T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

METEOROLOJİK DEĞİŞİMLERİN TUSAGA AKTİF (CORS-TR) İSTASYONLARINDAN ELDE EDİLEN KONUM BİLGİLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALPARSLAN ACAR

Prof. Dr. ÖMER YILDIRIM

TOKAT
2022

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

METEOROLOJİK DEĞİŞİMLERİN TUSAGA AKTİF (CORS-TR) İSTASYONLARINDAN ELDE EDİLEN KONUM BİLGİLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALPARSLAN ACAR

Danışman: Prof. Dr. ÖMER YILDIRIM

TOKAT-2022

Her hakkı saklıdır

TEZ BEYANI

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Ömer YILDIRIM danışmanlığında hazırlamış olduğum "Meteorolojik Değişimlerin TUSAGA Aktif (CORS-TR) İstasyonlarından Elde Edilen Konum Bilgileri Üzerine Etkisi" adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

Alparslan ACAR

JÜRİ KABUL VE ONAY

Prof. Dr. Ömer YILDIRIM danışmanlığında, Alparslan ACAR tarafından hazırlanan "Meteorolojik Değişimlerin TUSAGA Aktif (CORS-TR) İstasyonlarından Elde Edilen Konum Bilgileri Üzerine Etkisi" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 6 Eylül 2022 tarihinde yapılmış olup aşağıda jüri tarafından oy birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Ana Bilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Danışman Prof. Dr. Ömer YILDIRIM Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	.....
Üye Prof. Dr. Ersoy ARSLAN Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	.....
Üye Prof. Dr. Fatih POYRAZ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	.....

ONAY

……/……./……..

Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET

METEOROLOJİK DEĞİŞİMLERİN TUSAGA AKTİF (CORS-TR)
İSTASYONLARINDAN ELDE EDİLEN KONUM BİLGİLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Acar, Alparslan

Yüksek Lisans, Harita Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer Yıldırım

Eylül 2022, xii +119

2006 yılında TÜBİTAK'ın proje desteği ile başlayan 2009 yılında tamamlanan TUSAGA-Aktif sistemi gerçek zamanlı, anlık nokta konumunu belirlemek için geliştirilen sistemdir. Sistemin Kontrol merkezi, sürekli gözlem yapan istasyonlardan gelen 1 saniyelik verileri 24 saat ilkesine göre depolamaktadır. Bu veriler ağ hesapları ve düzeltmeler ile birlikte değerlendirilerek konum bilgileri gerçek zamanlı olarak cm mertebesinde hesaplanmaktadır.

Bu tezde, Meteorolojik değişimlerin TUSAGA-Aktif (CORS-TR) İstasyonlarının konum bilgileri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaç için TUSAGA Aktif (CORS TR) sisteminin faaliyete başladığı 2009 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede istasyon yer değişikliği yapılmayan KURU, SINP, BOYT, CORU, CANK, CMLD, KRBK, KSTM istasyonları seçilmiştir. KSTM istasyonuna ait 2016-2020 yıllarını kapsayan Kastamonu ili mevsim normal değerleri sıcaklık ve yağış miktarı yönünden irdelenmiştir. Bu değerler en az, en fazla ve ortalama değer kriterine göre Meteoroloji Genel Müdürlüğü MEVBIS verileri kullanılarak belirlenmiştir. Hesaplamalar için İstasyon noktalarının 2016-2020 yılları arasındaki 5 yıl 12 aylık ve her ayın 11. ve 20. günlerine ait onar günlük IGS standartlarındaki RINEX verileri kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar Leica Geo Office v8.x ile yapılmıştır. KSTM istasyonu bilinmeyen olarak alınmış diğer istasyon noktalarına dayalı olarak dengelenmiştir. KSTM istasyonuna ait hız vektörü hesaplamaları yapılmış ve ITRF96 2005.00 Epoğundaki koordinatları hesaplanmıştır. Hesaplanan koordinatlar TUSAGA-Aktif İstasyonlarının aynı epoktaki güncel koordinatları ile karşılaştırılarak yıllık, aylık, sıcaklık, yağış ve mevsimsel parametrelerine bağlı olarak ayrı ayrı kategorilerde incelenmiştir. Yapılan analizlerde tüm ölçülerin uyuşumlu olduğu istatistik yöntemle test edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: GNSS, TUSAGA-Aktif, RINEX, Leica Geo Office v8.x

ABSTRACT

THE EFFECT OF METEOROLOGICAL CHANGES ON LOCATION INFORMATION OBTAINED FROM TUSAGA AKTIF (CORS-TR) STATIONS

Acar, Alparslan

Master's Thesis, Geomatics Engineering

Advisor: Prof. Dr. Ömer Yıldırım

September 2022, xii +119

TUSAGA-Active system, which started with the project support of TUBITAK in 2006 and was completed in 2009, is a system developed to determine real-time instantaneous point positioning. The control center of the system stores the 1-second data coming from the stations that make continuous observations according to the 24-hour principle. These data are evaluated together with network calculations and corrections, and location information is calculated in cm order in real time.

In this thesis, the effects of meteorological changes on the location information of TUSAGA-Active (CORS-TR) Stations were investigated. For this purpose, KURU, SINP, BOYT, CORU, CANK, CMLD, KRBK, KSTM stations, which did not change their station location from 2009, when CORS TR system started to operate, until 2020, were selected. Seasonal normal values of Kastamonu province covering the years 2016-2020 of the KSTM station were examined in terms of temperature and precipitation. These values were determined using the MEVBIS data of the General Directorate of Meteorology according to the minimum, maximum and average value criteria. For the calculations, RINEX data in IGS standards for 5 years, 12 months and ten days of the 11th and 20th of each month between the years 2016-2020 of the station points were used. All calculations were performed by using Leica Geo Office v8.x. The KSTM station was taken as unknown and adjusted based on other station points. The velocity estimation calculations of the KSTM station were made and its coordinates in the ITRF96 2005.00 epoch were calculated. The calculated coordinates were compared with the current ones of the TUSAGA-Active Stations in the same epoch and examined in separate categories depending on the annual, monthly, temperature, precipitation and seasonal parameters. In the analyzes made, it was tested with the statistical method that all the measurements were compatible.

KEYWORDS: GNSS, TUSAGA-Aktif, RINEX, Leica Geo Office v8.x

TEŞEKKÜR

Öncelikle lisans eğitimimden başlayarak içinde bulunduğum sürece kadar her zaman yanımda olan, akademik eğitimin önemini anlatarak benim bu yolda başarılı bir şekilde ilerlememi sağlayan, böyle bir çalışmanın hazırlanmasında bilgi ve deneyimleriyle rehberlik edip katkıda bulunan, bir kişiye karşılıksız neler yapılabileceğini öğreten, değerli hocam ve tez danışmanım sayın Prof. Dr. Ömer YILDIRIM'a vermiş olduğu destekler için çok teşekkür ederim.

Tezimin çözümleme aşamalarında yararlandığım Leica Geo Office V8.x lisanslı yazılımını kullanma imkanı verdikleri için Sebat Proje ve Ali Fahri ÖZTEN bey'e çok teşekkür ederim. Çalışmalarımın her aşamasında yanımda olup karşılaştığım sorunların çözümünde bilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen Prof. Dr. Ersoy ARSLAN ve Arş. Gör. Ahmet DELEN hocalarıma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Harita Mühendisliği bölümündeki tüm çalışma arkadaşlarıma ve Sivas Cumhuriyet Üniversitesinde Öğretim Üyesi Prof. Dr. Fatih POYRAZ hocama çok teşekkür ederim.

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, benim bu günlere gelmemde en büyük emeğe sahip olan babam Ömer ACAR, annem Gülseren ACAR'a teşekkür ederim.

Desteğini her zaman gördüğüm eşim Ayşe' ye, kızlarım Ecren Beyza ve Zeynep Meyra' ya ve kardeşlerim Bünyamin, Ahmet ve eşimin ailesine çok teşekkür ederim.

Alparslan ACAR

Tokat, Eylül 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
SİMGELER VE KISALTMALAR vi
ŞEKİL LİSTESİ viii
ÇİZELGE LİSTESİ x
1. GİRİŞ 1
2. KÜRESEL NAVİGASYON UYDU SİSTEMLERİ (GNSS) 8
2.1. GPS 8
2.2. GLONASS 10
2.3. GALİLEO 12
2.4. BeiDou 13
2.5. Quasi-Zenith Uydu Sistemi (QZSS) 14
2.6. Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS) 14
3. GNSS AĞLARI 15
3.1. Uluslararası GNSS Ağı (IGS) 15
3.2. Ulusal GNSS Ağları 17
3.2.1 Amerika Birleşik Devletleri NGS ağı 18
3.2.2 Almanya SAPOS ağı 19
3.2.3 Japonya GEONET ağı 20
3.3. TUSAGA-Aktif (CORS-TR) Ağı 21
4. RINEX (Receiver Independent Exchange) 26
5. UYGULAMA 30
5.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi 30
5.2. İstasyonlarının Meteorolojik Zaman Dilimlerinin Belirlenmesi . 31
5.3. Uygulamada Kullanılacak Verilerin Elde Edilmesi 32
5.4. Veri Analizi 35
5.5. Analizlerin Doğruluk Değerlendirilmesi 53

5.5.1 Yıllık bazda konumsal değişimler 56
5.5.2 Aylık bazda konumsal değişimler 63
5.5.3 Sıcaklık değişimleri yönünden konumsal değişimler 72
5.5.4 Yağış miktarı yönünden konumsal değişimleri 79
5.5.5 Mevsimsel bazda konumsal değişimler 85
6. BULGULAR ve TARTIŞMA 102
7. SONUÇLAR 109
KAYNAKLAR 115
ÖZGEÇMİŞ ..... Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	**Açıklama**
D_x, D_y , D_z	Koordinat farkları
m_x , m_y , m_z	Ölçülerin Karesel Ortalama hataları
m_{Dx} , m_{Dy} , m_{Dz}	Farkların Karesel Ortalama hataları
T_x, T_y, T_z	"T" Test Büyüklüğü Değerleri

Kısaltmalar	**Açıklama**
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AFAD	Acil Durum Yönetim Başkanlığı
BDS	BeiDou Satellite System
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CDMA	Code Division Multiple Access
CORS	Continuously Operating Reference Stations
DGPS	Diferansiyel GPS
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
ED50	European Datum 1950
ESA	Avrupa Uzay Ajansı
EGEP	European GNSS Evolution Programme
GLONASS	Global Navigation Satellite System (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema)
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GEO	Geosynchronous Equatorial Orbit
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications

FDMA	Frequency Division Multiple Access
HGK	Harita Genel Komutanlığı
IAG	Uluslararası Jeodezi Birliği
IGS	International GNSS Service
IGSO	Inclined Geostationary Orbit
IRNSS	Indian Regional Navigation Satellite System
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
IERS	International Earth Rotation and Reference Systems
İKÜ	İstanbul Kültür Üniversitesi
İGL	GLONASS uydularına ait hassas yörünge bilgileri
İGS	GPS uydularına ait hassas yörünge bilgileri
KKTC	Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
LGO	Leica Geo Office
MEO	Orta Dünya Yörüngesi
MELCO	Mitsubishi Electric Corporation
MTA	Maden Teknik Arama
NGS	National Geodetic Survey
NOAA	National Oceanic Atmospheric Administration
NSRS	Ulusal Uzay Referans Sistemi
PPP	Precise Point Positioning
RINEX	Receiver Independent Exchange Format
RTK	Real Time Kinematik
RTCM	Radio Technical Commission for Aeronaustics
TAKBİS	Tapu Kadastro Bilgi Sistemi
TKGM	Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
TUSAGA-Aktif	Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif
TUSAGA	Türkiye Ulusal Sabit GNSS ağı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2. 1. GPS uyduları ve özellikleri (Anonim1, 2021) 10
Şekil 2. 2. GLONASS uyduları ve özellikleri (Anonim3, 2021) 11
Şekil 2. 3. GALİLEO uydusu ve özellikleri (Anonim4, 2021) 13
Şekil 3.1. IGS ağı nokta dağılımı (Anonim17, 2021) 16
Şekil 3.2. Çeşitli ülkelerdeki GNSS/CORS ağları (Gökdaş ve Özlüdemir, 2021) 18
Şekil 3.3. NGS CORS ağı nokta dağılımı (Anonim11, 2021) 19
Şekil 3.4. SAPOS CORS ağı nokta dağılımı (Anonim12, 2021) 20
Şekil 3.5. GEONET CORS ağı nokta dağılımı (Anonim13, 2021) 21
Şekil 3. 6. TUSAGA-Aktif İstasyonuna ait Pilye Örnekleri (Yıldırım, 2011) 23
Şekil 3. 7. TUSAGA-Aktif Kontrol Merkezleri (Cankurt, 2019) 24
Şekil 3. 8 TUSAGA-Aktif CORS TR ağı istasyon haritası (Anonim18, 2021) 25
Şekil 4. 1 RINEX 2.11 sürümü gözlem dosyası başlık bölümü (Anonim16, 2021) 28
Şekil 4. 2. RINEX 2.11 sürümü gözlem dosyası kayıt bölümü (Anonim16, 2021) 29
Şekil 5. 1 TUSAGA-Aktif Web portalı giriş ve 30 sn RINEX veri indirme ekranı 33
Şekil 5. 2. Hassas yörünge bilgileri indirme ekranı 34
Şekil 5. 3 GNSS alıcı anteni kalibrasyon değerlerini indirme ekranı 35
Şekil 5. 4. RINEX veri klasörleri ve dosyaları 35
Şekil 5. 5 Hassas yörünge bilgileri klasörleri ve dosyalar 36
Şekil 5. 6. LGO yeni proje açılması ve proje ayarları 37
Şekil 5. 7. RINEX verilerinin yazılıma aktarılma ekranı 38
Şekil 5. 8. RINEX verilerin proje içerisine aktarılma ekranı 39
Şekil 5. 9. Hassas yörünge bilgileri yükleme ekranı 39
Şekil 5. 10. Anten kalibrasyon aktarım ekranı 40
Şekil 5. 11. GPS Proc LGO değerlendirme ekranı 40
Şekil 5. 12. GPS-Proc değerlendirme parametreleri ekranı 41
Şekil 5. 13. Baz değerlendirme ekranı 42
Şekil 5. 14. Hatalı çözüm bilgi ekranı 42
Şekil 5. 15. Hatalı bazlar ve gözlem ekranı 43
Şekil 5. 16. Ocak 2016 yılına ait baz değerlendirme ekranı 44
Şekil 5. 17. Ocak 2016 zamanına ait kartezyen koordinatlar 44
Şekil 5. 18. Ocak 2016 yılına ait epok kaydırma hesap ekranı 45
Şekil 5. 19. ASCII data (Koordinat) ekleme ekranı 46
Şekil 5. 20. ASCII data ekleme ekranı 47
Şekil 5. 21. ASCII data ekleme ekranı 48

Şekil 5. 22. Dayalı dengeleme işlem ekranı 48
Şekil 5. 23. İstasyonlara ait Baz Uzunlukları 50
Şekil 5. 24. Ocak 2016 zamanı için 2005.00 epoğunda koordinat hesap görüntüsü 51

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 4.1. RINEX EPN/IGS'de halihazırda kullanılan formatlar(Anonim15, 2021) 27
Çizelge 5. 1. Çalışma alanı koordinatları 30
Çizelge 5. 2. Mevsim normalleri periyodu (1991-2020) (Anonim20, 2021) 31
Çizelge 5. 3. Çalışma alanına ait aylık ve mevsimsel ortalamalar 32
Çizelge 5. 4. Veri analiz ve değerlendirme işlem adımları 37
Çizelge 5. 5. Dengelenmiş KSTM istasyonuna ait kartezyen koordinatlar 49
Çizelge 5. 6. Ocak 2016 KSTM istasyon noktası hız vektörü hesap çizelgesi 51
Çizelge 5. 7. KSTM istasyonuna ait çözümlenmiş kartezyen koordinatlar 52
Çizelge 5. 8. KSTM istasyonuna ait hesaplanmış X, Y, Z kartezyen koordinat değerleri 54
Çizelge 5. 9. Yıllık bazda KSTM istasyonu X koordinatına ait hesaplar 56
Çizelge 5. 10. Yıllık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları 57
Çizelge 5. 11. KSTM istasyonu X koordinat farkları 58
Çizelge 5. 12. KSTM istasyonu X koordinatı test büyüklükleri 58
Çizelge 5. 13. Yıllık bazda KSTM istasyonu Y koordinatına ait hesaplar 59
Çizelge 5. 14. Yıllık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları 59
Çizelge 5. 15. KSTM istasyonu Y koordinat farkları 60
Çizelge 5. 16. KSTM istasyonu Y koordinatı test büyüklükleri 60
Çizelge 5. 17. Yıllık bazda KSTM istasyonu Z koordinatına ait hesaplar 61
Çizelge 5. 18. Yıllık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları 61
Çizelge 5. 19. KSTM istasyonu Z koordinat farkları 62
Çizelge 5. 20. KSTM istasyonu Z koordinatı test büyüklükleri 62
Çizelge 5. 21. Aylık bazda KSTM istasyonu X koordinatına ait hesaplar 63
Çizelge 5. 22. Aylık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları 64
Çizelge 5. 23. KSTM istasyonu X koordinatı farkları 65
Çizelge 5. 24. KSTM istasyonu X koordinatı test büyüklükleri 65
Çizelge 5. 25. Aylık bazda KSTM istasyonu Y koordinatı test büyüklükleri hesap ekranı 66
Çizelge 5. 26. Aylık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları 67
Çizelge 5. 27. KSTM istasyonu Y koordinatı farkları 68
Çizelge 5. 28. KSTM istasyonu Y koordinatı test büyüklük grafik ekranı 68
Çizelge 5. 29. Aylık bazda KSTM istasyonu Z koordinatı test büyüklükleri hesap ekranı 69
Çizelge 5. 30. Aylık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları 70
Çizelge 5. 31. KSTM istasyonu Z koordinatı farkları 71
Çizelge 5. 32. KSTM istasyonu Z koordinatı test büyüklük grafik ekranı 71
Çizelge 5. 33. KSTM istasyonunun sıcaklık değişim kriterine göre yapılan hesaplar 73

Çizelge 5. 34. KSTM istasyonu sıcaklık değişimine göre yapılan istatistiksel test 74
Çizelge 5. 35. KSTM istasyon noktasının sıcaklık değişimlerine göre koordinat farkları.....75
Çizelge 5. 36. KSTM istasyonu sıcaklık değişim kriterlerine göre test büyüklükleri.....76
Çizelge 5. 37. KSTM istasyonu yağış miktarı kriterine göre yapılan hesaplamalar 80
Çizelge 5. 38. KSTM istasyonu yağış miktarına göre yapılan istatistiksel test sonuçları.....81
Çizelge 5. 39. KSTM istasyon noktasının yağış miktarına göre koordinat farkları 82
Çizelge 5. 40. KSTM istasyonu yağış miktarına göre test büyüklükleri.....83
Çizelge 5. 41. KSTM istasyonu İlkbahar ayları için konumsal hesaplamalar.....86
Çizelge 5. 42. KSTM istasyonu İlkbahar ayları için test büyüklük karşılaştırmaları.....87
Çizelge 5. 43. KSTM istasyon noktasının İlkbahar aylarına ait koordinat farkları.....88
Çizelge 5. 44. KSTM istasyon noktasının İlkbahar aylarına ait test büyüklükleri.....89
Çizelge 5. 45. KSTM istasyonu Yaz ayları için konumsal hesaplamalar 90
Çizelge 5. 46. KSTM istasyonu Yaz ayları için test büyüklük karşılaştırmaları 91
Çizelge 5. 47. KSTM istasyon noktasının Yaz aylarına ait koordinat farkları.....92
Çizelge 5. 48. KSTM istasyon noktasının Yaz aylarına ait test büyüklükleri.....93
Çizelge 5. 49. KSTM istasyonu Sonbahar ayları için konumsal hesaplamalar.....94
Çizelge 5. 50. KSTM istasyonu Sonbahar ayları için test büyüklük karşılaştırmaları 95
Çizelge 5. 51. KSTM istasyon noktasının Sonbahar aylarına ait koordinat farkları 96
Çizelge 5. 52. KSTM istasyon noktasının Sonbahar aylarına ait test büyüklükleri 97
Çizelge 5. 53. KSTM istasyonu Kış ayları için konumsal hesaplamalar 98
Çizelge 5. 54. KSTM istasyonu Kış ayları için test büyüklük karşılaştırmaları 99
Çizelge 5. 55. KSTM istasyon noktasının Kış aylarına ait koordinat farkları 100
Çizelge 5. 56. KSTM istasyon noktasının Kış aylarına ait test büyüklükleri.....101
Çizelge 6. 1 KSTM istasyonuna ait yıllık bazda hesaplanan karesel ortalama hatalar 102
Çizelge 6. 2 KSTM istasyonuna ait aylık bazda hesaplanan karesel ortalama hatalar.....103
Çizelge 6. 3. KSTM istasyonu sıcak kriterine göre belirlenen aylara ait karesel ortalama hatalar.....104
Çizelge 6. 4. KSTM istasyonu yağış miktarı kriterine göre belirlenen aylara ait karesel ortalama hatalar.....105
Çizelge 6. 5. KSTM istasyonu mevsimlere göre hesaplanan karesel ortalama hata (İlkbahar).....106
Çizelge 6. 6. KSTM istasyonu Mevsimlere Göre Hesaplanan Karesel ortalama hata (Yaz).....107
Çizelge 6. 7. KSTM istasyonu mevsimlere göre hesaplanan karesel ortalama hata (Sonbahar).....108
Çizelge 6. 8. KSTM istasyonu mevsimlere göre hesaplanan karesel ortalama hata (Kış).....108
Çizelge 7. 1 Tüm kriterler için minimum ve maksimum değerlere göre karesel ortalama hatalar.....110
Çizelge 7. 2 KSTM istasyonuna ait yatay yönde konum değişim hesapları 112
Çizelge 7. 3 KSTM istasyonuna ait Z ekseni yönündeki koordinatı farklarına ait hesaplar 112

Çizelge 7. 4 KSTM istasyonu yatay yönde konum değişim grafiği 113
Çizelge 7. 5 KSTM istasyonu Z ekseni yönündeki değişim miktarı 113

1. GİRİŞ

Dünya üzerindeki bir noktanın konumunun anlık veya farklı teknikler kullanılarak belirlenmesi ilkesine dayanan, teknolojinin gelişmesine paralel bir şekilde kullanım alanı genişleyen Küresel Konumlama sistemi hayatımızın her alanında önemini giderek artırmaktadır. 1970'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlayan küresel konumlandırma sistemi Amerika Birleşik Devletlerinin 1978 yılında ilk GPS uydusunu yörüngeye yerleştirmesi birlikte önemini daha da artmıştır. Önceleri askeri amaçlar için tasarlanan küresel konumlandırma sistemleri artık sivil kullanıcıların bilimsel veya ticari olarak yaptıkları çalışmalarda da kullanılmaktadır. Küresel konumlandırma sisteminin ana prensibi eski ölçme tekniklerinden olan "geriden kestirme" yöntemine dayanmaktadır. Uydulardan yayılan sinyaller yardımı ile iki nokta arasındaki uzaklıklar belirlenebilir. Sinyalin uydudan yayınlandığı süre ile alıcı tarafından kayıt altına alınan süre hassas bir şekilde ölçülür, sinyalin yayılma hızı bilindiğinden bu hız ile aradaki sürenin çarpılması suretiyle aradaki mesafe bulunur. Aradaki mesafe ve zamana karşı uydu koordinatları da bilindiğinden alıcının koordinatları hesaplanabilir. Burada konum bilgileri elde etmeye çalışırken konum hassasiyetini etkileyecek birçok hata kaynakları da ortaya çıkabilir. Örnek verecek olursak uydu saat ve yörünge hataları, anten faz merkezi ve alıcı saat hataları, iyonosferik, troposferik etkilerinde olduğu atmosferik hatalar, sinyal yansıma etkisinden kaynaklı hatalar sayılabilir. Bu hataların giderilmesi yeryüzündeki bir noktanın anlık ve yüksek doğrulukta konum ve hızlarının belirlenmesine olanak sağlar.

Sabit ve sürekli gözlem yapan referans ağlar fikrinin oluşması gökyüzündeki uydu sistemleri ve yeryüzündeki istasyonlar arasında bir bağlantının kurulması gerekliliğini doğurmuştur. Bu amaç ile ulusal ve uluslararası yerel ağlar oluşturulmuştur. Bu ağlar çalışma yapılacak alanlara göre anlık veya post-process olarak hizmet vermenin yanı sıra uydu saat düzeltmeleri, iyonosferik düzeltmeler, troposferik düzeltmeler, uydu yörünge bilgileri kullanıcılara ulaştırılmasını sağlayan ağlardır. Bu ağlardan sağlanan veriler GNSS alıcısı üreten firmalar tarafından kendi veri formatlarında kayıt edilip saklanmaktadırlar. RİNEX yani alıcıdan bağımsız bir format oluşturulması fikri bu sebepten dolayı ortaya çıkmıştır. RINEX formatı Bern Üniversitesi Astronomi enstitüsü tarafından önerilmiş ve yapılan çalıştay da kabul edilerek ilk temelleri atılmıştır. RINEX

format versiyonları ile hangi marka uydu alıcı olursa olsun verilerin tek bir formata dönüştürmesine imkan tanımıştır. Bu format ile jeodezik ölçümlerin değerlendirildiği yazılımlar ile daha pratik bir şekilde kullanılabilecektir.

Global Konum Belirleme Sistemi (GPS) 1978 yılında Amerika Birleşik Devletleri ilk uydusunu yörüngeye yerleştirilmesinden itibaren bu alandaki çalışmalar hızlanarak devam etmiştir. 1980 yıllarda sivil kullanıma açıldığında tüm sistemin 24 uydudan oluşması planlanmıştı. Bu plan kullanıcıların, özellikle jeodezik araştırmacıların, GPS uydu konuşlandırılmasının tek tip bir dağılım sağlayacağını düşünmesine sebep oldu. Başka bir değişle herhangi bir yerdeki gözlemcinin tüm azimut ve yükseklik açılarında sorunsuz olarak uydulara gözlem yapabileceği gibi bir algı oluşmasına neden olmuştur. Ancak GPS in sivil kullanıma açılmasıyla birlikte GPS uydu görünürlüğünün kuzey enlemlerde yeterli kapsama alanı sağlamadığı hatta coğrafi bölgeye ve gözlemcinin enlemine bağlı olarak değiştiği fark edilmiştir. GPS uydu dağılımındaki bu durum özellikle gerçek zamanlı konum belirleme ve navigasyon uygulamalarında bir handikap olarak ortaya çıkmıştır (Gündüz, 2019; Mutlu ve Kahveci,2019).

Bu alanda yapılan hızlı çalışmalar sayesinde GPS sistemine alternatif Global Navigasyon Uydu Sistemleri (Global Navigation Satellite System: GNSS) olarak adlandırılan farklı ülkelere ait Rus GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikova Sistema), Avrupa Birliği GALILEO, Çin Beidou, Hindistan IRNSS, Japonya QZSS uydu sistemlerini geliştirilmeye başlanmıştır (Gündüz, 2019).

Küresel uydu konumlandırma sistemi (GNSS) bir referans alıcının konumunu, dünyanın herhangi bir yerinde tespit etmek için kullanılan, farklı uydu sistemlerinin bir arada bulunduğunu ifade eden genel terimdir. 1980'li yıllarda uydularla konum belirleme için ABD Savunma Dairesi tarafından geliştirilmiş GPS ile başlayan bu serüven, Rusya'nın geliştirdiği GLONASS, Avrupa'nın GALİLEO sistemi ve Çin'in Beidou ile birlikte hizmet vermeye başlaması sonucu GNSS adını almıştır. GNSS; nokta konumu belirleme, askeri uygulamalar, atmosfer fiziği gibi çalışma konularında hızlı, güvenilir ve ekonomik çözümler sağlaması nedeni ile günümüzde en çok tercih edilen ve dünyanın her yerinde yaygın olarak kullanılan bir teknoloji olmuştur (Li, 2016).

Navigasyon ve ulaşım uygulamaları, meteorolojik amaçlı çalışmalar, tarım ve hidroloji alanları, jeodezik ölçmeler, coğrafi bilgi sistemleri amaçlı veri toplama, uzaktan algılama, yerbilimi çalışmaları gibi gittikçe farklılaşan ve çeşitleri artan uygulama alanlarında GNSS tekniği uygulamaları, verilerin belirli standartlarda toplanması, değerlendirilmesi ve farklı yöntemler için pek çok kullanıcıya ulaştırılması için global izleme sistemi haline gelmiştir (Pektaş,2010).

Bu ağlar çalışma konularına hem anlık hem de post-process olarak araştırma imkânı vermenin yanı sıra; iyonosfer, troposfer düzeltmeleri, saat düzeltmeleri, uydu yörünge efemerisi vb. bilgiler kullanıcılara aktarılmaktadır. Ağların farklı kurum/kuruluşlar tarafından iyileştirilmesi, korunması ve devamlılığı sağlanmaktadır. Bu ağlar global kullanılan IGS ve Türkiye'de de bölgesel olarak kullanılan, hem post-process hem de anlık olarak nokta konumlaya imkan veren Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı-Aktif (TUSAGA-Aktif) ağları örnek olarak verilebilir (Bülbül, 2018).

Sürekli gözlem yapan aynı zamanda Ağ-RTK tekniği ile çalışan birçok ülkeye ait sabit GNSS istasyonları ağları (CORS - Continuously Operating Reference Station) bulunmaktadır. Ülkemizde ise Mayıs 2009'dan beri faaliyet gösteren, KKTC'de 4 adet olmak üzere 159 adet istasyondan oluşan bütün ülkeyi kapsayan TUSAGA-Aktif (CORS-TR) sistemi bulunmaktadır. Günümüzde CORS ağlarındaki noktalara ait statik GNSS gözlemleri veya herhangi bir noktada yapılan statik GNSS gözlemleri kullanılarak deformasyon analizleri yapılabilmektedir (Gündüz, 2019).

GNSS (Global Navigation Satellite Systems), bir GNSS alıcısının coğrafi konumunu Dünya'nın herhangi bir yerinde tespit etmek için kullanılan bir uydu sistemlerine verilen genel isimdir. Amerika Birleşik Devletleri'nin sahip olduğu (GPS) ve Rusya'nın geliştirdiği GLONASS, Avrupa'nın Galileo sistemi ve Çin'in Beidou olmak üzere dört farklı GNSS sistemi şu anda faaliyettedir. GNSS sistemlerinin her biri, bir yer istasyonları ağı ile birlikte gökyüzünde kepler yasalarına bağımlı bir şekilde çalışan uydu takımlarını kullanır. Şu anda 70'den fazla uydu hâlihazırda çalışmaktadır ve dört sistemin tamamen faaliyete geçmesinden sonra yaklaşık 120 uydu mevcut olacaktır. Bu hem bilimsel hem de mühendislik uygulamaları açısında büyük fırsatlar getirecektir (Li, 2016).

Uydularla Konum Belirleme Sistemi GNSS nokta konumlarının belirlenmesi, atmosferik çalışmalar, navigasyon hizmetleri, yerel ve global deformasyon ölçmeleri, şehir planlaması ve arazi yönetimi gibi farklı amaçlara uzanan geniş bir alanda kendisine uygulama alanı bulmaktadır. Harita Mühendisliği açısından kapsamlı bir yere sahip olan GNSS tekniği ile hassas konum bilgisinin ya da çalışma kapsamındaki atmosfer modellemelerinin elde edilebilmesi için rölatif (bağıl) ve mutlak konum belirleme başta olmak üzere farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bir başka ifade ile GNSS sistemlerinde konum belirmek için, sinyalin uydudan iletildiği zaman ile sinyalin alıcıda alındığı zaman farkı alınır. Bu zaman farkına göre, bir alıcı ve bir uydu arasındaki mesafe belirlenebilir. Navigasyon mesajında uyduların konum koordinatları kullanılarak uyduların pozisyon koordinatları alınabileceği için, kullanıcıların pozisyonu uzayda geriden kestirme esasına dayanarak hesaplanabilir. Nominal olarak üç uydu, kullanıcıların Dünya yüzeyindeki konumunu belirleyebilir fakat alıcı saat hatasının giderilebilmesi için en az dört uydu gereklidir (Cai, 2009).

İlgili çalışmalarda etkin olarak kullanılan bu yöntemlerin zaman içerisinde sürekli geliştirilebilmesi, kullanıcılar için emek, zaman, maliyet ve doğruluk gibi faktörler göz önüne getirildiğinde önemli faydalar sağlamıştır (Cai, 2009; Öcalan, 2015).

GNSS ölçmelerinde kullanılan cihazlar kullanımı kolaylığı nedeniyle ekonomik bir yöntemdir. Ancak tüp geçit, tünel yapımı, madencilik ölçmeleri vb. gibi kapalı alanlarda çalışma zorunluluğu olan uygulamalarda GNSS tekniği kullanılamamaktadır. Çünkü GNSS alıcısının uydu sinyallerini alabilmesi için gökyüzünü görme zorunluluğu vardır. Bununla beraber Radyo,Televizyon vericilerine, GSM(Global System for Mobile Communications) operatörlerinin vericilerine çok yakın tesis edilen noktalarda GNSS ölçülerinde sorunlarla karşılaşıldığı görülmüştür (Yıldırım, 2007).

Ulusal ve Uluslararası alanlarda CORS ağları ile ilgili yapılan bilimsel araştırmalar bulunmaktadır. Daha önce yapılan bu çalışmaların başlıcaları aşağıda verilmiştir;

Bilgen ve ark. (2021), tarafından hazırlanan makalede TUSAGA-Aktif İstasyonlarındaki Meteorolojik Hava Olaylarının Hassas Nokta Konumlamaya etkisi araştırılmıştır. Çalışmada Batı, Orta ve Doğu Anadolu'da ikişer adet TUSAGA-Aktif istasyonu seçilmiştir. Bu istasyonlara ait veri kayıt aralığı 30 saniye olan 30 gün 24 saatlik, veriler kullanılmıştır. Bu veriler internet tabanlı PPP servislerinden GAPS, MAgicGNSS ve CSRS ile değerlendirmesi yapılmıştır. Hesaplanan karesel ortalama hata yardımı ile meteorolojik hava olaylarının PPP konum doğruluğuna olan etkileri araştırılmış, sonuçlar birbirleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Genellikle İnternet tabanlı tüm PPP servislerinde güneşli günlerde en iyi karesel ortalama hata değeri elde edilmiştir. Koordinat eksenleri yönünde ortalama hataların çoğu ± 10 cm'nin altında kalmıştır. Karlı hava durumlarına geçildiğinde konum ortalama hataları hafif bir artış gösterse de çoğunlukla ± 10 cm'nin altında kalmıştır. Bu çalışmada konum doğrulukları araştırılan internet tabanlı PPP servisleri tüm hava koşullarında jeodezik uygulama için gerekli doğruluğu sağladığını belirtmiştir.

Bos ve ark. (2010), tarafından hazırlanan uluslararası makalede, Zaman serileri kullanılarak sürekli gözlem yapan 4 adet GNSS istasyonunun koordinat ve hızları bulunmuştur. Bulunan koordinat ve hızların mevsimsel etkilerin bulunduğu ve bu etkilerin nelerden kaynaklandığı belirtilmiştir. İstasyonlar için mevsimsel etki bulunan ve bulunmayan zaman serileri kullanılarak aralarındaki farklar araştırılmıştır. Ayrıca GPS sinyallerindeki mevsimsel etkilerinde geliştirdikleri bir yöntem ile çıkarabileceği görülmüştür.

Türk ve ark. (2021), ulusal bir makalede konuma dayalı hız vektörlerinin zamansal analizlerini araştırmışlardır. Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesinin güneyinde yer alan Karaman ilinde bulunan KAMN TUSAGA-Aktif İstasyonu ile 8 tane İGS istasyonu değerlendirmeye alınmış, bu değerlendirmede Bernese GNSS yazılımı kullanılmıştır. KAMN istasyonunun 30 sn RINEX verileri kullanılarak 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42 aylık dönemlerde hız bileşenleri elde edilmiştir. Elde edilen hız bileşenleri ITRF96 2005.00

epoğundaki güncel hız bileşenleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler ve karşılaştırmalar sonucunda zaman süresi arttıkça elde edilecek olan hızların doğruluğununun da arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Eckl ve ark. (2001), uluslararası bir makalede konum doğruluğunun baz uzunluğu ve gözlem süresi ile ilişkisini NGS (National Geodetic Survey) ve diğer CORS ağlarına ait GNSS verilerini kullanarak araştırmışlardır. Bu çalışmada 1998 yılına ait GNSS verileri ile farklı uzunluklara sahip toplamda 11 adet bazdan oluşan NGS nokta çifti kullanılmıştır. Çalışma neticesinde, konum doğruluğunun baz uzunluğuna bağlılığının önemsiz sayılabilecek kadar küçük olması için tam sayı belirsizliklerinin çözülmüş olması, uygun atmosferik gecikme parametrelerini kullanılması, gözlem sürelerinin 4 saat ile 24 saat arasında olması bunlarla birlikte IGS (İnternational GNSS Service) final uydu yörünge bilgilerininde kullanılması gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

Gündüz (2019), tarafından hazırlanan doktora tezinde TUSAGA-Aktif noktalarının deformasyon belirlemede kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışmada iki aşamalı bir uygulama yapmıştır. Birinci aşamada TUSAGA-Aktif sistemine ait noktaların yer kabuğu ya da yapı deformasyonlarını belirlemedeki başarısı ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde TUSAGA-Aktif noktaları kullanılarak yatay yöndeki deformasyonların belirlenebilmesi için 6 ve 12 saatlik ölçülerin yeterli olacağı düşey yöndeki deformasyonların belirlenmesinde 24 saatlik ölçülerin kullanılmasının yerinde olacağı kanısına varılmıştır. İkinci aşamada KAF (Kuzey Anadolu fay hattı) etrafında seçilen 9 adet TUSAGA-Aktif istasyonuna ait 10 yıllık 30 sn kayıtlı veriler kullanılarak 7 adet IGS noktasına dayalı çözümlemeler yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında yapılan analizlerde KAF üzerinde seçilen TUSAGA-Aktif noktalarının tamamında anlamlı bir hareket olduğu ve bu hareketlerin literatürde geçen TUSAGA-Aktif nokta hızları ile uyumlu oldukları kanısına varılmıştır.

Bülbül (2018), tarafından hazırlanan doktora tezinde seçilen bölgedeki TUSAGA-Aktif (CORS-TR) istasyonlarına ait ham veriler çözümlenirken Bernese v5.2 bilimsel GNSS yazılımı kullanılmıştır. Yine bu yazılımın alt fonksiyonu olan ADDNEQ2 ile hız kestirimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. ITRF96 2005.00 epoğunda koordinat ve hız

bileşenleri hesaplanmıştır. Çalışmada sonuç olarak GNSS sinyallerinin gürültü bileşenleri ile yüklü olduğu bilgisinden hareketle gürültüden arındırılmış ve arındırılmamış hızlar arasında mm altı bir yakınlık olduğundan dolayı kullanıcılara pratikte bir fayda sağlamayacağı ancak ölçü epoğu ile referans epoğu arasındaki farklar arttıkça hata miktarının da artacağından dolayı yüksek doğruluk gerektiren jeodezik çalışmalarda ise gürültüden arındırılmış hızların kullanılmasının hesaplanacak nokta konum ve doğruluğunu büyük oranda etkileyeceği sonucuna varılmıştır.

Hu ve ark. (2004), tarafından yapılan çalışmalarda, Avustralya'daki CORS ağı Victoria GPSnet'in deformasyon izleme ve analizi çalışmalarında kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Deformasyon analizleri için GPSnet sistemine ait 19 istasyonu seçmişlerdir. Değerlendirme işlemleri için GAMIT bilimsel yazılımını ve IGS tarafından yayınlanan hassas yörünge bilgilerini kullanmışlardır. Çalışmadan elde ettikleri sonuçlar, CORS sistemine dayanan deformasyon analizi yönteminin etkili ve uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Yıldırım ve ark. (2014), tarafından yapılan çalışmada 23 Ekim 2011 yılında meydana gelen Van depreminde Sürekli gözlem yapan Ağrı, Erzurum, Muradiye, Özalp, Tatvan, Hınıs, Hakkari, Horasan, Iğdır, Malazgirt TUSAGA-Aktif (CORS-TR) istasyonlarının konumsal yer değiştirmeleri incelenmiştir. Van'da meydana gelen deprem sonrası CORS-TR istasyonlarındaki konumsal deplasmanları hesaplamak için, Türkiye genelindeki 16 Uluslararası GNSS Servisi (IGS) istasyonundan alınan ölçümler, koordinatları ve hız vektörleri ITRF2005 datumunda sabit olarak kabul edilmiştir. TUSAGA-Aktif istasyonlardan alınan verilerde depremden önceki bir hafta ve depremden bir gün sonraki ölçümler kullanılmıştır. GPS verileri BERNESE 5.0 yazılımı ile değerlendirilmiştir. En büyük konumsal değişimler Düşey yönde 42.7 mm, kuzey yönlü -60.3 mm, doğu yönlü -18.7 mm ile Muradiye istasyonunda ölçülmüştür. Diğer istasyonlardaki maksimum yer değişimleri hesaplanarak makale içerisinde çizelge ve grafikler halinde gösterilmiştir.

Sınay ve Miller (2001), yapmış olduğu bir çalışmada hassas konum belirleme ile ilgili olarak ABD'de ait CORS ağında bir dizi testler yapılmıştır. İncelenen testlerin birinde çift frekanslı taşıyıcı faz verileri bulunmaktadır. Hassas efemerislerin kullanıldığı test

ağında baz uzunlukları 26 ile 300 km ye kadar olan 11 adet baz kullanılmıştır. Gözlem süreleri 1, 2, 4, 6, 8, 12, 24 saat olarak değişmektedir. 24 saatlik gözlemlerde bazların karesel ortalama hataları kuzey ve doğu bileşenlerinde ±0.5 cm altında, düşey bileşenleri ±1.5 cm altındadır. Yatay konum doğrulukları ±6 mm, düşey konum doğrulukları ±21 mm dir. Sonuç olarak GPS/GNSS ölçmelerinin duyarlılığında baz uzunluğunun çok az bir etkisi olduğu ve hassas efemerislerin sürekli olarak taşıyıcı faz ölçülerinin işlenmesinde kullanılması gerektiğini bildirmektedir.

Aydın (2016), yapmış olduğu yüksek lisans tezinde TUSAGA-Aktif CORS ağı içerisinde birkaç faktör göz önüne alınarak tek noktaya dayalı statik oturum doğruluğunun analizi yapılmıştır. Öncelikle İç Anadolu ve Ege bölgelerinde TUSAGA-Aktif CORS ağı içersinde bulunan 3 adet CORS alıcısı seçilmiştir. Bu istasyonların çevrelerinde dengeleme koordinatları kabul edilecek toplam 13 adet CORS istasyonu seçilmiştir. 2015 Haziran ayının 152. ve 161. günleri arasındaki 10 günlük süreyi kapsayacak RİNEX veriler indirilmiştir. RINEX veriler bütün bazlar ayrı ayrı olacak (2, 4, 6 saatlik birbiri ile örtüşmeyen zaman dilimleri) şekilde LEICA Geo Office v8.x yazılımı ile çözümlenmiştir. Bu yazılımda tek noktaya dayalı zorlamasız dengeleme ile yapılarak 3 adet CORS istasyonlarının koordinatları hesaplanmıştır. Yine GIPSY OASIS-6.4 yazılımı kullanılarak bu istasyonların doğru kabul edilecek koordinatları ITRF 2008 ölçü epoğunda belirlenmiştir. Tek noktaya dayalı zorlamasız dengeleme sonucu elde edilen Kartezyen koordinatlar ile gerçek koordinatlar arasındaki farklar değerlendirilerek sonuçlar tezde maddeler halinde açıklanmıştır.

2. KÜRESEL NAVİGASYON UYDU SİSTEMLERİ (GNSS)

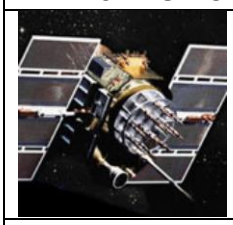
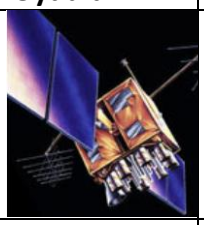
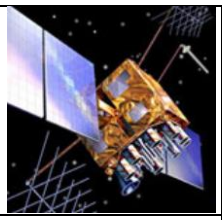
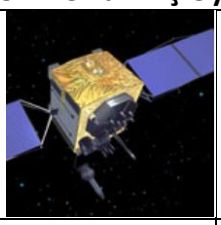
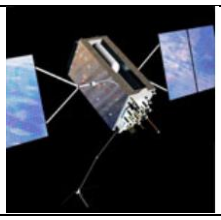
2.1. GPS

ABD savunma Bakanlığı tarafından 1973 yılında geliştirilen GPS, 1994 yılında 24 uydu ile tam olarak çalışabilecek bir sistem halinde kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. GPS uyduları MEO (Medium Earth Orbit) orta dünya yörüngesinde yaklaşık 20.200 km yükseklikte, ekvatora 55° derecelik eğimle dünya yörüngesini günde iki kez dolanmaktadır. GPS uyduları eşit mesafelerde ve altı ayrı yörünge üzerinde dünya çevresindeki hareketini yaklaşık 11 saat 58 dakikalık sürede tamamlamlar. Dünyanı her

noktasından en az dört uydu görülecek şekilde uydu yörüngeleri tasarlanmıştır. GPS uyduları devamlı geliştirilip kullanım ömürlerini tamamlamış olan uyduların yerlerini yeni uydular alacak şekilde iyileştirilmektedir (Koca ve Ceylan, 2018).

Bugüne kadar Blok I, Blok II, Blok IIA, Blok IIR, Blok IIR-M, Blok IIF ve Blok III olmak üzere yedi tip GPS uydusu fırlatılmıştır. Bu uydulardan Blok I, Blok II ve Blok IIA kullanım süreleri tamamlandığı için kullanılmamaktadır.

GPS sisteminde, sivil amaçlı tasarlanmış dört sinyal bulunmaktadır. Bunlar; L1C/A, L2C, L5 ve L1C'dir. Fakat kullanıcıların yeni sinyallerden yararlanabilmeleri için donanımlarını da iyileştirmeleri gerekmektedir. L2C, ticari ihtiyaçları karşılamak için özel olarak tasarlanmış ikinci sivil GPS sinyalidir. L2C adını, sinyalin L2 (1227.60 MHz) bandında yayın yapmasından almaktadır. L2C, eski L1 C/A sinyalinden daha yüksek güçle yayın yapma imkânı sunmaktadır. L2C sinyali ilk olarak Blok IIR-M uydusu ile 2005 yılında hizmete sunulmuştur. L5 sinyali, sadece havacılık güvenliği hizmetleri için ayrılan radyo bandında (L5 bandı 1176.45 MHz) yayın yapan üçüncü sivil sinyaldir. L5'in kullanımı ile sistemin doğruluğunun yanında, havayolları, demiryolları, denizyolları ve otoyollardaki kapasite kullanımını ve yakıt verimliliğini artırması hedeflenmiştir. L5 sinyali ilk olarak Blok IIF uydusu ile 2010 yılında hizmete sunulmuştur. L1C ise GPS ve uluslararası uydu navigasyon sistemlerinin birlikte çalışabilirliğini sağlamak üzere tasarlanan dördüncü sivil sinyaldir. L1C sinyali de L1 (1575,42 MHz) bandında yayınlanmaktadır. L1'de iki askeri sinyalin yanı sıra eski C/A sinyali de vardır. L1C, L1 C/A ile karıştırılmamalıdır. ABD ve Avrupa ilk olarak L1C'yi GPS ve GALİLEO için ortak bir sivil sinyal olarak geliştirmiştir. L1C sinyali, Blok III uyduları ile yayınlanmaya başlamıştır. 26 Haziran 2022 itibariyle, GPS uydu takımlarında, hizmet dışı bırakılmış olanlar hariç toplam 31 operasyonel uydu vardır. Çizelge 2. 1'de Blok IIA, Blok IIR, Blok IIR-M, Blok IIF, GPS III ve GPS IIIF uydularının özelliklerini özetlemektedir (Anonim1, 2021; Anonim2, 2021; Koca ve Ceylan, 2018).

Eski Teknoloji Uydular		Modernize Edilmiş Uydular		
				
Blok IIA	**Blok IIR**	**Blok IIR-M**	**Blok IIF**	**GPS III/IIIF**
0 Operasyonel	7 perasyonel	7 Operasyonel	12 perasyonel	5 Operasyonel
➢ Sivil kullanıcılar için L1 frekansında (C/A) kodu ➢ Askeri kullanıcılar için L1 ve L2 frekanslarında hassas P (Y) kodu ➢ 7,5 yıllık tasarım ömrü ➢ 1990-997'de fırlatıldı. ➢ Sonuncusu 2019'da hizmet dışı bırakıldı.	➢ L1'de C/A kodu ➢ L1 ve L2'de P (Y) kodu ➢ Yerleşik saat gözleme ➢ 7,5 yıllık tasarım ömrü ➢ 1997-2004'te fırlatıldı.	➢ Tüm eski sinyaller ➢ L2'de 2. sivil sinyal (L2C) ➢ Yeni askeri M kodu sinyalleri ➢ Askeri sinyaller için esnek güç seviyeleri ➢ 7,5 yıllık tasarım ömrü ➢ 2005-2009'da fırlatıldı.	➢ Tüm Blok IIR-M sinyalleri ➢ L5frekansında 3. sivil sinyal (L5) ➢ Gelişmiş atomik saatleri ➢ İyileştirilmiş doğruluk, sinyal gücü ve kalite ➢ 12 yıllık tasarım ömrü ➢ 2010-2016'da fırlatıldı.	➢ Tüm Blok IIF sinyalleri ➢ L1'de 4. sivil sinyal (L1C) ➢ Gelişmiş sinyal güvenilirliği, doğruluğu ve bütünlüğü ➢ Seçici Kullanılabilirlik Yok ➢ IIIF: lazer reflektörler ➢ 15 yıllık tasarım ömrü ➢ İlki 2018'de fırlatıldı.

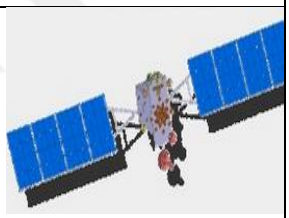
Şekil 2. 1. GPS uyduları ve özellikleri (Anonim1, 2021)

2.2. GLONASS

Rusya tarafından geliştirilmiştir. GPS uydusundan sonra en çok kullanılan aynı zamanda yüksek doğrulukta konum servisi sağlayan bir sistemdir. 1993 yılında aktifleştirilen sistem birkaç yıl içerisinde 3 yörüngesel düzlemde 24 uydu ile tam çalışır hale gelmiştir. GLONASS uyduları yerden 19100 km yükseklikte, yörünge düzlemleri, Dünya'nın ekvatoral düzlemiyle 64.8° lik açı yapmaktadır. Yörünge periyodu yaklaşık 11 sa 15 dk 44 sn olan dairesel bir yörüngeye fırlatılan sekiz uydu içerir. Nisan 2021 tarihi itibari ile sistemde 24 uydu bulunmaktadır. 23 tanesi operasyonel, 1 tanesi bakımda, 1 tanesi yedek ve geri kalan 2 tanesi uçuş testleri aşamasındadır. Şekil 2.2.'de GLONASS uydu ve özelliklerine ait bilgiler gösterilmiştir (Anonim3, 2021).

GLONASS uyduları, L1 ve L2 frekanslarında FDMA(Frequency Division Multiple Access) navigasyon mesajını iletirler. Uzay bölümünün gelişimi ikinci nesil GLONASS-M uydusunun Nisan 2003'te fırlatılması ile başlamıştır. GLONASS-M uydularının L2 bandın da C/A kodu bulunmaktadır. P kodu ise her iki taşıyıcı frekansta bulunmaktadır. GPS'den farkı ise GLONASS ta PRN kodu aynıdır, frekanslar farklıdır ve uydular bu şekilde ayırt edilmektedir (Subirana ve ark., 2013; Montenbruck ve ark., 2015).

FDMA tekniğindeki uydular için kullanılan farklı frekanslardan ötürü alıcıda bazı hataların meydana gelmesi, gereken bant genişliği gibi dezavantajlardan sonra, 10 yıl kullanılacak, CDMA (Code Division Multiple Access) sivil sinyaline sahip L3 bandında 1205 MHz frekanslı GLONASS-K1 uydusu uzaya fırlatılmıştır. Ardından GLONASS K2 uyduları ile hem FDMA L1 ve L2 hem de yeni CDMA sinyalleri L1, L2, ve L3 sinyalleri kullanıma girmiştir (Grewal ve ark., 2020 ; Revnivykh ve ark., 2017).

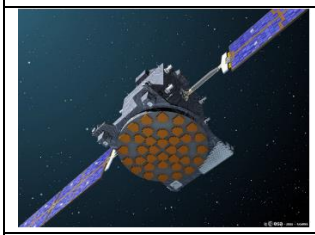
1982-2005	**2003-2016**	**2011-2018**	**2017+**
Glonass	**Glonass-M**	**Glonass-K1**	**Glonass-K2**
			
Dairesel Yükseklik 19.100 km Eğim 64.8° Yörünge periyodu 11 sa 15 dk 44 sn			
Hizmet Dışı	Kullanımda	Kullanımda	Geliştirilmekte
➢ 3 yıllık tasarım ömrü ➢ Saat hassasiyeti $5*10^{-13}$ ➢ Sinyaller: L1SF, L2SF,L1OF, (FDMA) Toplam 81 uydu fırlatıldı ➢ Aktif işletme ömrü 4.5 yıl	➢ 7 yıllık tasarım ömrü ➢ Saat hassasiyeti $1*10^{-13}$ ➢ Sinyaller: GLONASS +L2OF (FDMA) ➢ Toplam 39 uydu fırlatıldı	➢ 10 Yıllık tasarım ömrü ➢ Platform Tasarımı: Basınçsız ➢ Beklenen saat hassasiyeti $10\ldots5*10^{-14}$ ➢ Sinyaller: GLONASS-M +L3OC (CDMA) ➢ Arama Kurtarma	➢ 10 Yıllık tasarım ömrü ➢ Platform Tasarımı: Basınçsız ➢ Beklenen saat hassasiyeti $10\ldots5*10^{-14}$ ➢ Sinyaller: GLONASS-M +L1OC, L3OC, L1SC, L2SC (CDMA) ➢ Arama kurtarma

Şekil 2. 2. GLONASS uyduları ve özellikleri (Anonim3, 2021)

2.3. GALİLEO

GALİLEO sistemi küresel ölçekte faaliyet gösteren, GPS'e alternatif olarak olarak tasarlanmış global ve bağımsız olarak çalışan uydu bazlı bir navigasyon sistemidir. Avrupa Komisyonu ve Avrupa Uzay Ajansı iş birliği ile 2003 yılında resmi olarak başlatılmış bir projedir. Diğer uydu sistemlerine nazaran tamamı ile sivil bir proje olarak kendini göstermektedir. GALİLEO sistemi halen Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından yürütülen bir program olan European GNSS Evolution Programme (EGEP) kapsamında teknik bir çalışma alanı içinde yürütülmektedir. Her türlü hava koşulunda 24 saat boyunca konum, hız, zaman bilgisi sağlayan diğer uydu sistemleri ile uyumlu çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, GALİLEO benzersiz bir küresel arama ve kurtarma (SAR) işlevi de sağlamaktadır. (Anonim4, 2021; Anonim5, 2021).

GALİLEO Uzay bileşeni, 23.222 km'lik yörünge yüksekliği ve 29.994 km'lik yörünge yarıçapında yer alan ve navigasyon için gerekli düzeltme verilerini yayınlayan uyduları kapsamaktadır. Yaklaşık olarak yörünge periyodu olarak 14 saattir. GALİLEO'nun uzay bileşenindeki bütün uydular tasarım, performans kalitesi ve yakıt yükü açısından birbiriyle özdeştir. Nisan 2021 itibariyle, GALİLEO 26 uyduya sahiptir ve bu uydulardan 22 tanesi kullanılabilir durumdadır. GALİLEO sistemi öncelikle 2005 ve 2008 yılları arasında iki tane GIOVE uydusu ile sinyaller, frekanslar, saatler gibi temel gereksinimler için test edilmiştir. Ardından GALİLEO uyduları, yörünge içi doğrulama (IOV) ve tam operasyonel kapasite (FOC) uyduları olmak üzere iki aşamalı fırlatılmıştır. IOV uyduları fırlatıldıktan sonra tam operasyonel kapasiteye geçiş için belirli aralıklarla FOC GALİLEO uydularıda fırlatılmıştır. GALİLEO sistemi için tam operasyonel yetenek (FOC) aşaması 2014 yılında başlatılmıştır. 2018 yılında güçlendirme amaçlı dört FOC uydusu daha fırlatılmıştır. Şekil 2.3' de GALİLEO uydularına ait özellikler gösterilmiştir. GALİLEO uyduları CDMA tekniğini kullanır. Uydular E5, E6, E1 sinyallerini iletir. E5 sinyali, E5a ve E5b olmak üzere iki sinyale bölünmüştür (Anonim4, 2021; Anonim5, 2021).

2005-2008	2011-2012	2014' den itibaren	2024+
GIOVE	IOV	FOC	G2G
			
Fırlatılan ve Başarılı Uydu Sayısı: 26 Uydu			
2 Uydu	4 Uydu	20 Uydu	Geliştirilmekte
Yörüngedeki Uydu Sayısı : 22 Uydu			
0	3	19	0

Şekil 2. 3. GALİLEO uydusu ve özellikleri (Anonim4, 2021)

2.4. BeiDou

Çin tarafından geliştirilen, kullanıcılarına yüksek doğrulukta ve her türlü hava şartlarında konum, navigasyon ve zamanlama hizmeti sağlayan uydu sistemidir. Sistem üç aşamalı bir gelişim sürecinde ele alınabilir. İlk aşama aktif bir navigasyon servisi sağlayan sınırlı bir kapsama alanına sahip BeiDou-1 sisteminden oluşmaktadır. Bu sistemlerin 2000 yılında iki, 2003 yılında bir olmak üzere üç uydu gelişim süreci başlamıştır. İkinci aşama olan BeiDou-2, 2004 yılında başlamış ve 2012 yılı sonunda, uydu dağılımını tamamlamak amacıyla 5 GEO, 5 IGSO ve 4 MEO uydusu olarak toplam 14 uydu ile faaliyetini devam ettirmiştir. BDS-2 uyduları, BDS-1 ile uyumlu bir teknik plana sahip olmasının yanı sıra pasif konumlama planı ve Asya-Pasifik bölgesinde konumlama, hız, zamanlama ve kısa mesaj iletimi hizmeti sunmaktadır (Yang ve ark.,2019).

Sınırlı bir alanda faaliyet gösteren BDS-2' den sonra BeiDou sistemini küresel anlamda tam operasyonel hale getirebilmek için BDS-3 geliştirilmeye başlanmıştır. Sistemin Haziran 2020 yılında fırlatılan son GEO uydusu ile planlanan uydu sayısına ulaşmıştır. BDS-3 için 2020 yılı hedefi 5 GEO, 27 MEO ve 3 IGSO uydusudur (Yang ve ark., 2017).

BDS sistemi dünya çapında kullanıcılarına konum belirleme, koordinat, zaman, navigasyon hizmetleri, küresel ve bölgesel kısa mesaj hizmeti, bölgesel kısa mesaj hizmeti, uluslararası arama ve kurtarma hizmeti sunmaktadır. BDS diğer uydu sistemleri gibi (GPS, GALILEO, yeni GLONASS sinyali) CDMA tekniğini kullanır. B1, B2, B3

olmak üzere 3 farklı taşıyıcı frekansı L bandı üzerinde kullanmaktadırlar. Ağustos 2021 tarihi itibari ile Beidou sisteminde yörüngede 8 GEO, 12 IGSO, 29 MEO olmak üzere 44 aktif 5 Pasif toplam 49 uydu bulunmaktadır (Anonim6, 2021; Subirana ve ark., 2013).

2.5. Quasi-Zenith Uydu Sistemi (QZSS)

GPS'i aktif bir şekilde kullanan Japonya, yoğun kentsel alanlarda GNSS kullanımında karşılaşılan sorunları gidermek ve kendi uydu konumlandırma sistemini oluşturmak için QZSS adı verilen sistemi kurma çalışmalarına başlamıştır. Mitsubishi Electric Corporation (MELCO) QZSS uydularının üretiminden sorumludur. Japonya'nın QZSS projesini başlatmasının temel amacı, Özellikle şehirlerde GPS kullanımı sırasında karşılaşılan sinyal kaynaklı hataları azaltmaktır. Sisteme adını veren Quasi-Zenith yörüngeleri ile Japonya'da her zaman 60 derecelik yükselme açısına sahip en az bir uydu olmasını hedefini sağlamayı amaçlamaktadır. Burada istenilen yansıma ve atmosferik etkinin neden olduğu hata oranını azaltmak, konumlandırma doğruluğunu ve hassasiyetini artırmaktır. QZSS uyduları ayrıca ek GPS uyduları olarak hizmet verebilir ve GPS ile entegre çalışabilir. İlk uydusu 2010 yılında fırlatılılan QZSS projesinin 2018 yılında tam operasyonel kapasiteye ulaşması beklenmektedir (İçen, 2018).

QZSS uyduları GPS'le uyumlu çalışacak bir sinyal yapısına sahiptirler. L1, L2, L5 ve E6 olarak 4 farklı bantta sinyal kullanırlar. 2023 hedefi olarak diğer sistemlerden bağımsız 7 tane uydu ile navigasyon çözümü planladıklarını duyurmuşlardır. Mevcut durumda 4 QZSS uydusu aktif bir şekilde çalışmaktadır (Kogure ve ark., 2017; Anonim7, 2021)

2.6. Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS)

IRNSS, Hindistan tarafından geliştirilen bağımsız bir bölgesel navigasyon uydu sistemidir. Sistem Hindistan Başbakanı Narendra Modi tarafından (NavIC) olarak yeniden isimlendirilmiştir. Kendi sınırları ile birlikte 1500 km dışınıda kapsama alanı olan bölgesel bir sistemdir. Diğer sistemler ile karşılaştırıldığında daha dinamik olan sistem L ve S bantlarında iki frekans kullanırlar. IRNSS bir çok sistemin L bandında L1 ve L2 frekanslarını kullanması nedeni ile 1176.45 MHz deki L5 bandını kullanır. L5 bandını kullanması diğer sistemlerle de uyumlu çalışmasına neden olmaktadır. L bandına göre İyonosferde meydana gelen sorunlardan daha az etkilenen ve daha boş olan (2492.028

MHz) S bandı ikinci sinyal olarak seçilmiştir. Dolayısı ile IRNSS uydu sisteminden gelen sinyaller L5 ve S bant frekanslarında yayınlanırlar. (Kogure ve ark., 2017; Anonim9, 2021)

IRNSS uydu navigasyon sistemi tüm hava koşullarında 7 gün 24 saat esasına göre çeşitli platformdaki kullanıcılar için gerçek zamanlı konum, hız ve zaman bilgilerinin sağlanması beklenmektedir. IRNSS sistemi sekiz uydudan oluşmaktadır ve destekleyici bir yer segmentine sahiptir. Sistemdeki uydulardan 3 tanesi 32.5°, 83° ve 131.5° Doğu'da sabit yörüngede diğer beş tanesi jeosenkron yörüngeye 55° ve 111.75° Doğu boylam geçişi ile 29° eğimle yerleştirilmiştir. Jeosenkron yörüngede bulunan uydular yaklaşık 35786 km yükseklikte, sabit yörüngede bulunan üç uyduda 24000 km yüksekliğinde yer merkezli bir yörüngeye konumlandırılmışlardır. Bu düzenleme yeni uydunun tamamının Hint kontrol istasyonları ile sürekli radyo görünürlüğüne sahip olacağı anlamına gelmektedir (Kaynarca, 2008; Anonim10, 2021).

3. GNSS AĞLARI

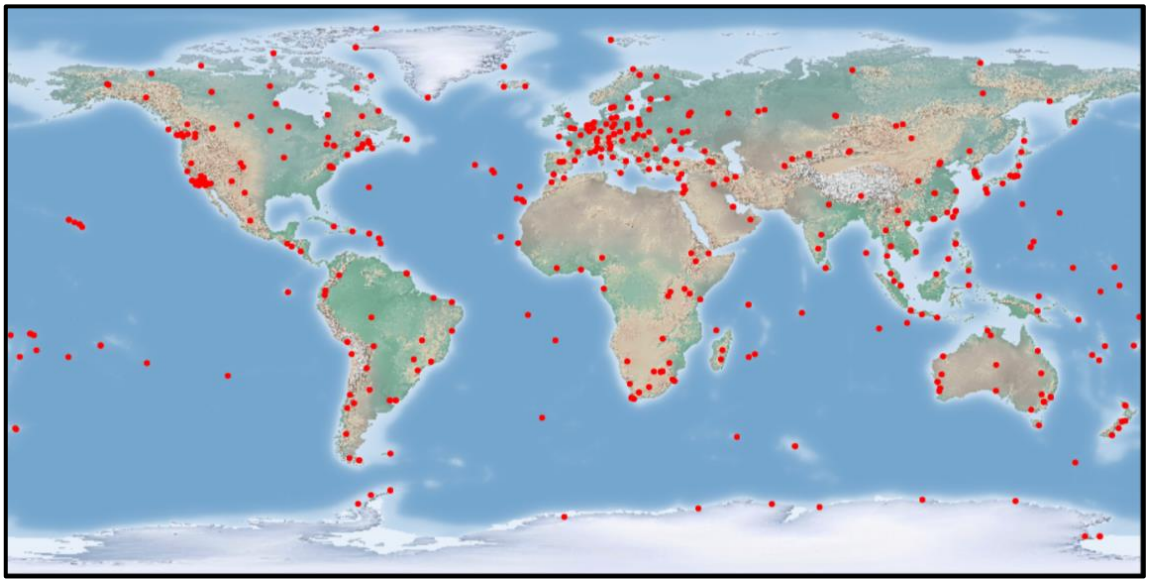
Günümüzde sürekli ölçüm yapan ulusal ve uluslararası sabit GNSS ağları bulunmaktadır. Bu ağlar gerçek zamanlı ve yüksek doğrulukla konum sağlamalarının yanı sıra bir çok Kamu kurumu, ticari kullanıcılar ve özel sektöründe ilgilendiği çok amaçlı ağlardır. Aynı zamanda jeofizik ve jeodinamik çalışmalar, deniz seviyesi belirleme çalışmaları, meteorolojik çalışmalar, jeodezik datum belirleme, arama kurtarma, mühendislik ölçmelerinde etkili kullanım alanları sunmaktadır. Bunlara Uluslararası GNSS servisi IGS ve Ulusal olarakta TUSAGA-Aktif (Türkiye Ulusal Sabit GNSS Ağı) ağı örnek olarak verilebilir. (Kahveci, 2009b).

3.1. Uluslararası GNSS Ağı (IGS)

Küresel Navigasyon Uydu sistemi GNSS, Dünya üzerinde belirli bir yerin coğrafi koordinatlarını zaman, hava ve her koşulda bağımsız olarak sağlayan navigasyon sistemidir. GNSS'ye dayalı Uluslararası GNSS hizmeti (IGS) , Uluslararası Jeodezi Birliği (IAG) tarafından 1994'te kurulmuştur. 100 den fazla ülkeden 200'den fazla üniversite, araştırma kurumu, finans kuruluşu en yüksek hassasiyetli GNSS yörüngelerini sağlamak için karşılıklı olarak çalışmaktadır. IGS Uluslararası Jeodezi Birliği (IAG)

tarafından kontrol edilen 500' den fazla jeodezik kalitede sabit ve sürekli çalışan istasyona sahiptir. Uluslararası Referans çerçevesi (ITRF)' e katkıda bulunan IGS'in analiz merkezleri, istasyonların günlük olarak üç boyutlu hız ve konum çözümünü sağlamaktadır. IGS sistemleri göreceli GNSS konumlandırma sisteminde önemli role sahiptirler. Göreceli konumlandırma sistemi, kalıcı GNSS istasyonları veya başka bir tür GNSS istasyonunun yüksek düzeyde doğruluğunu elde etmekte de kullanılır. IGS istasyonları ayrıca iklim modellemesi, uzay ve hava durumu uygulamaları alanlarında katkıda bulunurlar (Ansari, 2017).

IGS tarafından sağlanan ilk veriler RINEX formatındaki GPS ve GLONASS (varsa) uydularına ait kod ve faz ölçümleridir. Diğer veriler ise GPS ve GLONASS için yayın (yörünge) efemerisleri, meteorolojik istasyon bilgileridir. IGS ürünleri bu verilerden türetilmiştir. Bunlara hassas efemerisler, Yer dönme parametreleri (ERP)'ler, atmosferik parametreler, istasyon koordinatları ve istasyon hızları dahildir. Farklı uygulamalarda kullanılacak IGS ürünlerinin ultra hızlı yani hassasiyeti en az olanlar gerçek zamanlı olanlardır. Hızlı ürünler bir ila iki gün içinde sağlanır yüksek hassasiyete sahiptir. Nihai ürünler ise en iyi hassasiyeti sağlar on gün ile dört haftaya bağlı olarak değişir. IGS, antenler için anten kalibrasyon ve istasyon meta verilerinide sağlamaktadır. Şekil 3.1'de Dünyadaki İGS ağına ait nokta dağılımı gösterilmiştir (Anonim17, 2021).



Şekil 3.1. IGS ağı nokta dağılımı (Anonim17, 2021)

3.2. Ulusal GNSS Ağları

Klasik Diferansiyel GPS yöntemlerinde bir referans istasyonuna ait hassas koordinatları belirleyebilmek için en az bir referans istasyonlarına kurulu alıcılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alıcılardan elde edilen faz ve kod ölçümleri büro ortamında işlenerek gezen alıcılara ait hassas koordinatlar hesaplanır. Hesaplanan bu koordinatlar veya düzeltme verileri uydu, cep telefonu veya GPRS gibi herhangi bir iletişim aracı ile gerçek zamanlı gezen alıcılara iletilerek yapılmaktadır.

Ancak sabit istasyonlardan olan uzaklığa göre hesaplanan verilerin doğruluğu gittikçe artan sistematik değişimlerin etkisi altında kalmaktadır. Bu değişim ve etkilerden kaçınmak için birden çok sabit istasyonun kurulması yani Ağ-RTK fikri ortaya çıkmıştır. Tek bir referans istasyonu yerine birden fazla referans istasyonuna ait gözlemler kullanılarak belirli bölgelere ait atmosferik modelleme yapılması olanağı sağlanmıştır. Böylece önemli GNSS hatalarından olan ve ölçülerin doğruluklarını etkileyen iyonosfer ve troposfer hatalarıda en aza indirilmiş olacaktır. Verilerin depolanması ve çözümlenmesinin yanında, konum düzeltme verileride kullanıcılara gerçek zamanlı olarak iletişim vasıtaları ile ulaştırılmaktadır. Günümüzde CORS ile Ağ-RTK tanımlarında farklılıklar bulunmasına karşın en fazla kullanılan şekli sabit GNSS (CORS) ağları olarak bilinmektedir. Ulusal nitelikte olup, cm doğruluğunda konum belirlenmesine imkan sağlayan verilerin sonradan işlenmesi için arşivleme yeteneğine sahip olan ağlardır. Özel ve yerel kuruluşlarca cm doğruluğunda hizmet veren ağlar olarak anlaşılan Ağ-RTK ‘nın CORS sistemleri ile ortak yanı Sabit GNSS istasyonlarının verilerinden faydalanmasıdır (Kahveci, 2009a).

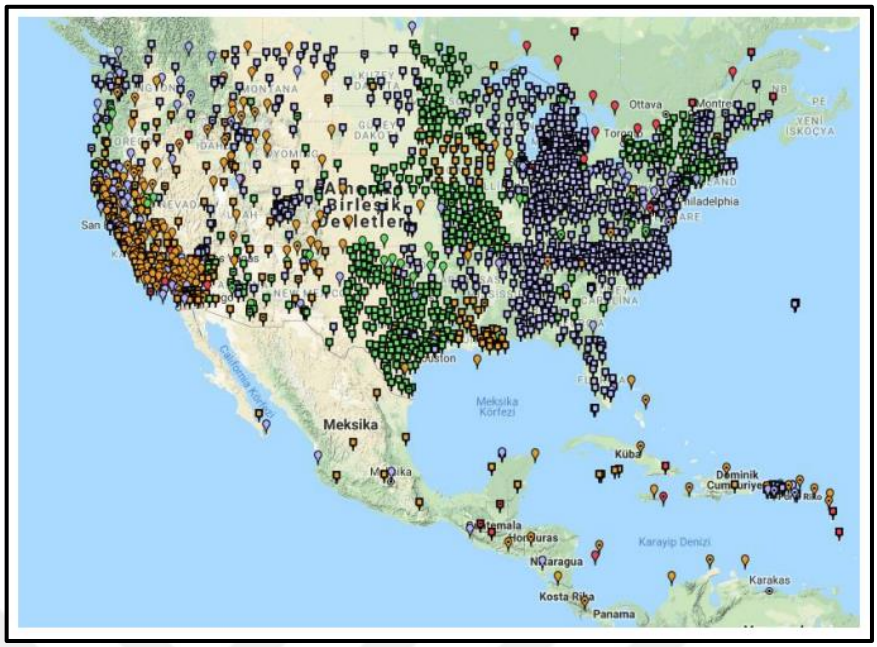
GNSS ağları iki başlık altında düşünülebilir. Bunlar, gerçek zamanlı uygulamalar için olan ağlar ve büro hesaplamaları için kullanılan ağlar, ya da her ikisine sahip olan ağlar olarak söylenebilir. Gerçek zamanlı kullanılan ağlar, günümüzde çok fazla kullanılmaktadır. Şekil 3.2’de çeşitli ülkelerde kullanılan gerçek zamanlı hizmet veren ağlara yönelik örnekler verilmiştir. TUSAGA-Aktif ağı hem gerçek zamanlı uygulamalar hemde büro hesaplamalarında kullanılan ağlar olmak üzere her iki özelliği de sahip bir ağ olarak tasarlanmıştır (Kahveci, 2017)

Ülke	Ağ Adı	İstasyon Sayısı	Yüz ölçümü (km^2)	İstasyon Yoğunluğu (km^2/istasyon sayısı)	Ortalama Baz Uzunluğu (km)
Dubai (BAE)	DVRS	18	4114	229	15
Japonya	GEONET	1300+	377 915	291	20
Belçika	FLEPOS	45	30 689	682	26
İsveç	SWEPOS	472	450 295	954	31
Almanya	SAPOS	270	357 386	1324	36
Norveç	SATREF/CPOS	270	385 207	1427	38
Hollanda	NETPOS	29	41 543	1433	38
Birleşik Krallık	OS Net	115	242 495	2109	46
Polonya	ASG-EUPOS	127	312 679	2462	50
ABD	NGS	2000+	9 834 000	4917	70
Türkiye	TUSAGA-Aktif	159	786 916	4949	70
Yeni Zelanda	PositioNZ	39	268 021	6872	83
S. Arabistan	KSA-CORS	209	2 150 000	10 287	101

Şekil 3.2. Çeşitli ülkelerdeki GNSS/CORS ağları (Gökdaş ve Özlüdemir, 2021)

3.2.1 Amerika Birleşik Devletleri NGS ağı

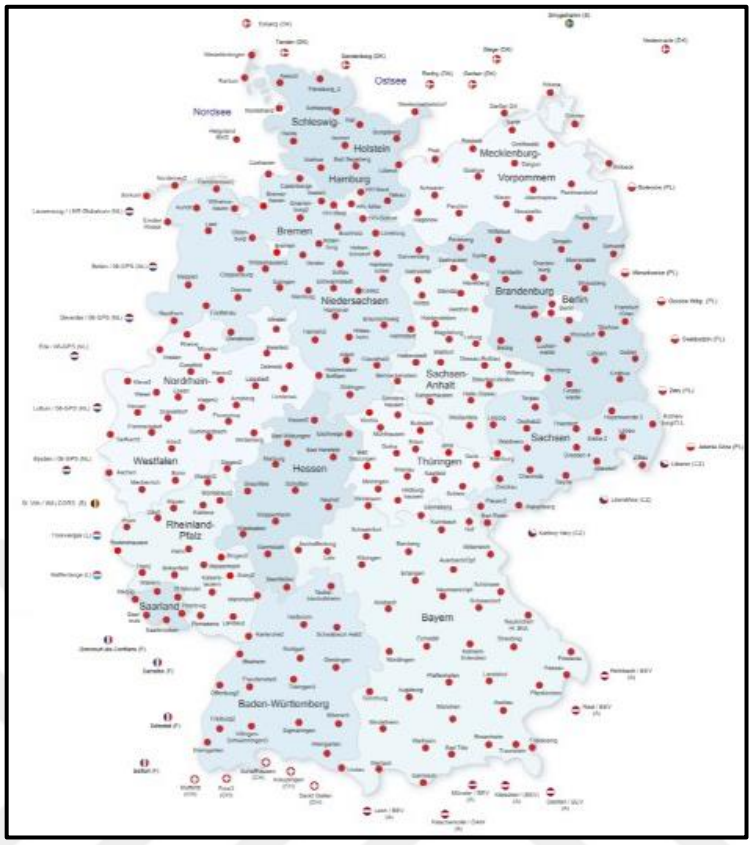
NGS (National Geodetic Survey), NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration) ‘ ya bağlı sürekli aktif olan ulusal ve ortak CORS ağlarını koordine eden merkezi ABD de bulunan bir ofistir. NGS Amerika Birleşik Devletleri ve civarındaki ülkelerin konumlandırma aktivitelerinin sağlanmasındaki faz ve kod ölçümleri ile global konumlandırma sistemi sağlayan sürekli aktif durumda bulunan referans istasyonlarının oluşturduğu ağı koordine eder. Aynı zamanda GPS verilerini internet yolu ile bu ağdan yayınlar. Buradaki asıl hedef Ulusal Uzay Referans Sistemi (NSRS)’ ye bağlı presizyonlu konum koordinatlarının elde edilmesinde GPS kullanıcılarına yardımcı olmaktır. Şekil 3.3’de NGS CORS ağlarına ait nokta dağılımı gösterilmiştir (Anonim11, 2021)



Şekil 3.3. NGS CORS ağı nokta dağılımı (Anonim11, 2021)

3.2.2 Almanya SAPOS ağı

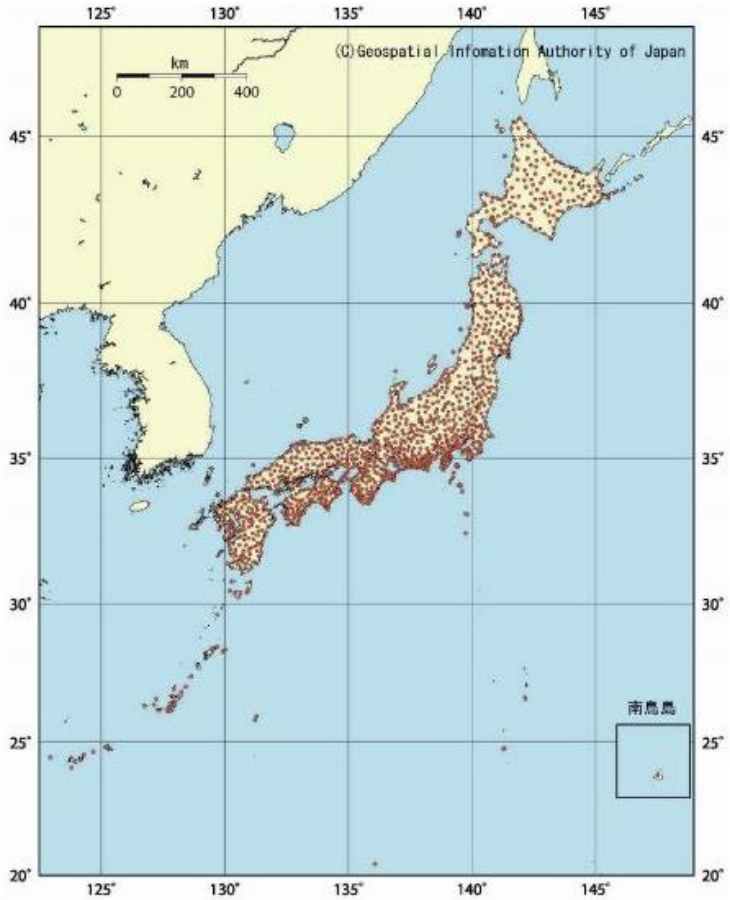
Federal Almanya Cumhuriyeti'nin ve federal eyaletlerinin ölçme idarelerinden oluşan çalışma grubunun ortak bir projesidir. Almanya çapında bir GNSS referans istasyonu ağı şeklinde resmi jeodezik mekansal referans sağlar. Federal eyaletlerde çalışan yaklaşık 270 civarındaki sürekli çalışan GNSS referans istasyonunun yanı sıra Federal Cumhuriyetin komşu eyaletlerindeki diğer referans istasyonlarıda içine alan bir ağdır. Tüm eyalet alanı içerisindeki üç boyutlu referans sisteminde (ETRS89 / DREF91) son derece hassas ve tek tip düzeltme ve veri hizmetlerini sağlar. SAPOS ağı 40 km ila 70 km aralıklı kendine ait 270 adet komşu ülkelere ait 30 adet istasyondan oluşur. Şekil 3.4'de SAPOS CORS ağına ait nokta dağılımı gösterilmiştir (Anonim12, 2021).



Şekil 3.4. SAPOS CORS ağı nokta dağılımı (Anonim12, 2021)

3.2.3 Japonya GEONET ağı

Japonya'nın haritacılık alanında faaliyet gösteren Jeo-Mekansal Bilgi Kurumu (GSI)'nin adımlarını 1993 yılında attığı bugün 1240 noktalı RTK ağı haline gelen bir sistemdir. GPS Earth Observation Network system (GEONET) olarak adlandırılmıştır. GNSS araştırmacıları için 20 km aralıklarda Japon takımadalarını kapsayacak şekilde GNSS tabanlı istasyonlar olarak işletilmektedir. Her istasyonda toplanan veriler Japonya' da kamu ve özel kullanımlara açık olup, 30 saniye aralıklarla RINEX verileri internet üzerinden sağlanmaktadır. Deprem, meteorolojik olaylar, volkanik hareketlenmeler ait gözlemlenen 1 saniyelik veriler ile 3 saatlik ve 30 saniye aralıklı veriler RINEX dosyaları oluşturularak GSI tarafından kayıt altında tutulmaktadır. Bunu dışındakiler gözlem anından birkaç hafta içinde sistem tarafından kayıt altında tutulmamaktadır. Şekil 3.5' de GEONET CORS ağına ait nokta dağılımları gösterilmiştir (Kahveci, 2009; Milillo ve ark., 2014; Anonim13, 2021).



Şekil 3.5. GEONET CORS ağı nokta dağılımı (Anonim13, 2021)

3.3. TUSAGA-Aktif (CORS-TR) Ağı

Türkiye Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu (TUBİTAK)'ın Kamu Kurumları Araştırma Geliştirme Projeleri Destekleme Programı kapsamındaki TUSAGA-Aktif CORS TR projesi, İstanbul Kültür Üniversitesi öncülüğünde Mayıs 2006 tarihinde başlamış 24 ayda bitirilmesi planlamıştır. Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü ve Harita Genel Komutanlığı yeni adı ile Harita Genel Müdürlüğü bu projede müşterek müşteri olarak yer almışlardır. Proje kapsamında Türkiye Cumhuriyeti ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC)'yi tamamen kapsayacak şekilde 145 tanesi aktif 5 tanesi yedek olmak üzere 150 Adet Sabit GNSS istasyonunun kurulması planlanmış ise de 4 tanesi KKTC 'de olmak üzere yalnızca 146 istasyon kurulabilmiştir. Aralık 2008 de tamamlanan proje ile Türkiye ve KKTC'de herhangi bir konumun koordinatlarının RTK tekniği ile tespitinde cm-ler ve mm-ler seviyesinde doğruluk elde edildiği izlenmiştir.

CORS TR projesi, Ülkemizin savunma ve kalkınması ilkesi ile coğrafi bilgi ve belgelerin üretilmesinde gerekli olan koordinat bilgilerinin doğru, hassas en önemlisi ekonomik olarak elde etmek amacı ile kurulmuş bir faaliyettir. Projenin başlıca amaçları şunlardır:

- Her türlü navigasyon ve araç takip için kabul edilebilir doğruluk ve hassasiyette yer belirlenmesi,
- Klasik yöntemlerle oluşturulmuş mevcut analog formdaki Kadastro altlıklarının halen kullanılmakta olan datuma dönüştürülmesi için ülkedeki ED50-ITRFyy dönüşüm parametrelerinin belirlenmesi,
- Depremlerin sık yaşanabildiği ülkemizde tektonik hareketlerinin gözlemlenmesi oluşabilecek deformasyon miktarlarının sürekli ve hassas olarak tespit edilmesi,
- Tüm ülkede atmosferik ve iyonosferik modelleme yapılması başta olmak üzere daha güvenilir meteorolojik tahminler gerçekleştirilmesine katkı sağlanması
- TKGM ve HGM başta olmak üzere harita ve harita verisi kullanan kurumların bölgesel harita ve kadastro hesaplamalarında,
- Tapu Kadastro Bilgi Sistemine (TAKBİS) yeni veri dönüşümü ve elde edilen verilerin bir araya getirilmesinde,
- Coğrafi bilgi sistemi ve kadastro bilgi sistemine veri sağlama amaçlı yersel ölçümlerde, kullanılması başlıca amaçlarındandır (Kahveci, 2017; CORS-TR Uygulama Raporu, 2006).

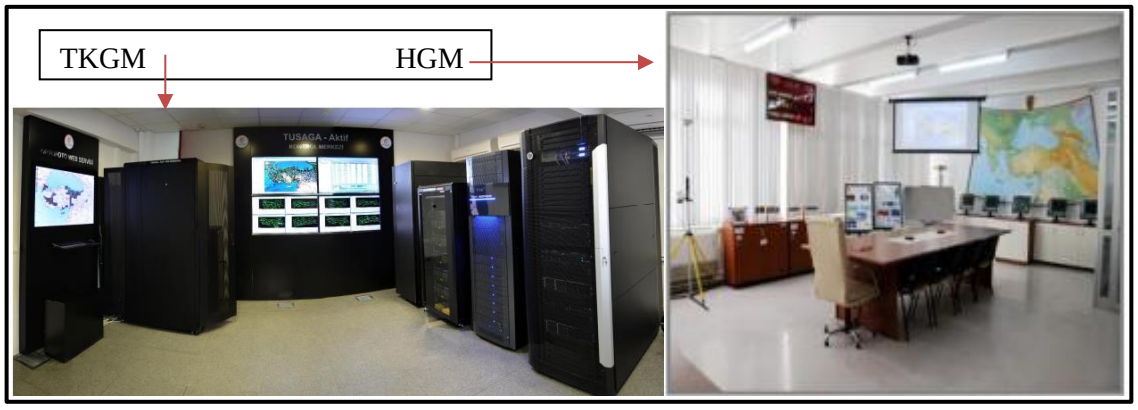
TUSAGA-Aktif projesinde İstasyon noktalarının tesisinde bölgenin uygun koşullarına bakılarak planlama yapılmıştır. İstasyonun tesis edileceği zemin toprak ise beton yer pilyesi, teras veya çatılarda ise daha büyük çaplı etrafı galvanizle kaplanmış çelik pilyeler kullanılmıştır. Şekil 3.6'da beton ve çelik pilyelere ait örnek görüntüler paylaşılmıştır.

Şekil 3. 6. TUSAGA-Aktif istasyonuna ait pilye örnekleri (Yıldırım, 2011)

İstasyon tesislerinin yer seçimlerinde dikkat edilecek hususlar;

- İstasyon noktalarının il veya ilçe merkezlerinde kurulması,
- Fay hatlarından uzak sağlam zeminlerden seçilmesi,
- Elektrik, ADSL ve /veya GPRS vb. iletişim ihtiyaçlarına ulaşım imkânlarının kolay olması,
- Deprem bölgelerindeki tektonik plaka hareketlerinin takip edilebilmesine imkân sağlayacak yerlerde tesis edilmesi,
- Uydu sinyallerinin yansıma etkilerinden etkilenmemesi için uzak yerlerin seçilmesi, istasyonların sürekli iletişiminin kopmaması,
- Güvenliklerinin sağlanması için kamu binaları ve/veya üniversiteler seçilmesi gibi sayılabilir.

Ana kontrol merkezinin Tapu Kadastro Genel Müdürlüğünde, yedek kontrol merkezi Harita Genel müdürlüğün de bulunduğu 2 adet kontrol ve analiz merkezi kurulmuştur Şekil (3.7). (Kahveci, 2017; Cankurt, 2019).



Şekil 3. 7. TUSAGA-Aktif kontrol merkezleri (Cankurt, 2019)

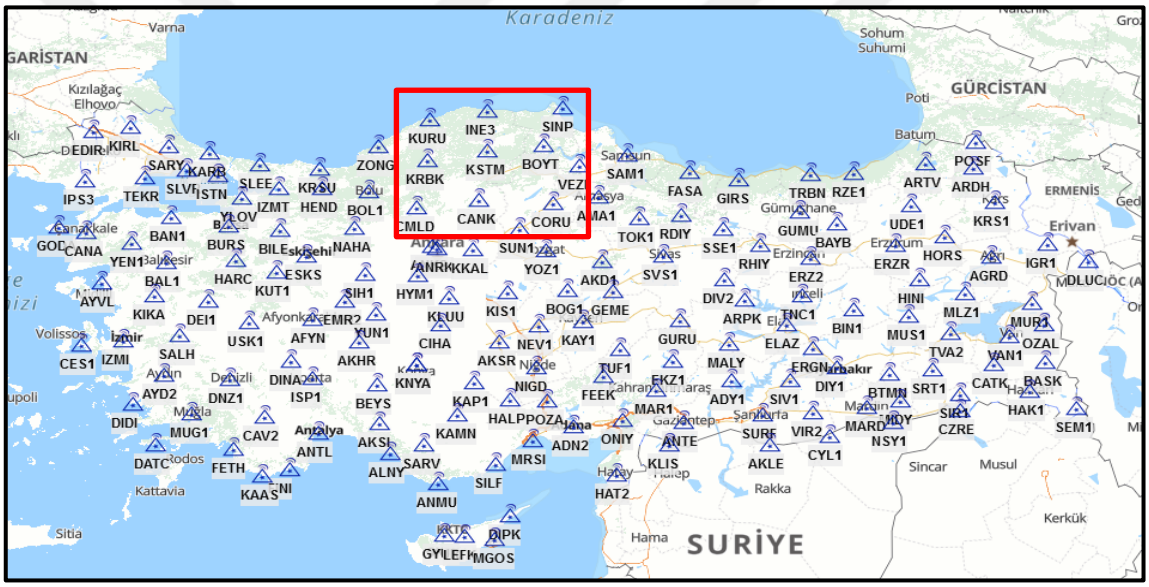
TUSAGA-Aktif (CORS-TR) projesi askeri kullanıcılar için konum bilgisi gerektiren savunma teknolojileri kapsamındaki uygulamalar (çok çeşitli silah ve aracın yönlendirilmesi, iç güvenlikle ilgili faaliyetlerde, hedef istihbarat uygulamalarında, hassas meteorolojik bilgilerin elde edilmesinde v.b), Sivil kullanıcılar için; Harita ölçmeleri, Jeodezik ölçmeler, baraj, köprüler gibi büyük mühendislik yapılarının izlenmesi, alt yapı ölçmeleri, coğrafi bilgi sistemleri kapsamındaki projeler, planlama çalışmaları e-devlet, e-ticaret, e-belediye uygulamaları, Bilimsel kullanıcılar için; Jeodezik, jeodinamik, jeofizik, Coğrafi Bilgi sistemleri, Sismoloji, deprem mühendisliği, meteorolojik değişimlerin izlenmesi ve incelenmesi faaliyetlere katkıları olacaktır (Cingöz ve ark., 2008; CORS-TR Uygulama Raporu, 2006).

TUSAGA-Aktif sisteminin işletilmesi, verilerin sunumu konusundaki çalışmalar Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü ve Harita Genel Müdürlüğünün bünyesinde bulunan 2 adet kontrol ve analiz merkezinden yürütülmektedir (Yıldırım ve ark., 2007 ; Kahveci, 2017).

Sürekli ölçüm yapan TUSAGA-Aktif CORS istasyonlarında toplanan veriler kontrol merkezlerine ADLS ve GPRS/EDGE sistemleri ile iletilirler. Atmosferik modelleme ve DGPS/RTK düzeltme verileri kontrol merkezindeki sunuculara istasyonlardan anlık olarak gelen veriler sayesinde hesaplanır. Hesaplanan düzeltme parametreleri GNSS alıcılarına RTCM (Radio Technical Commission for Aeronautics) iletim formatında GSM, GPRS, RTCM vasıtlarından biri veya bir kaçı ile iletilirler. RTK hizmeti ülkeninin tümüne 7/24 olacak şekilde sağlanmaktadır. Sürekli ölçüm yapan TUSAGA-Aktif CORS istasyonlarından RINEX formatında toplanan veriler 1 saniyelik ve 30 saniyelik RINEX

verisi olarak sunucularda arşivlenmektedir. Bu verilere www.tusaga-aktif.gov.tr internet sayfasından kayıt olup belirlenen ücretlerin ödenmesi sonrasında indirilebilir dosyalar halinde ulaşılabilir (Yıldırım, 2011).

Sonuç olarak TUSAGA-Aktif sistemi Aralık 2021 tarihi itibari ile Harita Genel Müdürlüğü ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğünde 2 adet veri izleme ve kontrol merkezi, Türkiye Cumhuriyetinde 155 adet, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinde 4 adet olmak üzere toplam 159 adet Sürekli gözlem yapan GNSS istasyon noktası ile faaliyetini sürdürmektedir (Anonim18, 2021). Şekil 3.8.'de TUSAGA-Aktif CORS-TR ağına ait istasyon haritası gösterilmiştir.



Şekil 3. 8 TUSAGA-Aktif CORS TR ağı istasyon haritası (Anonim18, 2021)

4. RINEX (Receiver Independent Exchange)

GNSS alıcısı üreten aynı zamanda bu alıcılara ait veri formatlarını geliştiren ve koruyan bir çok üretici firma bulunmaktadır. Bu veri formatları alıcıların markasına göre değişen "binary format" şekli ile kayıt edilirler. Alıcı üreten firmalar kayıt altına aldıkları gözlem verilerini kendi yazılımları ile değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadırlar. Bu gözlem verileri bilgisayar ortamına ASCII formatında aktarılırlar alıcı marka farlılıklarından dolayı bu dosya formatıda her yazılım ile değerlendirilecek formatta değildir. Bu durum alıcılardan toplanan gözlem verilerinin tüm alıcılardan bağımsız ortak bir format haline getirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu sayede hangi değerleme yazılımı olursa olsun farklı alıcılara ait veri formatları tek bir formata dönüştürülmek suretiyle değerlendirilebilecektir (Kahveci ve Yıldız, 2018).

Alıcıdan bağımsız değişim formatı RINEX, GPS değişim formatları üzerine Mart 1989 Las Cruses' te düzenlenen çalıştayda uluslararası jeodezik kullanıcı topluluğu tarafından kullanılması önerilmiştir. Format Bern Üniversitesi Astronomi Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Orijinal RİNEX sürüm 1 bu çalıştayda sunulmuş ve kabul edilmiş sürümdür. 1990 yılında Ottawa'da yapılan ikinci Uluslararası Hassas Konumlandır Sempozyumun'da GLONASS ve SBAS uydu sistemlerinden gelen izleme verilerinin dahil etme olanağının eklenmesi ile RINEX sürüm 2 kabul edilmiştir (Anonim14, 2021).

Şu anda en yaygın olarak kullanılan RINEX sürümleri, GPS, GLONASS ve ayrıca EGNOSS ve WASS gibi büyütme sistemlerinden Pseudorange taşıyıcı faz ve Doppler ölçümlerinin aynı dosyada saklanmasına izin veren RINEX 2.11' dir. BEIDOU ve GALILEO gibi uydu sistemlerinin geliştirilmesi ile beraber tüm uydu sistemlerine uyum sağlayacak yeni bir standart olması hedeflenen RINEX sürüm 3 geliştirilip güncellenmektedir. RINEX formatı gözlem dosyaları, Navigasyon dosyaları, meteorolojik dosya dahil olmak üzere üç farklı ASCII dosyasını kapsar. Her dosya içeriğinde bir başlık ve bir veri oturumu bulunmaktadır. Başlıklar dosyanın başında bulunur ve tüm dosya için geçerli genel bilgileri barındırır. Meteorolojik veri dosyası ve gözlem dosyaları içeriğinde oturuma ait veriler bulunurken, navigasyon RINEX dosyası içerisinde de uydulardan yayınlanan navigasyon mesajları bulunmaktadır. Çizelge 4.1' de

RINEX EPN/IGS'de hâlihazırda kullanılmakta olan dosya formatları gösterilmiştir (Anonim14, 2021; Anonim15, 2021).

Çizelge 4.1. RINEX EPN/IGS'de halihazırda kullanılan formatlar(Anonim15, 2021)

RINEX sürüm 2.10	GPS ve GLONASS gözlemleri, meteorolojik veriler ve navigasyon dosyaları içerir.
RINEX sürüm 2.11	GPS ve GLONASS gözlemleri, meteorolojik veriler ve navigasyon dosyaları içerir C2, L2C/L5 ve Galileo kodları tanıtılmıştır.
RINEX sürüm 3.00	GPS ve GLONASS ve Galileo gözlemleri, meteorolojik veriler ve navigasyon dosyaları içerir.
RINEX sürüm 3.01	GPS ve GLONASS ve Galileo, Beidou, QZSS gözlemleri, meteorolojik veriler ve navigasyon dosyaları ve SBAS gözlemleri içerir.
RINEX sürüm 3.02	GPS ve GLONASS ve Galileo, Beidou, QZSS gözlemleri, meteorolojik veriler ve navigasyon dosyaları ve SBAS gözlemleri içerir bunlara ilaveten Yeni RINEX dosya adlandırma kuralı getirilmiştir.
RINEX sürüm 3.03	RINEX 3.02 ile birlikte GNSS verilerinin değişimi için geçerli standart olarak kabul edildi.
RINEX sürüm 3.04	ABD'den herkese açık tüm sinyalleri destekler Galileo, Beidou, QZSS, IRNSS uydu takım yıldızları, CDMA sinyalleri, Beidou III ve QZSS II sinyallerini desteklemek için güncelleme içerir.
RINEX sürüm 3.05	BDS-2 ve BDS-3'ü tam desteklemek için Beidou sinyallerini izleme kodları eklenmiş, GLONASS navigasyon mesajlarına yapılandırma getirilmiştir.
RINEX sürüm 4.00	Tüm GNSS uydu sistemlerinden gelen yeni navigasyon mesajları, İyonosferik düzeltmeler, dünya oryantasyon parametreleri, sistem zaman ofsetleri, L1 C/B sinyalini desteklemek için eklenen QZSS sinyalleri ve FAİR veri kullanımını desteklemek için başlık satırlarına sahiptir.

RINEX 2.11 en yaygın kullanılan dosya sürümlerinden olduğu söylenilebilir. Bu format bir gözlem, bir başlık ve veri bölümünden oluşan bir ASCII dosyasıdır. Başlık bölümünde (nokta adı, nokta numarası, gözlemci kurum, anten modeli, noktanın yaklaşık konumu, anten yüksekliği, gözlem çeşitleri vb.) bilgiler yer almaktadır. "END OF HEADER" ifadesi ile başlık bölümüne ait tanımlamalar tamamlanır. Veri kayıt bölümü bu aşamadan

sonra başlar. Bu bölüm temel olarak bir gözlem oturumu sırasında alıcı tarafından yapılan gözlemleri içerir.

Şekil 4.1'de RINEX 2.11 sürümüne ait gözlem dosyasının başlık bölümüne, Şekil 4. 2' de ise gözlem dosyasının kayıt bölümüne ait örnek dosyalar gösterilmiştir (Pestana, 2015, Kahveci ve Yıldız, 2018; Anonim16, 2021).

```
     2.11           OBSERVATION DATA    M (MIXED)           RINEX VERSION / TYPE
BLANK OR G = GPS,  R = GLONASS,  E = GALILEO,  M = MIXED    COMMENT
gLAB                gAGE                17-MAR-10 12:14     PGM / RUN BY / DATE
EXAMPLE OF A MIXED RINEX FILE                               COMMENT
MRKR                                                        MARKER NAME
9080.1.34                                                   MARKER NUMBER
gAGE                UPC: Technical University of Catalonia  OBSERVER / AGENCY
THIS FILE IS PART OF THE gLAB TOOL SUITE                    COMMENT
FILE PREPARED BY: ADRIA ROVIRA GARCIA                       COMMENT
PLEASE EMAIL ANY COMMENT OR REQUEST TO: glab.gage @ upc.edu COMMENT
IR2200716006        ASHTECH UZ-12       CQ00                REC # / TYPE / VERS
482                 AOAD/M_T        NONE                    ANT # / TYPE
   4789028.4701    176610.0133   4195017.0310               APPROX POSITION XYZ
         0.9030         0.0000         0.0000               ANTENNA: DELTA H/E/N
     1     1                                                 WAVELENGTH FACT L1/2
     1     2     3   G14   G18   G19                        WAVELENGTH FACT L1/2
     7    L1    L2    P1    P2    C1    S1    S2            # / TYPES OF OBSERV
    30.000                                                  INTERVAL
  2010     3     5     0     0     0.0000000     GPS        TIME OF FIRST OBS
  2010     3     5    23    59    30.0000000     GPS        TIME OF LAST OBS
     1                                                      RCV CLOCK OFFS APPL
    15                                                      LEAP SECONDS
    14                                                      # OF SATELLITES
   G07   815   815   815   815   815   815   815            PRN / # OF OBS
   G09   246   246   246   246   246   246   246            PRN / # OF OBS
   G12   687   687   687   687   687   687   687            PRN / # OF OBS
   G13   762   762   762   762   762   762   762            PRN / # OF OBS
   G15   454   454   454   454   454   454   454            PRN / # OF OBS
   G20   599   599   599   599   599   599   599            PRN / # OF OBS
   G21   636   636   636   636   636   636   636            PRN / # OF OBS
   G26   210   210   210   210   210   210   210            PRN / # OF OBS
   G31   874   874   874   874   874   874   874            PRN / # OF OBS
   G32   457   457   457   457   457   457   457            PRN / # OF OBS
   R11   907                     907   907                  PRN / # OF OBS
   R19   348                     348   348                  PRN / # OF OBS
   R23   936                     936   936                  PRN / # OF OBS
   S24   198                     198   198                  PRN / # OF OBS
                                                            END OF HEADER
```

Şekil 4. 1 RINEX 2.11 sürümü gözlem dosyası başlık bölümü (Anonim16, 2021)

Gözlem dosyasına ait "END OF HEADER" ifadesinden sonra başlayan bu kısımda ilk satır ölçü epoğunu (yılın son iki hanesini, ay, gün, saat, dakika, saniye) olarak

tanımlanmıştır. Yine aynı satırda ölçü epoğunun saniye kısmından sonra gelen rakam sıfır ise ölçü sorunsuz olarak kayıt edildiğini göstermektedir. Bu kısıma ait görseller Şekil 4.2‘de paylaşılmıştır (Kahveci ve Yıldız, 2018).

Yıl	Ay	Gün	Saat	Dakika	Saniye	Epok
10	3	5	0	0	0.0000000	0

```
                                                            END OF HEADER
10  3  5  0  0  0.0000000  0 14G13R19G32G 7R23G31G20R11G12G26G 9G21    -0.12345
                             G15S24
 121367582.20508  94572134.49208  23095489.677 9  23095481.949 9  23095483.463 7
        42.000          40.000
 134357446.85408                                                  23095483.463 7
        51.000
  34357446.85408 104694102.10708  25567381.585 9  25567371.841 9  25567379.659 7
        76.000          84.000
 118767195.32608  91018570.22508  22600658.277 9  22600648.232 9  22227666.760 7
        57.000          32.000
 132798887.20808                                                  22600648.288 7
        39.000
 130586522.29708 101755719.98608  24849779.954 9  24849799.921 9  24849797.341 7
        56.000          24.000
 135891004.29908 105889081.83208  25859215.981 9  25859207.736 9  25859205.875 7
        44.000          46.000
 132678281.64008                                                  25247845.883 7
        38.000
 106712807.73208  83152833.16108  20306772.310 9  20306771.779 9  20306772.510 7
        44.000          46.000
 116571368.18108  90834826.58108  22182792.370 9  22182793.119 9  22182794.240 7
        35.000          27.000
 132197034.89008 103010636.32308  25156289.677 9  25156300.244 9  25156289.059 7
        51.000          40.000
 119360658.19908  93008298.09808  22713580.654 9  22713581.674 9  22713580.663 7
        78.000          35.000
 117320174.24208  91418311.51708  22325286.941 9  22325287.194 9  22325287.806 7
        63.000          65.000
 195486861.41208                                                  37199916.954 7
        45.000
10  3  5  0  0 30.0000000  0  8G13R19G32G 7R23G31G20R11                -0.12345
 130321269.80108 101549030.34908  24799319.672 9  24799319.752 9  24799318.768 7
```

Şekil 4. 2. RINEX 2.11 sürümü gözlem dosyası kayıt bölümü (Anonim16, 2021)

5. UYGULAMA

Bu çalışmada meteorolojik değişimlerin TUSAGA-Aktif (CORS-TR) istasyonlarından elde edilen konum bilgileri üzerine olan etkisi araştırılmıştır. CORS-TR projesinin faaliyete başladığı Mayıs 2009 tarihi ile Aralık 2020 yılları arasında aynı konumda gözlemini sürdüren KURU, SINP, BOYT, CORU, CANK, CMLD, KRBK, KSTM istasyonları seçilmiştir. Uygulamadaki konu başlıkları aşağıdaki gibi olacaktır.

- Çalışma alanının belirlenmesi
- TUSAGA-Aktif KSTM istasyonuna ait Meteorolojik Zaman Dilimlerinin Belirlenmesi
- Uygulamada kullanılacak verilerinin elde edilmesi
- Verilerin analizi
- Analizlerin doğruluk değerlendirmesi

5.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi

Uygulamaya ait çalışma alanı aynı konumda gözlemini sürdüren merkezde KSTM (Kastamonu) istasyonu olmak üzere etrafındaki diğer istasyonlar CMLD (Çamlıdere), KRBK (Karabük), KURU (Kurucaşile), SINP (Sinop), BOYT (Boyabat), CORU(Çorum), CANK (Çankırı) olmak üzere toplam 8 TUSAGA-Aktif istasyonunu kapsayacak şekilde seçilmiştir. Çalışma alanını oluşturan dört köşe noktaya ait WGS84 datumunda ki coğrafi koordinatları Çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 1. Çalışma alanı koordinatları

Nokta No	Enlem (B)	Boylam (L)
1	42°31'31.35"	31° 6'28.81"
2	42°31'31.35"	36°27'10.89"
3	39°43'46.85"	36°27'10.89"
4	39°43'46.85"	31° 6'28.81"

Çalışma alanı içerisinde, Meteorolojik değişimlerin TUSAGA-Aktif istasyonlarının konum bilgilerine olan etkisi araştırılırken deprem hareketlerinden meydana gelebilecek değişiklikler, analiz ve değerlendirmeye dahil edilmemiştir.

5.2. İstasyonlarının Meteorolojik Zaman Dilimlerinin Belirlenmesi

Çalışma alanı içerisinde bulunan KSTM istasyonuna ait meteorolojik zaman aralıkları sıcaklık ve yağış olmak üzere iki aşamada değerlendirilecektir. Bunun için Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğünün Meteorolojik veri bilgi sunum sistemi (MEVBİS) üzerinde KSTM istasyon noktasının bulunduğu Kastamonu ilinin 2016-2020 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış miktarlarına ait veriler kullanılmıştır (Çizelge 5.2).

Çizelge 5. 2. KSTM istasyonu 2016-2020 mevsim normalleri periyodu

İstasyon Adı/No: KASTAMONU/17074

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C) (KASTAMONU)

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2016	-0.6	5	6.5	11.8	13	18.6	20.2	20.6	15.1	10.4	3.9	-1.6
2017	-2.3	1.1	6.3	8.8	13.6	17.8	21.3	21.2	18.2	10	4.7	2
2018	1.6	4.2	7.4	12.6	15.7	18.5	20.1	20.5	16.1	12.1	6	1.8
2019	-0.1	3.2	4.6	8.7	14.9	19.4	19	19.7	15.7	12.8	6.7	2.2
2020	0.6	2.1	6.9	8.6	14.1	17.5	21.3	20.5	19.3	14.5	4.5	2.6

Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m²) OMGİ (KASTAMONU)

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2016	39	18.6	25.8	74.3	142.4	77.8	21.1	128.6	19.2	6.2	33.2	32.4
2017	13.8	1.4	25.6	39.4	41.6	136	30.6	48.6	11.1	35.8	15	43.7
2018	15.8	34.4	104	17.2	117.4	67.7	79.8	7.7	75.2	39	31.3	39.6
2019	38.5	21.7	20	29.1	154.3	53.7	47.5	59.7	4.6	19.6	14.2	21
2020	12.9	54.9	19.9	46.5	58.8	173.8	8.7	4.2	9.6	15.6	1	7.3

Çizelge 5.2'de ki veriler kullanılarak istasyon bölgesine ait 2016-2020 yılları arası aylık bazda sıcaklık ve yağış miktarlarının ortalama değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak sıcaklığın en düşük olduğu ay Ocak, sıcaklığın en yüksek olduğu ay Ağustos ve tüm aylar için hesaplanmış 2016-2020 mevsimler ortalamasına yakın olan Nisan ve Ekim ayları seçilmiştir. Aylık toplam yağış miktarlarında ise yağışın en düşük olduğu ay Kasım,

yağışın en yüksek olduğu ay Mayıs ve tüm aylar için hesaplanmış mevsimler ortalamasına yakın Mart ve Temmuz ayları seçilmiştir (Çizelge 5. 3).

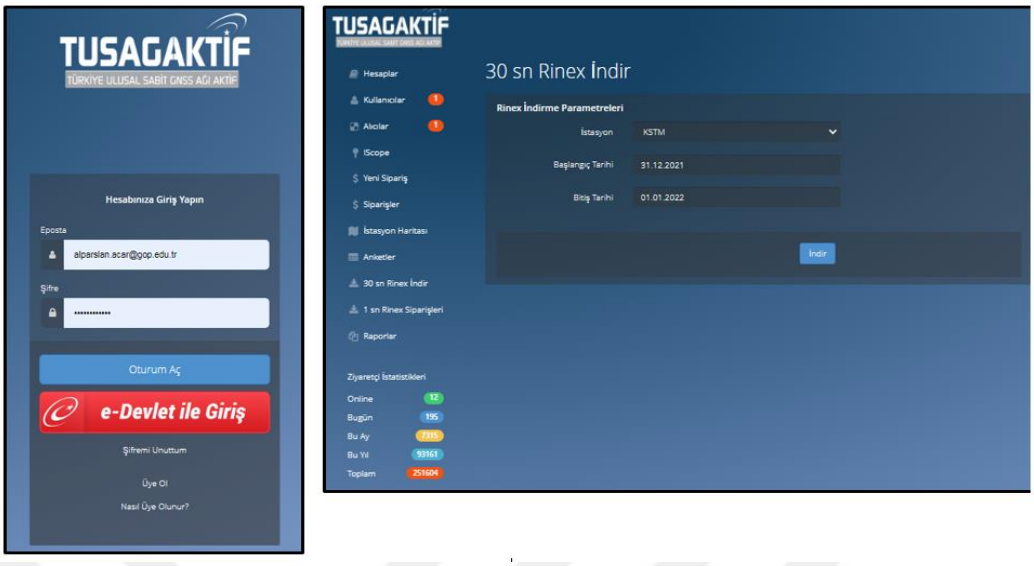
Çizelge 5. 3. KSTM istasyonuna ait aylık ve mevsimsel ortalamalar

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C) (KASTAMONU)													
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	MEVSİMSEL ORTALAMA (2016-2020)
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2016-2020 Yılları arası ortalama sıcaklık (°C)	-0.16	3.12	6.34	10.1	14.26	18.36	20.38	20.5	16.88	12.0	5.16	1.4	10.7
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m²) OMGİ (KASTAMONU)													
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	MEVSİMSEL ORTALAMA (2016-2020)
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2016-2020 Yılları arası ortalama yağış miktarı (mm)	24.00	26.20	39.06	41.30	102.90	101.80	37.54	49.76	23.94	23.24	18.94	28.80	43.1

5.3. Uygulamada Kullanılacak Verilerin Elde Edilmesi

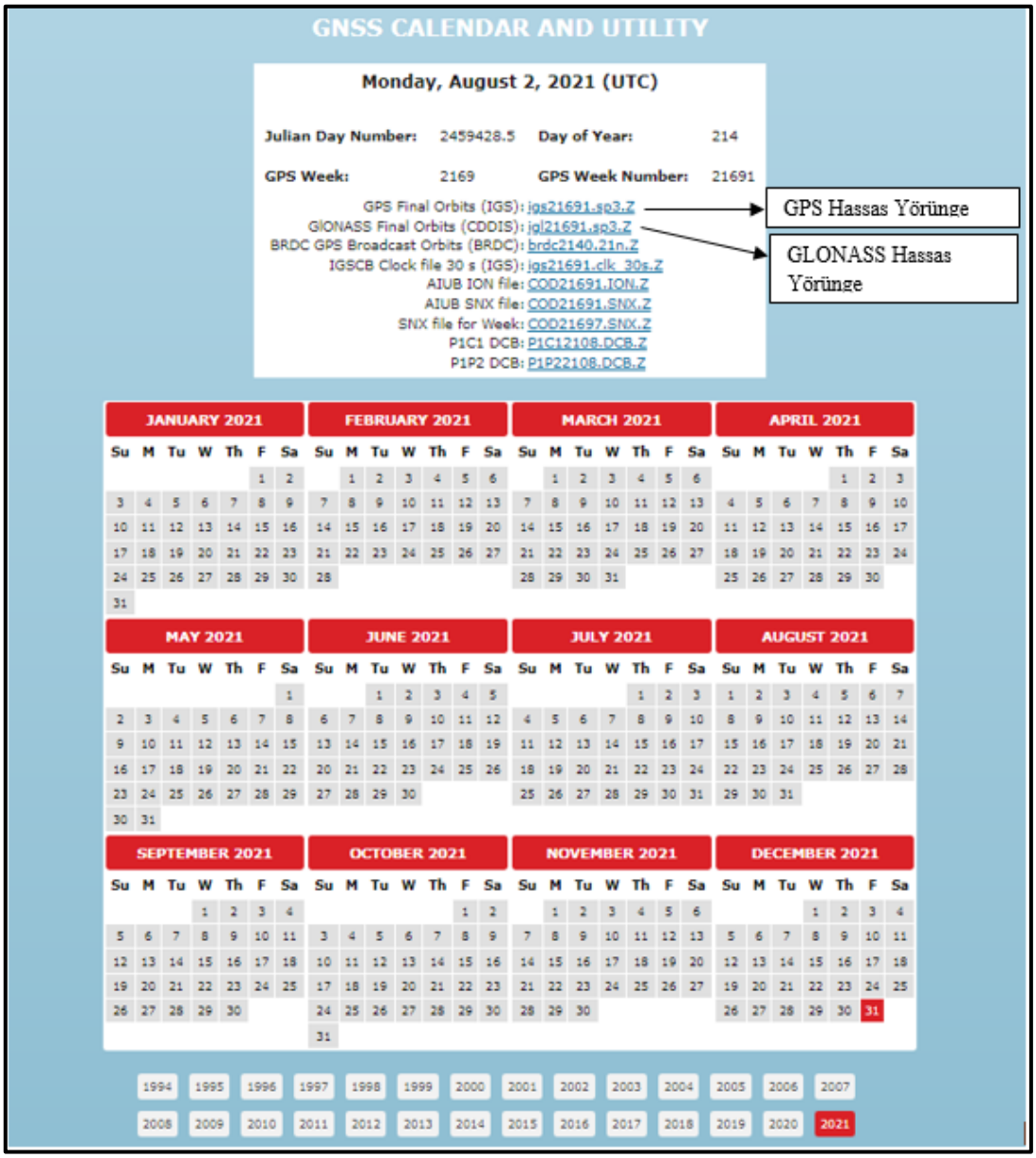
Konumsal değişimlerin çözümlenmesinde, sürekli ölçüm yapan istasyonlara ait 30 saniyelik 24 saatlik RINEX verileri ile GPS ve GLONASS uydularına ait hassas yörünge bilgileri kullanılacaktır. RINEX veriler TUSAGA-Aktif sistemi Web Portalı www.tusaga-aktif.gov.tr adresi üzerinden, GPS ve GLONASS uydularına ait hassas yörünge bilgileri ise www.gnsscalendar.com web adresi üzerinden indirilmiştir.

TUSAGA-Aktif sisteminin kullanımında üyelik şartlarının yerine getirilmesi sonrasında özel ve/veya kuruma tanımlanan bir kullanıcı adı ve şifre ile giriş yapılmaktadır. Giriş kayıt bedelini ödemiş ve en az bir adet GNSS alıcısını sisteme kaydettirmiş olan kullanıcılar 30 saniyelik RINEX verilerine ulaşabilirler (Şekil 5.1).



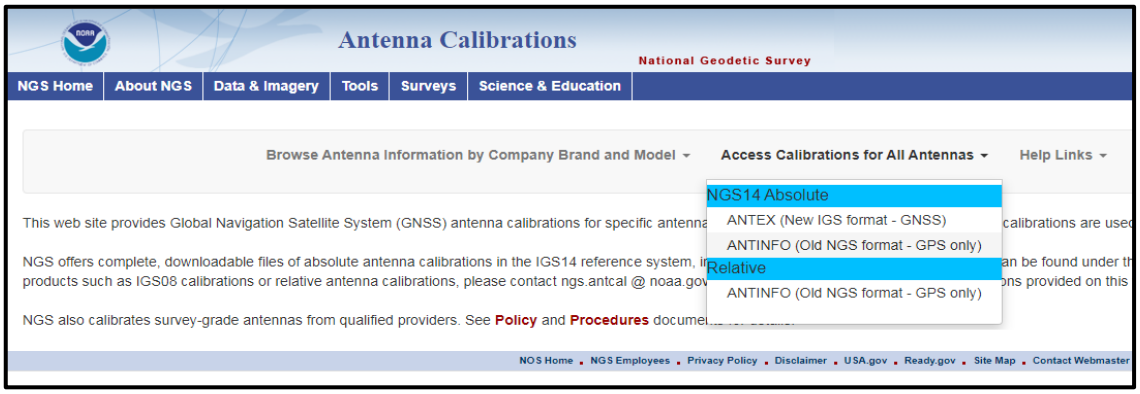
Şekil 5. 1 TUSAGA-Aktif Web portalı giriş ve 30 sn RINEX veri indirme ekranı

GPS ve GLONASS uydularına ait hassas yörünge bilgileri http://www.gnsscalendar.com web sayfasından ölçümlerin yapıldığı tarihler seçilerek gerekli dosyalar indirilmiştir. İstasyon çözümlemelerinde sp3 dosya uzantılı igs (GPS uydularına ait hassas yörünge bilgileri), igl (GLONASS uydularına ait hassas yörünge bilgileri) içeren dosyalar kullanılmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5. 2. Hassas yörünge bilgileri indirme ekranı

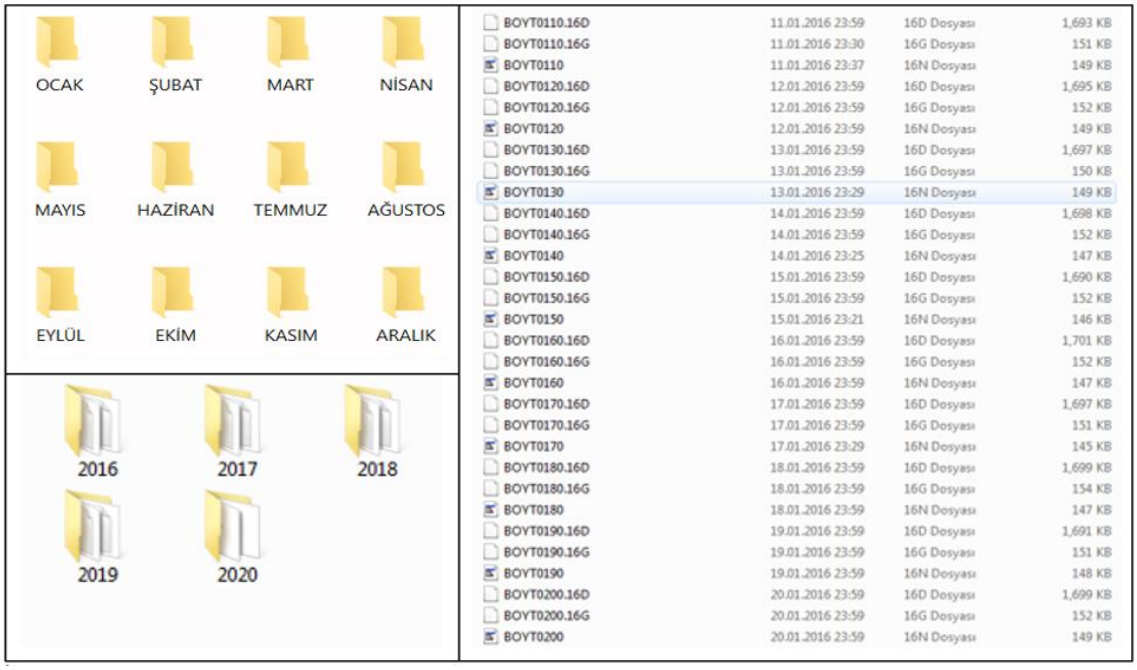
Güncel olmama veya çözümleme yapılacak yazılımda tanımlanmamış olma ihtimaline karşılık GNSS alıcı anten bilgileri https://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/ web adresi üzerinden indirilerek txt formatında kayıt yapılmıştır (Şekil 5.3)



Şekil 5. 3 GNSS alıcı anteni kalibrasyon değerlerini indirme ekranı

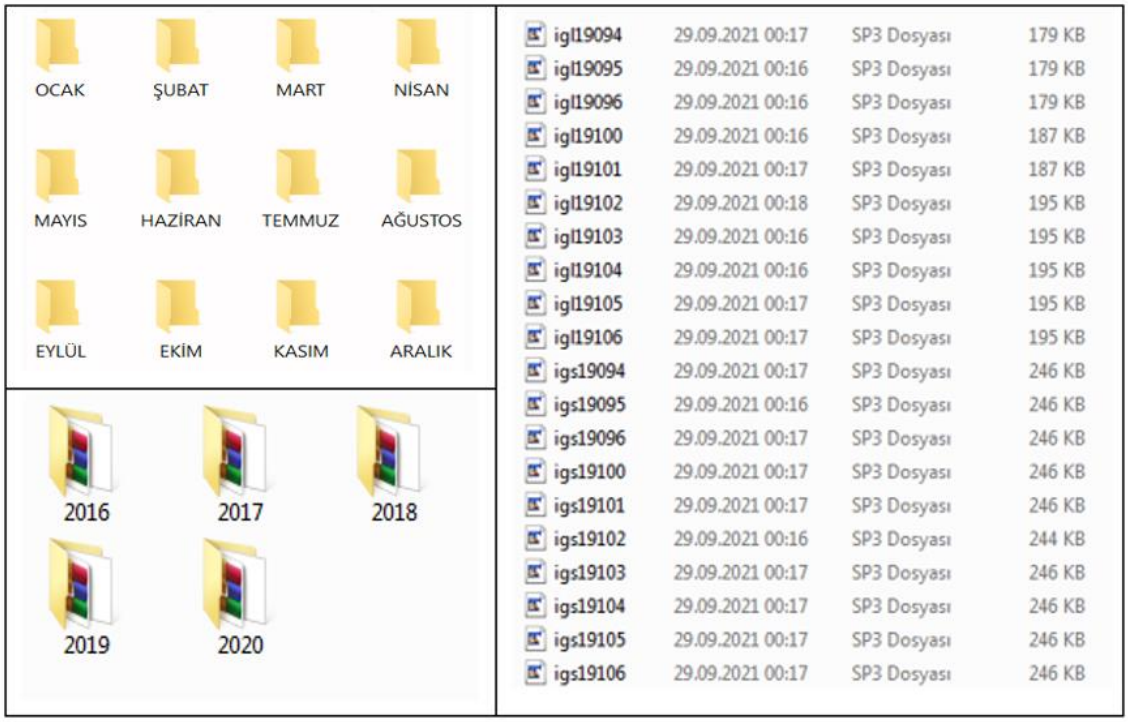
5.4. Veri Analizi

TUSAGA-Aktif web sayfasından KSTM, CMLD, KRBK, KURU, SINP, BOYT, CORU, CANK istasyonlarının 2016-2020 yılları arasındaki tüm aylara ve bu ayların 11 ile 20'nci günlerini kapsayan on günlük zaman aralığındaki 30 saniyelik 24 saatlik RINEX verileri indirilmiştir (Şekil 5.4).



Şekil 5. 4. RINEX veri klasörleri ve dosyaları

GPS ve GLONASS uydularına ait hassas yörünge bilgileri 2016-2020 yılları arasındaki tüm aylara ait ve bu ayların 11 ile 20'nci günlerini kapsayan günler için http://www.gnsscalendar.com internet adresinden indirilmiştir (Şekil 5.5).



Şekil 5. 5 Hassas yörünge bilgileri klasörleri ve dosyalar

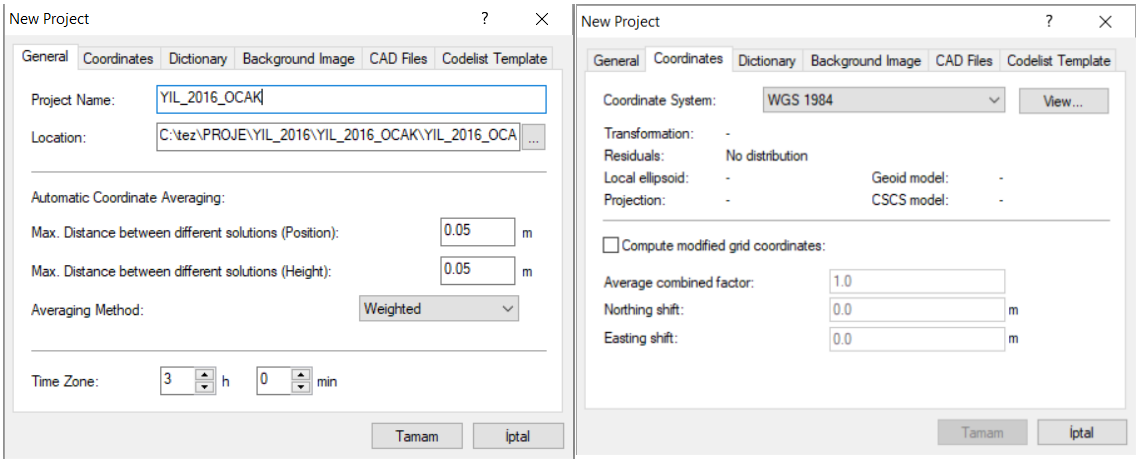
Meteorolojik değişimlerin TUSAGA-Aktif istasyonlarının konumları üzerine olan etkilerini araştırmak için LEICA GeoOffice (LGO) v8.x yazılımı kullanılacaktır. LGO yazılımı GNSS ile elde edilen her türlü jeodezik ölçümlerin değerlendirilmesinde süre ve hassasiyet kriterlerini fazlası ile sağladığı için önerilmektedir. LGO yazılımı GNSS alıcılarının ortak veri formatı olan RINEX datalarını hem de bu alıcıların ham datalarını okuyabilmektedir. LGO yazılımı hem manuel hem de otomatik olarak alıcı istasyon noktaları arasındaki baz ve üçgen kapanma değerlerini alabilmektedir. Serbest ve dayalı dengeleme yapabildiği gibi, güven aralığı, iterasyon sayısı, öncül parametreler gibi dengeleme parametreleri de manuel olarak yazılıma girilebilmektedir. Sonuç dosyaları WGS84 sisteminde veya kullanıcının belirleyebildiği bir projeksiyon sisteminde izlenebilmektedir. Kullanıcı dengeleme sonrası dengeleme ile ilgili sonuç raporlarını alabilmektedir (Salgın, 2007; İnal, 2008).

Verilerin analiz ve değerlendirilmesinde izlenecek işlem adımları Çizelge 5. 4'te verilmiştir.

Çizelge 5. 4. Veri analiz ve değerlendirme işlem adımları

1	Yeni Proje açılması ve proje ayarlarının yapılması
2	İstasyonlara ait RINEX verilerin yüklenmesi
3	Hassas yörünge bilgileri (Precise Ephemeris) dosyalarının yüklenmesi
4	GNSS alıcı anten kalibrasyon bilgilerinin yüklenmesi
5	Değerlendirme parametre ayarları ve baz çözümlerinin yapılması
6	İstasyon noktalarına ait Epok kaydırma hesaplarının yapılması
7	Dayalı dengeleme yapılması
8	Sonuç koordinatlarının alınması
9	İstasyonlara ait hız hesapları yapılması
10	2005.00 epoğunda yeni istasyon koordinatlarının hesaplanması

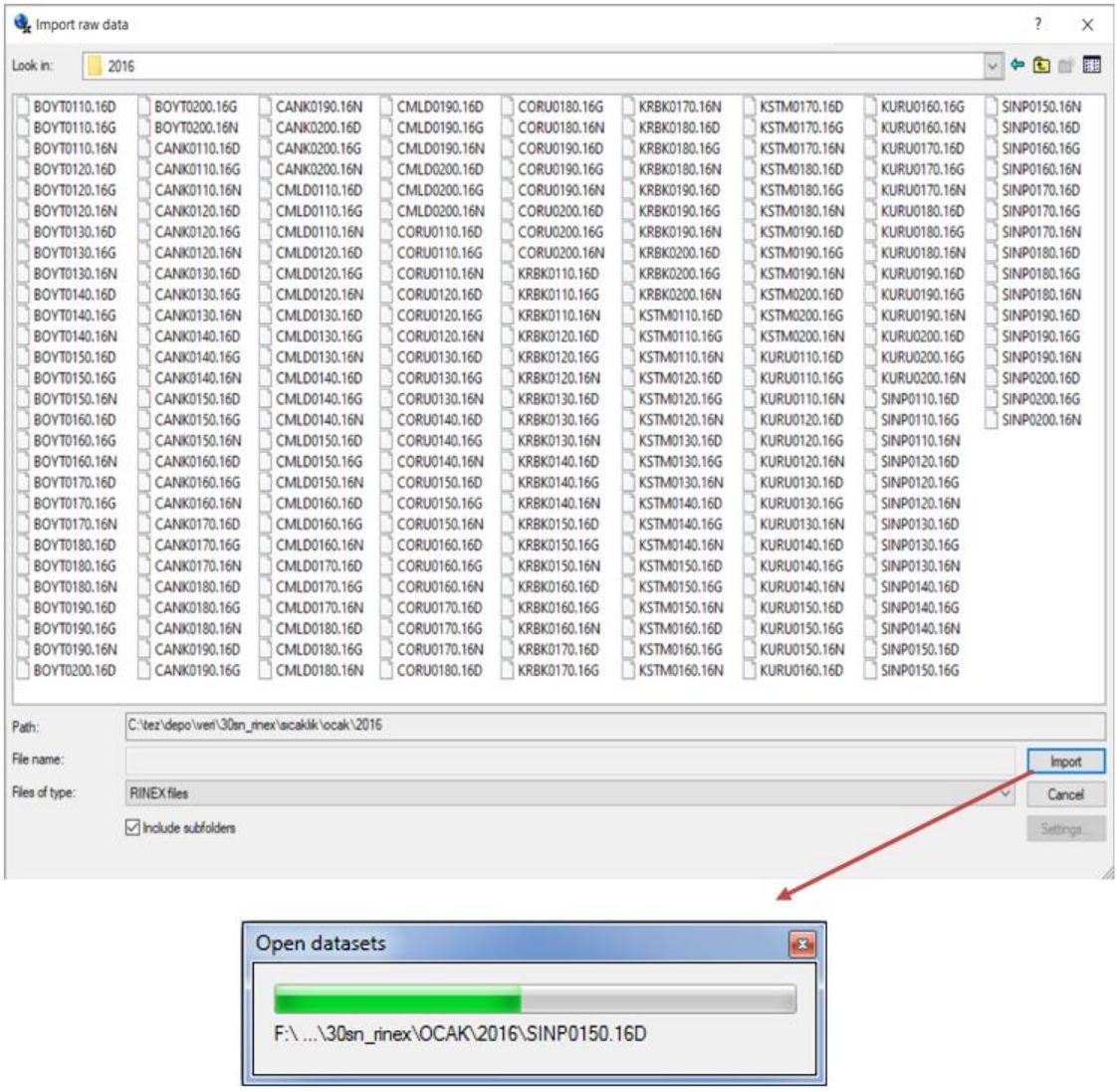
Windows işletim sistemine yüklenmiş olan yazılım Windows masaüstünde bulunan Leica Geo Office v8.x (LGO.exe) kısa yolu ile çalıştırılmaktadır. LGO yazılımı çalıştırıldıktan sonra File / New Project ile yeni bir proje dosyası açılır (Şekil 5. 6).



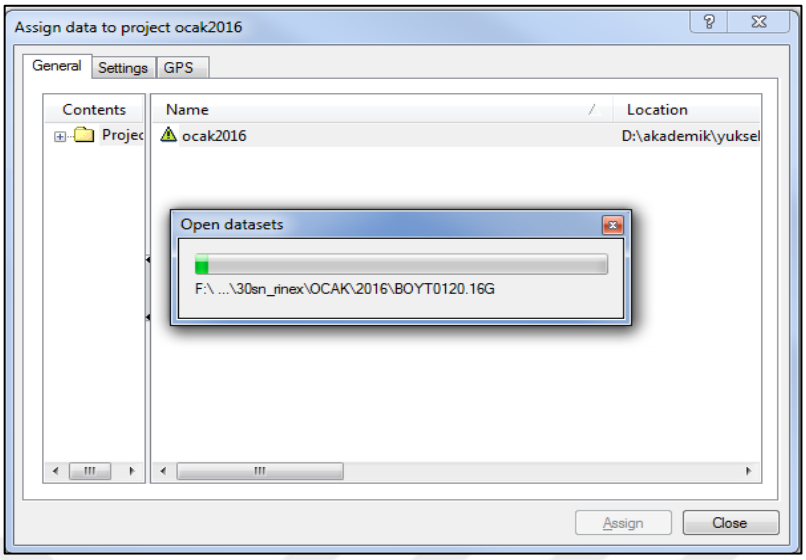
Şekil 5. 6. LGO yeni proje açılması ve proje ayarları

Şekil 5. 6’ da proje özellikleri genel sekmesinde yükseklik ve konumdaki çözümler arasındaki en büyük fark 0.05 m alınmıştır. Saat dilimi 3 saat 0 dakika olarak belirlenmiştir. Koordinatlar sekmesinde baz çözümleri ve dayalı dengeleme yapılacağı için sistem WGS84 olarak belirlenmiştir. Proje özelliklerinin diğer sekmelerinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

KSTM, CMLD, KRBK, KURU, SINP, BOYT, CORU, CANK istasyonlarına ait TUSAGA-Aktif internet sayfasından indirilen 30 saniyelik 24 saatlik RINEX veriler yazılımın veri girişi menüsünden ham veri seçeneği çalıştırılarak yazılıma aktarılmıştır (Şekil 5. 7). Bundan sonraki adımda RINEX veriler proje dosyası içerisine aktarılmıştır (Şekil 5. 8).

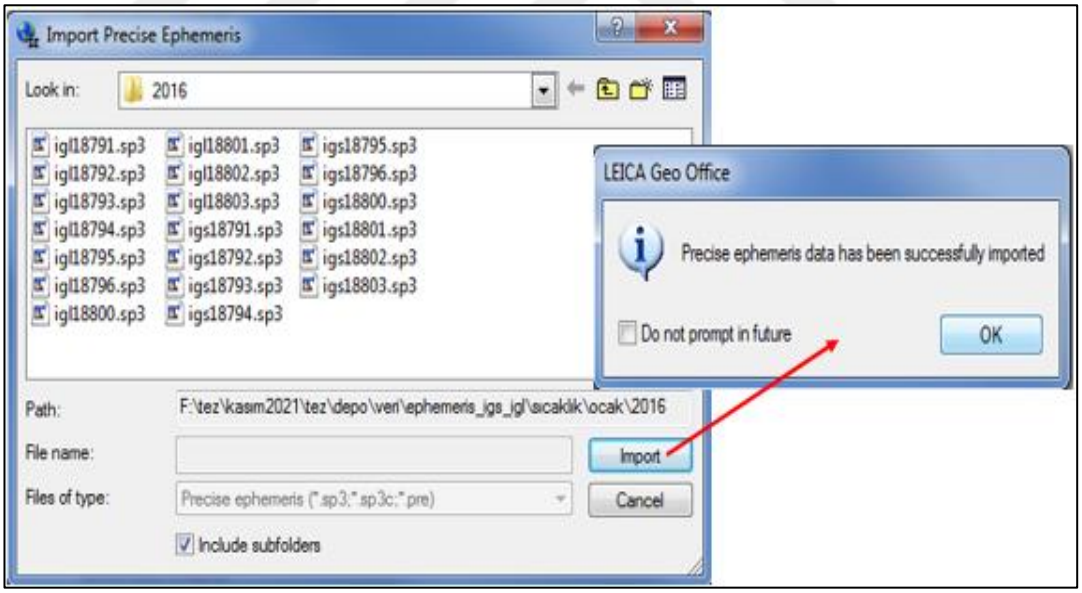


Şekil 5. 7. RINEX verilerinin yazılıma aktarılma ekranı



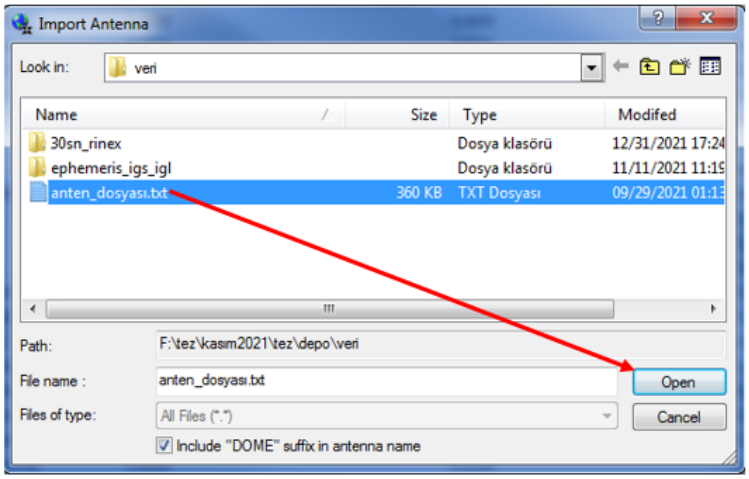
Şekil 5. 8. RINEX verilerin proje içerisine aktarılma ekranı

Çözümleme yapılacak istasyon noktalarının gözlem zamanlarına ait hassas yörünge bilgileri yazılıma aktarılmıştır (Şekil 5. 9).



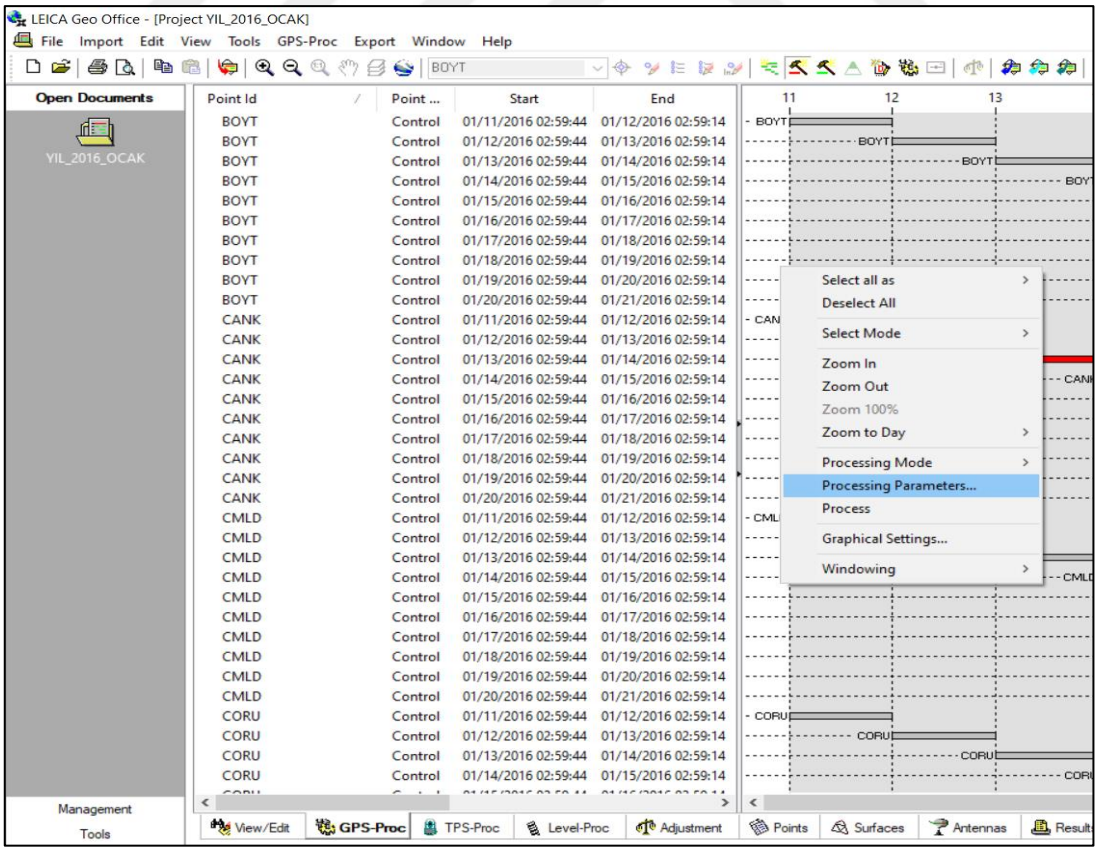
Şekil 5. 9. Hassas yörünge bilgileri yükleme ekranı

GNSS alıcılarına ait anten kalibrasyon değerleri LGO Tools/Antenna Management sekmesinin çalıştırılması sonrası ekranda sağ tıklanarak yazılım içerisine aktarılır (Şekil 5. 10).

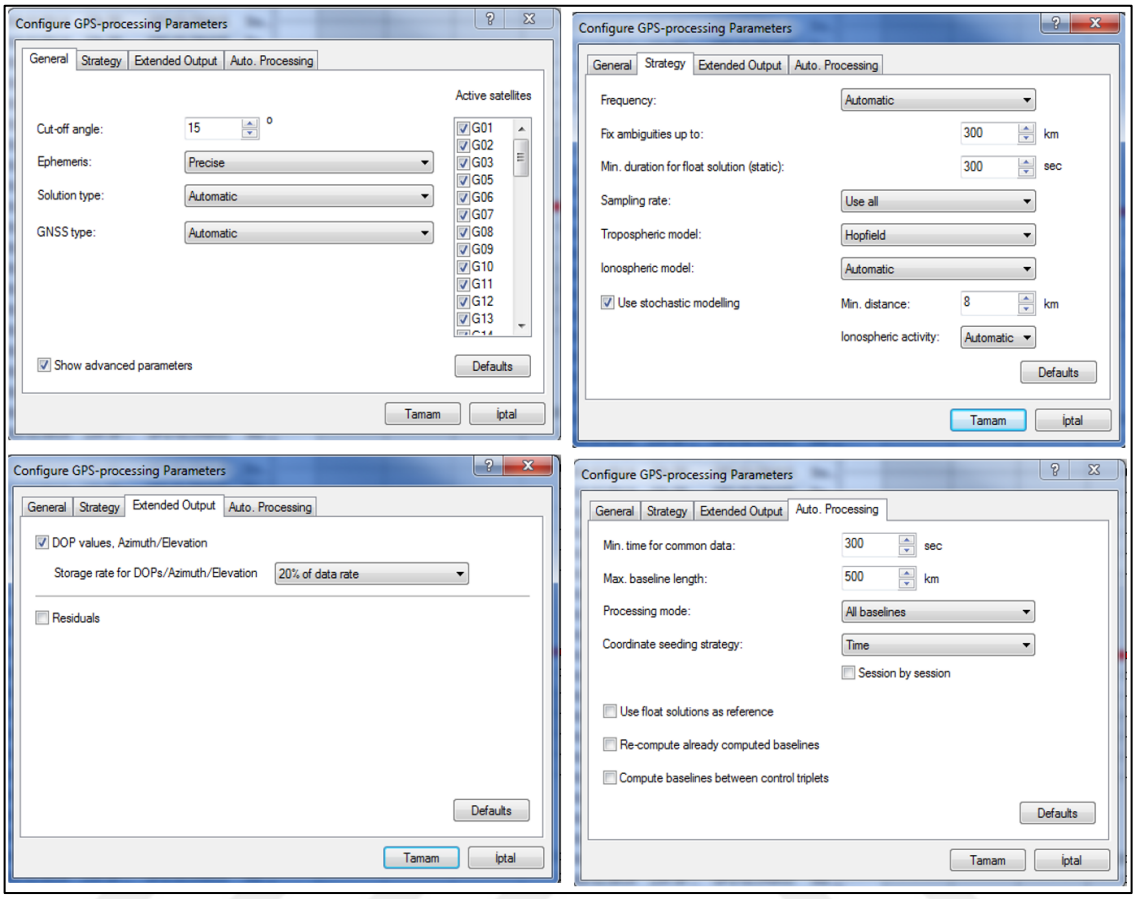


Şekil 5. 10. Anten kalibrasyon aktarım ekranı

İstasyon noktalarına ait baz çözümlemelerinin yapılabilmesi için gerekli 30 saniyelik RINEX veriler, hassas yörünge bilgileri ve alıcı anten kalibrasyon değerleri yazılıma ve proje dosyaları içerisine aktarılmıştır. Baz çözümlemelerinde kullanılacak değerlendirme parametreleri ayarları Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'de gösterilmiştir.



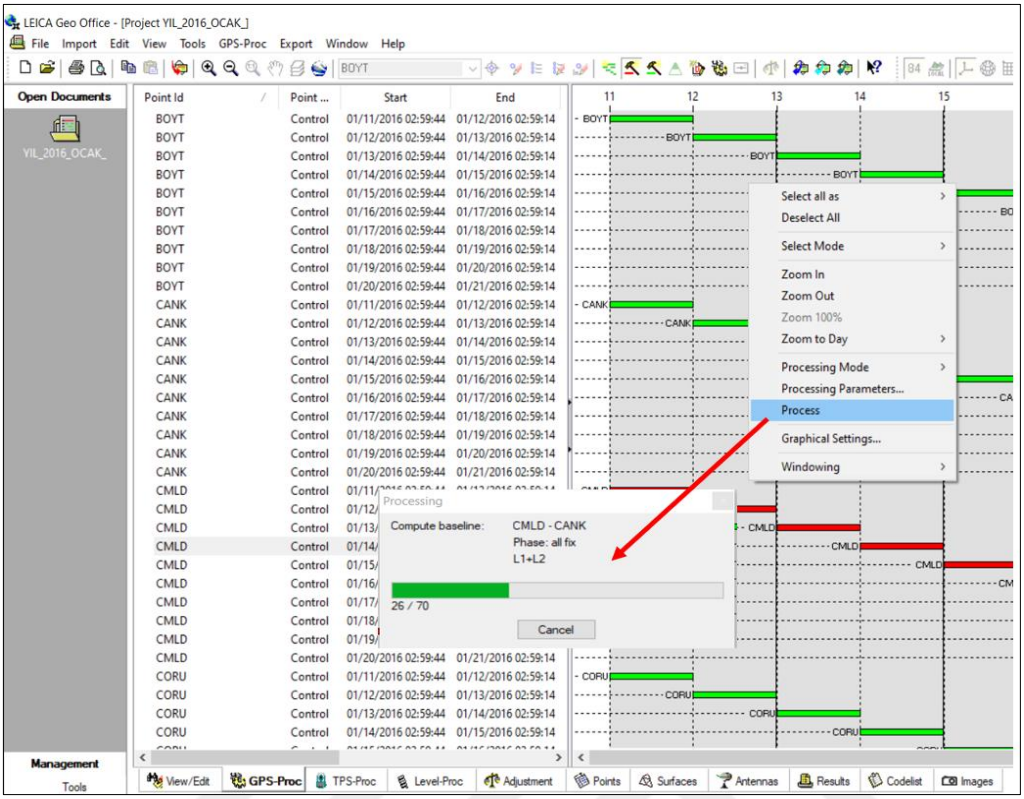
Şekil 5. 11. GPS Proc LGO değerlendirme ekranı



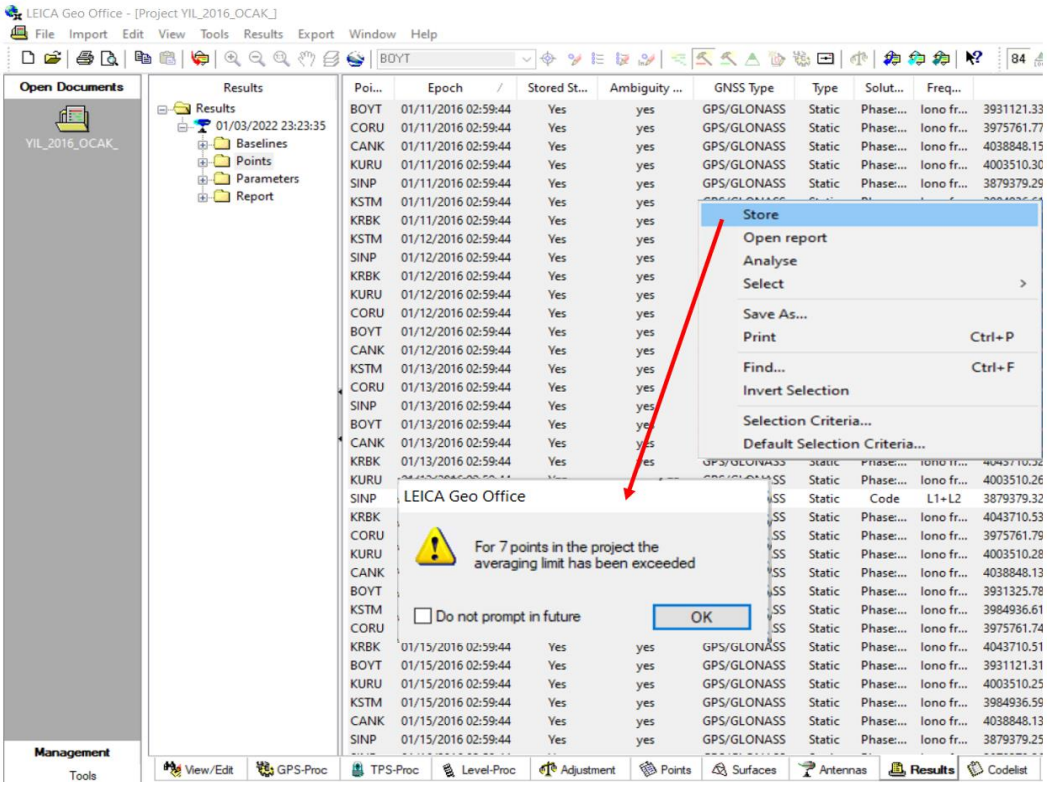
Şekil 5. 12. GPS-Proc değerlendirme parametreleri ekranı

Baz çözümleri KSTM, CMLD, KRBK, KURU, SINP, BOYT, CORU, CANK istasyonlarının 2016-2020 yılları arasındaki tüm aylara ait 10'ar günlük 30 saniye 24 saatlik RINEX gözlemleri kullanılarak yapılacaktır.

LGO yazılımı ile baz çözümleme işlemlerinde ilk adım olarak CMLD istasyonuna ait gözlemlerin tamamı GPS-proc menüsünde referans olarak seçildi, diğer tüm istasyonlara ait gözlemler gezici olarak seçilmiştir. Ekranda sağ tıklanarak değerlendir (process) komutu çalıştırıldı (Şekil 5. 13). Değerlendirme işlemi sonrası baz çözümündeki hata durumlarının izlenmesi için çıkan pencerede sağ tuş yapıp store komutunu çalıştırılmıştır (Şekil 5. 14).

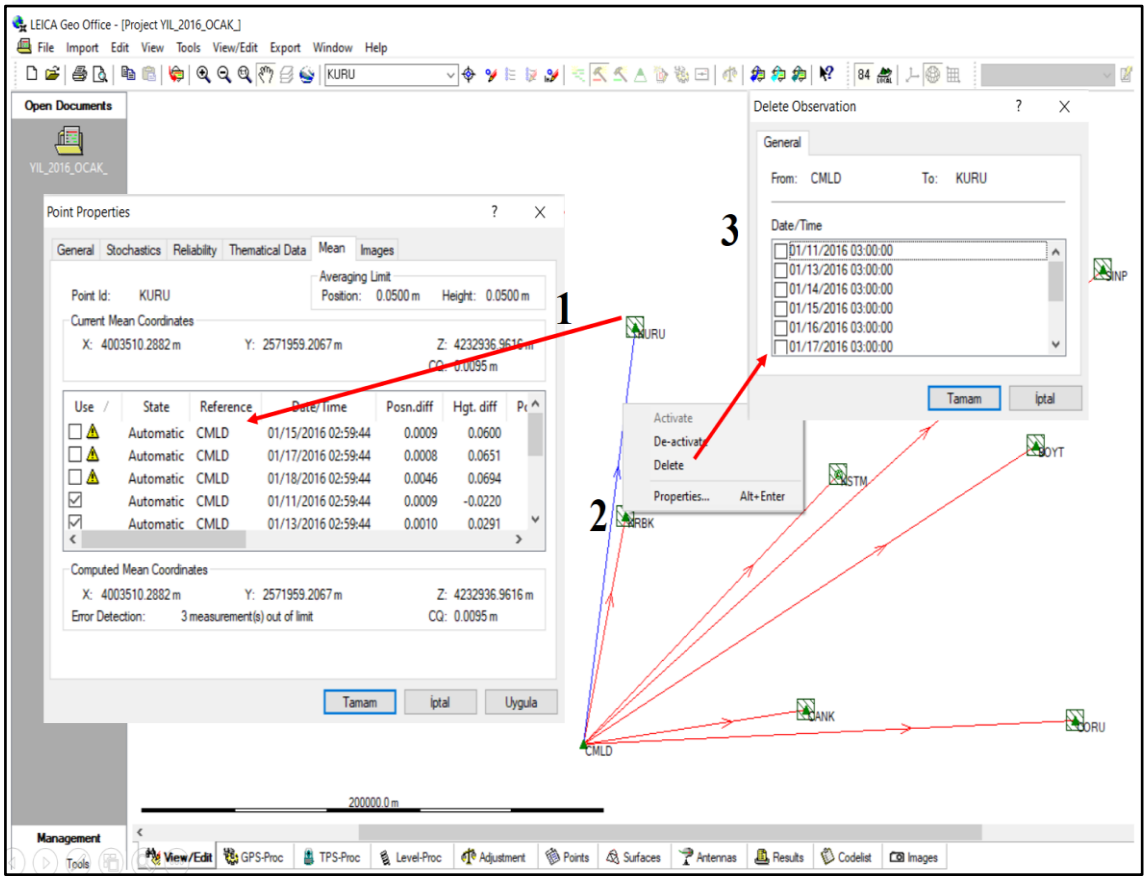


Şekil 5. 13. Baz değerlendirme ekranı



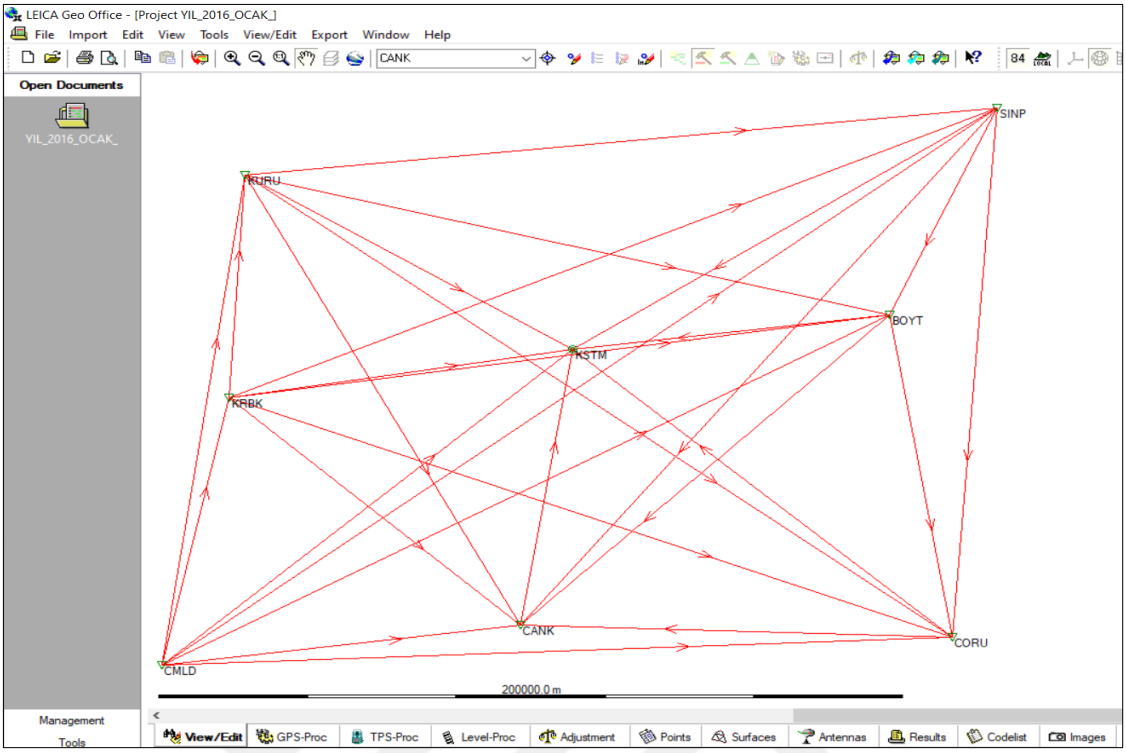
Şekil 5. 14. Hatalı çözüm bilgi ekranı

Noktaların hatalı olduklarını şekilde gösterilen kare çerçeveden anlayabiliriz. Kare kutucuk üzerine çift sol tıklama ya da sağ tuş "özellikler" komutundan ulaşılabilir. Çıkan pencerede ortalama (mean) sekmesinden hatalı olan bazlar izlenebilir. Bazların hatalı çıkmasının sebebi yükseklik ve konumdaki çözümler arasındaki en büyük fark değerlerini aşmasıdır. Görünüm/Düzen sekmesinde baz hattı seçilerek sağ tuş ile silme işlemi seçilip hatalı olan gözlemler silinir (Şekil 5. 15). Hatalı noktalara ait baz çözümlemelerinde en az 3 adet baz'ın bırakılması gerekir. Aksi durumda değerlendirme işlemi o noktalarda yeniden tekrarlanır. Bu işlemler geri kalan tüm istasyon noktaları için yapılarak istasyonlara ait dış hatlar oluşturulur.

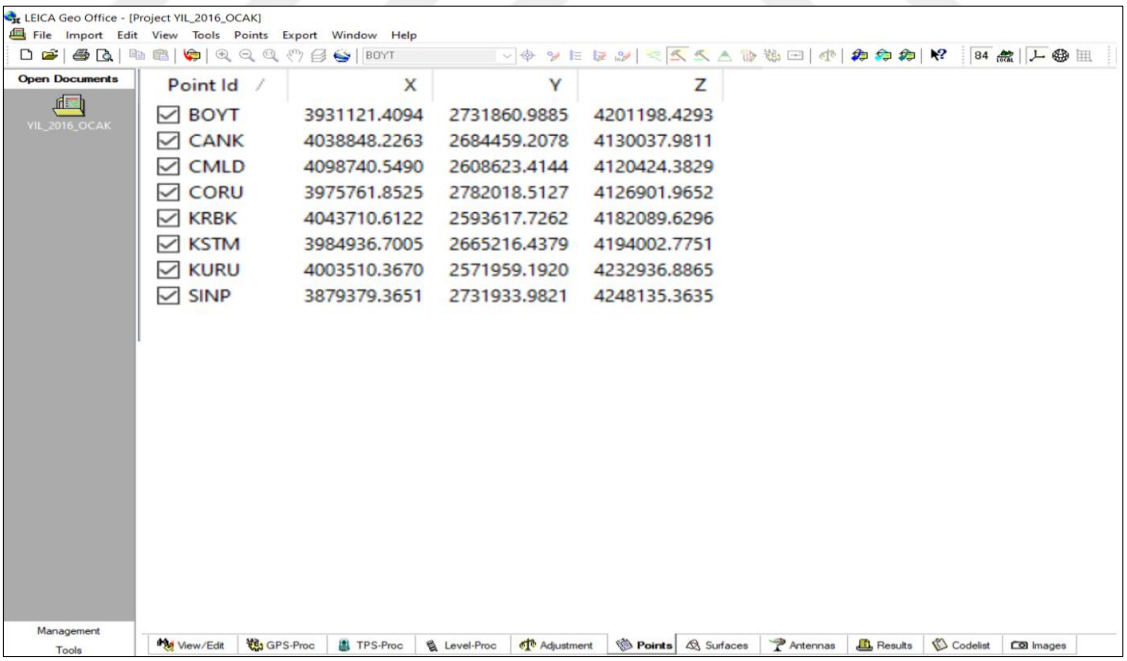


Şekil 5. 15. Hatalı bazlar ve gözlem ekranı

CMLD istasyonuna ait baz çözümleri tamamlandıktan Deselect işlemi yapılarak bu istasyon seçimi kaldırılır. Bu işlemler 2016-2020 yılları arasındaki aylara ait gözlem yapılan tüm istasyonlar içinde yapılmıştır. Ocak 2016 zamanına ait baz değerlendirme ekranı Şekil 5.16'da, hataları giderilmiş istasyonlara ait Kartezyen koordinatları ise Şekil 5.17'de gösterilmiştir.



Şekil 5. 16. Ocak 2016 yılına ait baz değerlendirme ekranı



Point Id	X	Y	Z
BOYT	3931121.4094	2731860.9885	4201198.4293
CANK	4038848.2263	2684459.2078	4130037.9811
CMLD	4098740.5490	2608623.4144	4120424.3829
CORU	3975761.8525	2782018.5127	4126901.9652
KRBK	4043710.6122	2593617.7262	4182089.6296
KSTM	3984936.7005	2665216.4379	4194002.7751
KURU	4003510.3670	2571959.1920	4232936.8865
SINP	3879379.3651	2731933.9821	4248135.3635

Şekil 5. 17. Ocak 2016 zamanına ait kartezyen koordinatlar

İstasyonlara ait çözümleme işlemlerinin tamamlanmasından sonra istasyon noktalarının TUSAGA-Aktif sitesinden indirilmiş olan güncel 2005.00 referans epoğuna ait koordinat

ve hız vektörleri kullanılarak noktaların ölçüm yapılan zamana ait yeni koordinatları hesaplanır.

Epok kaydırma hesaplamalarında istasyonların ölçü yapılan zamandaki GNSS yılının belirlenmesi gerekir. İstasyon noktalarımızın ölçüm zamanı ayın 11 ile 20'nci takvim günlerine ait 10'ar günlük zaman aralığı içinde belirlenecektir. Uygulamamızda tüm epok kaydırma hesaplarında ortalama çalışma tarihi olarak her ayın 16'ncı günü kabul edilmiştir. Ocak 2016 yılına ait epok kaydırma hesaplama işlemleri Şekil 5. 18'de gösterilmiştir.

$$\begin{bmatrix} X(T) \\ Y(T) \\ Z(T) \end{bmatrix}_{TUSAGA} = \begin{bmatrix} X(T_o) \\ Y(T_o) \\ Z(T_o) \end{bmatrix}_{TUSAGA} + (T - T_o) \begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix}_{TUSAGA}$$

REFERANS EPOĞU (To)	2005.00					
ORTALAMA ÇALIŞMA TARİHİ	GNSS GÜNÜ	GNSS YILI		ÖLÇÜ EPOĞU (T)		T - TO
16.01.2016	16	16/365.25=	0.044	2016 + 0.044	2016.044	11.044

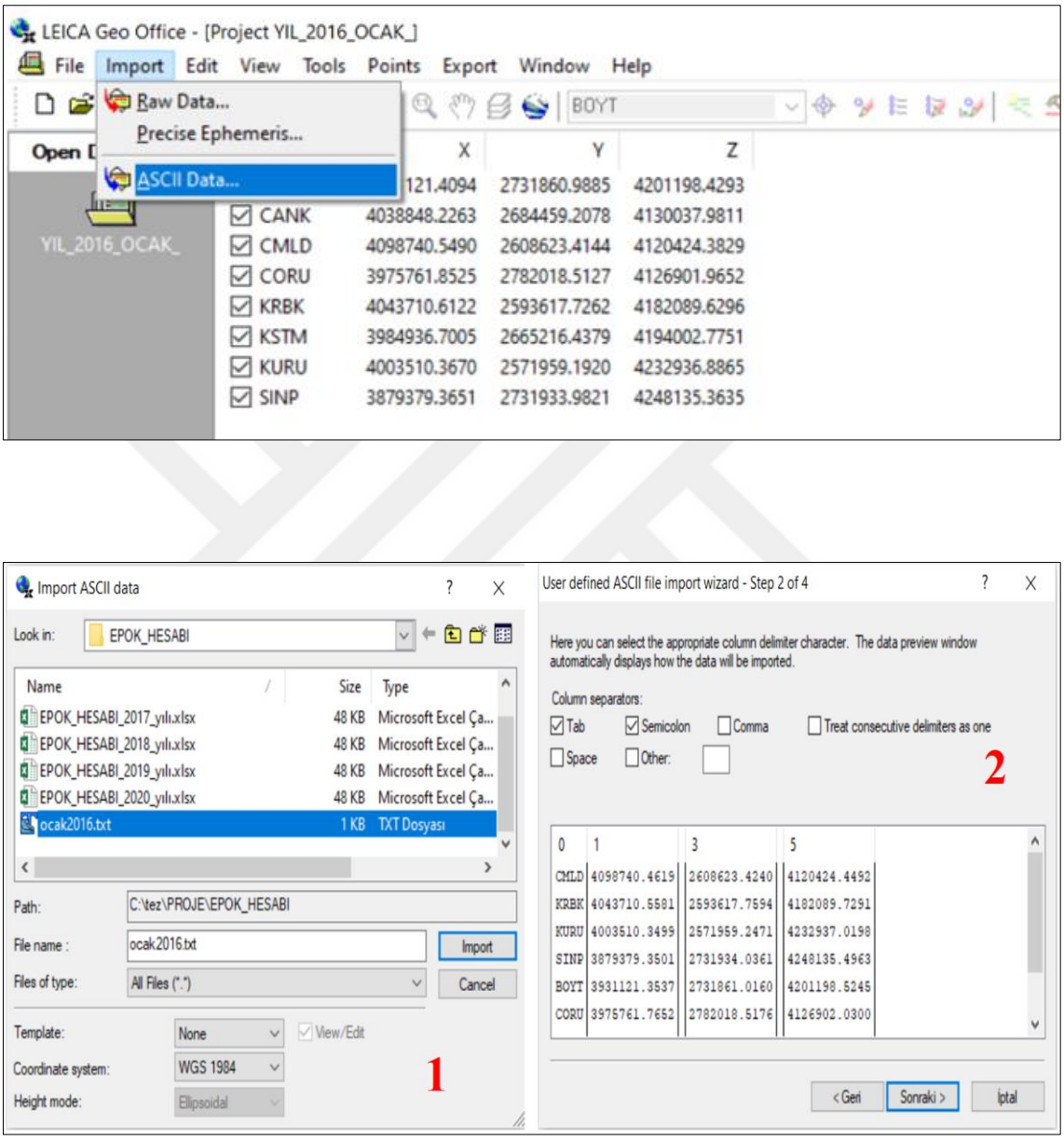
TAKVİM	GÜN
11.01.2016	11
12.01.2016	12
13.01.2016	13
14.01.2016	14
15.01.2016	15
16.01.2016	16
17.01.2016	17
18.01.2016	18
19.01.2016	19
20.01.2016	20

NOKTA	REFERANS EPOĞU 2005.00			HIZ		
NO	X (To)	Y (To)	Z (To)	Vx	VY	Vz
CMLD	4098740.5373	2608623.4186	4120424.3856	-0.006830	0.000490	0.005760
KRBK	4043710.7728	2593617.5935	4182089.6453	-0.019440	0.015020	0.007590
KURU	4003510.5792	2571959.0749	4232936.9390	-0.020760	0.015590	0.007320
SINP	3879379.5997	2731933.8799	4248135.4330	-0.022600	0.014140	0.005730
BOYT	3931121.5739	2731860.8591	4201198.4538	-0.019940	0.014210	0.006400
CORU	3975761.9026	2782018.5007	4126901.9230	-0.012440	0.001530	0.009690
CANK	4038848.2537	2684459.2178	4130037.9652	-0.009990	0.000600	0.008040
KSTM	3984936.8560	2665216.3059	4194002.7766	-0.020800	0.013610	0.007360

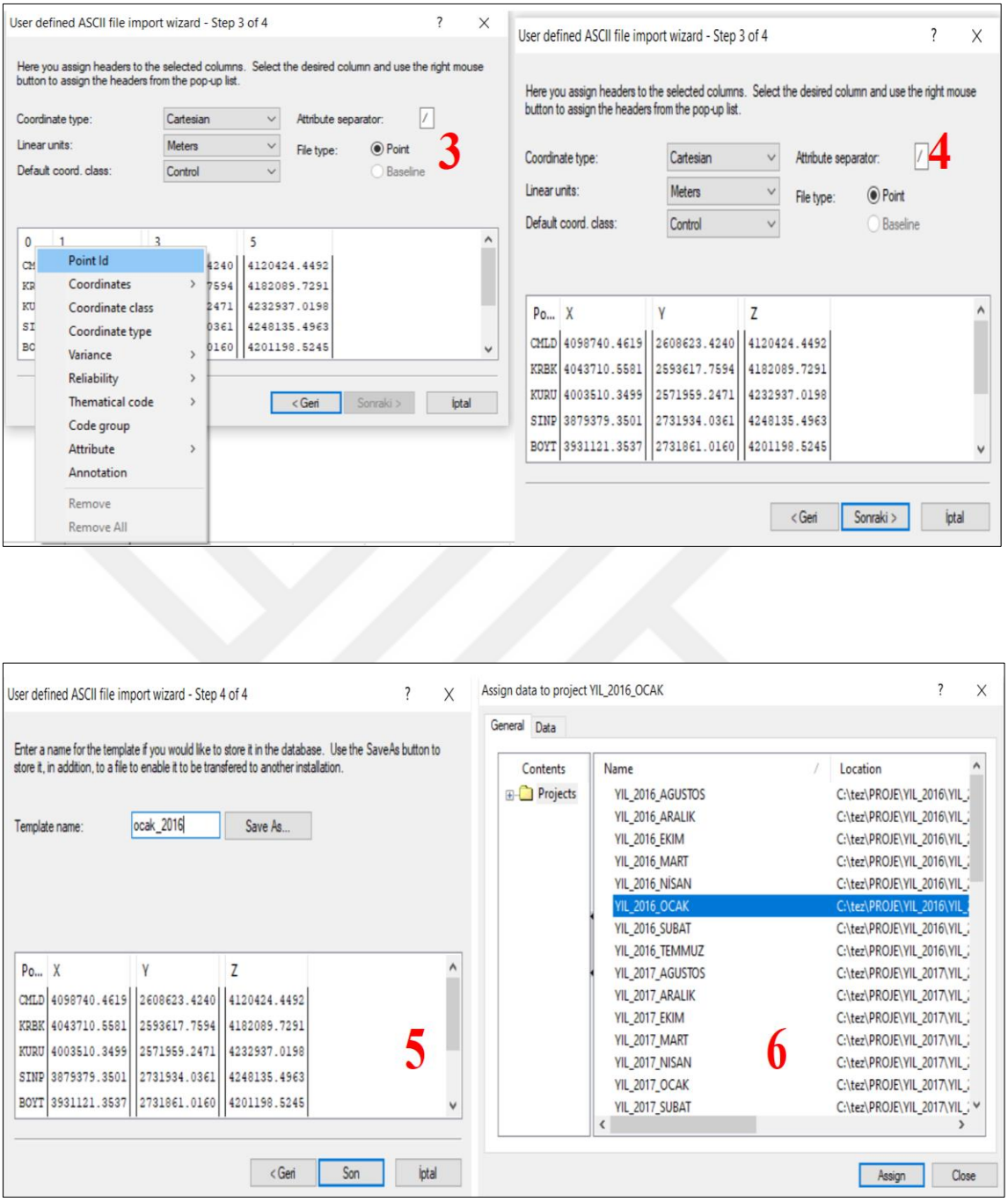
NOKTA	ÖLÇÜ EPOĞU 2016.044		
NO	X (T)	Y (T)	Z (T)
CMLD	4098740.4619	2608623.4240	4120424.4492
KRBK	4043710.5581	2593617.7594	4182089.7291
KURU	4003510.3499	2571959.2471	4232937.0198
SINP	3879379.3501	2731934.0361	4248135.4963
BOYT	3931121.3537	2731861.0160	4201198.5245
CORU	3975761.7652	2782018.5176	4126902.0300
CANK	4038848.1434	2684459.2244	4130038.0540
KSTM	3984936.6263	2665216.4562	4194002.8579

Şekil 5. 18. Ocak 2016 yılına ait epok kaydırma hesap ekranı

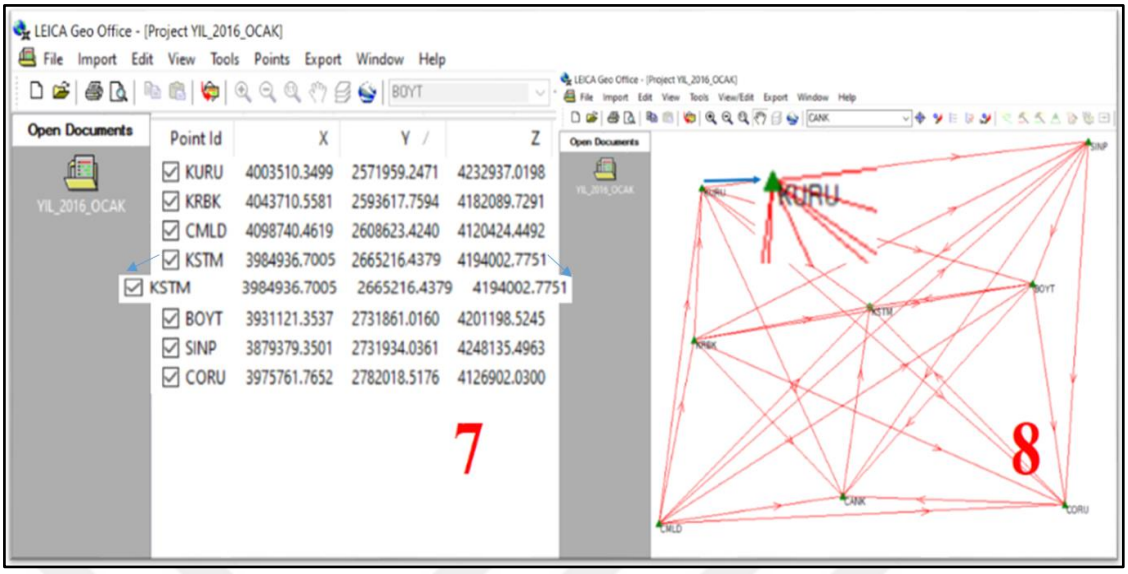
Ölçü epoğunda hesaplanan CMLD, KRBK, KURU, SINP, BOYT, CORU, CANK istasyonlarına ait nokta koordinatları LGO yazılımına aktarılır. İşlem adımları , Şekil 5.19, Şekil 5.20, Şekil 5.21'de gösterilmiştir.



Şekil 5. 19. ASCII data (Koordinat) ekleme ekranı

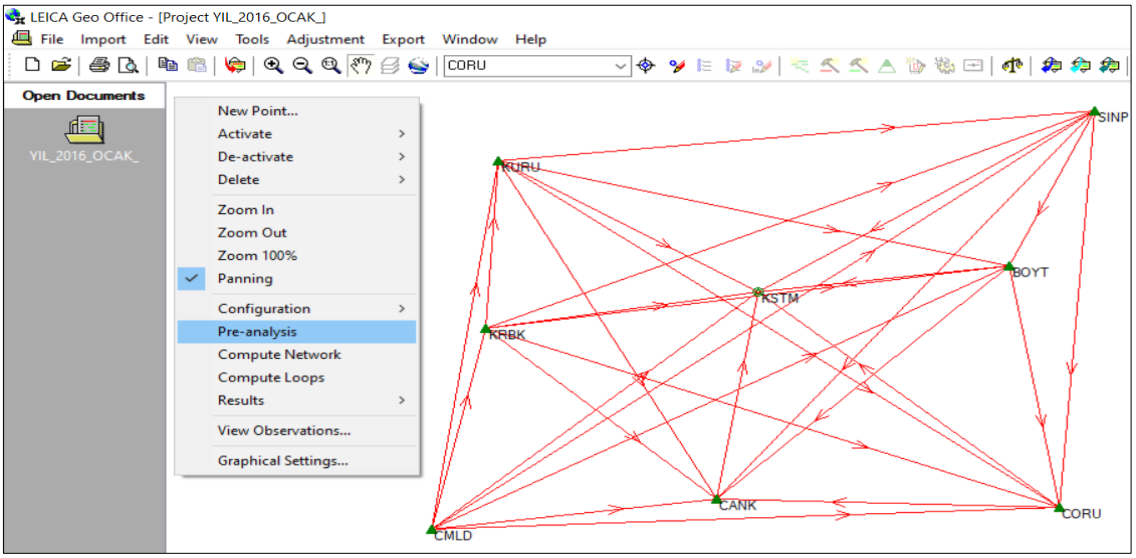


Şekil 5. 20. ASCII data ekleme ekranı



Şekil 5. 21. ASCII data ekleme ekranı

Ölçüm epoğunda hesaplanan istasyonlara ait koordinatların LGO yazılımına aktarılma işlemleri tamamlandıktan sonra, KSTM noktasının CMLD, KRBK, KURU, SINP, BOYT, CORU, CANK noktalarına göre dayalı olarak dengeleme işlemlerine geçilebilir. LGO yazılımı ana ekranında Adjustment (dengeleme) modu açık iken ekranda sağ tıklama yapılarak sırası ile ön-analiz (Pre-analysis), çevrim kapanmalarını hesapla (Compute Loops) ve son olarak ağı dengele (Compute Network) sekmelerindeki işlemler yapılarak dengeleme işlemi tamamlanmış olur (Şekil 5. 22).



Şekil 5. 22. Dayalı dengeleme işlem ekranı

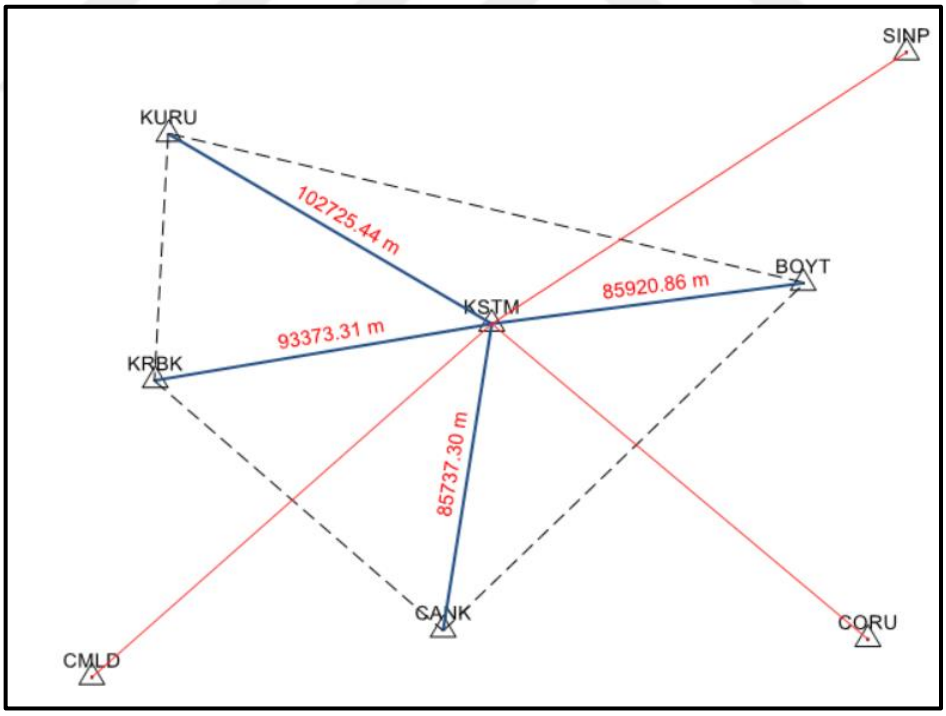
Ağın dengelemesi sonucu ölçüm zamanına göre hesaplanmış KSTM istasyonuna ait koordinatlar Çizelge 5. 5'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 5. Dengelenmiş KSTM istasyonuna ait kartezyen koordinatlar

TARİH		ÖLÇÜ EPOĞU	NOKTA NO	X	Y	Z
OCAK	**2016**	2016.044	KSTM	3984936.6443	2665216.4671	4194002.8706
ŞUBAT	**2016**	2016.129	KSTM	3984936.6373	2665216.4633	4194002.8653
MART	**2016**	2016.208	KSTM	3984936.6447	2665216.4705	4194002.8742
NİSAN	**2016**	2016.293	KSTM	3984936.6421	2665216.4708	4194002.8743
MAYIS	**2016**	2016.375	KSTM	3984936.6334	2665216.4664	4194002.8671
HAZİRAN	**2016**	2016.460	KSTM	3984936.6305	2665216.4703	4194002.8680
TEMMUZ	**2016**	2016.542	KSTM	3984936.6254	2665216.4675	4194002.8632
AĞUSTOS	**2016**	2016.627	KSTM	3984936.6278	2665216.4733	4194002.8658
EYLÜL	**2016**	2016.712	KSTM	3984936.6216	2665216.4717	4194002.8641
EKİM	**2016**	2016.795	KSTM	3984936.6227	2665216.4753	4194002.8663
KASIM	**2016**	2016.879	KSTM	3984936.6234	2665216.4774	4194002.8697
ARALIK	**2016**	2016.962	KSTM	3984936.6231	2665216.4799	4194002.8734
OCAK	**2017**	2017.044	KSTM	3984936.6191	2665216.4794	4194002.8727
ŞUBAT	**2017**	2017.129	KSTM	3984936.6226	2665216.4832	4194002.8776
MART	**2017**	2017.205	KSTM	3984936.6199	2665216.4826	4194002.8765
NİSAN	**2017**	2017.290	KSTM	3984936.6199	2665216.4853	4194002.8790
MAYIS	**2017**	2017.373	KSTM	3984936.6135	2665216.4820	4194002.8748
HAZİRAN	**2017**	2017.458	KSTM	3984936.6049	2665216.4813	4194002.8695
TEMMUZ	**2017**	2017.540	KSTM	3984936.6096	2665216.4846	4194002.8770
AĞUSTOS	**2017**	2017.625	KSTM	3984936.5969	2665216.4796	4194002.8670
EYLÜL	**2017**	2017.710	KSTM	3984936.6052	2665216.4885	4194002.8787
EKİM	**2017**	2017.792	KSTM	3984936.6055	2665216.4915	4194002.8836
KASIM	**2017**	2017.877	KSTM	3984936.5979	2665216.4891	4194002.8786
ARALIK	**2017**	2017.959	KSTM	3984936.5973	2665216.4905	4194002.8799
OCAK	**2018**	2018.044	KSTM	3984936.5981	2665216.4931	4194002.8831
ŞUBAT	**2018**	2018.129	KSTM	3984936.5973	2665216.4944	4194002.8842
MART	**2018**	2018.205	KSTM	3984936.5927	2665216.4929	4194002.8826
NİSAN	**2018**	2018.290	KSTM	3984936.6010	2665216.4995	4194002.8917
MAYIS	**2018**	2018.400	KSTM	3984936.5812	2665216.4910	4194002.8753
HAZİRAN	**2018**	2018.458	KSTM	3984936.5899	2665216.4951	4194002.8839
TEMMUZ	**2018**	2018.540	KSTM	3984936.5852	2665216.4985	4194002.8873
AĞUSTOS	**2018**	2018.625	KSTM	3984936.5781	2665216.4950	4194002.8812
EYLÜL	**2018**	2018.710	KSTM	3984936.5801	2665216.5009	4194002.8878
EKİM	**2018**	2018.792	KSTM	3984936.5706	2665216.4971	4194002.8797
KASIM	**2018**	2018.877	KSTM	3984936.5788	2665216.5019	4194002.8880
ARALIK	**2018**	2018.959	KSTM	3984936.5783	2665216.5035	4194002.8895
OCAK	**2019**	2019.044	KSTM	3984936.5842	2665216.5101	4194002.8986
ŞUBAT	**2019**	2019.129	KSTM	3984936.5759	2665216.5052	4194002.8919
MART	**2019**	2019.205	KSTM	3984936.5755	2665216.5064	4194002.8930
NİSAN	**2019**	2019.290	KSTM	3984936.5708	2665216.5054	4194002.8901
MAYIS	**2019**	2019.373	KSTM	3984936.5786	2665216.5117	4194002.8996
HAZİRAN	**2019**	2019.458	KSTM	3984936.5607	2665216.5032	4194002.8830
TEMMUZ	**2019**	2019.540	KSTM	3984936.5725	2665216.5134	4194002.8972
AĞUSTOS	**2019**	2019.625	KSTM	3984936.5542	2665216.5032	4194002.8840
EYLÜL	**2019**	2019.710	KSTM	3984936.5559	2665216.5082	4194002.8859

EKİM	**2019**	2019.792	KSTM	3984936.5560	2665216.5128	4194002.8923
KASIM	**2019**	2019.877	KSTM	3984936.5596	2665216.5172	4194002.8973
ARALIK	**2019**	2019.959	KSTM	3984936.5584	2665216.5193	4194002.8987
OCAK	**2020**	2020.044	KSTM	3984936.5589	2665216.5214	4194002.9008
ŞUBAT	**2020**	2020.129	KSTM	3984936.5569	2665216.5222	4194002.9014
MART	**2020**	2020.208	KSTM	3984936.5592	2665216.5258	4194002.9045
NİSAN	**2020**	2020.293	KSTM	3984936.5561	2665216.5258	4194002.9043
MAYIS	**2020**	2020.375	KSTM	3984936.5519	2665216.5248	4194002.9021
HAZİRAN	**2020**	2020.460	KSTM	3984936.5463	2665216.5237	4194002.8988
TEMMUZ	**2020**	2020.542	KSTM	3984936.5489	2665216.5234	4194002.9008
AĞUSTOS	**2020**	2020.627	KSTM	3984936.5390	2665216.5238	4194002.9004
EYLÜL	**2020**	2020.712	KSTM	3984936.5285	2665216.5222	4194002.8930
EKİM	**2020**	2020.795	KSTM	3984936.5317	2665216.5258	4194002.8992
KASIM	**2020**	2020.879	KSTM	3984936.5349	2665216.5303	4194002.9039
ARALIK	**2020**	2020.962	KSTM	3984936.5336	2665216.5316	4194002.9065

Dengeleme sonrası hesaplanan KSTM istasyonuna ait hız vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. Hız vektörü hesabı için KSTM istasyonuna ait en kısa baz uzunluğuna sahip 102725.44 m ile KURU, 93373.31 m ile KRBK, 85920.86 m ile BOYT, 85737.30 m ile CANK istasyonları seçilmiştir (Şekil 5.23).



Şekil 5. 23. İstasyonlara ait Baz Uzunlukları

Hız vektörü hesapları bu 4 istasyona ait güncel konum ve hız bilgileri kullanılarak yapılacaktır. KSTM istasyonunun tüm ölçüm zamanları için hız vektörleri hesaplaması Çizelge 5. 6'da Ocak 2016 zamanı için örnek olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5. 6. Ocak 2016 KSTM istasyon noktası hız vektörü hesap çizelgesi

Hız Vektörü hesaplanacak Noktanın

	Kartezyen Koordinatlar			
Nokta No	**X**	**Y**	**Z**	**EPOK**
KSTM	3984936.6443	2665216.4671	4194002.8706	2016.044

Hız Vektörü hesabında kullanılacak TUSAGA-Aktif İstasyon Noktaları

	Kartezyen Koordinatlar			Hız Vektörleri			
Nokta No	**X**	**Y**	**Z**	**VX**	**VY**	**VZ**	**EPOK**
KURU	4003510.5792	2571959.0749	4232936.9390	-0.02076	0.01559	0.00732	2005.00
BOYT	3931121.5739	2731860.8591	4201198.4538	-0.01994	0.01421	0.0064	2005.00
KRBK	4043710.7728	2593617.5935	4182089.6453	-0.01944	0.01502	0.00759	2005.00
CANK	4038848.2537	2684459.2178	4130037.9652	-0.00999	0.00060	0.00804	2005.00

Hesaplanan Noktaya ait veriler

	Kartezyen Koordinatlar			Hız Vektörleri			
	X	**Y**	**Z**	**VX**	**VY**	**VZ**	**EPOK**
KSTM	3984936.6443	2665216.4671	4194002.8706	-0.01730	0.01110	0.00730	2016.044

Ölçüm epoğundaki KSTM istasyon noktasına ait kartezyen koordinatlar ve hız vektörleri Şekil 5.24 deki formül kullanılarak istasyonun koordinatları ITRF96 2005.00 epoğuna kaydırılmıştır.

$$\begin{bmatrix} X(T_o) \\ Y(T_o) \\ Z(T_o) \end{bmatrix}_{2005.00} = \begin{bmatrix} X(T) \\ Y(T) \\ Z(T) \end{bmatrix}_{2016.04} - (T - T_o) \begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix}_{2016.04}$$

Şekil 5. 24. Ocak 2016 zamanı için 2005.00 epoğunda koordinat hesap görüntüsü

KSTM istasyonuna ait ITRF96 2005.00 epoğunda hesaplanan kartezyen koordinatlar Çizelge 5. 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 7. KSTM istasyonuna ait çözümlenmiş kartezyen koordinatlar

TARİH		ÖLÇÜ EPOĞU	NOKTA NO	X	Y	Z
OCAK	**2016**	2005	KSTM	3984936.8354	2665216.3445	4194002.7900
ŞUBAT	**2016**	2005	KSTM	3984936.8298	2665216.3398	4194002.7841
MART	**2016**	2005	KSTM	3984936.8386	2665216.3461	4194002.7924
NİSAN	**2016**	2005	KSTM	3984936.8375	2665216.3454	4194002.7919
MAYIS	**2016**	2005	KSTM	3984936.8302	2665216.3401	4194002.7841
HAZİRAN	**2016**	2005	KSTM	3984936.8288	2665216.3431	4194002.7843
TEMMUZ	**2016**	2005	KSTM	3984936.8251	2665216.3394	4194002.7789
AĞUSTOS	**2016**	2005	KSTM	3984936.8289	2665216.3442	4194002.7809
EYLÜL	**2016**	2005	KSTM	3984936.8242	2665216.3417	4194002.7786
EKİM	**2016**	2005	KSTM	3984936.8268	2665216.3444	4194002.7802
KASIM	**2016**	2005	KSTM	3984936.8289	2665216.3455	4194002.7830
ARALIK	**2016**	2005	KSTM	3984936.8300	2665216.3471	4194002.7861
OCAK	**2017**	2005	KSTM	3984936.8275	2665216.3457	4194002.7848
ŞUBAT	**2017**	2005	KSTM	3984936.8324	2665216.3486	4194002.7891
MART	**2017**	2005	KSTM	3984936.8310	2665216.3471	4194002.7874
NİSAN	**2017**	2005	KSTM	3984936.8325	2665216.3489	4194002.7893
MAYIS	**2017**	2005	KSTM	3984936.8276	2665216.3447	4194002.7845
HAZİRAN	**2017**	2005	KSTM	3984936.8204	2665216.3430	4194002.7786
TEMMUZ	**2017**	2005	KSTM	3984936.8265	2665216.3454	4194002.7855
AĞUSTOS	**2017**	2005	KSTM	3984936.8153	2665216.3395	4194002.7748
EYLÜL	**2017**	2005	KSTM	3984936.8251	2665216.3474	4194002.7859
EKİM	**2017**	2005	KSTM	3984936.8268	2665216.3495	4194002.7902
KASIM	**2017**	2005	KSTM	3984936.8207	2665216.3462	4194002.7846
ARALIK	**2017**	2005	KSTM	3984936.8215	2665216.3467	4194002.7853
OCAK	**2018**	2005	KSTM	3984936.8238	2665216.3483	4194002.7879
ŞUBAT	**2018**	2005	KSTM	3984936.8244	2665216.3487	4194002.7884
MART	**2018**	2005	KSTM	3984936.8211	2665216.3463	4194002.7862
NİSAN	**2018**	2005	KSTM	3984936.8309	2665216.3520	4194002.7947
MAYIS	**2018**	2005	KSTM	3984936.8130	2665216.3423	4194002.7775
HAZİRAN	**2018**	2005	KSTM	3984936.8227	2665216.3457	4194002.7857
TEMMUZ	**2018**	2005	KSTM	3984936.8194	2665216.3482	4194002.7885
AĞUSTOS	**2018**	2005	KSTM	3984936.8138	2665216.3438	4194002.7817
EYLÜL	**2018**	2005	KSTM	3984936.8173	2665216.3487	4194002.7877
EKİM	**2018**	2005	KSTM	3984936.8092	2665216.3440	4194002.7790
KASIM	**2018**	2005	KSTM	3984936.8189	2665216.3479	4194002.7867
ARALIK	**2018**	2005	KSTM	3984936.8198	2665216.3486	4194002.7876
OCAK	**2019**	2005	KSTM	3984936.8272	2665216.3542	4194002.7961
ŞUBAT	**2019**	2005	KSTM	3984936.8203	2665216.3484	4194002.7888
MART	**2019**	2005	KSTM	3984936.8212	2665216.3487	4194002.7893
NİSAN	**2019**	2005	KSTM	3984936.8180	2665216.3468	4194002.7858
MAYIS	**2019**	2005	KSTM	3984936.8273	2665216.3522	4194002.7947
HAZİRAN	**2019**	2005	KSTM	3984936.8108	2665216.3427	4194002.7775
TEMMUZ	**2019**	2005	KSTM	3984936.8240	2665216.3520	4194002.7911
AĞUSTOS	**2019**	2005	KSTM	3984936.8072	2665216.3409	4194002.7772
EYLÜL	**2019**	2005	KSTM	3984936.8104	2665216.3449	4194002.7785
EKİM	**2019**	2005	KSTM	3984936.8119	2665216.3486	4194002.7843
KASIM	**2019**	2005	KSTM	3984936.8170	2665216.3521	4194002.7887
ARALIK	**2019**	2005	KSTM	3984936.8172	2665216.3533	4194002.7895

OCAK	**2020**	2005	KSTM	3984936.8192	2665216.3544	4194002.7910
ŞUBAT	**2020**	2005	KSTM	3984936.8186	2665216.3543	4194002.7910
MART	**2020**	2005	KSTM	3984936.8223	2665216.3570	4194002.7935
NİSAN	**2020**	2005	KSTM	3984936.8207	2665216.3560	4194002.7927
MAYIS	**2020**	2005	KSTM	3984936.8179	2665216.3541	4194002.7899
HAZİRAN	**2020**	2005	KSTM	3984936.8138	2665216.3521	4194002.7859
TEMMUZ	**2020**	2005	KSTM	3984936.8178	2665216.3509	4194002.7873
AĞUSTOS	**2020**	2005	KSTM	3984936.8093	2665216.3503	4194002.7863
EYLÜL	**2020**	2005	KSTM	3984936.8003	2665216.3478	4194002.7783
EKİM	**2020**	2005	KSTM	3984936.8050	2665216.3505	4194002.7839
KASIM	**2020**	2005	KSTM	3984936.8096	2665216.3540	4194002.7880
ARALIK	**2020**	2005	KSTM	3984936.8097	2665216.3544	4194002.7900

5.5. Analizlerin Doğruluk Değerlendirilmesi

2016-2020 yılları aralığındaki tüm aylar için yapılan çözümlemeler neticesinde KSTM istasyonunun koordinat ve hız vektörü hesapları yapılmıştır. Koordinatlar elde edilirken her ayın 11. gününden başlayarak onar günlük olacak şekilde günler seçilmiştir. KSTM istasyonunun hesaplanan koordinatları ile TKGM tarafından yayınlanan güncel TUSAGA-Aktif istasyon koordinatları karşılaştırılıp %95 güven aralığında istatistiksel teste tabii tutulmuştur.

Hesaplanan koordinatlar ve güncel koordinatlar kullanılarak;

koordinatların farkları,

$$D_X = X_{i+1} - Xi \qquad D_Y = Y_{i+1} - Yi \qquad D_Z = Z_{i+1} - Zi \tag{1}$$

Ölçülerin karesel ortalama hataları,

$$m_{Xi+1} = \sqrt{(\Sigma D_{Xi+1})^2/n} \qquad m_{Yi+1} = \sqrt{(\Sigma D_{Yi})^2/n} \qquad m_{Zi+1} = \sqrt{(\Sigma D_{Zi+1})^2/n} \tag{2}$$

farkların karesel ortalama hataları,

$$m_{D_x} = \sqrt{\left(m_{x_{i+1}}\right)^2 + \left(m_{x_i}\right)^2} \quad m_{D_Y} = \sqrt{\left(m_{Y_{i+1}}\right)^2 + \left(m_{Y_i}\right)^2} \quad m_{D_Z} = \sqrt{\left(m_{Z_{i+1}}\right)^2 + \left(m_{Z_i}\right)^2} \tag{3}$$

test büyüklükleri,

$$T_X = \frac{D_X}{m_{D_X}} \qquad T_Y = \frac{D_Y}{m_{D_Y}} \qquad T_Z = \frac{D_Z}{m_{D_Z}} \tag{4}$$

eşitlikleri ile hesaplanır.

Çizelge 5. 8.'de KSTM referans istasyonuna ait hesaplanan kartezyen koordinatları X,Y,Z şeklinde ayrı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5. 8. KSTM istasyonuna ait hesaplanmış X, Y, Z kartezyen koordinat değerleri

X_{KSTM}= 3984936.8560 (Güncel ITRF96 2005.00 Kartezyen Koordinatı)

Yıllar	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Aylar			**X**		
OCAK	3984936.8354	3984936.8275	3984936.8238	3984936.8272	3984936.8192
ŞUBAT	3984936.8298	3984936.8324	3984936.8244	3984936.8203	3984936.8186
MART	3984936.8386	3984936.8310	3984936.8211	3984936.8212	3984936.8223
NİSAN	3984936.8375	3984936.8325	3984936.8309	3984936.8180	3984936.8207
MAYIS	3984936.8302	3984936.8276	3984936.8130	3984936.8273	3984936.8179
HAZİRAN	3984936.8288	3984936.8204	3984936.8227	3984936.8108	3984936.8138
TEMMUZ	3984936.8251	3984936.8265	3984936.8194	3984936.8240	3984936.8178
AĞUSTOS	3984936.8289	3984936.8153	3984936.8138	3984936.8072	3984936.8093
EYLÜL	3984936.8242	3984936.8251	3984936.8173	3984936.8104	3984936.8003
EKİM	3984936.8268	3984936.8268	3984936.8092	3984936.8119	3984936.8050
KASIM	3984936.8289	3984936.8207	3984936.8189	3984936.8170	3984936.8096
ARALIK	3984936.8300	3984936.8215	3984936.8198	3984936.8172	3984936.8097

YKSTM= 2665216.3059 (Güncel ITRF96 2005.00 Kartezyen Koordinatı)

Yıllar	2016	2017	2018	2019	2020
Aylar	Y				
OCAK	2665216.3445	2665216.3457	2665216.3483	2665216.3542	2665216.3544
ŞUBAT	2665216.3398	2665216.3486	2665216.3487	2665216.3484	2665216.3543
MART	2665216.3461	2665216.3471	2665216.3463	2665216.3487	2665216.3570
NİSAN	2665216. 3454	2665216.3489	2665216.3520	2665216.3468	2665216.3560
MAYIS	2665216.3401	2665216.3447	2665216.3423	2665216.3522	2665216.3541
HAZİRAN	2665216.3431	2665216.3430	2665216.3457	2665216.3427	2665216.3521
TEMMUZ	2665216.3394	2665216.3454	2665216.3482	2665216.3520	2665216.3509
AĞUSTOS	2665216.3442	2665216.3395	2665216.3438	2665216.3409	2665216.3503
EYLÜL	2665216.3417	2665216.3474	2665216.3487	2665216.3449	2665216.3478
EKİM	2665216.3444	2665216.3495	2665216.3440	2665216.3486	2665216.3505
KASIM	2665216.3455	2665216.3462	2665216.3479	2665216.3521	2665216.3540
ARALIK	2665216.3471	2665216.3467	2665216.3486	2665216.3533	2665216.3544

ZKSTM= 4194002.7766 (Güncel ITRF96 2005.00 Kartezyen Koordinatı)

Yıllar	2016	2017	2018	2019	2020
Aylar	Z				
OCAK	4194002.7900	4194002.7848	4194002.7879	4194002.7961	4194002.7910
ŞUBAT	4194002.7841	4194002.7891	4194002.7884	4194002.7888	4194002.7910
MART	4194002.7924	4194002.7874	4194002.7862	4194002.7893	4194002.7935
NİSAN	4194002.7919	4194002.7893	4194002.7947	4194002.7858	4194002.7927
MAYIS	4194002.7841	4194002.7845	4194002.7775	4194002.7947	4194002.7899
HAZİRAN	4194002.7843	4194002.7786	4194002.7857	4194002.7775	4194002.7859
TEMMUZ	4194002.7789	4194002.7855	4194002.7885	4194002.7911	4194002.7873
AĞUSTOS	4194002.7809	4194002.7748	4194002.7817	4194002.7772	4194002.7863
EYLÜL	4194002.7786	4194002.7859	4194002.7877	4194002.7785	4194002.7783
EKİM	4194002.7802	4194002.7902	4194002.7790	4194002.7843	4194002.7839
KASIM	4194002.7830	4194002.7846	4194002.7867	4194002.7887	4194002.7880
ARALIK	4194002.7861	4194002.7853	4194002.7876	4194002.7895	4194002.7900

5.5.1 Yıllık bazda konumsal değişimler

2016-2020 yılları arasında çözümlemesi yapılan KSTM istasyonunun koordinat değerleri ile hesapladığımız güncel koordinat değerleri yıllık bazda karşılaştırılmıştır. Hesaplanan her bir test büyüklüğünün dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.1788 değerinden küçük olduğu görülmüştür. Sonuç olarak KSTM istasyonuna ait ayrı ayrı karşılaştırılan X, Y, Z koordinat değerlerinin uyuşumlu olduğu görülmüştür. İstasyonunun 2016-2020 yılları aralığında X koordinatındaki değişimlere ait hesaplamalar Çizelge 5.9.'da %95 güven aralığında ki test büyüklük hesaplarına ait karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 9. Yıllık bazda KSTM istasyonu X koordinatına ait hesaplar

Yıllar	2016			2017			2018			2019			2020		
Aylar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
Ocak	-20.64	425.96	0.26	-28.54	814.46	0.36	-32.24	1039.34	0.41	-28.84	831.68	0.36	-36.84	1357.10	0.46
Şubat	-26.17	684.78	0.33	-23.57	555.46	0.30	-31.57	996.56	0.40	-35.67	1272.23	0.45	-37.37	1396.39	0.47
Mart	-17.40	302.82	0.22	-24.95	622.68	0.31	-34.85	1214.77	0.44	-34.75	1207.81	0.44	-33.70	1135.80	0.42
Nisan	-18.53	343.40	0.23	-23.48	551.45	0.30	-25.08	629.16	0.32	-37.98	1442.71	0.48	-35.33	1248.29	0.44
Mayıs	-25.81	666.29	0.32	-28.45	809.24	0.36	-42.98	1847.28	0.54	-28.75	826.40	0.36	-38.11	1452.56	0.48
Haziran	-27.24	742.13	0.34	-35.58	1265.69	0.45	-33.28	1107.33	0.42	-45.18	2040.93	0.57	-42.24	1784.39	0.53
Temmuz	-30.92	956.26	0.39	-29.46	867.77	0.37	-36.56	1336.49	0.46	-31.96	1021.31	0.40	-38.22	1461.03	0.48
Ağustos	-27.05	731.86	0.34	-40.69	1655.47	0.51	-42.19	1779.79	0.53	-48.79	2380.22	0.61	-46.65	2176.49	0.59
Eylül	-31.78	1010.12	0.40	-30.92	955.86	0.39	-38.72	1499.01	0.49	-45.62	2080.91	0.57	-55.68	3100.53	0.70
Ekim	-29.25	855.36	0.37	-29.20	852.55	0.37	-46.80	2190.09	0.59	-44.10	1944.67	0.55	-51.05	2605.75	0.64
Kasım	-27.09	734.05	0.34	-35.33	1248.06	0.44	-37.13	1378.48	0.47	-39.03	1523.18	0.49	-46.39	2152.34	0.58
Aralık	-25.96	673.79	0.33	-34.51	1190.89	0.43	-36.21	1311.11	0.46	-38.81	1506.16	0.49	-46.26	2139.75	0.58
ΣDx ²	8126.80			11389.59			16329.40			18078.19			22010.40		
mx (mm)	26.02			30.81			36.89			38.81			42.83		
mx²	677.23			949.13			1360.78			1506.52			1834.20		
mDx (mm)	79.55														

Çizelge 5. 10. Yıllık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları

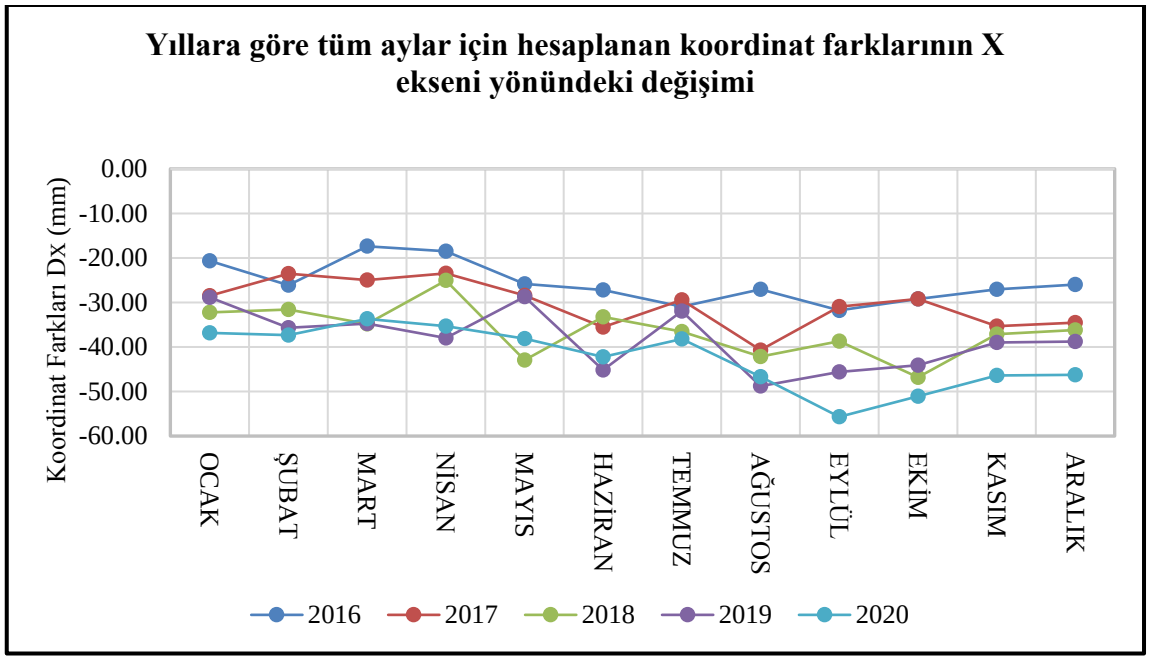
$t_{f,1-0.05/2}$ =2.1788

Yıllar	2016		2017		2018		2019		2020	
Aylar	Tx									
Ocak	0.26	✔	0.36	✔	0.41	✔	0.36	✔	0.46	✔
Şubat	0.33	✔	0.30	✔	0.40	✔	0.45	✔	0.47	✔
Mart	0.22	✔	0.31	✔	0.44	✔	0.44	✔	0.42	✔
Nisan	0.23	✔	0.30	✔	0.32	✔	0.48	✔	0.44	✔
Mayıs	0.32	✔	0.36	✔	0.54	✔	0.36	✔	0.48	✔
Haziran	0.34	✔	0.45	✔	0.42	✔	0.57	✔	0.53	✔
Temmuz	0.39	✔	0.37	✔	0.46	✔	0.40	✔	0.48	✔
Ağustos	0.34	✔	0.51	✔	0.53	✔	0.61	✔	0.59	✔
Eylül	0.40	✔	0.39	✔	0.49	✔	0.57	✔	0.70	✔
Ekim	0.37	✔	0.37	✔	0.59	✔	0.55	✔	0.64	✔
Kasım	0.34	✔	0.44	✔	0.47	✔	0.49	✔	0.58	✔
Aralık	0.33	✔	0.43	✔	0.46	✔	0.49	✔	0.58	✔

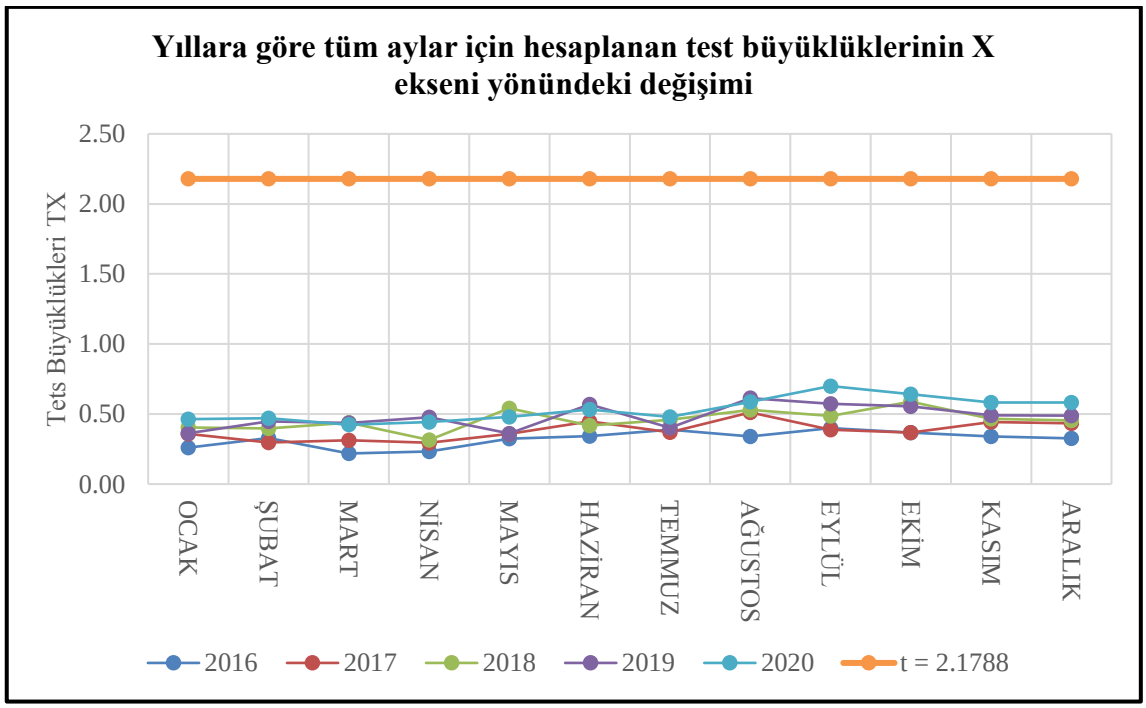
$T_x \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

Çizelge 5.9’ ve Çizelge 5.10’da gösterilen KSTM istasyonuna ait X koordinat farklarının ve test büyüklüklerinin grafik olarak gösterimi Çizelge 5.11 ve Çizelge 5.12’ de verilmiştir.

Çizelge 5. 11. KSTM istasyonu X koordinat farkları



Çizelge 5. 12. KSTM istasyonu X koordinatı test büyüklükleri



KSTM İstasyonunun Y koordinatındaki değişimlere ait hesaplamalar Çizelge 5.13‘de %95 güven aralığındaki test büyüklüklerine ait karşılaştırmaları Çizelge 5.14’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 13. Yıllık bazda KSTM istasyonu Y koordinatına ait hesaplar

Yıllar	2016			2017			2018			2019			2020		
Aylar	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y
Ocak	38.61	1490.86	0.41	39.81	1584.96	0.42	42.41	1798.74	0.45	48.31	2334.01	0.51	48.51	2353.38	0.52
Şubat	33.87	1147.05	0.36	42.67	1820.57	0.45	42.77	1829.11	0.46	42.47	1803.54	0.45	48.37	2339.47	0.52
Mart	40.19	1615.33	0.43	41.22	1699.46	0.44	40.42	1634.14	0.43	42.82	1833.94	0.46	51.09	2610.31	0.54
Nisan	39.55	1564.02	0.42	42.98	1847.37	0.46	46.08	2123.46	0.49	40.88	1671.26	0.44	50.15	2514.79	0.53
Mayıs	34.24	1172.21	0.36	38.76	1502.31	0.41	36.36	1322.05	0.39	46.26	2139.96	0.49	48.24	2326.86	0.51
Haziran	37.19	1383.39	0.40	37.12	1377.61	0.40	39.82	1585.33	0.42	36.82	1355.43	0.39	46.19	2133.89	0.49
Temmuz	33.48	1121.16	0.36	39.51	1560.72	0.42	42.31	1789.80	0.45	46.11	2125.76	0.49	44.98	2023.54	0.48
Ağustos	38.34	1469.98	0.41	33.56	1126.44	0.36	37.86	1433.57	0.40	34.96	1222.38	0.37	44.44	1974.94	0.47
Eylül	35.80	1281.41	0.38	41.52	1723.83	0.44	42.82	1833.47	0.46	39.02	1522.48	0.42	41.90	1755.34	0.45
Ekim	38.48	1480.36	0.41	43.61	1901.73	0.46	38.11	1452.28	0.41	42.71	1824.04	0.46	44.58	1986.98	0.47
Kasım	39.64	1571.58	0.42	40.27	1621.29	0.43	41.97	1761.09	0.45	46.17	2131.23	0.49	48.14	2317.76	0.51
Aralık	41.22	1699.24	0.44	40.76	1660.98	0.43	42.66	1819.46	0.45	47.36	2242.51	0.50	48.52	2354.37	0.52
$\Sigma D_Y{}^2$	16996.59			19427.28			20382.49			22206.54			26691.62		
m_Y (mm)	37.63			40.24			41.21			43.02			47.16		
$m_Y{}^2$	1416.38			1618.94			1698.54			1850.55			2224.30		
m_{D_Y} (mm)	93.85														

Çizelge 5. 14. Yıllık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları

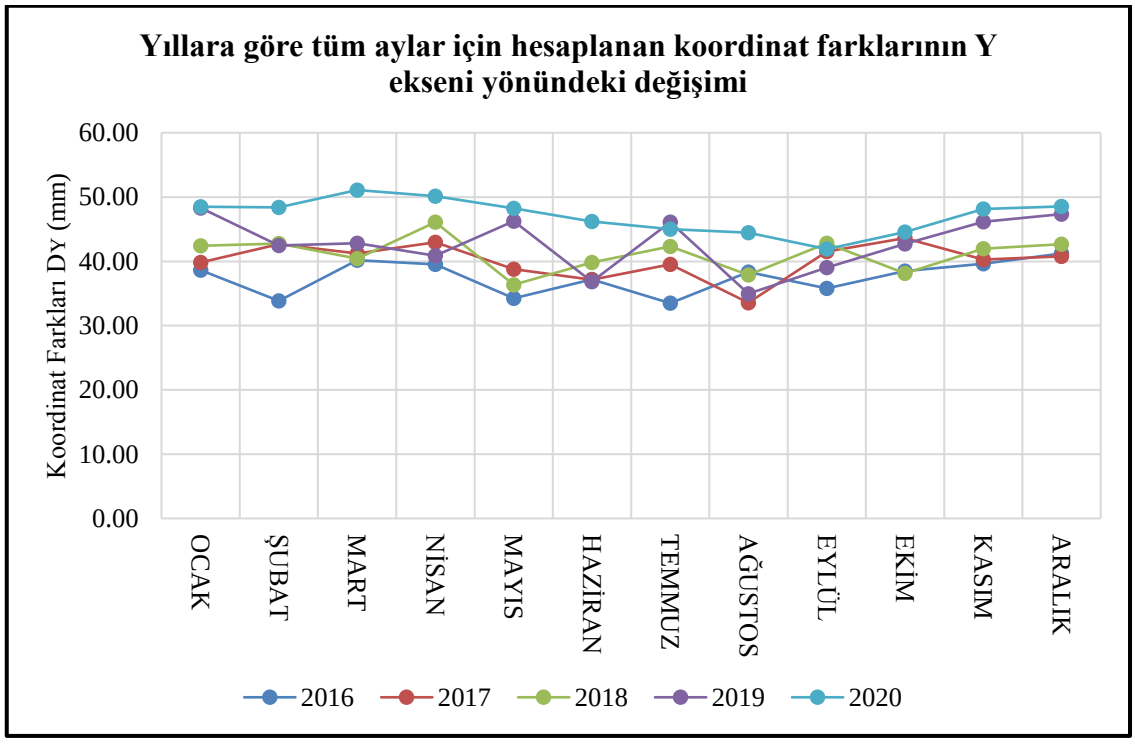
$t_{f,1-0.05/2}$ =2.1788

Yıllar	2016		2017		2018		2019		2020	
Aylar	T_Y									
Ocak	0.41	✔	0.42	✔	0.45	✔	0.51	✔	0.52	✔
Şubat	0.36	✔	0.45	✔	0.46	✔	0.45	✔	0.52	✔
Mart	0.43	✔	0.44	✔	0.43	✔	0.46	✔	0.54	✔
Nisan	0.42	✔	0.46	✔	0.49	✔	0.44	✔	0.53	✔
Mayıs	0.36	✔	0.41	✔	0.39	✔	0.49	✔	0.51	✔
Haziran	0.40	✔	0.40	✔	0.42	✔	0.39	✔	0.49	✔
Temmuz	0.36	✔	0.42	✔	0.45	✔	0.49	✔	0.48	✔
Ağustos	0.41	✔	0.36	✔	0.40	✔	0.37	✔	0.47	✔
Eylül	0.38	✔	0.44	✔	0.46	✔	0.42	✔	0.45	✔
Ekim	0.41	✔	0.46	✔	0.41	✔	0.46	✔	0.47	✔
Kasım	0.42	✔	0.43	✔	0.45	✔	0.49	✔	0.51	✔
Aralık	0.44	✔	0.43	✔	0.45	✔	0.50	✔	0.52	✔

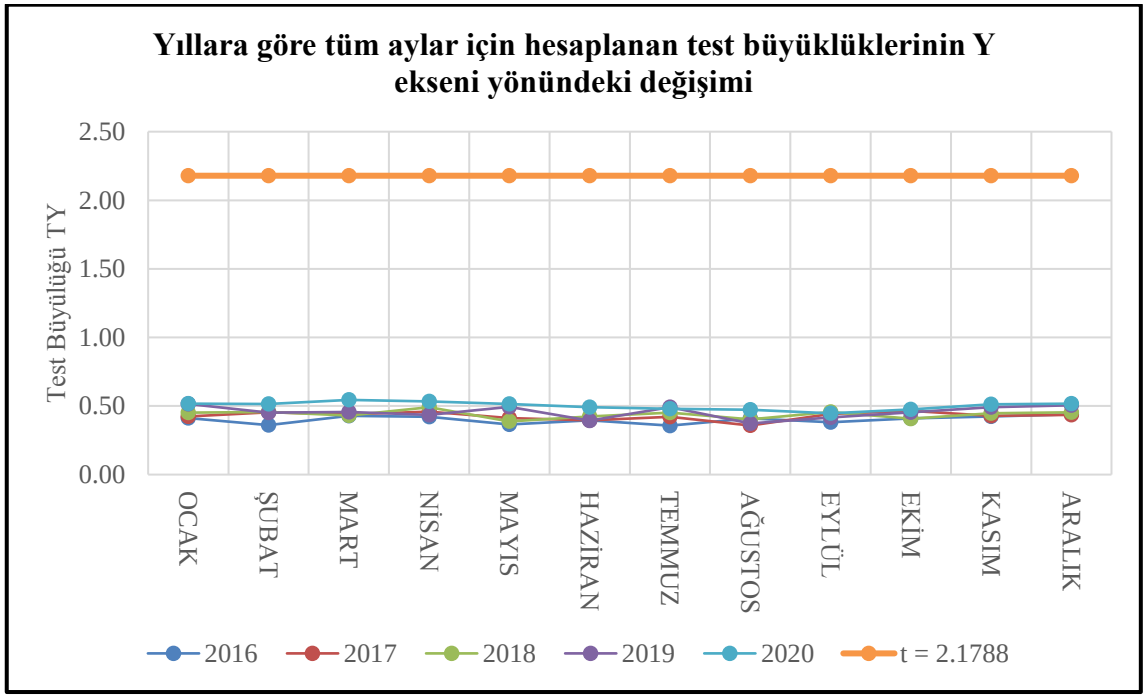
$T_Y \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

Çizelge 5.13'de hesaplanan KSTM istasyonuna ait Y koordinat farklarının ve test büyüklüklerinin grafik olarak gösterim Çizelge 5.15 ve Çizelge 5.16' da verilmiştir.

Çizelge 5. 15. KSTM istasyonu Y koordinat farkları



Çizelge 5. 16. KSTM istasyonu Y koordinatı test büyüklükleri



KSTM İstasyonunun Z koordinatındaki değişimlere ait hesaplamalar Çizelge 5.17‘de %95 güven aralığındaki test büyüklükleri karşılaştırmaları Çizelge 5.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 17. Yıllık bazda KSTM istasyonu Z koordinatına ait hesaplar

Yıllar	2016			2017			2018			2019			2020		
Aylar	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz
Ocak	13.38	178.99	0.56	8.18	66.89	0.34	11.28	127.21	0.47	19.48	379.42	0.82	14.38	206.75	0.60
Şubat	7.46	55.63	0.31	12.46	155.21	0.52	11.76	138.26	0.49	12.16	147.82	0.51	14.36	206.16	0.60
Mart	15.78	249.06	0.66	10.80	116.72	0.45	9.60	92.23	0.40	12.70	161.38	0.53	16.88	284.99	0.71
Nisan	15.26	232.90	0.64	12.68	160.86	0.53	18.08	326.99	0.76	9.18	84.33	0.38	16.06	257.96	0.67
Mayıs	7.46	55.69	0.31	7.88	62.05	0.33	0.88	0.77	0.04	18.08	326.78	0.76	13.26	175.89	0.56
Haziran	7.74	59.94	0.32	1.96	3.83	0.08	9.06	82.02	0.38	0.86	0.73	0.04	9.34	87.27	0.39
Temmuz	2.34	5.49	0.10	8.86	78.46	0.37	11.86	140.61	0.50	14.46	209.03	0.61	10.74	115.42	0.45
Ağustos	4.32	18.69	0.18	-1.76	3.11	0.07	5.14	26.39	0.22	0.64	0.41	0.03	9.72	94.53	0.41
Eylül	2.00	4.01	0.08	9.32	86.81	0.39	11.12	123.59	0.47	1.92	3.67	0.08	1.70	2.90	0.07
Ekim	3.60	12.93	0.15	13.62	185.46	0.57	2.42	5.85	0.10	7.72	59.57	0.32	7.30	53.24	0.31
Kasım	6.38	40.75	0.27	8.00	63.97	0.34	10.10	101.97	0.42	12.10	146.36	0.51	11.38	129.58	0.48
Aralık	9.48	89.82	0.40	8.70	75.68	0.36	11.00	120.98	0.46	12.90	166.39	0.54	13.38	178.95	0.56
ΣDz^2	1003.90			1059.04			1286.88			1685.91			1793.65		
m_Z (mm)	9.15			9.39			10.36			11.85			12.23		
m_Z^2	83.66			88.25			107.24			140.49			149.47		
m_{DZ} (mm)	23.86														

Çizelge 5. 18. Yıllık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları

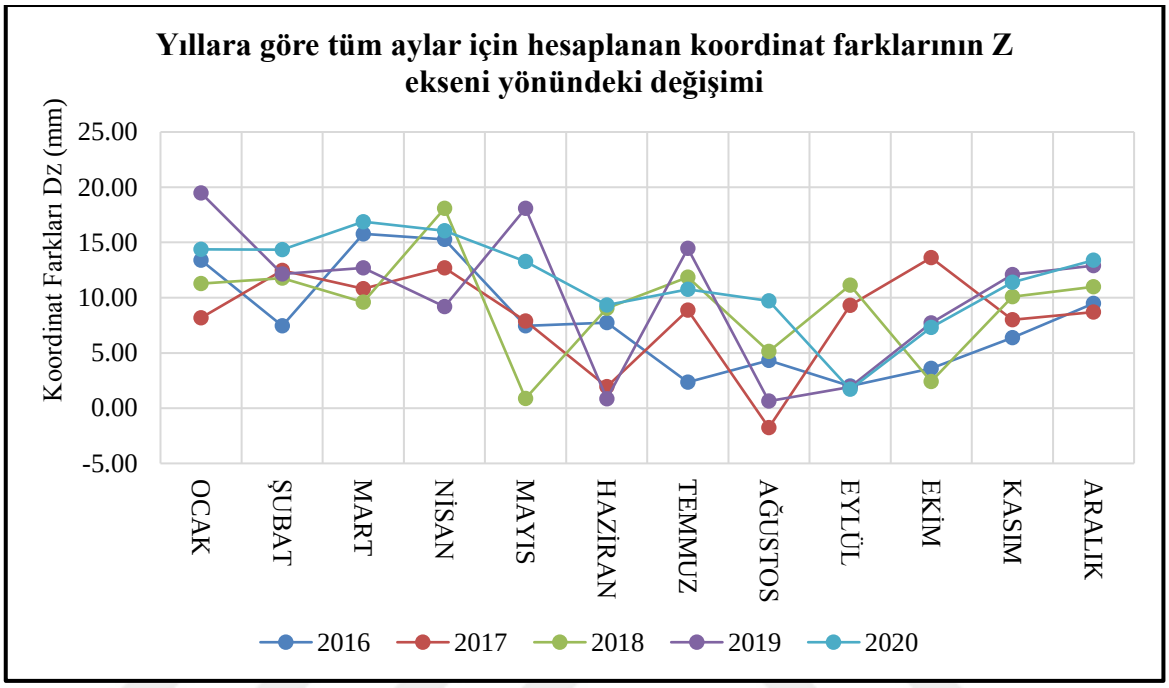
$t_{f,1-0.05/2} = 2.1788$

Yıllar	2016		2017		2018		2019		2020	
Aylar	Tz									
Ocak	0.56	✔	0.34	✔	0.47	✔	0.82	✔	0.60	✔
Şubat	0.31	✔	0.52	✔	0.49	✔	0.51	✔	0.60	✔
Mart	0.66	✔	0.45	✔	0.40	✔	0.53	✔	0.71	✔
Nisan	0.64	✔	0.53	✔	0.76	✔	0.38	✔	0.67	✔
Mayıs	0.31	✔	0.33	✔	0.04	✔	0.76	✔	0.56	✔
Haziran	0.32	✔	0.08	✔	0.38	✔	0.04	✔	0.39	✔
Temmuz	0.10	✔	0.37	✔	0.50	✔	0.61	✔	0.45	✔
Ağustos	0.18	✔	0.07	✔	0.22	✔	0.03	✔	0.41	✔
Eylül	0.08	✔	0.39	✔	0.47	✔	0.08	✔	0.07	✔
Ekim	0.15	✔	0.57	✔	0.10	✔	0.32	✔	0.31	✔
Kasım	0.27	✔	0.34	✔	0.42	✔	0.51	✔	0.48	✔
Aralık	0.40	✔	0.36	✔	0.46	✔	0.54	✔	0.56	✔

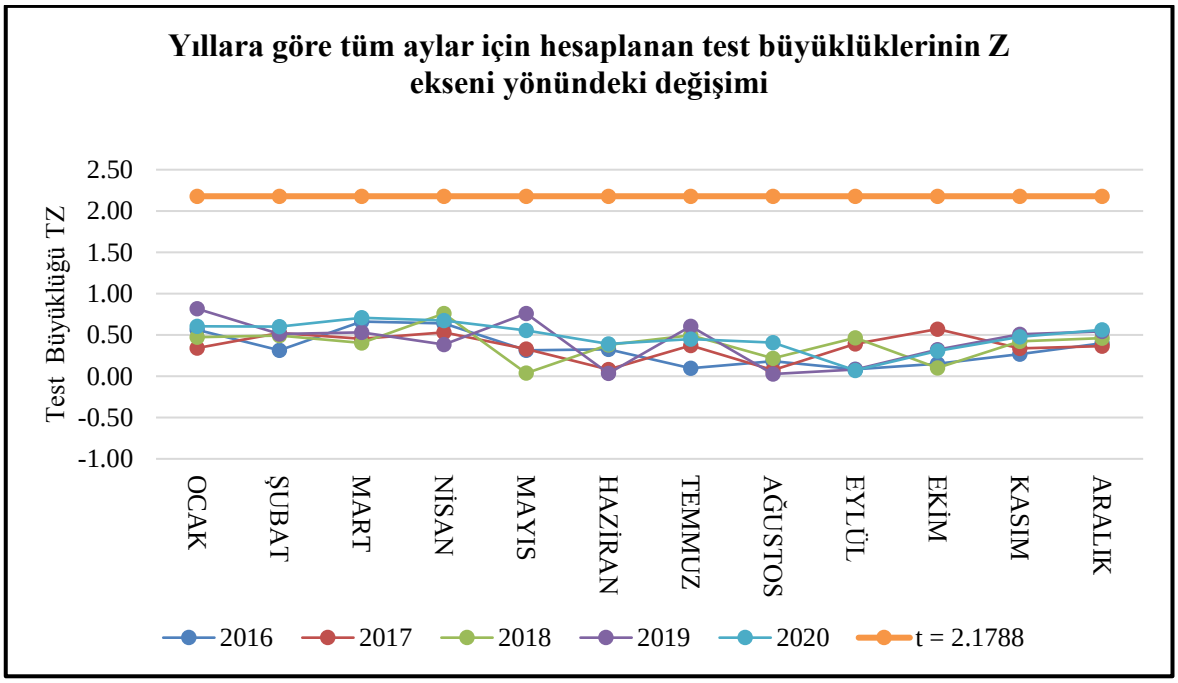
$T_Z \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

Çizelge 5.17'de hesaplanan KSTM istasyonuna ait Z koordinat farklarının ve test büyüklüklerinin grafik olarak gösterimi Çizelge 5.19 ve Çizelge 5.20' de gösterilmiştir

Çizelge 5. 19. KSTM istasyonu Z koordinat farkları



Çizelge 5. 20. KSTM istasyonu Z koordinatı test büyüklükleri



5.5.2 Aylık bazda konumsal değişimler

2016-2020 yılları arasında yılın her ayı için yapılan çalışmada KSTM istasyonunun koordinat değerleri ile hesapladığımız güncel koordinat değerleri karşılaştırılmıştır. Hesaplanan test büyüklülerinin dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değerinden küçük olduğu görülmüştür. İstasyonunun bu aylardaki X koordinatındaki değişimlere ait hesaplamalar Çizelge 5.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 21. Aylık bazda KSTM istasyonu X koordinatına ait hesaplar

Aylar	OCAK			ŞUBAT			MART			NİSAN		
Yıllar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
2016	-20.64	425.96	0.17	-26.17	684.78	0.21	-17.40	302.82	0.14	-18.53	343.40	0.15
2017	-28.54	814.46	0.23	-23.57	555.46	0.19	-24.95	622.68	0.20	-23.48	551.45	0.19
2018	-32.24	1039.34	0.26	-31.57	996.56	0.26	-34.85	1214.77	0.28	-25.08	629.16	0.20
2019	-28.84	831.68	0.23	-35.67	1272.23	0.29	-34.75	1207.81	0.28	-37.98	1442.71	0.31
2020	-36.84	1357.10	0.30	-37.37	1396.39	0.30	-33.70	1135.80	0.27	-35.33	1248.29	0.29
ΣDx ²	4468.54			4905.42			4483.86			4215.00		
mx (mm)	29.89			31.32			29.95			29.03		
mx²	893.71			981.08			896.77			843.00		

Aylar	MAYIS			HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
Yıllar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
2016	-25.81	666.29	0.21	-27.24	742.13	0.22	-30.92	956.26	0.25	-27.05	731.86	0.22
2017	-28.45	809.24	0.23	-35.58	1265.69	0.29	-29.46	867.77	0.24	-40.69	1655.47	0.33
2018	-42.98	1847.28	0.35	-33.28	1107.33	0.27	-36.56	1336.49	0.30	-42.19	1779.79	0.34
2019	-28.75	826.40	0.23	-45.18	2040.93	0.37	-31.96	1021.31	0.26	-48.79	2380.22	0.40
2020	-38.11	1452.56	0.31	-42.24	1784.39	0.34	-38.22	1461.03	0.31	-46.65	2176.49	0.38
ΣDx ²	5601.76			6940.46			5642.86			8723.83		
mx (mm)	33.47			37.26			33.59			41.77		
mx²	1120.35			1388.09			1128.57			1744.77		

Aylar	EYLÜL			EKİM			KASIM			ARALIK		
Yıllar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
2016	-31.78	1010.12	0.26	-29.25	855.36	0.24	-27.09	734.05	0.22	-25.96	673.79	0.21
2017	-30.92	955.86	0.25	-29.20	852.55	0.24	-35.33	1248.06	0.29	-34.51	1190.89	0.28
2018	-38.72	1499.01	0.31	-46.80	2190.09	0.38	-37.13	1378.48	0.30	-36.21	1311.11	0.29
2019	-45.62	2080.91	0.37	-44.10	1944.67	0.36	-39.03	1523.18	0.32	-38.81	1506.16	0.31
2020	-55.68	3100.53	0.45	-51.05	2605.75	0.41	-46.39	2152.34	0.38	-46.26	2139.75	0.38
ΣDx ²	8646.43			8448.41			7036.10			6821.70		
mx (mm)	41.58			41.11			37.51			36.94		
mx²	1729.29			1689.68			1407.22			1364.34		

mDx (mm)	**123.24**

Aylık bazda X koordinatına ait %95 güven aralığında ki test büyüklük hesaplarına ait karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 22. Aylık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	OCAK		ŞUBAT		MART		NİSAN	
Yıllar	Tx							
2016	0.17	✔	0.21	✔	0.14	✔	0.15	✔
2017	0.23	✔	0.19	✔	0.20	✔	0.19	✔
2018	0.26	✔	0.26	✔	0.28	✔	0.20	✔
2019	0.23	✔	0.29	✔	0.28	✔	0.31	✔
2020	0.30	✔	0.30	✔	0.27	✔	0.29	✔

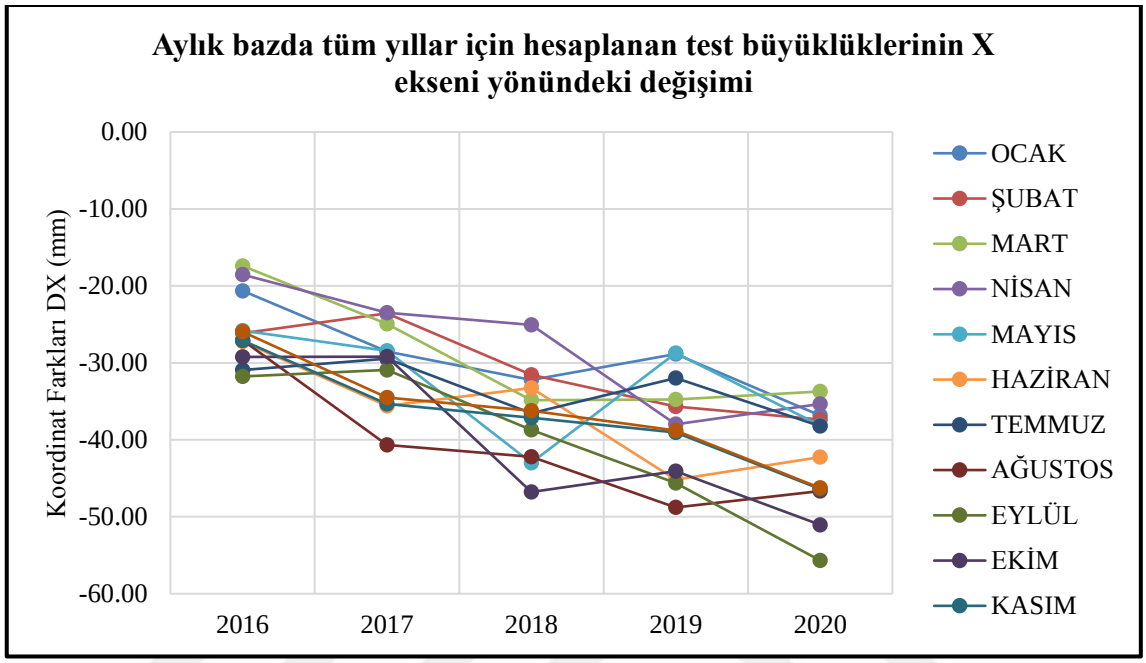
Aylar	MAYIS		HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS	
Yıllar	Tx							
2016	0.21	✔	0.22	✔	0.25	✔	0.22	✔
2017	0.23	✔	0.29	✔	0.24	✔	0.33	✔
2018	0.35	✔	0.27	✔	0.30	✔	0.34	✔
2019	0.23	✔	0.37	✔	0.26	✔	0.40	✔
2020	0.31	✔	0.34	✔	0.31	✔	0.38	✔

Aylar	EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
Yıllar	Tx							
2016	0.26	✔	0.24	✔	0.22	✔	0.21	✔
2017	0.25	✔	0.24	✔	0.29	✔	0.28	✔
2018	0.31	✔	0.38	✔	0.30	✔	0.29	✔
2019	0.37	✔	0.36	✔	0.32	✔	0.31	✔
2020	0.45	✔	0.41	✔	0.38	✔	0.38	✔

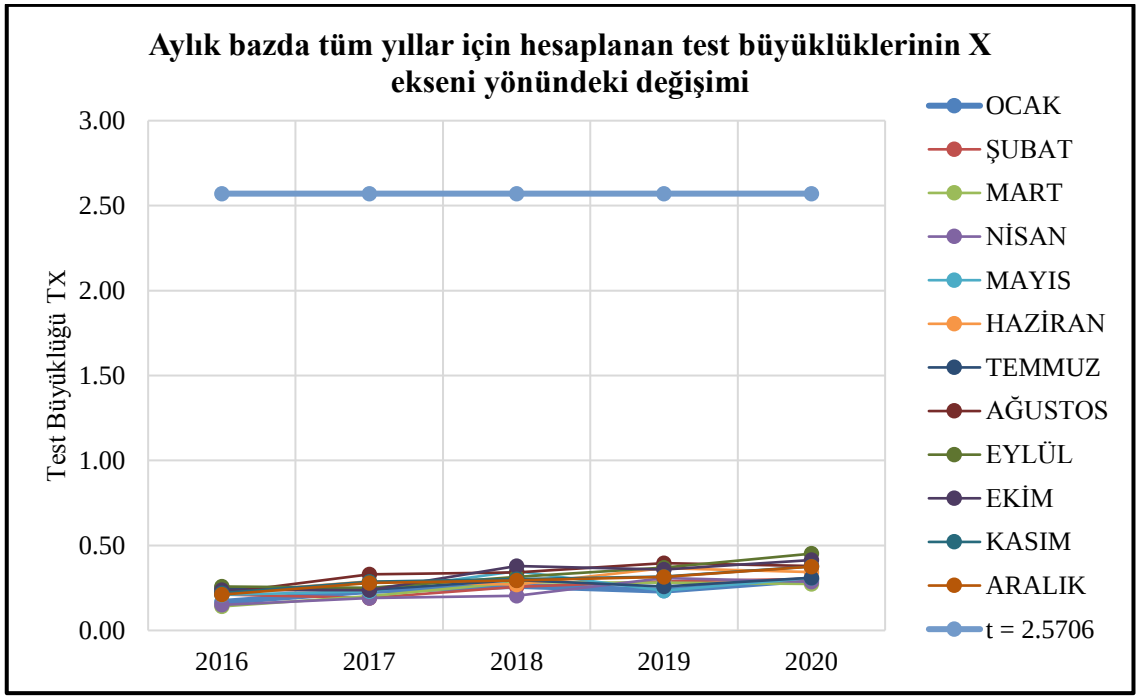
$Tx \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

Çizelge 5.21'de hesaplanan KSTM istasyonuna ait X koordinat farklarının ve test büyüklüklerinin grafik olarak gösterimi Çizelge 5.23 ve Çizelge 5.24' de gösterilmiştir

Çizelge 5. 23. KSTM istasyonu X koordinatı farkları



Çizelge 5. 24. KSTM istasyonu X koordinatı test büyüklükleri



KSTM İstasyonunun Y koordinatındaki aylık değişimlere ait hesaplamalar Çizelge 5.25‘de %95 güven aralığındaki test büyüklüklerine ait karşılaştırmaları Çizelge 5.26’da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 25. Aylık bazda KSTM istasyonu Y koordinatı test büyüklükleri hesap ekranı

Aylar	OCAK			ŞUBAT			MART			NİSAN		
Yıllar	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y
2016	38.61	1490.86	0.27	33.87	1147.05	0.23	40.19	1615.33	0.28	39.55	1564.02	0.27
2017	39.81	1584.96	0.27	42.67	1820.57	0.29	41.22	1699.46	0.28	42.98	1847.37	0.30
2018	42.41	1798.74	0.29	42.77	1829.11	0.29	40.42	1634.14	0.28	46.08	2123.46	0.32
2019	48.31	2334.01	0.33	42.47	1803.54	0.29	42.82	1833.94	0.29	40.88	1671.26	0.28
2020	48.51	2353.38	0.33	48.37	2339.47	0.33	51.09	2610.31	0.35	50.15	2514.79	0.34
$\Sigma D_y{}^2$	9561.95			8939.74			9393.18			9720.89		
my	43.73			42.28			43.34			44.09		
my^2	1912.39			1787.95			1878.64			1944.18		

Aylar	MAYIS			HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
Yıllar	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y
2016	34.24	1172.21	0.24	37.19	1383.39	0.26	33.48	1121.16	0.23	38.34	1469.98	0.26
2017	38.76	1502.31	0.27	37.12	1377.61	0.26	39.51	1560.72	0.27	33.56	1126.44	0.23
2018	36.36	1322.05	0.25	39.82	1585.33	0.27	42.31	1789.80	0.29	37.86	1433.57	0.26
2019	46.26	2139.96	0.32	36.82	1355.43	0.25	46.11	2125.76	0.32	34.96	1222.38	0.24
2020	48.24	2326.86	0.33	46.19	2133.89	0.32	44.98	2023.54	0.31	44.44	1974.94	0.31
$\Sigma D_y{}^2$	8463.39			7835.65			8620.99			7227.31		
my	41.14			39.59			41.52			38.02		
my^2	1692.68			1567.13			1724.20			1445.46		

Aylar	EYLÜL			EKİM			KASIM			ARALIK		
Yıllar	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y	D_Y (mm)	$D_Y{}^2$	T_Y
2016	35.80	1281.41	0.25	38.48	1480.36	0.26	39.64	1571.58	0.27	41.22	1699.24	0.28
2017	41.52	1723.83	0.29	43.61	1901.73	0.30	40.27	1621.29	0.28	40.76	1660.98	0.28
2018	42.82	1833.47	0.29	38.11	1452.28	0.26	41.97	1761.09	0.29	42.66	1819.46	0.29
2019	39.02	1522.48	0.27	42.71	1824.04	0.29	46.17	2131.23	0.32	47.36	2242.51	0.33
2020	41.90	1755.34	0.29	44.58	1986.98	0.31	48.14	2317.76	0.33	48.52	2354.37	0.33
$\Sigma D_y{}^2$	8116.53			8645.39			9402.95			9776.54		
my	40.29			41.58			43.37			44.22		
my^2	1623.31			1729.08			1880.59			1955.31		

m_{DY} (mm)	**145.40**

Çizelge 5. 26. Aylık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	OCAK		ŞUBAT		MART		NİSAN	
Yıllar	TY							
2016	0.27	✔	0.23	✔	0.28	✔	0.27	✔
2017	0.27	✔	0.29	✔	0.28	✔	0.30	✔
2018	0.29	✔	0.29	✔	0.28	✔	0.32	✔
2019	0.33	✔	0.29	✔	0.29	✔	0.28	✔
2020	0.33	✔	0.33	✔	0.35	✔	0.34	✔

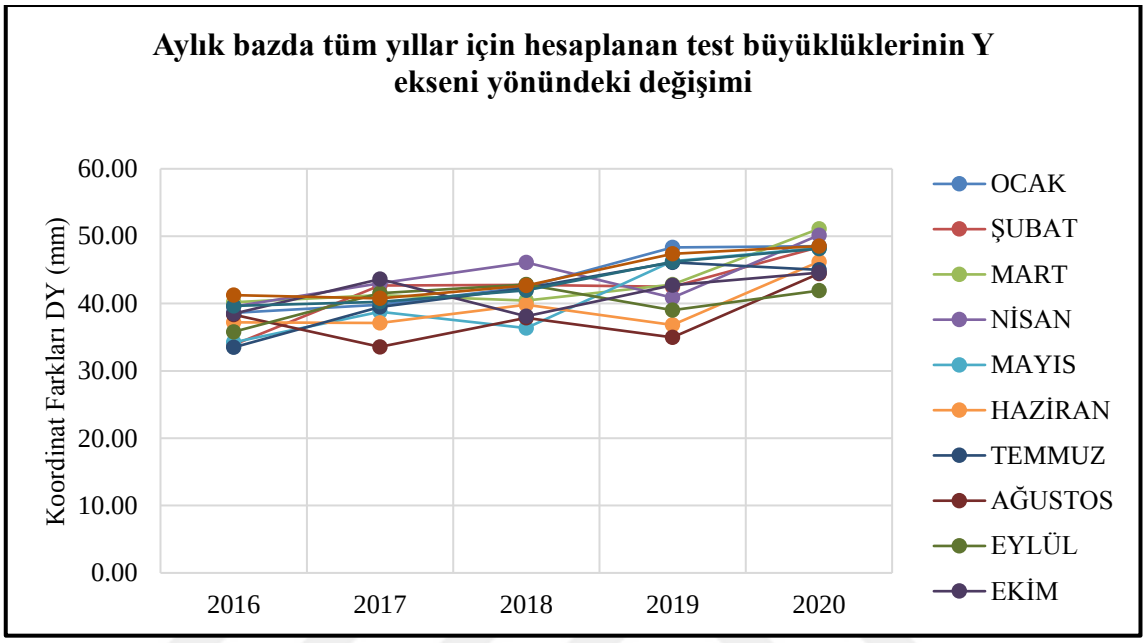
Aylar	MAYIS		HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS	
Yıllar	TY							
2016	0.24	✔	0.26	✔	0.23	✔	0.26	✔
2017	0.27	✔	0.26	✔	0.27	✔	0.23	✔
2018	0.25	✔	0.27	✔	0.29	✔	0.26	✔
2019	0.32	✔	0.25	✔	0.32	✔	0.24	✔
2020	0.33	✔	0.32	✔	0.31	✔	0.31	✔

Aylar	EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
Yıllar	TY							
2016	0.25	✔	0.26	✔	0.27	✔	0.28	✔
2017	0.29	✔	0.30	✔	0.28	✔	0.28	✔
2018	0.29	✔	0.26	✔	0.29	✔	0.29	✔
2019	0.27	✔	0.29	✔	0.32	✔	0.33	✔
2020	0.29	✔	0.31	✔	0.33	✔	0.33	✔

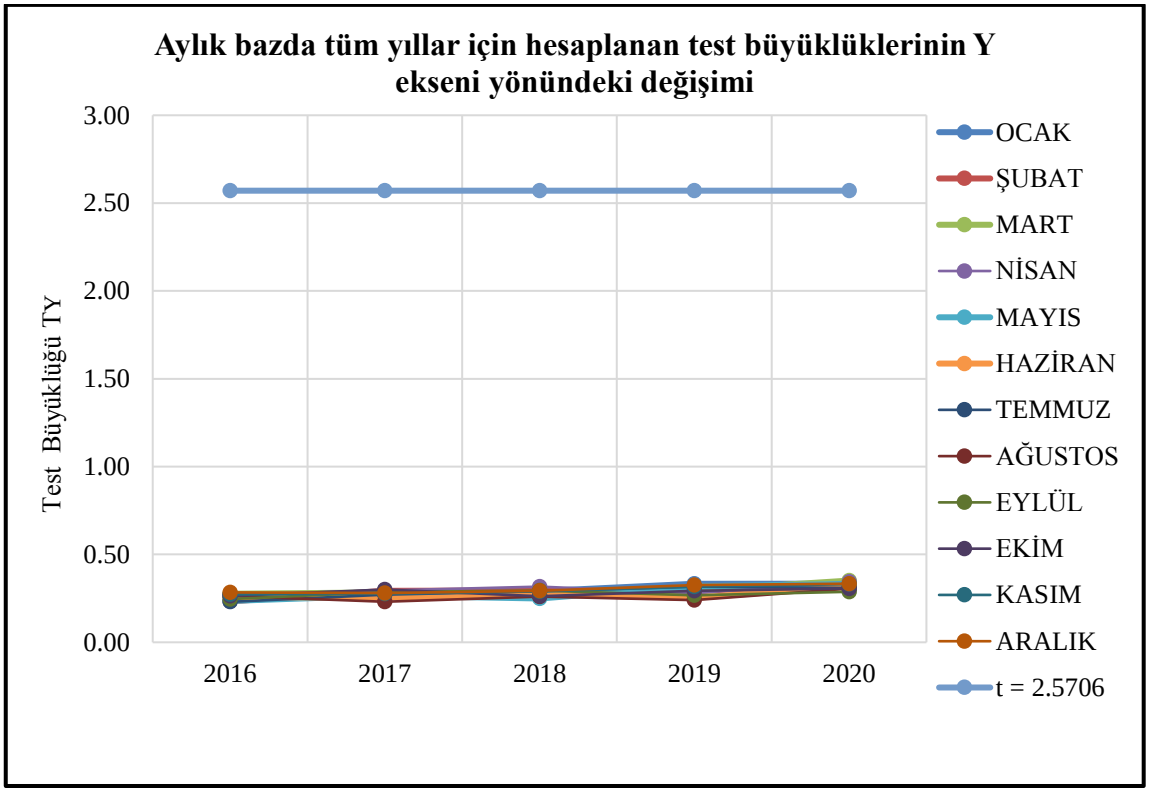
$TY \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

Çizelge 5.25'de hesaplanan KSTM istasyonuna ait Y koordinat farklarının ve test büyüklüklerinin grafik olarak gösterimi Çizelge 5.27 ve Çizelge 5.28 de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 27. KSTM istasyonu Y koordinatı farkları



Çizelge 5. 28. KSTM istasyonu Y koordinatı test büyüklük grafik ekranı



KSTM İstasyonunun Z koordinatındaki aylık değişimlere ait hesaplamalar Çizelge 5.29‘da %95 güven aralığındaki test büyüklüklerine ait karşılaştırmaları Çizelge 5.30’da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 29. Aylık bazda KSTM istasyonu Z koordinatı test büyüklükleri hesap ekranı

Aylar	OCAK			ŞUBAT			MART			NİSAN		
Yıllar	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz
2016	13.38	178.99	0.36	7.46	55.63	0.20	15.78	249.06	0.43	15.26	232.90	0.41
2017	8.18	66.89	0.22	12.46	155.21	0.34	10.80	116.72	0.29	12.68	160.86	0.34
2018	11.28	127.21	0.31	11.76	138.26	0.32	9.60	92.23	0.26	18.08	326.99	0.49
2019	19.48	379.42	0.53	12.16	147.82	0.33	12.70	161.38	0.34	9.18	84.33	0.25
2020	14.38	206.75	0.39	14.36	206.16	0.39	16.88	284.99	0.46	16.06	257.96	0.43
ΣDz ²	959.27			703.08			904.37			1063.04		
mz	13.85			11.86			13.45			14.58		
mz²	191.85			140.62			180.87			212.61		

Aylar	MAYIS			HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
Yıllar	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz
2016	7.46	55.69	0.20	7.74	59.94	0.21	2.34	5.49	0.06	4.32	18.69	0.12
2017	7.88	62.05	0.21	1.96	3.83	0.05	8.86	78.46	0.24	-1.76	3.11	0.05
2018	0.88	0.77	0.02	9.06	82.02	0.25	11.86	140.61	0.32	5.14	26.39	0.14
2019	18.08	326.78	0.49	0.86	0.73	0.02	14.46	209.03	0.39	0.64	0.41	0.02
2020	13.26	175.89	0.36	9.34	87.27	0.25	10.74	115.42	0.29	9.72	94.53	0.26
ΣDz ²	621.19			233.80			549.02			143.13		
mz	11.15			6.84			10.48			5.35		
mz²	124.24			46.76			109.80			28.63		

Aylar	EYLÜL			EKİM			KASIM			ARALIK		
Yıllar	(mm)	Dz²	Tz	(mm)	Dz²	Tz	(mm)	Dz²	Tz	(mm)	Dz²	Tz
2016	2.00	4.01	0.05	3.60	12.93	0.10	6.38	40.75	0.17	9.48	89.82	0.26
2017	9.32	86.81	0.25	13.62	185.46	0.37	8.00	63.97	0.22	8.70	75.68	0.24
2018	11.12	123.59	0.30	2.42	5.85	0.07	10.10	101.97	0.27	11.00	120.98	0.30
2019	1.92	3.67	0.05	7.72	59.57	0.21	12.10	146.36	0.33	12.90	166.39	0.35
2020	1.70	2.90	0.05	7.30	53.24	0.20	11.38	129.58	0.31	13.38	178.95	0.36
ΣDz ²	220.98			317.06			482.62			631.83		
mz	6.65			7.96			9.82			11.24		
mz²	44.20			63.41			96.52			126.37		

m_{DZ} (mm)	**36.96**

Çizelge 5. 30. Aylık bazda KSTM istasyonu test büyüklükleri karşılaştırmaları

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	OCAK		ŞUBAT		MART		NİSAN	
Yıllar	Tz							
2016	0.36	✔	0.20	✔	0.43	✔	0.41	✔
2017	0.22	✔	0.34	✔	0.29	✔	0.34	✔
2018	0.31	✔	0.32	✔	0.26	✔	0.49	✔
2019	0.53	✔	0.33	✔	0.34	✔	0.25	✔
2020	0.39	✔	0.39	✔	0.46	✔	0.43	✔

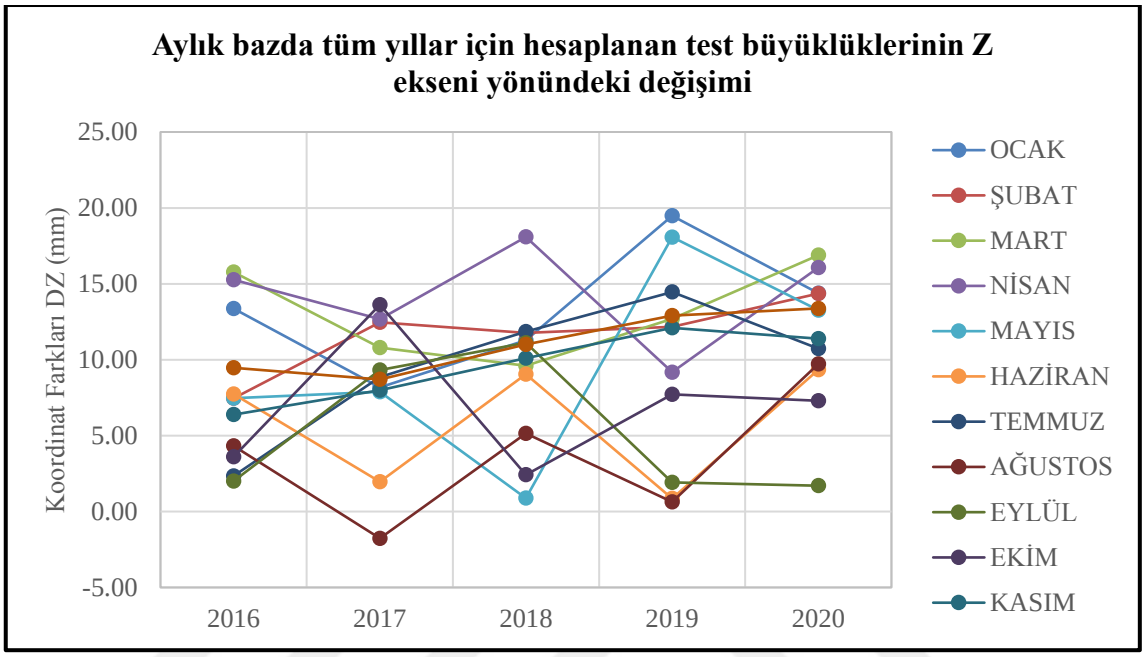
Aylar	MAYIS		HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS	
Yıllar	Tz							
2016	0.20	✔	0.21	✔	0.06	✔	0.12	✔
2017	0.21	✔	0.05	✔	0.24	✔	0.05	✔
2018	0.02	✔	0.25	✔	0.32	✔	0.14	✔
2019	0.49	✔	0.02	✔	0.39	✔	0.02	✔
2020	0.36	✔	0.25	✔	0.29	✔	0.26	✔

Aylar	EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
Yıllar	Tz							
2016	0.05	✔	0.10	✔	0.17	✔	0.26	✔
2017	0.25	✔	0.37	✔	0.22	✔	0.24	✔
2018	0.30	✔	0.07	✔	0.27	✔	0.30	✔
2019	0.05	✔	0.21	✔	0.33	✔	0.35	✔
2020	0.05	✔	0.20	✔	0.31	✔	0.36	✔

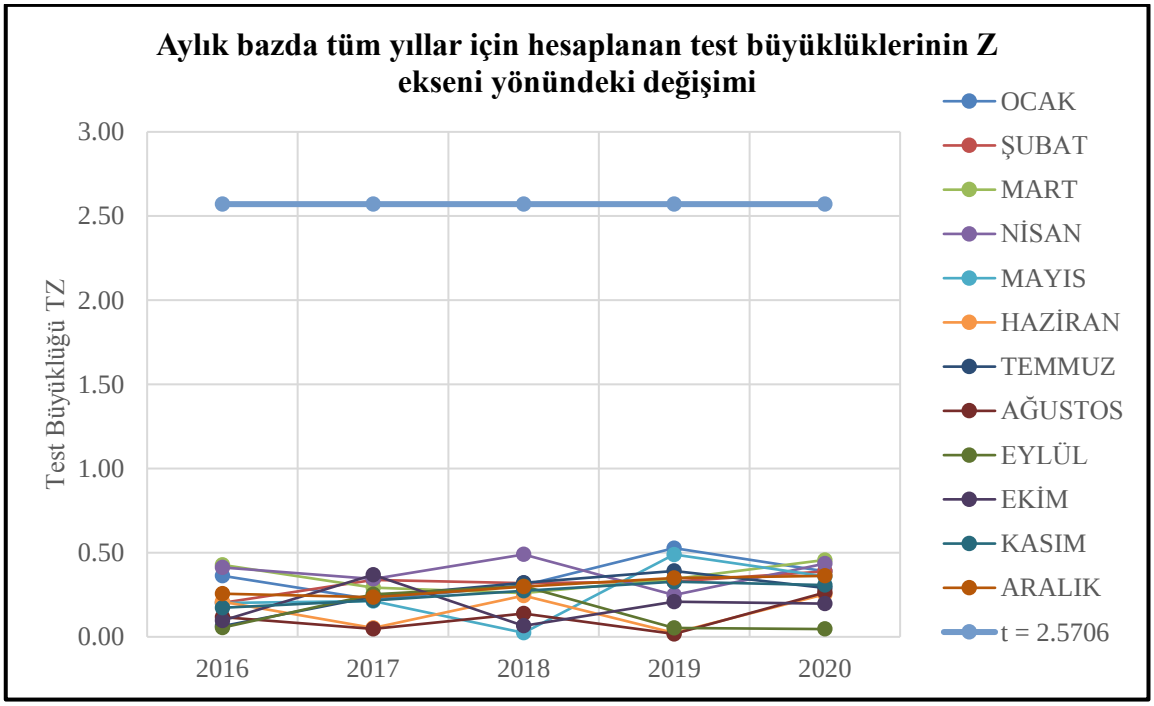
$T_z \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

Çizelge 5.29'de hesaplanan KSTM istasyonuna ait Z koordinat farklarının ve test büyüklüklerinin grafik olarak gösterimi Çizelge 5.31 ve Çizelge 5.32' de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 31. KSTM istasyonu Z koordinatı farkları



Çizelge 5. 32. KSTM istasyonu Z koordinatı test büyüklük grafik ekranı



5.5.3 Sıcaklık değişimleri yönünden konumsal değişimler

Çalışma alanı içerisinde bulunan KSTM istasyonuna ait meteorolojik zaman aralıkları sıcaklık ve yağış olmak üzere iki aşamada değerlendirilecektir. Bunun için Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğünün Meteorolojik veri bilgi sunum sistemi (MEVBİS) üzerinde TUSAGA-Aktif istasyon noktasının bulunduğu Kastamonu ilinin 2016-2020 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış miktarlarına ait veriler kullanılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde 2016-2020 yılları arasındaki ortalama sıcaklık periyodlarına bakılarak en düşük sıcaklığın yaşandığı ay -0.16 °C ile Ocak ayı olduğu en yüksek sıcaklığın 20.5 °C ile Ağustos ayı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mevsimsel ortalamanın 10.7 °C olarak bulunduğu bu çalışma sahasında (bkz: Çizelge 5. 3) ortalama sıcaklık değerine yakın 10.1 °C ile Nisan ayı, 12.0 °C ile Ekim ayları da dahil edilerek dört ay seçilmiştir.

Ocak, Ağustos, Nisan, Ekim aylarına ait ayın 11. Gününden itibaren on günlük TUSAGA-Aktif istasyonlarına ait 30 sn 24 saatlik RINEX verileri ile GPS, GLONASS uydularına ait hassas yörünge (Ephemeris) bilgileri kullanılarak verilerin çözümlemeleri LGO yazılımında yapılmış yine bu yazılım kullanılarak istasyon noktası dayalı olarak dengelenmiştir. Bundan sonraki aşamada hız vektörü hesaplamaları yapılarak KSTM istasyonunun ITRF96 2005.00 Epoğunda koordinatları hesaplanmıştır. Bu koordinatlar Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan güncel koordinatlar ile karşılaştırılarak %95 güven aralığında istatistiksel teste tabii tutulmuştur.

Hesaplanan test büyüklülerinin %95 güven aralığında test dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değerinden altında kaldığı izlenmiştir. Sonuç olarak çalışma sınırı içerisindeki KSTM istasyonunun konumsal değişimlerinin yıl içindeki sıcaklık değişimlerinden etkilenmediği görülmüştür.

Ocak, Nisan, Ağustos ve Ekim aylarına ait KSTM istasyon noktasının koordinat farkları ve test büyüklük değerleri Çizelge 5.33'de, Ölçülere ait istatistiksel test sonuçları Çizelge 5.34'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 33. KSTM istasyonunun sıcaklık değişim kriterine göre yapılan hesaplar

Aylar	OCAK			NİSAN			AĞUSTOS			EKİM		
Yıllar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
2016	-20.64	425.96	0.29	-18.53	343.40	0.26	-27.05	731.86	0.38	-29.25	855.36	0.41
2017	-28.54	814.46	0.40	-23.48	551.45	0.33	-40.69	1655.47	0.57	-29.20	852.55	0.41
2018	-32.24	1039.34	0.45	-25.08	629.16	0.35	-36.56	1336.49	0.51	-46.80	2190.09	0.66
2019	-28.84	831.68	0.40	-37.98	1442.71	0.53	-48.79	2380.22	0.68	-44.10	1944.67	0.62
2020	-36.84	1357.10	0.52	-35.33	1248.29	0.50	-46.65	2176.49	0.65	-51.05	2605.75	0.72
ΣDx ²	4468.54			4215.00			8280.53			8448.41		
mx (mm)	29.89			29.03			40.70			41.11		
mx²	893.71			843.00			1656.11			1689.68		
mDx=	71.29											

Aylar	OCAK			NİSAN			AĞUSTOS			EKİM		
Yıllar	Dy (mm)	Dy ²	Ty	Dy (mm)	Dy ²	Ty	Dy (mm)	Dy ²	Ty	Dy (mm)	Dy ²	Ty
2016	38.61	1490.86	0.46	39.55	1564.02	0.47	38.34	1469.98	0.45	38.48	1480.36	0.46
2017	39.81	1584.96	0.47	42.98	1847.37	0.51	33.56	1126.44	0.40	43.61	1901.73	0.52
2018	42.41	1798.74	0.50	46.08	2123.46	0.55	42.31	1789.80	0.50	38.11	1452.28	0.45
2019	48.31	2334.01	0.57	40.88	1671.26	0.49	34.96	1222.38	0.41	42.71	1824.04	0.51
2020	48.51	2353.38	0.58	50.15	2514.79	0.60	44.44	1974.94	0.53	44.58	1986.98	0.53
ΣDy ²	9561.95			9720.89			7583.53			8645.39		
my (mm)	43.73			44.09			38.94			41.58		
my²	1912.39			1944.18			1516.71			1729.08		
mDy (mm	84.28											

Aylar	OCAK			NİSAN			AĞUSTOS			EKİM		
Yıllar	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz
2016	13.38	178.99	0.55	15.26	232.90	0.63	4.32	18.69	0.18	9.48	89.82	0.39
2017	8.18	66.89	0.34	12.68	160.86	0.53	-1.76	3.11	0.07	8.70	75.68	0.36
2018	11.28	127.21	0.47	18.08	326.99	0.75	11.86	140.61	0.49	11.00	120.98	0.46
2019	19.48	379.42	0.81	9.18	84.33	0.38	0.64	0.41	0.03	12.90	166.39	0.53
2020	14.38	206.75	0.60	16.06	257.96	0.67	9.72	94.53	0.40	13.38	178.95	0.55
ΣDz ²	959.27			1063.04			257.35			631.83		
mz (mm)	13.85			14.58			7.17			11.24		
mz²	191.85			212.61			51.47			126.37		
mDz=	24.13											

Çizelge 5. 34. KSTM istasyonu sıcaklık değişimine göre yapılan istatistiksel test

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	OCAK			NİSAN			AĞUSTOS			EKİM	
Yıllar	TX										
2016	0.29	✔		0.26	✔		0.38	✔		0.41	✔
2017	0.40	✔		0.33	✔		0.57	✔		0.41	✔
2018	0.45	✔		0.35	✔		0.51	✔		0.66	✔
2019	0.40	✔		0.53	✔		0.68	✔		0.62	✔
2020	0.52	✔		0.50	✔		0.65	✔		0.72	✔

$T_X \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	OCAK			NİSAN			AĞUSTOS			EKİM	
Yıllar	TY										
2016	0.46	✔		0.47	✔		0.45	✔		0.46	✔
2017	0.47	✔		0.51	✔		0.40	✔		0.52	✔
2018	0.50	✔		0.55	✔		0.50	✔		0.45	✔
2019	0.57	✔		0.49	✔		0.41	✔		0.51	✔
2020	0.58	✔		0.60	✔		0.53	✔		0.53	✔

$T_Y \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

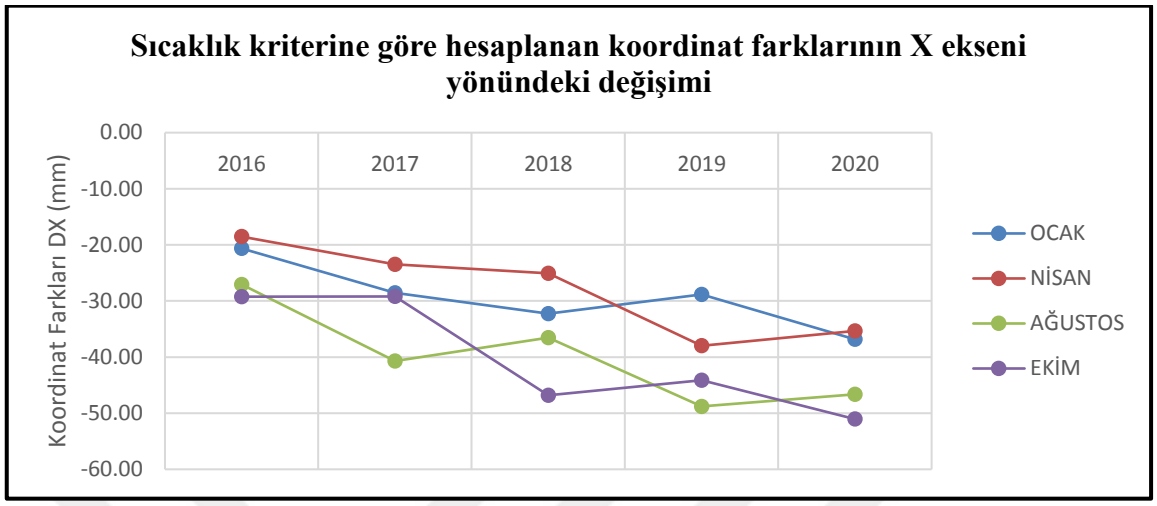
$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

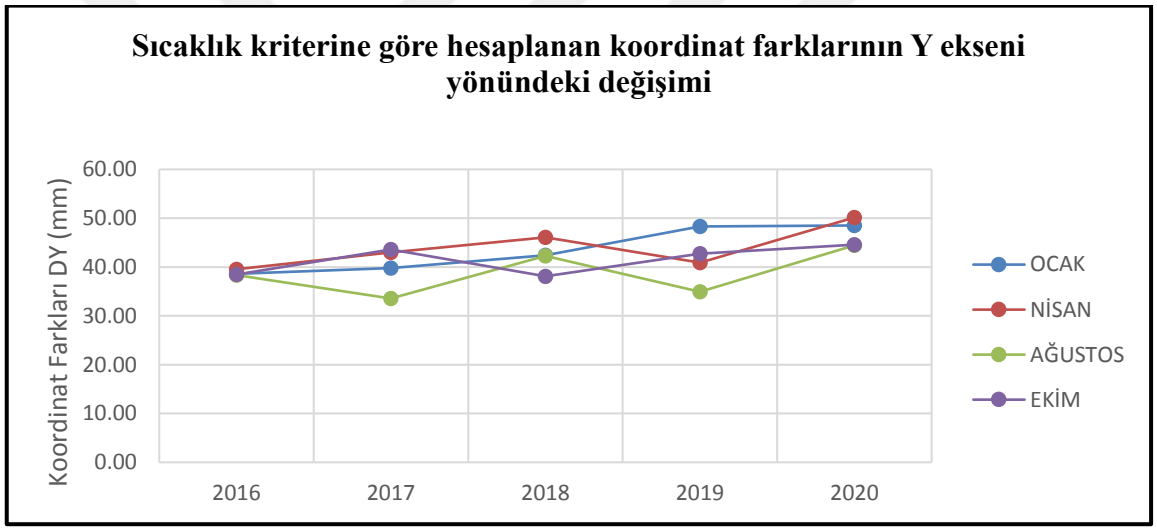
Aylar	OCAK			NİSAN			AĞUSTOS			EKİM	
Yıllar	TZ										
2016	0.55	✔		0.63	✔		0.39	✔		0.39	✔
2017	0.34	✔		0.53	✔		0.36	✔		0.36	✔
2018	0.47	✔		0.75	✔		0.46	✔		0.46	✔
2019	0.81	✔		0.38	✔		0.53	✔		0.53	✔
2020	0.60	✔		0.67	✔		0.55	✔		0.55	✔

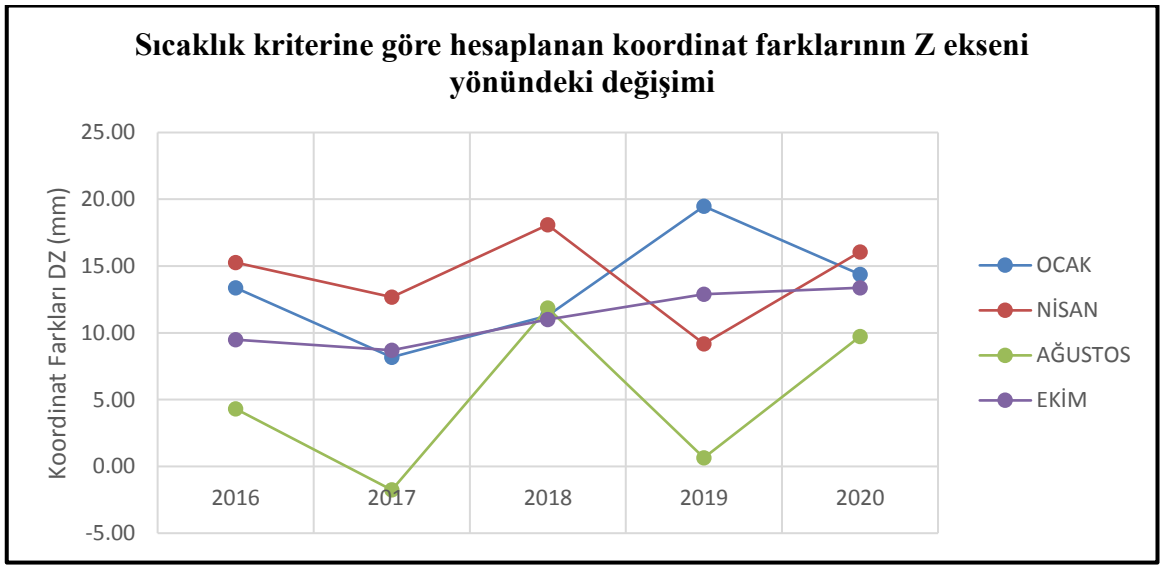
$T_Z \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

KSTM istasyonuna ait hesaplanan koordinatlar ile güncel koordinatlarının karşılaştırıldığı koordinat farklarına ait grafikler Çizelge 5.35'de, hesaplanan test büyüklülerinin test dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değeri ile karşılaştırıldığı grafikler Çizelge 5.36'da gösterilmiştir. Koordinat farklarının sıcaklık ile ilişkisine ait korelasyon katsayısı hesaplamaları Çizelge 5.37'de korelasyon grafiği Çizelge 5.38'de gösterilmiştir.

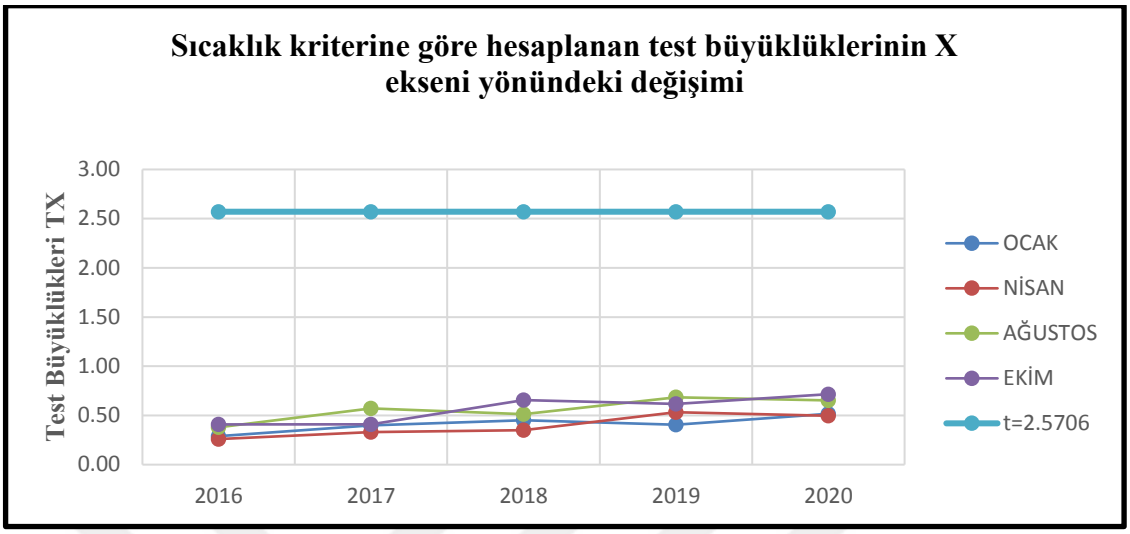
Çizelge 5. 35. KSTM istasyon noktasının sıcaklık değişimlerine göre koordinat farkları

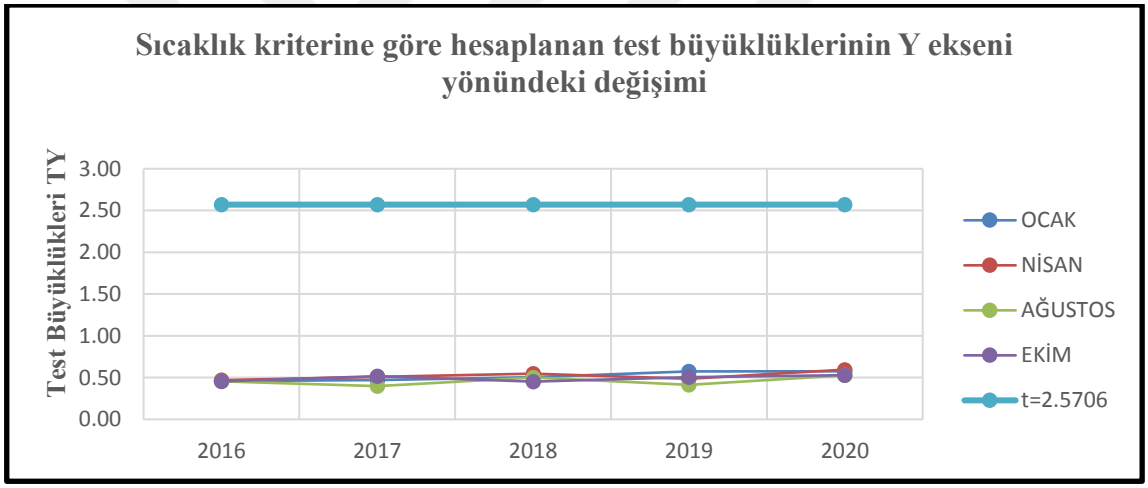


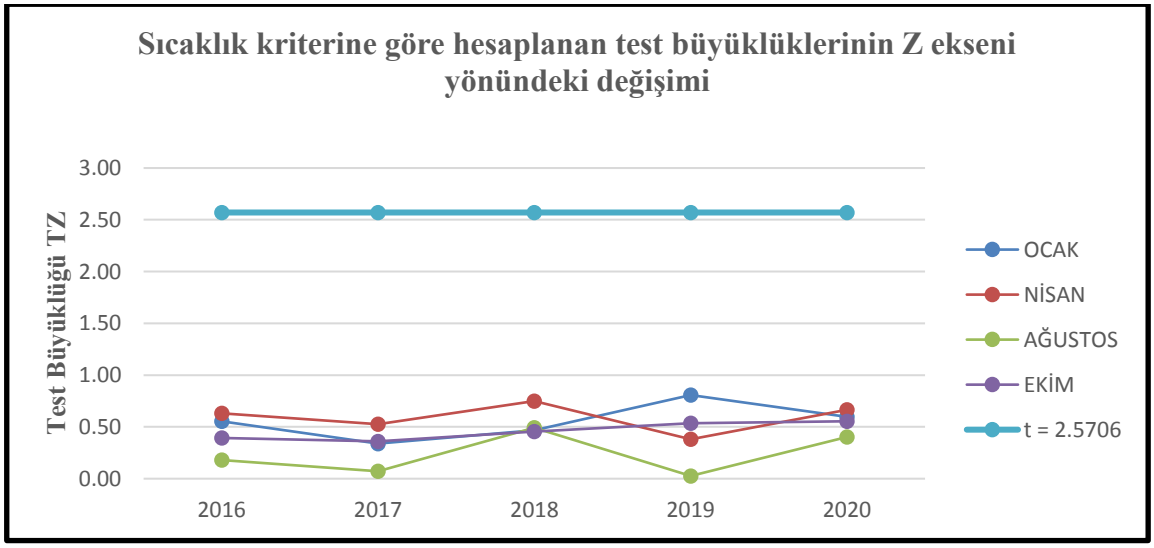




Çizelge 5. 36. KSTM istasyonu sıcaklık değişim kriterlerine göre test büyüklükleri



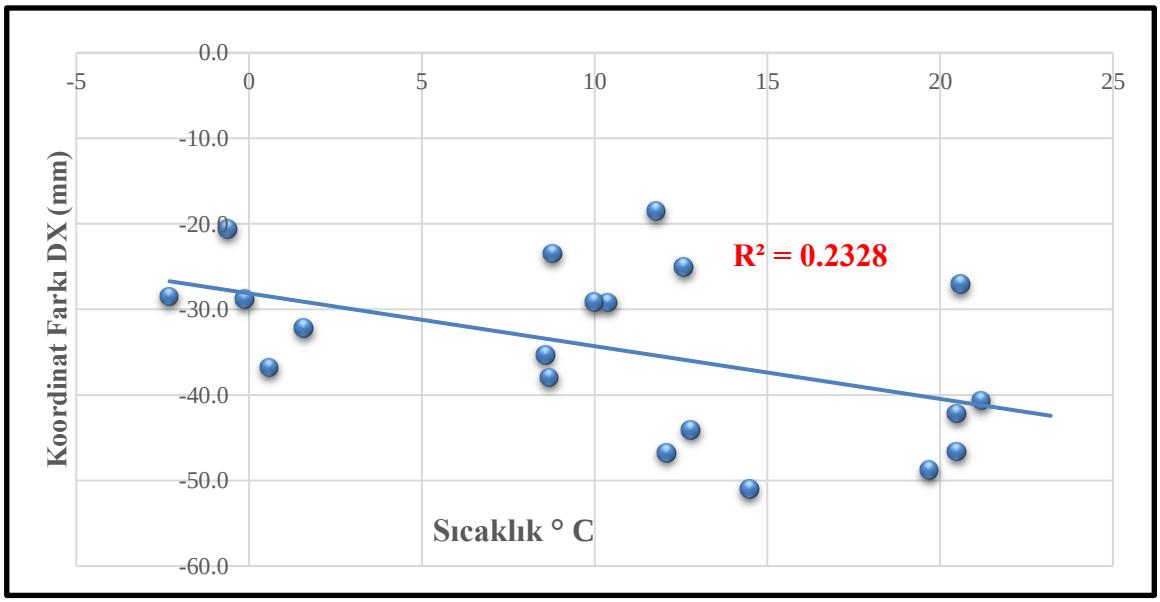


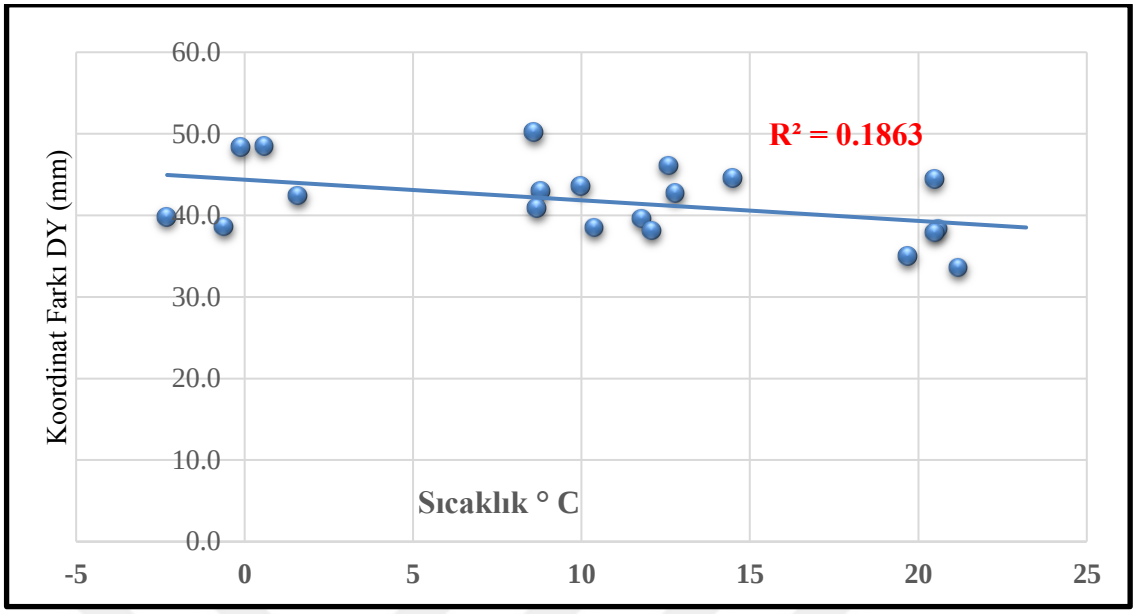


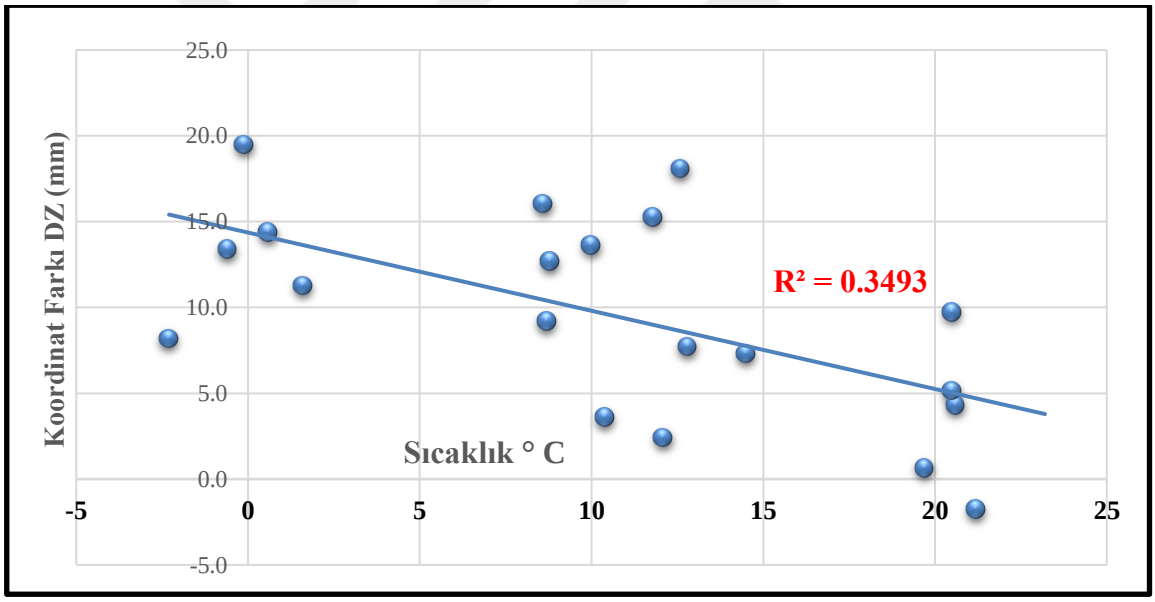
Çizelge 5. 37 KSTM istasyonu Koordinat farkı-Sıcaklık ilişkisine ait korelasyon hesabı

Aylar	Yıllar	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Sıcaklık ° C	Korelasyon Katsayısı (R)		
						DX -°C	DY -°C	DZ -°C
Ocak	2016	-20.6	38.6	13.4	-0.6	-0.4825	-0.4317	-0.5910
Nisan	2016	-18.5	39.5	15.3	11.8			
Ağustos	2016	-27.1	38.3	4.3	20.6			
Ekim	2016	-29.2	38.5	3.6	10.4			
Ocak	2017	-28.5	39.8	8.2	-2.3			
Nisan	2017	-23.5	43.0	12.7	8.8			
Ağustos	2017	-40.7	33.6	-1.8	21.2			
Ekim	2017	-29.2	43.6	13.6	10			
Ocak	2018	-32.2	42.4	11.3	1.6			
Nisan	2018	-25.1	46.1	18.1	12.6			
Ağustos	2018	-42.2	37.9	5.1	20.5			
Ekim	2018	-46.8	38.1	2.4	12.1			
Ocak	2019	-28.8	48.3	19.5	-0.1			
Nisan	2019	-38.0	40.9	9.2	8.7			
Ağustos	2019	-48.8	35.0	0.6	19.7			
Ekim	2019	-44.1	42.7	7.7	12.8			
Ocak	2020	-36.8	48.5	14.4	0.6			
Nisan	2020	-35.3	50.1	16.1	8.6			
Ağustos	2020	-46.7	44.4	9.7	20.5			
Ekim	2020	-51.0	44.6	7.3	14.5			

Çizelge 5. 38 KSTM istasyonu X,Y,Z koordinat farkı-Sıcaklık ilişkisine ait korelasyon grafiği




60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
Koordinat Farkı DY (mm)
R² = 0.1863
Sıcaklık ° C
-5
0
5
10
15
20
25


25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
-5.0
Koordinat Farkı DZ (mm)
R² = 0.3493
Sıcaklık ° C
-5
0
5
10
15
20
25

5.5.4 Yağış miktarı yönünden konumsal değişimleri

Çalışma alanı içerisindeki KSTM istasyonuna ait toplam yağış miktarlarının Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğünün Meteorolojik veri bilgi sunum sistemi (Mevbis) de istasyon noktasının bulunduğu Kastamonu ilinin 2016-2020 yılları arasındaki aylık toplam yağış miktarlarına ait veriler kullanılmıştır. Bu tezde çalışma alanı için aylık toplam yağış miktarlarının mevsimsel ortalama bilgileri daha önce verilmiştir (bkz: Çizelge 5. 3).

Çizelgeden de görüldüğü üzere 2016-2020 yılları arasında uygulama alanına en az yağış miktarının düştüğü ay 18.94 (mm) ile Kasım ayı, en yüksek yağış miktarının düştüğü ay 102.90 (mm) olarak Mayıs ayı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mevsimsel ortalamanın 43.10 (mm) olarak bulunduğu bu çalışmada (bkz: Çizelge 5. 3) ortalama yağış miktarına yakın olan değer 39.06 (mm) ile Mart ayı 37.54 (mm) ile Temmuz ayları da dahil dört ay seçilmiştir.

Mart, Mayıs, Temmuz, Kasım aylarına ait ayın 11. Gününden itibaren on günlük TUSAGA-Aktif istasyonlarına ait 30 sn 24 saatlik RINEX veriler ile GPS, GLONASS uydularına ait hassas yörünge (Ephemeris) bilgileri kullanılmıştır. Çözümlemeler LGO yazılımı ile yapılmıştır. Sonrasında hız vektörü hesapları yapılarak KSTM istasyonuna ait ITRF96 2005.00 Epoğunda koordinatlar hesaplanmıştır. Bu koordinatlar Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan güncel koordinatlar ile karşılaştırılarak %95 güven aralığında istatistiksel teste tabii tutulmuştur.

Hesaplanan test büyüklülerinin %95 güven aralığında test dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değerinin altında kaldığı izlenmiştir. Sonuç olarak çalışma sınırı içerisindeki KSTM istasyonunun konumsal değişimlerinin yıl içindeki yağış miktarlarından etkilenmediği görülmüştür.

Mart, Mayıs, Temmuz, Kasım aylarına ait KSTM istasyon noktasının koordinat farkları ve test büyüklük değerleri Çizelge 5.39'de, ölçülere ait uyuşum test sonuçları Çizelge 5.40'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 39. KSTM istasyonu yağış miktarı kriterine göre yapılan hesaplamalar

Aylar	MART			MAYIS			TEMMUZ			KASIM		
Yıllar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
2016	-17.40	302.82	0.26	-25.81	666.29	0.38	-30.92	956.26	0.46	-27.09	734.05	0.40
2017	-24.95	622.68	0.37	-28.45	809.24	0.42	-29.46	867.77	0.44	-35.33	1248.06	0.52
2018	-34.85	1214.77	0.52	-42.98	1847.28	0.64	-36.56	1336.49	0.54	-37.13	1378.48	0.55
2019	-34.75	1207.81	0.52	-28.75	826.40	0.43	-31.96	1021.31	0.47	-39.03	1523.18	0.58
2020	-33.70	1135.80	0.50	-38.11	1452.56	0.56	-38.22	1461.03	0.57	-46.39	2152.34	0.69
ΣDx ²	4483.86			5601.76			5642.86			7036.10		
mx (mm)	29.95			33.47			33.59			37.51		
mx²	896.77			1120.35			1128.57			1407.22		
mDx=	67.48											

Aylar	MART			MAYIS			TEMMUZ			KASIM		
Yıllar	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY
2016	40.19	1615.33	0.47	34.24	1172.21	0.40	33.48	1121.16	0.40	39.64	1571.58	0.47
2017	41.22	1699.46	0.49	38.76	1502.31	0.46	39.51	1560.72	0.47	40.27	1621.29	0.48
2018	40.42	1634.14	0.48	36.36	1322.05	0.43	42.31	1789.80	0.50	41.97	1761.09	0.50
2019	42.82	1833.94	0.51	46.26	2139.96	0.55	46.11	2125.76	0.54	46.17	2131.23	0.54
2020	51.09	2610.31	0.60	48.24	2326.86	0.57	44.98	2023.54	0.53	48.14	2317.76	0.57
ΣDY ²	9393.18			8463.39			8620.99			9402.95		
mY (mm)	43.34			41.14			41.52			43.37		
mY²	1878.64			1692.68			1724.20			1880.59		
mDY (mm)	84.71											

Aylar	MART			MAYIS			TEMMUZ			KASIM		
Yıllar	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz
2016	15.78	249.06	0.70	7.46	55.69	0.33	2.34	5.49	0.10	6.38	40.75	0.28
2017	10.80	116.72	0.48	7.88	62.05	0.35	8.86	78.46	0.39	8.00	63.97	0.35
2018	9.60	92.23	0.42	0.88	0.77	0.04	11.86	140.61	0.52	10.10	101.97	0.45
2019	12.70	161.38	0.56	18.08	326.78	0.80	14.46	209.03	0.64	12.10	146.36	0.53
2020	16.88	284.99	0.75	13.26	175.89	0.59	10.74	115.42	0.48	11.38	129.58	0.50
ΣDz ²	904.37			621.19			549.02			482.62		
mz (mm)	13.45			11.15			10.48			9.82		
mz²	180.87			124.24			109.80			96.52		
mDz=	22.62											

Çizelge 5. 40. KSTM istasyonu yağış miktarına göre yapılan istatistiksel test sonuçları

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	MART			MAYIS			TEMMUZ			KASIM	
Yıllar	TX										
2016	0.26	✔		0.38	✔		0.46	✔		0.40	✔
2017	0.37	✔		0.42	✔		0.44	✔		0.52	✔
2018	0.52	✔		0.64	✔		0.54	✔		0.55	✔
2019	0.52	✔		0.43	✔		0.47	✔		0.58	✔
2020	0.50	✔		0.56	✔		0.57	✔		0.69	✔

$T_X \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	MART			MAYIS			TEMMUZ			KASIM	
Yıllar	TY										
2016	0.47	✔		0.40	✔		0.40	✔		0.47	✔
2017	0.49	✔		0.46	✔		0.47	✔		0.48	✔
2018	0.48	✔		0.43	✔		0.50	✔		0.50	✔
2019	0.51	✔		0.55	✔		0.54	✔		0.54	✔
2020	0.60	✔		0.57	✔		0.53	✔		0.57	✔

$T_Y \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

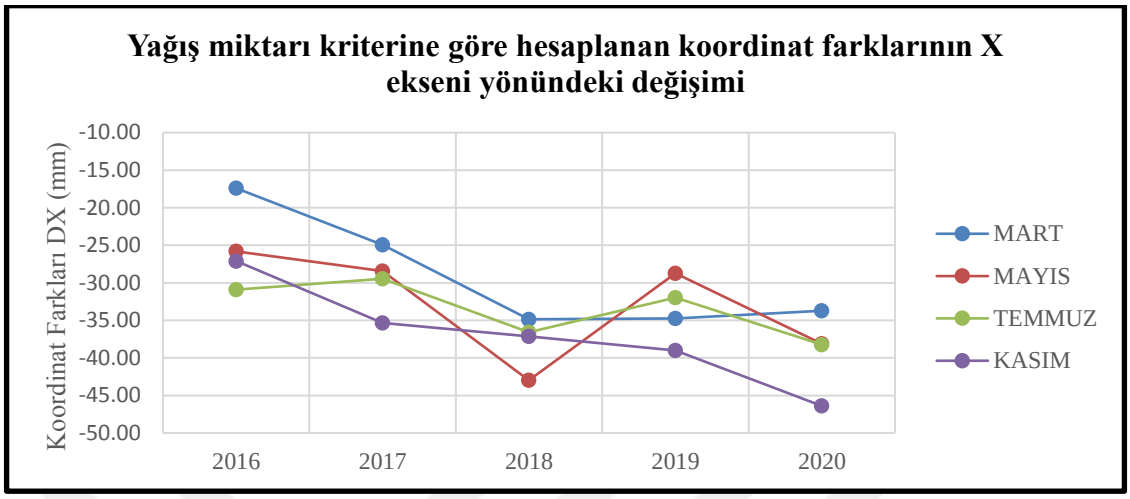
$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

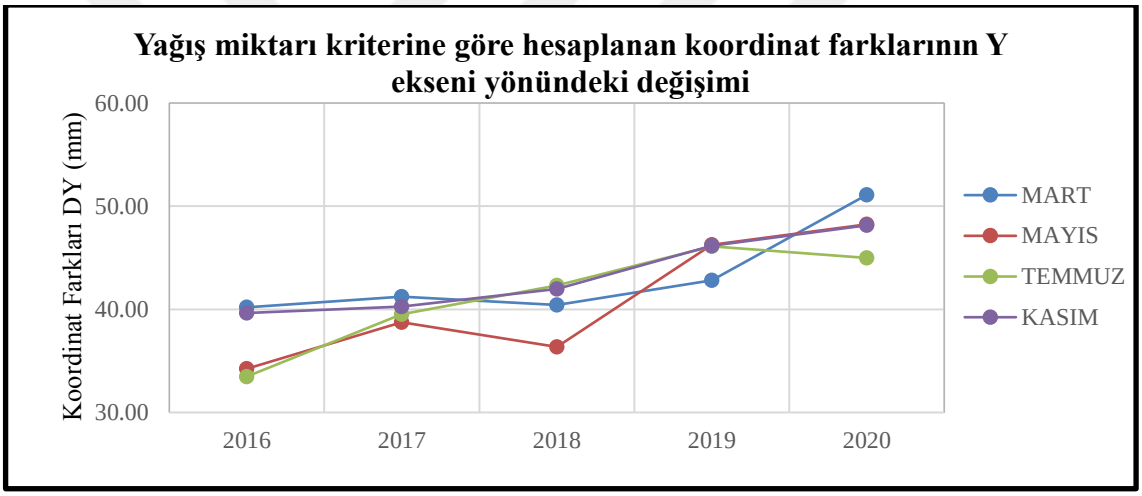
Aylar	MART			MAYIS			TEMMUZ			KASIM	
Yıllar	TZ										
2016	0.70	✔		0.33	✔		0.28	✔		0.28	✔
2017	0.48	✔		0.35	✔		0.35	✔		0.35	✔
2018	0.42	✔		0.04	✔		0.45	✔		0.45	✔
2019	0.56	✔		0.80	✔		0.53	✔		0.53	✔
2020	0.75	✔		0.59	✔		0.50	✔		0.50	✔

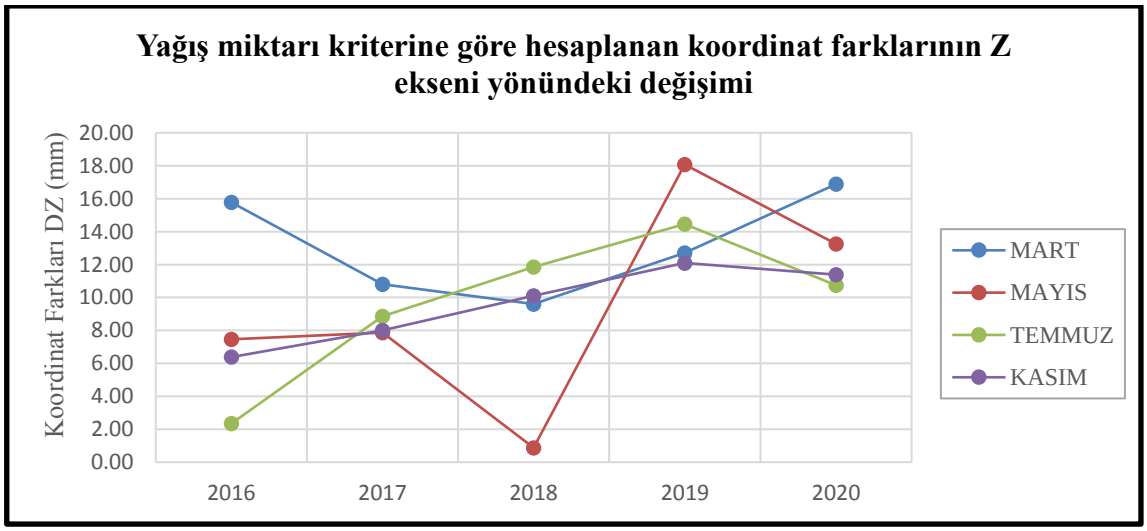
$T_Z \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

KSTM istasyonuna ait hesaplanan koordinatlar ile güncel koordinatlarının karşılaştırıldığı koordinat farklarına ait grafikler Çizelge 5.41'de, hesaplanan test büyüklüklerinin test dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değeri ile karşılaştırıldığı grafikler Çizelge 5.42'de gösterilmiştir. Koordinat farklarının yağış miktarı ile ilişkisine ait korelasyon katsayısı hesaplamaları Çizelge 5.43'de korelasyon grafiği ise Çizelge 5.44'de gösterilmiştir.

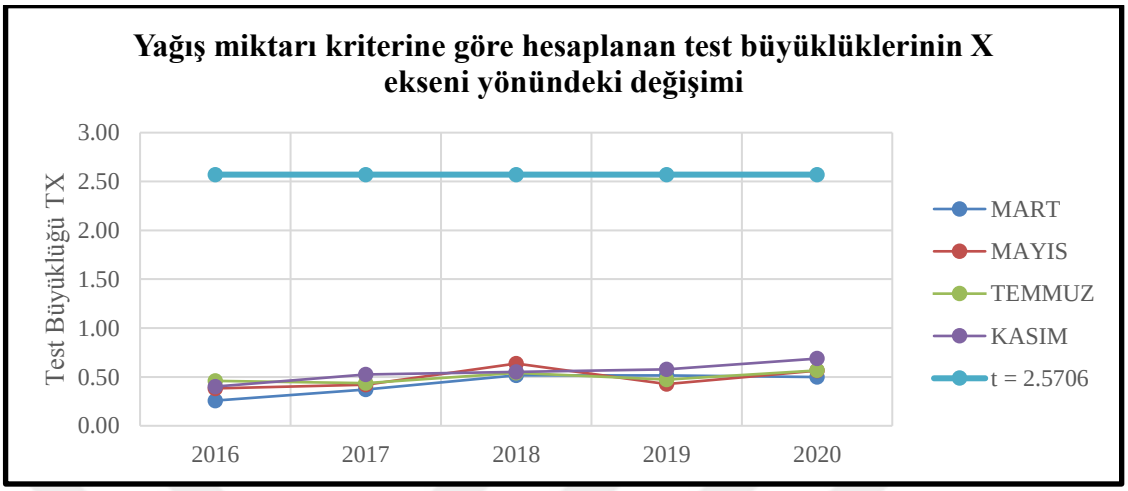
Çizelge 5. 41. KSTM istasyon noktasının yağış miktarı kriterine göre koordinat farkları

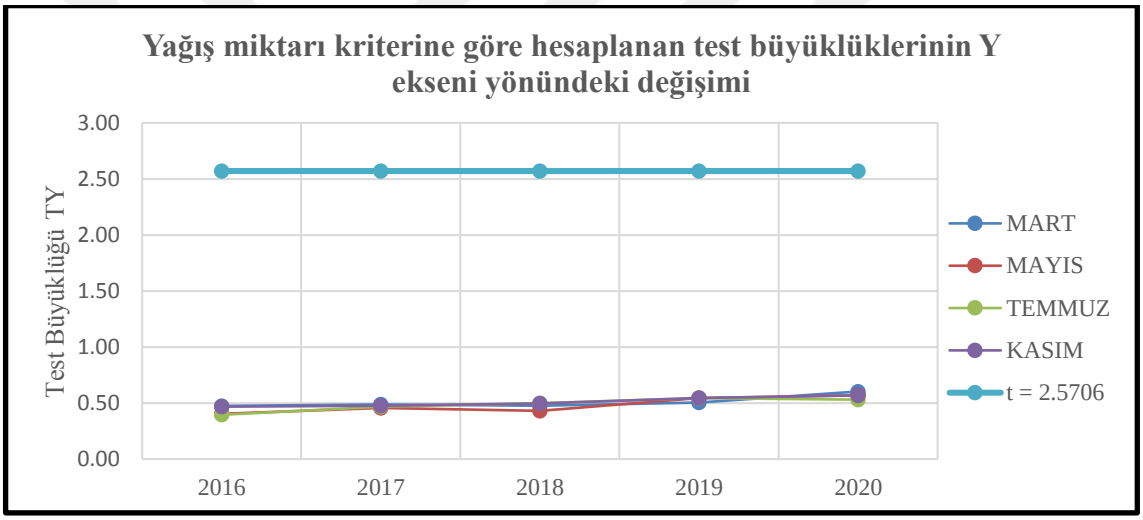


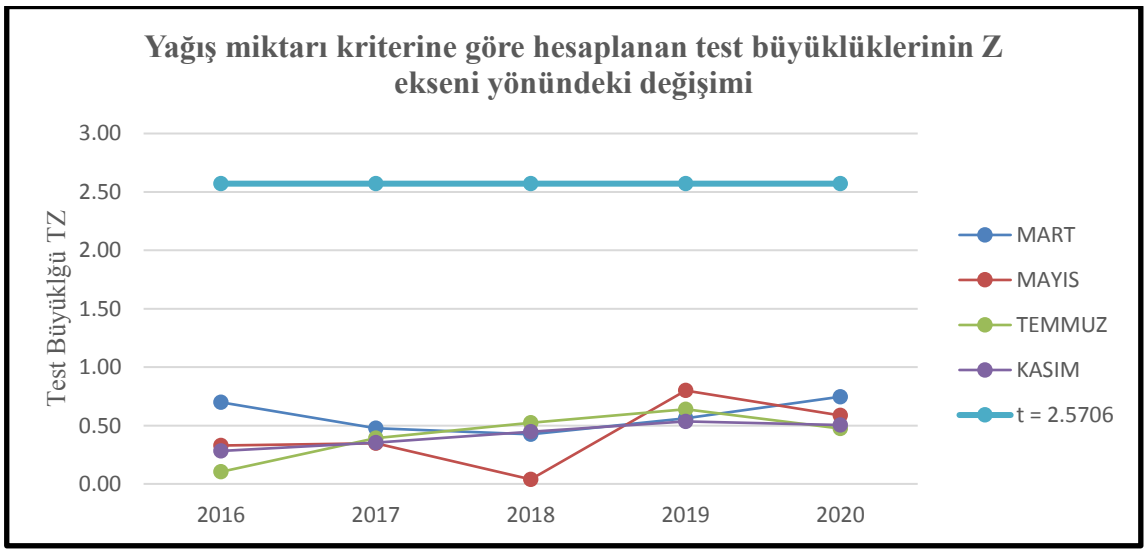




Çizelge 5. 42. KSTM istasyonu yağış miktarına göre test büyüklüklerine ait grafikler



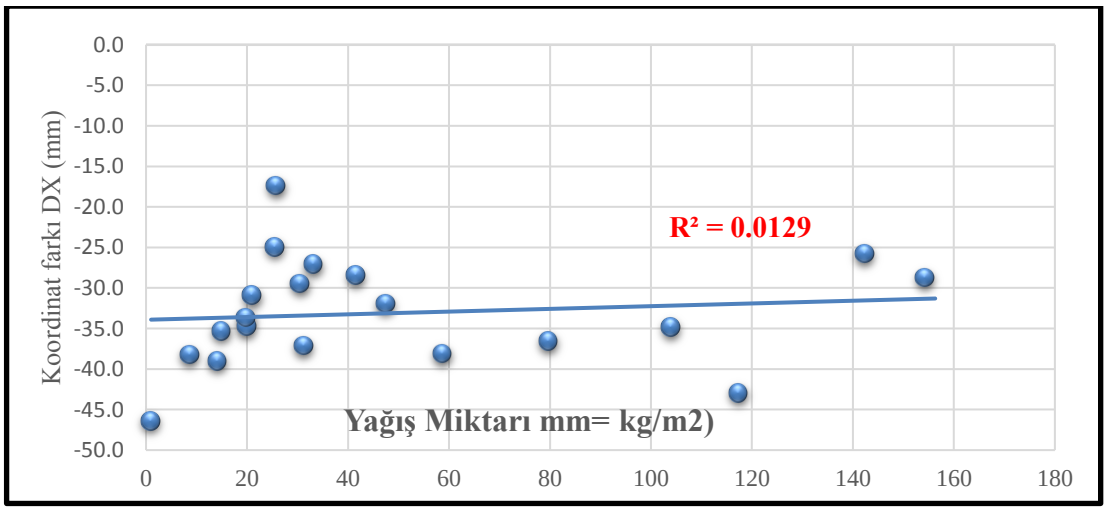


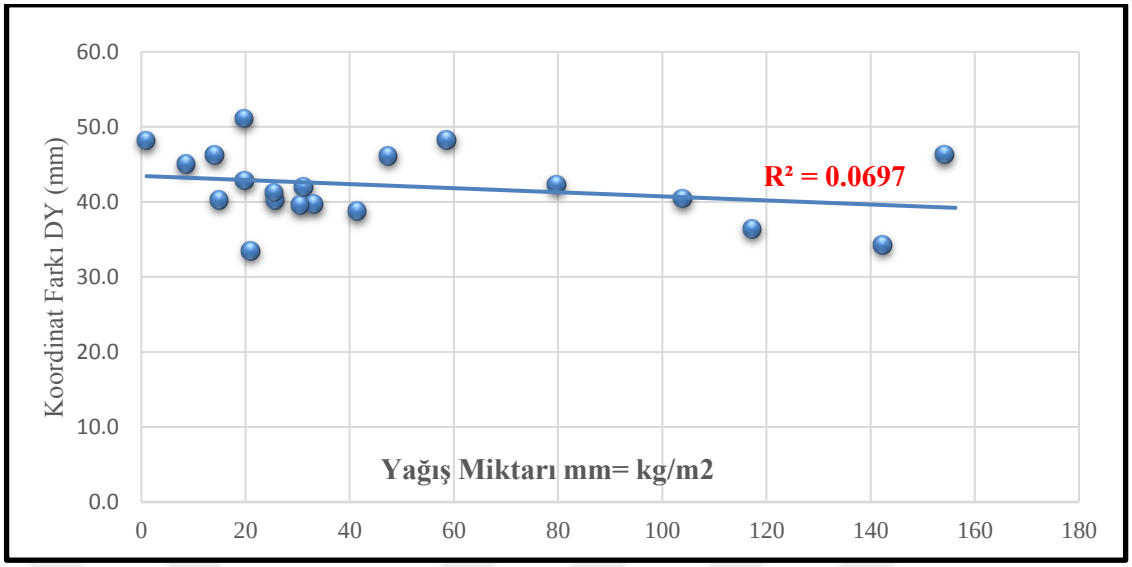


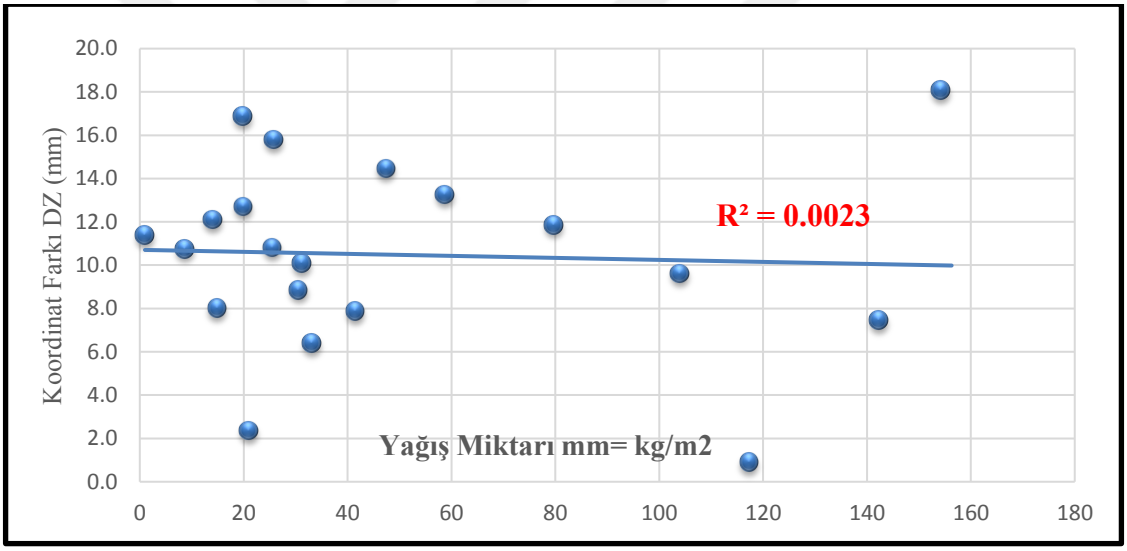
Çizelge 5. 43 KSTM istasyonu koordinat farkı-Yağış ilişkisine ait korelasyon hesabı

Aylar	Yıllar	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	Yağış mm = kg/m2	Korelasyon Katsayısı (R)		
						DX -Yağış	DY -Yağış	DZ-Yağış
Mart	2016	-17.4	40.2	15.8	25.8	0.1134	-0.2640	-0.0484
Mayıs	2016	-25.8	34.2	7.5	142.4			
Temmuz	2016	-30.9	33.5	2.3	21.1			
Kasım	2016	-27.1	39.6	6.4	33.2			
Mart	2017	-25.0	41.2	10.8	25.6			
Mayıs	2017	-28.4	38.8	7.9	41.6			
Temmuz	2017	-29.5	39.5	8.9	30.6			
Kasım	2017	-35.3	40.3	8.0	15.0			
Mart	2018	-34.9	40.4	9.6	104			
Mayıs	2018	-43.0	36.4	0.9	117.4			
Temmuz	2018	-36.6	42.3	11.9	79.8			
Kasım	2018	-37.1	42.0	10.1	31.3			
Mart	2019	-34.8	42.8	12.7	20			
Mayıs	2019	-28.7	46.3	18.1	154.3			
Temmuz	2019	-32.0	46.1	14.5	47.5			
Kasım	2019	-39.0	46.2	12.1	14.2			
Mart	2020	-33.7	51.1	16.9	19.9			
Mayıs	2020	-38.1	48.2	13.3	58.8			
Temmuz	2020	-38.2	45.0	10.7	8.7			
Kasım	2020	-46.4	48.1	11.4	1.00			

Çizelge 5. 44 KSTM istasyonu X,Y,Z koordinat farkı-Sıcaklık ilişkisine ait korelasyon grafiği







5.5.5 Mevsimsel bazda konumsal değişimler

Bu çalışmada KSTM istasyon noktasına ait 2016-2020 yılları arasında çözümlenmiş koordinatlara mevsim geçişlerinin konumsal etkisi araştırılacaktır. Öncelikli olarak İlkbahar mevsimi için Mart, Nisan, Mayıs Yaz mevsimi için Haziran, Temmuz, Ağustos Sonbahar mevsimi için Eylül, Ekim, Kasım Kış mevsimi için Aralık, Ocak, Şubat ayları seçilmiştir. Her mevsim için yapılan hesaplamalarda koordinat fark değerleri Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan güncel koordinat verileri kullanılmıştır. Hesaplamalar %95 güven aralığında istatistiksel teste tabii tutulmuştur.

Değerlendirmeler sonucunda Mevsimsel değişimlerin KSTM istasyon noktasının konumu üzerine olan etkilerinin kabul edilebilir olduğu, test büyüklük değerlerinin test sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değerininde altında kaldığı görülmüştür.

İlkbahar mevsimine ait KSTM istasyon noktasının koordinat farkları ve test büyüklük değerleri Çizelge 5.45'de, ölçülere ait uyuşum test sonuçları Çizelge 5.46'da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 45. KSTM istasyonu İlkbahar ayları için konumsal hesaplamalar

Aylar	MART			NİSAN			MAYIS		
Yıllar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
2016	-17.40	302.82	0.33	-18.53	343.40	0.35	-25.81	666.29	0.48
2017	-24.95	622.68	0.47	-23.48	551.45	0.44	-28.45	809.24	0.53
2018	-34.85	1214.77	0.65	-25.08	629.16	0.47	-42.98	1847.28	0.80
2019	-34.75	1207.81	0.65	-37.98	1442.71	0.71	-28.75	826.40	0.54
2020	-33.70	1135.80	0.63	-35.33	1248.29	0.66	-38.11	1452.56	0.71
ΣDx ²	4483.86			4215.00			5601.76		
mx (mm)	29.95			29.03			33.47		
mx²	896.77			843.00			1120.35		
mDx=	53.48								

Aylar	MART			NİSAN			MAYIS		
Yıllar	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY
2016	40.19	1615.33	0.54	39.55	1564.02	0.53	34.24	1172.21	0.46
2017	41.22	1699.46	0.56	42.98	1847.37	0.58	38.76	1502.31	0.52
2018	40.42	1634.14	0.54	46.08	2123.46	0.62	36.36	1322.05	0.49
2019	42.82	1833.94	0.58	40.88	1671.26	0.55	46.26	2139.96	0.62
2020	51.09	2610.31	0.69	50.15	2514.79	0.68	48.24	2326.86	0.65
ΣDY ²	9393.18			9720.89			8463.39		
mY (mm)	43.34			44.09			41.14		
mY²	1878.64			1944.18			1692.68		
mDY (mm)	74.27								

Aylar	MART			NİSAN			MAYIS		
Yıllar	DZ (mm)	DZ²	TZ	DZ (mm)	DZ²	TZ	DZ (mm)	DZ²	TZ
2016	15.78	249.06	0.69	15.26	232.90	0.67	7.46	55.69	0.33
2017	10.80	116.72	0.47	12.68	160.86	0.56	7.88	62.05	0.35
2018	9.60	92.23	0.42	18.08	326.99	0.79	0.88	0.77	0.04
2019	12.70	161.38	0.56	9.18	84.33	0.40	18.08	326.78	0.79
2020	16.88	284.99	0.74	16.06	257.96	0.71	13.26	175.89	0.58
ΣDZ ²	904.37			1063.04			621.19		
mZ (mm)	13.45			14.58			11.15		
mZ²	180.87			212.61			124.24		
mDZ=	22.75								

Çizelge 5. 46. KSTM istasyonu İlkbahar ayları için test büyüklük karşılaştırmaları

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	MART		NİSAN		MAYIS	
Yıllar	TX					
2016	0.33	✔	0.35	✔	0.48	✔
2017	0.47	✔	0.44	✔	0.53	✔
2018	0.65	✔	0.47	✔	0.80	✔
2019	0.65	✔	0.71	✔	0.54	✔
2020	0.63	✔	0.66	✔	0.71	✔

$T_X \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	MART		NİSAN		MAYIS	
Yıllar	TY					
2016	0.54	✔	0.53	✔	0.46	✔
2017	0.56	✔	0.58	✔	0.52	✔
2018	0.54	✔	0.62	✔	0.49	✔
2019	0.58	✔	0.55	✔	0.62	✔
2020	0.69	✔	0.68	✔	0.65	✔

$T_Y \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

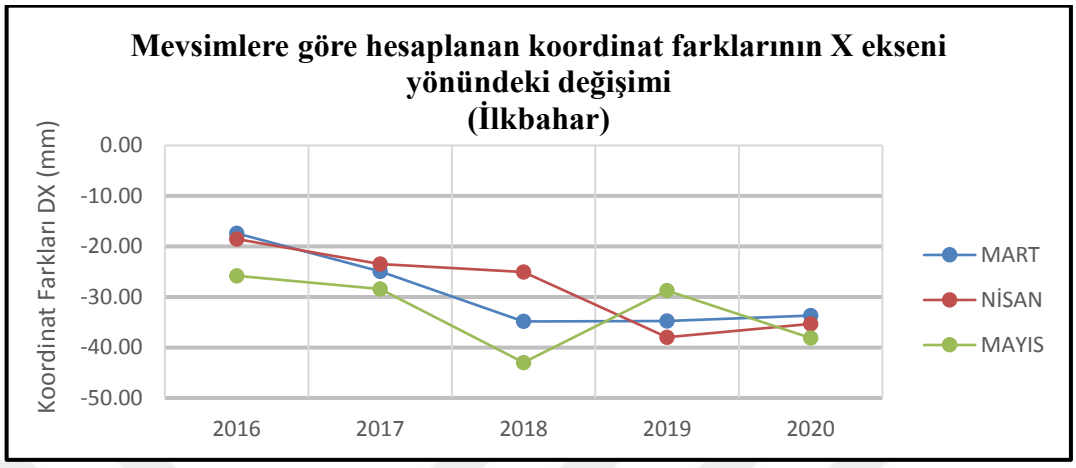
$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

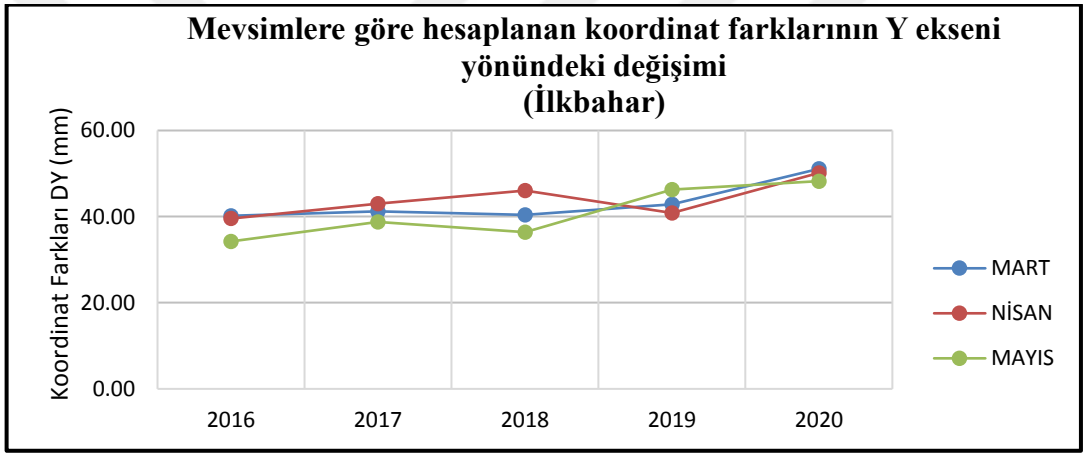
Aylar	MART		NİSAN		MAYIS	
Yıllar	TZ					
2016	0.69	✔	0.67	✔	0.33	✔
2017	0.47	✔	0.56	✔	0.35	✔
2018	0.42	✔	0.79	✔	0.04	✔
2019	0.56	✔	0.40	✔	0.79	✔
2020	0.74	✔	0.71	✔	0.58	✔

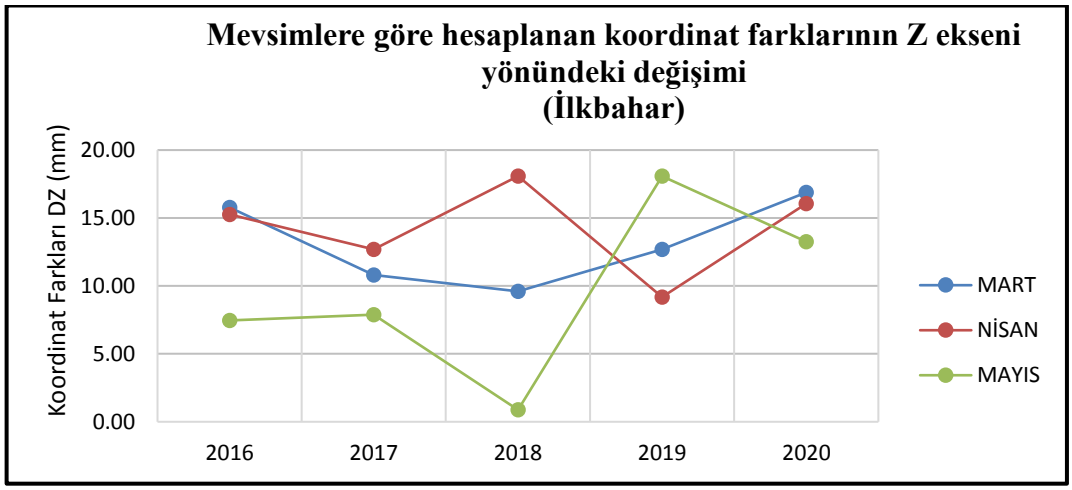
$T_Z \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

İlkbahar ayları için KSTM istasyonuna ait hesaplanan koordinatlar ile güncel koordinatlarının karşılaştırıldığı koordinat farklarına ait grafikler Çizelge 5.47'de, hesaplanan test büyüklüklerinin test dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değeri ile karşılaştırıldığı grafikler Çizelge 5.48'de gösterilmiştir.

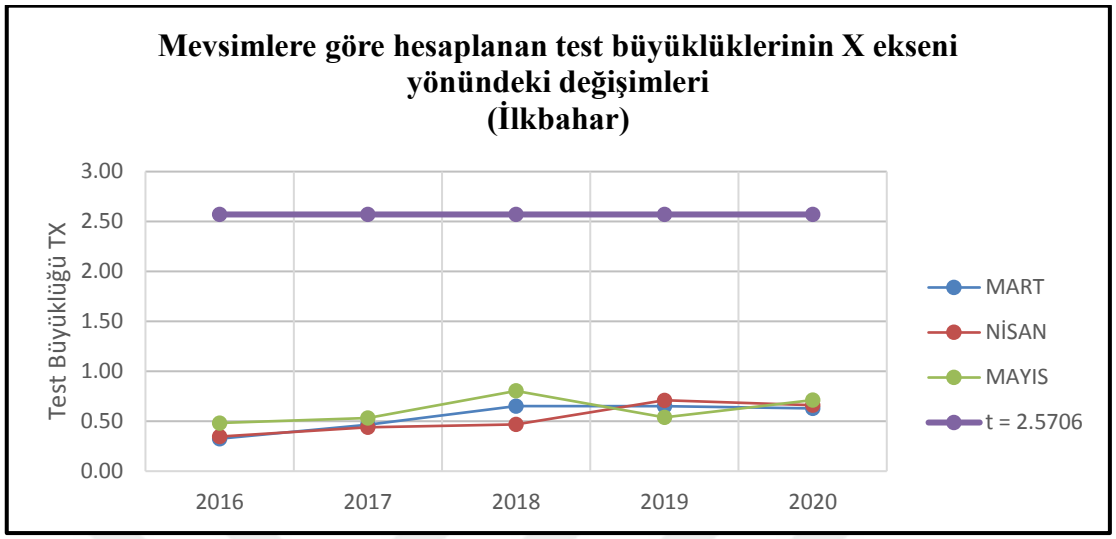
Çizelge 5. 47. KSTM istasyon noktasının İlkbahar aylarına ait koordinat farkları

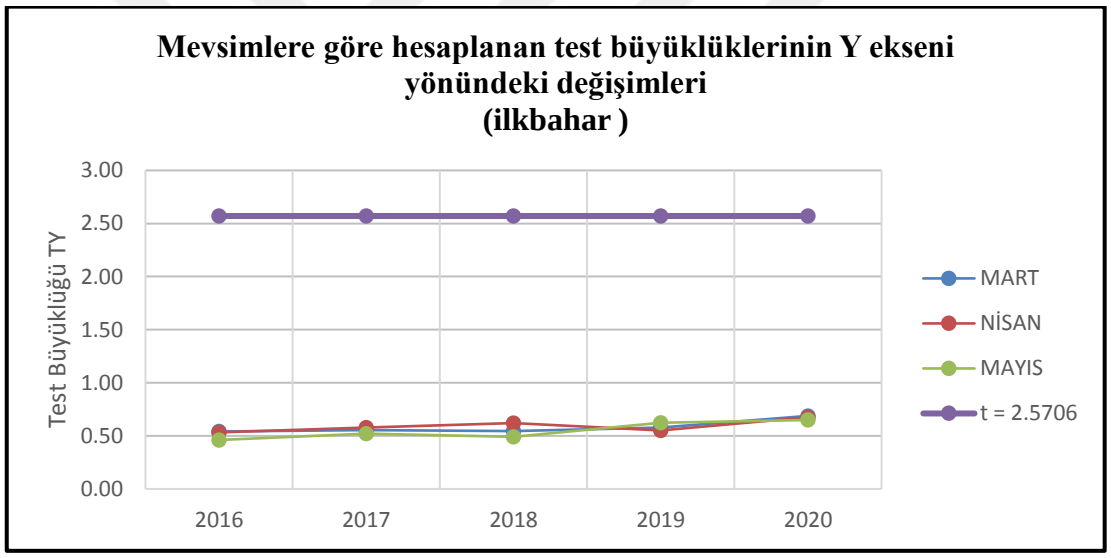


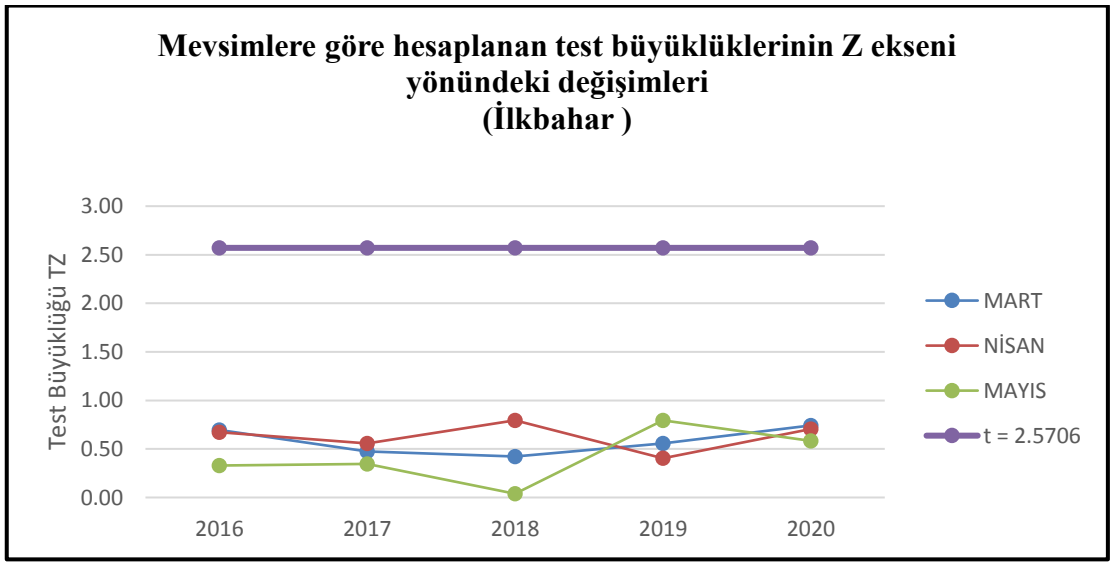




Çizelge 5. 48. KSTM istasyon noktasının İlkbahar aylarına ait test büyüklükleri







Yaz mevsimine ait KSTM istasyon noktasının koordinat farkları ve test büyüklük değerleri Çizelge 5.49'da, ölçülere ait uyuşum test sonuçları Çizelge 5.50'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 49. KSTM istasyonu Yaz ayları için konumsal hesaplamalar

Aylar	HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
Yıllar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
2016	-27.24	742.13	0.42	-30.92	956.26	0.47	-27.05	731.86	0.41
2017	-35.58	1265.69	0.54	-29.46	867.77	0.45	-40.69	1655.47	0.62
2018	-33.28	1107.33	0.51	-36.56	1336.49	0.56	-42.19	1779.79	0.65
2019	-45.18	2040.93	0.69	-31.96	1021.31	0.49	-48.79	2380.22	0.75
2020	-42.24	1784.39	0.65	-38.22	1461.03	0.59	-46.65	2176.49	0.71
ΣDx ²	6940.46			5642.86			8723.83		
mx (mm)	37.26			33.59			41.77		
mx²	1388.09			1128.57			1744.77		
mDx=	65.28								

Aylar	HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
Yıllar	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY
2016	37.19	1383.39	0.54	33.48	1121.16	0.49	38.34	1469.98	0.56
2017	37.12	1377.61	0.54	39.51	1560.72	0.57	33.56	1126.44	0.49
2018	39.82	1585.33	0.58	42.31	1789.80	0.61	37.86	1433.57	0.55
2019	36.82	1355.43	0.53	46.11	2125.76	0.67	34.96	1222.38	0.51
2020	46.19	2133.89	0.67	44.98	2023.54	0.65	44.44	1974.94	0.65
ΣDY ²	7835.65			8620.99			7227.31		
mY (mm)	39.59			41.52			38.02		
mY²	1567.13			1724.20			1445.46		
mDY (mm)	68.82								

Aylar	HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
Yıllar	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz
2016	7.74	59.94	0.57	2.34	5.49	0.17	4.32	18.69	0.32
2017	1.96	3.83	0.14	8.86	78.46	0.65	-1.76	3.11	0.13
2018	9.06	82.02	0.67	11.86	140.61	0.87	5.14	26.39	0.38
2019	0.86	0.73	0.06	14.46	209.03	1.06	0.64	0.41	0.05
2020	9.34	87.27	0.69	10.74	115.42	0.79	9.72	94.53	0.71
ΣDz ²	233.80			549.02			143.13		
mz (mm)	6.84			10.48			5.35		
mz²	46.76			109.80			28.63		
mDz=	13.61								

Çizelge 5. 50. KSTM istasyonu Yaz ayları için test büyüklük karşılaştırmaları

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS	
Yıllar	TX					
2016	0.42	✔	0.47	✔	0.41	✔
2017	0.54	✔	0.45	✔	0.62	✔
2018	0.51	✔	0.56	✔	0.65	✔
2019	0.69	✔	0.49	✔	0.75	✔
2020	0.65	✔	0.59	✔	0.71	✔

$T_X \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS	
Yıllar	TY					
2016	0.54	✔	0.49	✔	0.56	✔
2017	0.54	✔	0.57	✔	0.49	✔
2018	0.58	✔	0.61	✔	0.55	✔
2019	0.53	✔	0.67	✔	0.51	✔
2020	0.67	✔	0.65	✔	0.65	✔

$T_Y \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

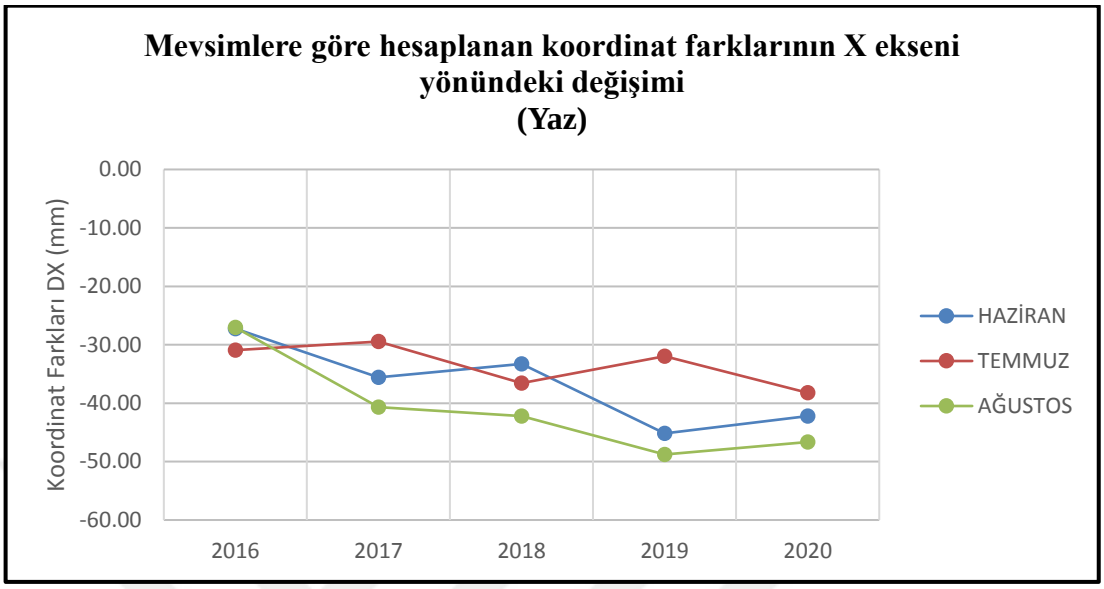
$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

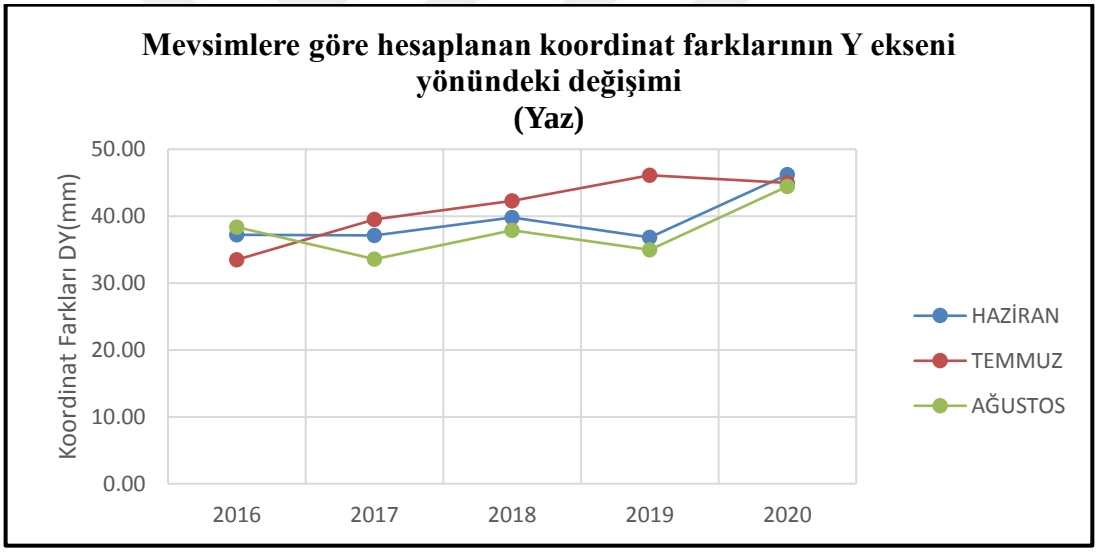
Aylar	HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS	
Yıllar	TZ					
2016	0.57	✔	0.17	✔	0.32	✔
2017	0.14	✔	0.65	✔	0.13	✔
2018	0.67	✔	0.87	✔	0.38	✔
2019	0.06	✔	1.06	✔	0.05	✔
2020	0.69	✔	0.79	✔	0.71	✔

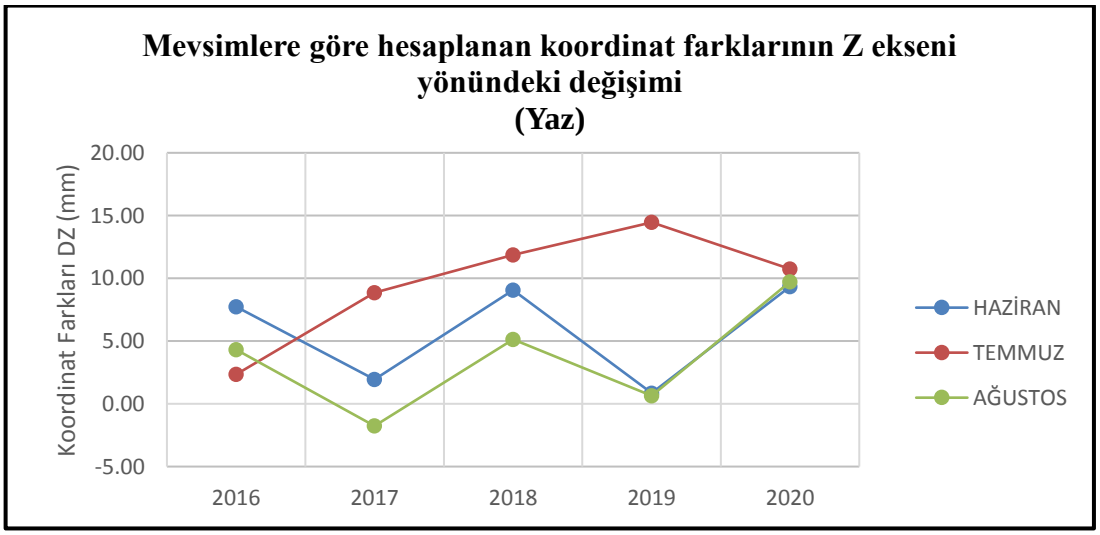
$T_Z \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

İlkbahar ayları için KSTM istasyonuna ait hesaplanan koordinatlar ile güncel koordinatlarının karşılaştırıldığı koordinat farklarına ait grafikler Çizelge 5.51'de, hesaplanan test büyüklüklerinin test dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değeri ile karşılaştırıldığı grafikler Çizelge 5.52'de gösterilmiştir.

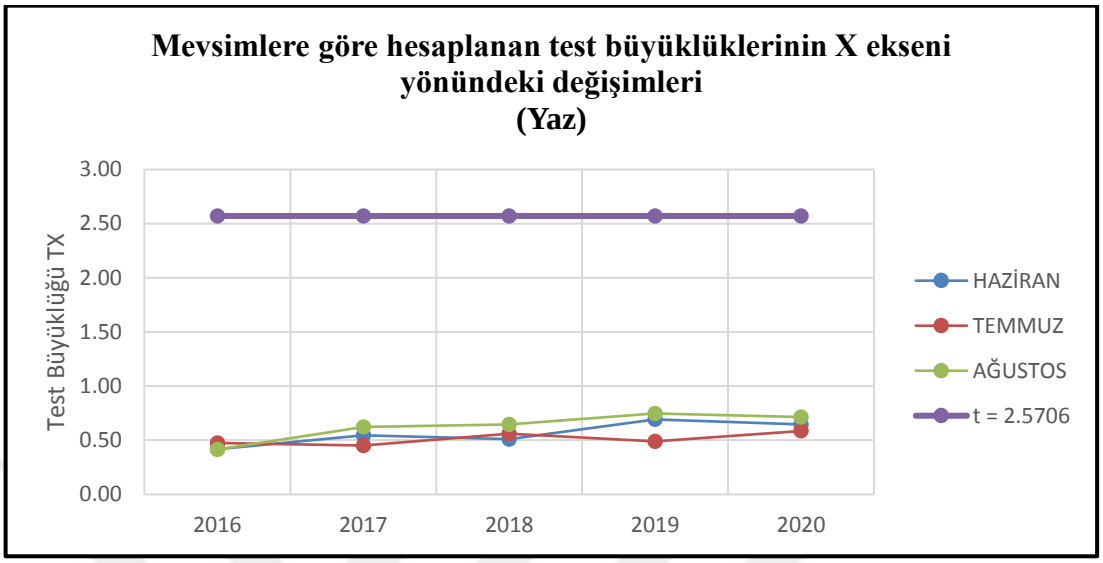
Çizelge 5. 51. KSTM istasyon noktasının Yaz aylarına ait koordinat farkları

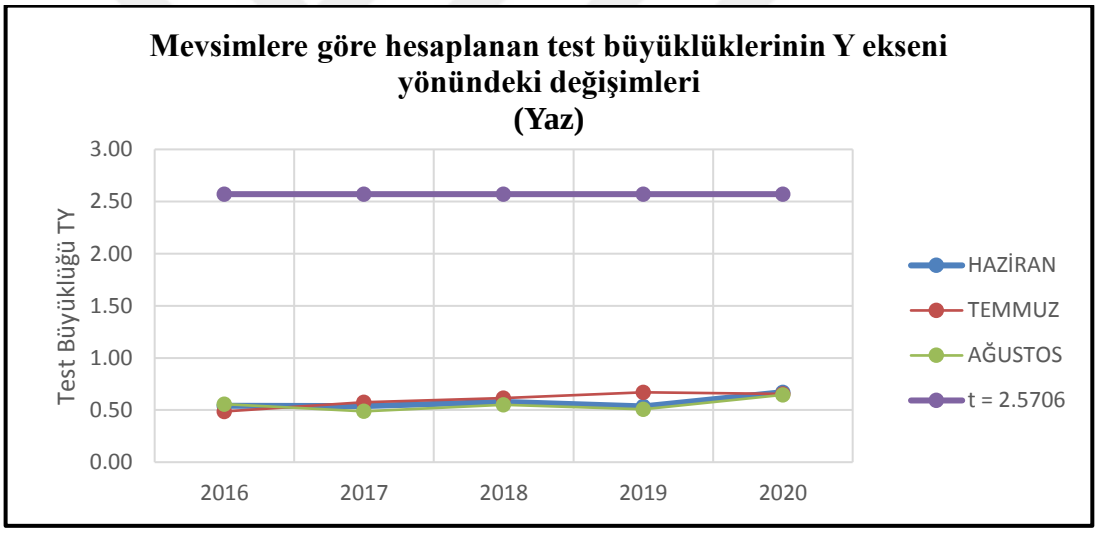


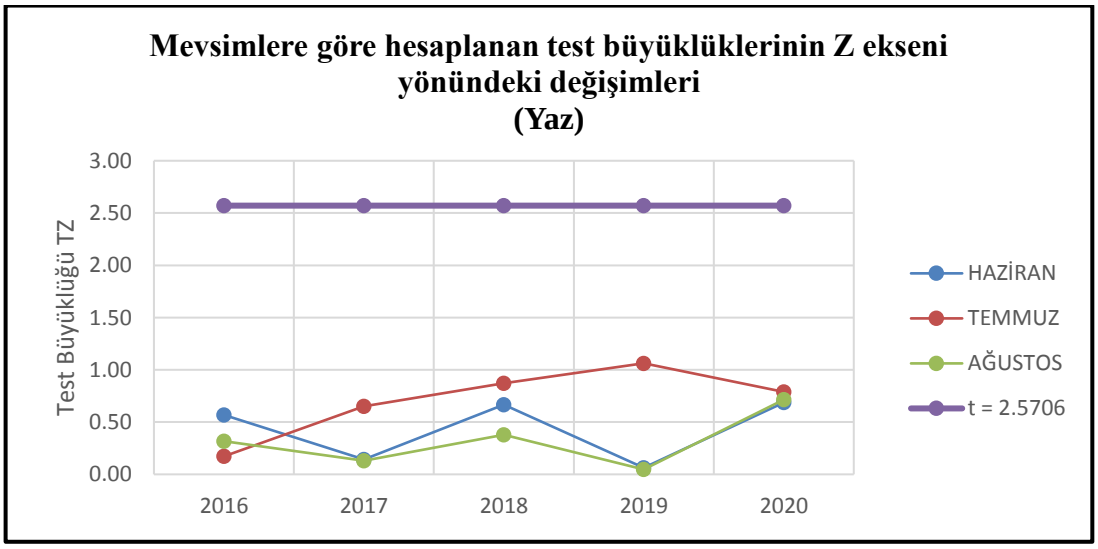




Çizelge 5. 52. KSTM istasyon noktasının Yaz aylarına ait test büyüklükleri







Sonbahar mevsimine ait KSTM istasyon noktasının koordinat farkları ve test büyüklük değerleri Çizelge 5.53'de, ölçülere ait uyuşum test sonuçları Çizelge 5.54'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 53. KSTM istasyonu Sonbahar ayları için konumsal hesaplamalar

Aylar	EYLÜL			EKİM			KASIM		
Yıllar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
2016	-31.78	1010.12	0.46	-29.25	855.36	0.42	-27.09	734.05	0.39
2017	-30.92	955.86	0.45	-29.20	852.55	0.42	-35.33	1248.06	0.51
2018	-38.72	1499.01	0.56	-46.80	2190.09	0.67	-37.13	1378.48	0.53
2019	-45.62	2080.91	0.66	-44.10	1944.67	0.63	-39.03	1523.18	0.56
2020	-55.68	3100.53	0.80	-51.05	2605.75	0.73	-46.39	2152.34	0.67
ΣDx ²	8646.43			8448.41			7036.10		
mx (mm)	41.58			41.11			37.51		
mx²	1729.29			1689.68			1407.22		
mDx=	69.47								

Aylar	EYLÜL			EKİM			KASIM		
Yıllar	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY
2016	35.80	1281.41	0.49	38.48	1480.36	0.53	39.64	1571.58	0.55
2017	41.52	1723.83	0.57	43.61	1901.73	0.60	40.27	1621.29	0.56
2018	42.82	1833.47	0.59	38.11	1452.28	0.53	41.97	1761.09	0.58
2019	39.02	1522.48	0.54	42.71	1824.04	0.59	46.17	2131.23	0.64
2020	41.90	1755.34	0.58	44.58	1986.98	0.62	48.14	2317.76	0.67
ΣDY ²	8116.53			8645.39			9402.95		
mY (mm)	40.29			41.58			43.37		
mY²	1623.31			1729.08			1880.59		
mDY (mm)	72.34								

Aylar	EYLÜL			EKİM			KASIM		
Yıllar	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz
2016	2.00	4.01	0.14	3.60	12.93	0.25	6.38	40.75	0.45
2017	9.32	86.81	0.65	13.62	185.46	0.95	8.00	63.97	0.56
2018	11.12	123.59	0.78	2.42	5.85	0.17	10.10	101.97	0.71
2019	1.92	3.67	0.13	7.72	59.57	0.54	12.10	146.36	0.85
2020	1.70	2.90	0.12	7.30	53.24	0.51	11.38	129.58	0.80
ΣDz ²	220.98			317.06			482.62		
mz (mm)	6.65			7.96			9.82		
mz²	44.20			63.41			96.52		
mDz=	14.29								

Çizelge 5. 54. KSTM istasyonu Sonbahar ayları için test büyüklük karşılaştırmaları

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	EYLÜL		EKİM		KASIM	
Yıllar	TX					
2016	0.46	✔	0.42	✔	0.39	✔
2017	0.45	✔	0.42	✔	0.51	✔
2018	0.56	✔	0.67	✔	0.53	✔
2019	0.66	✔	0.63	✔	0.56	✔
2020	0.80	✔	0.73	✔	0.67	✔

$T_X \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	EYLÜL		EKİM		KASIM	
Yıllar	TY					
2016	0.49	✔	0.53	✔	0.55	✔
2017	0.57	✔	0.60	✔	0.56	✔
2018	0.59	✔	0.53	✔	0.58	✔
2019	0.54	✔	0.59	✔	0.64	✔
2020	0.58	✔	0.62	✔	0.67	✔

$T_Y \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

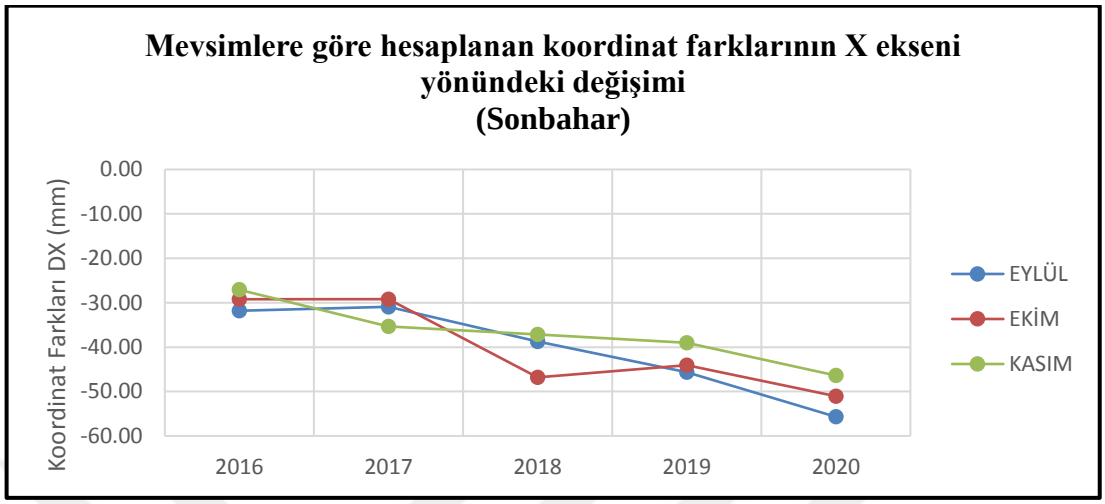
$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

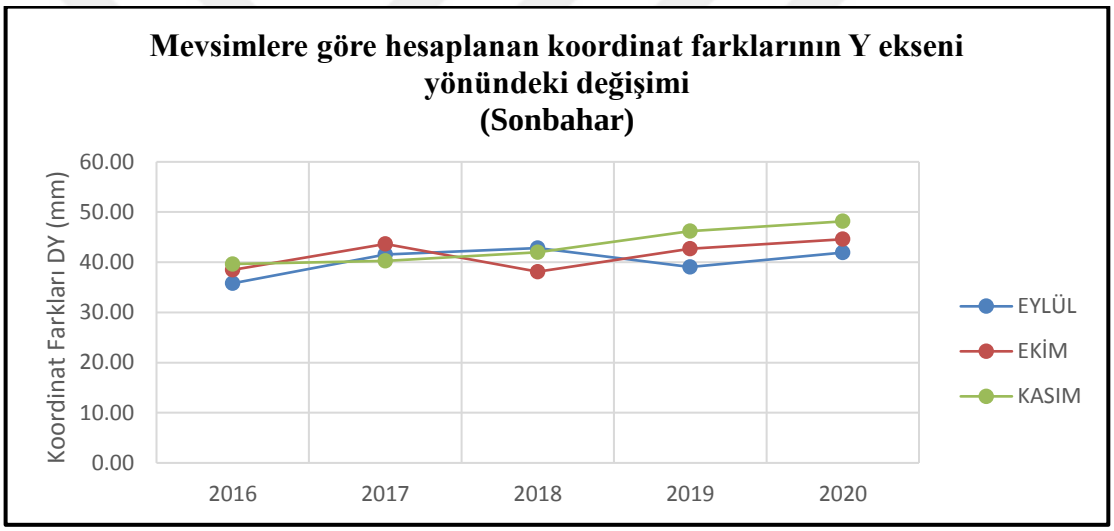
Aylar	EYLÜL		EKİM		KASIM	
Yıllar	TZ					
2016	0.14	✔	0.25	✔	0.45	✔
2017	0.65	✔	0.95	✔	0.56	✔
2018	0.78	✔	0.17	✔	0.71	✔
2019	0.13	✔	0.54	✔	0.85	✔
2020	0.12	✔	0.51	✔	0.80	✔

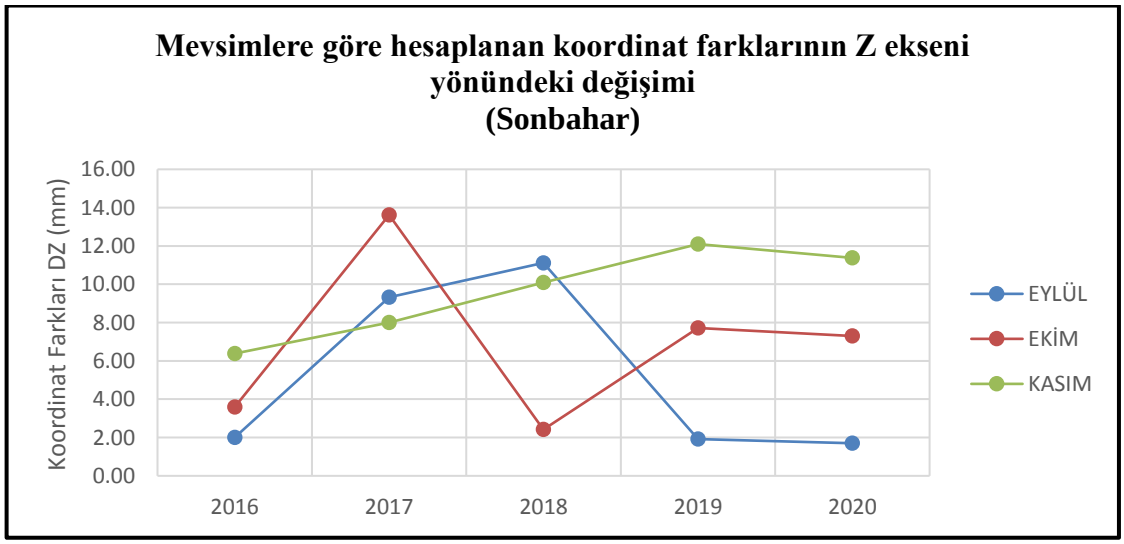
$T_Z \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

Sonbahar ayları için KSTM istasyonuna ait hesaplanan koordinatlar ile güncel koordinatlarının karşılaştırıldığı koordinat farklarına ait grafikler Çizelge 5.55'de, hesaplanan test büyüklüklerinin test dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değeri ile karşılaştırıldığı grafikler Çizelge 5.56'da gösterilmiştir.

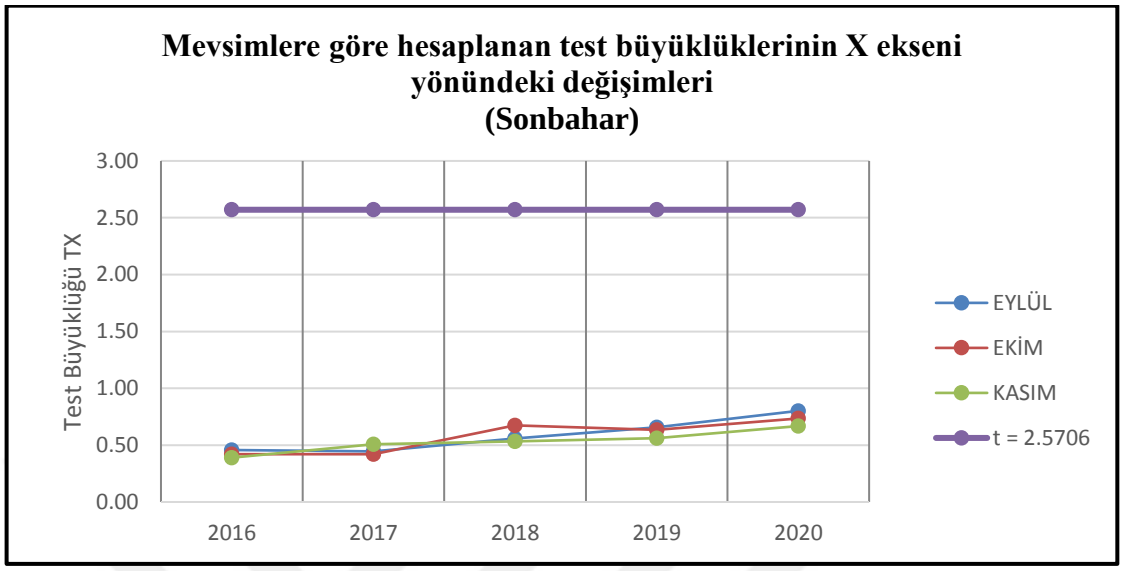
Çizelge 5. 55. KSTM istasyon noktasının Sonbahar aylarına ait koordinat farkları

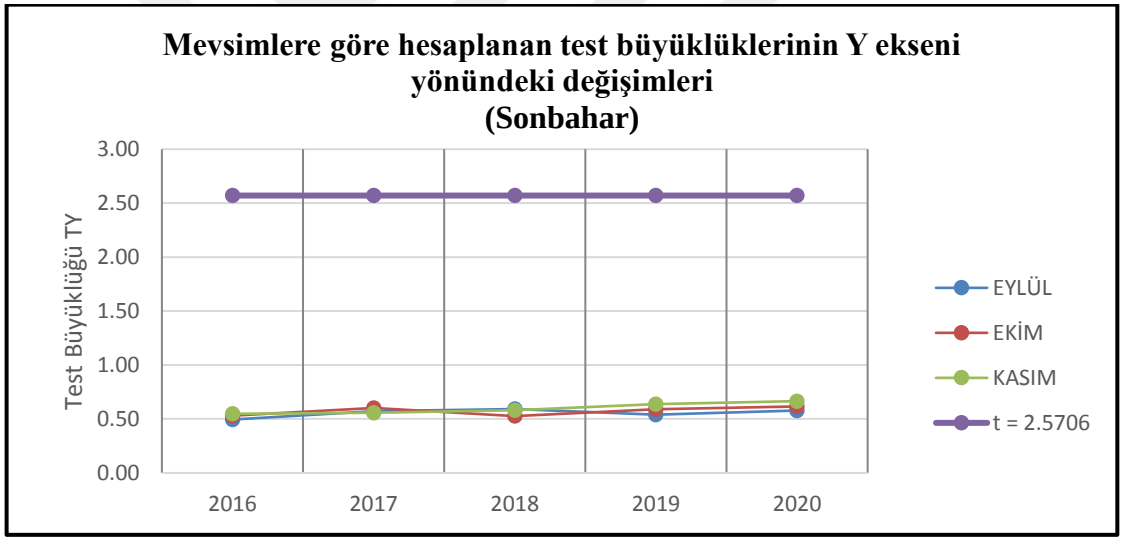


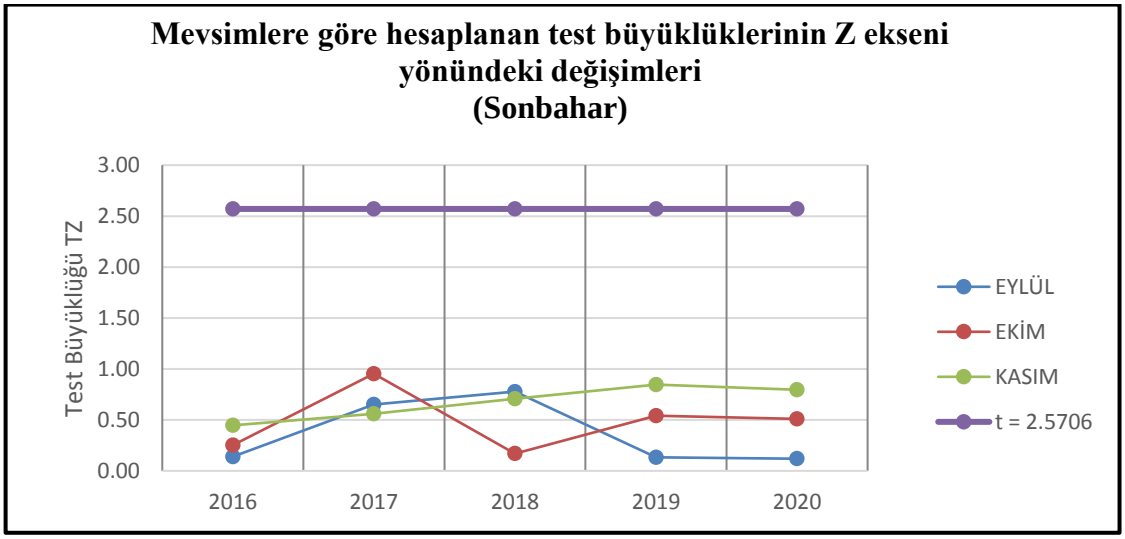




Çizelge 5. 56. KSTM istasyon noktasının Sonbahar aylarına ait test büyüklükleri







Kış mevsimine ait KSTM istasyon noktasının koordinat farkları ve test büyüklük değerleri Çizelge 5.57'de, ölçülere ait uyuşum test sonuçları Çizelge 5.58'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 57. KSTM istasyonu Kış ayları için konumsal hesaplamalar

Aylar	ARALIK			OCAK			ŞUBAT		
Yıllar	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx	Dx (mm)	Dx ²	Tx
2016	-25.96	673.79	0.46	-20.64	425.96	0.36	-26.17	684.78	0.46
2017	-34.51	1190.89	0.61	-28.54	814.46	0.50	-23.57	555.46	0.41
2018	-36.21	1311.11	0.64	-32.24	1039.34	0.57	-31.57	996.56	0.55
2019	-38.81	1506.16	0.68	-28.84	831.68	0.51	-35.67	1272.23	0.63
2020	-46.26	2139.75	0.81	-36.84	1357.10	0.65	-37.37	1396.39	0.66
ΣDx ²	6821.70			4468.54			4905.42		
mx (mm)	36.94			29.89			31.32		
mx²	1364.34			893.71			981.08		
mDx=	56.91								

Aylar	ARALIK			OCAK			ŞUBAT		
Yıllar	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY	DY (mm)	DY ²	TY
2016	41.22	1699.24	0.55	38.61	1490.86	0.51	33.87	1147.05	0.45
2017	40.76	1660.98	0.54	39.81	1584.96	0.53	42.67	1820.57	0.57
2018	42.66	1819.46	0.57	42.41	1798.74	0.56	42.77	1829.11	0.57
2019	47.36	2242.51	0.63	48.31	2334.01	0.64	42.47	1803.54	0.56
2020	48.52	2354.37	0.65	48.51	2353.38	0.65	48.37	2339.47	0.64
ΣDY ²	9776.54			9561.95			8939.74		
mY (mm)	44.22			43.73			42.28		
mY²	1955.31			1912.39			1787.95		
mDY (mn	75.20								

Aylar	ARALIK			OCAK			ŞUBAT		
Yıllar	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz	Dz (mm)	Dz²	Tz
2016	9.48	89.82	0.44	13.38	178.99	0.62	7.46	55.63	0.35
2017	8.70	75.68	0.41	8.18	66.89	0.38	12.46	155.21	0.58
2018	11.00	120.98	0.51	11.28	127.21	0.53	11.76	138.26	0.55
2019	12.90	166.39	0.60	19.48	379.42	0.91	12.16	147.82	0.57
2020	13.38	178.95	0.62	14.38	206.75	0.67	14.36	206.16	0.67
ΣDz ²	631.83			959.27			703.08		
mz (mm)	11.24			13.85			11.86		
mz²	126.37			191.85			140.62		
mDz=	21.42								

Çizelge 5. 58. KSTM istasyonu Kış ayları için test büyüklük karşılaştırmaları

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	ARALIK		OCAK		ŞUBAT	
Yıllar	TX					
2016	0.46	✔	0.36	✔	0.46	✔
2017	0.61	✔	0.50	✔	0.41	✔
2018	0.64	✔	0.57	✔	0.55	✔
2019	0.68	✔	0.51	✔	0.63	✔
2020	0.81	✔	0.65	✔	0.66	✔

$T_X \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

Aylar	ARALIK		OCAK		ŞUBAT	
Yıllar	TY					
2016	0.55	✔	0.51	✔	0.45	✔
2017	0.54	✔	0.53	✔	0.57	✔
2018	0.57	✔	0.56	✔	0.57	✔
2019	0.63	✔	0.64	✔	0.56	✔
2020	0.65	✔	0.65	✔	0.64	✔

$T_Y \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

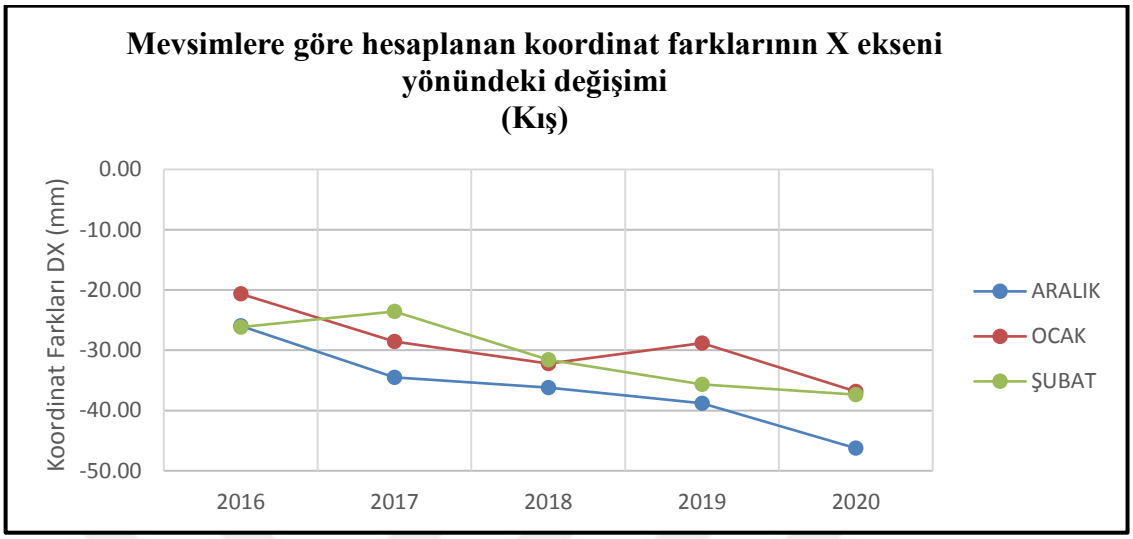
$t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706

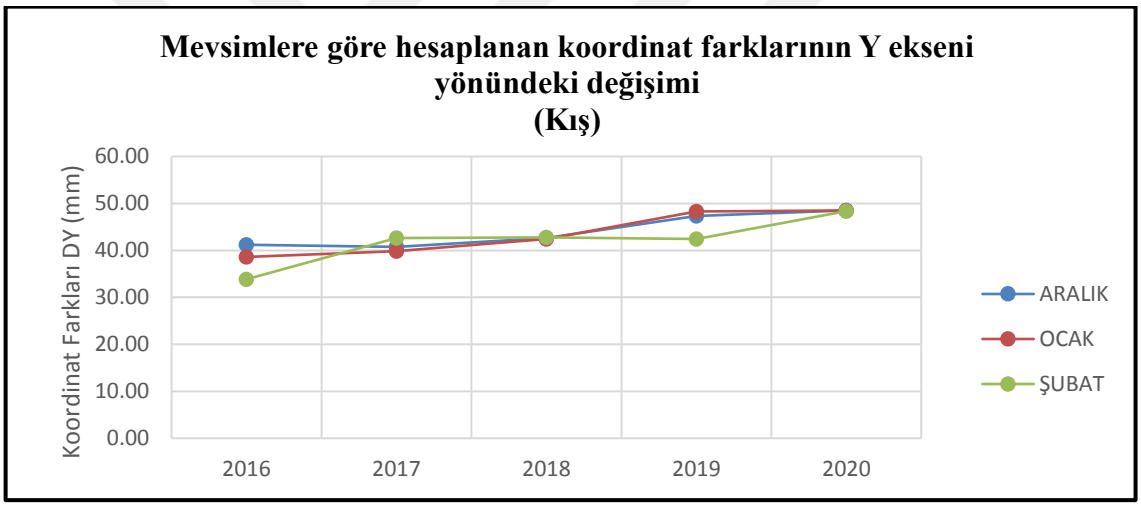
Aylar	ARALIK		OCAK		ŞUBAT	
Yıllar	TZ					
2016	0.44	✔	0.62	✔	0.35	✔
2017	0.41	✔	0.38	✔	0.58	✔
2018	0.51	✔	0.53	✔	0.55	✔
2019	0.60	✔	0.91	✔	0.57	✔
2020	0.62	✔	0.67	✔	0.67	✔

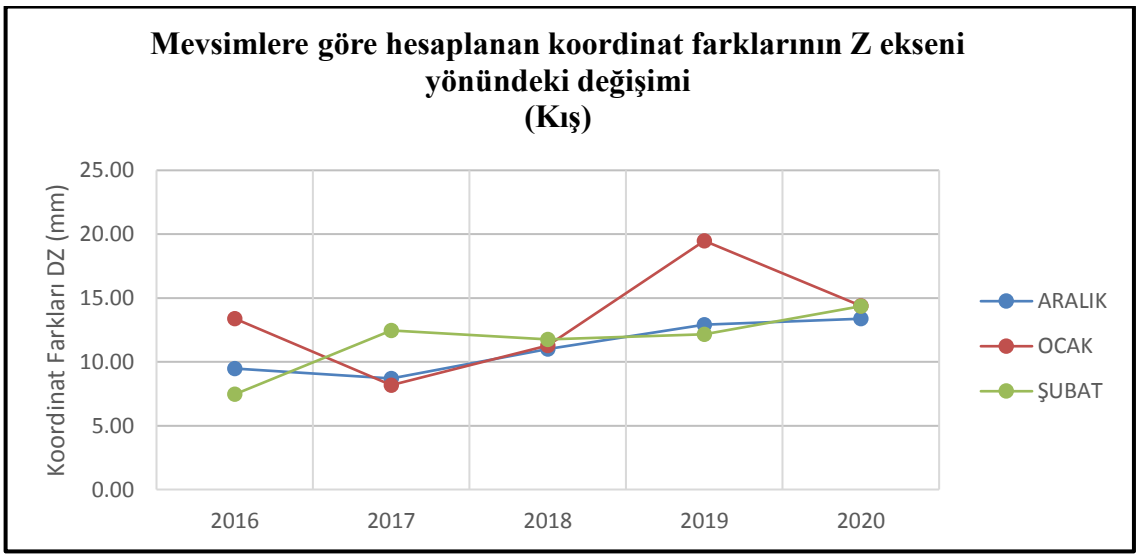
$T_Z \leq t_{f,1-0.05/2}$ ✔ Uyuşumlu

Kış ayları için KSTM istasyonuna ait hesaplanan koordinatlar ile güncel koordinatlarının karşılaştırıldığı koordinat farklarına ait grafikler Çizelge 5.59'da, hesaplanan test büyüklüklerinin test dağılım sınırı olan $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 değeri ile karşılaştırıldığı grafikler Çizelge 5.60'da gösterilmiştir.

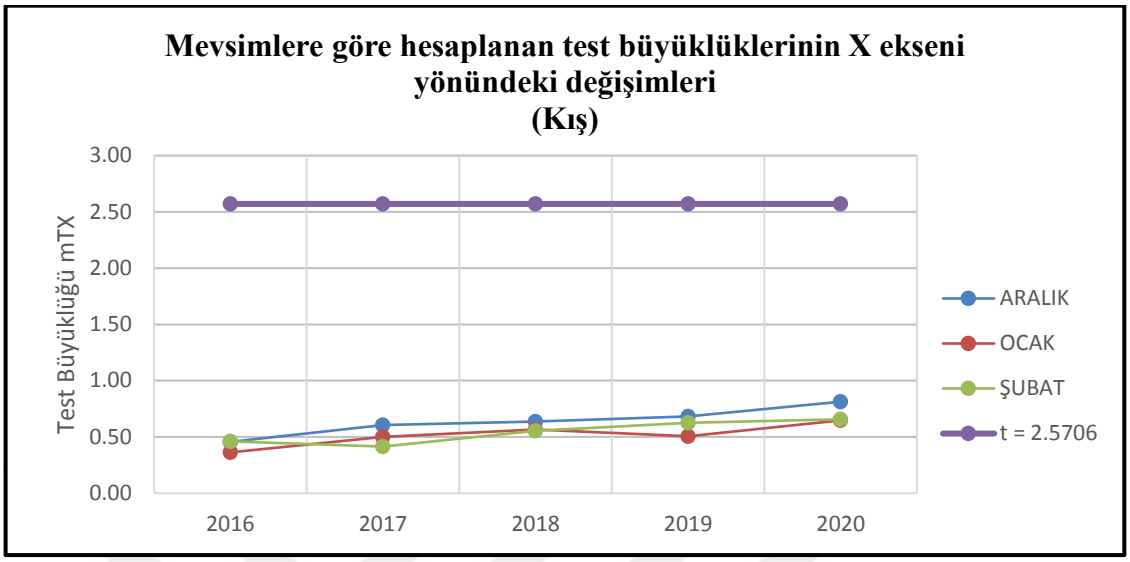
Çizelge 5. 59. KSTM istasyon noktasının Kış aylarına ait koordinat farkları

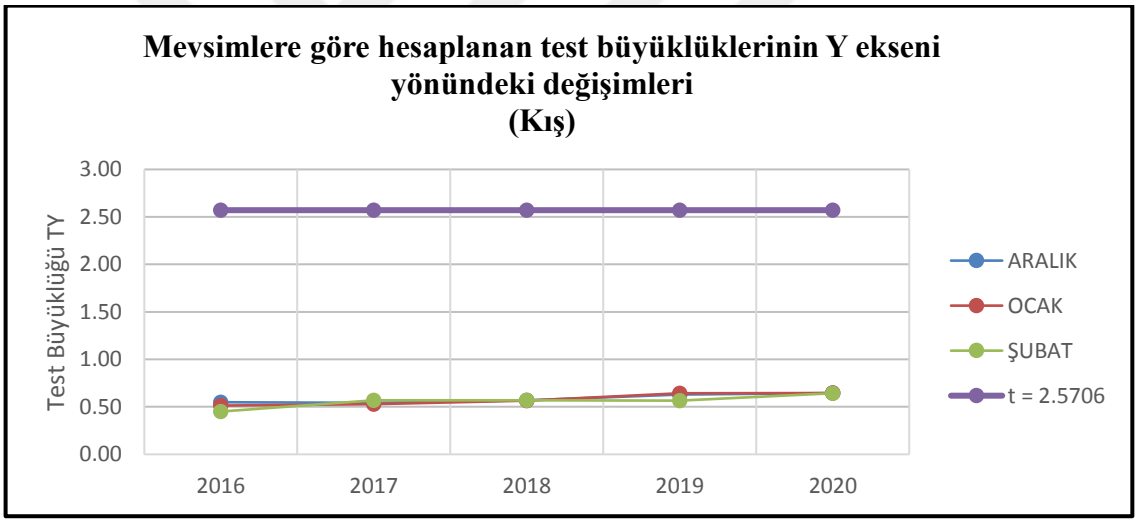


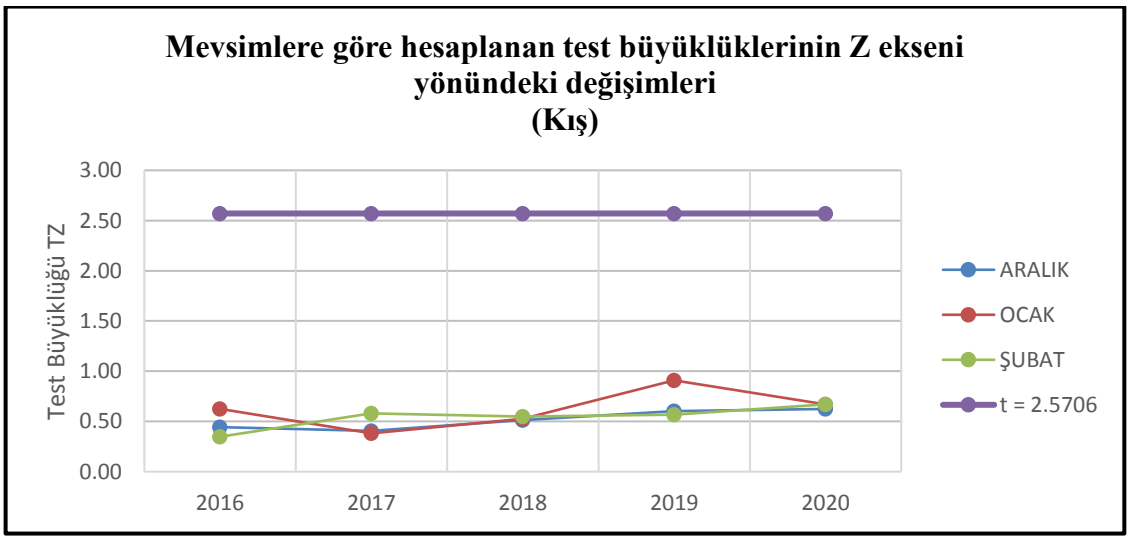




Çizelge 5. 60. KSTM istasyon noktasının Kış aylarına ait test büyüklükleri







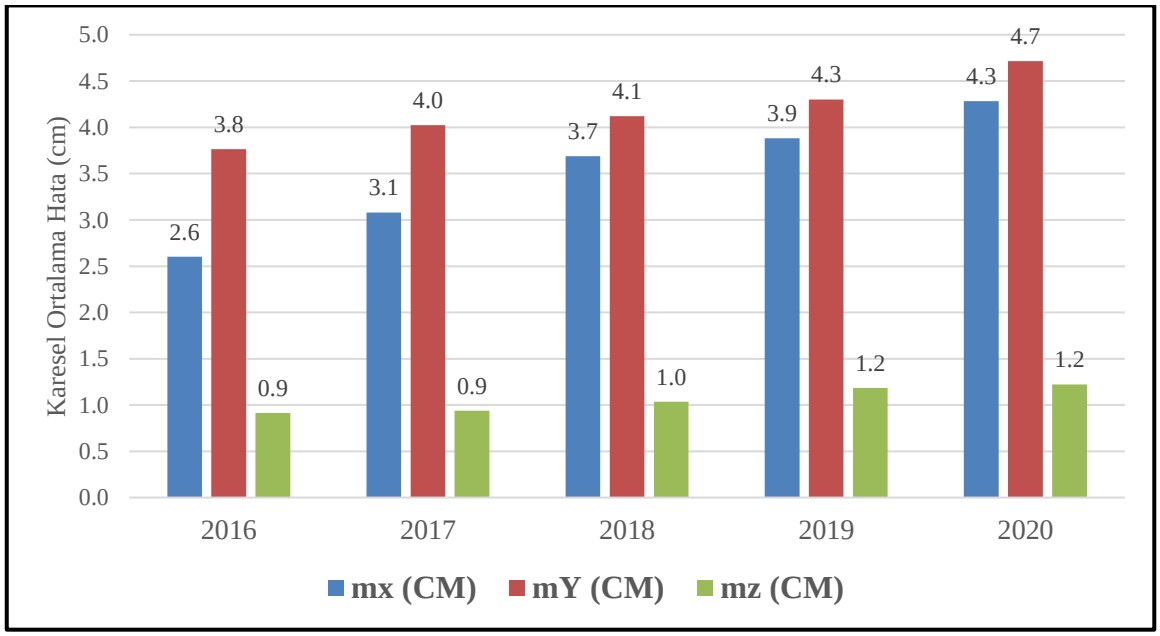
6. BULGULAR ve TARTIŞMA

Gerçekleştirilen uygulama kapsamında, meteorolojik değişimlerin TUSAGA-Aktif (CORS-TR) istasyonlarının konum bilgileri üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Yıllık bazda tüm aylar için yapılan karşılaştırmalarda 2016-2020 yılları arasındaki X kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ± 2.6 cm ila ± 4.3 cm aralığında, Y kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±3.7 cm ila ± 4.7 cm aralığında, Z kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±0.9 cm ila ± 1.2 cm aralığında hesaplanmıştır. Çizelge 6.1.' de grafik olarak gösterilmiştir.

Student dağılım değeri %95 güven aralığında $t_{f,1-0.05/2}$ =2.1788 olarak kabul edilerek KSTM istasyonuna ait test büyüklükleri yıllık bazda hesaplanmıştır. (bkz: Çizelge 5.10, Çizelge 5.14, Çizelge 5.18). Çizelgeler incelendiğinde Meteorolojik olarak yıllık bazdaki mevsimsel değişimlerin istasyon konum bilgileri üzerine etkisinin kabul edilebilir güven aralığında olduğu görülmüştür.

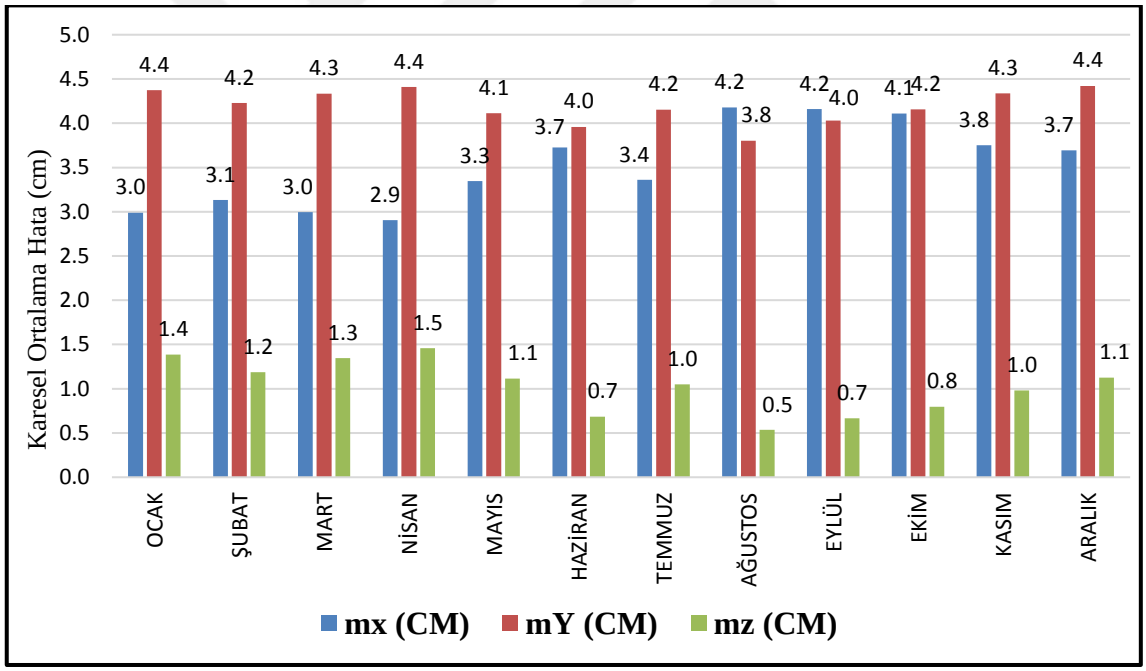
Çizelge 6. 1 KSTM istasyonuna ait yıllık bazda hesaplanan karesel ortalama hatalar



Aylık bazda yapılan karşılaştırmalarda 2016-2020 yılları arasında tüm aylar için X kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ± 2.9 cm ila ± 4.2 cm aralığında, Y kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±3.8 cm ila ± 4.4 cm aralığında, Z kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±0.5 cm ila ± 1.5 cm aralığında hesaplanmıştır. Çizelge 6.2' de grafik olarak gösterilmiştir.

Student dağılım değeri %95 güven aralığında $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 olarak kabul edilerek KSTM istasyonuna ait test büyüklükleri aylık bazda hesaplanmıştır. (bkz: Çizelge 5.22, Çizelge 5.26, Çizelge 5.30). Çizelgeler incelendiğinde Meteorolojik olarak aylık bazdaki mevsimsel değişimlerin konum bilgileri üzerine etkisinin kabul edilebilir güven aralığında olduğu görülmüştür.

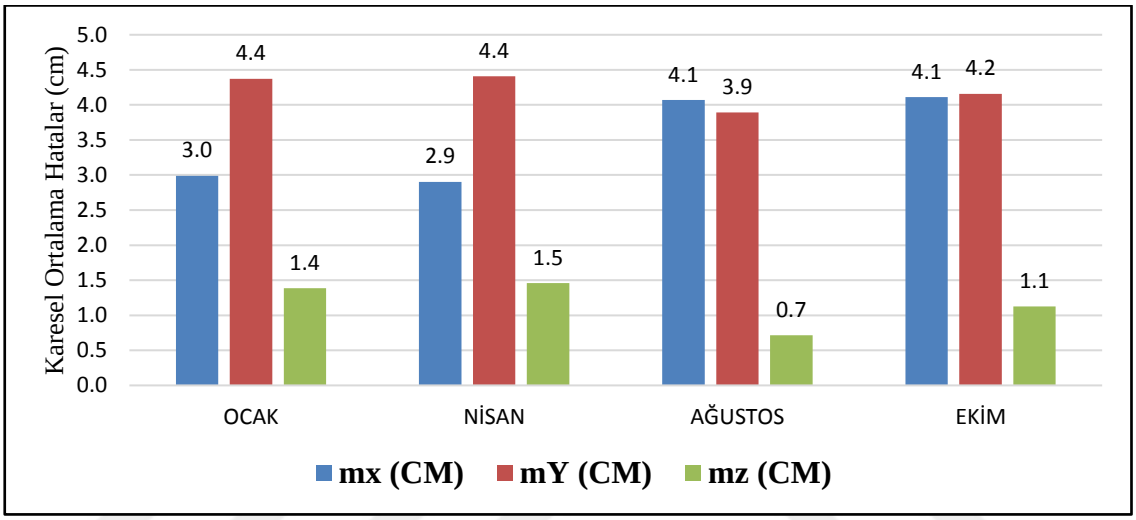
Çizelge 6. 2 KSTM istasyonuna ait aylık bazda hesaplanan karesel ortalama hatalar



Sıcaklık değişimleri yönünden yapılan karşılaştırmalarda 2016-2020 yılları arasında, Ocak, Nisan, Ağustos, Ekim aylarına ait X kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ± 2.9 cm ila ± 4.1 cm aralığında, Y kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±3.9 cm ila ± 4.4 cm aralığında, Z kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±0.7 cm ila ± 1.5 cm aralığında hesaplanmıştır. Çizelge 6.3.'de grafik halinde gösterilmiştir.

Student dağılım değeri %95 güven aralığında tf,1-0.05/2 =2.5706 olarak kabul edilerek KSTM istasyonuna ait test büyüklükleri sıcaklık yönünden hesaplanmıştır. (bkz: Çizelge 5.34). Çizelge incelendiğinde Meteorolojik olarak sıcaklık etkisinin istasyon konum bilgileri üzerine etkisinin kabul edilebilir güven aralığında olduğu görülmüştür.

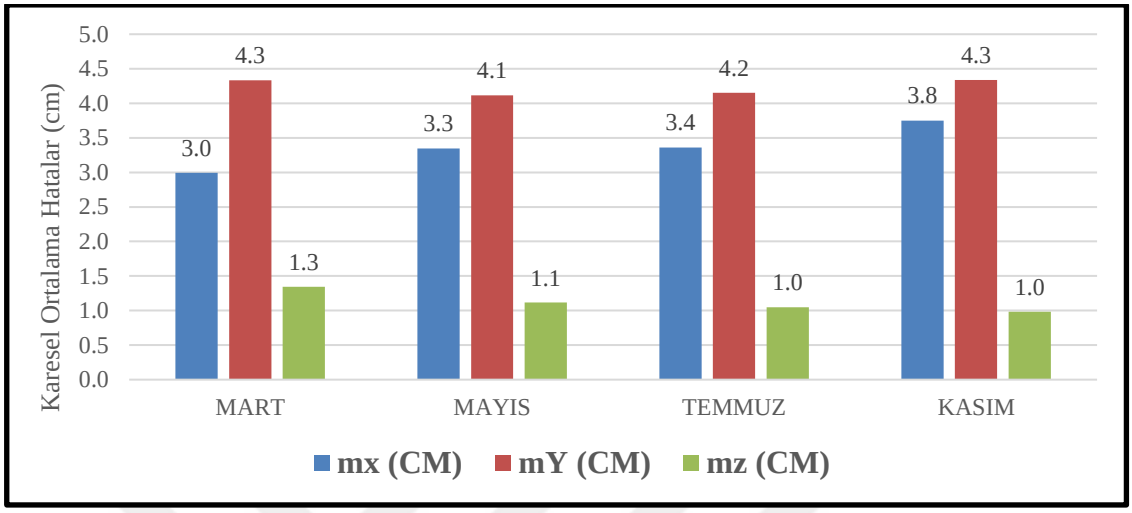
Çizelge 6. 3. KSTM istasyonu sıcak kriterine göre belirlenen aylara ait karesel ortalama hatalar



Yağış miktarı yönünden yapılan karşılaştırmalarda 2016-2020 yılları arasında Mart, Mayıs, Temmuz, Kasım aylarına ait X kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ± 3.0 cm ila ± 3.8 cm aralığında, Y kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±4.1 cm ila ± 4.4 cm aralığında, Z kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±1.0 cm ila ± 1.3 cm aralığında hesaplanmıştır. Çizelge 6.4' de grafik halinde gösterilmiştir.

Student dağılım değeri %95 güven aralığında $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 olarak kabul edilerek KSTM istasyonuna ait test büyüklükleri yağış miktarı yönünden hesaplanmıştır. (bkz: Çizelge 5.38). Çizelgeler incelendiğinde Meteorolojik olarak yağış miktarlarındaki değişimlerin istasyonun konum bilgileri üzerine etkisinin kabul edilebilir güven aralığında olduğu görülmüştür.

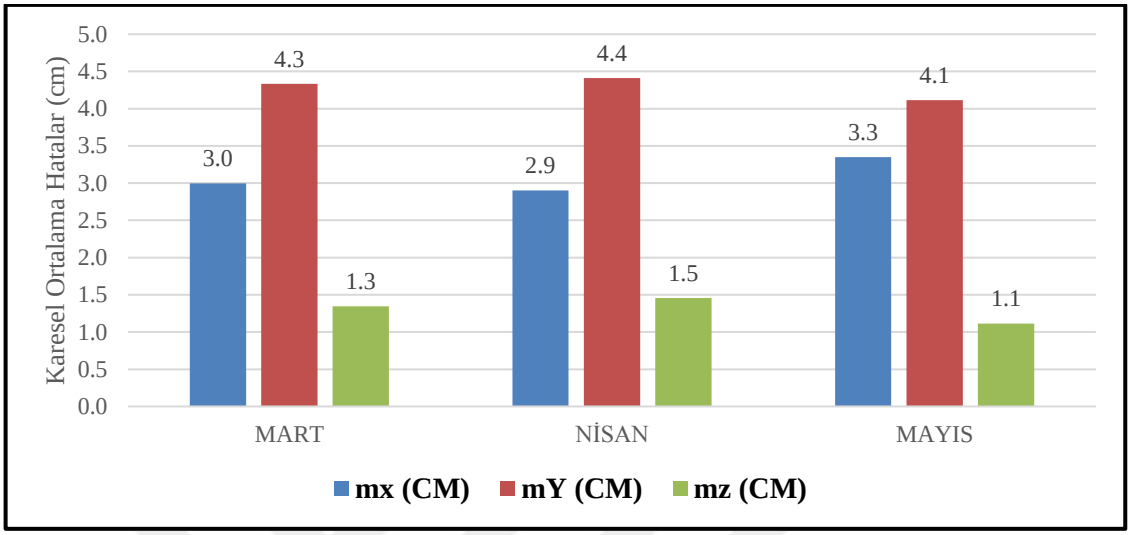
Çizelge 6. 4. KSTM istasyonu yağış miktarı kriterine göre belirlenen aylara ait karesel ortalama hatalar



Mevsimsel bazda yapılan karşılaştırmalarda 2016-2020 yılları arasında, İlkbahar'ın mevsiminin yaşandığı aylar için X kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ± 2.9 cm ila ± 3.3 cm aralığında, Y kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±4.1 cm ila ± 4.4 cm aralığında, Z kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±1.1 cm ila ± 1.5 cm aralığında hesaplanmıştır. Çizelge 6.5.' de grafik halinde gösterilmiştir.

Student dağılım değeri %95 güven aralığında $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 olarak kabul edilerek KSTM istasyonuna ait test büyüklükleri Mevsimsel olarak İlkbahar'ın yaşandığı aylar kriter alınarak hesaplanmıştır (bkz: Çizelge 5.42). Çizelgeler incelendiğinde İlkbahar aylarındaki değişimlerin konum bilgileri üzerine etkisinin kabul edilebilir güven aralığında olduğu görülmüştür.

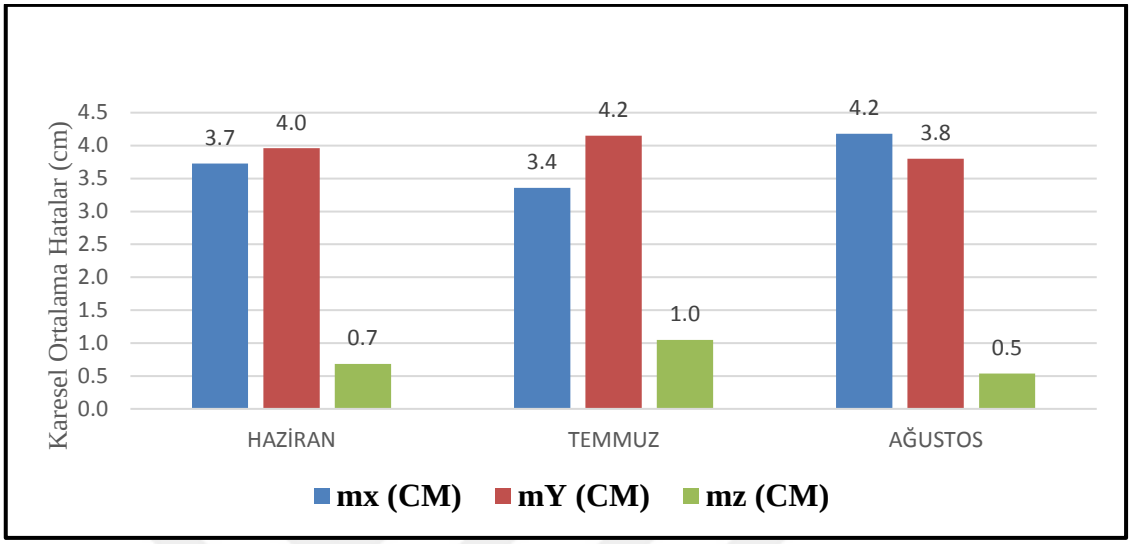
Çizelge 6. 5. KSTM istasyonu mevsimlere göre hesaplanan karesel ortalama hata (İlkbahar)



Mevsimsel bazda yapılan karşılaştırmalarda 2016-2020 yılları arasında, Yaz mevsiminin yaşandığı aylar için X kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ± 3.4 cm ila ± 4.2 cm aralığında, Y kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±3.8 cm ila ± 4.2 cm aralığında, Z kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±0.5 cm ila ± 1.0 cm aralığında, hesaplanmıştır. Çizelge 6.6.'da grafik olarak gösterilmiştir.

Student dağılım değeri %95 güven aralığında $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 olarak kabul edilerek KSTM istasyonuna ait test büyüklükleri Mevsimsel olarak Yaz mevsimin yaşandığı aylar kriter alınarak hesaplanmıştır (bkz: Çizelge 5.46). Çizelgeler incelendiğinde Yaz aylarındaki değişimlerin konum bilgileri üzerine etkisinin kabul edilebilir güven aralığında olduğu görülmüştür.

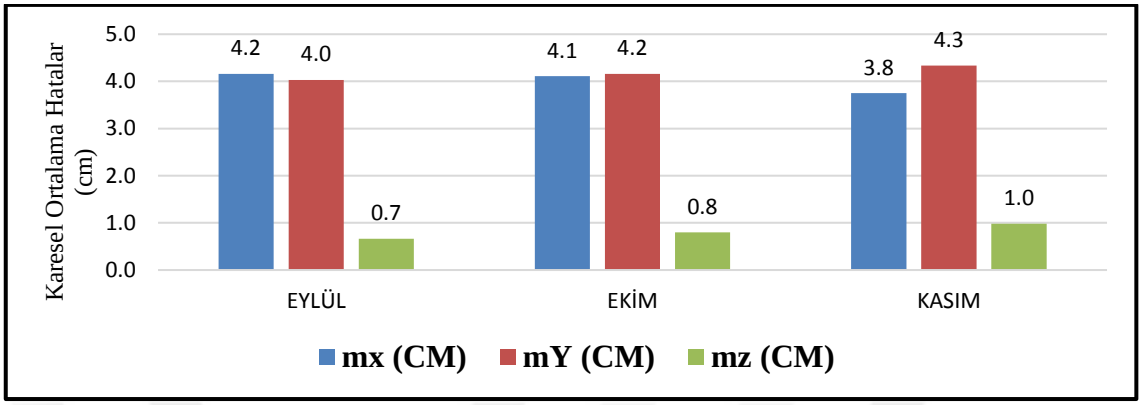
Çizelge 6. 6. KSTM istasyonu Mevsimlere Göre Hesaplanan Karesel ortalama hata (Yaz)



Mevsimsel bazda yapılan karşılaştırmalarda 2016-2020 yılları arasında, Sonbahar mevsiminin yaşandığı aylar için X kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ± 3.7 cm ila ± 4.2 cm aralığında, Y kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±4.0 cm ila ± 4.3 cm aralığında, Z kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±0.7 cm ila ± 1.0 cm aralığında hesaplanmıştır. Çizelge 6.7.' de grafik olarak gösterilmiştir.

Student dağılım değeri %95 güven aralığında $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 olarak kabul edilerek KSTM istasyonuna ait test büyüklükleri Mevsimsel olarak Sonbahar mevsimin yaşandığı aylar kriter alınarak hesaplanmıştır (bkz: Çizelge 5.50). Çizelgeler incelendiğinde Sonbahar aylarındaki değişimlerin konum bilgileri üzerine etkisinin kabul edilebilir güven aralığında olduğu görülmüştür.

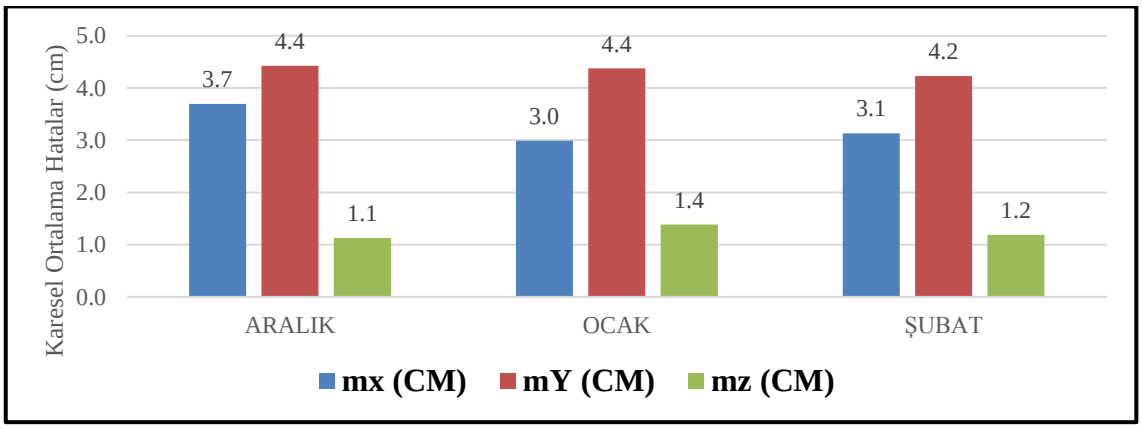
Çizelge 6. 7. KSTM istasyonu mevsimlere göre hesaplanan karesel ortalama hata (Sonbahar)



Mevsimsel bazda yapılan karşılaştırmalarda 2016-2020 yılları arasında, Kış mevsiminin yaşandığı aylar için X kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ± 3.0 cm ila ± 3.7 cm aralığında, Y kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±4.2 cm ila ± 4.4 cm aralığında, Z kartezyen koordinatlarının karesel ortalama hataları ±1.1 cm ila ± 1.4 cm aralığında hesaplanmıştır. Çizelge 6.8'de grafik olarak gösterilmiştir.

Student dağılım değeri %95 güven aralığında $t_{f,1-0.05/2}$ =2.5706 olarak kabul edilerek KSTM istasyonuna ait test büyüklükleri Mevsimsel olarak Sonbahar mevsimin yaşandığı aylar kriter alınarak hesaplanmıştır (bkz: Çizelge 5.54). Çizelgeler incelendiğinde Kış aylarındaki değişimlerin konum bilgileri üzerine etkisinin kabul edilebilir güven aralığında olduğu görülmüştür.

Çizelge 6. 8. KSTM istasyonu mevsimlere göre hesaplanan karesel ortalama hata (Kış)



7. SONUÇLAR

KSTM istasyonuna ait https://www.tusaga-aktif.gov.tr/ internet sitesinden indirilen güncel ve doğru kabul ettiğimiz koordinatlar ile Çözümlemesi LGO yazılımı ile yapılarak hesaplanan koordinatlar arasındaki farklar yıllık, aylık, sıcaklık, yağış ve mevsimsel(İlkbahar, yaz,sonbahar, kış) olarak beş aşamada incelenmiştir.

Karesel Ortalama hatalar yönünden bu beş parametre irdelendiğinde ise; KSTM istasyon noktasının yıllık bazda yapılan analizinde mX, mY, mZ karesel ortalama hatalarının 2016 yılında en düşük, 2020 yılında ise en yüksek seviyede olduğu görülmektedir (Çizelge 7. 1).

Aylık bazda bakıldığında mX değerinin Nisan aylarında en düşük seviyelerde, Ağustos aylarında ise en yüksek seviyelerde olduğu görülmüştür. mY, mZ değerlerinin de Ağustos aylarında en düşük Nisan aylarında en yüksek değerde olduğu görülmektedir (Çizelge 7. 1).

Yağış bazında bakıldığında mX değerinin Mart aylarında en düşük seviyelerde, Kasım aylarında en yüksek değerde olduğu, mY değerinin ise Mayıs ayında en düşük, Kasım ve Mart aylarında en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. mZ değerinin ise Temmuz ve Kasım aylarında en düşük iken Mart ayında en yüksek değere ulaştığı görülmektedir (Çizelge 7. 1).

Sıcaklık yönünden bakıldığında mX değerinin Ocak aylarında en düşük seviyede iken Ekim aylarında en yüksek değerde olduğu gözlemlenmiştir. mY ve mZ değerlerinin Ağustos ayında en düşük değerde iken Nisan ayında en yüksek değer aldığı görülmektedir (Çizelge 7. 1).

Mevsimsel farklılıkların etkisi irdelendiğinde ise, **İlkbahar** mevsimine ait aylar yönünden bakıldığında mX değeri Nisan ayında en düşük seviyede iken Mayıs ayında en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte mY ve mZ değerlerinin Mayıs ayında en düşük değerde iken Nisan ayında en yüksek değer aldığı görülmektedir (Çizelge 7. 1).

Yaz mevsimine ait aylar yönünden bakıldığında mX değeri Temmuz ayında en düşük değerde iken Ağustos ayında en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür. Ayrıca mY ve mZ değerlerinin Ağustos ayında en düşük iken Temmuz ayında en yüksek değer aldığı görülmektedir (Çizelge 7. 1).

Sonbahar mevsimine ait aylar yönünden bakıldığında mX değeri Kasım ayında en düşük iken Eylül ayında en yüksek değere ulaşmıştır. mY ve mZ değerlerinin ise Eylül ayında en düşük değerde, Kasım ayında en yüksek değer aldığı görülmektedir (Çizelge 7. 1).

Kış mevsimine ait aylar yönünden bakıldığında mX değeri Ocak ayında en düşük seviyede iken Aralık ayında en yüksek değer almıştır. Ayrıca mY değerinin Şubat aylarında en düşük seviyede iken Aralık aylarında en yüksek değer aldığı görülmüştür. mZ değerlerinin ise Aralık ayında en düşük seviyede iken Ocak ayında en yüksek değer aldığı görülmektedir (Çizelge 7. 1).

Çizelge 7. 1 Tüm kriterler için minimum ve maksimum değerlere göre karesel ortalama hatalar

	Karesel Ortalama Hata											
	m_X (cm)				**m_Y (cm)**				**m_Z (cm)**			
	Minimum Değer		**Maksimum Değer**		**Minimum Değer**		**Maksimum Değer**		**Minimum Değer**		**Maksimum Değer**	
Yıllık	2.6	2016	4.3	2020	3.7	2016	4.7	2020	0.9	2016	1.2	2020
Aylık	2.9	Nisan	4.2	Ağustos	3.8	Ağustos	4.4	Nisan	0.5	Ağustos	1.5	Nisan
Sıcaklık	2.9	Ocak	4.1	Ekim	3.9	Ağustos	4.4	Nisan	0.7	Ağustos	1.5	Nisan
Yağış	3.0	Mart	3.8	Kasım	4.1	Mayıs	4.4	Kasım/ Mart	1.0	Kasım	1.3	Mart
İlkbahar	2.9	Nisan	3.3	Mayıs	4.1	Mayıs	4.4	Nisan	1.1	Mayıs	1.5	Nisan
Yaz	3.4	Temmuz	4.2	Ağustos	3.8	Ağustos	4.2	Temmuz	0.5	Ağustos	1.0	Temmuz
Sonbahar	3.7	Kasım	4.2	Eylül	4.0	Eylül	4.3	Kasım	0.7	Eylül	1.0	Kasım
Kış	3.0	Ocak	3.7	Aralık	4.2	Şubat	4.4	Aralık	1.1	Aralık	1.4	Ocak

Değerlendirmeler mevsimsel bazda incelendiğinde KSTM istasyon noktasının konumu üzerine olan etkilerinin kabul edilebilir olduğu, test büyüklük değerlerinin test sınırı olan tf,1-0.05/2 =2.5706 değerininde altında kaldığı görülmüştür.

Yağış: Hesaplanan test büyüklülerinin %95 güven aralığında test dağılım sınırı olan tf,1-0.05/2 =2.5706 değerinin altında kaldığı izlenmiştir. Sonuç olarak çalışma sınırı içerisindeki KSTM istasyonunun konumsal değişimlerinin yıl içindeki yağış miktarlarından etkilenmediği görülmüştür

Sıcaklık: Hesaplanan test büyüklülerinin %95 güven aralığında test dağılım sınırı olan tf,1-0.05/2 =2.5706 değerinden altında kaldığı izlenmiştir. Sonuç olarak çalışma sınırı içerisindeki KSTM istasyonunun konumsal değişimlerinin yıl içindeki sıcaklık değişimlerinden etkilenmediği görülmüştür.

Aylık: 2016-2020 yılları arasında yılın her ayı için yapılan çalışmada KSTM istasyonunun koordinat değerleri ile hesapladığımız güncel koordinat değerleri karşılaştırılmıştır. Hesaplanan test büyüklülerinin dağılım sınırı olan tf,1-0.05/2 =2.5706 değerinden küçük olduğu görülmüştür.

Yıllık: 2016-2020 yılları arasında çözümlemesi yapılan KSTM istasyonunun koordinat değerleri ile hesapladığımız güncel koordinat değerleri yıllık bazda karşılaştırılmıştır. Hesaplanan her bir test büyüklüğünün dağılım sınırı olan tf,1-0.05/2 =2.1788 değerinden küçük olduğu görülmüştür.

Araştırma konusu kapsamında incelenen tüm kriterlere ek olarak yatay yönde ve Z ekseni yönündeki konumsal yer değiştirmelerde incelenmiştir (Çizelge 7. 2, Çizelge 7.3, Çizelge 7.4, Çizelge 7.5).

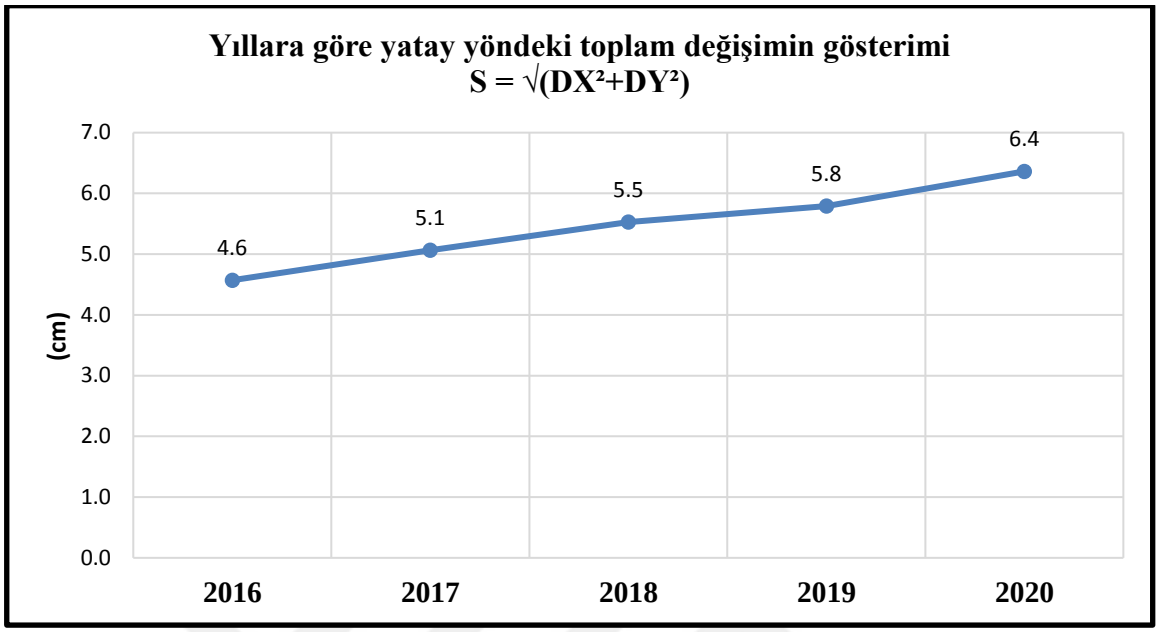
Çizelge 7. 2 KSTM istasyonuna ait yatay yönde konum değişim hesapları

Yıllar	2016	2017	2018	2019	2020
Aylar	Yatay yönde değişim miktarı (S) $D_X = X_{i+1} - Xi$ $D_Y = Y_{i+1} - Yi$ S = √(Dx²+Dy²) (cm)				
OCAK	4.4	4.9	5.3	5.6	6.1
ŞUBAT	4.3	4.9	5.3	5.5	6.1
MART	4.4	4.8	5.3	5.5	6.1
NİSAN	4.4	4.9	5.2	5.6	6.1
MAYIS	4.3	4.8	5.6	5.4	6.1
HAZİRAN	4.6	5.1	5.2	5.8	6.3
TEMMUZ	4.6	4.9	5.6	5.6	5.9
AĞUSTOS	4.7	5.3	5.7	6.0	6.4
EYLÜL	4.8	5.2	5.8	6.0	7.0
EKİM	4.8	5.2	6.0	6.1	6.8
KASIM	4.8	5.4	5.6	6.0	6.7
ARALIK	4.9	5.3	5.6	6.1	6.7
Ortalama	**4.6**	**5.1**	**5.5**	**5.8**	**6.4**

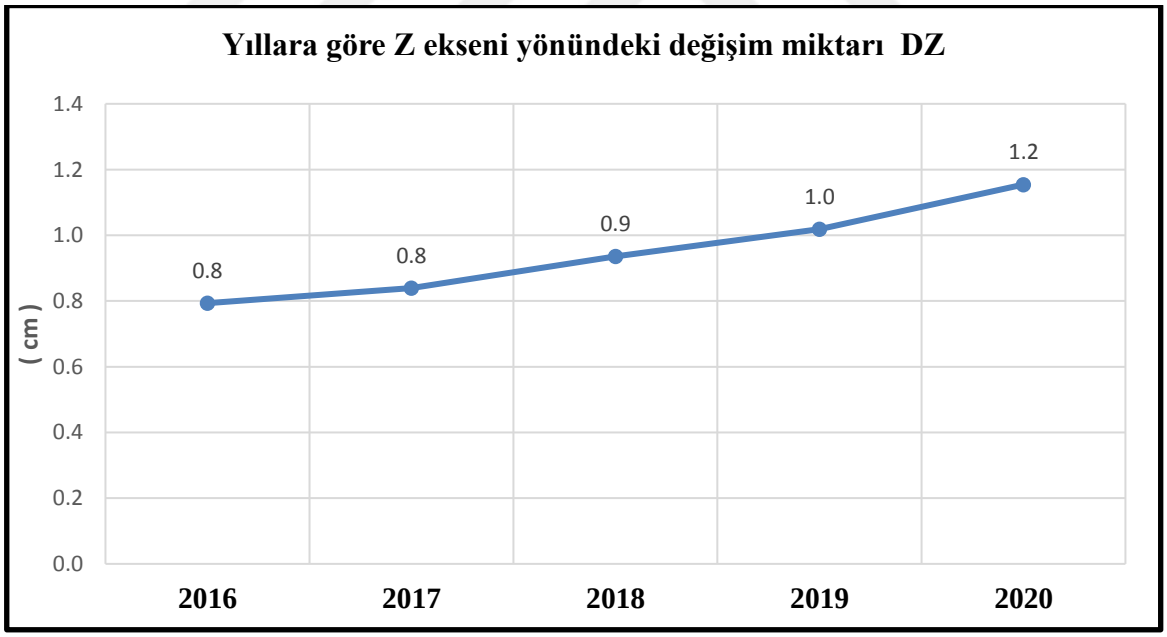
Çizelge 7. 3 KSTM istasyonuna ait Z ekseni yönündeki koordinat farklarına ait hesaplar

Yıllar	2016	2017	2018	2019	2020
Aylar	Z Ekseni yönündeki koordinat farkı değişim miktarı $D_Z = Z_{i+1} - Zi$ Dz (cm)				
OCAK	1.3	0.8	1.1	1.9	1.4
ŞUBAT	0.7	1.2	1.2	1.2	1.4
MART	1.6	1.1	1.0	1.3	1.7
NİSAN	1.5	1.3	1.8	0.9	1.6
MAYIS	0.7	0.8	0.1	1.8	1.3
HAZİRAN	0.8	0.2	0.9	0.1	0.9
TEMMUZ	0.2	0.9	1.2	1.4	1.1
AĞUSTOS	0.4	-0.2	0.5	0.1	1.0
EYLÜL	0.2	0.9	1.1	0.2	0.2
EKİM	0.4	1.4	0.2	0.8	0.7
KASIM	0.6	0.8	1.0	1.2	1.1
ARALIK	0.9	0.9	1.1	1.3	1.3
Ortalama	**0.8**	**0.8**	**0.9**	**1.0**	**1.2**

Çizelge 7. 4 KSTM istasyonu yatay yönde konum değişim grafiği



Çizelge 7. 5 KSTM istasyonu Z ekseni yönündeki değişim miktarı



Bu çalışma kapsamında değerlendirilen her bir parametrenin konum bilgileri üzerindeki etkileri güven aralığı içerisinde kalmaktadır. Ayrıca KSTM istasyonuna ait sıcaklık ve yağış kriterine göre belirlenmiş aylar için hesaplanan koordinatlar ile doğru kabul ettiğimiz koordinatlar arasındaki farkların sıcaklık ve yağış ile doğrusal ilişkisi olup

olmadığı konusunda korelasyon analizi yapılarak korelasyon katsayısı (R) ve varyans miktarları (R^2) hesaplanmıştır. (bkz: Çizelge 5.37, Çizelge 5.38, Çizelge 5.43, Çizelge 5.44).

Sıcaklık ile koordinat farkları arasındaki ilişki için korelasyon katsayıları $R_{DX-°C}$= -0.4825, $R_{DY-°C}$= - 0,4317, $R_{DZ-°C}$= -0. 5910 bunlara ait varyans miktarları $R^2_{DX-°C}$= 0.2328, $R^2_{DY-°C}$= 0.1863, $R^2_{DZ-°C}$=0.3493 olarak hesaplanmıştır. Yağış miktarı ile koordinat farkları arasındaki ilişki için korelasyon katsayıları $R_{DX-YAĞIŞ}$= 0.1134, $R_{DY-YAĞIŞ}$= - 0,2640, $R_{DZ-YAĞIŞ}$= -0.0484 bunlara ait varyans miktarları $R^2_{DX-YAĞIŞ}$= 0.0129, $R^2_{DY-YAĞIŞ}$= 0.0697, $R^2_{DZ-YAĞIŞ}$=0.0023 olarak hesaplanmıştır. Genel bir ifade ile koordinat farklarının sıcaklık ile orta düzeyde ilişki içerisinde iken yağış miktarı ile zayıf düzeyde ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Bu bulguların yanı sıra KSTM istasyon noktasının yıllık bazda yapılan analizinde mX, mY, mZ karesel ortalama hatalarının, yatay konum bilgilerindeki değişimlerinin ve Z ekseni yönündeki değişimlerin 2016 yılından, 2020 yılına dek artarak devam ettiği görülmektedir (bkz: Çizelge 7.4, Çizelge 7.5). Bu artışın nedeni çalışma kapsamında değerlendirilen kriterler ile belirlenememiştir. Hata sınırı içerisinde olan bu değişimin nedeni başka kriterler ile gerçekleştirilecek çalışmalar neticesinde belirlenebilir.

Mevsimsel, yağış, sıcaklık, aylık ve yıllık kriterlere göre yapılan bu çalışmada meteorolojik ve zamansal değişimlerin KSTM istasyonunun konum bilgilerine etkilerinin yapılan analiz ve hesaplar sonucunda gerekli güven aralığında ve uyuşumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Ansari, K., Çorumluoğlu, Ö., Verma, P., 2017. An overview of the International GNSS Service (IGS). GRENZE Int. J. Comput. Theory Eng.. 3. 54-58.

Aydın, T. K., 2016, CORS istasyonlarının sayı ve yönsel faktörlerinin statik ağ dengelemesinde konum doğruluğuna etkisi. (Y.Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Anonim1,2021. https://www.gps.gov/systems/gps/space/#generations/, (06.12.2021).

Anonim2, 2021. https://www.gps.gov/systems/gps/space/, (05.12.2021).

Anonim3, 2021. https://www.glonass-iac.ru/en/about_glonass/, (06.12.2021).

Anonim4, 2021. https://www.gsc-europa.eu/, (07.12.2021).

Anonim5, 2021. https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Galileo_General_Introduction/, (07.12.2021).

Anonim6, 2021. https://www.glonass-iac.ru/beidou, (08.12.2021).

Anomim7, 2021. https://qzss.go.jp/en/index.html (05.09.2022).

Anaonim8. 2021. https://gssc.esa.int/navipedia (09.12.2021).

Anonim9, 2021. https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/NAVIC (10.12.2021).

Anonim10, 2021. https://earth.esa.int/web/eoportal/satellite-missions/i/irnss (10.12.2021).

Anonim11, 2021. https://geodesy.noaa.gov/CORS_Map/ (11.12.2021).

Anonim12, 2021. https://sapos.de/ (11.12.2021).

Anonim13, 2021. https://www.gsi.go.jp (11.12.2021).

Anonim14,2021. https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/Interfaces_and_Protocols#RINEX (13.12.2021).

Anonim15,2021.https://kb.igs.org/hc/en-us/articles/201096516-IGS-Formats (13.12.2021).

Anonim16, 2021. https://gage.upc.edu/gFD/ (13.12.2021).

Anonim17, 2021. https://ggos.org/item/igs/ (15.12.2021).

Anonim18, 2021. https://www.tusaga-aktif.gov.tr/ (17.12.2021)

Anonim19, 2021. https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu# (29.12.2021)

Anonim20,2021.https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H (31.12.2021)

Bilgen B. , Bülbül S. , İnal C., 2021 TUSAGA-Aktif İstasyonlarındaki Meteorolojik Hava Olaylarının Hassas Nokta Konumlamaya Etkisi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 2021; 21(6): 1393-1403.

Bos, M. S., Bastos, L. ve Fernandes, R. M. S., 2010. The Influence of Seasonal Signals on The Estimation of The Tectonic Motion in Short Continuous GPS Time-Series, Journal of Geodynamics, 49, 205-209.

Bülbül, S., 2018, TUSAGA-Aktif Noktalarında Renkli Gürültülerden Arındırılmış Hız Bileşenlerinin Belirlenmesi, (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Cankurt, İ., Salgın, Ö., Karan, Z.S. ve İlbey, A., 2019. Tusaga-Aktif (Cors-Tr) Sistemi İşletilmesi Ve Güncelleştirilmesi. TMMOB 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 23-25 Ekim 2019, Ankara.

Cingöz, A., Yıldırım, Ö., Lenk, O., Gürdal, M.A., Bakıcı, S., ., Uzel, T., Eren, K., Aktuğ, B., 2008 Sürekli Gözlem Yapan GPS İstasyonları Ağı Ve Ulusal Datum Dönüşümü Projesi (Tusaga-Aktif / Cors-Tr), 4.Savunma Teknolojileri Kongresi, 26-27 Haziran 2008, ODTÜ Kültür Kongre Merkezi, Ankara

CORS-TR Uygulama Raporu, 2006, TÜBİTAK Ulusal CORS (Sürekli Gözlem Yapan GPS İstasyonu) Sisteminin Kurulması (Ulusal Datum Dönüşümü) Projesi, Proje No: 105G017.

Eckl, M. C., Snay, R. A., Soler, T., Cline, M. W., & Mader, G. L., 2001. Accuracy of GPS-derived relative positions as a function of interstation distance and observing-session duration. Journal of geodesy, 75(12), 633-640.

Gündüz, A.M., 2019. Tusaga Aktif Noktalarının Deformasyon Belirlemede Kullanılabilirliği, (Doktora Tezi), Konya Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Gökdaş, Ö.ve Özlüdemir, M. T., 2021. Türkiye'de ulusal ve yerel sürekli gözlem yapan sabit GNSS istasyonları ağlarının mevcut durumu, standartlar ve farklı ağların entegrasyonu. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 9(1),80-94

İçen, E., 2018. Küresel ve Bölgesel Konumlama Uydu Ssistemleri Ve Türkiye İçin Öneri, (Y.Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, İstanbul

İnal, C., Salgın, Ö. 2008. Farklı GPS Yazılımları ile Değerlendirilen GPS Baz Uzunluklarının Bilinen Değerler ile Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Kahveci, M. ve Yıldız, F., 2018. GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri.Nobel Yayıncılık, 264, Ankara.

Kahveci, M., 2009b. Gerçek Zamanlı Ulusal Sabit GNSS CORS Ağları ve Düşündürdükleri . Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi , (100) , 13-20 .

Kahveci, M. 2017. Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları.Nobel Yayıncılık, 156, Ankara

Kahveci, M. 2009a. Kinematik GNSS ve RTK CORS Ağları.Nobel Yayıncılık, 156, Ankara

Kalkan, Y. ve Alkan, R. M., 2005, Mühendislik Yapılarında Deformasyon Ölçmeleri, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım, 2005, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Kaynarca, T., 2008. Recent Velocıty Fıeld In Western Anatolıa From Contınuous Gps Data(Master of Science, Submitted to Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute in partial fulfilment of the requirements for the degree of,İstanbul.

Koca, B. ve Ceylan, A., 2018. Uydu Konum Belirleme Sistemlerindeki (GNSS) Güncel Durum ve Son Gelişmeler. Geomatik Dergisi, 3(1), 63-73.

Kogure S., Ganeshan A. S., Montenbruck O., (2017), "Regional Systems". In: P. J. G. Teunissen, O. Montenbruck, Editors, "Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems", Springer, Cham.

Li, Y., 2016, Real-Time Ambiguity-fixed Precise Point Positioning Using Global and Regional Reference Networks, University of Calgary, Graduate Program In Geomatics Engineering, Doctoral Thesis, Canada.

Montenbruck, O., Schmid, R., Mercier, F., Steigenberger, P., Noll, C., Fatkulin, R., ... & Ganeshan, A. S. 2015 . GNSS satellite geometry and attitude models. Advances in Space Research, 56(6), 1015-1029

Mutlu, İ. ve Kahveci, M., 2019. GNSS Uydu Dağılımının Gerçek Zamanlı Kinematik GNSS ve Ağ-RTK Ölçülerindeki Önemi. Geomatik Dergisi, 4(3), 179–189.

Milillo, P., Maggipinto, T., & Biagi, P. F. 2014. Variation of Altitude Observed on the Occasion of the Tohoku Earthquake (M= 9.0) Occurred on March 11, 2011. Open Journal of Earthquake Research, 2014, 3, 22-29

Pektaş, F., 2010. Gerçek Zamanlı Ulusal ve Yerel Sabit GNSS Ağlarına Dayalı Kinematik Konumlama (TUSAGA-Aktif – İSKİ-UKBS Ağlarının Yerel Ölçekte Karşılaştırılması),(Y.Lisans Tezi),YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü,İstanbul.

Pestana, A. 2015. Reading RINEX 2.11 observation data files. Tech. Rep.

Revnivykh S., Bolkunov A., Serdyukov A., Montenbruck O. 2017. GLONASS. In: Teunissen P.J., Montenbruck O. (eds) Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems. Springer Handbooks. Springer, Cham.

Salgın, Ö.,2007, Farklı Uzunluktaki Bazlarda Ticari GPS Yazılımlarının BERNESSE Yazılımı ile Karşılaştırılması, (Y.Lisans), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya

Schaal, R. E., Larocca, A. P. C. ve Guimarães, G. N., 2012, Use of a Single L1 GPS Receiver for Monitoring Structures: First Results of the Detection of Millimetric Dynamic Oscillations. Journal Of Surveyıng Engıneerıng,138(2), 92-95.

Snay, R., Miller, M., 2001, Usıng Cors Workshop, In cooperation with the Land Surveyors' Association of Washington, National Geodetic Survey and Central Washington Univ., Washington.

Subirana, J. S., Juan Zornoza, J. M., Hernández-Pajares, M. 2013. GNSS Data Processing, Volume I: Fundamentals and Algorithms. ESA Communications, ESTEC, Noordwijk, Netherlands

Türk, E. , Yıldırım, Ö., İnyurt, S. 2021. Konuma Dayalı Hız Vektörlerinin Zamansal Analizi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi , 10 (2) , 640-654 .

Yang, Y., Gao, W., Guo, S., Mao, Y., & Yang, Y. 2019 . Introduction to BeiDou-3 navigation satellite system. NAVIGATION, Journal of the Institute of Navigation, 66(1), 7-18.

Yang Y., Tang J., Montenbruck O. 2017 Chinese Navigation Satellite Systems. In: Teunissen P.J., Montenbruck O. (eds) Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems. Springer Handbooks. Springer, Cham.

Yıldırım, A. F., 2007, Mühendislik Yapılarının Deformasyon Analizinde GPS Ölçülerinin Kullanılabilirliği, (Y.Lisans), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya

Yıldırım, Ö., Bakıcı, S., Cingöz, A., Erkan, Y., Gülal, E. V. ve Dindar, A. A., 2007. TUSAGA-Aktif (CORS TR) Projesi ve Üklemize Katkıları TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon.

Yıldırım, Ö. , Mekik, Ç., Bakıcı, S. 2011. TUSAGA-AKTİF CORS-TR Sisteminin Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğüne Katkıları . Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 104(2), 134-139

Yıldırım, Ö., Yaprak, S., İnal, C. 2014 CORS-TR ağı, Geomatik, Doğal Tehlikeler ve Risk ölçümlerinden 2011 Van/Türkiye depremi (M =7.2) etkilerinin belirlenmesi , 5:2, 132-144

Yu, M., Guo, H. ve Zou, C., 2006, Application of wavelet analysis to GPS deformation monitoring, Proc. of IEEE/ION PLANS, 25-27 April,2006, Coronado, CA, ABD

Yurdakul, Ö., 2021. Cors-Tr Ölçmelerinde Glonass' ın Konum Doğruluğuna Etkisi: Konya Örneği, (Doktora Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya