T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

KALUZA – KLEİN EVRENİNDE SKALER ALAN KARANLIK ENERJİ MODELLERİ

Sevda ERKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİZİK ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR

2019-Haziran

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Sevda Erkan tarafından yapılan "**Kaluza–Klein Evreninde Skaler Alan Karanlık Enerji Modelleri**" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Fizik Anabilim Dalında **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan: Doç. Dr. Nurettin PİRİNÇÇİOĞLU

Üye : Dr. Öğrt. Üyesi F. Figen BİNBAY

Üye : Dr. Öğrt. Üyesi Murat KORUNUR

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 19/06/2019

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../2019

Prof. Dr. Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince, derin bilgi birikimi ve tecrübelerinden istifade ettiğim ve desteğini benden esirgemeyen değerli danışman hocalarım Sayın Doç. Dr. Nurettin PİRİNÇÇİOĞLU'na ve Doç. Dr. Mustafa SALTI' ya teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Lisans ve lisansüstü eğitim sürecimde kendilerinden görmüş olduğum destek ve güvenden dolayı değerli hocam Sayın Prof. Dr. Emine MEŞE' ye ve tez çalışmam sürecinde yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Arş. Gör. İlhan CANDAN'a sonsuz teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Ayrıca tezim süresince maddi ve manevi yönden hiçbir desteğini esirgemeyen başta canım anneme ve ablam Cihan ERKAN'a ve diğer aile bireylerime sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR…… I

İÇİNDEKİLER…… II

ÖZET…… III

ABSTRACT…… IV

ÇİZELGE LİSTESİ…… VI

ŞEKİL LİSTESİ…… VIII

KISALTMA VE SİMGELER …… IX

1. GİRİŞ…… 1

2. KAYNAK ÖZETLERİ…… **7**

2.1. Kaluza-Klein Kuramı…… 9

3. MATERYAL ve METOT…… 13

3.1. Temel Bilgiler…… 13

3.2. Kaluza-Klein Çerçevesinde Holografik Skaler Alan…… 17

4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... 23

4.1. Holografik Karanlık Enerji Yoğunluğunun Fiziksel Özellikleri…… 23

4.2**.** Skaler Alanların Yeniden Yapılandırılması…… 31

4.2.1. Takyon Karanlık Enerji Modeli…… 31

4.2.2. Quintessence Karanlık Enerji Modeli…… 35

4.2.3. DBI-essence Karanlık Enerji Modeli…… 38

4.2.4. Dilaton Karanlık Enerji Modeli…… 44

4.2.5. K-essence Karanlık Enerji Modeli…… 46

5. SONUÇ VE ÖNERİLER…… **49**

6. KAYNAKLAR…… **51**

ÖZGEÇMİŞ..... 59

ÖZET

KALUZA – KLEİN EVRENİNDE SKALER ALAN
KARANLIK ENERJİ MODELLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sevda ERKAN

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI

2019

Temel fizik kuramları birçok skaler alan modeli önerebiliyor olsa da, bu modellerin potansiyelleri için açık bir sonuç elde etmemize imkân sunamamaktadır.

Bu tez çalışmamızda karanlık evrenin doğasını açıklayabilmek adına ileri sürülen fikirlerden olan Kaluza-Klein kuramında holografik karanlık enerji yoğunluğu ile Takyon, Quintessence, DBI-essence, Dilaton ve K-essence dinamiklerini karşılaştırmalı metot ile yeniden ifade edeceğiz. Ayrıca bunlara ek olarak bu skaler alan modellerinin potansiyelleri için de açık bir ifade elde edeceğiz.

Bu bağlamda elde edeceğimiz kuramsal sonuçlar literatüre faydalı çözümler sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Görelilik, Kaluza-Klein, Holografik Yoğunluk, Kütleçekim

ABSTRACT

SKALAR FİELD-DARK ENERGY MODELS İN KALUZA-KLEİN SPACE

MSc. THESIS

Sevda ERKAN

DEPARTMENT OF PHYSICS
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2019

Although basic physics theories can offer many scalar field models, it does not allow us to obtain a clear result for the potentials of these models.

In this study, the Kaluza-Klein theory that the opinions put forward in order to explain the dark universe, the nature of the holographic dark energy density: Takyon, Quintessence, DBI-essence, Dilato and K-essence dynamics'll restate the comparative method. In addition to these, we will get a clear statement for the potentials of these scalar field models. The theoretical results obtained in this context will provide useful solutions to the literature.

Keywords: Relativity, Kaluza-Klein, Holographic Density, Gravitation

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No **Sayfa**

Çizelge 4.1. Model 1 için kozmik zamana karşı hareket denklem parametresinin açılımı, yardımcı parametreler c = 8, ξ = 0.0001 ve λ = ϵ = 1'dir 22

Çizelge 4.2. r için Model 1 deki sayısal analizi 24

Çizelge 4.3. *s* için Model 1 deki sayısal analizi 24

Çizelge 4.4. Model 1 durumunda Jerk parametresinin grafiksel analizi 25

Çizelge 4.5. Model 2 için holografik hareket denklem parametresinin grafiksel analizi 26

Çizelge 4.6. c = 8, ξ = 0.0001, α = -7 ve λ = ε = β = σ = 1 yardımcı parametrelerle $(\vartheta_s^2)^{Mod1}$ hızının sayısal analizi , c = 8, ξ = 0.0001, α = -7 ve λ = ε = β = σ = 1. $(\vartheta_s^2)^{Mod2}$ hızının karesinin sayısal analizi 28

Çizelge 4.7. Model 1 'e göre kozmik zamanın bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_T^2$ (karşılık gelen) nümerik analizler, Model 1 'e göre kozmik zamanın bir fonksiyonu olarak $V_T^{Mod1}(\phi_T)'$ye (karşılık gelen) nümerik analizler 31

Çizelge 4.8. Model 2'ye göre kozmik zaman t'nin bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_T^2$ ve $V_T^{Mod2}(\phi_T)'$ye nümerik analizler nümerik analizler 32

Çizelge 4.9. Model 1'e göre kozmik zaman t'nin bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_Q^2$ nümerik analizleri 34

Çizelge 4.10. Model 2'e göre kozmik zaman t 'nin bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_Q^2$ nümerik analizleri 35

Çizelge 4.11. Model 1 göre $V_{DBI}(\dot{\Phi}_{DBI}^2)$ nın ve Model 2'ye göre $V_{DBI}(\dot{\Phi}_{DBI}^2)$ nın t ye göre değişimi 39

Çizelge 4.12. Model 1'e göre $\dot{\phi}_{DBI}^2$'nin ve Model 2'ye göre $\dot{\phi}_{DBI}^2$ t'ye göre değişimi 40

Çizelge 4.13. Model 1' e göre $T_{DBI}(\phi_{DBI})$ ve Model 2' ye göre $T_{DBI}(\phi_{DBI})$ t'ye göre göre değişimi 41

Çizelge 4.14. Model 1'de $e^{\delta\phi_D}\dot{\phi}_D^2$ 'nin t'ye göre değişimi ve Model 2'de $e^{\delta\phi_D}\dot{\phi}_D^2$ 'nin t'ye göre değişimi 43

Çizelge 4.15. Model 1'e göre $\dot{\phi}_{KQ}^2$'nun t'ye göre değişimi ve Model 2'ye göre $\dot{\phi}_{KQ}^2$'nun t'ye göre değişimi 46

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.1.	Newton'un evrensel kütleçekimi yasası	1
Şekil 1.2.	Evrenimizdeki enerji-madde dağılımı grafiği	4
Şekil 1.3.	Algılanan LIGO / VIRGO kompakt ikili kütlelerin kütleler	5

KISALTMA VE SİMGELER

$R_{\mu\nu}$: Riemann Tensörü

$T_{\mu\nu}$: Enerji-Momentum Tensörü

R : Ricci Skaleri

F : Newton'un Kütleçekim Kuvveti

$G\,(t)$: Zamanla Değişen Kütleçekimi Parametresi

R_H : Karadeliğin Ufku

ds^2 : Metrik Tensör

p : Basınç

$g_{\mu\nu}$: Uzay-Zaman Metrik Tensörü

κ : Evrensel sabittir. ($\kappa = \frac{8\pi G}{c^4} = 2.073\text{x}10^{-48}(c.g.s)$)

ρ : Madde -Enerji Yoğunluğu

$G^{\mu\nu}$: Einstein Tensörü

Γ : Christoffel Bağıntısı

J : Jerk parametrisi

A(t) : Kozmik Ölçek Faktörü

k : Eğrilik Sabiti

u_μ : 5 li vektör

H : Hubble Parametresi

M_P : Planck Kütlesi

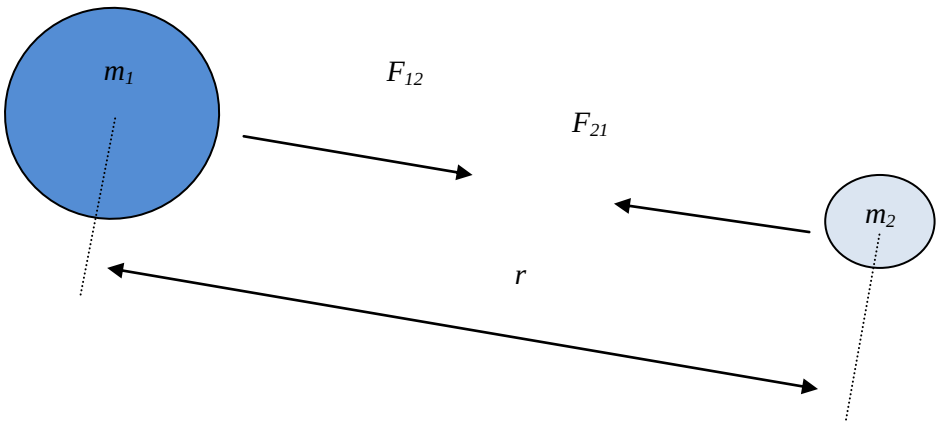
$\Lambda\,(t)$: Zamanla Değişen Kozmolojik Sabit

1.GİRİŞ

Tarih boyunca doğayı anlamada merak edilen problemlerden bir tanesi Serbest Düşme diğeri de Kütleçekim kuramlarını anlamaya çalışmaktır. Galileo ve Newton'un öne sürdüğü eylemsizlik ve kütle çekim kuramları, binlerce yıldır insanoğlunu yargılara ve paradokslara sürükleyen farklı birçok çözüm önerilerini rafa kaldırmış olup insanlığın bilimi anlamadaki bakış açısını tamamen değiştirmiştir. Isaac Newton Kütleçekim kuvvetini ilk kez Principia Mathematica kitabında 1687 tarihinde yayınladı. Newton Kütleçekim kuvvetini ölçen ilk bilim insanıydı. Evrenin her parçacığının çekim kuvveti kütleleri ile doğru, aralarındaki mesafenin karesiyle ters orantılı olduğunu keşfetti. F kütleçekimine bağlı kuvvet, G Newton'un kütleçekim sabiti, m_1 birinci nesnenin kütlesidir, m_2 ikinci nesnenin kütlesidir ve r nesneler arasındaki uzaklıktır. Bu olay klasik mekaniğin bir parçası olup Newton'un kütleçekim kuvveti olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$F=G\,\frac{m_1 m_2}{r^2} \tag{1.1}$$

Denklem (1.1) de görüldüğü gibi Kütleçekim kuvveti mesafenin artmasıyla hızla azalsa da, kuvvetin büyüklüğü, iki cisim arasındaki uzaklık sonsuz büyüklükte olana kadar sıfıra inmez. Evrenin muazzam büyüklüğü ile birlikte, kapsamı sonsuz olmaktan uzaktır. Bu yüzden evrendeki hiçbir cisim kütleçekimsel kuvvetlerden bağımsız değildir. Bunu aynı zamanda güneşin etrafında dönen dünya ile meteorlar ve uydular olarak düşünebiliriz.



Şekil 1.1. Newton'un evrensel kütleçekimi yasası

Doğadaki birçok olayda aynı denklem yapılarıyla ifade edilmekte olup, ters kare yasasına uyup, kuvvetin büyüklüğü iki cisim arası mesafenin karesiyle ters orantılı olmaktadır. Şekil 1.1.'de görüldüğü gibi zıt yüklere sahip iki cisim arasındaki elektriksel kuvvet de bu şekildedir, ancak bunlar tamamen farklı durumlardır. Newton'un kütleçekim kuramı pek çok ifadeyi tek bir kuramla açıklayabilme özelliğini ortaya koymaktadır. Newton bu kuramı oluştururken daha önce farklı çalışmalar yapan bilim insanlarının kabul gördüğü uzay-zamanın birbirinden farklı aynı zamanda değişmeyen olaylar olduğu hipotezini kabul görmüştür. Daha sonralarda ise Einstein 1905'te bunu *Özel Görelilik Kuram*'ı ile açıklamıştır (Saltı 2012).

Einstein'ın 1905 yılında yayınlanan "*On the electrodynamics of moving bodies"* adlı makalesiyle özel görelilik kuramını eylemsiz iki gözlem çerçevesinde ve birbirlerine göre sabit hızla hareket eden cisimler arasındaki durumu açıklama getirmiştir (Einstein 1905). Bu kuramla bütün fiziksel varlıkların ve onların fiziki olaylarının izafi olduğunu açıklamaktadır. Cisimlerin zamanla, zamanın cisimlerle, mekânın hareketle, hareketin de mekânla bağlantılı olduğu ve dolayısıyla bunların hepsinin birbiriyle bağlantılı olduğunu savunmuştur.

Özel görelilik kuramı, zamanın ve aradaki mesafenin gözlemciye bağlı değişimini ifade edip Newton 'un mutlak uzay-zaman kavramına düzeltmeler getirmiştir. Bu kuramla uzay-zaman gözlemciye bağlı olarak farklı algılanabileceğini aynı zamanda madde ve enerji kavramlarını da birleştiren bir kuramdır. Buna göre göreli enerjiyi aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

$$E^2 = m^2c^4 + p^2c^2 \tag{1.2}$$

Burada E enerjiyi, m cisim kütlesi, c ışık hızı ve p ise momentum (kütle x hız) ifade etmektedir. Özel görelilik kuramı, var olan bütün hızların ışık hızına kıyasla çok küçük olduğu durumlarda Newton mekaniği (klasik mekanik) ile benzer sonuçları vermektedir. 1915 yılında Einstein tarafından yayınlanan " *Explanation of the Perihelion Motion of Mercury from General Relativity Theory "* adlı makalesi ile de özel görelilik kuramını daha yaygın bir ifadeye dönüştürüp hareketli durumlar için de geçerli olan kuramı yani Genel Görelilik Kuramı'nı yayınlamıştır.

Genel görelilik Kuramı Newton'un klasik fizikteki kuvvet kavramının tersine dört boyutlu uzay-zaman eğriliğini önermektedir (Einstein 1915). Bunun sayesinde geometri ve enerji ile madde, uzay ile zaman kavramlarının tamamını tek bir eşitlik ile birleştirmeyi başardı.

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu} \quad (1.3)$$

Uzay-Zamanın Geometrisi = Madde Miktarı

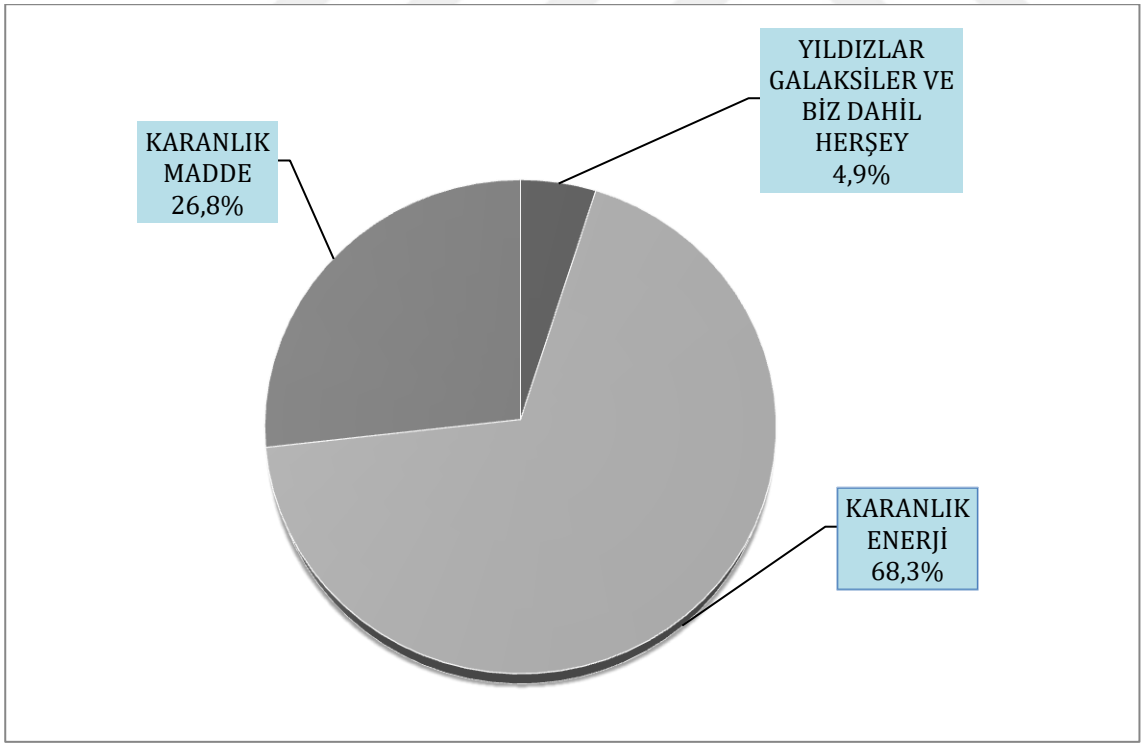
Denklem (1.3)' te görüldüğü üzere, eşitlik genel göreliliğin temelini oluşturan bir denklem olup burada $g_{\mu\nu}$ uzay-zaman metriği, $R_{\mu\nu}$ Riemann tensör, R ricci skaleridir ve $T_{\mu\nu}$ enerji-momentum tensörü ve κ evrensel sabittir. $\kappa = \frac{8\pi G}{c^4} = 2.073\text{x}10^{-48}(c.g.s)$ dir. Yukarıda bulunan eşitliğin bir tarafı uzay-zamanın geometrik yapısını gösterirken (sol), diğer bir tarafında ise enerji-madde dağılımı ile ilgili bizlere bilgi sunmaktadır (sağ). Bu denklem ile beraber olarak problemleri çözmede en önemli sabit olan kozmolojik sabit problemidir. Kozmolojik sabit $\Lambda(t)$ sembolü ile gösterilip, Einstein alan denklemine bu sabitin eklenmesi ile oluşturulmuştur.

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + \Lambda(t) g_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu} \quad (1.4)$$

Einstein 1915'te kütleçekiminin genel çerçevede geometrik etkilerini formülleştirdikten sonra bu çekimin kaynağı sorusuna değinmemiştir. Fakat Newton bu çekimin kaynağını kütle olarak nitelemiş, özel görelilikte kütle basınç ile kaymanın yanı sıra enerji ve momentum yoğunlukları içeren enerji-momentum tensörü olarak adlandırılan daha genel bir nitelik ile tanımlanmıştır. Einstein'ın 1915 yılında yazdığı genel görelilik kuramı, Newton 'un öne sürdüğü formülasyonların tıkandığı yerleri açıklamak adına Newton'un kuramını tamamlayan aynı zamanda onu içeren fikirler öne sürmüştür. Bunu '*Genel Görelilik Kuramı'* diye nitelendirmiştir. Genel görelilik kuramı klasik bir kuram olup, zamanı ve mekânı sürekli kabul eder. Işığın kütleçekimi etkisi altında bükülmesini Newton Kuramından daha kapsamlı ve doğru ifade edilmesinin yanı sıra, Newton kuramının açıklamakta yetersiz olduğu problemlerden biri olan Merkür' ün günberi (*perihelion*) hareketini de açıklamıştır. Bu gezegenimizin hareketini Newton ve Kepler yasalarına uymayıp, açıklanamayan bir hareket olarak tanımlamıştır. Fakat Einstein burada ki kayma olayını ancak genel göreliliğin kütleçekim alan kavramı ile açıklanabilir olduğunu savunmuştur. Dünyamızın ısı kaynağı olan güneşin kütleçekim alanı içerisinde, ona en yakın olması nedeniyle diğer gezegenlerden çok daha büyük bir açısal hızla hareket eden Merkür gezegeni, çok güçlü bir kütleçekim alanı içinde ve çeşitli göreli etkiler altındadır (Gündüz 2008).

Genel görelilik kuramı, kütleçekimini uzay-zamanın geometrisine indirgeyen en güncel kuram olmakla beraber, Newton'un kütleçekimi kuramını tamamlamış ve yerini almıştır. Genel görelilik kuramı 1920 yılından sonra kütleçekimini en genel şekliyle tanımlayan bir kuramdı. Einstein genel görelilik kuramını geliştirip, kuramı evreni anlamak adına kullanmıştır. Dolayısıyla denklemlerini evrene uygulayarak çeşitli evren modellerine homojen ve eş yönlü olarak dağıldığını varsaymıştır.

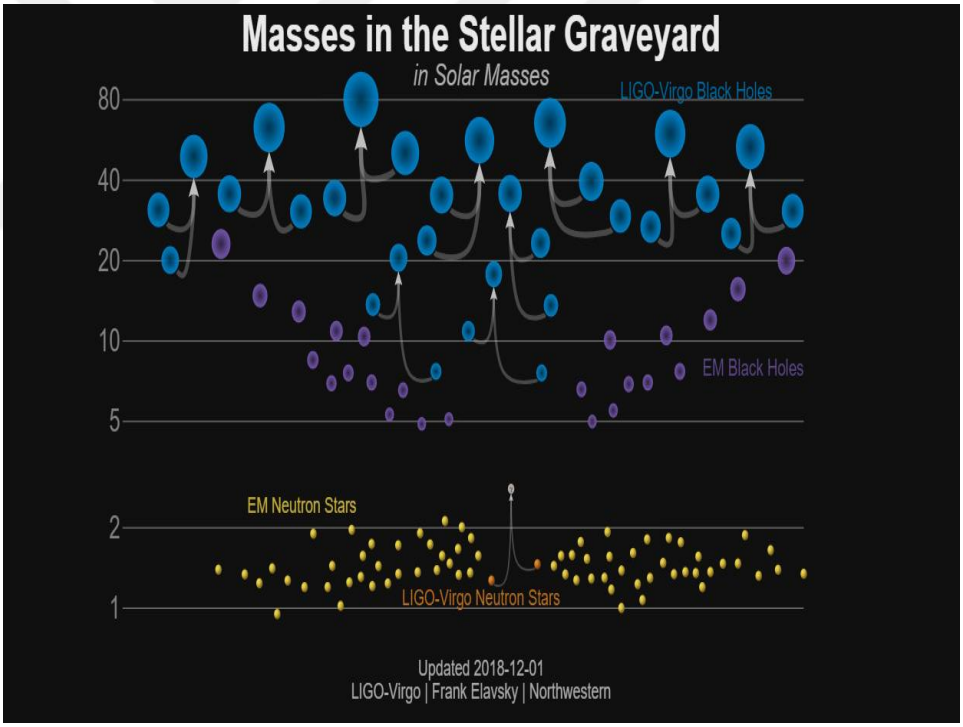
Bu da kozmolojinin ilkesi olarak bilinmektedir. Kozmolojinin ilkesi ile Einstein; genel görelilik denklemlerini evreni anlama adına çözümler geliştirmiş ve sabit olmayan çözümler elde etmiştir (Doko 2015). Genel görelilik kuramı, yaklaşım yöntemimizi ileriye taşımakla kalmayıp bakış açımızı da bütünüyle değiştiren bir kuram olsa da kozmolojide meydana gelen bazı değişimleri halen çok iyi açıklayamamaktadır. Bu değişimlerden biri de evrenin ivmeli bir şekilde genişlemesi olayıdır. Evrenin genişlemesi olayını 1929 yılında Edwin Hubble ilk defa keşfetti. Hubble ilk başlarda '*sarmal bulutsu'* ların ilk uzaklıklarını ölçmeyi başarmıştır. Bunların Samanyolu galaksimizin çok uzağında olduğunu ve orada birer gökada olduklarını göstermiştir. Daha sonralarda daha fazla gökadaların uzaklıklarını ölçünce; uzaklıkları arttıkça bizden artan hızla uzaklaştıklarını keşfetmiş ve bunu Hubble yasası olarak $v=Hd$ (H *Hubble parametresi* , v hız, ve d mesafe) gibi ifade etmiştir (Semiz 2010).



Şekil 1.2. Evrenimizdeki enerji-madde dağılımı grafiği

Literatüre göz attığımızda tanımlanan en güncel kozmolojik gözlemler yardımıyla elde edilen evrenimizdeki enerji-madde dağılımı için sonuçları yukarıda verilmektedir. Şekil 1.2. de belirtildiği üzere evrenimizin % 26,8 i karanlık madde, %68,3 ü karanlık enerji ve % 4,9 ise yıldızlar, galaksiler ve biz dâhil diğer her şeyden oluşmaktadır (Riess et al 1998, Ade 2005, Hinshaw 2013, de Bernardis 2000). Yüz yaşını aşmış genel görelilik kuramı oldukça başarılı bir kuram olup buna ek olarak birçok alternatif yeni kuramlar vardır. Bu kuramlardan biri olarak yüzüncü yılın öngördüğü kütleçekimsel dalgaların keşfi olup, bu da genel kuramın hala günümüzde sağlam bir kuram olduğunu gösteren önemli bir kanıttır.

Kütleçekimsel dalgaların keşfi ise İlk olarak 14 Eylül 2015'de ABD'de Washington ve Louisianada olan ve aralarında 3000 km uzaklık bulunan LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*) girişimölçer alıcının 0.01 saniye aralıklarla ayni kütleçekim dalgalarının sinyallerinin kaydetmesiyle gerçekleşmişti. Bu iki kayıt sinyalin doğruluğu ve bunların uzaydan geldiği aynı zamanda bu kayıt arasındaki zaman farkının da gelen dalganın ışık hızıyla hareket ettiğini saptamıştır.



Şekil 1.3. Algılanan LIGO / VIRGO kompakt ikili kütlelerin kütleleri (Elavsky 2018).

1993 Nobel Fizik Ödüllü ve Roger Hulse birbirini çevreleyen iki nötron yıldızı ile radyo teleskopları yardımıyla izleyerek, birbirini çevreleyen yörüngelerin farklı olduğu ve bu farkın ikili sistem kütleçekimi dalgaları yaymalarının Einstein'ın kuramlarına göre beklendiği şekilde bulunmuştur.

Einstein'ın genel görelilik kuramına göre, birbirini çevreleyen gittikçe hızlanıp ve yan yana gelip dönen iki kara deliğin birbiri içerisine girip tek bir kara delik oluştururken saldıkları kütleçekimi dalgaları gözlenmiştir. LIGO ve Virgo, yalnızca X-ışını çalışmaları ile (mor) daha önce görülenden daha büyük kütlelere sahip yeni bir kara delik popülâsyonu keşfetti. Şekil 1.3. te LIGO / VIRGO (mavi) tarafından tespit edilen, kendine güvenen on ikili ikili kara delik birleşiminin kütlelerini göstermektedir. Ayrıca, bilinen kütlelere (sarı) sahip nötron yıldızları ve ikili nötron yıldız birleşmesi GW170817'nin (turuncu) bileşen kütleleri de gösterilir. Abbott (2016), yaptığı çalışmada, bir çift karadeliğin inspiral ve birleşmesi için genel görelilik ile öngörülen dalga biçimiyle ve sonuçta elde edilen tek kara deliğin halka biçimiyle eşleşmesi gerektiği ve kütleçekim dalgalarının ilk doğrudan tespiti ve bir ikili kara delik birleşmesinin ilk gözlemleri elde edilmiştir. Bunlarda Einstein'ın formülüze ettikleriyle önerilerle tamamen uymaktadır.

LIGO kütleçekim dalgalarının Dünya'yı nanometrenin yüz binde biri kadar genişletip daralttığını ölçtü. Genel görelilik kuramı çok önemli bir gözlemsel kanıt olup bununla birlikte kara deliklerin varlığına dair çok önemli kanıtlar sunmuştu. Dolayısıyla bununla birlikte dünyamıza ulaşan ilk kütleçekimi dalgalarının doğrudan kaydedilmesi anlamına gelmektedir (Svitil 2016). Ancak bu veriler ispatlanmasına rağmen, evrenimizin karanlık tarafı halen çözümsüzlüğünü korumaktadır. Evrenin genişlemesini açıklayan bir kuram olan genel görelilik kuramı, bu genişlemenin ivmeli olduğunu henüz açıklayamamıştır. Dolayısıyla bu ivmeli genişlemeyi açıklayabilme adına ekstra boyutlara sahip modeller önerilmiş ve kullanılmıştır. Bunlardan önemli yere sahip olan kuramlardan biri de beş boyutlu Kaluza- Klein kuramıdır.

Karanlık evrenin doğasını anlayabilmek ve açıklayabilmek adına öne sürülen fikirlerden skaler alan olan Kaluza-Klein kullanılarak Holografik enerji yoğunluğu ile Takyon, Quintessence, Dilaton ve K-essence'ten tipi bazı skaler alanlar için daha önceki çalışmalarda (Setare 2007, Sharif ve Javad 2013, Karami ve Abdolmaleki 2010, Açıkgöz ve ark. 2014, Saltı ve Aydoğdu 2016) inşa edilmişti. Bu çalışmada bunlara ek olarak DBI-esssence modeli de eklenip karşılaştırmalı metot ile hem skaler alanları yeniden ifade edecek hem de potansiyelleri için açık bir ifade elde edebileceğiz.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Yirminci yüzyılın başında doğada var olan iki temel etkileşme; kütleçekimi (gravitasyon) ve elektromanyetizmaydı. Fizik yasalarının göreli bir anlayışa doğru genel eğilimleri modern bilimin erken evrelerinde başlamayıp ortaçağdan başlayan bu eğilim; batı düşüncesine egemen olan ve giderek modern zamanlarda bile etkili olmasına rağmen, dolaylı etkilere sahip fikirler sürdüren eski Aristotelesçi geleneğe karşılık doğmuştur.

Aristoteles (M.Ö.384-322) hareket kavramının iki farklı şekilde olduğunu savunurdu. Bunlardan biri kuvvetle olan hareket diğeride cisimlerin elementlerinden meydana gelen doğal harekettir. Bu cisimlerin var olan bu doğal hareketlerinden başka hareket etmek amacıyla, onlara bir kuvvet uygulaması şarttır. Ona göre kuvvetin tatbikatından daha sonra cisimlerin mevcut hareketi, bu cismin çevresindeki maddesel ortam yoluyla kısa bir süre daha sürdürülür. Bu cisimlerin hareketleri ancak temasla sağlanır. Maddesel ortam şartı, uzaydaki gezegenlerin ve yıldızların hareketi için kullanılmıştır. Yeryüzündeki cisimleri yere çeken kuvvet olarak en basit şekilde tanımlanan kütleçekimi M.Ö. dördüncü yüzyılda yunan filozof Aristoteles'in hiçbir etki ve hareketin sebepsiz olamayacağı inanışıyla başlamıştır. Kendi sisteminde belli bir ağırlığı olan cisimlerin dışarıdan bir çekim kuvvetine maruz kalmadıklarını ancak kendine has olan ağırlıklarından dolayı evrenin merkezine doğru eğilim gösterdikleri ifade etmiştir.

Onyedinci yüzyılda Galileo'nun Aristoteles'in savunduğu kuramın tersine bütün cisimlerin düşerken aynı ivmeli hareket ettiği kuram ile devam etmiştir. Mekanik üzerine önemli çalışmalar yapan Galileo teleskopu kullanarak gözlem yapan ilk bilim insanıdır. Yaptığı ölçümler ile sarkaçtan faydalanıp zaman ölçümünü ilk kez kullanıp fiziksel olaylarda matematiksel işlemler yapılırken geçen zamanın ne kadar önemli bir kavram olduğunu kanıtlamıştır. Fizikte matematikten faydalanılması için zaman kavramının parametreleri olarak kullanılması çok önemli bir olaydır. Daha sonra ise Robert Hooke'un mesafenin ters karesi ile bağlantılı olan bir kütleçekim kuvveti varlığının olması önerisi ile Isaac Newton (1642–1727), matematikçi aynı zamanda astronom Johannes Kepler (1572-1630) sayesinde keşfedilmiş olan;

- *Gezegenler odak noktalarından birinde güneş olan bir eliptik yörüngede hareket eder.*
- *Gezegen ve güneşi birleştiren doğru, eşit zaman aralıklarında eşit alanlar tarar.*
- *Gezegenin periyodunun karesi, yörüngesinin ana eksen uzunluğunun küpü ile doğru orantılıdır.*

Bu yasaları kendi bulduğu kütleçekim kanunu kuvvetini yasasından ve kendi hareket yasaları yoluyla Euclid geometrisinden de yaralanıp Kepler yasalarının matematiksel olarak türetmeyi başarmıştır. Bunları formüle etmek yani; $F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$, formülüze ettiği gibi aralarındaki mesafe veya kütleleri ne olursa olsun doğru kütleçekimsel değeri tanımlayacak bir sabit olması gerektiğini öngörmüştü. Kütleçekimsel sabit ilk olarak Henry Cavendish (1731-1810) aracılığıyla 1797 yılında ölçülmüştür (Feynman 1995).

Cavendish doğrudan bir yöntem ile kuvveti, iki kütleyi ve aralarındaki uzaklığı ölçmeyi bulup bununla birlikte kütleçekim sabiti olan *G* 'yi bulmayı başarmıştır. Kütleçekim kuvveti cismin yüzeyindeki veya yakınındaki fiziksel bütün nesneleri etkileyip ve onlara birer kütleçekim ivmesi kazandıran bir kuvvettir. Cismin kütlesi ister büyük isterse küçük olsun her varlığa uygulanır. Newton'un klasik fizik kuramıyla başlayan, kütleçekim kuramının çözülmesi ve keşfi yirminci yüzyılın başlarında Özel Görelilik ile devam etmiştir. 1905 yılında *Annalen der Physik* adlı bilimsel bir dergiye Einstein 4 önemli makale gönderir. Bunlardan 2 tanesi ''Özel Görelilik'', bir tanesi sıvılar içindeki hareket eden büyük parçacıkların (Brownian) hareketleriyle ilgili diğeri ise ''kuvantum kuramı'' idi. Özel göreliliğin temelleri bu makalelerle başlamıştır. Einstein 1905 te yazdığı ''*hareket eden cisimlerin termodinamiği* '' adlı makalesinde özel görelilik kuramını net bir şekilde ifade etmiştir.

Bunu aşağıdaki iki özel ve temel postula ile ortaya koymuştur (Einstein 1905):

- *Bütün eylemsiz (ivmelenmeyen) referans sistemlerinde fizik yasaları değişmezdir.*

- *Herhangi bir eylemsiz referans sisteminde ışığın hızı diğer eylemsiz çerçeveden bağımsızdır. Yani ışığın hızı bütün eylemsiz gözlem çerçevelerinde sabittir(c dir).*

Bu iki postulattan bütün özel göreliliğin kuramının mantıksal olarak bütün sonuçları çıkmaktadır ve Galileo ilkesinin en genel durumudur. Buna göre mekanik yasalar, bütün referans sistemlerinde aynı olup ve aynı şekilde geçerliliğini korumaktadır. Aynı zamanda tek mekanik deneyle, eylemsiz referans sisteminde mutlak hızın tespit etmenin olası olmadığını savunur. Yani Einstein, mekanik ile birlikte elektromanyetik ve optiği de eklemişti (Schwarz 2004). Bundan dolayıdır ki görelilik kuramında mekanik, optik ve elektromanyetik yasalar tüm eylemsiz referans sistemlerinde eşit derecede geçerlidir, hiçbir mekanik, optik veya elektromanyetik deney yapılarak bir referans sisteminin mutlak hızı tespit edilemez. Einstein hiçbir eylemsiz referans sisteminin ayrıcalıklı olmadığını ve her eylemsiz sistemin eşit şekilde özel olduğunu söyler.

Diğer postula, ışık hızının tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıolmasıdır. Einsteinin bu postulası için deneysel kanıt olmamasına karşın, daha sonraları deneysel olarak doğrulanmıştır. Bunlardan en önemli deneyi 1963'te Alvager'in yaptığı deneydir. Alvager deneyinde ışığın % 99.98 hızıyla hareket halinde pion olarak adlandırılan parçacıkların varlığı ve iki farklı yönde hareket eden foton olarak anılan iki ışık taneciklerine ayrıldığını savunmuştur. Bu klasik fizikte pion'un hareketiyle aynı yönde ayrılan fotonun yaklaşık olarak iki ışık hızı hızında hareket etmesi, diğer yönde hareket eden fotonun ise ışığın % 0.02 hızında hareket etmesi beklenmektedir. Fakat bu iki foton yani ışık taneciği de ikinci postulatın iddia ettiği pion'un hızından bağımsız bir şekilde daima eşit hızla hareket etmektedir (Alvager 1963). Alınan yol, hız ile zamanın çarpımıdır. Bu formül ışığın aldığı yolda da geçerli olacaktır: $x = ct$. Işık hızı sabit olduğundan denklemdeki konum ve zaman birbiriyle orantılıdır. Yani bunlar mekân gibi davranır, uzay zamandan ayrılamaz (Doko 2015).

Özel görelik kuramı, ışık hızıyla hareket eden parçacıkların davranışlarının başarısı ile birlikte kütlenin yoğun bir enerji olduğu ve hızla bu yoğunlaşmanın değiştiğini göstermesi gibi başarıları olmasına karşın evrendeki en etkili kuvvet olan kütleçekim kuvvetini açıklayamamıştır. Özel görelilik kuramı aynı zamanda Newton'un kütleçekim kuramıyla da zıtlık içindeydi. Newton'a göre bir cismin diğer bir cisme göre kütleçekim kuvvet etkisi ansızım yani sonsuz hızla gerçekleşiyordu. 1908 lerde tanınan fizikçilerinden Max Karl Planck ve matematikçi Hermann Minkowski özel göreliliğin kabulüne büyük katkılar sağlamıştır. Hermann Mikowski uzay - zamanın bir arada düşünüldüğü, göreliliğin en doğal şekilde ifade edilebildiği 4-boyutlu düz uzay-zamanı keşfetmiş ve 4-boyutlu yarı-riemann uzayında tanımlı olan genel görelilik kuramına giden yol açılmıştır.

2.1. Kaluza-Klein Kuramı

Beş boyutlu Kaluza-Klein kuramı; Einstein kütleçekimi kuramından beş boyutta başlayarak elektromanyetizmayı kütleçekimi ile birleştirir. Bu nedenle, başlangıçta bu kuram beş boyutlu genel koordinat değişmezliğine sahiptir (Bailin ve Love 1987). Yirminci yüzyılın başlarında en önemli iki temel etkileşme olan kütleçekimi ve elektromanyetik kuvvetlerinin birleştirilmesi için uzaysal ek boyutların olması gerektiği inancı ile 1913 yılında Gunnar Nordström tarafından ilk kez özel görelilik kuramı ile uyumlu bir skaler kütleçekim kuramı kuruldu.

Nordström kendi skaler kütleçekim kuramı kurduktan sonra kütleçekimi ve elektromanyetik kuvvetlerinin bir arada açıklayabilecek bir kuram üzerinde çalıştı. Bunun için Nordström kendi kütleçekim kuramı ile Maxwell in kuramını dört boyutlu uzay-zamana bir ek

boyut ekleyerek birleştirmeyi başardı. Fakat kuramdaki bazı eksikliklerden dolayı kesin bir yargıya varılamadı (Nordström 1914).

1915 ile başlayan ve 1916 da yayınlanan genel görelilik kuramı uzayın şekli, kütleçekimi ve ivmeli hareketlere benzer konuları ele alan bir kuramdır. Özellikle Merkür'ün günberi hareketi ve ışığın kütleçekimsel alanda bükülmesine ilişkin kuramlardan sonra Nordström kütleçekim kuramı uzun yıllar önemini kaybetmiştir. 1916 yılında yayınlanan Genel Görelilik Kuramı evrenin ivmeli olduğunu açıklamada yetersiz olmuş ancak yayınladıktan sonra bilimde ilgi gören bu kuramla Newton fiziği tamamen değişmiştir.

Genel görelilik kuramı yayınlandıktan birkaç yıl sonra, 1919 yılında Theodor Kaluza, Nodström'ün çalışmalarından bağımsız olarak bu beş boyutlu kütleçekim kuramını geliştirip, dört boyutlu alan denklemi ile beraber Maxwell denklemlerini elde edip, orijinal hipotez sonuçlarını 1919'da Einstein'e gönderdiği makalesinde Einstein'ın genel görelilik kuramını Maxwell'in elektromagnetizma kuramıyla ile beşinci ekstra bir boyutun varlığını öngörme ve bunları bir araya getiren ilk çalışma olarak kabul edilmektedir (Pais 1982). Bu çalışma daha sonra Einstein tarafından 1921 sunuldu ve bu yılda yayınlandı (Kaluza 1921).

Kaluza-Klein kuramı 1921 yıllarında Alman matematikçi ve fizikçi Theodor Kaluza aracılığıyla basıldı ve daha sonra 1926 yılında ise Klein tarafından genişletilmiştir. Klein, elektriksel yüklerin kuantizasyonu üzerinde çalışmalarını ilerletip ve kuantum kuramının zeminindeki kuramın Kaluza'nın kuramında varlığı üzerine önerdi. Klein ise beşinci boyutun gözlenebilir olmadığı göstermek için bu boyutun bir küre gibi kompakt bir uzay olduğunu ve yarıçapının oldukça küçük olduğunu önerdi (Klein 1926). Kaluza-Klein dört boyutlu yer ve zamanın ileri bir boyut katılıp beşinci bir boyut etrafında inşa edilip ve sicim kuramına önemli bir öncü olarak düşünülen bir kuramdır. Kaluza-Klein kuramı matematiksel açıdan iyi sonuçlar vermesine rağmen elektromanyetizma ve kütleçekimsel kuvvet arasındaki büyüklük farkını açıklayamamıştır. Fiziksel olarak test edilebilir bir öngörüsü bulunmaması ve kütleçekimsel kuvvet ile elektromanyetik kuvveti birleştirmesi klasik birleşik bir kuram olup burada kuantum mekaniğine yer vermemiş olmasından dolayı başarısız bir birleştirme kuramı olarak nitelendirilmiştir (Tektaş 2012).

Kütleçekim kuramı yirminci yüzyıldan başlayıp doğada bilinen temel etkileşim araçlarından biri olup daha sonraları ise 1922'de Einstein-Cartan Kuramlarıyla devam etmiştir. Einstein-Cartan kuramı genel görelilik kuramı'nın bir modifikasyonu olup, uzamsal dönme momentumunun yoğunluğuna dönme ve eğriliğe ek olarak burulmaya sahip olmalarını sağlar. Modifikasyon 1922 yılında Elie-Cartan tarafından, spin keşfinden önce ortaya atılmıştır (Trautman 2006).

Bu niceliklerle birlikte bu çalışmada kullanacağımız skaler alanlar**;**

- ✓ *Takyon,*
- ✓ *Quintessence,*
- ✓ *DBI-essence,*
- ✓ *Dilaton ve*
- ✓ *K-essence ;*

tipi skaler alanlar olup karanlık enerji yoğunluğu olan modellerden yani Holografik karanlık enerji yoğunluğundan yararlanacağız.

3. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışmasında Friedmann-Robertson-Walker skaler tipi model olan Kaluza-Klein evren modeli için; Takyon, Quintessence, DBI-essense, Dilaton ve K-essence tipi modeller olan skaler alanların dinamikleri gibi bazı skaler alan tanımlamaları ve uygunluklarını geliştirmek için holografik karanlık enerji yoğunluğunda ele alacağız. Daha sonralarda ise, seçilen modeller için kendiliğinden etkileşen potansiyel ve skaler fonksiyonun tam çözümlerini elde edeceğiz.

3.1.Temel Bilgiler

Genel görelilik kuramı, özel görelilik kuramını ele alarak, ivmeli olan tüm gözlemciler için de fizik kanunlarının aynı olduğunu belirtir. Bu kuram, kütleçekimini uzay-zamanın geometrisine indirgeyerek yepyeni bir kütleçekim kuramı olarak Newton'un kütleçekimini de kapsar. Genel Görelilik Kuramı'nın çözümü için tensör, metrik bilgisi, Christoffel bağıntısı ve Uzay zaman genel olarak eğriliğinin Riemann eğrilik tensörü, enerji-momentum(stres-enerji) ve Einstein alan denklemi tensörü bilinmesi gereken niceliklerdir.

Genel Görelilik Kuramı'nın üzerine kurulduğu matematiksel araç tensör cebiridir. Tensör; skaler, vektör ve matrisin genelleştirilmiş bir halidir. Metrik tensör ise Genel görelilik ve kozmolojide önemli bir rol oynayan simetrik bir tensördür. Metrik uzayda iki nokta arasındaki sonsuz küçük yolu tasvir etmektedir, kısaca ds^2 ile gösterilir. Yani $g_{\mu\nu}$ gibi dejenere olmayan bir metrik tanımlarsak ($g_{\mu\nu} \neq 0$) Bu metrik verilen bir uzay zamanda uzaklıklar ve açıların nasıl bulunacağını belirler. Bir uzay zaman mesafesinin uzunluğu (Özaydın 2015):

$$ds^2 = g_{\mu\nu}\, dx^{\mu}\, dx^{\nu} \tag{3.1}$$

şeklinde formülüze edilir ve bu uzunluk koordinat dönüşümleri altında değişmezdir. Görelilik Kuramı'nın çözümü için kullanılan niceliklerden biri de Γ gösterilen Christoffel bağıntısıdır. Bu bir tensör değildir. Bir diğer nicelik ise Riemann Eğrilik tensörü olup bu tensör Christoffel niceliğine bağlı bir tensördür. Bu tensör düz Minkowski uzayından sapmayı belirleyen bir niceliktir.

$R^{\lambda}_{\mu\nu\kappa}$=0 ise uzay-zaman düzdür. Eğrilik Christoffel $\Gamma^{\lambda}_{\mu\nu}$ bağıntısı ile ilgili olup; buradaki indislerden μ türevi alınan temel vektörü, ν hangi koordinata göre türev alındığını, λ sonuçta bulunan vektörün bileşenini niteleyen indislerdir.

$$\Gamma^{\lambda}_{\mu\nu} = \frac{1}{2}\, g^{\lambda\sigma}(\partial_{\mu} g_{\sigma\nu} + \partial_{\nu} g_{\mu\sigma} - \partial_{\sigma} g_{\mu\nu}) \tag{3.2}$$

Burada $\partial_{\mu} = \frac{\partial}{\partial x^{\mu}}$ şeklinde tanımlıdır. Buna bağlı olarak Riemann eğrilik tensörü aşağıdaki denklem ile tanımlanır.

$$R^{\lambda}_{\mu\nu\kappa} = \partial_{\kappa}\Gamma^{\lambda}_{\mu\nu} - \partial_{\nu}\Gamma^{\lambda}_{\mu\kappa} + \Gamma^{\eta}_{\mu\nu}\Gamma^{\lambda}_{\kappa\eta} - \Gamma^{\eta}_{\mu\kappa}\Gamma^{\lambda}_{\nu\eta} \tag{3.3}$$

Riemann eğrilik tensöründe tepedeki indis ile ortadaki indisin büzülmesiyle Görelilik kuramı'nın çözümü için bir diğer nicelik olan Ricci eğrilik tensörü ortaya çıkar. Ricci skaleri; $R = g^{\sigma\kappa} R_{\sigma\kappa}$ olup, Ricci tensörü de :

$$R_{\mu\nu} = g^{\alpha\beta} R_{\alpha\mu\beta\nu} \tag{3.4}$$

şeklinde tanımlanabilir. Einstein denklemleri Riemann eğrilik tensörünün çeşitli büzülmelerini içerir. Genel görelilik kuramında alan denklemlerini oluşturmak adına öncelikle uzay-zamanın herbir noktasında madde yoğunluğunu tanımlayan bir tensör gereklidir. Bu tensör $T^{\mu\nu}$ enerji-momentum (stres-enerji) tensörüdür. $T^{\mu\nu}$ tensörü (*mükemmel akışkanlar için tanımı*) (Carroll 1997):

$$T^{\mu\nu} = \begin{bmatrix} \rho & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p \end{bmatrix} \tag{3.5}$$

şeklinde matris formuyla tanımlı olup ρ, madde-enerji yoğunluğu ve p ise basınçtır.

$$T^{\mu\nu} = (\rho + p)\, u^{\mu} u^{\nu} + p g^{\mu\nu} \tag{3.6}$$

Enerji momentum korunumu nedeniyle enerji momentum-tensörünün kovaryantının türevi sıfırdır ($T^{\mu\nu}; \nu = 0$). Uzay-zaman eğriliği, madde-enerji yoğunluğu ile ilişkilidir. Bu nedenle Riemann eğrilik tensör ile enerji-momentum tensörünün Einstein denklemleri aracılığıyla bağlantılı olduğunu kabul ederiz. Enerji-momentum tensörü ikinci dereceden bir tensör olduğundan; Ricci tensörünün ve metrik tensörünün kovaryant formu kullanılarak $G_{\mu\nu}$ Einstein tensörü elde edilir.

$$G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \tag{3.7}$$

Einstein tensörünün kovaryant türevinin sıfıra eşit olduğundan $G^{\mu\nu}; \nu = T^{\mu\nu}; \nu$ den

$$G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = \kappa\, T_{\mu\nu} \tag{3.8}$$

elde edilir ve bu da Einstein alan denklemi olup, madde ve enerji tarafından üretilen uzay-zaman eğriliğini tanımlar (Weingberg 1972). Genel görelilik kuramında problemleri çözmede en önemli sabit olan kozmolojik sabit problemidir. Kozmolojik sabit Λ sembolü ile gösterilir. Einstein alan denklemindeki alanın yoğunluğu veya vakum enerjisi olarak tanımlanır. Einstein alan denklemine bu sabitin eklenmesi;

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \kappa\, T_{\mu\nu} \tag{3.9}$$

şeklinde Denklem (3.9) da tanımlanmıştır.

3.2. Kaluza - Klein Çerçevesinde Holografik Skaler Alanlar

Genel olarak, evrenin hızla genişlemesinin nedeni olduğunu düşündüğümüz galaktik karanlık enerji-maddeyi tartışmak için ek boyutların varlığının çok yararlı olduğunu biliyoruz. Kaluza (1921**)** - Klein (1926) kuramı çağdaş kuramsal fizikte en önemli çok boyutlu

kuramlardan biridir. Öte yandan, evrenin hızla genişleme aşamasını yorumlamak adına, pek çok teorik öneri var olmasına rağmen, ancak evrenin gizemli karanlık doğası henüz çok iyi bilinmiyor. Ünlü kozmolojik sabit, skaler alanlar (Sen 2014, Martin ve Yamaguchi 2008**)** karanlık enerji yoğunluğu (Fischler ve Susskind 1998,Urban ve Zhitnitsky 2009) galaksiler arası gaz modelleri (Kamenshchik ve ark. 2001, Christensen –Dalsgard 2004) ve modifiye kütleçekimi evrenin karanlık kısmı için olası teorik adaylardır **(**Capoziello ve ark. 2002). Bu çalışmada, aşağıda belirtilen Kaluza- Klein evren modeli formunu kullanıyoruz (Özel ve ark. 2010). Bunun için metriği aşağıdaki gibi tanımlarız.

$$ds^2 = dt^2\text{-}A^2(t)[\frac{dr^2}{1-kr^2} + r^2\,(d\theta^2 + sin^2\theta d\phi^2) + (\,1 - kr^2)dy^2] \qquad (3.10)$$

Burada, A(t**)** kozmik ölçek faktörünü, k ise eğrilik parametresini belirtir. Bu çalışmada, evrenin karanlık madde-enerjiyle doldurulduğu varsayarak, enerji-momentum ilişkisini aşağıdaki formda kabul edeceğiz.

$$T\mu\nu \;=\; (\rho \;+\; p)u_\mu u_\nu \;-\; g_{\mu\nu}\,p \qquad (\mu,\nu = 0,1,2,3,5) \qquad (3.11)$$

Burada,

$$u_\mu\, u^\mu \;= 1 \qquad (3.12)$$

dir. Sırasıyla p basınç**,** ρ enerji-madde yoğunluğu ve u_μ ise 5'li vektörü temsil eder. Bunlara karşılık gelen alan denklemi (Özel 2010);

$$R_{\mu\nu} \;-\frac{1}{2}g_{\mu\nu}\,R + \Lambda(t)g_{\mu\nu} \;= 8\pi G(t)T\mu\nu \qquad (3.13)$$

şeklinde olup $R_{\mu\nu}$ Riemann Tensörü, $g_{\mu\nu}$ uzay-zaman metrik tensörü, R Ricci skaleri, Λ (t) zamanla değişen kozmolojik sabit ve $G(t)$ zamanla değişen kütleçekimi parametresidir. Denklem (3.10) ve Denklem (3.13) 'ü kullanarak aşağıdaki gibi Friedmann denklemleri elde edilebilir.

$$3H^2 + \frac{3k}{A^2} - \frac{\Lambda(t)}{2} = 4\pi G(t)\,\rho \tag{3.14}$$

$$6H^2 + 3\dot{H} + \frac{3k}{A^2} - \Lambda(t) = -8\pi G(t)p \tag{3.15}$$

Burada $H = \frac{\dot{A}}{A}$ kozmik Hubble parametresini tanımlar (Hubble parametresi zamanla değişen bir niceliğe bağlı olduğundan dolayı, bu parametrenin değeri zamanla değişecektir). Ayrıca, süreklilik denklemi aşağıdaki gibi yazılmıştır (Dubey ve ark. 2012):

$$\dot{\rho} + 4H(\rho + p) = \frac{-1}{8\pi G}[8\pi\rho\dot{G} + \dot{\Lambda}] \tag{3.16}$$

Burada kütleçekimin ve kozmolojik parametrelerin zamanla değişen ($\dot{\rho} = \frac{\partial \rho}{\partial t}$, $\dot{G} = \frac{\partial G}{\partial t}$ ve $\dot{\Lambda}=\frac{\partial \Lambda}{\partial t}$ dir.) doğasının, konservatif olmayan duruma neden olduğu görülmektedir. Eşdeğerlik ilkesi nedeniyle de biliyoruz ki;

$$\dot{G} = -\frac{\dot{\Lambda}}{8\pi\rho} \tag{3.17}$$

olup aşağıdaki ifadenin türetilmemize yardımcı olur.

$$\dot{\rho} + 4H(1 + \rho)\omega = 0 \tag{3.18}$$

Burada $\omega = \frac{p}{\rho}$ durum denkleminin parametresidir.

Buna ek olarak, (N+1) boyutla Schwarzschild 1916 yılında kara deliği açıklayan kütle-yarıçapı ilişkisi şu şekilde yazılmıştır (Myers 1987):

$$M = \frac{(N-1)S_{N-1}}{16\pi\hat{G}} R_H^{N-2} \tag{3.19}$$

burada Denklem (3.19) S_{N-1}, birim N-kürenin alanını gösterir, R_H ise kara deliğin ufkunu, $\hat{G}$ ise *(N+1)* boyuttaki kütleçekim parametresini göstermektedir.

Kütleçekimi parametresinin, sırasıyla *(N+1)* boyutlardaki Planck kütlesi ve her zamanki dört boyutlu Planck kütlesi olan M_{N+1} ve M_p 'ye bağlı olduğunu belirtmek önemlidir (Sharif ve Jawad 2012).

$$8\pi\tilde{G} = \frac{1}{(M_{N+1})^{N-1}} = \frac{1}{M_p^2} V_{N-3} \tag{3.20}$$

Burada V_{N-3} ekstra boyutlu bir hacimdir, bu yüzden Denklem (3.19) ile Denklem (3.20) ile birleştirdiğimizde aşağıdaki gibi başka bir forma dönüşür.

$$M = \frac{(N-1)S_{N-1} R_H^{N-2} M_p^2}{2V_{N-3}} \tag{3.21}$$

Holografik karanlık enerji yoğunluğunun yukarıdaki niceliklere göre tanımlarsak (Gong ve Li 2010):

$$\rho_{hol} = \frac{\xi^2(N-1)S_{N-1}\,\Omega^{N-5} M_p^2}{2V_{N-3}} \tag{3.22}$$

Şeklinde Denklem (3.22) ‘de elde edilir.

Burada ξ, rastgele bir parametreyi gösterirken, Ω kızıl ötesi kesimi olup, beş boyutlu Kaluza-Klein evren modeli için Denklem (3.22) 'de N = 4 yazılırsa, $\rho_{hol} = \frac{3\xi^2 S_3}{2\Omega}$ alanı elde edilir. 4-boyutlu küre alanı $S_3 = 2\pi^2\Omega^3$ göz önüne alındığında, $\rho_{hol} = 3\xi^2\pi^2\ \Omega^2$ elde edilir (Saltı 2015). Hubble ufkunun terimi olarak $\Omega = \frac{1}{R_{Hub}}$ kızılötesi kestirim terimidir, burada $R_{Hub} = \frac{1}{H}$ elde edilebilir (Poisson ve Israel 1990, Gong ve Wang 2007). Sonuç olarak, orijinal holografik karanlık enerji yoğunluğundan yararlanabiliriz (Li 2011).

$$\rho_{hol} = 3\xi^2\pi^2H^2 \quad . \tag{3.23}$$

Genel olarak, zaman içinde çok yavaş değişen ξ , rasgele bir parametredir (Karami 2013, Radicella ve Pavon 2010). Bu yüzden $\frac{1}{\xi^2}\frac{d\xi^2}{dt} \leq H$ olup, evrenimizin tarihi boyunca sağlanması gerekir; aksi halde, karanlık enerji yoğunluğu holografi çekirdeği ile aynı olamaz.

Radicella ve Pavon (2010) çalışmalarında göstermiştir ki bu ξ parametresinin kızılötesi uzunluğuna bağlıdır ve son zaman fazında (evresinde) sabit olarak alınabilir (Li 2011). Ayrıca, skaler karanlık enerji alanı modelleri, kozmik genişleme davranışı için anlamlı sonuçlar vermektedir. Bu yöntemde, ilgili mekanizma, negatif basınç sağlayan bir alan sağlar. Temel çekim kuramları birkaç skaler alan önerileri getirir. Ancak kendi kendine etkileşim potansiyellerini farklı olarak tanımlayamazlar. Skaler alan fonksiyonlarını ve potansiyellerini değişkenlikleri için karanlık enerji tanımlarıyla bağlayarak doğru bir şekilde yeniden yapılandırmak için birçok araştırma yapılmıştır (Setare 2007, 2008).

Holografik karanlık enerji yoğunluğu Einstein'ın genel görelilik kuramında bazı skaler alan tanımlarıyla değerlendirildi. Daha sonra, Granda ve Oliveros (2009) da, Friedmann-Robertson-Walker tipi düz evrende skaler karanlık enerji alanları olan takyon, k-essence, dilaton ve quintessence modellerinin holografik formları üzerinde tartıştılar. Bu çalışmalardan sonra Ebrahimi ve Sheykhi (2011), gelişen bir çizgi elemanında skaler karanlık enerji tanımlarının holografik yeniden inşası üzerinde çalıştılar. Sharif ve Jawad (2012) , bazı iyi bilinen skaler karanlık enerji önerileriyle bağlantı kurmak için etkileşimli holografik karanlık enerji yoğunluğuna odaklandı. Bu çalışmalara ek olarak burada bu skaler modellere ek DBI-essence modeli eklenerek karanlık enerji önerileriyle bağlantı kurup, holografik karanlık enerji modeli yoğunlukları kullanılıp problemlere çözüm önerileri ekleyeceğiz.

Bu çalışmanın asıl amacı bunlar ve daha önceki çalışmalara benzer bir çalışma yapmaktır. Buna benzer bir plan ile çalışmamızı ilerleteceğiz. Bir sonraki bölüm bulgular ve tartışma kısmında, holografik karanlık enerji yoğunluğu modelini tanıtıp ve Kaluza-Klein evrenini dikkate alarak bazı kozmolojik sonuçları elde edeceğiz. Devamında ise, bazı skaler karanlık enerji modellerinin dinamikleri üzerinde duracağız. Son olarak, olası sonuçlara yer verilecektir. Tüm sayısal hesaplamalar ve analizler için MATHEMATICA yazılımı kullanılmıştır (Mathematica 2012). Ayrıca elde edilen nümerik analizler bütün modeller için yorumlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Holografik Karanlık Enerji Yoğunluğunun Fiziksel Özellikleri

Friedmann alan denklemlerinden Denklem (3.13) ve Denklem (3.14)'ü birleştirip ve bununla birlikte, Denklem (3.22) 'ün her iki tarafındaki zamana göre türevleri aşağıdaki durum denklemini verir.

$$\omega_{hol} = \frac{p_{hol}}{\rho_{hol}} = -1 - \frac{1}{4\pi H^2}\left[\frac{\dot{G}}{G} + \frac{\dot{\Lambda}}{24\pi^3\xi^2 G} + 2H\dot{H}\right] \tag{4.1}$$

Holografik durum denkleminin evrimsel özelliğini araştırmak için, *Λ (t), G (t)* ve *H(t)* zaman evrimine sahip olmalıyız. Daha sonra, bazı skaler karanlık enerji önerilerinin evrimsel doğasını tartışmak istiyoruz. Bu amaçla, ekstra boyut ve zamanla değişen parametrelerine karşılık gelen etkilerini tartışmak için literatürde verilen iki önemli durum ile başlıyoruz. Ayrıca, yeni gözlemsel verilerle uyuşan, çizgi elemanında uzaysal olarak, yani k = 0 olduğunu varsayacağız (Komatsu et al 2011,2013).

- Model 1: $\Lambda \sim\left(\frac{\dot{A}}{A^2}\right)^2$ yaklaşık olarak alınması durumunda aşağıdaki gibi bir bağlantı verir (Dubey ve ark. 2012).

$$\Lambda(t) = \frac{c}{t^2} \tag{4.2}$$

$$A(t) = t^{\frac{3}{\epsilon(6-c)}} \tag{4.3}$$

$$G(t) = \frac{9t^{\frac{2c}{(6-c)}}}{8\pi\lambda\epsilon^2(6-c)} \tag{4.4}$$

$$H = \frac{3}{\epsilon(6-c)t} \tag{4.5}$$

Burada λ pozitif bir parametre iken ϵ ve c rastgele sabitlerdir. Ayrıca, yavaşlama parametresi aşağıdaki gibidir (Yanar 2016).

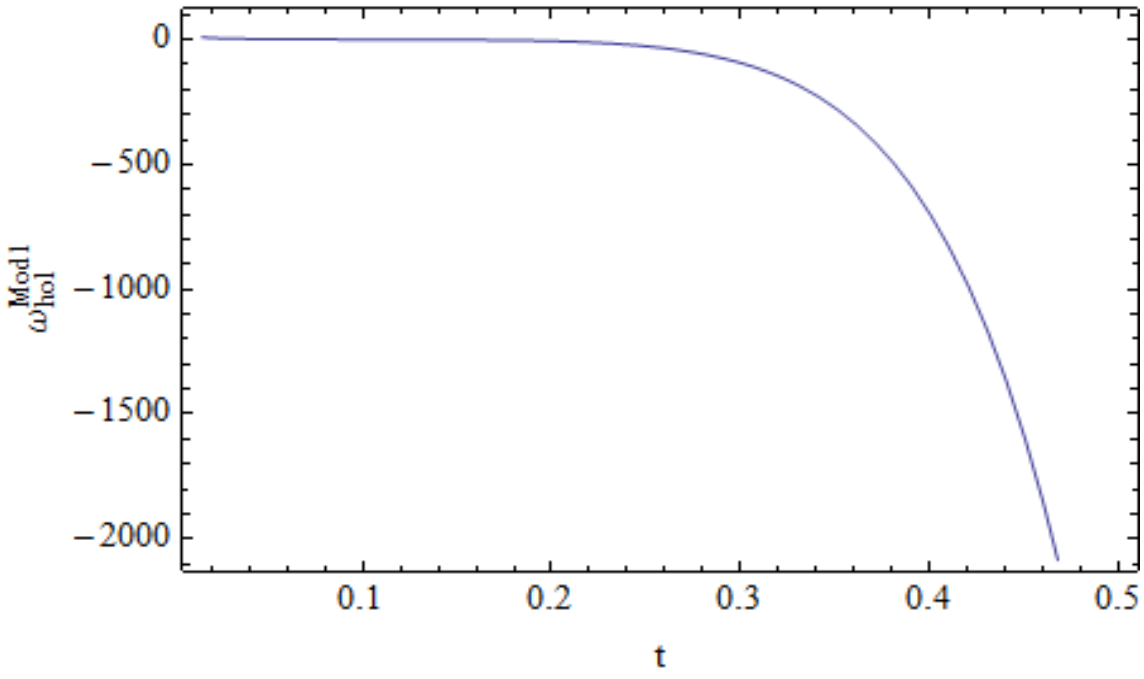
$$q = -1 - \frac{\dot{H}}{H^2} = -1 - \frac{\epsilon(6-c)}{3} \tag{4.6}$$

Evren hızlı genişleme evresinde olduğu için ve Denklem (4.6)' da q < 0 olduğundan ϵ (6 – c) > −3 olmalıdır. Bu yüzden, bu model için holografik durum denklemi olmaktadır.

$$\omega_{hol}^{Mod1} = -1 + \frac{1}{2\pi t} + \frac{c\epsilon^2 t^2 (c-6)}{18\pi t} - \frac{c\lambda\epsilon^4 (c-6)^3}{6\pi^3 (9\xi)^2} t^{\frac{c+6}{c+6}} \tag{4.7}$$

Çizelge 4.1. de Model 1 için holografik durum denklemi çizilmiştir. Durum denkleminin, evrenimizin en özü olan bir evreden hayali bir evreye doğru değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.1. Model 1 için kozmik zamana karşı durum denkleminin açılımı, yardımcı parametreler c = 8, ξ = 0.0001 ve λ = ϵ = 1'dir.



Daha önce de belirttiğimiz gibi, literatürde birçok teorik karanlık enerji modelleri vardır. Bu modellerin bir kısmı, boyutsuz durum belirleyici tanı parametrelerini sunarak modelden bağımsız bir şekilde analiz edilmiştir. Durumlar aşağıdaki gibi kozmik ölçek katsayısı *A (t)* cinsinden yazılmıştır (Debnath ve Jamil 2011, Sahni ve ark. 2003).

$$r = \frac{1}{AH^3}\frac{d^3A}{dt^2} \quad , \tag{4.8}$$

$$s = \frac{r-1}{3q-\frac{3}{2}} \quad , \tag{4.9}$$

Dolayısıyla, Model 1 için aşağıdaki ilişkileri elde ederiz;

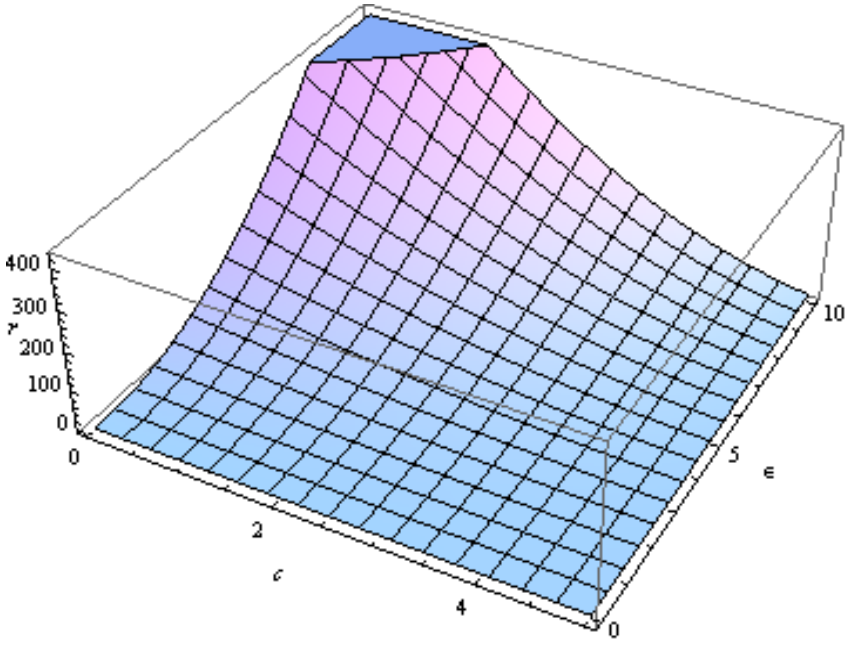
$$r = \frac{1}{9}[3-\epsilon(6-c)][3-2\epsilon(6-c)] \quad , \tag{4.10}$$

$$s = \frac{2\epsilon(6-c)}{9}\frac{9-2\epsilon(6-c)}{9+2\epsilon(6-c)} \quad , \tag{4.11}$$

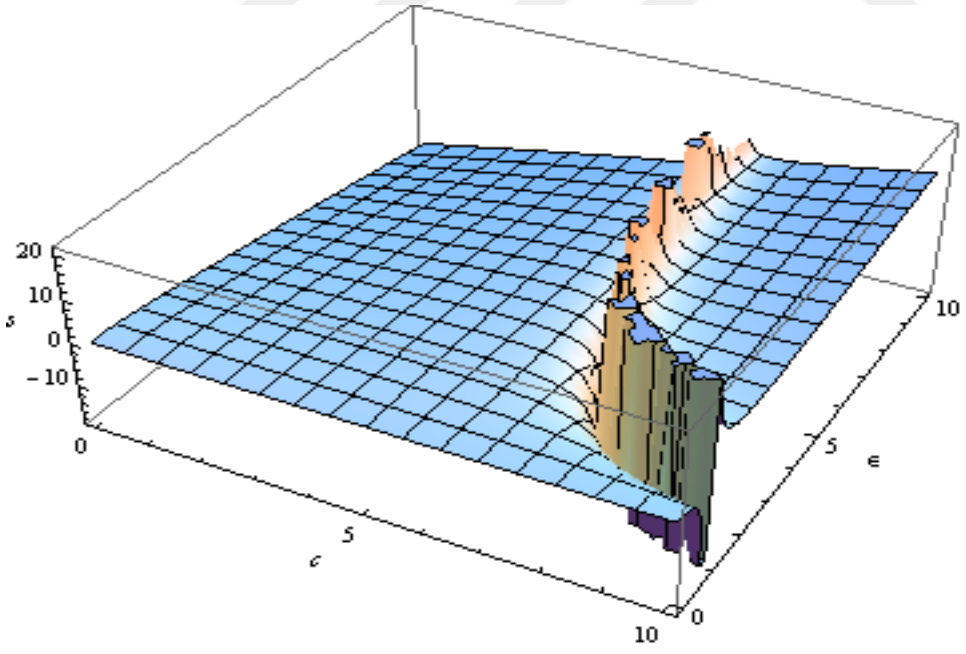
$$r(s) = 1 + s\left[\epsilon(c-6) - \frac{9}{2}\right] \tag{4.12}$$

{r, s} grubu formları, Hubble ve yavaşlama parametreleri bir sonraki adımı oluşturur. Örneğin, kozmolojik sabit için {1,0}, {1,1} ve {∞, −∞} de, standart soğuk karanlık madde ve Einstein statik evren modelleri ayrı ayrıdır (Debnat 2008). Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3.' te Model 1 için grafiksel olarak durum parametrelerini analiz ettik.

Çizelge 4.2. r için Model 1 deki sayısal analizi



Çizelge 4.3. s için Model 1 deki sayısal analizi



Jerk parametresi j, evrenin dinamiklerini anlamada yardımcı olabilecek diğer önemli kozmolojik niceliktir.

ΛCDM (soğuk karanlık madde modeli) modeline benzeyen kozmolojik modeller bu önemli parametrenin yardımıyla araştırılabilir (Visser 2005, Sahn 2007). Dikkat edilirse Standart ΛCDM modelinin Baryonic Acoustic Observations (Beutler 2011), Planck Collaboration Observations (Ade et al 2016), Boomerang Collaboration observations (Bernadis 2000) ve Joint Light-curve Analysis (Betoule 2011) şu anki bu kozmolojik verilere göre gayet iyi durumdadır. Sonuçlarla uyumlu olduğunu hatırlayalım. Düz alanda Jerk parametresi;

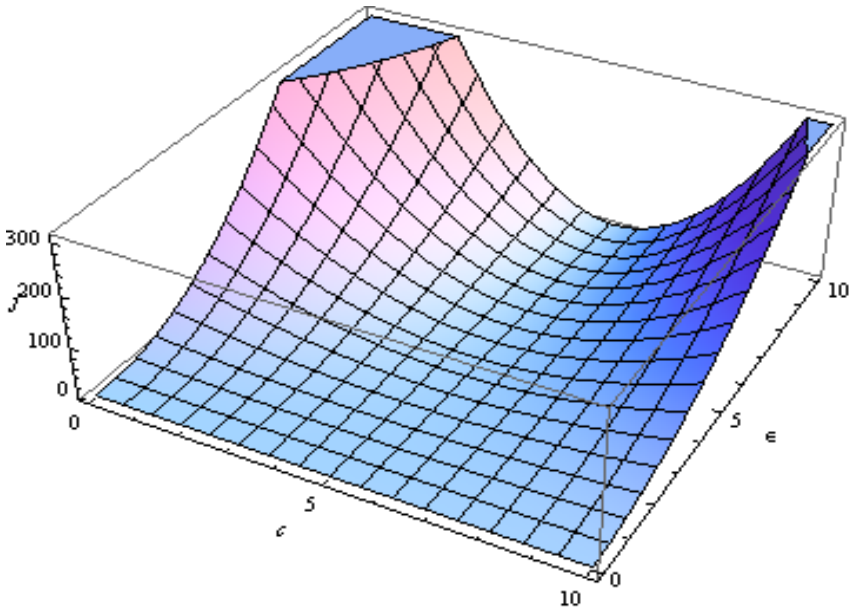
$$j = \frac{A^2}{\dot{A}^3}\frac{\mathrm{d}^3 A}{\mathrm{d}t^3} \tag{4.13}$$

ile verilir. Model 1 durumunda holografik karanlık enerji yoğunluğunun Kaluza-Klein formu için, yukarıdaki ilişki;

$$j = \frac{1}{9}\ (3\ +\ \epsilon[c-6])(3\ +\ 2\epsilon[c-6]) \tag{4.14}$$

şeklinde yeniden yazılabilir. Bu da Çizelge 4.4.'te grafiksel olarak ele alınabilir.

Çizelge 4.4. Model 1 durumunda Jerk parametresinin grafiksel analizi



- Model 2: $\Lambda \sim \frac{\ddot{A}}{A}$ olarak alınması durumunda aşağıdaki gibi bir bağlantı bulunabilir (Dubey ve ark. 2012).

$$\Lambda(\mathrm{t}) = \frac{2\beta}{t^2} \tag{4.15}$$

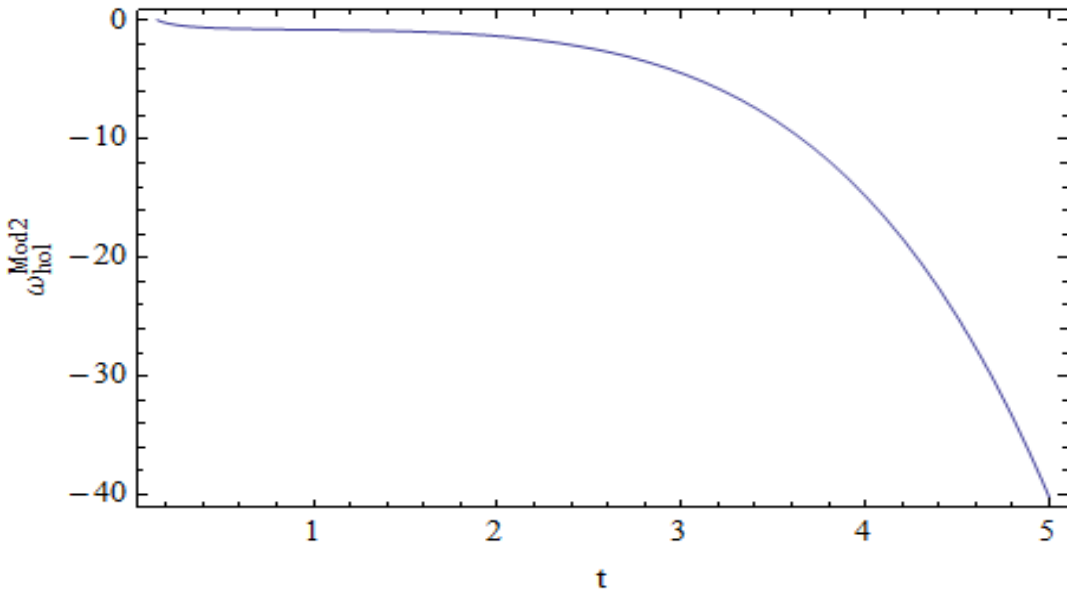
$$A(t) = \frac{3(1-2\alpha)}{3-\beta\alpha} t^2 \tag{4.16}$$

$$G(t) = \frac{\beta}{16\pi\sigma\alpha}\left[\frac{3(1-2\alpha)}{3-\beta\alpha}\right]^{4\alpha} t^{8\alpha} \tag{4.17}$$

$$H = \frac{2}{t} \tag{4.18}$$

Burada σ pozitif sabit iken α ve β iki serbest parametreyi ifade eder. Model 2'de $q = -\frac{1}{2}$, $r = 0$, $s = \frac{1}{3}$ ve $j = 0$ dır. Bu yüzden, ikinci model için holografik durum denklemi Denklem (4.1) ile aşağıdaki ilişkiye dönüşür.

Çizelge 4.5. Model 2 için holografik durum denkleminin grafiksel analizi



$$\omega_{hol}^{Mod2} = -1 + \frac{1}{2\pi t} - \frac{\alpha t}{2\pi} + \frac{\sigma\alpha}{6\pi^3\xi^2}\left[\frac{\alpha\beta - 3}{3(2\alpha-1)}\right]^{4\alpha} t^{-1-8\alpha} \tag{4.19}$$

Model 2 için holografik durum denkleminin evrimsel davranışı, Çizelge 4.5.'te gösterilmektedir. Bu durum denklemi, hayalet modeli gibi benzeri davranışı için −1'i geçebileceğini görüyoruz. Buna ek olarak, Kaluza-Klein tipi holografik karanlık enerji yoğunluğu modelinin kararsızlığını tartışmak için lineer pertürbasyonu da denenebilir. Karanlık enerjinin kararlılığını ses hızının karesinin karakterize ettiği bilinmektedir. Sesin hızını genellikle (Peebles 2003):

$$\vartheta_s = \sqrt{\frac{\dot{p}}{\dot{\rho}}} \tag{4.20}$$

gibi yazarız. $\vartheta_s^2 < 0$ durumda, klasik olarak kararsız karanlık enerji modellerini ima eder. Denklem (3.22) ve Denklem (4.1)'da verilenler

$$p_{hol} = \omega_{hol}\rho_{hol} = -\frac{3\pi\xi}{4}\left[\frac{\dot{G}}{G} + \frac{\dot{\Lambda}}{24\pi^3\xi^2 G} + 4\pi H^2 + 2H\dot{H}\right] \tag{4.21}$$

yol açar. Böylece, Model 1 ve Model 2 ye ait hızlar;

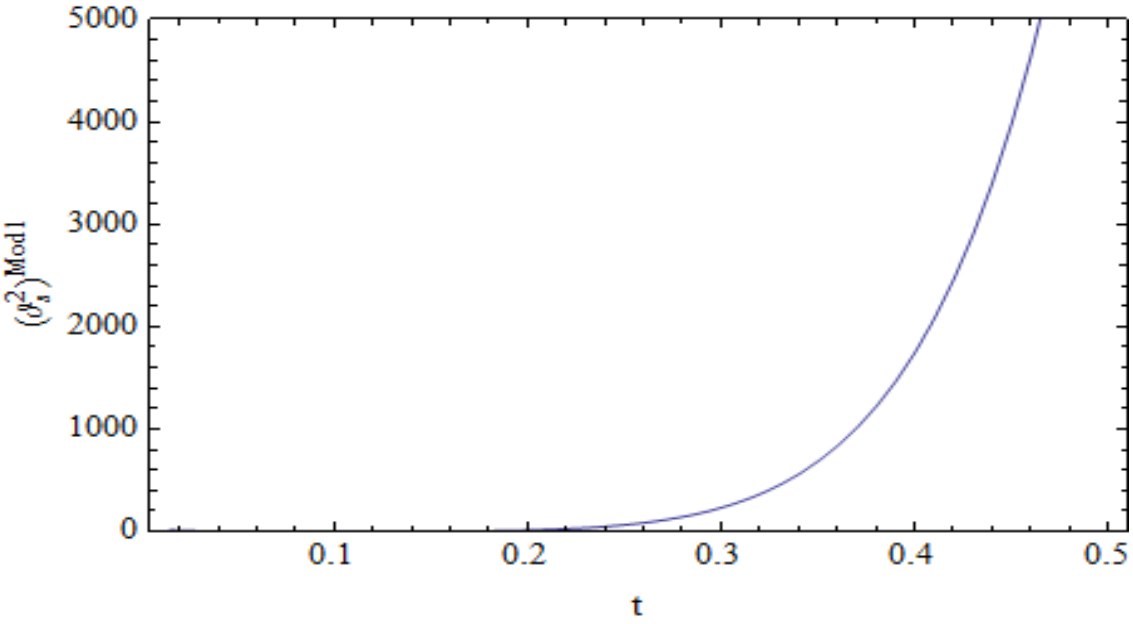
$$(\vartheta_s^2)^{mod1} = -2 + \frac{3}{4\pi t} + \frac{c\epsilon^2(c-6)}{4\xi^2(3\pi)^3}\left[27\pi^2\xi^2 t^{\frac{12}{6-c}} - \lambda\,\epsilon^2\,(c-6)(c-18)\right] t^{\frac{c+6}{c-6}} \tag{4.22}$$

şeklinde bulunabilir.

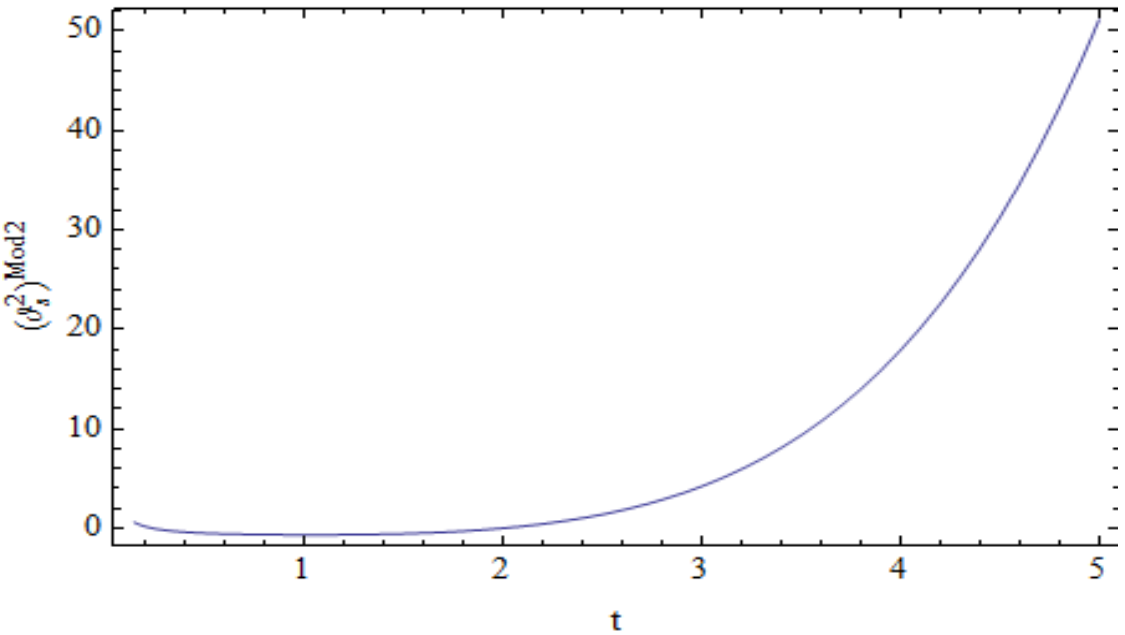
$$(\vartheta_s^2)^{Mod2} = -2 + \frac{3-\alpha t^2}{4\pi t} + \frac{\sigma\alpha(3+8\alpha)}{12\pi^3\,\xi^2\,t^{1+8\alpha}}\left[\frac{\beta\alpha - 3}{3(2\alpha-1)}\right]^{4\alpha} \tag{4.23}$$

bulunur. Çizelge 4.6.a. ve Çizelge 4.6.b.‘ de, özel modeller için sesin hızının karesinin evrimsel davranışı çizilmiştir. Her ikisinin de anlamlı sonuçlar verdiği görülebilir.

Çizelge 4.6.a. c = 8, ξ = 0.0001, α = -7 ve λ = ε = β = σ = 1. yardımcı parametrelerle $(\vartheta_s^2)^{Mod1}$ için sayısal analizi



Çizelge 4.6.b. c = 8, ξ = 0.0001, α = -7 ve λ = ε = β = σ = 1. yardımcı parametrelerle $(\vartheta_s^2)^{Mod2}$ için sayısal analizi



4.2. Skaler Alanların Yeniden Yapılandırılması

Evrenimizin hızlı genişleme davranışlarının mevcut açıklaması, ilk aşamada olan şişmeye dayanmaktadır. Bu inanışla beraber, kozmolojik sabit ve şişme evresinde de benzer özellikler olduğuna inanılmaktadır. Ayrıca, skaler karanlık enerji alan tanımları, ilk çağlardan esinlenerek ortaya çıkmıştır. Bu yüzden böyle karanlık enerji adaylarının dinamik bir doğası var ve hızlı genişlemeyi açıklamak için kullanılırlar. İşte bu açıdan skaler karanlık enerji alan modellerinin yeniden yapılandırılması Kaluza-Klein tipi holografik senaryoda farklı sonuçlar doğuracaktır.

4.2.1. Takyon Karanlık Enerji Modeli

Takyon skaler alan karanlık enerji tanımı, −1 ile 0 arasında değişim yapan çok önemli durum denklemine sahiptir (Pasqua ve ark. 2012, Gibbons 2002). Dolayısıyla bu öneri, enflasyon evresi ve karanlık enerjiyi açıklamak için uygun bir model olarak kullanılabilir (Mazumdar ve ark. 2001, Padmanabhan 2002) . Hızlı genişlemeli bir evren anlamına gelse de, takyon skaler alan karanlık enerji modeli hayalet benzeri bir enerjiye sahip değildir (Pasqua ve ark. 2012).

Skaler alan karanlık enerji adayı takyon, aşağıdaki enerji yoğunluğu ve basıncı ile tanımlanır.

$$\rho_T = V_T(\phi_T)(1 - \dot{\phi}_T^2)^{-1/2} \tag{4.24}$$

$$p_T = -V_T(\phi_T)(1 - \dot{\phi}_T^2)^{1/2} \tag{4.25}$$

Burada V_T (ϕ_T), takyon skaler alanı potansiyelidir. Dolayısıyla, takyon alanına karşılık gelen durum denklemi $\omega_T = \dot{\phi}^2$- 1 olarak yazılabilir. Kaluza-Klein modelinde Holografik Karanlık Enerji yoğunluğu ile takyon skaler alan karanlık enerji modeli arasındaki bağlantı $\rho_T = \rho_{hol}$ ve $p_T = p_{hol}$ şeklinde bir eşitliğe yol açar.

$$\dot{\phi}_T^2 = 1 + \omega_{hol} = -\frac{1}{4\pi H^2}\left[\frac{\dot{G}}{G} + \frac{\dot{\Lambda}}{24\pi^3\xi^2 G} + 2H\dot{H}\right] \tag{4.26}$$

$$V_T(\phi_T) = \rho_{hol}\left(1 - \dot{\phi}_T^2\right)^{\frac{1}{2}} = 3\xi^2\pi^2H^2\sqrt{\left[1 + \frac{1}{4\pi H^2}\ \frac{\dot{G}}{G} + \frac{\dot{\lambda}}{24\pi^3\xi^2 G} + 2H\dot{H}\right]} \qquad (4.27)$$

Yukarıdaki eşitliklerden, $-1 \leq \omega_{hol} \leq 0$ olması koşuluyla, takyon alanının kinetik enerji teriminin ve kendi kendine etkileşim potansiyelinin mevcut olabileceğini göstermektedir. Bu yüzden hayali enerji evresini aşmaz. Daha önce tanıtılan Model 1 ve Model 2 den yararlanarak;

$$\phi_T^{Mod1} = \phi_T^0 + \int_0^t \sqrt{\frac{c\epsilon^2(\,c-6-)t}{18\pi} - \frac{1}{2\pi t} - \left(\frac{c-6}{3}\right)^3 \frac{c\lambda\epsilon^2}{18\pi^2\xi^2}\ t^{-1+\frac{2c}{c-6}}}\ dt \qquad (4.28)$$

$$V_T^{Mod1}(\phi_T) = \frac{\xi}{\epsilon^2\,(6-c)^2\,t^2}\left(\frac{3\pi}{2}c\lambda\,\epsilon^4\,(c-6)^3\,t^{1+\frac{2c}{c-6}} - \frac{81\pi^3}{2}\frac{\xi^2}{t}[9(2\pi t-1) - ct^2(c-6)\,\epsilon^2\,]\right)^{\frac{1}{2}} \qquad (4.29)$$

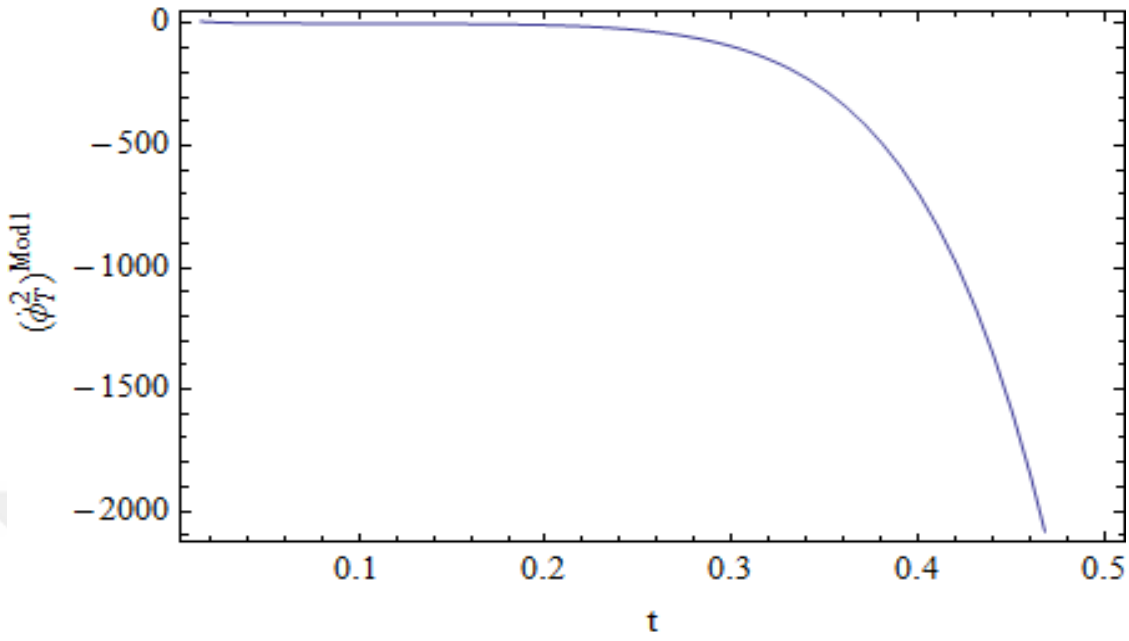
$$\phi_T^{Mod2} = \tilde{\phi}_T^0 + \int_0^t \sqrt{\frac{1-\alpha t^2}{2\pi t} + \frac{\sigma\alpha}{6\pi^3(\xi)^2}\left[\frac{3-\alpha\beta}{3(1-2\alpha)}\right]^{4\alpha} t^{-1-8\alpha}}\ dt \qquad (4.30)$$

$$V_T^{Mod2}\,(\phi_T) = \frac{2\pi^2\xi^2}{t^2}\left[\frac{6\pi\,\sigma\alpha}{\xi^2 t^{1+8\alpha}}\ \left[\frac{3-\alpha\beta}{3(1-2\alpha)}\right]^{4\alpha} + \frac{18\pi^3}{t}\ (\,2\pi t\ +\ \alpha t^2 - 1)\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (4.31)$$

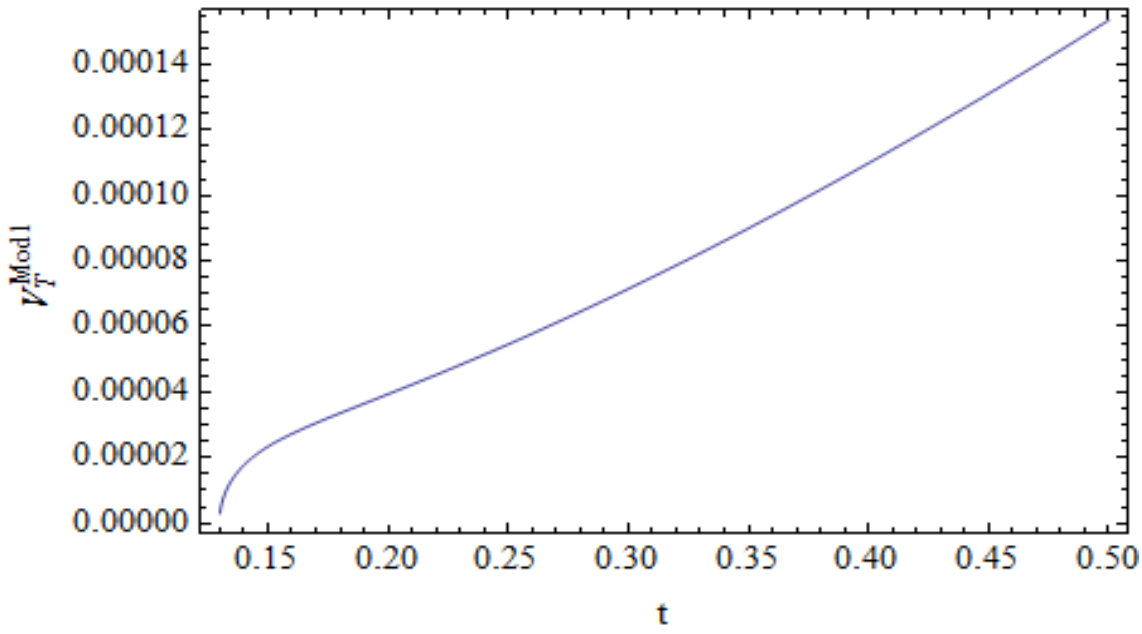
verilir. ϕ_T^0 ve $\tilde{\phi}_T^0$ integrasyon sabitleridir. Çizelge 4.7.a., Çizelge 4.7.b,. Çizelge 4.8.a., ve Çizelge 4.8.b., takyon skaler alanının karanlık enerji modellerinin Holografik modelde yeniden yapılandırılması için, sırasıyla Model 1 ve Model 2'ye göre kozmik zamanın bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_T^2$ ve $V_T(\phi_T)$ 'nin sayısal analizini göstermektedir.

Model 1 için c = 8, ξ = 0.0001 ve λ = ϵ = 1 ve Model 2 için α = −7 ve ξ = β = σ = 1 alınmıştır. Model 1 den $\dot{\phi}_T^2$ nin zamanla azaldığını ve $V_T(\phi_T)$ nin zamanla arttığını görülebilir. Model 2 den de, $V_T(\phi_T)$ zamanla önce artıp sonra azalır $\dot{\phi}_T^2$ ise zamanla azaldığını Çizelge 4.7.a., Çizelge 4.7.b,. Çizelge 4.8.a., ve Çizelge 4.8.b. de numerik analizleri açık bir şekilde gösterilmiştir.

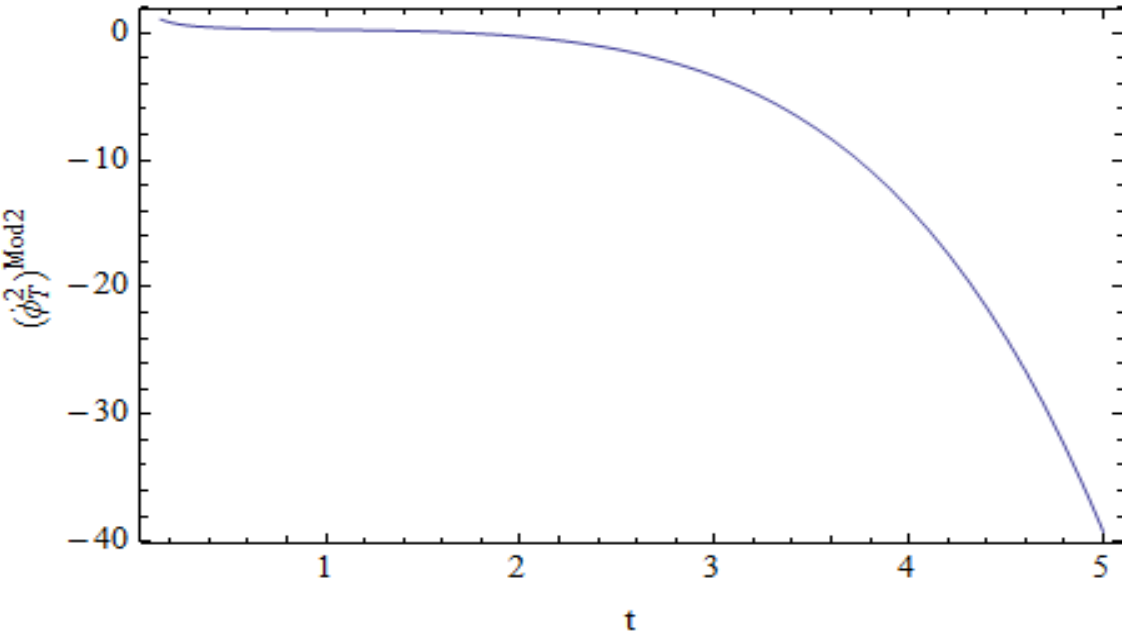
Çizelge 4.7.a. Model 1 'e göre kozmik zamanın bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_T^2$ (karşılık gelen) nümerik analizler



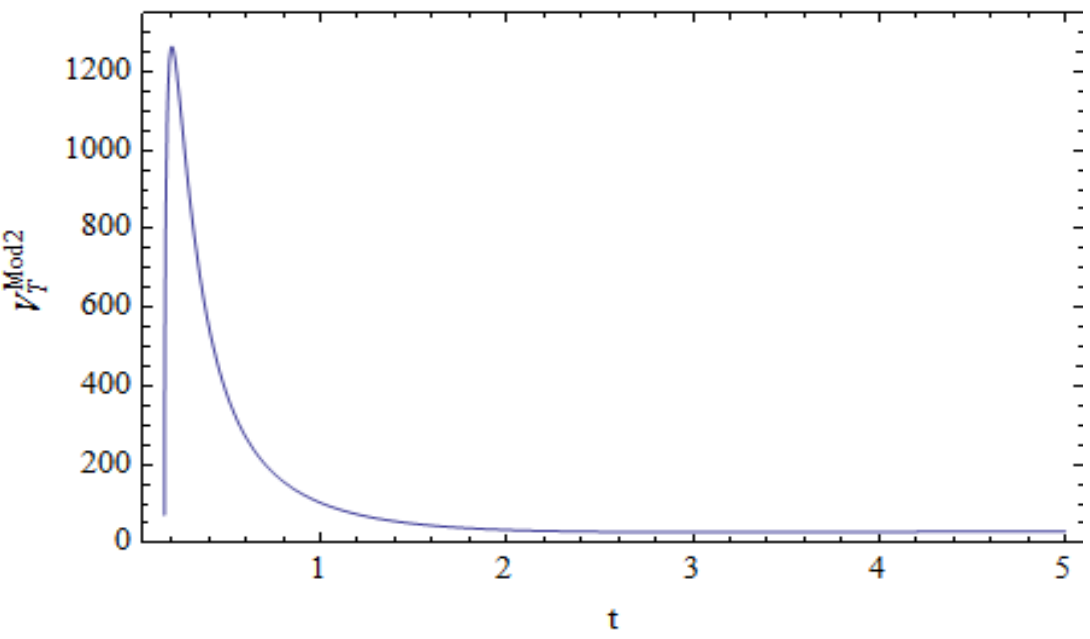
Çizelge 4.7.b. Model 1 'e göre kozmik zamanın bir fonksiyonu olarak $V_T^{Mod1}(\phi_T)'$ye (karşılık gelen) nümerik analizler



Çizelge 4.8.a. Model 2'ye göre kozmik zaman t'nin bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_T^2$ için nümerik analizler.



Çizelge 4.8.b. Model 2'ye göre kozmik zaman t'nin bir fonksiyonu olarak $V_T^{Mod2}(\phi_T)'$ nümerik analizler



4.2.2. Quintessence Karanlık Enerji Modeli

Quintessence skaler alan karanlık enerji modeli, kütlçekimi ile birleştirilmiş bir skaler alan ışığında tanımlanmıştır ve aşağıdaki ifadelerle açıklanmıştır (Jamil ve ark. . 2011, Carrillo ve ark. 2007).

$$\rho_Q = \frac{\dot{\phi}_Q^2}{2} + V_Q(\phi_Q) \tag{4.32}$$

$$p_Q = \frac{\dot{\phi}_Q^2}{2} + V_Q(\phi_Q) \tag{4.33}$$

Dolayısıyla, Quintessence için durum denklemin alanı;

$$\omega_Q = \dot{\phi}_Q^2 - 2V_Q(\phi_Q)][\quad \dot{\phi}_Q^2 - 2V_Q(\phi_Q)]^{-1} \tag{4.34}$$

İle verilir. $\omega_Q < \frac{-1}{3} \quad için \quad \dot{\phi}_Q^2 < V_Q(\phi_Q)$ olmadığı sürece evrenin hızlı genişleme özelliğine sahip olmadığını görebiliriz. Holografik karanlık enerji ve Quintessence skaler alan karanlık enerji modelleri arasındaki bağlantıyı uygulamak için $\rho_Q = \rho_{hol}$ ve $p_Q = p_{hol}'$ u tanımlarız. Dolayısıyla aşağıdaki bağıntıları elde ederiz.

$$\dot{\phi}_Q^2 = (1 + \omega_{hol})\rho_{hol} - \frac{3\pi}{2}\xi^2\left[\frac{\dot{G}}{G} + \frac{\dot{\Lambda}}{24\pi^3\xi^2 G} + 2H\dot{H}\right] \tag{4.35}$$

$$V_Q(\phi_Q) = \frac{1}{2}(1 - \omega_{hol})\rho_{hol} = 3\pi\xi^2\left[\pi H^2 + \frac{\dot{G}}{8G} + \frac{H\dot{H}}{4} + \frac{\dot{\Lambda}}{192\pi^3\xi^2 G}\right] \tag{4.36}$$

Böylece, Model 1 ve Model 2 göz önüne alındığında, aşağıdaki bağıntılar elde edilir.

$$\phi_Q^{Mod1} = \phi_Q^0 + \int_0^t \sqrt{\frac{c\lambda\epsilon^2(c-6)}{18\pi t^{3+\frac{2c}{6-c}}} - \frac{3\pi c\xi^2}{2(6-c)t} + \frac{\pi}{2}\left(\frac{3}{t}\right)^3 \left[\frac{\xi}{\epsilon(6-c)}\right]^2}\, dt \tag{4.37}$$

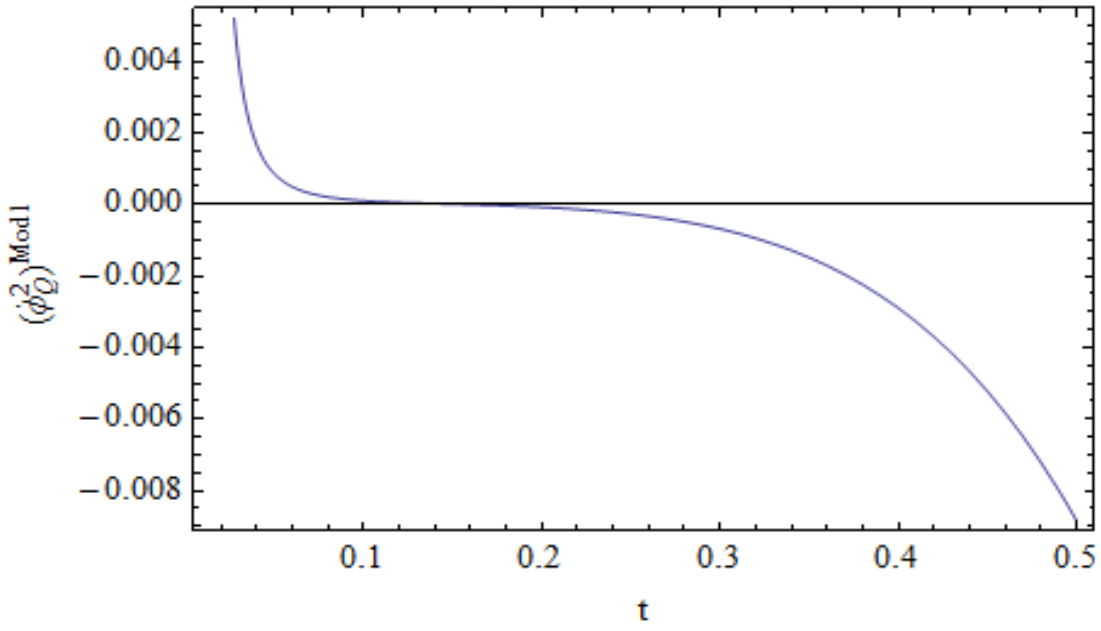
$$V_Q^{Mod1}(\phi_Q) = \frac{c\lambda\epsilon^2(c-6)}{36\pi t^{3-\frac{2c}{6-c}}} + \frac{3\pi\xi^2}{4(c-6)^2 t^3 \epsilon^2}[9(4\pi t - 1) - ct^2\,\epsilon^2\,(c\,-6)] \tag{4.38}$$

$$\phi_Q^{Mod2} = \tilde{\Phi}_Q^0 + \int_0^t \sqrt{\frac{6\pi\xi^2}{t^3} + (\alpha t^2 - 1) + \frac{2\,\sigma\alpha}{\pi}\left[\frac{3-\alpha\beta}{3(1-2\alpha)}\right]^{4\alpha}\; t^{-3-8\alpha}}\, dt \tag{4.39}$$

$$V_Q^{Mod2}(\phi_Q) = \frac{3\pi\xi^2}{t^3}(\alpha t^2 - 4\pi t - 1) - \frac{\sigma\alpha}{\pi t^{3+8\alpha}}\left[\frac{3-\alpha\beta}{3(1-2\alpha)}\right]^{4\alpha} \tag{4.40}$$

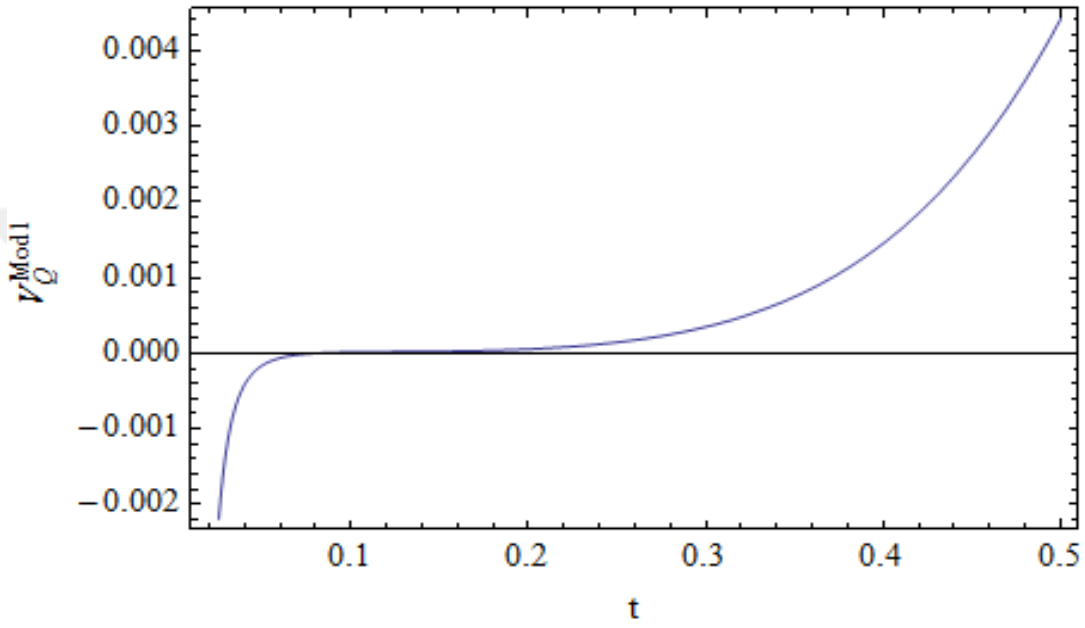
Burada ϕ_Q^0 *ve* $\tilde{\phi}_Q^0$ integrasyon sabitleridir. Çizelge 4.9.a, Çizelge 4.9.b, Çizelge 4.10.a ve Çizelge 4.10.b. 'de, Quintessence skaler alan karanlık enerji modelleriyle Holografik formu için, sırasıyla Model 1 ve Model 2'ye göre sayısal olarak zamanın bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_Q^2$ *ve* V_Q *(*φ_Q*)* analiz ettik.

Çizelge 4.9.a. Model 1'e göre kozmik zaman t'nin bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_Q^2$ nin nümerik analizleri

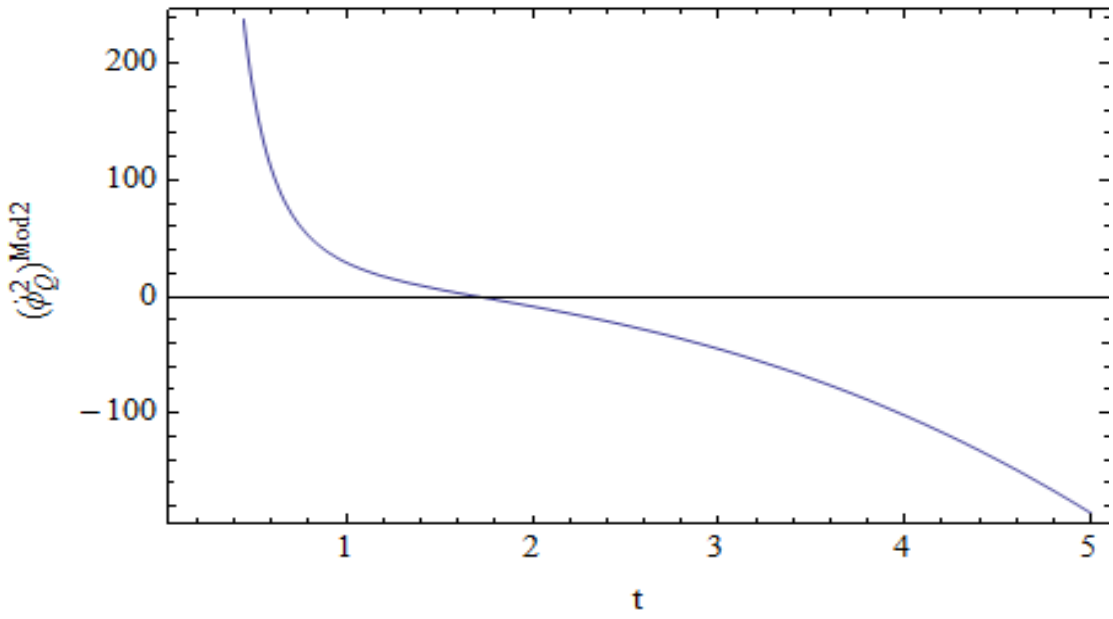


Burada, karşılık gelen yardımcı parametreler, Model 1 için c = 8, ξ = 0.0001, λ = ϵ = 1 ve Model 2 için α = −7, ξ = β = σ = 1 olarak seçilmiştir. Burada $(\dot{\phi}_Q^2)^{\mathrm{Mod1}}$ daima arttığı ve $V_Q^{Mod1}(\phi_Q)$ 'nin ise daima azaldığını görüyoruz. Bu sonuçlara ek olarak, $(\dot{\phi}_Q^2)^{\mathrm{Mod2}}$ erken evrede artarken, $V_Q^{Mod2}(\phi_Q)$ artar ve sonra zamanla azalır.

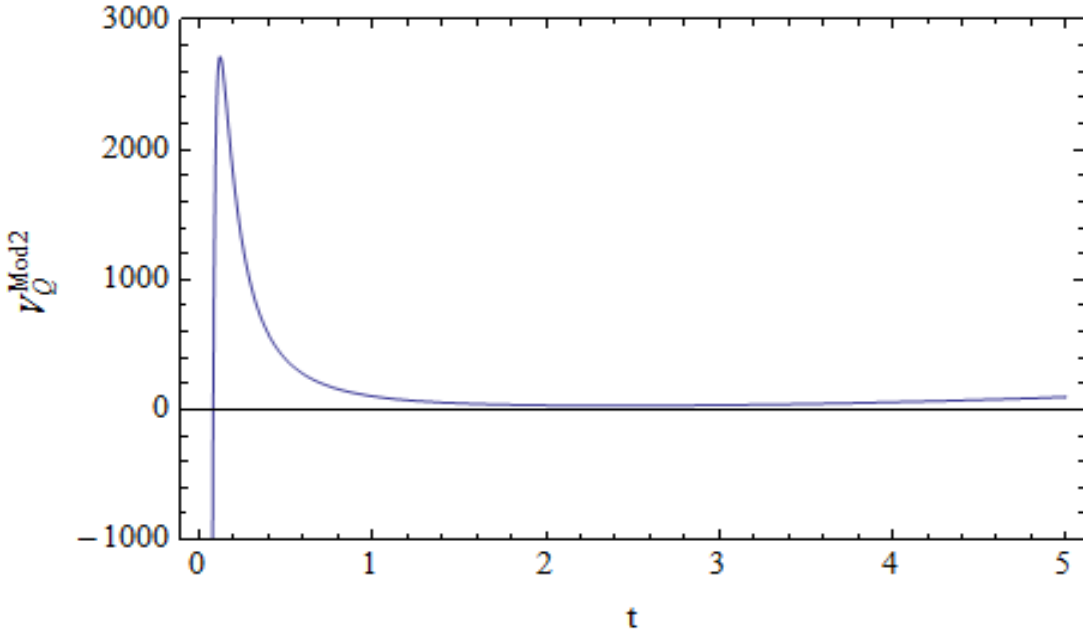
Çizelge 4.9.b. Model 1'e göre kozmik zaman t'nin bir fonksiyonu olarak $V_Q(\phi_Q)$ nümerik analizleri



Çizelge 4.10.a. Model 2'e göre kozmik zaman t 'nin bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_Q^2$ nin nümerik analizleri



Çizelge 4.10.b. Model 2'e göre kozmik zaman t 'nin bir fonksiyonu olarak V_Q (ϕ_Q) nümerik analizleri



4.2.3. DBI-essence Karanlık Enerji Modeli

DBI-essence skaler alan karanlık enerji modelini tanımlayan enerji yoğunluğu ve basınç (Debnath ve Jamil 2016, Martin ve Yamaguchi 2008) aşağıdaki şekilde yazılmıştır:

$$\rho_{DBI} = (\eta - 1)T_{DBI}(\phi_{DBI}) + V_{DBI}(\phi_{DBI}) \quad , \tag{4.41}$$

$$p_{DBI} = [\tfrac{\eta - 1}{\eta}]\, T_{DBI}(\phi_{DBI}) - V_{DBI}(\phi_{DBI}) \quad . \tag{4.42}$$

Burada $$\eta = [1 - \frac{\Phi_{DBI}^2}{T_{DBI}(\phi_{DBI})}]^{-1\backslash 2} \tag{4.43}$$

şeklindedir.

Bu bağıntılar her zaman $T_{DBI}(\phi_{DBI}) > \phi_{DBI}^2$ ve $\eta > 1$ değerlerine sahip olduğumuzu göstermektedir. Aynı zamanda, Denklem (4.40) ve Denklem (4.41)'de her zaman pozitif değerlere sahip olan $\rho_{DBI} + p_{DBI} = (\eta - \frac{1}{\eta})\, T_{DBI}(\phi_{DBI})$ 'yı verir (Debnath ve Jamil 2011).

Bu adımda, DBI-essence skaler alan karanlık enerjisi ile holografik karanlık enerji yoğunluğu modelleri arasında bir bağlantı kurabiliriz. Dolayısıyla, DBI-essence skaler alan karanlık enerji modelinin karşılık gelen durum denkleminin şu şekilde yazılabileceği görülmektedir.

$$\omega_{DBI} = \frac{\frac{\eta^2-1}{\eta}T_{DBI}(\phi_{DBI}) - V_{DBI}(\phi_{DBI})}{(\eta-1)T_{DBI}(\phi_{DBI}) + V_{DBI}(\phi_{DBI})} \tag{4.44}$$

Dolayısıyla Debnath ve Jamil (2011), aşağıdaki gibi bir bağıntı elde etmiştir.

$$T_{DBI}(\phi_{DBI}) = \frac{\dot{\phi}_{DBI}^2(\rho_{DBI} + p_{DBI})^2}{(\rho_{DBI} + p_{DBI})^2 - \dot{\phi}_{DBI}^4} \tag{4.45}$$

$$V_{DBI}(\phi_{DBI}) = \frac{\dot{\phi}_{DBI}^2 \rho_{DBI} - p_{DBI}(\rho_{DBI} + p_{DBI})}{\rho_{DBI} + p_{DBI} + \dot{\phi}_{DBI}^4} \tag{4.46}$$

DBI-essence skaler alan karanlık enerjisini ve holografik karanlık enerji yoğunluğu modellerini bağlamak adına, burada $\rho_{DBI}=\rho_{hol}$, $p_{DBI}=p_{hol}$ ve $\omega_{DBI}=\omega_{hol}$ olarak tanımladık. Dolayısıyla aşağıdaki gibi bir eşitliği elde ederiz.

$$\dot{\phi}_{DBI}^4 = \frac{\rho_{hol} + p_{hol}}{\eta} = (1 + \omega_{hol})\frac{\rho_{hol}}{\eta} = \frac{-3\pi\xi^2}{4\eta}\left(\frac{\dot{G}}{G} + \frac{\dot{\Lambda}}{24\pi^3\xi^2 G} + 2H\dot{H}\right) \tag{4.47}$$

$$T_{DBI}(\phi_{DBI}) = -\frac{3\pi\eta\xi^2}{4(\eta^2-1)}\left(\frac{\dot{G}}{G} + \frac{\dot{\Lambda}}{24\pi^3\xi^2 G} + 2H\dot{H}\right) \tag{4.47}$$

$$V_{DBI}(\phi_{DBI}) = -\frac{3\xi^2\pi^2 H^2}{(1+\eta)}\left\{1 + \eta - \frac{\eta}{4\pi H^2}\left[\frac{\dot{G}}{G} + \frac{\dot{\Lambda}}{24\pi^3\xi^2 G} + 2H\dot{H}\right]\right\} \tag{4.49}$$

Bütün bu sonuçlarla birlikte aşağıdaki sonuçlara ulaşırız.

$$\phi_{DBI}^{Mod1} = \phi_{DBI}^{0} + \frac{1}{\sqrt{\eta}}\int_0^t \sqrt{\frac{c\lambda\epsilon^2(c-6)t}{18\pi t^{3+\frac{2c}{6-c}}} - \frac{3\pi c\xi^2}{2(6-c)t} + \frac{\pi}{2}\left(\frac{3}{t}\right)^3\left[\frac{\xi}{\epsilon(6-c)}\right]^2}\ dt \quad (4.50)$$

$$T_{QDBI}^{Mod1}(\phi_{DBI}) = \frac{\eta}{2(\eta^2-1)t^3}\left[\frac{3\pi c\xi^2}{c-6}\left(\frac{c}{t} - \frac{9}{\epsilon^2 t^3(c-6)t}\right)\frac{c\lambda\epsilon^2(c-6)t}{18\pi t^{3+\frac{2c}{6-c}}}\right] \quad (4.51)$$

$$V_{DBI}^{Mod1}(\phi_{DBI}) = \frac{c\lambda(c-6)\epsilon^2}{18\pi(\eta+1)t^{3+\frac{2c}{6-c}}} + \frac{3\pi c\xi^2}{2(c-6)^2}\{18\pi t(1-\eta) + 9\eta + c\eta(c-6)\epsilon^2 t^2\} \quad (4.52)$$

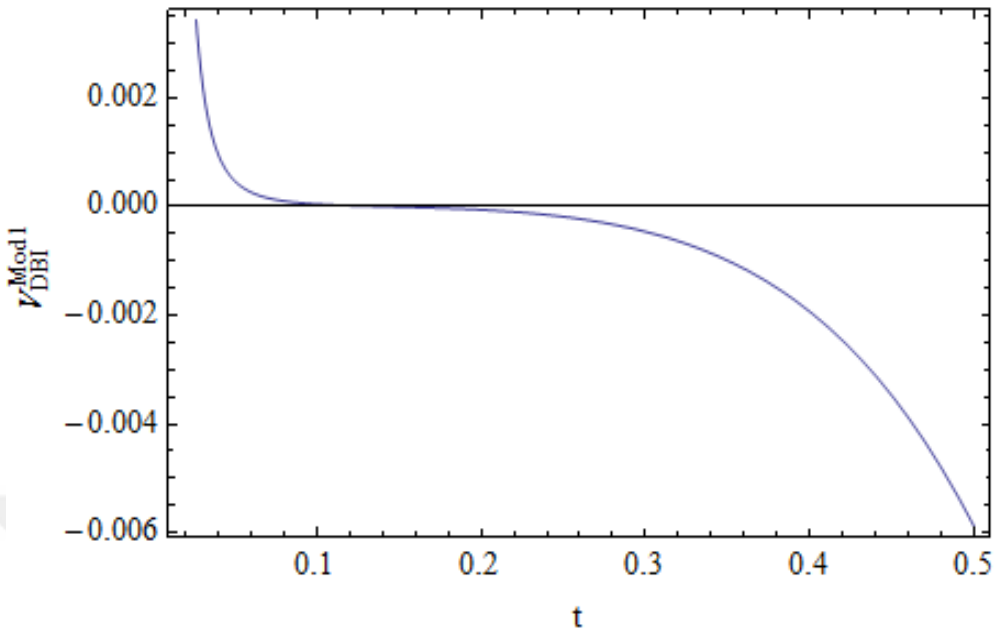
$$\phi_{DBI}^{Mod1} = \tilde{\phi}_{DBI}^{0} + \frac{1}{\sqrt{\eta}}\int_0^t \sqrt{\frac{6\pi\xi^2}{t^3}(\alpha t^2 - 1) - \frac{2\sigma\alpha}{\pi}\left[\frac{3-\beta\alpha}{3(1-2\alpha)}\right]^{4\alpha} t^{-3-8\alpha}}\ dt \quad (4.53)$$

$$T_{QDBI}^{Mod2}(\phi_{DBI}) = \frac{2\pi\eta\xi^2}{(1-\eta^2)t^3}\left[3(\alpha t^2 - 1) - \frac{\sigma\alpha}{\pi^2\xi^2}\left(\frac{3-\beta\alpha}{3t^2(1-2\alpha)}\right)^{4\alpha}\right] \quad (4.54)$$

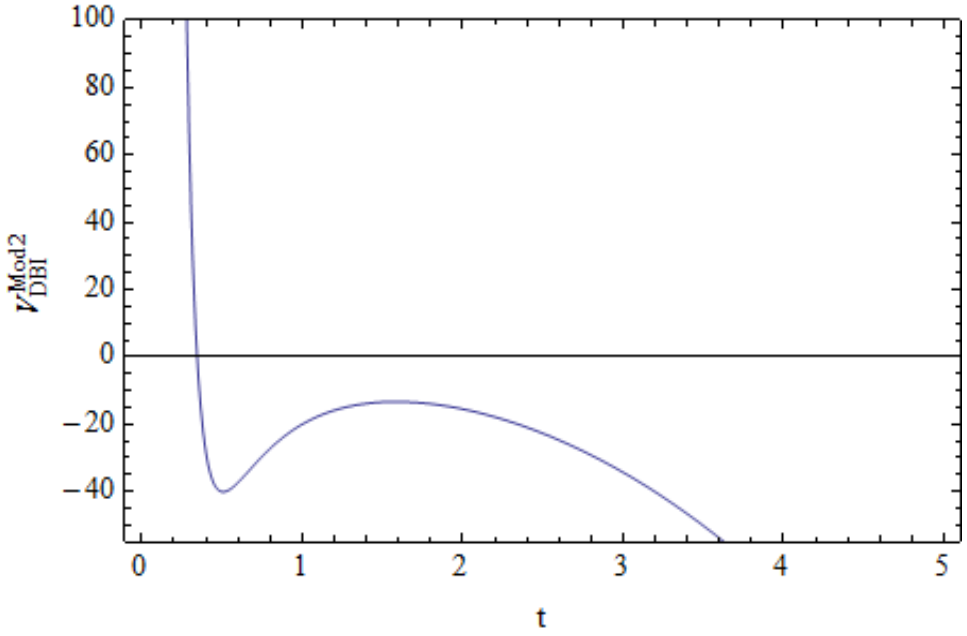
$$V_{DBI}^{Mod2}(\phi_{DBI}) = \frac{2\xi^2}{(\eta+1))\pi t^3}\left\{6(1-\eta)\pi 3t + 3\eta\pi 2(1-\alpha t^2) + \frac{\sigma\alpha}{\pi^2\xi^2}\left(\frac{3-\beta\alpha}{3t^2(1-2\alpha)}\right)^{4\alpha}\right\} \quad (4.55)$$

Burada ϕ_{DBI}^{0} *ve* $\tilde{\phi}_{DBI}^{0}$ integral sabitleridir. DBI-essence skaler alan karanlık enerji modelinin holografik yapısı için, Model 1 ve Model 2'yi dikkate alarak kozmik zamanın bir fonksiyonu olarak $\dot{\phi}_{DBI}^2$, $T_{DBI}(\phi_{DBI})$ *ve* $V_{DBI}(\phi_{DBI})$ yı çizdik (Çizelge 4.11.a, Çizelge 4.11.b, Çizelge 4.12.a, Çizelge 4.12.b, Çizelge 4.13). Yaptığımız numerik analizlerde Model 1 ve Model 2 de $\dot{\phi}_{DBI}^2$, $T_{DBI}(\phi_{DBI})$ *ve* $V_{DBI}(\phi_{DBI})$ 'nin özellikleri için zamanla azaldığını görebiliriz.

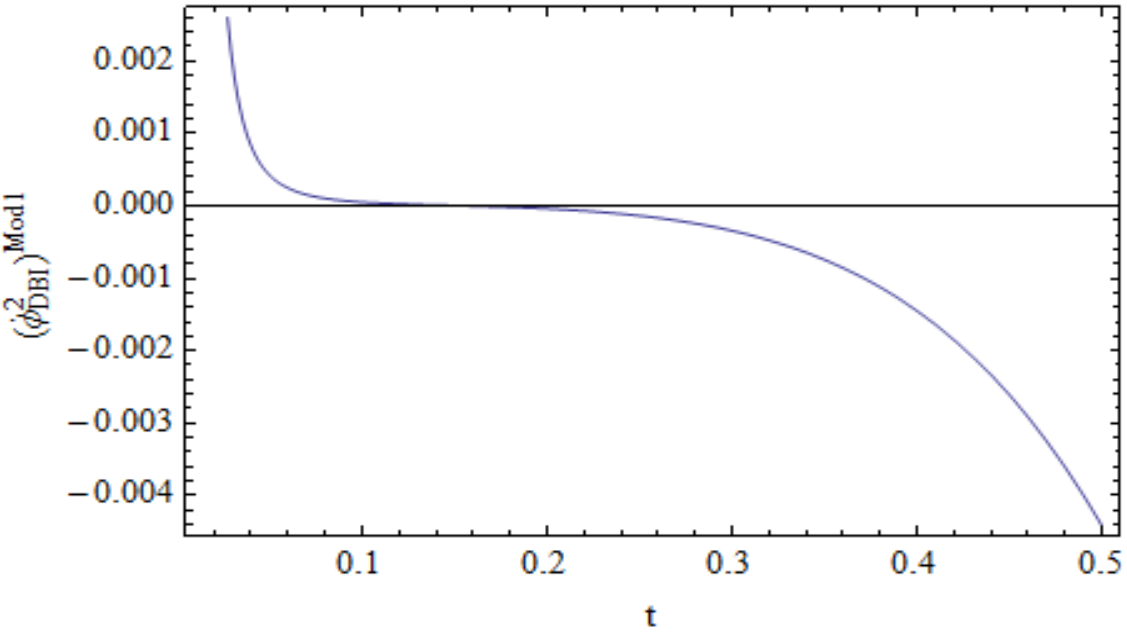
Çizelge 4.11.a. Model 1 de $V_{DBI}(\phi_{DBI})$ nin t ye göre değişimi



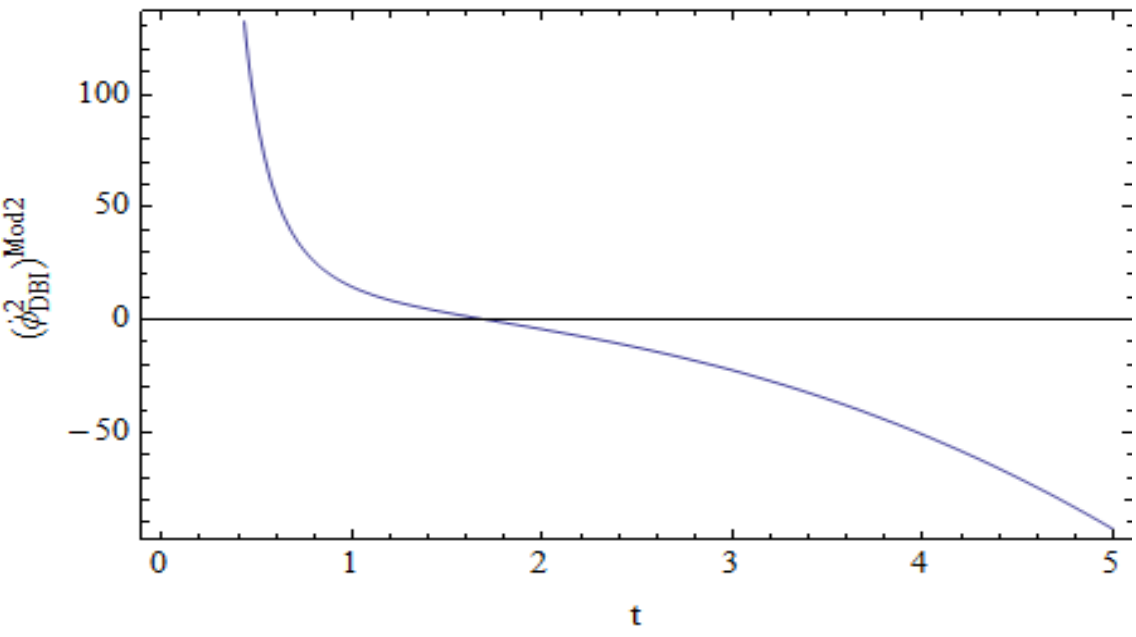
Çizelge 4.11.b. de $V_{DBI}(\phi_{DBI})$ nin t ye göre değişimi.



Çizelge 4.12.a. Model 1' re göre $\dot{\phi}^2_{DBI}$ nın t ye göre değişimi

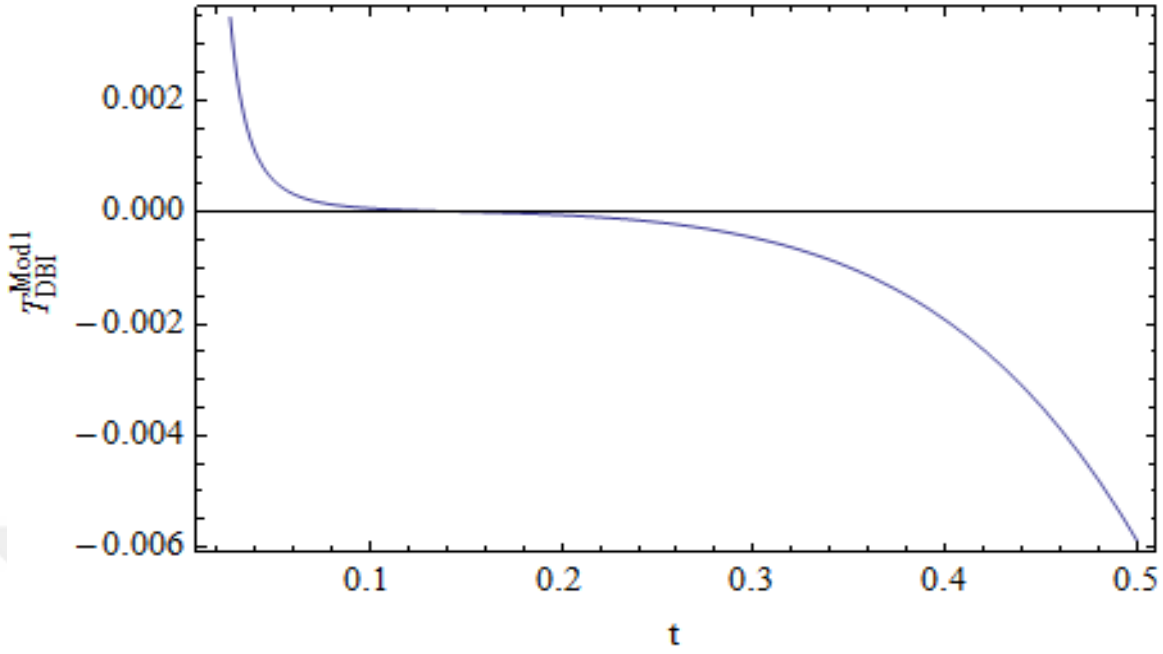


Çizelge 4.12.b. Model 2'ye göre $\dot{\phi}^2_{DBI}$ nın t ye göre değişimi

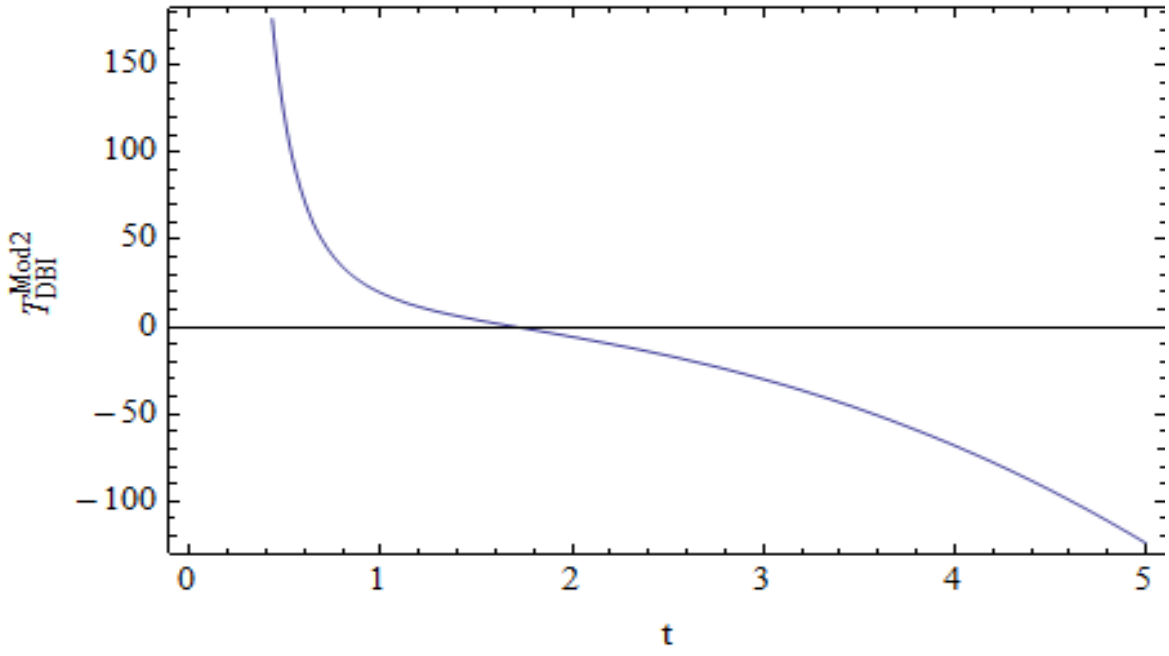


Bu sayısal analizlerde, Model 1 için c = 8, ξ = 0,0001, η = 2, λ = ϵ = 1 ve Model 2 için α = −7, β = σ = ξ = 1 alınmıştır. Her iki model için de zamana bağlı azaldığını görebiliriz.

Çizelge 4.13.a. Model 1 ‘re göre $T_{DBI}(\phi_{DBI})$'nin t'ye göre değişimi.



Çizelge 4.13.b. Model 2'ye göre $T_{DBI}(\phi_{DBI})$'nin t'ye göre değişimi.



4.2.4. Dilaton Karanlık Enerji Modeli

Dilaton varsayımsal bir parçacık olarak bilinir ve sicim kuramında daha düşük enerjili bir durum varsayılarak tarif edilmiştir (Piazza ve Tsujikawa 2004). Einstein kuramında, kinematik katsayı negatif değerlere sahip olabileceğinden, Dilaton skaler alan karanlık enerjisi bir hayalet tip modelini temsil eder (Jamil 2001).

Enerji yoğunluğu ve dilatonik skaler alanını açıklayan basınç karanlık enerji önerisi sırasıyla aşağıdaki gibi (Arkani-Hamed ve ark. 2004, Gasperini ve ark. 2004, Arkani-Hamed ve ark. 2002) .

$$\rho_D = 3\gamma e^{\delta\phi}\chi^2 - \chi \quad , \qquad p_D = \gamma e^{\delta\phi}\chi^2 - \chi \tag{4.56}$$

Burada c ve δ iki pozitif parametreyi belirtir ve $2\chi = \dot{\phi}_D^2$. şeklinde tanımlanmıştır. Daha sonra, dilaton skaler alan karanlık enerji adayı için durum denklemini $\omega_D = \frac{\gamma e^{\delta\phi}\chi - 1}{3\gamma e^{\delta\phi}\chi - 1}$ olarak elde edilir. Şimdi, dilaton skaler alan karanlık enerjisi ve holografik karanlık enerji yoğunluğu formülasyonları arasındaki bağlantıyı araştırabiliriz. Dilaton skaler alan karanlık enerjisinin durum denklemi Denklem (4.1) ile eşitleyerek, $\gamma\chi e^{\delta\phi_D} = (\omega_{hol} - 1)(3\omega_{\mathrm{hol}} - 1)^{-1}$ elde edilir.

$$e^{\frac{\delta\phi_D}{2}} d\phi_D = \sqrt{\frac{2}{3\gamma}} \sqrt{\frac{\dot{\Lambda} + 24\pi^3\xi^2 G(\dot{G} + 2GH\dot{H} + 8\pi G H^2)}{\dot{\Lambda} + 8\pi^3\xi^2 G(3\dot{G} + 6GH\dot{H} + 16\pi G H^2}}\, dt \tag{4.57}$$

ve $\chi = \frac{1}{2}\dot{\phi}_D^2$ den faydalanılarak, Denklem (4.57) ile birleştirirsek, Dilaton skaler karanlık enerji modelinin evrimsel biçimi şu şekilde elde edilir.

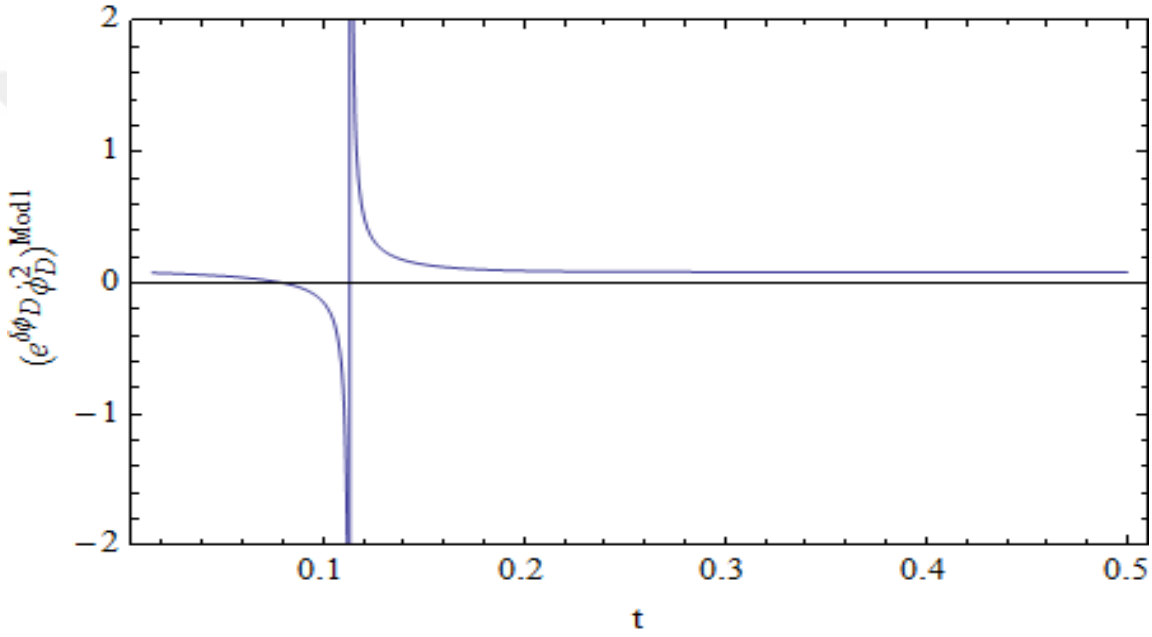
$$\phi_D = \frac{2}{\delta} ln \left\{ e^{\frac{\delta\phi_D^0}{2}} + \frac{\delta}{6\gamma} \int_0^t \left[\frac{\dot{\Lambda} + 24\pi^3\xi^2 G(\dot{G} + 2GH\dot{H} + 8\pi G H^2)}{\dot{\Lambda} + 8\pi^3\xi^2 G(3\dot{G} + 6GH\dot{H} + 16\pi G H^2} \right]^{\frac{1}{2}} dt \right\} \tag{4.58}$$

Burada ϕ_D^0 Dilaton alanının mevcut değerini temsil eder. Böylece, Model 1 ve Model 2 için, aşağıdaki sonucuna varılır.

$$\phi_D^{Mod1} = \frac{2}{\delta} ln \left\{ e^{\frac{\delta\phi_D^0}{2}} + \frac{\delta}{3\gamma} \int_0^t \sqrt{\frac{\lambda c\epsilon^4(c-6)^3+27\pi^2\xi^2 t^{\frac{2c}{6-c}}[c\epsilon^2(6-c)t^2+9(4\pi t-1)]}{\lambda c\epsilon^4(c-6)^3+27\pi^2\xi^2 t^{\frac{2c}{6-c}}[c\epsilon^2(6-c)t^2+3(8\pi t-3)]}} dt \right\} \quad (4.59)$$

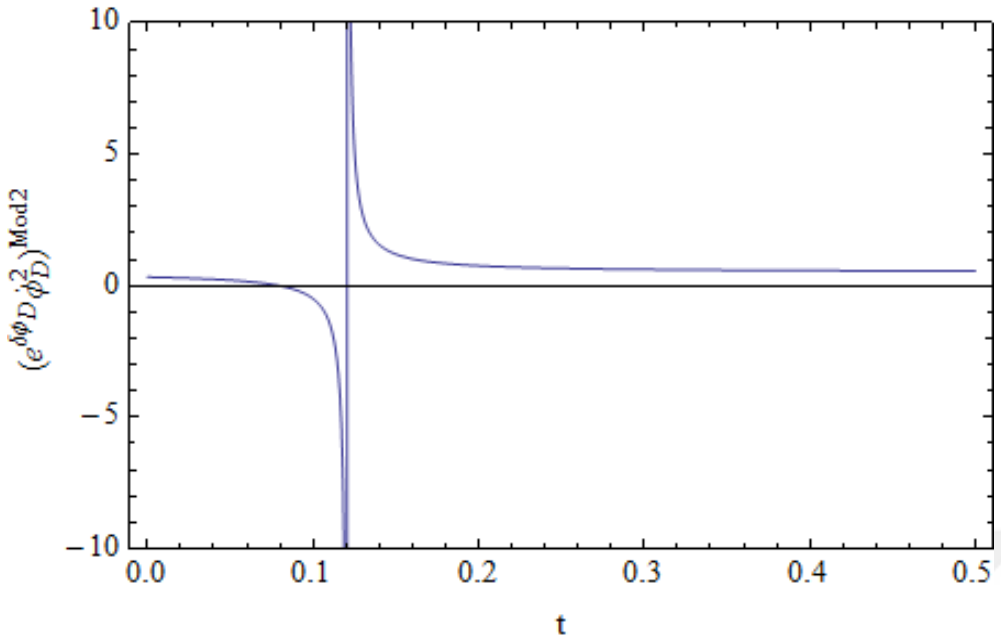
$$\phi_D^{Mod2} = \frac{2}{\delta} \ln \left\{ e^{\frac{\delta\phi_D^0}{2}} + \frac{\delta}{3\gamma} \int_0^t \sqrt{\frac{3\gamma\pi^2\xi^2[\frac{3(1-2\alpha)}{3-\beta\alpha}]^{4\alpha}\ (\alpha t^2+4\pi-1)t^{8\alpha-\sigma\alpha}}{\pi^2\xi^2[\frac{3(1-2\alpha)}{3-\beta\alpha}]^{4\alpha}\ [3\alpha t^2+8\pi-3]t^{8\alpha-\sigma\alpha}}}\ dt \right\} \quad (4.60)$$

Çizelge 4.14.a. Model 1'de $e^{\delta\phi_D}\dot{\phi}_D^2$ 'nin t'ye göre değişimi.



Çizelge 4.14.a ve Çizelge 4.14.b 'de, Dilaton alanının dinamiklerini grafiksel olarak tartışıyoruz. Burada, Model 1 için c = 8, ξ = 0,0001, λ = ε = 1 alınır, Model 2 içinde α = -7, β = σ = ξ = 1'dir. Model 1 için $e^{\delta\phi_D}\dot{\phi}_D^2$ nin ve Model 2 $e^{\delta\phi_D}\dot{\phi}_D^2$ nin azaldığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.14.b. Model 2'de $e^{\delta\phi_D}\dot{\phi}_D^2$ 'nin t'ye göre değişimi.



4.2.5. K-essence Karanlık Enerji Modeli

Skaler alan karanlık enerji modeli olan K-essence (kinetik quintessence) tipi Genel Lagrangian yoğunluğu basınç olarak verilmiştir;

$$\pounds = p_{KQ}(\phi_{KQ}, \chi) \tag{4.61}$$

Burada $\chi = \frac{1}{2}\dot{\phi}_{KQ}^2$ dır. K-essence skaler alan karanlık enerjisi fikri, sicim kuramının Born-Infeld etkisiyle durum geçmiştir ve bu skaler alan karanlık enerji modeli, geç hızlanma dönemini keşfetmeye öncülük eder (Chiba ve ark. 2000, Armendariz-Picon ve ark. 2000, Sen 2004, Pasque ve ark. 2012, Lambert ve Sachs 2003). K-essence kütleçekimi kuramında, enerji yoğunluğu ve basıncı sırasıyla aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Jamil ve ark. 2011).

$$\rho_{KQ} = f(\phi_{KQ})[3\chi^2 - \chi] \tag{4.62}$$

$$p_{KQ} = f(\phi_{KQ})[\chi^2 - \chi] \tag{4.63}$$

Bundan dolayı, karşılık gelen durum denklemini (Pasque ve ark. 2012):

$$\omega_{KQ}=\frac{\chi-1}{3\chi-1} \tag{4.64}$$

olur.

K-essence skaler alanı karanlık enerjisinin, χ aralığı içinde yer alındığında $\frac{1}{3}<\chi<\frac{1}{2}$ aralığında yer aldığını ve hayalet tipi karanlık enerji gibi davrandığını göstermektedir. K-essence skaler alan karanlık enerjisini tanımlayan durum denklemin tanımını Denklem (4.1) ile birleştirilirse $\omega_{KQ}=\omega_{hol}$ ve $\rho_{KQ}=\rho_{hol}$, verir.

$$f(\phi_{KQ})=\frac{\rho_{hol}}{3\chi^2-1} \tag{4.65}$$

$$\chi=\frac{\omega_{hol}-1}{3\omega_{hol}-1} \tag{4.66}$$

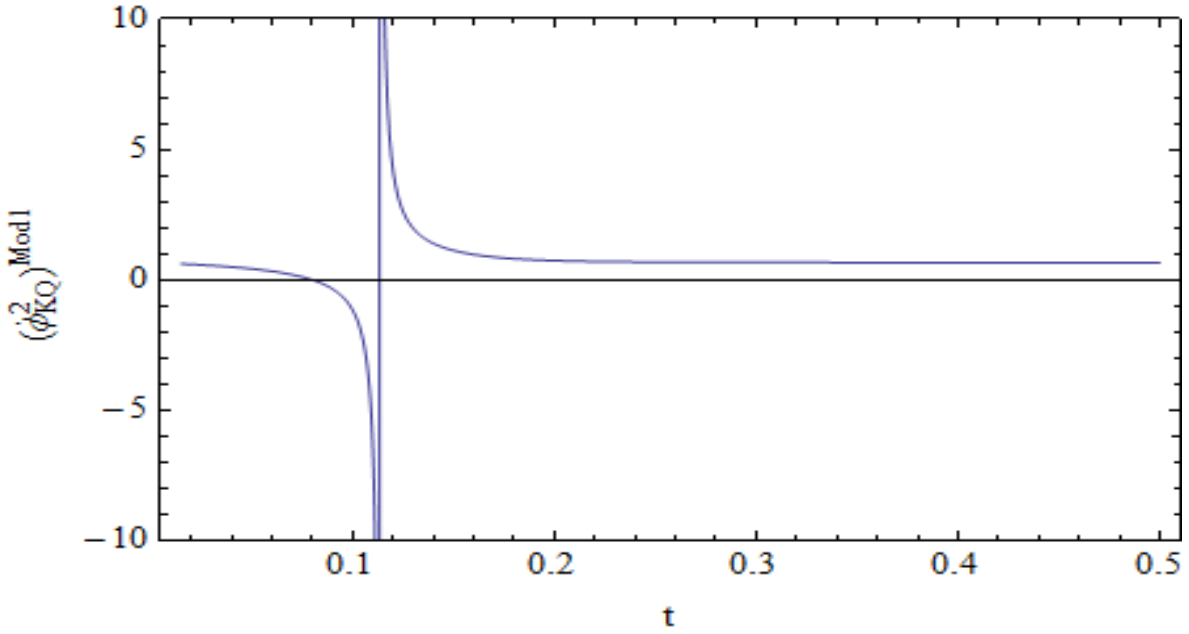
olur. Sonuç olarak, Model 1 ve Model 2'yi kullanarak,

$$\phi_{KQ}^{Mod1}=\phi_{KQ}^{0}+\sqrt{\frac{2}{3}}\int_0^t\sqrt{1+\frac{(2\xi)^2(3\pi)^3t}{\lambda c\epsilon^4(c-6)^3+3(3\pi\xi)^2[c\epsilon^2(c-6)t^2+24\pi t-9)]}}\,dt \tag{4.67}$$

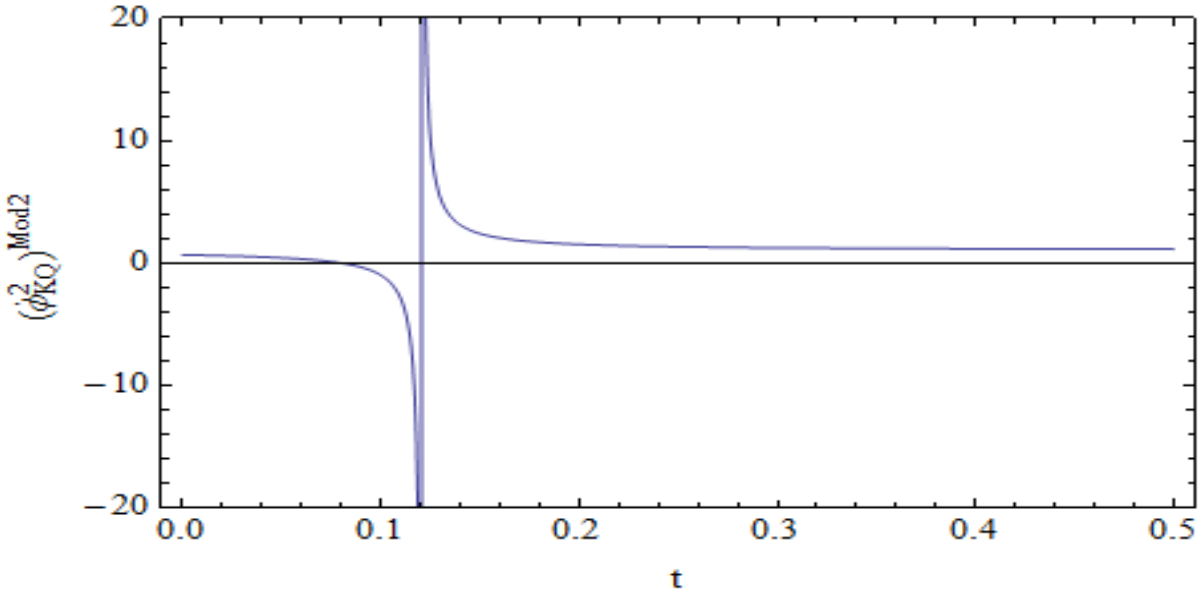
$$\phi_{KQ}^{Mod2}=\tilde{\phi}_{DBI}^{0}+\sqrt{\frac{2}{3}}\int_0^t\sqrt{\frac{3\gamma\pi^2\xi^2(\alpha t^2+4\pi t-1)-\sigma\alpha[\frac{3(1-2\alpha)}{3-\beta\alpha}]^{-4\alpha}}{\pi^2\xi^2[3\alpha t^2+8\pi t-3]-\sigma\alpha[\frac{3(1-2\alpha)}{3-\beta\alpha}]^{-4\alpha}}}\,dt \tag{4.68}$$

Burada ϕ_{KQ}^{0} ve $\tilde{\phi}_{\mathrm{DBI}}^{0}$ integral sabitleri olup, Çizelge 4.15. 'te, Model 1 için c = 8, ξ = 0.0001 , λ = ϵ = 1 varsayımı ve Model 2 için α = −7, β = σ = ξ = 1, grafik olarak k-essense alanının dinamiklerini grafik azaldığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.15.a. Model 1'de göre $\dot{\phi}_{KQ}^2$'nun t'ye göre değişimi.



Çizelge 4.15.b. Model 2'ye göre $\dot{\phi}_{KQ}^2$'nun t'ye göre değişimi.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmadaki temel amaç karanlık evrenin doğasını açıklayabilmek ve anlayabilmek adına ileri sürülen kuramsal fikirlerden olan skaler alan tanımlama yönteminin ekstra boyut içeren Kaluza-Klein evren modeli kütleçekim kuramında, Holografik karanlık enerji yoğunluğu bazı skaler alanların dinamikleri yeniden inşa etmektir.

Son zamanlarda evrenimizin olması gerekenden daha hızlı büyüdüğü ve skaler alan karanlık enerji modelerinin, temel karanlık enerjinin altında yatan bir olgunun etkili bir açıklaması olarak hareket ettiği gözlemlendi. Kaluza-Klein evren modeli için holografik karanlık enerji yoğunluğunun evrimini fiziksel özellikleri ve yeniden yapılandırılmış skaler alan tipleri olan karanlık enerji modelleri ile araştırdık. Kaluza-Klein evren modeli için holografik karanlık enerji yoğunluğu modelinin her zaman sabit kaldığı tespit edildi. Yani Kaluza-Klein evren modeli bu modelde her zaman istikrarlı hale geldiği ve evrenin mevcut durumu ile tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır. Nitekim burada Kaluza-Klein evren modeli çerçevesindeki holografik karanlık enerji yoğunluğu sonuçlarının evrenin bugünkü durumu ile tutarlı olduğu söylenebilir.

Daha sonra, kendi kendine etkileşim potansiyeline sahip skaler alan karanlık enerji modellerinin, Kaluza-Klein evren modeli için evrenindeki holografik karanlık enerji yoğunluğu ile tanımlanabileceği gösterilmiştir. Bu amaçla Takyon, Quintessence, DBI-essence, Dilaton ve K-essence tipi skaler alanların dinamikleri gibi farklı skalar alan ve karanlık enerji önerileri üzerinde durduk. Konu edilen skaler alan karanlık enerji modelleri ile iki Kaluza-Klein evren modeli için holografik senaryo arasındaki benzerlikler, bu skalar alan karanlık enerji modellerini tanımlayan tam ifadeleri türetmek için incelenmiştir.

6.KAYNAKLAR

Abbott et al, B. P.2016. Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration. ***Fiz. Rev. Lett.,*** 116: 061102.

Acikgoz, I., Salti, M. Korunur, M. 2014.Extended Ricci and holographic dark energy models in fractal cosmology. ***Eur. Phys. J. Plus***, 129: 95.

Ade, P. A. R. 2015. A Joint Analysis of BICEP2/Keck Array and Planck Data. ***Physıcal Revıew Letters,***114.

Alvager. T, Nılsson. A, Kjellman.J.1963.A Direct Terrestrial Test of the Second Postulate of Special Relativity. ***Nature,*** 197: 1191

Arkani-Hamed, N., Creminelli, P., Mukohyama, S., Zaldarriaga, M. 2004. Ghost Inflation. ***Journal of Cosmology and Astroparticle Physics,*** 0404:001.

Armendariz-Picon, C., Mukhanov, V. Steinhardt, P.J. 2000. Dynamical Solution to the Problem of a Small Cosmological Constant and Late-Time Cosmic Acceleration***. Phys. Rev. Lett,*** 85: 4438.

Bailin, D., Love, A.1987. Kaluza-klein Theories. **University of London, 50:1091-1192, UK.**

Betoule et al , M. Improved cosmological constraints from a joint analysis of the SDSS-II and SNLS supernova samples. ***Astron. Astrophys.,*** 568 : A22.

Beutler et al, F. 2011. The 6dF Galaxy Survey: baryon acoustic oscillations and the local Hubble constant . ***Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,***416(4): 3017–3032.

Boisseau, B. Esposito-Farese, Polarski ,G. D., Starobinsky, A. A. 2000. Reconstruction of a scalar-tensor theory of gravity in an accelerating universe. ***Phys. Rev. Lett.,*** 85 : 2236.

Caldwell, R.R. 2002. A Phantom Menace? Cosmological consequences of a dark energy component with super-negative equation of state. ***Phys.Lett.B,*** 545:23-29.

Capozziello, S. 2002.Curvature Quintessence***. Int.J.Mod.Phys. D,***11:483-492.

Cardone, V.F. Troisi, A., Capozziello, S. 2004. Unified dark energy models: A phenomenological approach. ***Phyical Review D,*** 69, 083517.

Carrillo, J.A.E., Silva J.M., Lima, J.A.S. 2019. On the Quintessence Scalar Field Potential.Erişim: [https://arxiv.org/abs/0806.3299v1].Erişim Tarihi 20 .01.2019.

Carroll, S. M. 1997. Lecture Notes on General Relativity. Institute for Theoretical Physics, University of California, Santa Barbara, 29-30.

Chakraborty, S., Biswas, A. 2012. Universe Bounded By Event Horizon: A Non equilibrium Thermodynamic Prescription. ***Astrophysics and Space Science***, 343.791.

Chiba T., Okabe , T., Yamaguchi, M. 2011. Generalized G-İnflation: Inflation With The Most General Second-Order Field Equations***. Progress of Theoretical Physics***, 126:511-529

Christensen-Dalsgard, J.2004. Lecture Notes on Stellar Structure and Evolution. ***Aarhus Univ. Press***, Aarhus, 13.

Copeland, E.J., Sami M., Tsujikawa, S.2006.Dynamics of dark energy. ***International Journal of Modern Physics D,*** 15:1753-1936.

de Bernardis, P.2000. A flat Universe from high-resolution maps of the cosmic microwave background radiation. ***Nature,***404: 955-959.

Debnath ,U., Jamil, M. 2011. Correspondence between DBI-essence and modified Chaplygin gas and the generalized second law of thermodynamics. ***Astrophysics and Space Science*** , 335: 545-552.

Debnath, U.2008. Emergent Universe and Phantom Tachyon Model. ***Classical and Quantum Gravity***, 25: 205019.

Doko, E. 2015. Albert Eınsteın. Çetinkaya, B.A. Doğu'dan Batı'ya Düşüncenin Serüveni. 555, İstanbul.

Dubey, R.K. Mitra, A. , Singh, B.K.2012. Kaluza-Klein Cosmology with Variable G and Λ Term . ***International Journal of Contemporary Mathematical Sciences***, 41, 7:2041 - 2047

Ebrahimi, E., Sheykhi, A. 2011.Scalar Field Reconstruction Of Power-Law Entropy-Corrected Holographic Dark Energy. ***Physica Scripta ,*** 84: 045016.

Einstein, A., 1905. On the electrodynamics of moving bodies. ***Annalen der Physik,*** cilt 322(10) : 891–921.

Einstein, A.,1915. Zur Allgemeinen Relativitätstheorie. ***Preussische Akademie der Wissenschaften***. Berlin (Math. Phys.) 47: 778-786.

Elavsky, F. 2018. Erişim**:** [Image credit: LIGO/VIrgo/Northwestern Univ./Frank Elavsky,[https://www.ligo.org/detections/images/Masses_of_Dead_Stars_LIGO_Virgo_default.png]. Erişim Tarihi: 11.02.2019.

Feng, B. , Wang , X.L Zhang, X.M.2005.Dark Energy Constraints from the Cosmic Age and Supernova . ***Physics Letters B***, 607:35-41.

Feynman, R.P. 1995. Yerçekimi Yasası. Arık, N. Fizik Yasaları Üzerine. Nurol Matbaacılık Ankara. 7: 3-8.

Fischler, W., Susskind, L.1998. Holography and Cosmology. SU-ITP-98-39,UTTG, 06-98.

Gasperini, M., Piazza, F., Veneziano, G. Quintessence As A Runaway Dilaton***. Physıcal Revıew D***, 65: 123508.

Gibbons, G. W.2002. Cosmological Evolution of the Rolling Tachyon. ***Physics Letters B***, 537:1- 4.

Gong ,Y., Li, T. 2010. A Modified Holographic Dark Energy Model with Infrared Infinite Extra Dimension(s). ***Physics Letters B***, 683:241-247.

Gong, Y.2004. Extended Holographic dark energy. ***Phyical Review D***,70:064029.

Gong, Y.G., Wang, A. 2007. Friedmann Equations and Thermodynamics of Apparent Horizons. ***Phyical Review Letters*** , 99:211301.

Granda, L.N., Oliveros, A. 2009. New İnfrared Cut-Off For The Holographic Scalar Fields Models Of Dark Energy. ***Physics Letters***, B671:199-202.

Gündüz, E. 2008. Modern Fiziğe Giriş. Ege Üniversitesi Basımevi, 595, İzmir.

Hinshaw et al, G. 2013. Nıne-Year Wılkınson Mıcrowave Anısotropy Probe (Wmap) Observatıons: Cosmologıcal Parameter Results. ***The Astrophysical Journal Supplement Series***, 208: 2.

Hinshaw et al, G.2013. Nine-year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Cosmological Parameter Results, ***The Astrophysıcal Journal Supplement Serıes***, 10.1088/0067:0049/208/2/19.

Huang. Q.G., Li, M. 2004. The Holographic Dark Energy in a Non-flat Universe. ***Journal of Cosmology and Astroparticle Physics***, 0408:013.

Jamil, M., Karami, K., Sheykhi, A. 2011. Restoring New Agegraphic Dark Energy in RS II Braneworld. ***International Journal of Theoretical Physics*** , 50 (10) : 3069–3077.

Kaluza, Th.1921. On the unity problem of physics, Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss. Phys. Math. Klasse. 966.

Karami, K., Abdolmaleki, A. 2010. Reconstructing interacting new agegraphic polytropic gas model in non-flat FRW universe, ***Astrophys.Space Sci***.,330:133.

Karami, K., Jamil, M., Ghaffari ,S., Fahimi, K. 2013. Holographic, new agegraphic and ghost dark energy models in fractal cosmology. ***Canadian Journal of Physics***, 91(10): 770-776

Klein, O.1926. Quantum theory and five dimensional theory of relativity. ***Z. F. Physik***. 37: 895.

Komatsu et al, E. 2011. Seven-Year Wılkınson Mıcrowave Anısotropy Probe (WMAP1) Observatıons: Power Spectra And Wmap-Derıved Parameters. ***The Astrophysical Journal Supplement***, 192:16.

Lambert, N.D., Sachs, I. 2019. Tachyon Condensation in String Theory and Field Theory.Erişim:[Http://www.slac.stanford.edu].Erişim Tarihi: 22.08.2003.

Li et al, M. 2011.Dark Energy. Commun. ***Theor. Phys***, 56: 525-604.

Martin ,J., Yamaguchi, M. 2008. DBI-essence. ***Physıcal Revıew D,*** 77: 123508.

Mazumdar, A., Panda, S., Perez-Lorenzana, A. 2001. Assisted İnflation Via Tachyon Condensation . ***Nuclear Physics B,*** 614: 101-116.

Moskowitz, C.2016. Gravitational Waves Discovered from Colliding Black Holes. Erişim: [https://www.scientificamerican.com].Erişim Tarihi: 11.02.2016.

Myers, R.C.1987. Higher-dimensional blackholes in compactified space-times. ***Physıcal Revıew D***, 35: 455.

Nordström, G. 1914.On the possibility of a unification of the electromagnetic and gravitation fields. ***Phys. Zeitsch***, 15, 504.

Ozel, C., Kayhan H. , Khadekar, G.S. 2010. Kaluza-Klein Type Cosmological Model with Strange Quark Matter***. Advanced Studies in Theoretical Physics,*** 4(3): 117 – 128.

Ozaydın Tutşi, M. 2015. Kütleçekimsel Gözlem Çerçeveleri ve Skaler Alanların Dinamiği. Doktora Tezi, Dicle Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır,53-54.

Padmanabhan, T. 2002. Accelerated Expansion of The Universe Driven by Tachyonic Matter. ***Physıcal Revıew D***, 66: 021301.

Pais, A.1982. Subtle is the Lord : The Science and the Life of Albert Einstein. Oxford University Press, 329–330.

Pasqua, A., Khodam-Mohammadi, A., Jamil, M., Myrzakulov, R. 2012. Interacting Ricci Dark Energy with Logarithmic Correction. ***Astrophysics and Space Science***, 340: 199-208.

Peebles, P.J.E., Ratra, B. 2003. The cosmological constant and dark energy. ***Revıews Of Modern Physıcs,*** 75: 559.

Piazza F., Tsujikawa, S. 2004. Dilatonic ghost condensate as dark energy**.** ***Journal of Cosmology and Astroparticle Physics,*** 0407: 004.

Poisson E., Israel, W. 1990.Internal structure of black holes. ***Eric Poisson and Werner Israel Phys. Rev. D,*** 41:1796.

Radicella, N. Pavon, D.2010. On The c^2 Term İn The Holographic Formula For Dark Energy. ***Journal of Cosmology and Astroparticle Physics,***1010:005.

Rapetti, D., Allen, S.W., Amin, M.A., Blandford, R.D. 2007. A Kinematical Approach To Dark Energy Studies. ***Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Royal Astronomical Society,*** 375: 1510-1520.

Riess et al, A. G.1998. Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant. ***The Astronomical Journal***. 116:1009-1038.

Sahni, V. 2002. Talk at the XVIII'th IAP Colloquium `On the Nature of Dark Energy'. ***Institut d'Astrophysique de Paris***, 4.

Sahni, V. Saini, T. D. Starobinsk A.A. Alam, U. 2003. Statefinder—A New Geometrical Diagnostic Of Dark Energy. ***Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters,*** 77:201.
Salti, M. 2012. Karadelikler, Solucan Delikleri ve Teleparalel Kütle Çekim Kuramı. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 2.

Salti, M., Aydogdu O., Yanar, H. 2015. Kaluza–Klein nature of entropy function.Mod***. Phys. Lett. A***, 30: 38.

Schwarz M. S.,Schwarz,J.2004.Special Relativity. ***Cambridge University Press UK***,1:388.

Sen, A. 2004.Dark Matter and Dark Energy. ***Lect. Notes Phys***., 653:141-180.

Setare, M.R. 2007. Interacting Holographic Generalized Chaplygin Gas Model. Eur. ***Phys. Lett. B***, 654: 1-6.

Setare, M.R. 2007. Holographic Chaplygin Gas Model**.** ***Phys. Lett. B***,648:329-332**.**

Setare, M.R. 2007. Interacting Holographic Phantom. ***The European Physical Journal C,*** 50: 991-998.

Setare, M.R.2008. Holographic Modified Gravity. ***International Journal of Modern Physics D***., 17: 2219-2228.

Semiz, I. 2010. Kozmoloji(6.Bölüm). Akyüz, Ö. 50 Soruda Görelilik Kuramları. İstanbul, 173, Türkiye.

Sharif , M., Jawad, A. 2013. Reconstruction of Scalar Field Dark Energy Models in Kaluza-Klein Universe. ***Communications in Theoretical Physics***, 60: 183.

Sharif, M. Jawad, A. 2012. Cosmological Evolution of Interacting New Holographic Dark Energy in Non-flat Universe**.** ***Eur. Phys. J. C***, 72: 2097.

Sharif, M. Jawad, A.2012. Interacting Modified Holographic Dark Energy in Kaluza-Klein Universe. Astrophys. ***Space Sci***, 337:789-794.

Svitil, K. 2016. Gravitational Waves Detected 100 Years After Einstein's Prediction. Erişim: [https://www.ligo.caltech.edu/news/ligo20160211].Erişim Tarihi: 11.02.2016.

Tektaş, P.2012.Parçacık Fiziğinde Modern Kabuza-Klein Teorileri. Yükseklisans Tezi, Bülent Ecevit üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak,72.

Trautman, A.2006.Einstein-Cartan Theory. ***Encyclopedia of Mathematical Physics***, 2:189-195

Urban, F.R. Zhitnitsky, A.R. 2009. Cosmological Constant, Violation of Cosmological İsotropy and CMB. ***Journal of Cosmology and Astroparticle Physics***, 0909: 018.

Visser, M. 2005. Cosmography: Cosmology without the Einstein equations. ***General Relativity and Gravitation,*** 37(9): 1541–1548.

Wei, H. Cai, R.G. 2008. A New Model of Agegraphic Dark Energy. ***Phys. Lett***. ***B***, 660:113-117.

Weinberg, S. 1972. Gravitation and Cosmology: Eistein’s Fıeld Equatıons. John Wiley and Sons Inc., New York London Sydney toronto, 154-155, USA.

Wolfram Mathematica. 2012. Wolfram Research Inc., 9.0.

Yanar, H., Salti, M., Acikgoz ,I., Aydogdu, O., Yasar , E.2016. Galactic entropy in extended Kaluza–Klein cosmology**.** ***Modern Physics Letters A***, 31: 1650038.

Yu. Kamenshchik, A., Moschella, U., Pasquier, V.2001. An Alternative to Quintessence. ***Phys.Lett.B,*** 511 : 265-268.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı **:** Sevda ERKAN
Doğum yeri : Uludere
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise – Süleyman Demirel Lisesi

Lisans - Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fizik Bölümü 2013

Lisans – Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü 2015 (çiftanadal)

Yüksek Lisans - Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Bölümü Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği 2019

Yayınlanan Makaleler

S. Erkan, N. Pirinccioglu, M. Salti, O. Aydogdu. Holographic scalar fields in Kaluza-Klein framework, ***The European Physical Journal Plus,*** (2017) 132: 536.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ İNTİHAL FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI VE SOYADI	Sevda ERKAN
ÖĞRENCİ NO	15802004
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2018-2019
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	Fizik
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	Kaluza – Klein Evreninde Skaler Alan Karanlık Enerji Modelleri
İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ	
RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	68
BENZERLİK ORANI	%20
RAPORLAMA TARİHİ	10/07/ 2019

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 68 sayfalık kısmına ilişkin, 10/07/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 20'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

☒ Kabul/Onay sayfaları hariç,
☐ Kaynakça hariç
☐ Alıntılar hariç/dâhil
☐ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Sevda ERKAN
10/07/ 2019

Doç. Dr. Nurettin PİRİNÇÇİOĞLU **Tez Danışmanı** 10/07/ 2019	Prof. Dr. Hatice BUDAK GÜMGÜM **Anabilim Dalı Başkanı** 10/07/ 2019

Formdaki bilgiler bilgisayar ortamında doldurulmalıdır. El yazısı ile doldurulan formlar geçersiz sayılmaktadır.

KGK-FRM-340/00