

GİRİŞ

Manyetik olarak aktif yıldızlardaki lekeler, gezegen geçiş zamanlarına sistematik bir gürültü katar. Bu çalışmada, Geçiş Zamanı Değişimi (TTV) göstermesi beklenen sistemleri inceleyerek lekeleri hesaba katan modellerimizden elde ettiğimiz sonuçları, standart (lekesiz) modellerle karşılaştırıyoruz. Bu sayede, bu leke anomalilerinin sonuçlara etkisinin mutlaka hesaba katılması gereken bir boyutta olup olmadığını inceleyerek gerçek TTV değişimlerini tespit edebiliyoruz.

HEDEF CİSİM SEÇİMİ

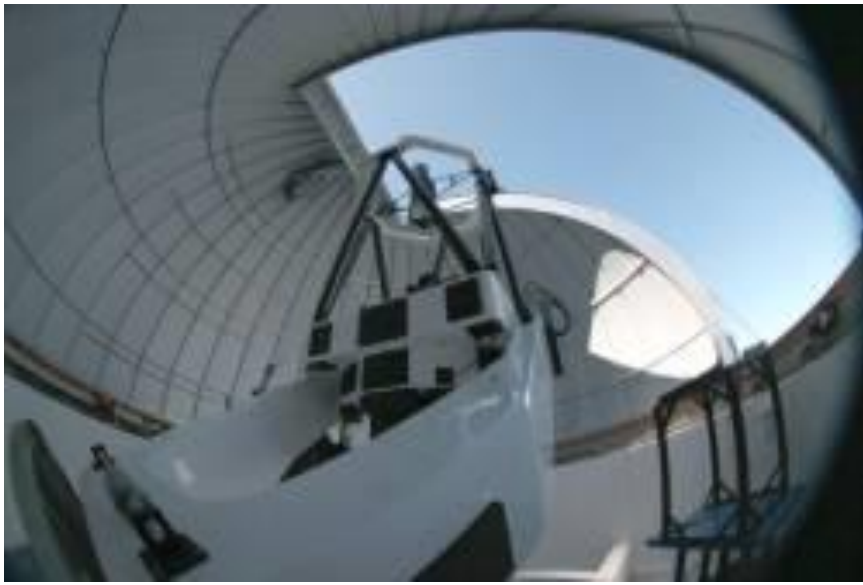
Anormal geçiş belirtileri gösteren manyetik olarak aktif yıldızlara odaklanarak, Siverd vd. (2012) ile Baştürk vd. (2022) çalışmalarından yörünge küçülmesi potansiyeli gösteren sistemlerini belirledik. Bunlar arasından belirgin ışık eğrisi anomalilerine sahip iki sistem seçtik: WASP-52b ve Qatar 2b.

GÖZLEMSEL VERİ

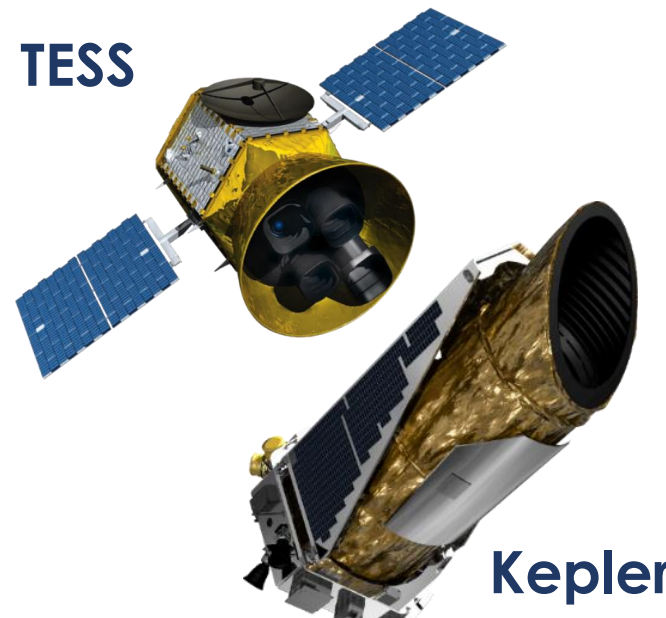
Bu çalışmada, TESS ve Kepler K2 arşivlerinden indirilen geçiş ışık eğrilerinden leke kaynaklı asimetri gösterenler kullanılmıştır. Yer tabanlı gözlemler kapsamında ise Türkiye Ulusal Gözlemevi (TUG) Bakırtepe Yerleşkesi'nde bulunan 100 cm'lik TUG100 teleskobundan elde edilen leke anomalili geçiş ışık eğrilerinden yararlanılmıştır. İlave olarak Qatar 2b cismi için DK154 teleskobundan alınan veriler kullanılmıştır.



DK154

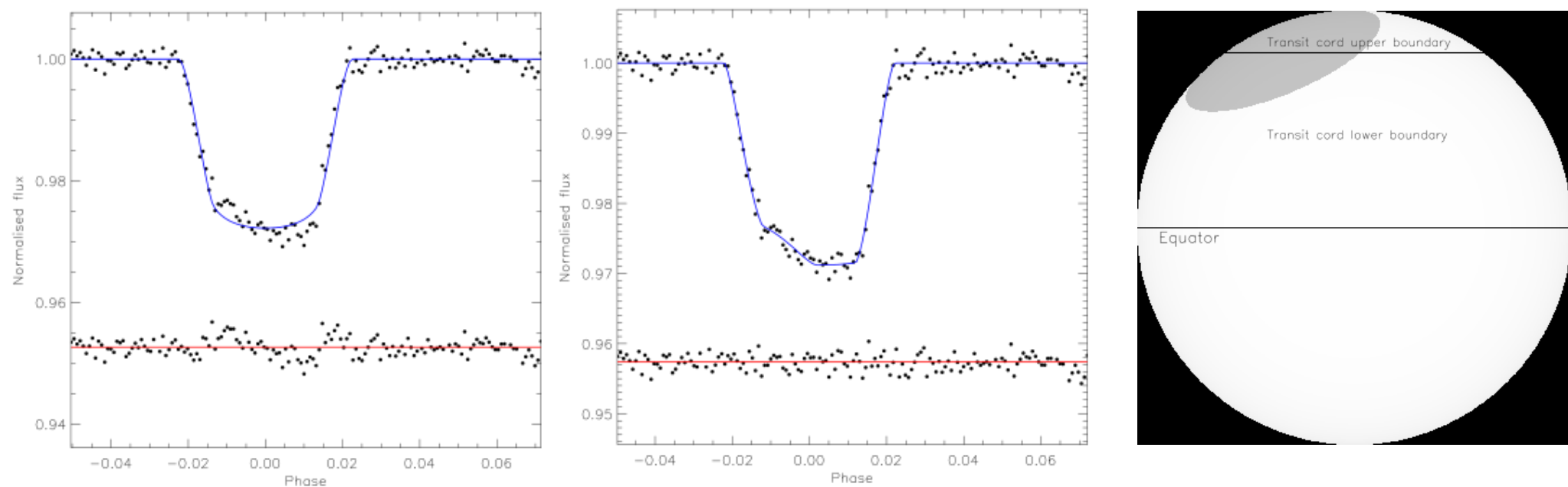


TUG100



GEÇİŞ MODELLEMESİ

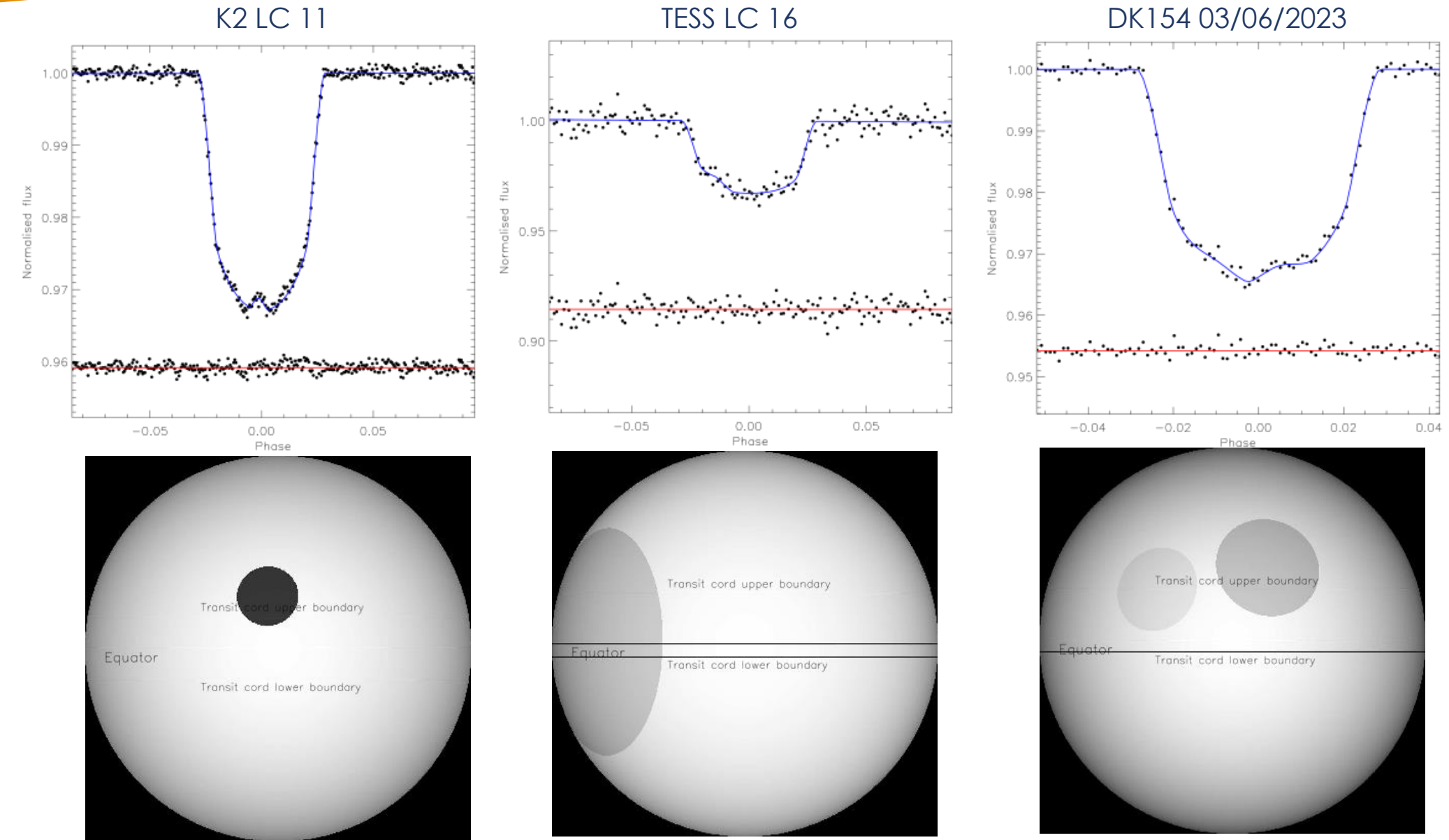
Analizlerde tutarlılık sağlamak amacıyla NASA Exoplanet Archive üzerinden derlenen sistem parametrelerine dayanılarak, geçiş ışık eğrilerindeki anomaliler PRISM-GEMC kodu (Tregloan-Reed vd. 2013) ile modellendi. Geçiş orta zamanları ve bunlara ilişkin belirsizlikler, PRISM-GEMC modellerinden elde edilmiştir.



Şekil 1. WASP-52b ötegezegeninin TUG100 Teleskobu ile 29/07/2016 yılında alınmış geçiş eğrisi. Soldan sağa sırayla PRISM-GEMC ile yapılmış lekesiz ve lekeli modeller, lekeli modelin yüzey parlaklık dağılımı modeli bulunmaktadır.

Model	Geçiş Zamanı (BJD - 2400000)	Fark
Lekesiz	57599.457045 ± 0.000139 (12.05 sn)	Referans
Lekeli	57599.455959 ± 0.000236 (20.47 sn)	- 93.8 saniye

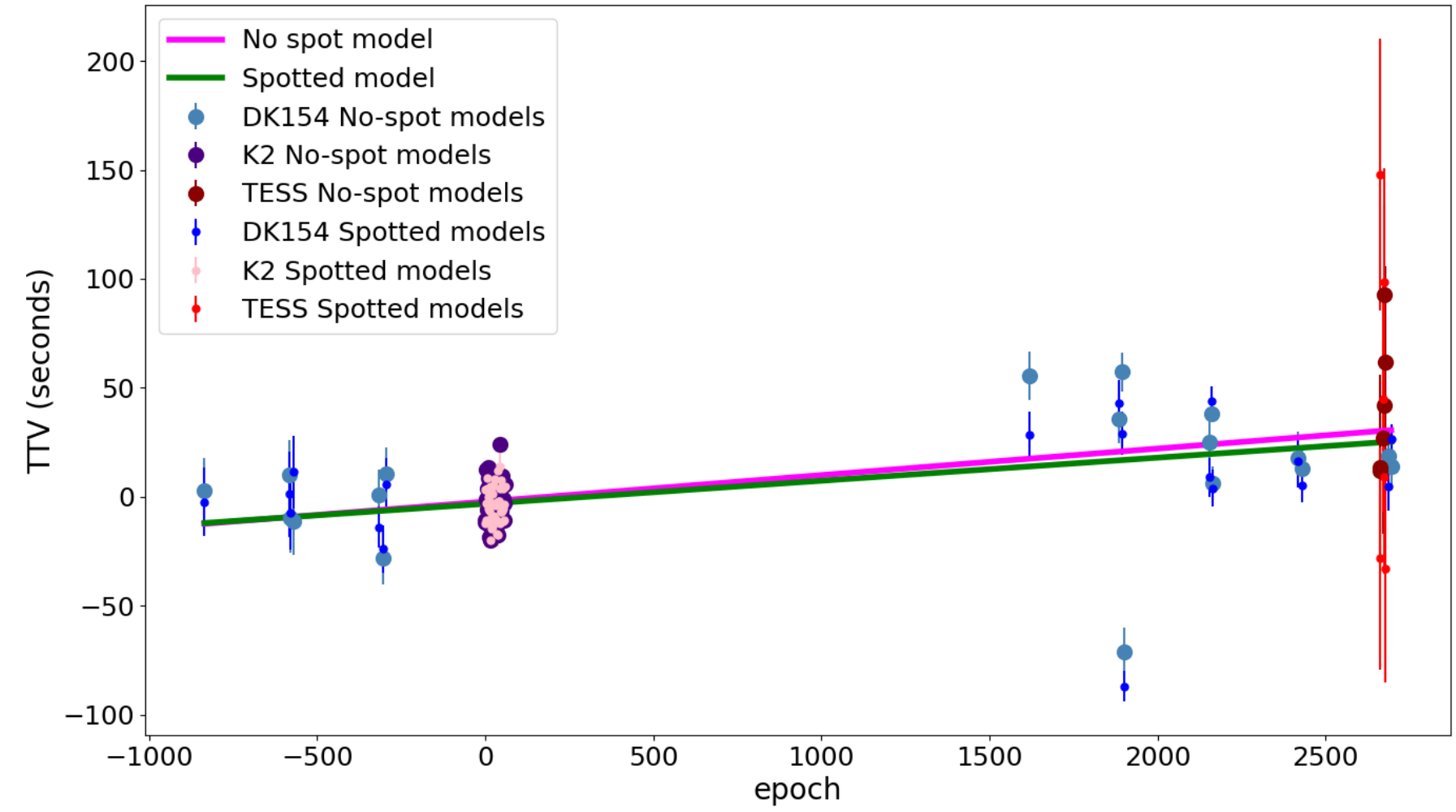
Şekil 1'de görüldüğü üzere t_2 anına denk gelen leke kaynaklı asimetrisinin modellenmesiyle geçiş zamanı ~94 saniye daha erkene çekilmiştir. Bu iki modelden elde edilen geçiş ortası zamanları farkı ~3.9σ seviyesindedir ve yıldız lekесinin TTV ölçümlerine istatistiksel olarak anlamlı bir sapmaya neden olduğunu kanıtlamaktadır.



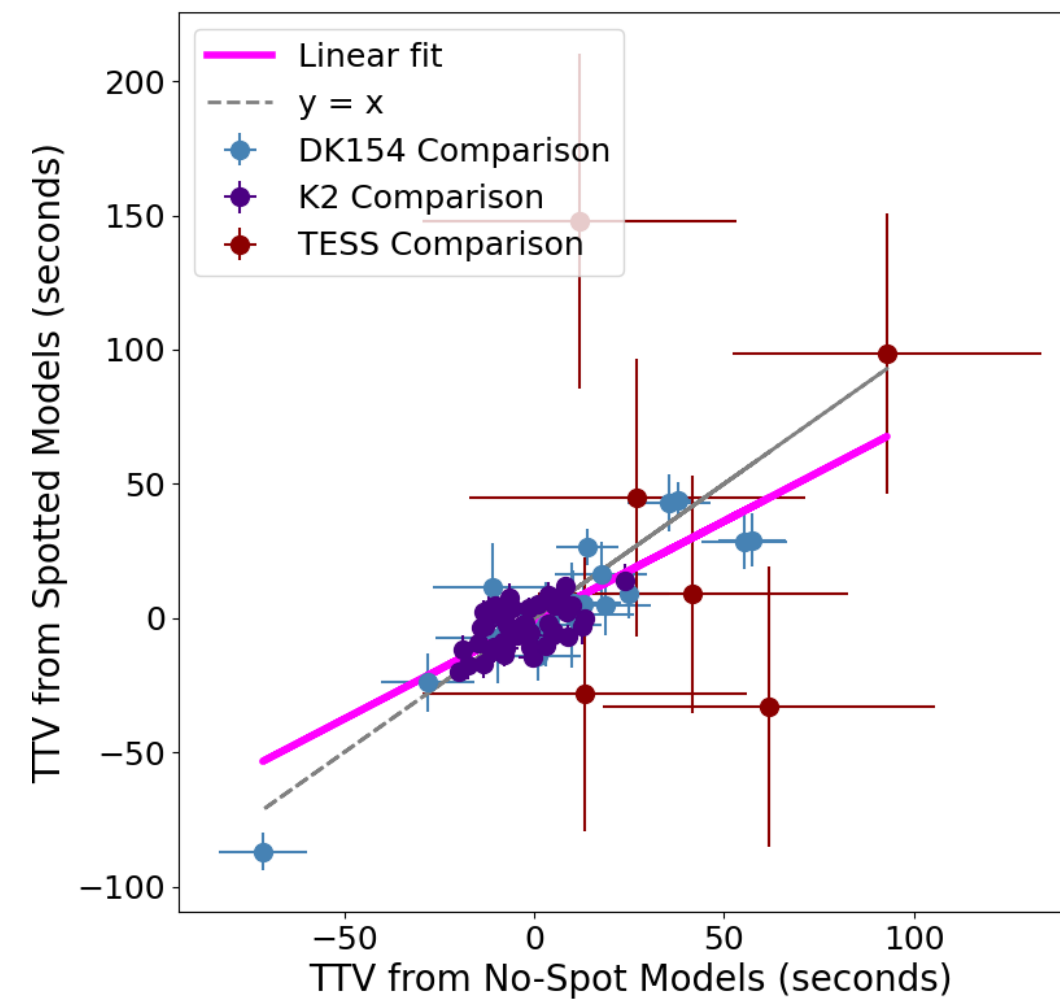
Şekil 2. Qatar 2b ötegezegeninin soldan sağa sırasıyla K2, TESS ve DK154 teleskoplarıyla alınmış geçiş eğrilerinin PRISM-GEMC ile yapılmış lekeli modelleri ve her birinin altında o modele ait yıldız yüzey parlaklığı dağılımı verilmiştir.

GEÇİŞ ORTA ZAMANLARI DEĞİŞİMLERİ

Şekil 3 ile verilen geçiş orta zamanları (TTV) grafiği Qatar 2b cismi için aynı veri setinin lekeler göz ardı edilerek modellenmesi ve lekelerin dikkate alınarak modellenmesiyle elde edilen geçiş orta zamanları ile oluşturulmuştur. Grafik incelendiğinde lekeli ve lekесiz modellere yapılan doğrusal modeller (lineer fit) ile bu iki modelin birbirinden uzaklaştığı görülmektedir.

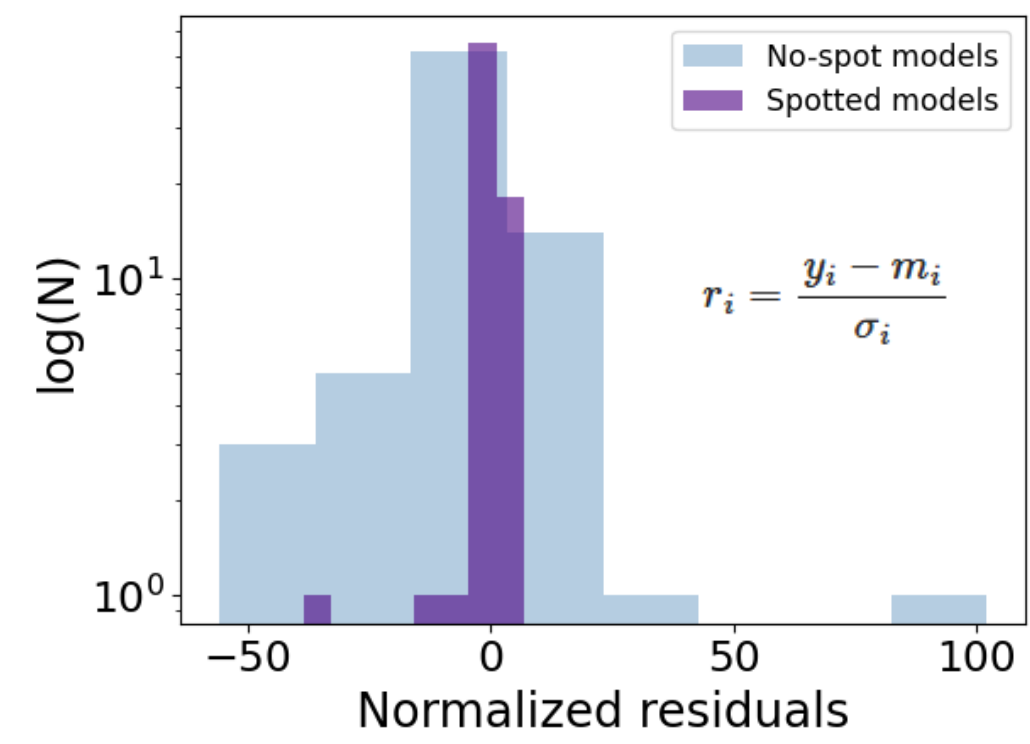


Şekil 3. Qatar 2b için lekeler göz ardı edilerek hesaplanmış geçiş orta zamanlarından ve lekelerin de ele alınarak yapıldığı modellerde elde edilen geçiş orta zamanları kullanılarak oluşturulmuş geçiş orta zamanları değişimi (TTV) grafiği.



Şekil 4. Qatar 2b için TTV-TTV grafiği. Lekeli modellerden elde edilen TTV'lere karşılık lekесiz modellerden elde edilen TTV'ler çizdirilmiştir.

Şekil 4'te iki veri setinin aynı olmadığı (eğim≠1) çok net bir şekilde görülmektedir. Ek olarak bu grafikten TESS verilerinin hassasiyetinin bu analiz için yeterli olmadığı da görülmektedir.



Şekil 5. Qatar 2b geçiş ışık eğrilerinin lekeli ve lekесiz modellerinin normalize artıklarının histogram grafiği.

Şekil 5'te görüldüğü üzere lekeli modellerin saçılmayı azaltırken hata barlarını da daha gerçekçi yaptığı için normalize artıkların dağılımını daha sağlıklı hale getirdiği görülmektedir.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma, 126F094 numaralı proje kapsamında TÜBİTAK 1002 - Hızlı Destek Programı tarafından desteklenmiştir. 26ATUG100-3027 Projesi kapsamında TUG100 Teleskobunun kullanımına yönelik destekleri için Türkiye Ulusal Gözlemcileri'ne; 26C.T80.05 projesi kapsamında T80 teleskobunun kullanımına yönelik destekleri için ise AUKR'ye teşekkürlerimizi sunarız. Gözlemsel verilerinden faydalandığımız DK154 teleskobu ekibine ayrıca teşekkür ederiz. STScI MAST veritabanı ile TESS ve Kepler teleskoplarına ilişkin NASA projelerinin katkılarını belirtmek isteriz.