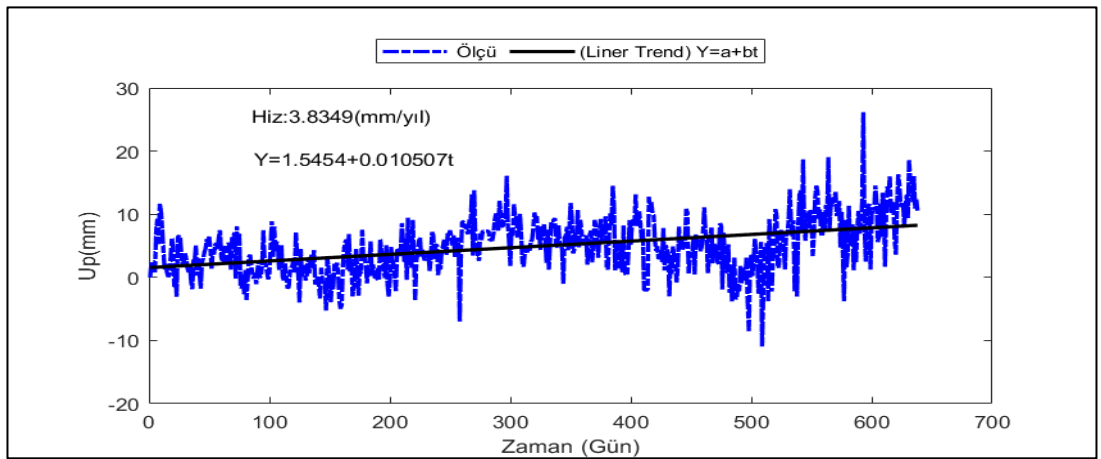
Şekil B.90. YUN1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



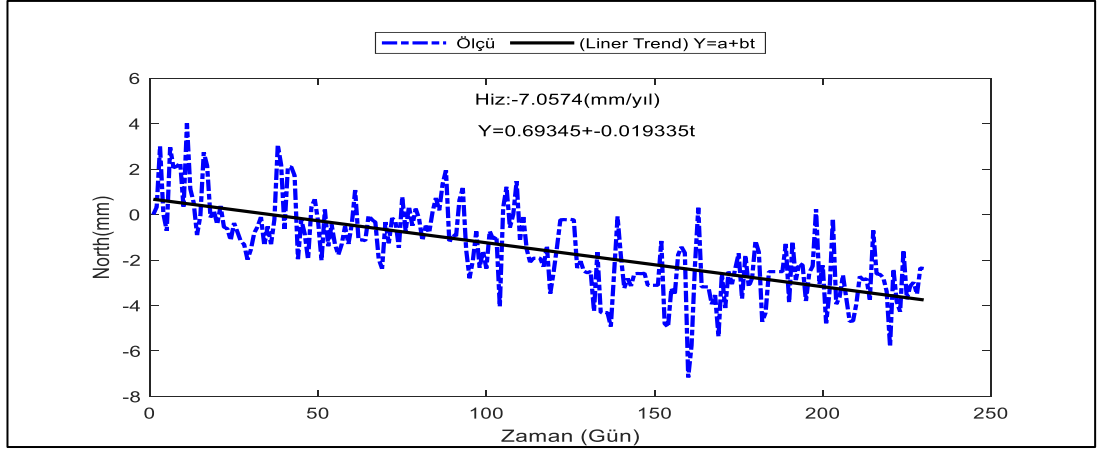
Şekil B.91. SIHA_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



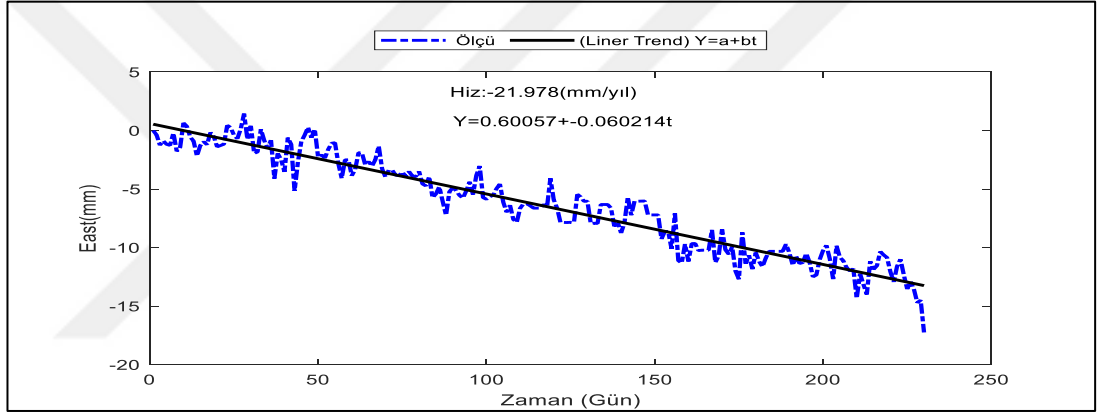
Şekil B.92. SIHA_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



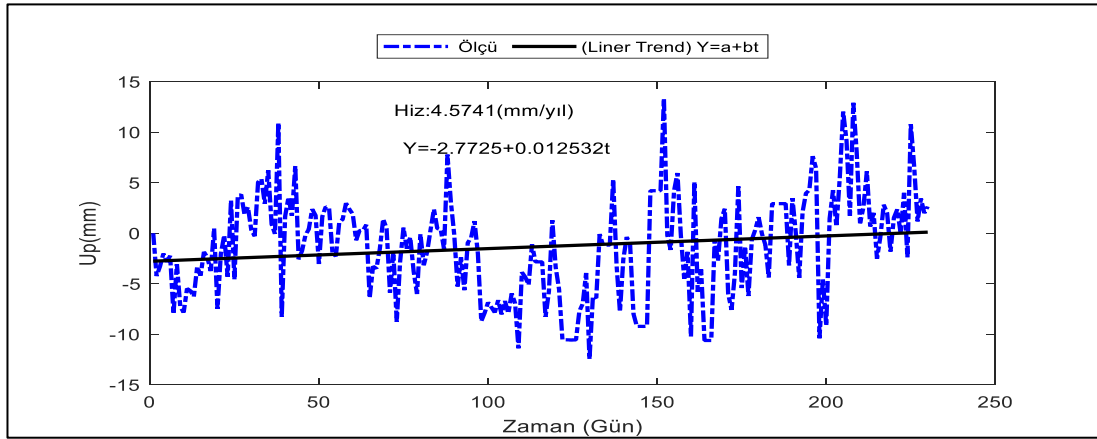
Şekil B.93. SIHA_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



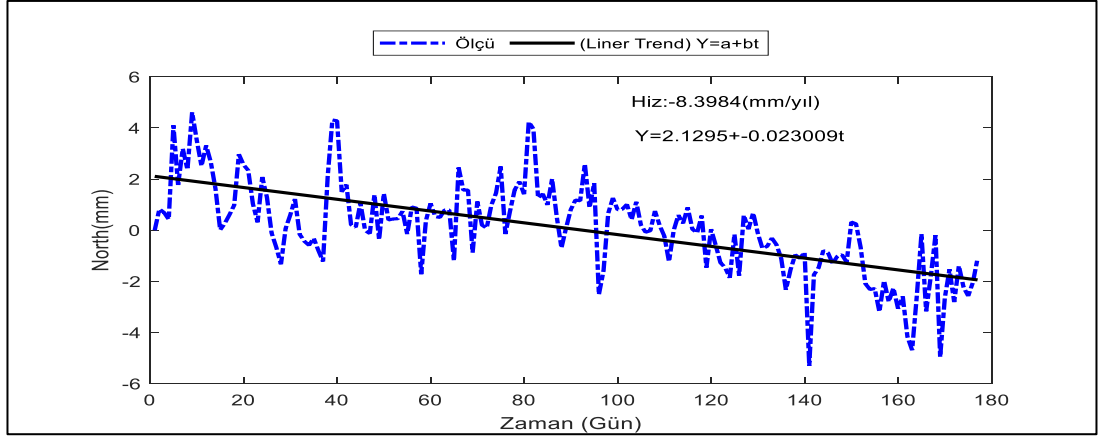
Şekil B.94. SIHA_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



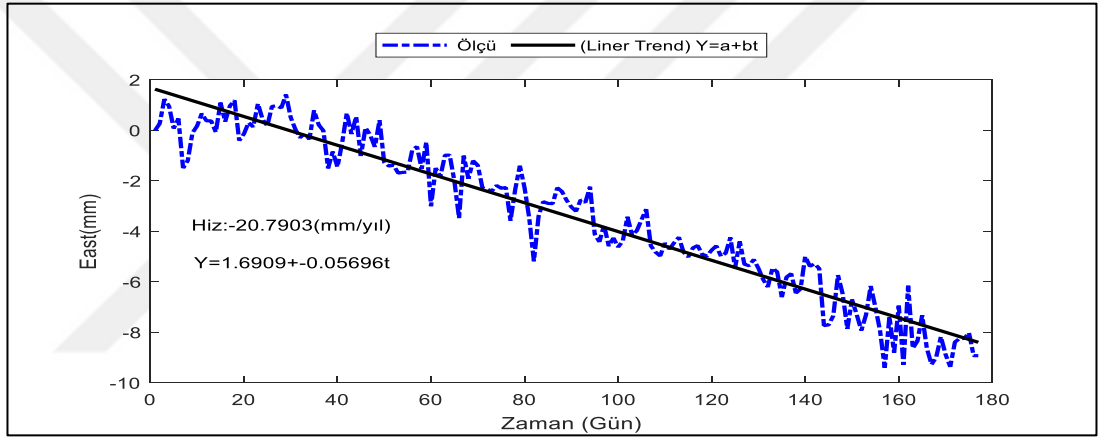
Şekil B.95. SIHA_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



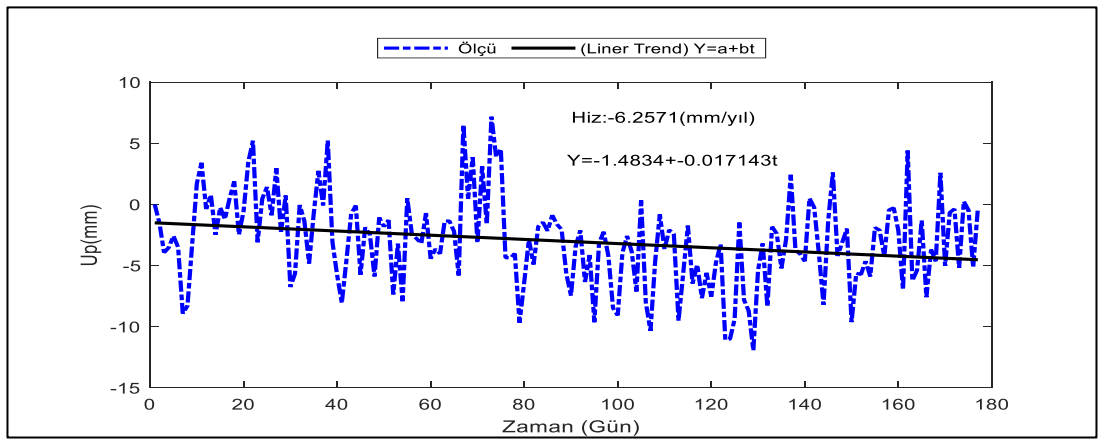
Şekil B.96. SIHA_2 yükseklik koordinat bileşeni lineer modeli



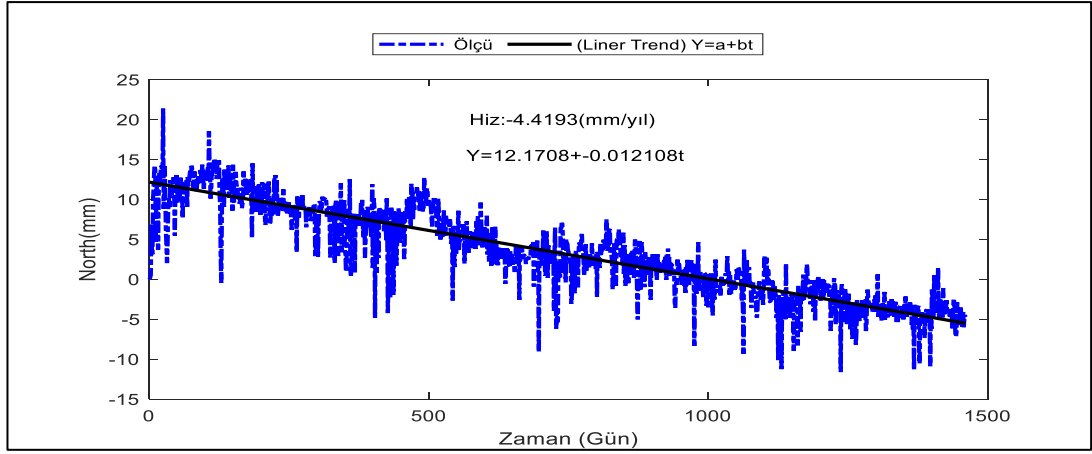
Şekil B.97. SIHA_3 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



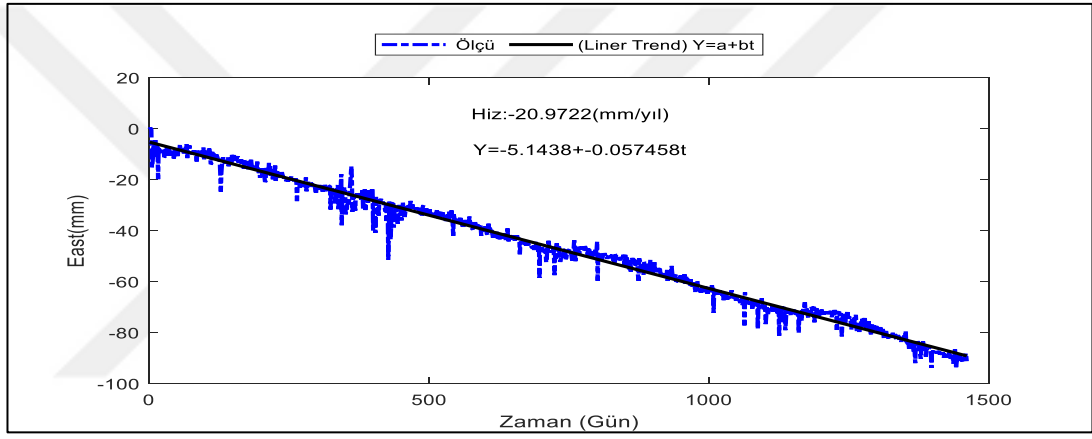
Şekil B.98. SIHA_3 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



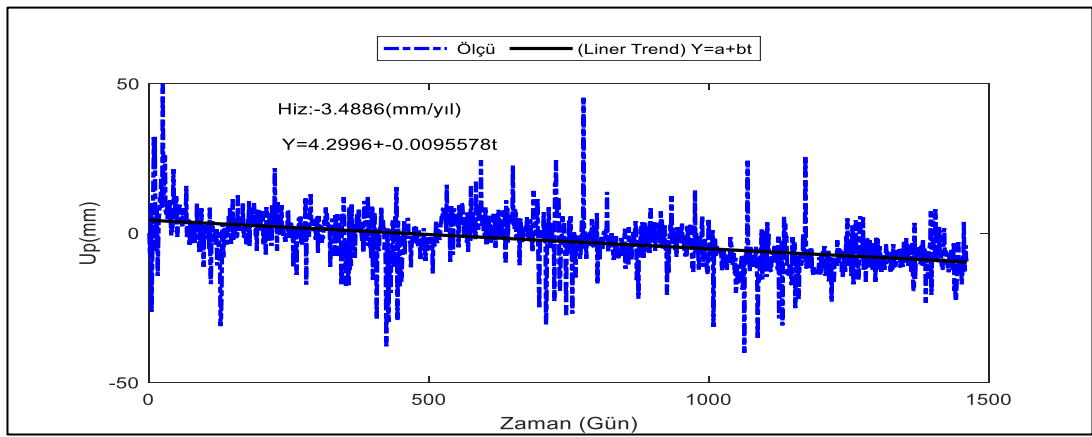
Şekil B.99. SIHA_3 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



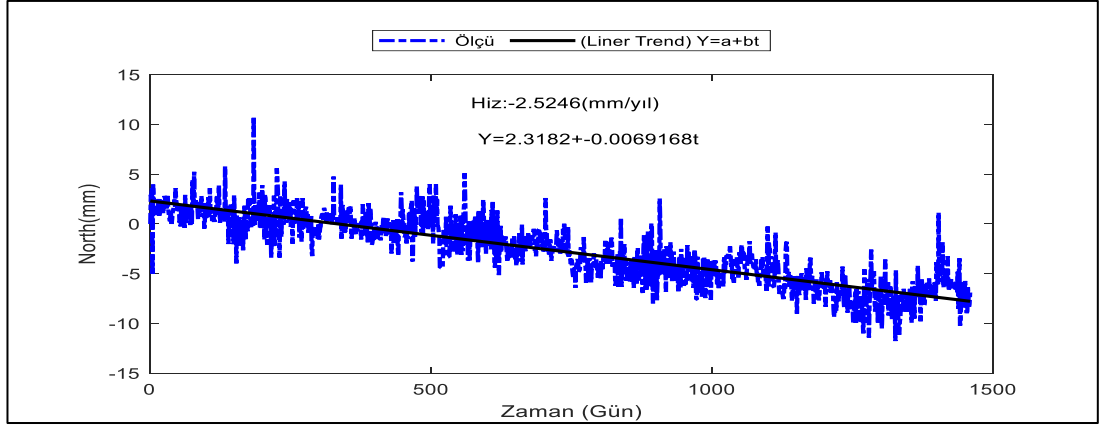
Şekil B.100. AKHR kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



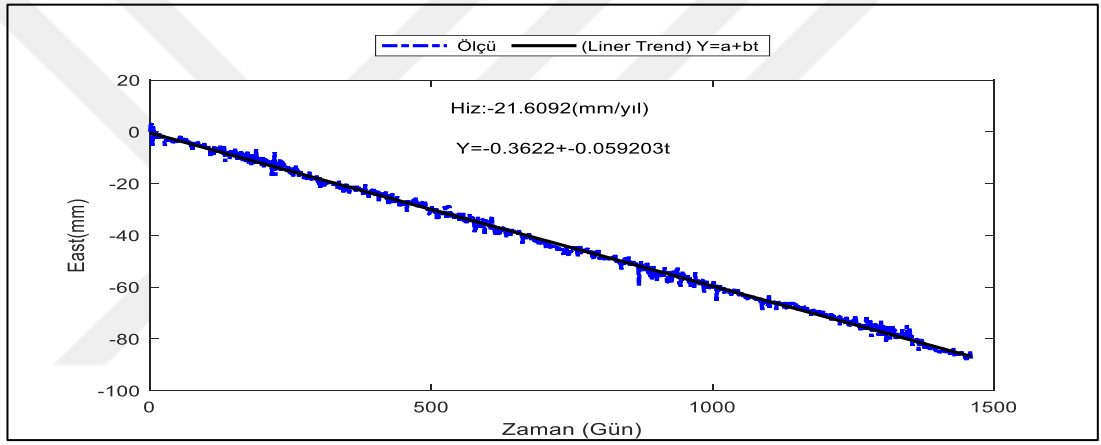
Şekil B.101. AKHR doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



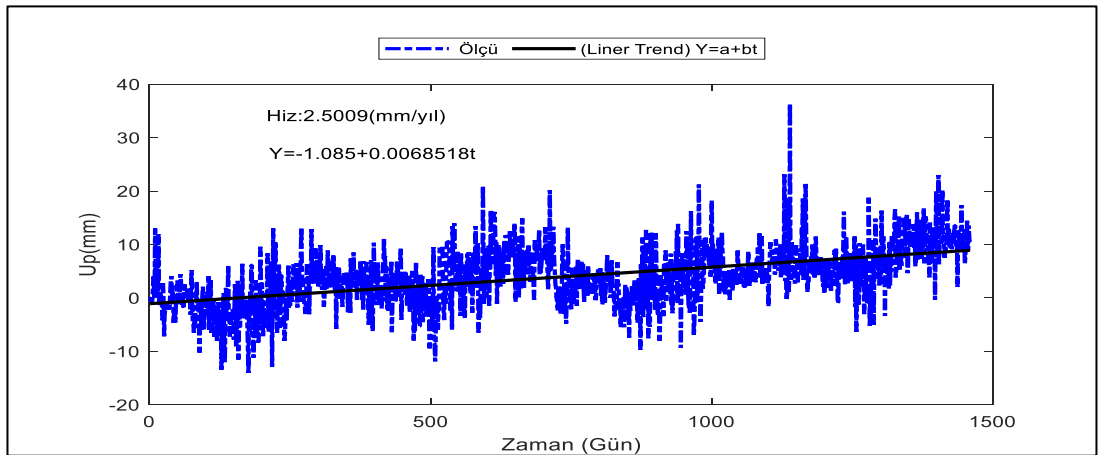
Şekil B.102. AKHR yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



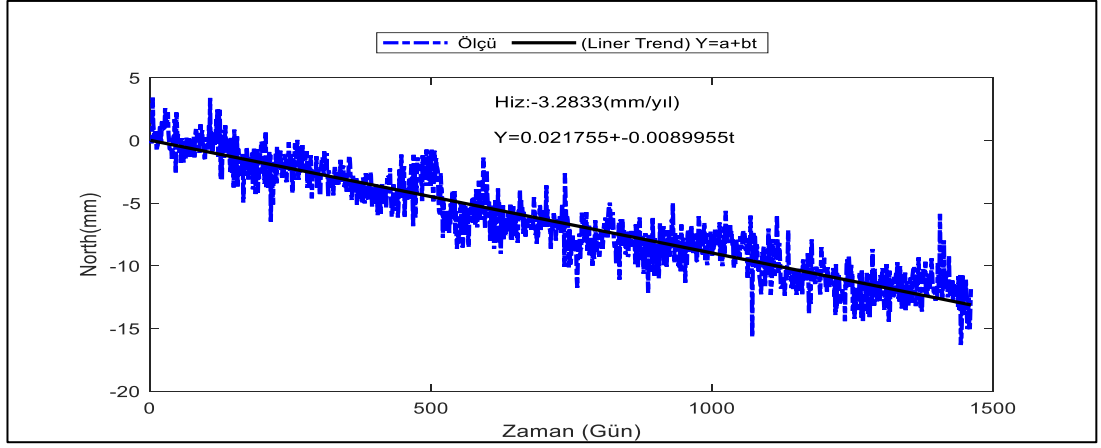
Şekil B.103. NAHA kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



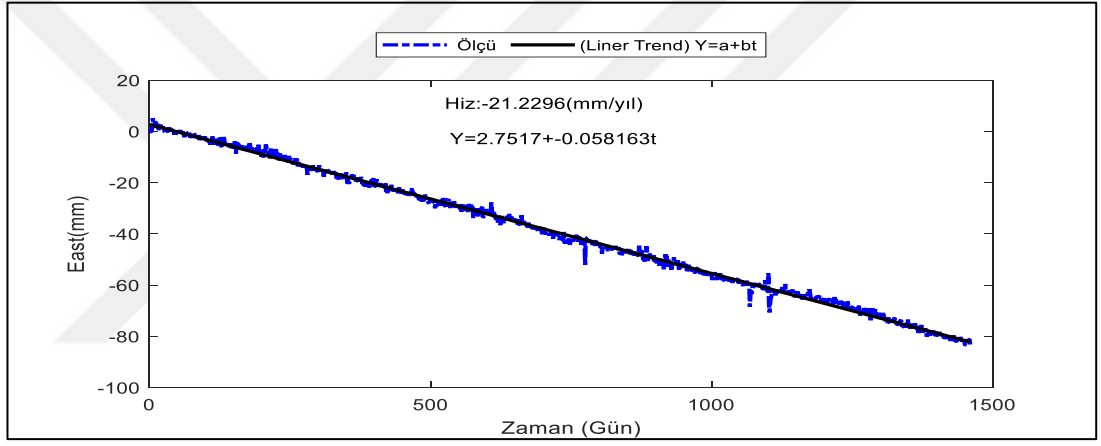
Şekil B.104. NAHA doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



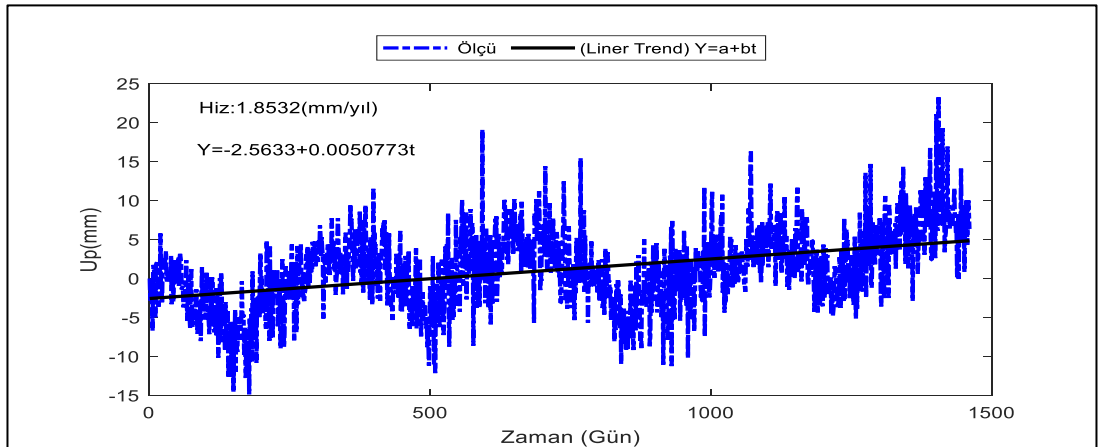
Şekil B.105. NAHA yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



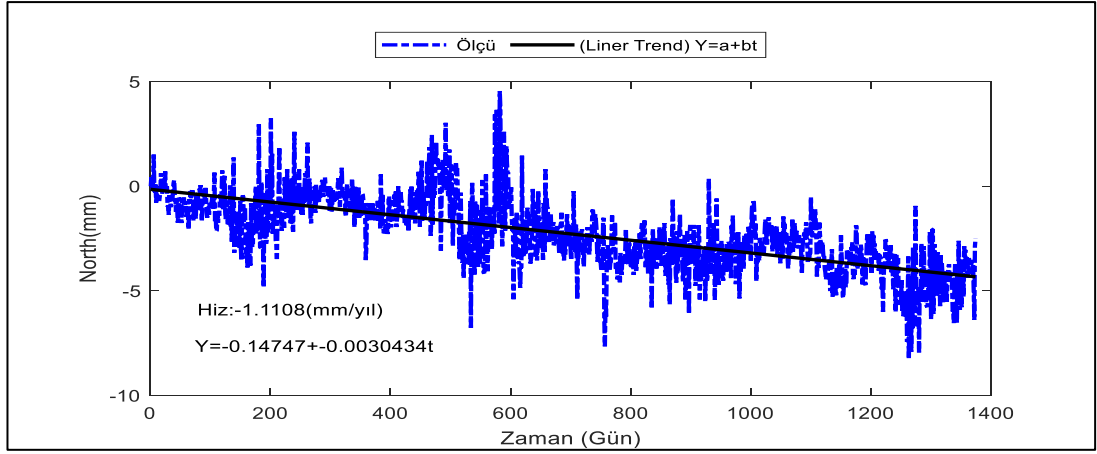
Şekil B.106. ESKS kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



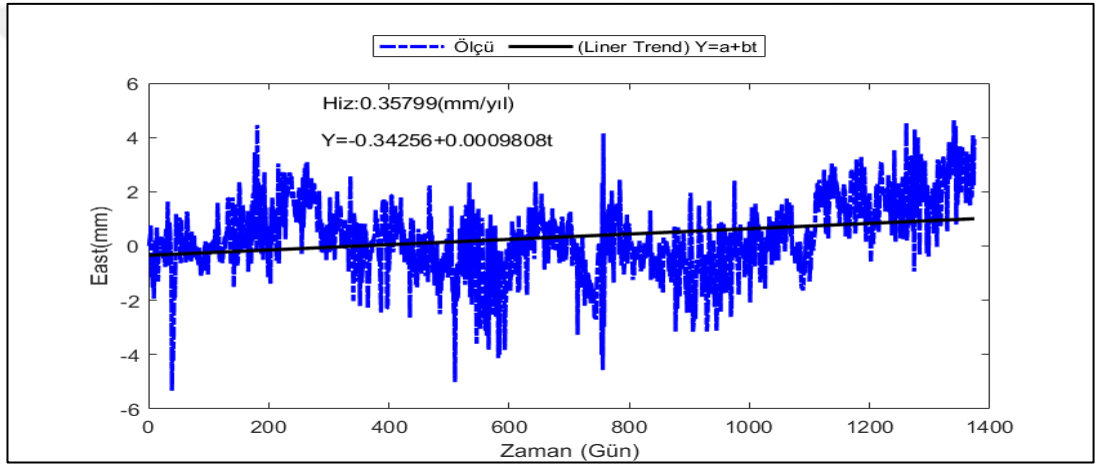
Şekil B.107. ESKS doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



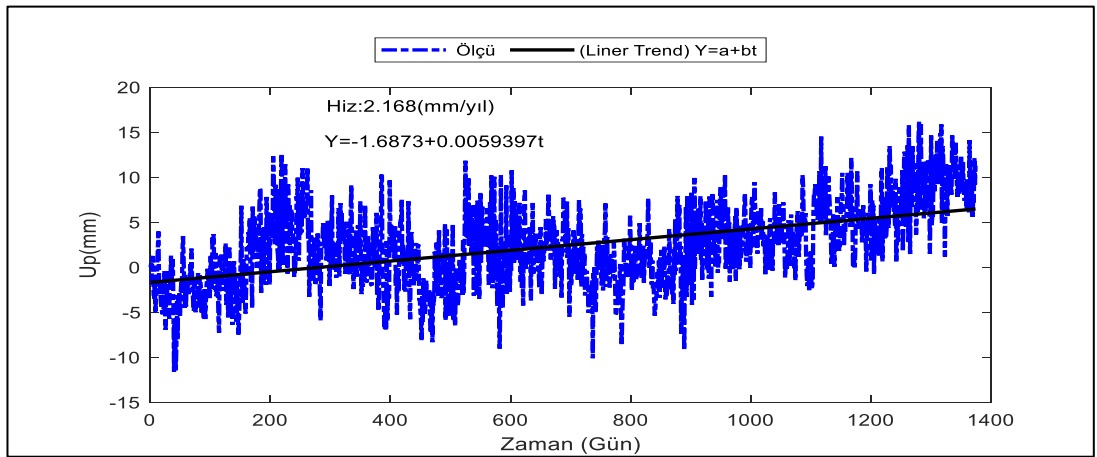
Şekil B.108. ESKS yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



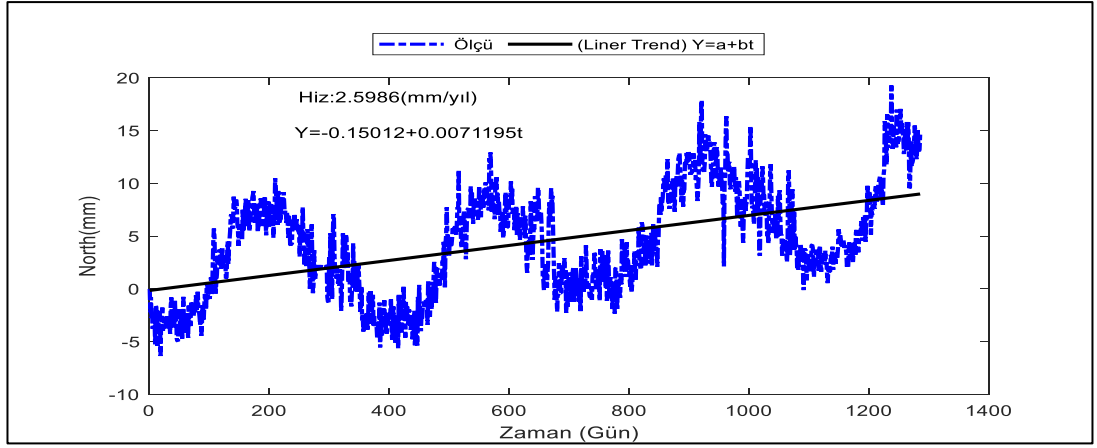
Şekil B.109. BUCU kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



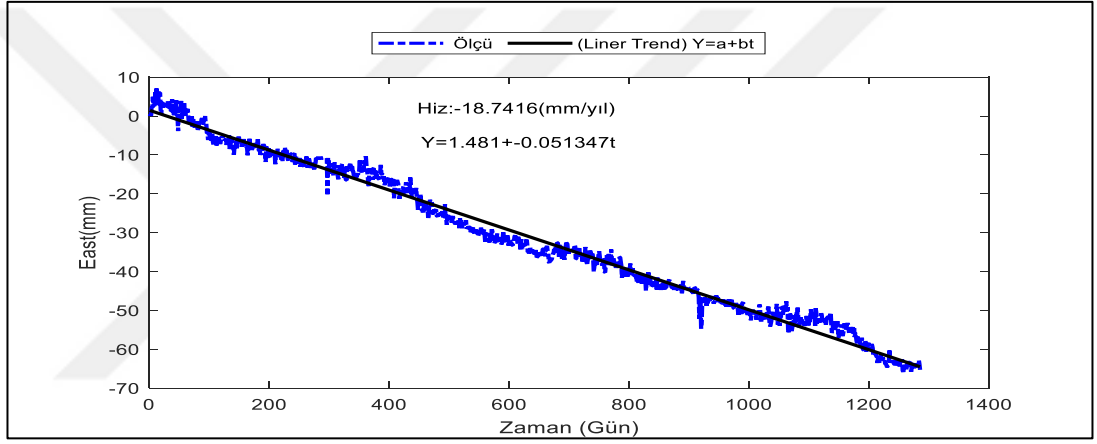
Şekil B.110. BUCU doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



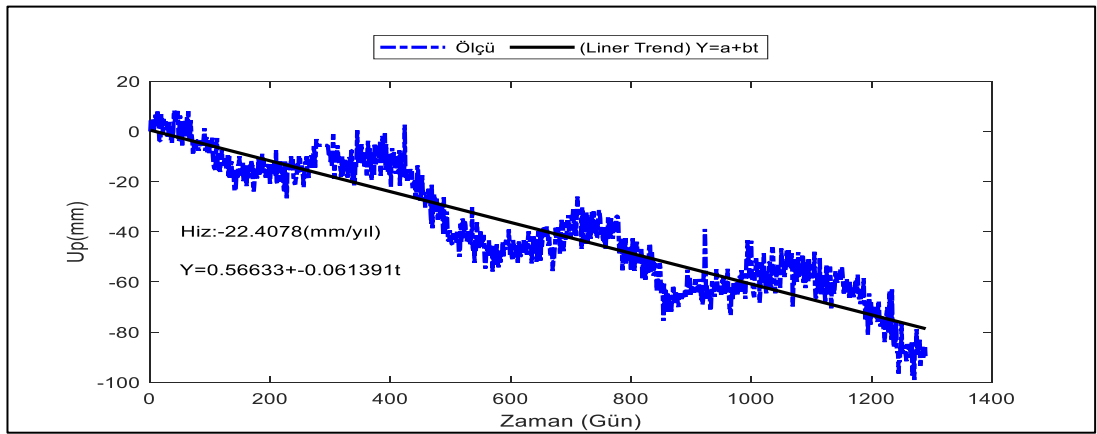
Şekil B.111. BUCU yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



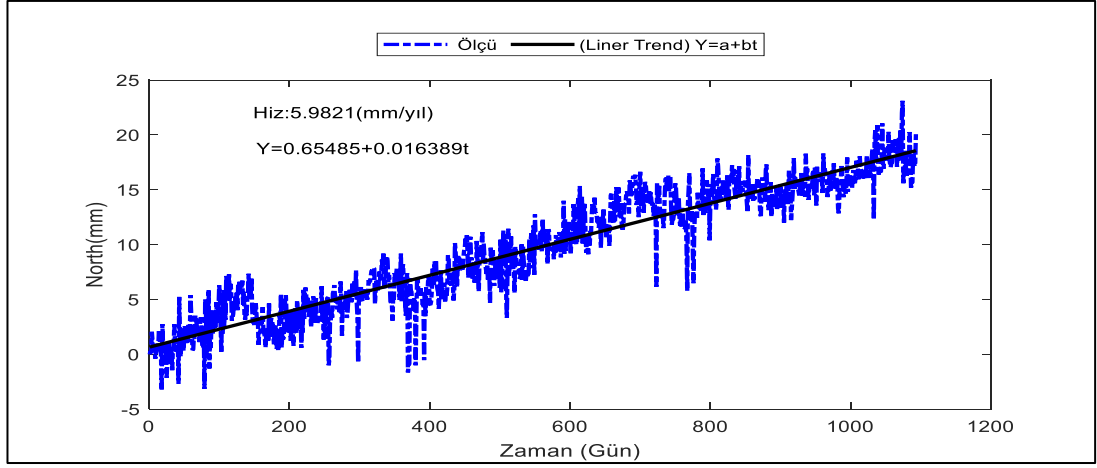
Şekil B.112. KAP1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



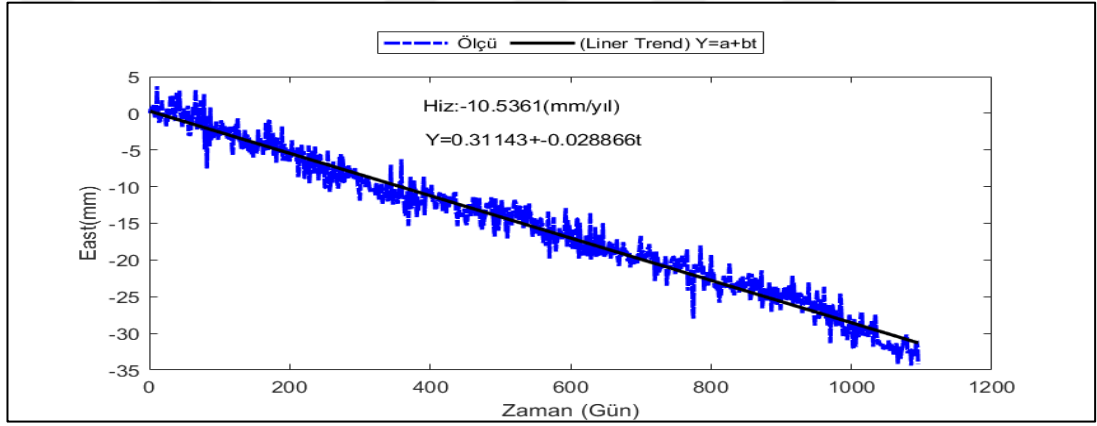
Şekil B.113. KAP1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



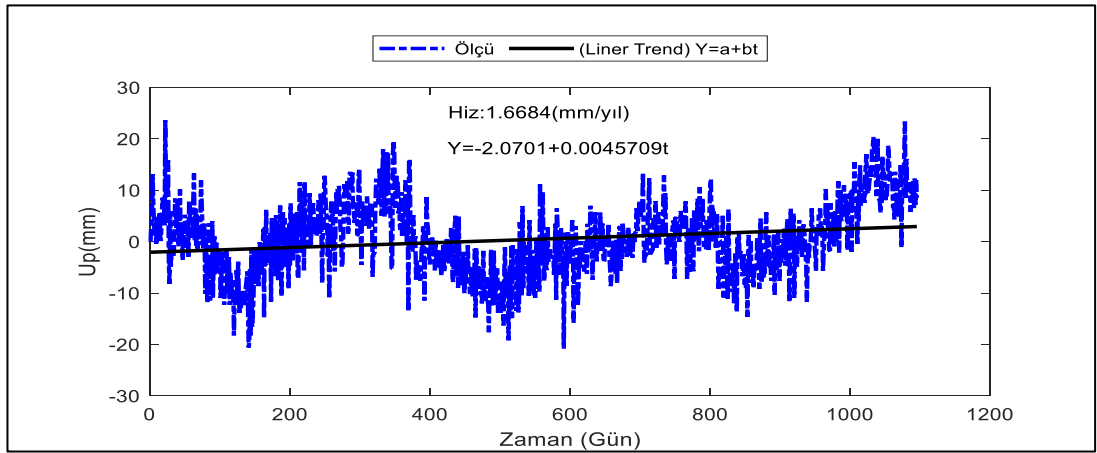
Şekil B.114. KAP1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



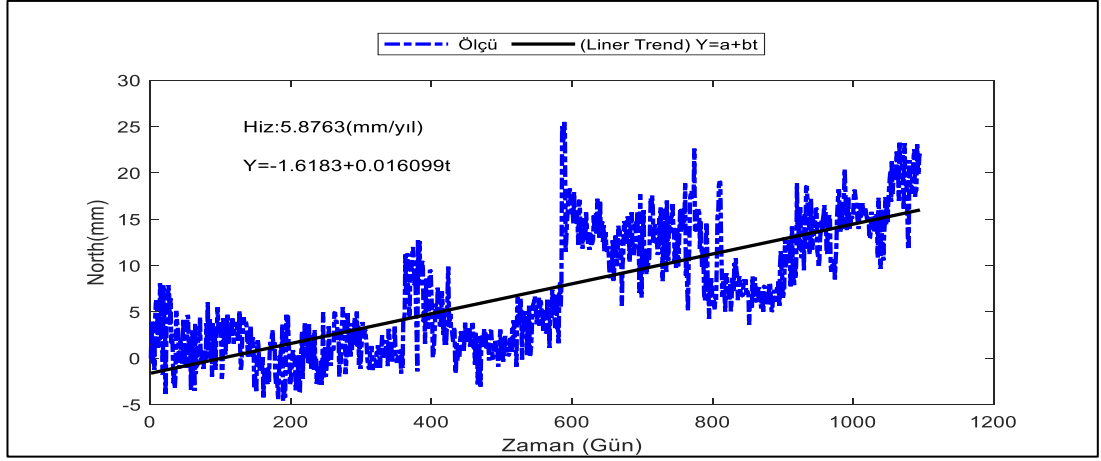
Şekil B.115. SSE1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



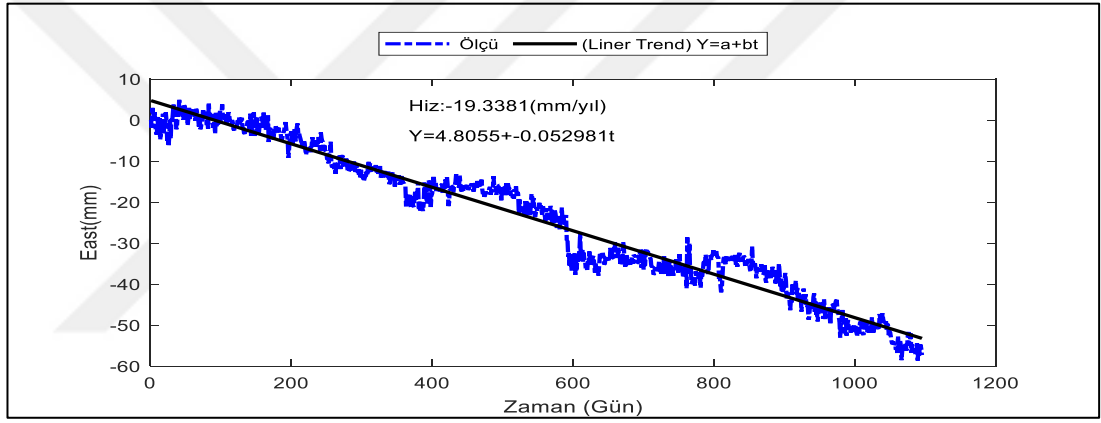
Şekil B.116. SSE1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



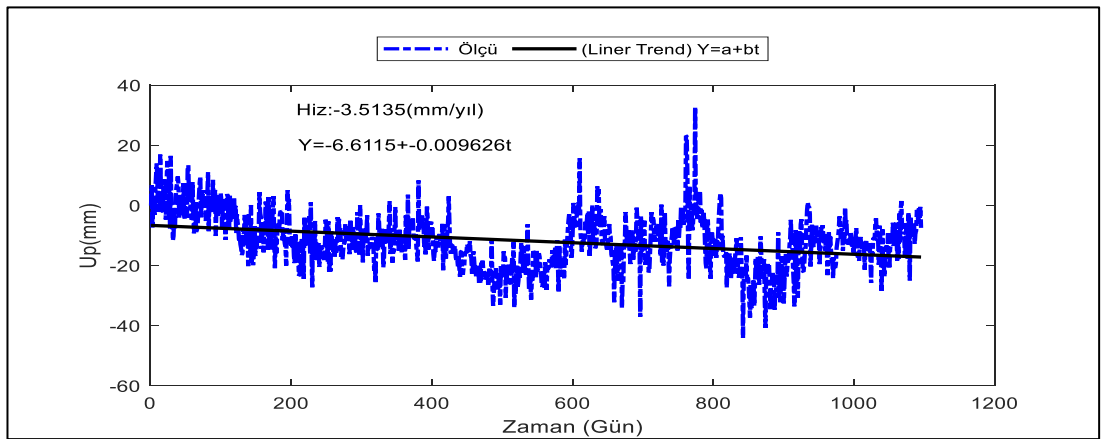
Şekil B.117. SSE1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



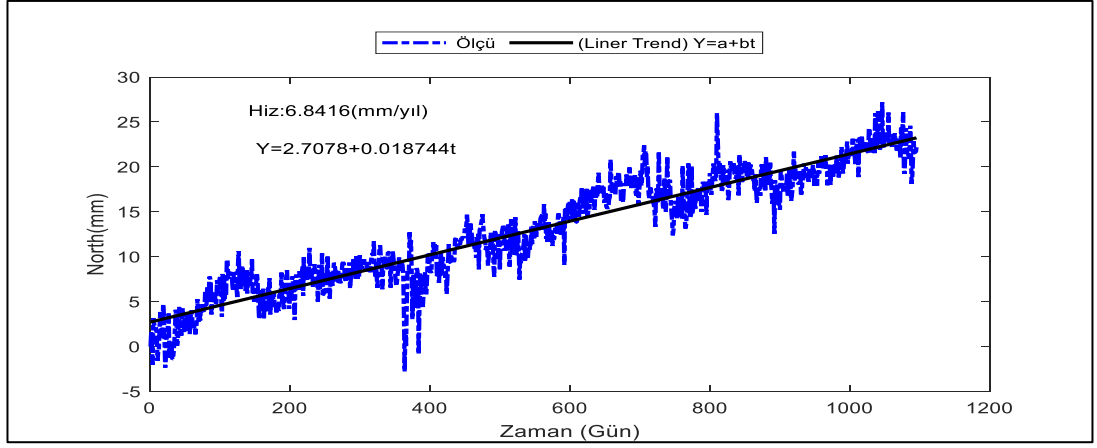
Şekil B.118. BOG1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



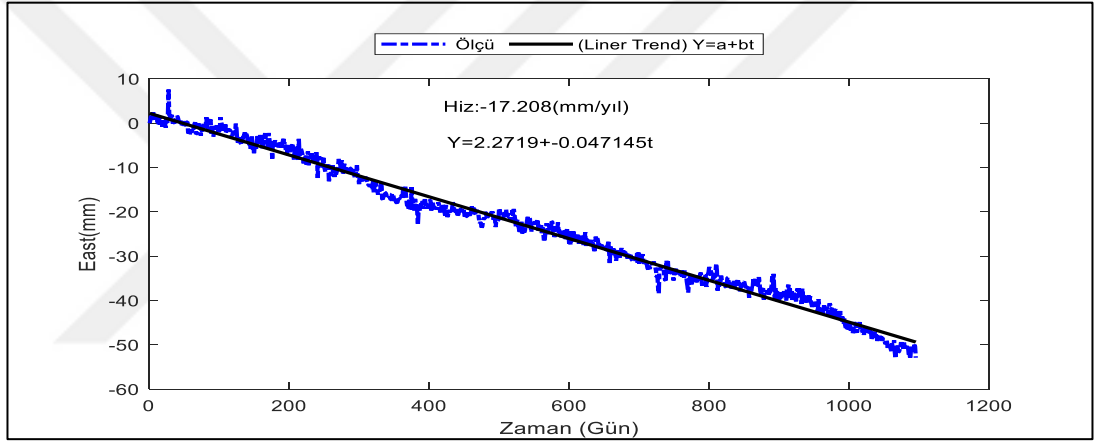
Şekil B.119. BOG1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



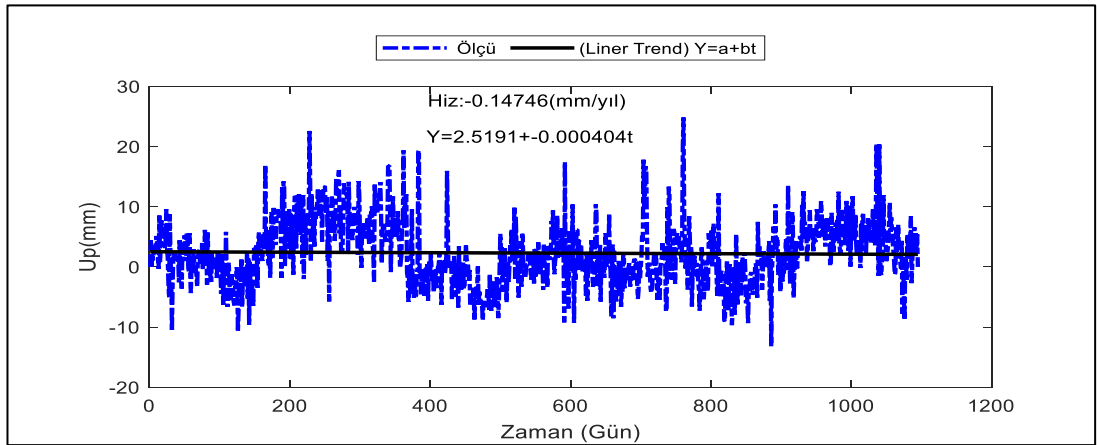
Şekil B.120. BOG1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



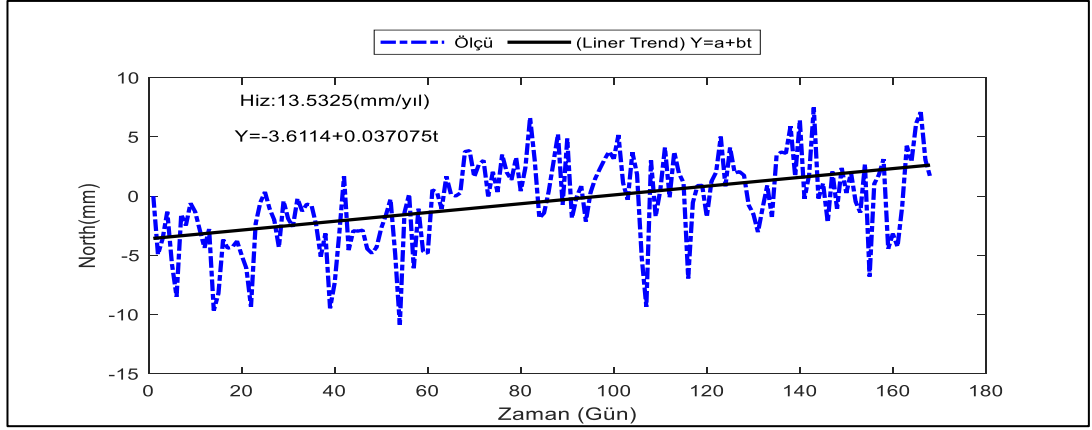
Şekil B.121. NIV1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



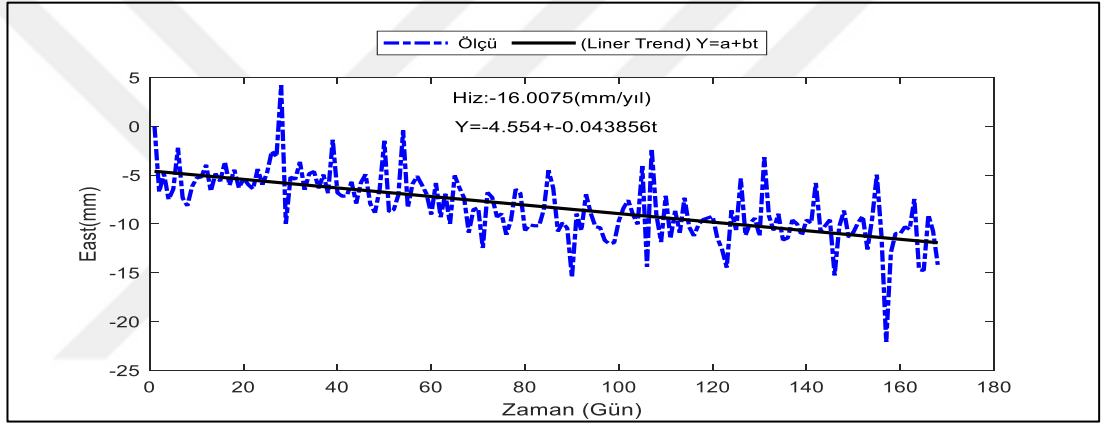
Şekil B.122. NIV1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



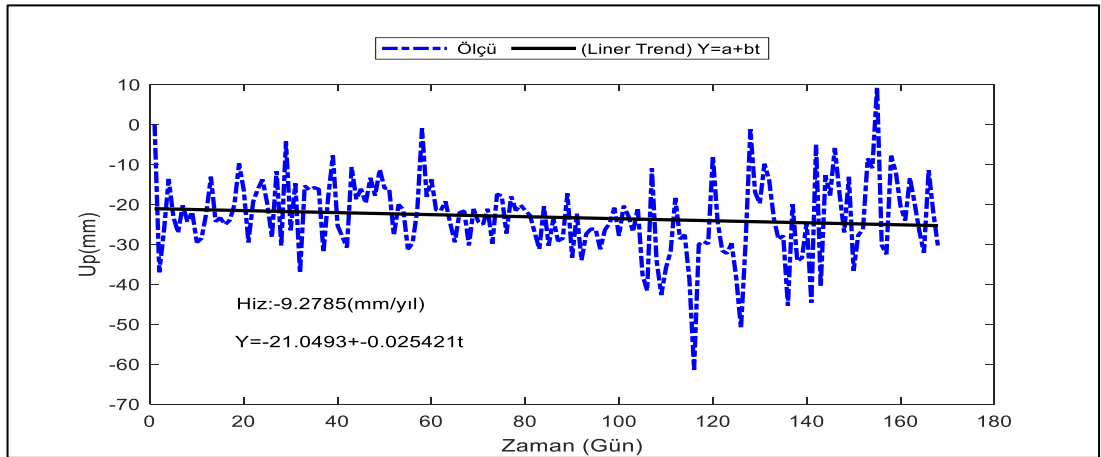
Şekil B.123. NIV1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



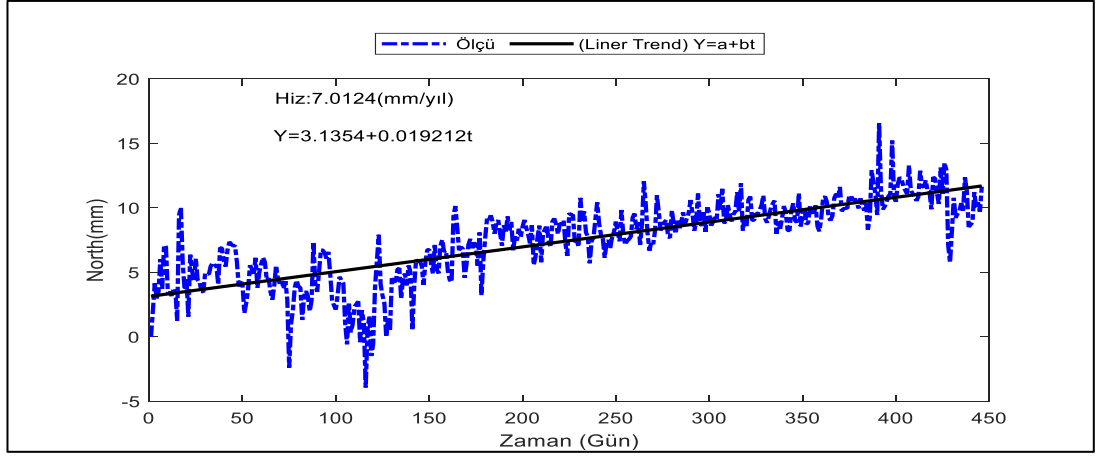
Şekil B.124. AKD1_1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



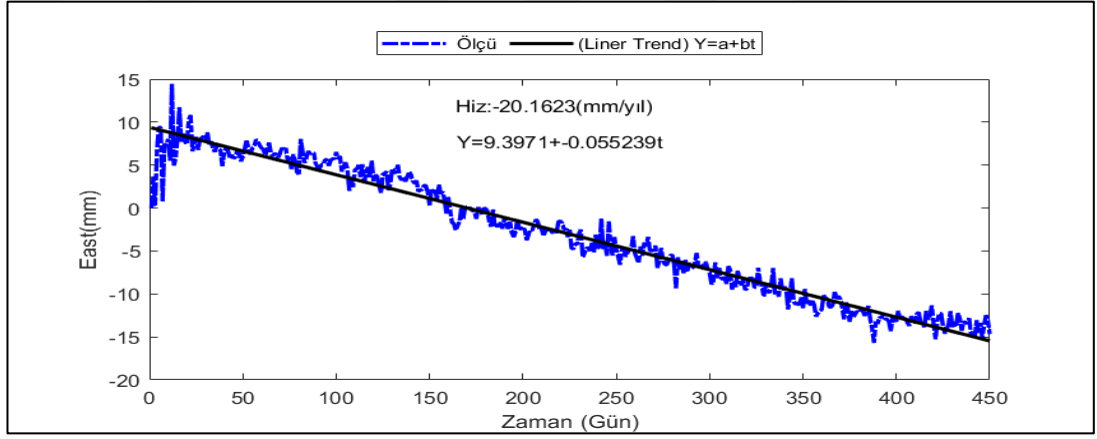
Şekil B.125. AKD1_1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



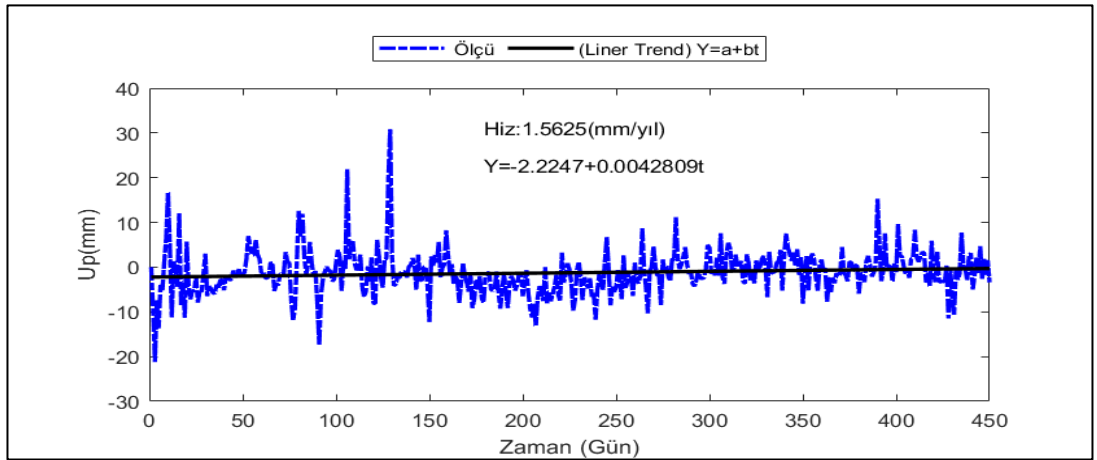
Şekil B.126. AKD1_1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



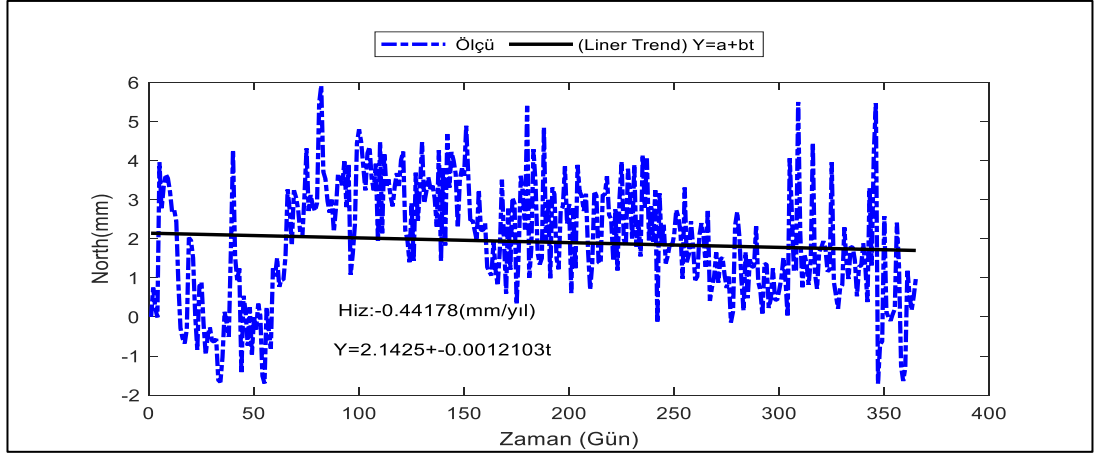
Şekil B.127. AKD1_2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



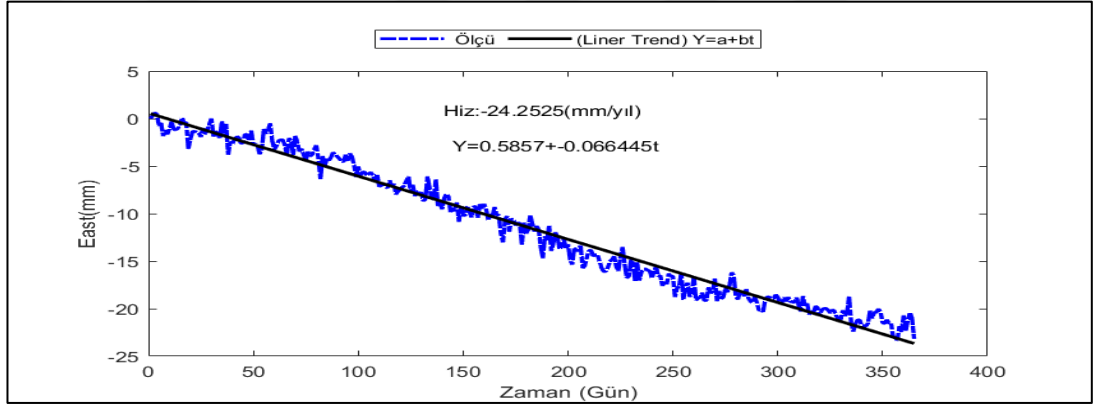
Şekil B.128. AKD1_2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



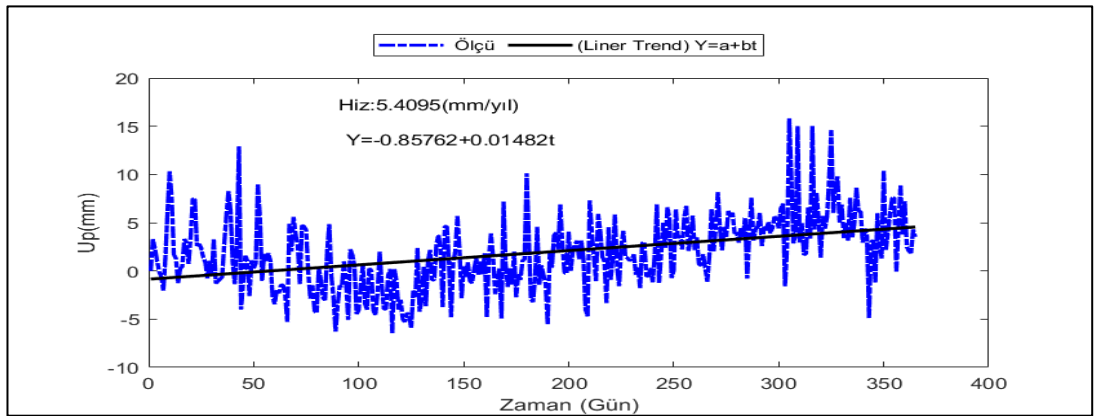
Şekil B.129. AKD1_2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



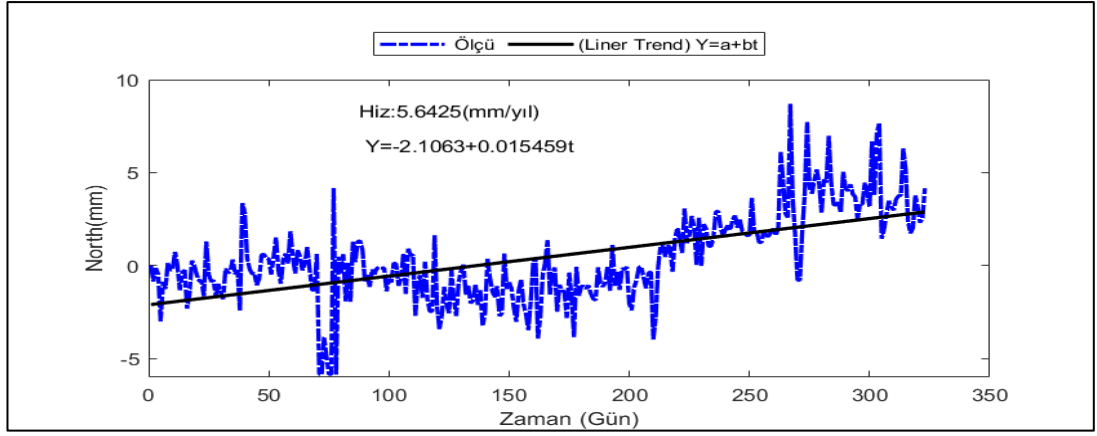
Şekil B.130. ANK2 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



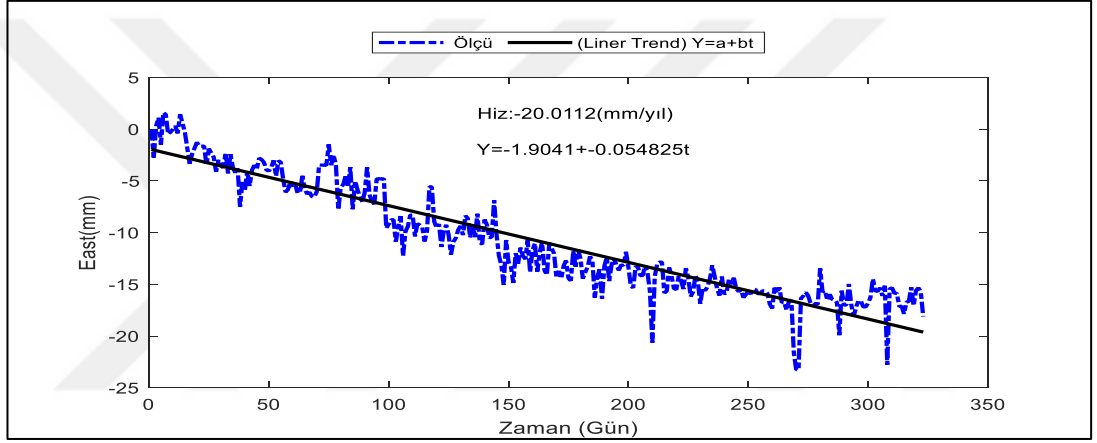
Şekil B.131. ANK2 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



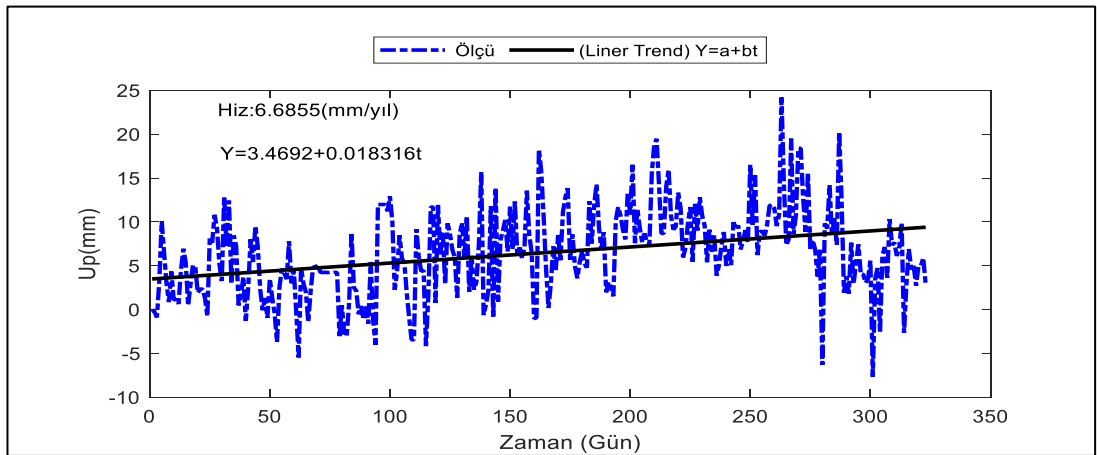
Şekil B.132. ANK2 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.



Şekil B.133. KIS1 kuzey koordinat zaman serileri ve lineer trend.



Şekil B.134. KIS1 doğu koordinat zaman serileri ve lineer trend.



Şekil B.135. KIS1 yükseklik koordinat zaman serileri ve lineer trend.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Abdulmalek REDHWAN

Doğum Yeri ve Tarihi :

E-posta adresi :

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği , 2015-2019

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, 2019-2021

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Hocalar Harita İnşaat Mühendislik, Aksaray, 10.07.2017-10.08.2017
2. KAD-TEM Mühendislik Müteahhitlik İnşaat Turizm San. ve Tic. A.Ş., Tokat, 11.09.2018-10.05.2019

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

1. Redhwan, A. and Erdoğan, H., 2021. Monitoring of Continuous GNSS Stations at Central Anatolia Region, Turkish Journal of Geosciences (Accepted).