



Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu 2021 Yılı Bilimsel Toplantısı, 25-27 Kasım 2021
Turkish National Geodesy Commission 2021 Scientific Meeting, 25-27 November 2021



GNSS-IR yönteminin uzun dönem kar kalınlığı belirleme performansının incelenmesi

Investigation of long-term snow depth retrieval performance of GNSS-IR method

Cemali Altuntaş^{1,✉}, Nursu Tunalıoğlu¹, Bahattin Erdoğan¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Esenler, İstanbul.
✉cemali@yildiz.edu.tr

Motivasyon

- **Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları** açısından küresel iklim değişikliğinin izlenmesi temel unsurlardandır.
- **GNSS-IR yöntemi**; küresel iklim değişikliği çalışmalarında artan bir trend ile uygulanmaktadır (kar kalınlığı, toprak nemi, deniz seviyesi değişimi, deformasyonların izlenmesi vb.).
- GNSS-IR, yansıma yüzeyine ilişkin **geometrik ve radyometrik özelliklerin** belirlenmesinde, etkin ve görece düşük maliyetli bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır.



Motivasyona dayalı önsel çalışmalar

MAKALELER

- **Altuntaş, C., & Tunaliöğlü, N. (2020).** Estimation performance of soil moisture with GPS-IR method. *Sigma: Journal of Engineering & Natural Sciences/Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 38(4).
- **Altuntas, C., & Tunalioglu, N. (2021).** Feasibility of retrieving effective reflector height using GNSS-IR from a single-frequency android smartphone SNR data. *Digital Signal Processing*, 112, 103011.
- **Altuntaş, C., & Tunaliöğlü, N. (2022).** Retrieving the SNR metrics with different antenna configurations for GNSS-IR. *Turkish Journal of Engineering*, 6(1), 87-94.
- **Altuntas, C., & Tunalioglu, N. (2022).** GIRAS: an open-source MATLAB-based software for GNSS-IR analysis. *GPS Solutions*, 26(1), 1-8.
- **Altuntaş, C., & Tunaliöğlü, N. (BASKIDA).** Deniz seviyesi değişimlerinin belirlenmesinde GNSS-IR yönteminin kullanımı ve doğruluk analizi üzerine bir araştırma. *Geomatik*.

DEVAM EDEN PROJELER:

- **[2021-2022]** Mevsimsel Kar Kalınlığı Değişimlerinin GNSS-IR Yöntemi ile İzlenmesi ve Doğruluk Analizi (**YTÜ BAPK**)
- **[2021-2022]** Çift Frekanslı Çoklu-GNSS Çipine Sahip Android Tabanlı Akıllı Telefonlar ile SNR Metriklerinin Kestiriminin Araştırılması (**TÜBİTAK**)
- **[2021-2023]** Türkiye Kıyılarında Deniz Seviyesi Değişiminin SNR Verileri ile GNSS-IR Yöntemine Dayalı Olarak İzlenmesi ve Doğruluk Araştırması (**HGM**)



İçerik

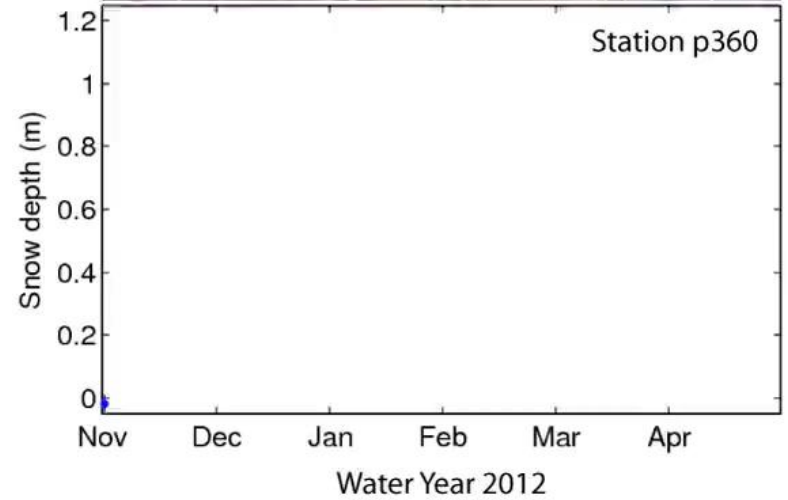
- GNSS-IR yöntemi
- Çalışma alanı
- Veri ve analiz
- Bulgular
- Sonuçlar
- Teşekkür
- Kaynaklar



Giriş

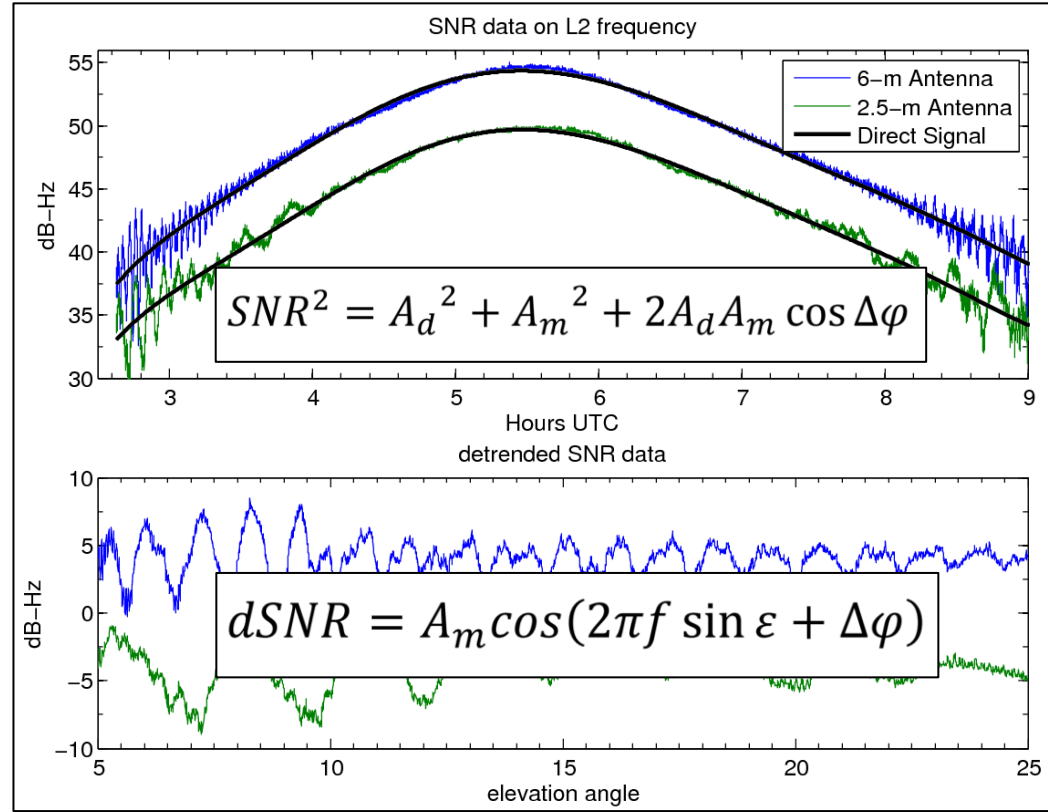
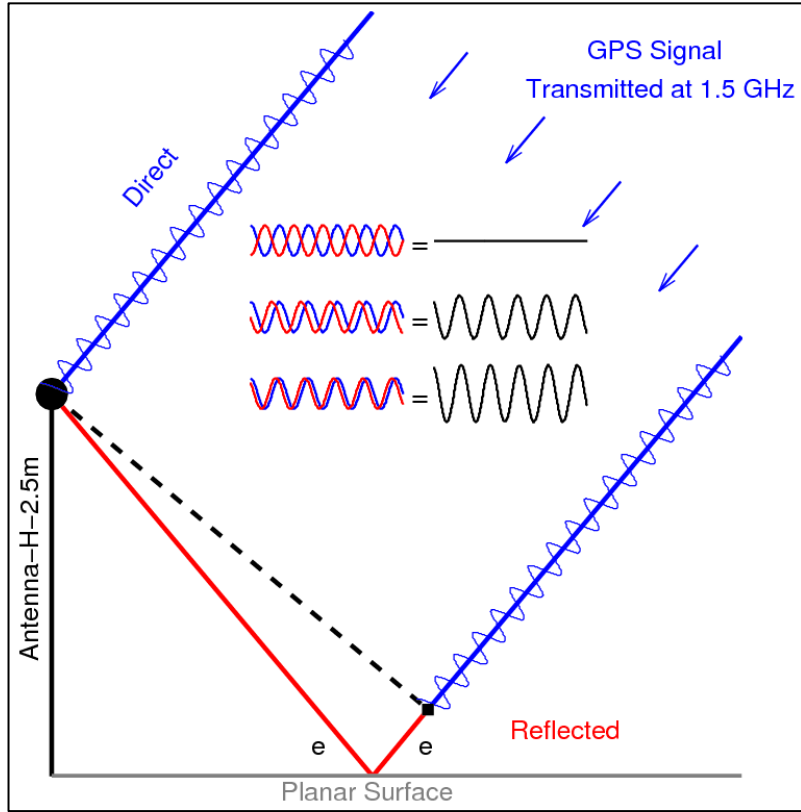


(earthscope.org)



(spotlight.unavco.org)

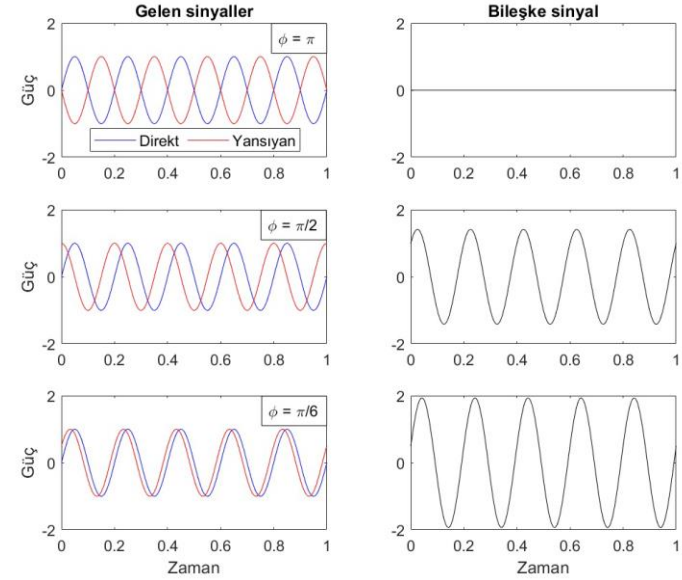
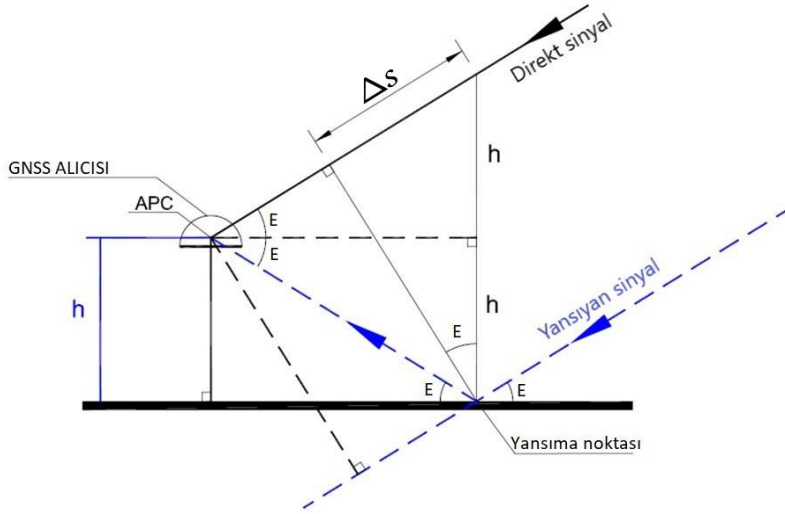
GNSS-IR yöntemi



GNSS-IR yönteminin çalışma prensibi ve SNR detrend etme işlemi için bir örnek
(spotlight.unavco.org)



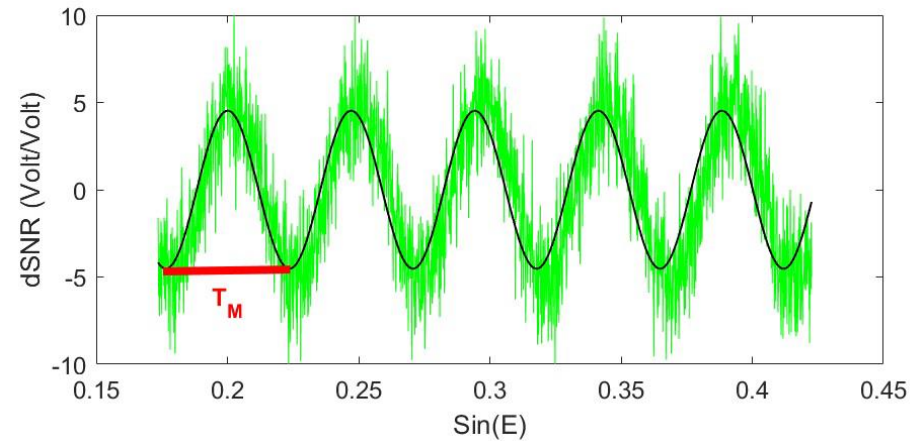
GNSS-IR yöntemi



$$f_M = \frac{1}{T_M} = \frac{d(\Delta s / \lambda)}{d \sin E} = \frac{d(\Delta \varphi)}{d \sin E}$$

$$\Delta s = 2h \sin E$$

$$f_M = \frac{d(2h \sin E / \lambda)}{d \sin E} = \frac{2h}{\lambda}$$



Altuntaş (2021)

Çalışma alanı

AB33



(unavco.org)

AB39



(unavco.org)



Veri ve analiz

VERİ	İstasyonlar	AB33 ve AB39
	Periyot	01.01.2015 - 31.12.2019
	Uydu sistemi	GPS
	Sinyaller	L1 SNR ve L2 SNR
	Veri kayıt aralığı	15 saniye
	Günlük gözlem süresi	24 saat

ANALİZ	Uydu yükseklik açısı aralığı	5-25 derece
	Azimut aralığı	İstasyona özel 4 farklı strateji
	Kestirim yöntemi	Lomb-Scargle Periodogramı (LSP)
	Maksimum RH	5 m
	İstenen hassasiyet	0.001 m



Veri ve analiz



AB33



AB39

AS#1	0-360	0-360
AS#2	0-20 & 70-215 & 270-360	0-60 & 95-220 & 240-360
AS#3	0-215 & 270-360	0-80 & 95-360
AS#4	0-20 & 270-360	0-60 & 240-360

Robust uyuşumsuz ölçü belirleme (Robust outlier detection, ROD)

- Ardışık günlük kar kalınlığı kestirimleri arasındaki farklar hesaplanır (\mathbf{dh}).

- $med = median(\mathbf{dh})$

- $$MAD = \begin{cases} 1.2533 \times \frac{1}{n} \times \sum |\mathbf{dh} - med|, & median|\mathbf{dh} - med| = 0, \\ 1.4826 \times median|\mathbf{dh} - med|, & median|\mathbf{dh} - med| \neq 0, \end{cases}$$

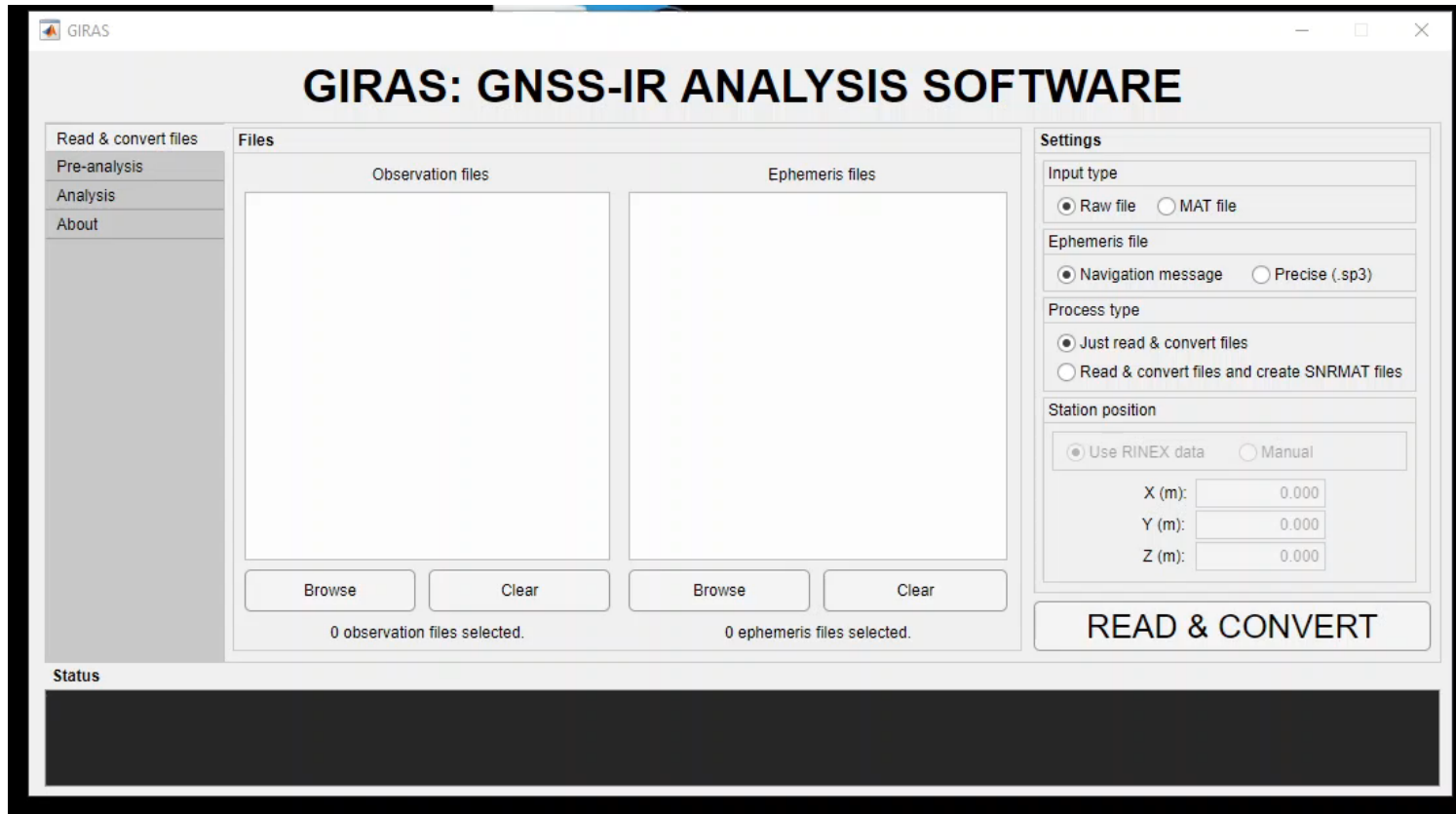
- Medyan düzeltme değeri ($\mathbf{dh} - med$) $3MAD$ 'dan büyük olan kestirimler uyuşumsuz olarak işaretlenir.



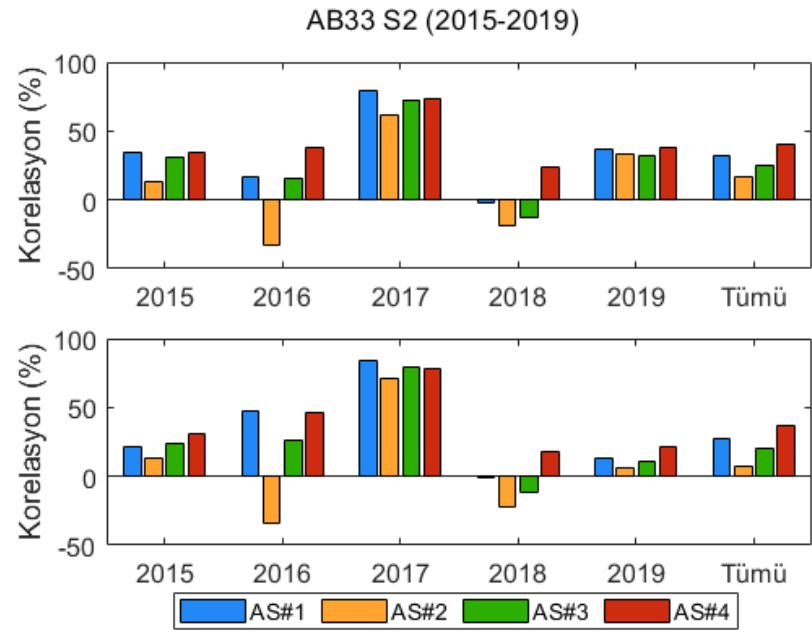
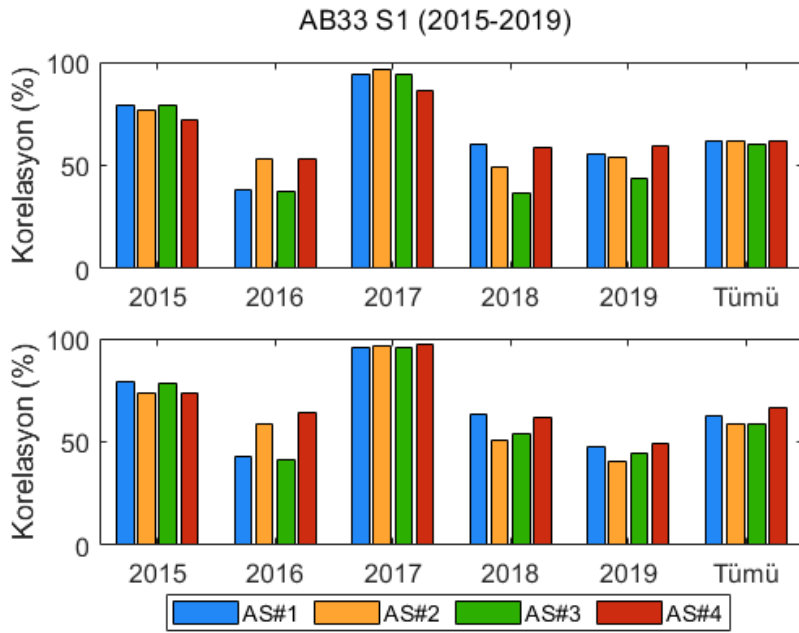
Veri ve analiz

GIRAS (GNSS-IR Analysis Software)

- Analiz işlemleri GIRAS ile gerçekleştirilmiştir.



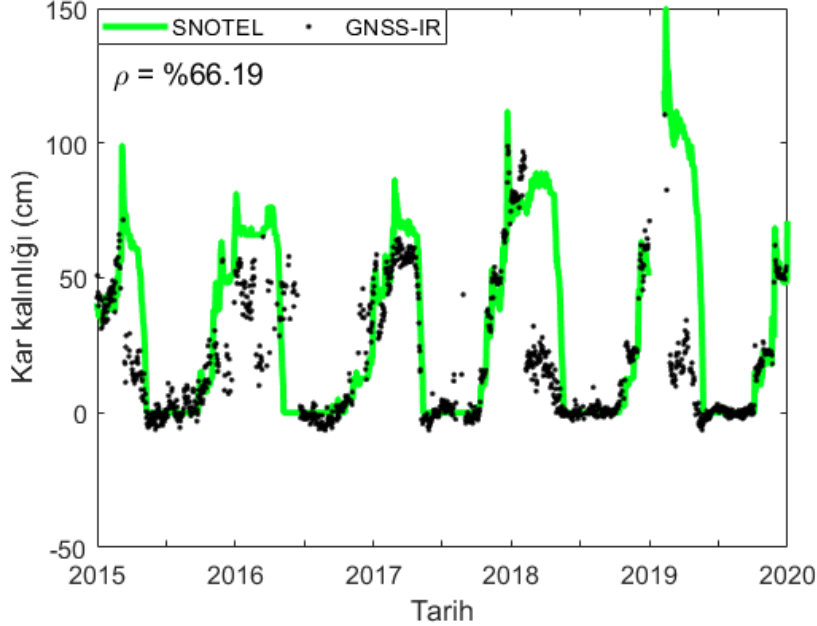
Bulgular



AB33 İSTASYONU - KORELASYONLAR (%)				
S#\AS##	AS#1	AS#2	AS#3	AS#4
S1	61.99/ 62.33	61.87/ 58.86	60.03/ 58.85	61.94/ 66.19
S2	32.21/ 26.89	16.92/ 7.54	25.45/ 19.69	40.07/ 36.77

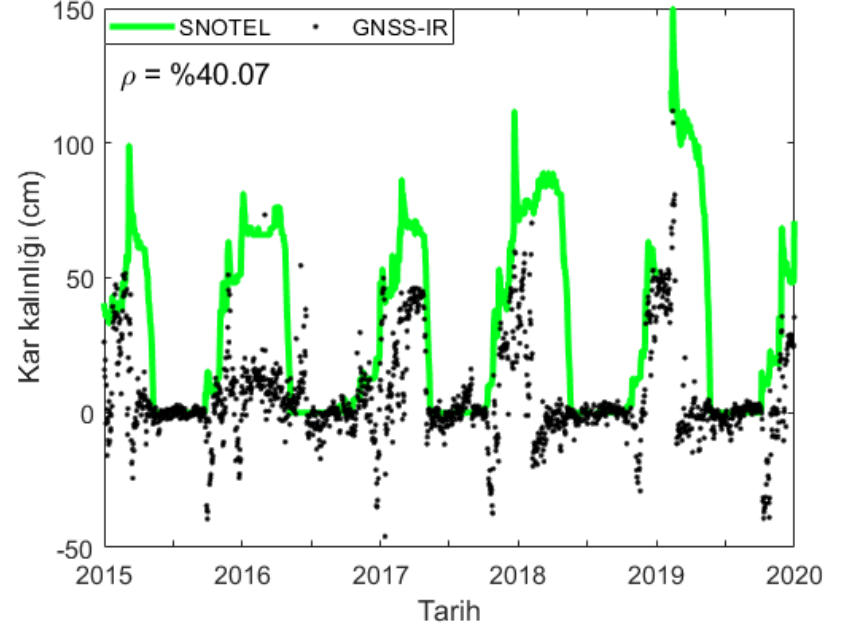
Bulgular

AB33 – S1



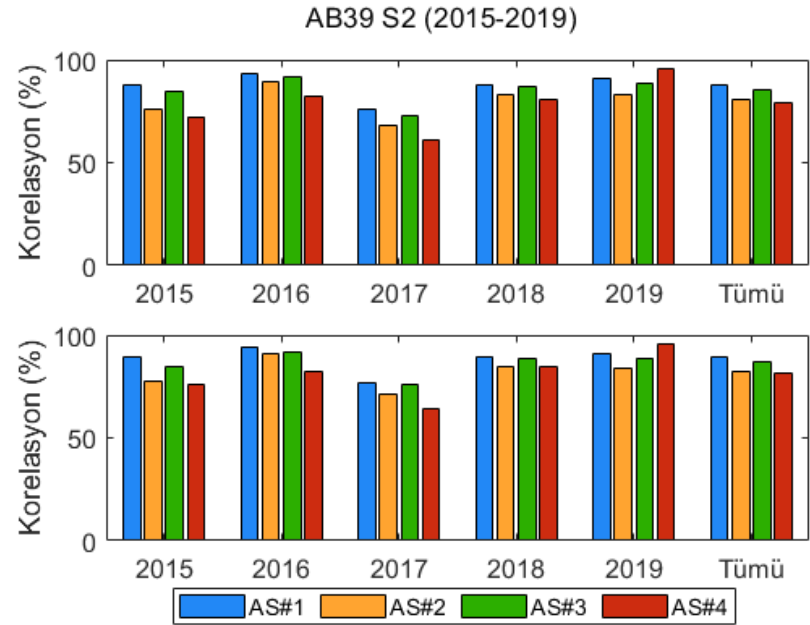
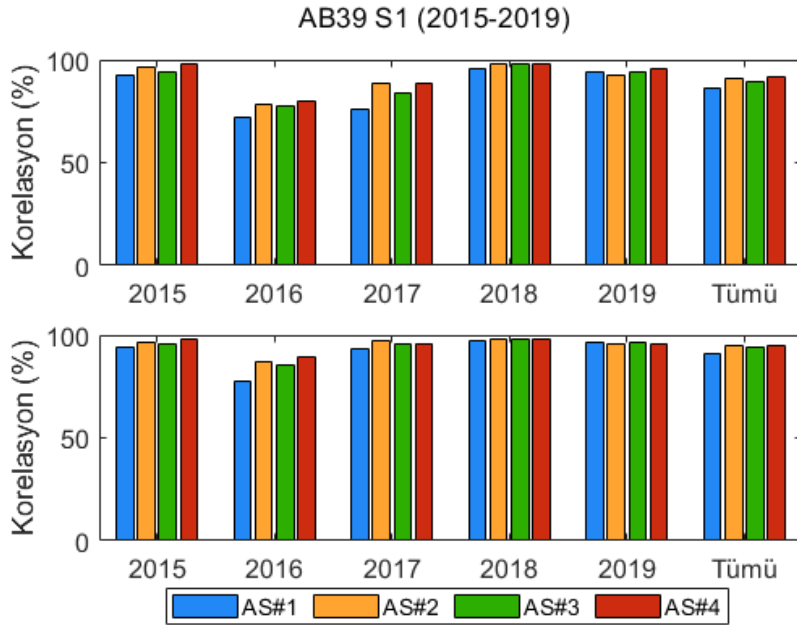
S1 verisiyle AS#4 stratejisi izlenerek ve ROD kullanılarak elde edilen kar kalınlığı kestirimleri

AB33 – S2



S2 verisiyle AS#4 stratejisi izlenerek elde edilen kar kalınlığı kestirimleri

Bulgular

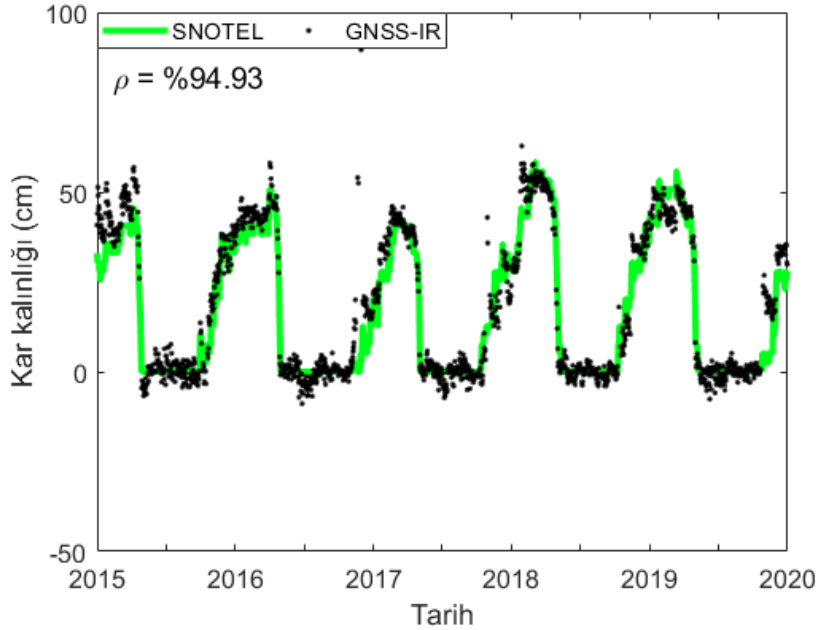


AB39 İSTASYONU - KORELASYONLAR (%)				
S#\AS##	AS#1	AS#2	AS#3	AS#4
S1	86.22/ <u>91.29</u>	90.65/ <u>94.83</u>	89.73/ <u>94.18</u>	91.58/ <u>94.93</u>
S2	87.77/ <u>88.98</u>	80.99/ <u>82.55</u>	85.71/ <u>87.23</u>	79.22/ <u>81.73</u>



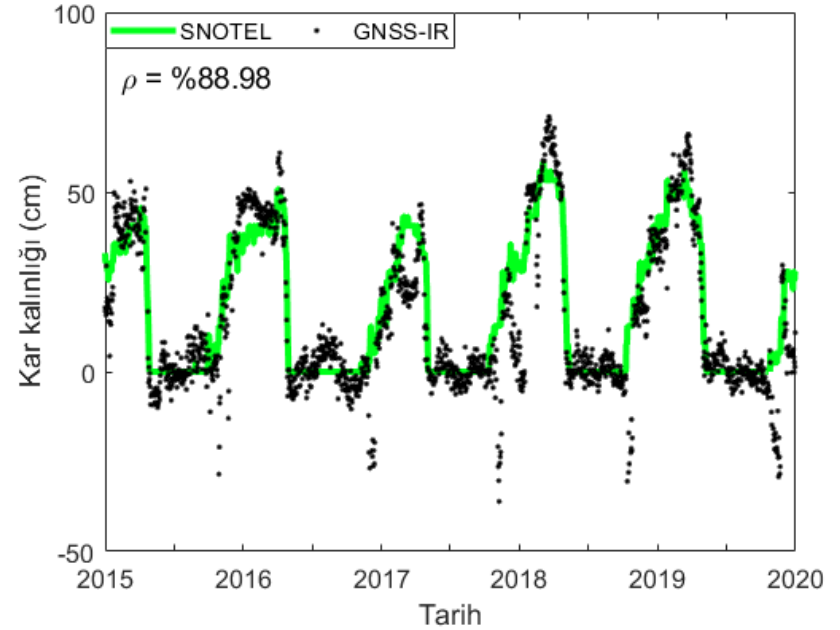
Bulgular

AB39 – S1



S1 verisiyle AS#4 stratejisi izlenerek ve ROD kullanılarak elde edilen kar kalınlığı kestirimleri

AB39 – S2



S2 verisiyle AS#1 stratejisi izlenerek ve ROD kullanılarak elde edilen kar kalınlığı kestirimleri

Sonuçlar

- Bu çalışmada, dört farklı çözüm stratejisi izlenerek S1 ve S2 verileri değerlendirilmiştir. Mevsimsel kar kalınlığı kestirim sonuçlarında doğruluk analizi yapılmış, ROD yöntemi uygulanarak korelasyon değerlerindeki iyileşmeler irdelenmiştir.
- Buna göre,
 - **AB33 istasyonunda;**
 - ✓ S1 verileriyle AS#4 stratejisi izlenerek ve ROD kullanılarak korelasyon **%66.19**
 - ✓ S2 verileriyle AS#4 stratejisi izlenerek korelasyon **%40.07**
 - **AB39 istasyonunda;**
 - ✓ S1 verileriyle AS#4 stratejisi izlenerek ve ROD kullanılarak korelasyon **%94.93**
 - ✓ S2 verileriyle AS#1 stratejisi izlenerek ve ROD kullanılarak korelasyon **%88.98** olarak elde edilmiştir.

Sonuçlar

- İstasyonların konumları elde edilen sonuçlar üzerinde doğrudan etkilidir.



- AB39 istasyonunun S2 verileri dışında en iyi sonuç veren analiz stratejisi olarak AS#4 öne çıkmıştır.
- SNR verisi kullanılarak yapılan kestirimlerden uyuşumsuz olanlar ROD ile tespit edilip atıldığında korelasyon değerlerinin arttığı görülmüştür.
- ROD, GNSS-IR yöntemi ile gerçekleştirilen kar kalınlığı kestirimlerinin iyileştirilmesinde kullanılabilir.

Bilgilendirme

GPS Solutions (2022) 26:16
<https://doi.org/10.1007/s10291-021-01201-3>

GPS TOOLBOX



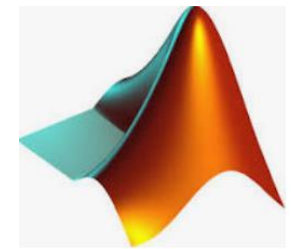
GIRAS: an open-source MATLAB-based software for GNSS-IR analysis

Cemali Altuntas¹ · Nursu Tunalioğlu¹

- GNSS-IR yönteminin; ulusal ve uluslararası düzeyde artan kullanım trendi dikkate alınarak, **tüm kullanıcılara açık bir yazılım geliştirilmiştir.**



GPS Toolbox



Teşekkür

- Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 4261 numaralı Genel Araştırma Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.
- Ayrıca;
 - Hassas yörünge verileri için IGS'e,
 - GPS verileri için UNAVCO'ya,
 - SNOTEL kar kalınlığı verileri için NRCS'ye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- **Altuntaş, C. (2021).** *Sinyal gürültü oranı verileri ile küresel navigasyonu uydu sistemleri reflektometri yönteminin irdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- **Altuntas, C., & Tunalioglu, N. (2022).** GIRAS: an open-source MATLAB-based software for GNSS-IR analysis. *GPS Solutions*, 26(1), 1-8.
- **Hekimoğlu, S., & Erenoglu, R.C. (2013).** A new GM-estimate with high breakdown point. *Acta Geod Geophys* 48, 419–437.
- **Hekimoglu, S., Erdogan, B., Soycan, M., & Durdag, U. M. (2014).** Univariate approach for detecting outliers in geodetic networks. *Journal of surveying engineering*, 140(2), 04014006.



**GNSS-IR
yönteminin
uzun dönem kar
kalınlığı
belirleme
performansının
incelenmesi**

*Investigation of long-term
snow depth retrieval
performance of GNSS-IR
method*



Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu 2021 Yılı Bilimsel Toplantısı, 25-27 Kasım 2021
Turkish National Geodesy Commission 2021 Scientific Meeting, 25-27 November 2021

Dinlediğiniz için teşekkür ederiz.

Cemali Altuntaş^{1,✉}, Nursu Tunalıoğlu¹, Bahattin Erdoğan¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Esenler, İstanbul.
✉cemali@yildiz.edu.tr