



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ



YÜKSEK BOYUTLU FRW EVRENİ İÇİN

SELF CREATION KOZMOLOJİDE

KUARK MADDE ÇÖZÜMLERİ

Ramazan ŞEN

Fizik Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YÜKSEK BOYUTLU FRW EVRENİ İÇİN
SELF CREATION KOZMOLOJİDE
KUARK MADDE ÇÖZÜMLERİ

Ramazan ŞEN

Fizik Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 22/06/2018

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Sezgin AYGÜN

ÇANAKKALE

Ramazan ŞEN tarafından Dr. Öğr. Üyesi Sezgin AYGÜN yönetiminde hazırlanan ve 22/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Yüksek Boyutlu FRW Evreni İçin Self Creation Kozmolojide Kuark Madde Çözümleri**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Fizik Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. Ertan GÜDEKLİ

.....

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Sezgin AYGÜN

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Can AKTAŞ

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2017-1120.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Ramazan ŞEN

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Sezgin AYGÜN, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme ve bu çalışmayı FYL-2017-1120 proje numarası ile destekleyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ramazan ŞEN

Çanakkale, Haziran 2018



SİMGELER VE KISALTMALAR

FRW	Friedmann-Robertson-Walker
SN Ia	Süpernova tip Ia
g_{ik}	Metrik tensör
x^i	Koordinatlar
∂	Kısmi türev
Γ_{kl}^i	Christoffel sembolü
R_{klm}^i	Riemann tensörü
R_{ik}	Ricci tensörü
R	Ricci skaleri
G_{ik}	Einstein tensörü
K	$\frac{8\pi G}{c^4}$ değerinde sabit
G	Gravitasyon sabiti
T_{ik}	Enerji-momentum tensörü
Λ	Kozmolojik sabit
Φ	Barber skaler alanı
λ	Çiftlenim sabiti
u_i	Hız vektörü
ρ_s	Sicim yoğunluğu
ρ_0	Sıfır basınçta toplam enerji yoğunluğu
SQL	Lineer acayip kuark model
SQB	Acayip kuark çanta model
B_C	Çanta sabiti
$Mev(fm)$	Megaelektronvolt femtometre
$r, \theta, \phi, \varphi, t$	Küresel koordinatlar
$A(t)$	Ölçek faktörü
q	Yavaşlama parametresi
κ	0, -1 ve +1 değerlerini alabilen eğrilik sabiti

ÖZET

YÜKSEK BOYUTLU FRW EVRENİ İÇİN SELF CREATION KOZMOLOJİDE KUARK MADDE ÇÖZÜMLERİ

Ramazan ŞEN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Sezgin AYGÜN

22/06/2018, 32

Bu çalışmada beş boyutlu homojen, izotrop Friedmann-Robertson-Walker (FRW) uzay-zamanında sicim içeren kuark madde dağılımı için Self Creation Kozmolojik (SCC) modelde tam çözümler elde edilmiştir. Çözümleri elde edebilmek yavaşlama parametresi (q) ve acayip kuark madde durum denklemi kullanılmıştır. Sicim yoğunluğu tüm modellerde sıfır olarak bulunmuştur. Modelin basınç yoğunluk ve skaler alanı acayip kuark'ın çanta sabiti olan B_c değeri ile değişmektedir.

Anahtar sözcükler: FRW Evreni, Self Creation Kozmoloji, Acayip Quark Madde, Yavaşlama Parametresi, Yüksek Boyut.

ABSTRACT

QUARK MATTER SOLUTIONS FOR HIGHER DIMENSIONAL FRW UNIVERSE IN SELF CREATION COSMOLOGY

Ramazan ŞEN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Physics

Advisor : Assist. Prof. Sezgin AYGÜN

22/06/2018, 32

In this study, exact solutions are obtained in the Self Creation Cosmological (SCC) model for quark matter distribution including string in the five-dimensional homogeneous, isotropic Friedmann-Robertson-Walker (FRW) universe. To obtain solutions, the deceleration parameter (q) and the strange quark equation of state are used. String density is found to be zero in all models. The model's pressure density and scalar field vary with the B_c value, which is the bag constant of the strange quark.

Keywords: FRW Universe, Self Creation Cosmology, Strange Quark Matter, Deceleration Parameter, Higher Dimensions.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	10
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	17
4.1. $q = -kt + m - 1$ için SCC’de Çözümler.....	19
4.2. $q = m - 1$ için SCC’de Çözümler	19
4.3. $q = -1$ için SCC’de Çözümler.....	20
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	21
5.1. $q = -kt + m - 1$ için SCC’de Sonuç ve Öneriler	21
5.2. $q = m - 1$ için SCC’de Sonuç ve Öneriler	23
5.3. $q = -1$ için SCC’de Sonuç ve Öneriler	25
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Galaksilerin hız ve uzaklık grafiğine bağlı olarak Hubble Kanunu (Serway ve ark., 2005)	3
Şekil 1.2. Hubble Kanunu'nda meydana gelen sapmalara bağlı olarak yavaşlayan veya hızlanan evrenin gösterilmesi (Serway ve ark., 2005)	4
Şekil 1.3. Büyük patlamanın ardından bir arada bulunan dört temel kuvvetin birbirinden ayrılması	6



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Evrenin kronolojisi (Hawking, 2002)	8
--	---



BÖLÜM 1

GİRİŞ

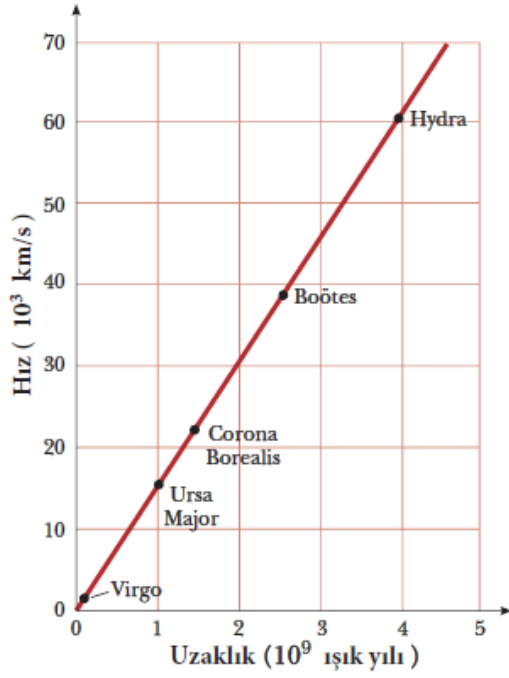
Kozmoloji kelimesi yunan kökenli olup, kozmos, kainat, uyum veya düzen anlamına gelir. Evrenin düzenini araştıran kozmoloji evren bilimi olarak da tanımlanabilir. Evrenin zenginliği ve karmaşıklığı ele alındığında sonsuz bir evren modeli oluşturmak için evreni basit ve anlaşılır bir şekilde ifade etmek gerekmektedir (Ryden, 2016). Evrenin büyük ölçeklerde basitleştirilmesinin kanıtı olan evrenin homojen ve izotropik (eş yönlülük) yapısı bu kozmolojik prensibi desteklemektedir. Homojenlik evrenin her yerde aynı özelliği gösterdiğini ifade ederken, izotropluk ise evrenin her doğrultuda aynı özelliği gösterdiğini ifade etmektedir (Liddle, 1998). Homojen modellerde evreni tanımlayan metrik sadece zamana bağlı olarak değişirken, eş yönlülük olarak da tanımlanan izotrop modellerde ise çok küçük dönme açılarında fiziksel niceliklerde değişme gözlemlenmez (Silk, 1997). Bu kurallar çerçevesinde içinde yaşadığımız evreni tanımlayabilmek için birçok teori ortaya atılmış olmasına rağmen bazıları deney ve gözlemlerle tutarlılık göstermediği için kabul görmemiş, bazıları ise büyük ses getirerek hala geçerliliğini korumuştur.

Evrenimiz her çağda ilgi ve merak konusu olmuş, gerek amatör gerekse çağın gereklerine uygun çeşitli profesyonel alet ve gözlem teknikleri ile içinde yaşadığımız evreni tanımlayabilmek için çalışmalar yapılmıştır. İlk olarak eski Yunanlılar zamanında dünyayı evrenin merkezi kabul eden bir model ortaya atılmıştır. Fakat Kopernik tarafından geliştirilen güneş merkezli model bu görüşün terk edilmesine neden olmuştur. Ardından Kepler gezegenlerin eliptik yörüngelerde hareket ettiklerini gözlemlemiştir (Liddle, 1998). Yapılan bu çalışmalarla sürekli olarak geliştirilen günümüz fiziğinin temelleri Galileo ve Newton'la başlamaktadır. Gök cisimlerine olan ilgisi ve yaptığı deneylerle büyük katkılar sağlayan Galileo sabit ivmeli cisimlerin hareketi üzerine incelemelerde bulunmuştur. Newton astronomi, matematik, optik, kuvvet ve yerçekimi gibi alanlarda çalışmalarda bulunarak fizik biliminin ilk matematiksel modelini oluşturmuştur (Thornton ve Rex, 2013). Newton'un teorisi; herhangi iki cisim arasındaki çekim kuvvetinin, kütlelerin büyüklükleriyle doğru orantılı aralarındaki mesafenin karesiyle ters orantılı olarak değiştiğini söylemektedir. Yeryüzündeki hareketleri tanımlamakta, gezegenlerin ve diğer gök cisimlerinin yörüngelerini açıklamakta çok başarılı olan Newton fizik kurallarının değişmez (invariant) kalması sebebiyle Galileo dönüşümlerini kullandığı teorisini Öklid geometrisiyle tanımlamıştır. Fakat tüm bu başarılarla rağmen Newton teorisi yine de

Merkür'ün perihel kayması, ışığın gravitasyonel alanda sapması, gravitasyonel kırmızıya kayma gibi durumları açıklamakta yetersiz kalmıştır. Newton mekaniğinin belli başlı konuları açıklamakta yetersiz kalıyor olması modern fiziğin doğuşuna sebep olmuştur (Özemre, 1982). Michelson-Morley tarafından yapılan deneyde ışığın sonlu bir hıza sahip olmasının anlaşılmasından sonra tüm fizik kurallarının değişmeden kalmasını sağlamak amacıyla Galileo dönüşümleri yerini Lorentz dönüşümlerine bırakmıştır (Thornton ve Rex, 2013). Lorentz dönüşümlerinin geçerlilik kazanmasıyla birlikte Lorentz invariantlı birçok teori ortaya atılmıştır. Bunlar içerisinde en tutarlı teori Albert Einstein tarafından ortaya atılan Genel Görelilik (Relativite) teorisidir. Einstein, Genel Relativite teorisinde fizik kurallarının tüm referans sistemlerinde geçerli kalabilmesi için Lorentz dönüşümleri altında tensör cebirini kullanarak tanımlamalar yapmıştır. Bu tanımlamalarda uzay ve zaman kavramlarını birlikte incelemiş ve maddenin bu uzay-zamanda bükülmeye neden olduğunu söylemiştir. Öklid geometrisi düz uzay yapısını tanımladığından uzay-zamandaki bu bükülmeyi ifade edebilmek için Riemann geometrisini kullanmıştır.

Albert Einstein Genel Relativite teorisi ile kırmızıya kayma, ışığın gravitasyonel alanda sapması, Merkür'ün perihel noktasının kayması gibi olayları açıklamayı başarmış ve bilinen en geçerli yerçekimi (gravitasyon) teorisini ortaya çıkartmıştır (Özemre, 1982). Ancak Hubble tarafından yapılan keşif ve devamında Süpernova Ia (SN Ia) için son gözlemler (Riess ve ark., 2004; Perlmutter ve ark., 1999) bize bu evrenin ivmelenerek genişlediğini göstermektedir.

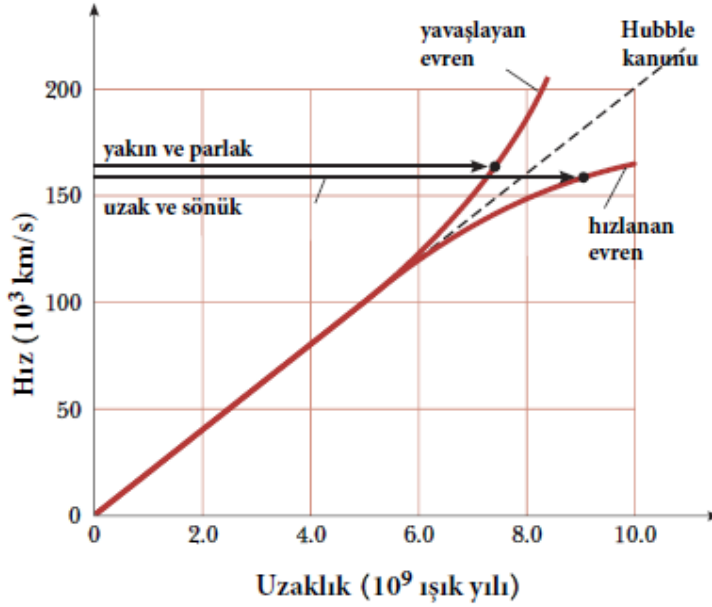
Doppler etkisine göre kaynağa yaklaştıkça dalga boyu küçülürken kaynaktan uzaklaştıkça dalga boyu artmaktadır. Vesto Melvin Slipher (1875-1969) galaksilerin hızını belirlemek için spektral çizgilerindeki Doppler kaymalarını ilk kullanan araştırmacılardan biridir. O dönemlerde galaksilerin arasındaki mesafeleri ölçmek için incelemeler yapan Hubble, yaptığı gözlemlerde galaksilerin uzaklıkları ile kırmızıya kayma arasında doğru orantılı bir değişim gözlemlemiştir.



Şekil 1.1. Galaksilerin hız ve uzaklık grafiğine bağlı olarak Hubble Kanunu (Serway ve ark., 2005)

Bir çizgi üzerinde bulunan galaksiler aralarındaki mesafeyle orantılı bir şekilde hızlanarak uzaklaşmaktadır. Yani galaksiler aralarındaki mesafe sürekli olarak artmaktadır. Bu da demek oluyor ki inanılanın aksine evren durağan değil ve sürekli olarak genişlemektedir.

Astronomik gözlem aletleri sayesinde çok uzak mesafelere bakılarak evrenin tüm tarihi hakkında bilgi edinilebilir. Astronomik objeler üzerinde yapılan hız ve mesafe ölçüm değerleri Hubble Kanunu'nun öngördüğü hızlarla karşılaştırılarak evrenin genişlemesinin sabit olarak devam ettiği ya da farklı zamanlarda hızlanan veya yavaşlayan bir genişlemenin söz konusu olup olmadığı incelenebilir.



Şekil 1.2. Hubble Kanunu'nda meydana gelen sapmalara bağlı olarak yavaşlayan veya hızlanan evrenin gösterilmesi (Serway ve ark., 2005)

Şekilde görüldüğü gibi yavaşlayarak genişleyen bir evrende galaksiler Hubble Kanunu'na göre beklenenden daha yakın ve parlak olacaktır. Benzer şekilde hızlanarak genişleyen evrende galaksiler daha uzak ve sönük olacaktır (Serway ve ark., 2005).

Yıldızların termonükleer patlamalar gerçekleştirmesi süpernova olarak adlandırılmaktadır. Bu süpernovalar tayf özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Parlaklıkları 10 milyar güneş parlaklığına kadar ulaşabilen grup SN Ia olarak adlandırılır. Beyaz cücelerin çökmesiyle oluşan SN Ia patlamalarının bu parlaklıkları homojen bir şekilde gözlenmektedir. Yani başlangıç anı ile bitiş anına kadar parlaklık neredeyse aynı kalmaktadır. SN Ia'nın bu özelliğinden faydalanılarak çok uzaktaki galaksiler rahatça gözlenebilmektedir. Dolayısıyla evrenin genişlemesini açıklamak için gerekli olan gözlemlerde doğrudan etkili olmaktadır (Serway ve ark., 2005).

Hubble ile başlayan gözlemler, SN Ia gözlemleri ve kırmızıya kayma gibi gözlemler evrenin genişlediğini göstermektedir. Genişleme hızla devam ederse evrende yalnız kalmamız söz konusu olduğundan bu genişlemeyi yavaşlatan etkiler olduğu düşünülerek bu etkiler araştırılmaya ve ölçülmeye çalışılmıştır. Bu yavaşlama etkisi ile ilgili parametreye yavaşlama parametresi (deceleration parameter) denilmektedir. Evrenin statik ve dinamik yapısı Hubble parametresi ve yavaşlama parametresiyle ifade edilir. Ölçek faktörünün zamana bağlılığından faydalanılarak yavaşlama parametresinin oranı ve gözlenebilen galaksinin dinamiği belirlenir (Bolotin ve ark., 2015). Şuan ki evrenin

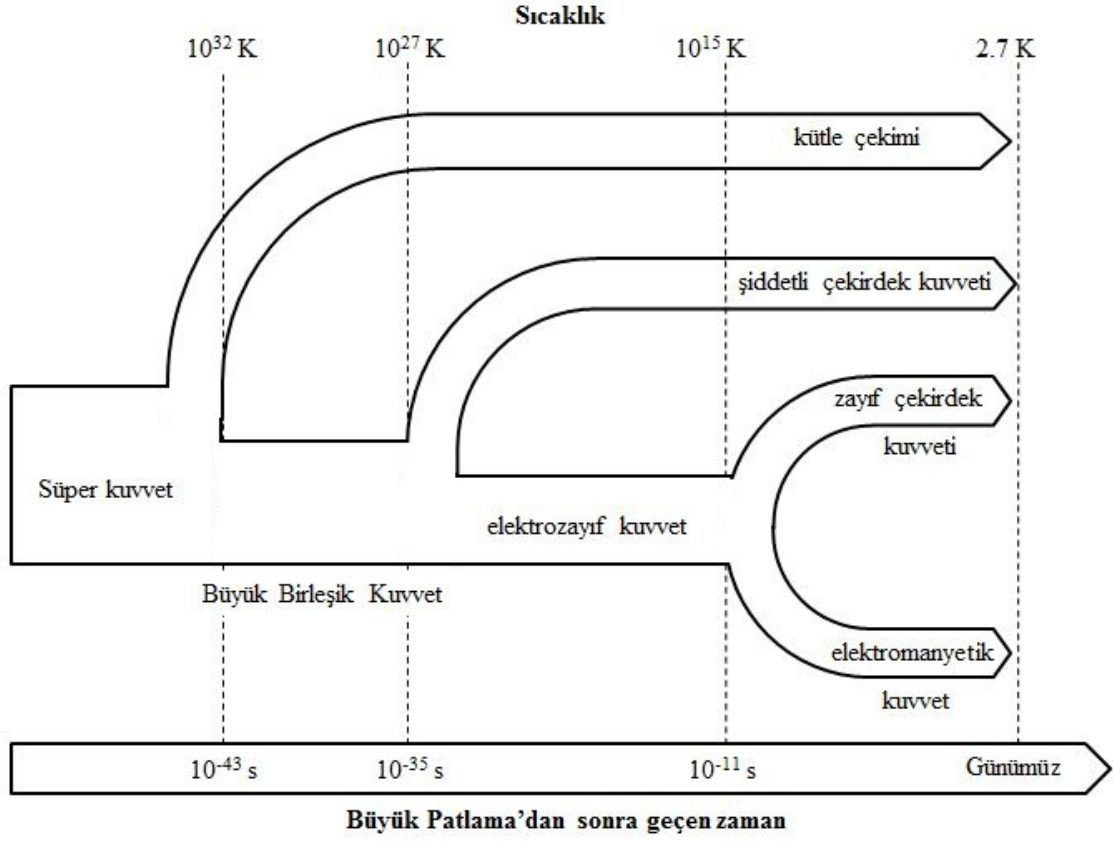
hızlanmasının nedeni karanlık enerji olarak değerlendirildiğinde bu olguyu açıklayabilmek için genellikle yavaşlama parametresi kullanılır (Berman, 1983). Akarsu ve Dereli tarafından Berman yasası temel alınarak zaman içerisinde lineer ve eğimli bir yavaşlama parametresi modeli ortaya atılmıştır (Akarsu ve Dereli, 2012).

Bilim insanları evrenin ivmelenerek genişlemesini açıklayabilmek için genellikle iki farklı yaklaşım kullanır. Bunlardan ilki kozmolojik sabit, quintessence, k-essence (Putter ve Linder, 2008), takyon (Padmanabhan, 2002), chaplying gaz (Kamenshchik ve ark., 2001) gibi pozitif yoğunluklu, negatif basınçlı egzotik maddeler olarak adlandırılan karanlık enerji modelleridir. Bu karanlık enerji modelleri bir durum denkleminde göre belirlenir. Karanlık enerji kaynaklı oluşan pozitif yoğunluklu negatif basınç, itici kuvvet olarak adlandırılır ve evrenin genişlemesini açıklayabilmek için kullanılır (Günay Demirel, 2009). İkinci yaklaşım ise alternatif yerçekim teorilerini kullanmaktır. Alternatif yerçekim teorileri bimetrik teori, skaler teori, skaler-tensör teori ve vektör-tensör teoriler olarak sınıflandırılabilir (Aygün ve ark., 2015). Bu teorilerden bazıları;

Self Creation Kozmoloji (Barber, 1982),
Teleparalel Teori (Hayashi ve Shirafuji, 1979),
Brans-Dicke Teori (Brans ve Dicke, 1961),
f(R) Teori (Buchdahl, 1970),
f(R,T) Teori (Harko ve ark., 2011),
Lyra Teori (Lyra. 1951),
Creation Field Teori (Hoyle ve ark., 1966),

şeklinde örneklendirilebilir.

Evrenin başlangıç anlarındaki birçok fiziksel ve kozmolojik olay hala tam olarak açıklanamamaktadır. Bu nedenle özellikle evrenin ilk anlarını açıklamak için çeşitli modeller ortaya atılmıştır. Bunlardan birisi olan Standart model, doğada bilinen dört temel kuvvetten (elektromanyetik kuvvet, zayıf nükleer kuvvet, güçlü nükleer kuvvet ve kütleçekim kuvveti) elektromanyetik kuvvet, zayıf nükleer kuvvet ve güçlü nükleer kuvvet olarak üçünü açıklayabilen kuramdır. Başlangıçta bir arada bulunan bu dört temel kuvvet büyük patlamadan sonra birbirinden ayrılmışlardır.



Şekil 1.3. Büyük patlamanın ardından bir arada bulunan dört temel kuvvetin birbirinden ayrılması

Standart modele göre elektromanyetik kuvvet elektrik yüküne sahip olan bütün kuvvetler tarafından hissedilir ve fotonların elektrik yüklü olan parçacıklarla arasında gerçekleşen etkileşim sonucu ortaya çıkar. Elektromanyetik kuvvetin taşıyıcısı olan fotonlar yüksüz oldukları için bu kuvveti hissetmezler ancak elektrik yükü taşıyan bir parçacığa veya onun karşıt parçacığına bölünebilirler. Zayıf nükleer kuvvet kuarklar ve leptonlar tarafından hissedilirler. Güçlü nükleer kuvvet ise sadece kuarklar ve gluonlar tarafında hissedilir. Bu kuvvet kuarkları birbirine bağlayarak proton, nötron ve diğer hadronların oluşmasını sağlayan kuvvettir.

Standart model tüm bu başarılarına rağmen bilim insanlarını tatmin etmeyen eksikliklere sahiptir. Kütle-çekim kuvvetinden hiç bahsedilmiyor olması, yaşadığımız evrenin oluşumuna sebep olan madde ve anti-madde arasındaki asimetri durumunun nedenini açıklayamaması, evrenin yaklaşık %96'sına denk gelen karanlık madde ve karanlık enerjiyi açıklayamaması, nötrino kütleleri problemi ve üç kuvvetin hiçbir zaman tam anlamıyla birleşemiyor olması gibi durumlar bu eksikliklerinden bazılarıdır. Bu eksikliklerden dolayı standart model son teori olmamış, bilinen tüm fiziksel olayları

birlikte ve tamamen açıklayabilmek için yerini süpersimetri, sicim kuramı, M teori, ekstra boyutlar gibi yeni teorilere bırakmıştır. Bu kuramların amaçları arasında standart model ve Genel Görelilik teorisini kuantum kütle çekimi içinde birleştirebilmek, parçacıkların kütlelerini tam olarak öngörebilmek ve kuramlardaki çeşitli kavramsal kusurları düzeltebilmek gelmektedir (Özpineci, 2007; Cankoçak, 2009).

Evrenin evrimi süresince birçok önemli olay meydana gelmiştir. Evrenin en erken dönemi olan Planck çağı, sıcaklığın $T = 10^{32}$ K'e kadar düştüğü $t = 10^{-43}$ s dönemidir. Bu dönemde kuantum gravitasyon etkileri rol almaktadır. Bu dönem boyunca dört temel kuvvet tek bir kuvvet olarak bir arada iken bu dönemin sonlarına doğru kütle-çekim kuvveti diğer üç kuvvetten ayrılmıştır. Planck çağından sonraki dönem büyük birleşme dönemi olarak ifade edilir ve $10^{-43} \leq t \leq 10^{-36}$ s aralığındaki dönemdir. Bu dönemde sıcaklık 10^{29} K'dir. Bu dönemde elektromanyetik, güçlü ve zayıf kuvvetler bir arada iken bu dönemin sonlarında güçlü nükleer kuvvet diğer iki kuvvetten ayrılır. Erken evrenin $10^{-36} \leq t \leq 10^{-32}$ s aralığındaki dönemi şişme dönemi olarak adlandırılır ve sıcaklık 10^{28} - 10^{22} K arasındadır. Bu şişmenin nedeni büyük birleşme çağıının sonunda meydana gelen faz geçişi olarak ifade edilir. Evrenin sıcaklığının $T = 10^{15}$ K değerinde olduğu ve zamanın $10^{-32} \leq t \leq 10^{-12}$ s aralığındaki dönem elektrozayıf çağ olarak ifade edilmektedir. Bu dönemde elektromanyetik ve zayıf kuvvetler bir aradadır. Bu evrede parçacık etkileşimleri oldukça yüksek enerjilidir. Evren genişledikçe ve soğudukça bu etkileşimler az enerjili hale gelir. Evrenin $10^{-12} \leq t \leq 10^{-6}$ s aralığındaki zamanı kuark çağı olarak adlandırılır. Evrenin sıcaklığı bu dönemde $T \sim 10^{12}$ K'dir. Bu dönemde temel etkileşimler günümüzdeki hallerini alırlar. Kuarkların bir arada tutunarak hadronları oluşturmaları için evren hala yüksek sıcaklığa sahiptir. Bu çağda evrenin kuark-gluon plazması ile dolu olduğu düşünülmektedir. Evren 10^{-6} s yaşına geldiğinde kuark çağı sona ermiştir. Devam eden $10^{-6} \leq t \leq 10^{-4}$ s zaman aralığındaki erken evren dönemi hadron çağı olarak adlandırılır ve bu dönemde sıcaklık $T \sim 10^{10}$ K değerindedir. Bu çağda evrenin kütlelerinin büyük kısmı hadronlar tarafından oluşmaktadır. Bu dönemin başlangıcında sıcaklık hadron ve anti-hadron çiftlerinin oluşumuna izin verecek kadar yüksektir. Evrenin sıcaklığı düşmeye başladıkça hadron ve anti-hadron çiftleri oluşmamaya başlar ve bu çiftlerin büyük bölümü yok olma tepkimeleri sonucu küçük hadron kalıntıları bırakarak kaybolurlar. Sıcaklığın 10^{10} - 10^9 K arası olduğu Lepton çağı evrenin $10^{-4} \leq t \leq 10$ s aralığındaki dönemidir. Leptonlar elektron, nötrino, müon ve bunların her birinin sahip olduğu anti-parçacıklarından oluşan hafif parçacıklardır. Bu dönemde elektron nötrinoları

ve anti-nötrinolar ayrışma sürecine girip günümüz evrenine ulaşan kozmik nötrino fon ışınlamını oluşturmaya başlamışlardır (Varlıklı, 2013). $t \sim 3$ dk zamanında ve $T \sim 10^9$ K sıcaklığında ise madde ve radyasyon birleşerek ilk çekirdekler meydana gelir. Evrenin ilerleyen dönemlerinde $t \sim 300,000$ yıl zamanında sıcaklık 4000 K'e kadar düşer. Madde ve enerjinin ayrılmaya başlamasıyla evren optik olarak kozmik mikrodalga fon ışınlamı için geçirgen hale gelir. $t \sim 1$ milyar yıl zamanında sıcaklık $19 - 4$ K'e kadar düşmüştür. Bu dönemde ilk yıldızlar meydana gelmiş ve galaksi kümelerini oluşturmuştur (Hawking, 2002). $t \sim 13.8$ milyar yıl zamanında evrenin sıcaklığının 2.7 K'e kadar düştüğü bu dönem günümüz evreninin bilinen yaşı olarak ifade edilmektedir. Görünen bu evren milyarlarca yılki görüntüsüne benzemekte olduğu gibi milyarlarca yıl boyunca da benzer bir görünüme sahip olacaktır. Bu ilerleyişin geleceği ve sonuyla ilgili bilim insanları tarafında kesin bir fikir olmamasıyla birlikte çeşitli tahminlerde bulunulmuştur (del Peloso ve ark., 2005).

Çizelge 1.1. Evrenin kronolojisi (Hawking, 2002)

Dönem	Zaman	Sıcaklık	Evrenin Durumu
Planck Çağı	10^{-43} s	10^{32} K	Kuantum gravitasyon etkileri
Büyük Birleşme Çağı	$10^{-43} \leq t \leq 10^{-36}$ s	10^{29} K	Elektromanyetik, zayıf ve güçlü nükleer kuvvet bir arada
Şişme Çağı	$10^{-36} \leq t \leq 10^{-32}$ s	$10^{28} - 10^{22}$ K	Hızlı bir genişleme ve soğuma
Elektrozayıf Çağ	$10^{-32} \leq t \leq 10^{-12}$ s	10^{15} K	Güçlü nükleer kuvvet ayrılır
Kuark Çağı	$10^{-12} \leq t \leq 10^{-6}$ s	10^{12} K	Kuark-gluon plazma geçişi
Hadron Çağı	$10^{-6} \leq t \leq 10^{-4}$ s	10^{10} K	Madde-anti madde asimetrisi
Lepton Çağı	$10^{-4} \leq t \leq 10$ s	$10^{10} - 10^9$ K	Lepton ve anti-lepton dengesi
Nükleer Çağ	$t \sim 3$ dk	$10^9 - 10^7$ K	İlk çekirdek oluşumu
300 bin yıl	İlk 300 bin yıl	4000 K	Optik geçirgenlik
1 milyar yıl	İlk bir milyar yıl	$19 - 4$ K	İlk galaksilerin oluşumu
13.8 milyar yıl	Bugün	2.7 K	Günümüz evreni

Şu an ivmelenerek genişleyen evrenin erken evrelerinde faz geçişleri sırasında gerçekleşen sıcaklık değişimleri sonucunda simetri kırılmaları meydana gelmiş ve bu simetri kırılmaları sonucunda da çeşitli topolojik kusurlar (topological defects) denilen yapılar oluşmuştur. Bu topolojik kusurlar sicimler (string), domain wall'lar, texture'ler ve

monopole'ler olarak adlandırılabilir (Yavuz ve ark., 2005). Sıfır boyutlu olan monopole'ler küresel simetri bozulması sonucu oluşan küp şeklindeki kusurlardır. Bir boyutlu olan sicimler silindirik simetri kırılması sonucu oluşmuş doğrular olarak ifade edilir. İki boyutlu olan domain wall'lar evreni hücrelere ayıran zar yapılar olarak tanımlanır ve ayrık simetri faz geçişi sırasında oluşan kusurlardır. Texture'ler ise diğer kusurlar gibi bölgesel olmayıp karmaşık simetri kırılmaları sonucu oluşan kararsız kusurlar olarak ifade edilirler. Bu kusurlardan monopole'ler kısa sürede yok olurlar, sicimler dışındaki kusurlar ise yeteri kadar yerçekimi içermezler. Bu sebeple sicimler bu kusurlar içinde ayrı bir önem taşımaktadır (Vilenkin ve Shelleard, 1994; Aydoğan, 2010). Evrenin ilk zamanlarında, sıcaklığın kritik sıcaklığın altına düştüğü durumda faz geçişleri sırasında oluşan sicimlerin, evrenin erken zamanlarında var olduğuna ve galaksilerin oluşumu sırasında meydana gelen yoğunluk azalmasını ifade ettiği düşünülmektedir (Kibble, 1976). Dolayısıyla sicimler evrenin erken evrelerinde ortaya çıkmaları ve yeterli gravitasyona sahip olmaları nedeniyle; doğadaki dört temel kuvveti (elektromanyetik, gravitasyon, zayıf kuvvet ve güçlü çekirdek kuvveti) birleştirmek amacıyla oluşturulan teoriler, kozmoloji ve astrofizik açısından önemli bir yere sahip olan yapılardır (Vilenkin, 1981a,b; Aydoğan, 2010).

Evrendeki her şeyin maddenin en küçük yapı taşı olan atomlardan oluştuğu bilinmektedir. Atomlar birleşerek daha büyük yapıları oluştursa da atomları oluşturan daha küçük parçacıklar bulunmaktadır. Atomlar merkezinde çekirdek, çekirdeğin içyapısında proton ve nötronlardan oluşur. Proton ve nötronların içerisinde ise daha küçük yapılar olan kuark ve gluon parçacıkları bulunur. Kuarklar kütle bakımından hafiften ağıra doğru olmak üzere yukarı, aşağı, tılsım, acayip, alt ve üst kuarklar olarak sıralanır (Aktaş, 2008). Yaşam ömrünün beklenenden daha uzun olması sebebiyle karşılaşılan bu garip ve acayip durumdan adını alan acayip kuark maddenin oluşumu ile ilgili Bodmer (1971) ve Written (1984) tarafından iki fikir ortaya atılmıştır. Bunlardan biri evrenin erken dönemlerinde yaşanan kuark-hadron geçişi, diğeri ise yüksek yoğunluktaki nötron yıldızlarının değişimidir. Bu değişim nötron yıldızlarının merkezinde gravitasyon etkisiyle yüksek yoğunluktaki proton ve nötronların kuarklara bozunması şeklindedir. Kuark maddenin çanta modeliyle ifade edilen acayip kuark madde; şiddetli etkileşim sabiti, çanta sabiti ve acayip kuark kütlesi olarak üç parametre ile karakterize edilmektedir. Acayip kuark madde kütesiz ve etkileşimsiz olarak basitleştirilmiş çanta modeliyle genelleştirilerek ifade edilir ve hacimleriyle orantılı enerji terimleriyle açıklanırlar (Aygün, 2008).

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Alternatif gravitasyon teorilerine olan ilginin artmasıyla birlikte çeşitli madde formları ve evren modelleri üzerinde birçok araştırma yapılmıştır. Alternatif teorilerden olan Self Creation Kozmoloji için de bu konularda yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda belirtildiği gibidir.

Reddy (1987) Self Creation Kozmoloji’de Bianchi I evreninde vakum modelini incelemiştir. Venkateswarlu ve Reddy (1989) Marder metriğini kullanarak Self Creation Kozmoloji’de anizotropik kozmolojik model için çözümleri araştırmıştır. Shanti ve Rao (1991) Self Creation Kozmoloji’de ideal akışkan varlığında homojen ve anizotropik Bianchi II ve III evrenlerinde çözümler elde etmiştir. Ram ve Singh (1997) Bianchi II evreninde anizotropik kozmolojik modeli SCC’de araştırmıştır. Mohanty ve ark. (2003) Bianchi I evren modelinde Self Creation Kozmoloji için çözümler elde etmişlerdir. Venkateswarlu ve Kumar (2006) yüksek boyutlarda FRW evreninde çeşitli çözümleri Self Creation Kozmoloji’de incelemiştir. Singh ve Kumar (2007) SCC’de yavaşlama parametresiyle Bianchi II uzay-zamanını gözlemlemiştir. Reddy ve Naidu (2009) SCC’de Kaluza-Klein uzay-zamanında kozmolojik model için çözümler araştırmıştır. Katore ve ark. (2010) viskoz akışkan için FRW evren modelinde Self Creation Kozmoloji’de çözümleri incelemiştir. Adhav ve ark. (2010) Bianchi I evreninde kütesiz skaler alanlı kozmik sicimleri Barber’ın Self Creation teorisinde incelemiştir. Mahanta ve ark. (2012) sicim iştirilmiş acayip kuark madde için Bianchi III evrenindeki çözümlerini Self Creation Kozmoloji’de araştırmıştır. Rai ve ark. (2012) Marder evreninde anizotropik kozmolojik model çözümlerini Self Creation Kozmoloji’de araştırmıştır. Mahanta ve ark. (2014) Bianchi III evreninde sabit yavaşlama parametresi ile karanlık enerji modellerini SCC’de araştırmıştır. Naidu ve ark. (2015) Kantowski-Sachs evreninde viskozite yoğunluğunda sicim içeren kozmolojik modeli Self Creation Kozmoloji’de çözümlenmiştir. Rao ve ark. (2015) Bianchi V evreninde viskozite yoğunluğunda sicim içeren kozmolojik modeli Self Creation Kozmoloji’de incelemiştir. Jain ve Jain (2015) Bianchi I evreninde manyetik radyasyon içeren kozmolojik modeli SCC’de araştırmıştır. Shen (2016) homojen ve izotrop FRW evreninde değişen Λ terimli çözümleri Self Creation Kozmoloji’de araştırmıştır. Rao ve ark. (2016) Bianchi II uzay-zaman metriğinde modifiye holografik Ricci karanlık enerji modelini Self Creation Kozmoloji’de çözümlenmiştir. Çağlar ve Aygün (2016) yüksek boyutlu FRW evreninde sicim bulutu ve domain wall varlığında

acayip kuark madde çözümlerini Self Creation Kozmoloji’de incelemiştir. Şen ve Aygün (2016) yüksek boyutlu FRW evreninde Self Creation Kozmoloji’de acayip kuark madde çözümlerini araştırmıştır. Rao ve ark. (2017) Bianchi V evreninde modifiye holografik Ricci karanlık enerji modelini Self Creation Kozmoloji’de ele almışlardır.



BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

Riemann geometrisiyle ifade edilen eğri uzay-zamanı tanımlayan yay elemanı:

$$ds^2 = g_{ik}dx^i dx^k = -dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilir. Burada g_{ik} metrik tensörü, dx^i ise koordinatları belirtir. Vektörlerle tanımlanan noktaları tensör cebrinde ifade ederken meydana gelen kaymaları ortadan kaldırmak için bağlantı katsayıları olarak bilinen bir dönüşüm kullanılır. Bu bağlantı katsayıları Christoffel sembolleri olarak adlandırılır ve:

$$\Gamma_{kl}^i = \frac{1}{2} g^{im} \left(\frac{\partial g_{mk}}{\partial x^l} + \frac{\partial g_{ml}}{\partial x^k} + \frac{\partial g_{kl}}{\partial x^m} \right) \quad (3.2)$$

eşitliğindeki gibi tanımlanır. Christoffel sembolleri bir tensör değildir ve uzayın geometrisini tanımlamak için kullanılır. 64 bileşeni bulunan Christoffel sembollerinin simetri özelliğinden dolayı bileşen sayısı 40 düşer. Uzay zamandaki eğrilik Riemann tensörü ile ifade edilir ve:

$$R_{klm}^i = \frac{\partial \Gamma_{km}^i}{\partial x^l} - \frac{\partial \Gamma_{kl}^i}{\partial x^m} + \Gamma_{nl}^i \Gamma_{km}^n - \Gamma_{nm}^i \Gamma_{kl}^n \quad (3.3)$$

(3.3) eşitliğindeki gibi tanımlanır. Riemann tensörünü hesaplamak oldukça zor ve zahmetlidir. Simetri özelliğinden dolayı 256 tane olan bileşen sayısı 20 bağımsız değişkene düşer. Riemann tensörünün büzülmesi sonucu uzay-zamanın eğriliği Ricci tensörü ile ifade edilir. Bu eğriliği ifade eden Ricci tensörü:

$$R_{lk} = \frac{\partial \Gamma_{ik}^l}{\partial x^l} - \frac{\partial \Gamma_{il}^l}{\partial x^k} + \Gamma_{ik}^l \Gamma_{lm}^m - \Gamma_{il}^m \Gamma_{km}^l \quad (3.4)$$

eşitliğinde verildiği gibi ifade edilir. Ricci tensöründen faydalanarak uzayın eğriliğini tanımlayan Ricci skaleri aşağıdaki gibidir:

$$R = g^{lk} R_{lk} \quad (3.5)$$

Uzay-zamanın geometrik yapısını gravitasyonel alanın kaynağı olan madde ile ilişkilendirebilmek için enerji-momentum tensörü kullanılır ve T_{ik} olarak ifade edilir. Bu matematiksel veriler ve madde ile ilişkilendirilerek oluşturulan alan denklemleri aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$G_{ik} \equiv R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} = K T_{ik} \quad (3.6)$$

Burada;

G_{ik} : Einstein tensörü

R_{ik} : Ricci tensörü

g_{ik} : Metrik tensör

R : Ricci skaleri

K : $\frac{8\pi G}{c^4}$ sabit

T_{ik} : Enerji-momentum tensörü

olarak tanımlanır. (Carroll, 2013; Landau ve Lifshitz, 1987).

Alan denklemlerinin sağ tarafı uzaya eğrilik kazandıran maddenin enerji-momentum dağılımını, sol tarafı ise uzay-zamanın geometrisini göstermektedir. Yani bu denklemler madde ile geometri arasındaki ilişkiyi açıklayan denklemlerdir. Einstein statik bir evren yapısına inanmasına rağmen oluşturduğu model kendi içerisinde çökmekte olan bir evren modeli tanımlamaktadır. Einstein bu durumu ortadan kaldırıp statik bir evren modeli oluşturabilmek için denklemlerine bu çökmeye karşı koyacak kozmolojik sabit adını alan Λ 'lı bir terim ekleyerek alan denklemlerini yeniden düzenlemiştir. Bu durumda Einstein alan denklemleri:

$$G_{ik} \equiv R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} + \Lambda g_{ik} = -K T_{ik} \quad (3.7)$$

olarak yeniden şekillenmiştir (Carroll, 2013). Daha sonra Hubble tarafından yapılan gözlemlerle evrenin genişlediğinin kanıtlanmasıyla birlikte Einstein'ın en büyük hatamı olarak değerlendirdiği alan denklemleri yeniden gündeme gelmiştir.

Barber tarafından 1982 yılında iki yeni teori ortaya atılmıştır. Bu teoriler Brans-Dicke ve Genel Relativite teorileri modifiye ederek oluşturmuştur. Barber, bu teorileri öne sürerken Lagrangian tekniklerini kullanmadan skaler alan değişkenlerini kullanarak genel alan denklemlerini oluşturmuştur. Fakat bunu yapabilmek için gerekli fonksiyonel

özellikleri sağlayacak denklem setlerinin olması gerekmektedir. Brans-Dicke teorisine modifiye edilerek oluşturulan ilk teoriye göre, başlangıçta şiddetli bir şekilde gözlenen oluşum artan parçacık sayısı ile doğrusal orantılı olarak bir sabite yaklaşmaktadır. Fakat Brans (Brans, 1987) bu durumun eşdeğerlik prensibine karşı sonuçlar doğurduğunu, madde ve skaler alanda ciddi kısıtlamalara yol açacağından dolayı bu teorisin geçersiz olması gerektiğini göstermiştir. Bu sebeple Barber Genel Relativite teorisini modifiye ederek ikinci bir teori öne sürmüştür. Bu teoride yerçekimi tamamen yok sayılmaz ancak yerine bir skaler alan tanımlanır ve maddenin varlığından kaynaklanan bu skaler alan enerji-momentum tensörüyle ilişkilendirilir. Barber bu teoride skaler alan Φ 'nin ve G 'nin boyutsallığı arasındaki ilişkiden $G(\Phi)$ olarak G 'nin skaler alana bağlı bir fonksiyon olduğunu önermiştir:

$$G = \frac{1}{\Phi} \quad (3.8)$$

ve bu önermenin ardından çiftlenim sabiti λ terimi uygun değer verilerek ayarlandığında 1982'de Barber'ın ikinci teorisi olarak bilinen SCC'de modifiye edilmiş alan denklemleri:

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = -\frac{8\pi}{\Phi} T_{ik} \quad (3.9)$$

$$\square \Phi = \frac{8\pi}{3} \lambda T \quad (3.10)$$

eşitliklerindeki gibi ifade edilir. Burada ϕ Barber'ın skaler alanı, T enerji-momentum tensörünün izi, λ çiftlenim sabiti, $\square \Phi$ d'Alembert operatörüdür. Yapılan deneylerde $|\lambda| < 10^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Limit durumlarda $\lambda \rightarrow 0$ ve $\Phi = \text{sabit} = G^{-1}$ olduğunda Barber'ın ikinci teorisi Einstein'ın relativite teorisine dönüşmektedir (Barber, 1982).

Ayrıca, Brookhaven laboratuvarında (<http://www.bnl.gov>) Relativistik Ağır İyon Çarpıştırıcısı (RHC) ile yapılan deneylerde çarpışma sonrasında ortaya çıkan madde olan kuark ve gluonların gaz halinde oluşmaları beklenirken ideal akışkan formunda olduğu gözlemlenmiştir. (Back ve ark., 2005; Aktaş, 2008). Bu yüzden tezde kullanacağımız sicim içeren kuark madde için enerji-momentum tensörü aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$T_{ik} = (p + \rho) u_i u_k + p g_{ik} - \rho_s x_i x_k \quad (3.11)$$

Burada p basınç, ρ yoğunluk ve ρ_s sicim yoğunluğunu göstermektedir. Ayrıca x^i sicimlerinin uzaydaki yönünü gösteren birim vektör, u_i ise beş boyutlu hız vektörüdür ve:

$$u_i = (0,0,0,0,1) \quad (3.12)$$

olarak ifade edilir ayrıca u_i ve x^i arasındaki bağıntı:

$$u_i u^i = -x_i x^i = -1, \quad u^i x_i = 0 \quad (3.13)$$

şeklinde ifade edilir (Letelier, 1983; Stachel, 1980; Reddy ve Venkateswarlu, 1989; Mollah ve ark., 2015). Kuark madde ideal akışkan gibi davrandığından durum denklemi:

$$p = \varepsilon \rho \quad (3.14)$$

olarak verilir. Acayip kuark madde için tanımlanan lineer durum denklemi (SQL):

$$p = \varepsilon(\rho - \rho_0) \quad (3.15)$$

olarak ifade edilir. Burada p basınç, ρ enerji yoğunluğu, ρ_0 sıfır basınçtaki enerji yoğunluğu ve ε ise bir sabittir. (Yılmaz ve ark., 2012). Diğer taraftan acayip kuark madde için tanımlanan çanta modelinde (SQB) toplam enerji yoğunluğu:

$$\rho = \rho_q + B_c \quad (3.16)$$

eşitliğindeki gibidir. Toplam basınç değeri ise:

$$p = p_q - B_c \quad (3.17)$$

olarak ifade edilir. Burada ρ_q kuark yoğunluğunu, p_q kuark basıncını gösterir. B_c ise çanta sabiti ifade etmektedir. Kuark basıncı ile kuark yoğunluğu arasındaki ilişki:

$$p_q = \frac{\rho_q}{3} \quad (3.18)$$

olarak tanımlanır. Bu bağıntılar yardımıyla da acayip kuark madde çanta modeli (SQB) için durum denklemi:

$$p = \frac{\rho - 4B_c}{3} \quad (3.19)$$

şeklinde ifade edilir (Sotani ve ark., 2004 ; Mahanta ve ark., 2012). Burada B_c daha önce de belirtildiği gibi çanta sabitini tanımlar ve birimi $Mev(fm)^{-3}$ olarak ifade edilir. B_c farklı değer aralıklarında ifade edilmektedir. Chakraborty ve ark. (2014) çanta sabiti B_c değerini $60-80 Mev(fm)^{-3}$ olarak tanımlamıştır. Yine sıfır sıcaklık durumunda B_c değeri Fraga ve ark. (2014) tarafından $(150 Mev)^4$ olarak tanımlanmıştır (Sahoo ve ark., 2018).



BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bilim insanlarının doğada bulunan temel kuvvetleri bir çatı altında toplayarak birleştirme isteği yüksek boyutlu evren modellerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Yüksek boyutlarla ilgili ilk adım 1921 yılında Alman matematikçi ve fizikçi Theodor Kaluza (Kaluza, 1921) tarafından atılmış ve 1926 yılında Oscar Klein (Klein, 1926) tarafından genişletilmiştir. Kaluza-Klein uzaya küçük bir boyut daha ekleyerek kütle-çekim ve elektromanyetizmayı birleştirmeyi başarmıştır. Ancak geçerliliği kanıtlanan teoriler için bu çalışma yapıldığında başarılı olunamamıştır. Bu sebepten dolayı bir süre yüksek boyutlarla ilgili çalışmalardan uzaklaşmıştır. Fakat ilerleyen zamanlarda sicim teorisi vb. gibi teorilerin ortaya atılmasından sonra yüksek boyutlara ihtiyaç duyulmuş ve temel kuvvetleri açıklamak adına yeniden kullanılmaya başlanmıştır (Kirezli, 2011).

Self Creation Kozmoloji’de sicim içeren kuark madde çözümlerini elde edebilmek için beş boyutlu FRW evren modelinden faydalanacağız. $(r, \theta, \phi, \varphi, t)$ küresel koordinatlarda beş boyutlu FRW metriği:

$$ds^2 = -dt^2 + \frac{A(t)^2}{1-\kappa r^2} dr^2 + A(t)^2 r^2 \left[\frac{d\theta^2 + \sin(\theta)^2 d\phi^2}{+\sin(\theta)^2 \sin(\phi)^2 d\varphi^2} \right] \quad (4.1)$$

şeklinde verilir (Singh ve Beesham, 2012). Burada $A(t)$ ölçek faktörü, $\kappa = 0, -1$ ve $+1$ değerlerine göre sırasıyla düz, açık ve kapalı uzayı ifade eden eğrilik sabitidir.

(3.9), (3.11) ve (4.1) denklemlerini kullanarak beş boyutlu FRW evreninde Barber’ın ikinci teorisi olan Self Creation Kozmoloji’de modifiye alan denklemleri:

$$\frac{3\ddot{A}}{A} + \frac{3\dot{A}^2}{A^2} + \frac{3\kappa}{A^2} = -\frac{8\pi(p-\rho_s)}{\Phi} \quad (4.2)$$

$$\frac{3\ddot{A}}{A} + \frac{3\dot{A}^2}{A^2} + \frac{3\kappa}{A^2} = -\frac{8\pi p}{\Phi} \quad (4.3)$$

$$\frac{6\dot{A}^2}{A^2} + \frac{6\kappa}{A^2} = \frac{8\pi\rho}{\Phi} \quad (4.4)$$

olarak elde edilir. Burada nokta (.) zamana göre türevi ifade etmektedir. Ayrıca (4.2) ve (4.3) denklemlerinden:

$$\rho_s = 0 \quad (4.5)$$

sonucu elde edilir (Şen ve Aygün, 2016, 2017). Bu model için sicim yoğunluğunun varlığına izin verilmediği açıkça görülmektedir. Bu durumda (4.2) denklemi (4.3) denkleminde dönüştüğünden iki adet alan denkleminde sahip olmuş oluruz. Böylece A, p, ρ, Φ olmak üzere dört tane bilinmeyen ve iki adet alan denklemi elde edilir. Bu denklem setini çözebilmek için bilinmeyen sayısı kadar denkleme ihtiyaç olduğundan iki tane yaklaşım kullanılması gerekmektedir. Bunlardan ilki evrenin genişlemesini yavaşlatan etki olarak tanımlanan Akarsu ve Dereli (Akarsu ve Dereli, 2012) tarafından genelleştirilen yavaşlama parametresidir ve:

$$q = -\frac{A\ddot{A}}{\dot{A}^2} = -kt + m - 1 \quad (4.6)$$

eşitliğindeki gibi ifade edilir. Burada $k \geq 0$ ve $m \geq 0$ olmak üzere sabittir. Burada $k = 0$ olduğunda Berman Kanunu'na (Berman, 1983) indirgenmiş olur. Bu kanun yoluyla yavaşlama parametresi kozmolojik çözümler için genelleştirilir ve kozmolojik verilere daha uygun modeller elde edilir.

$q > 0$ ise yavaş genişleyen evreni,

$q = 0$ ise sabit genişleyen evreni,

$-1 < q < 0$ ise hızlanarak genişleyen evreni,

$q = -1$ ise eksponansiyel olarak genişleyen evreni,

$q < -1$ ise süper eksponansiyel olarak genişleyen evreni,

tanımlamaktadır. Buradan $k = 0$ olmadığı sürece evrenin süper eksponansiyel olarak genişleyeceği görülmektedir (Adhav, 2011; Akarsu ve Dereli, 2012). Alan denklemlerinin çözümlerini elde edebilmek için kullanılacak ikinci yaklaşım ise (3.19) denkleminde $p = \frac{\rho - 4B_c}{3}$ olarak verilen acayip kuark durum denklemidir. Bu parametreler yardımıyla elde edilen çözümler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

4.1. $q = -kt + m - 1$ için SCC'de Çözümler

Evrenin genişlemesini yavaşlatan etki olarak tanımlanan yavaşlama parametresini (4.6) denkleminde $q = -\frac{A\ddot{A}}{\dot{A}^2} = -kt + m - 1$ olarak ifade etmiştik. Bu diferansiyel denklemin çözümünden $A(t)$ ölçek faktörü:

$$A(t) = \left(\frac{kt}{kt-2m} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (4.7)$$

olarak elde edilir. Böylece (4.2)-(4.5) alan denklemlerinde, (3.19) denkleminde ifade edilen acayip kuark durum denklemi ve (4.7) ifade edilen $A(t)$ ölçek faktörü yerine yazılarak beş boyutlu FRW evreninde SCC'de acayip kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir (Şen ve Aygün, 2017):

$$\Phi = \frac{32\pi(t)^{\frac{2}{m}+2}(k)^{\frac{2}{m}}(kt-2m)^{2-\frac{2}{m}}B_c}{12(3kt-3m+8)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}+15t^2(kt-2m)^2\kappa} \quad (4.8)$$

$$p = \frac{[16(m-kt-2)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}-4t^2(kt-2m)^2\kappa]B_c}{4(3kt-3m+8)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}+5t^2(kt-2m)^2\kappa} \quad (4.9)$$

$$\rho = \frac{[32\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}+8t^2(kt-2m)^2\kappa]B_c}{4(3kt-3m+8)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}+5t^2(kt-2m)^2\kappa} \quad (4.10)$$

4.2. $q = m - 1$ için SCC'de Çözümler

(4.6) denklemi $k = 0$ için $q = m - 1$ değerine indirgenmiş olur. Bu durumda (4.6) denklemi yeniden çözüldüğünde $A(t)$ ölçek faktörü:

$$A(t) = [m(at + b)]^{\frac{1}{m}} \quad (4.11)$$

olarak bulunur. Burada a ve b integral sabitleridir. Böylece (4.2)-(4.5) alan denklemlerinde, (3.19) denkleminde ifade edilen acayip kuark durum denklemi ve (4.11) ifade edilen $A(t)$ ölçek faktörü yerine yazılarak beş boyutlu FRW evreninde SCC'de

acayıp kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir (Şen ve Aygün, 2016):

$$\Phi = \frac{32\pi(m)^{\frac{2}{m}+2}(at+b)^{\frac{2}{m}+2}B_c}{3a^2(8-3m)(m(at+b))^{\frac{2}{m}+2}+15m^2(at+b)^2\kappa} \quad (4.12)$$

$$p = \frac{[4a^2(m-2)(m(at+b))^{\frac{2}{m}}-4m^2(at+b)^2\kappa]B_c}{a^2(8-3m)(m(at+b))^{\frac{2}{m}+2}+5m^2(at+b)^2\kappa} \quad (4.13)$$

$$\rho = \frac{[8a^2(m(at+b))^{\frac{2}{m}}+8m^2(at+b)^2\kappa]B_c}{a^2(8-3m)(m(at+b))^{\frac{2}{m}+2}+5m^2(at+b)^2\kappa} \quad (4.14)$$

4.3. $q = -1$ için SCC'de Çözümler

(4.6) denklemi $k = 0$ ve $m = 0$ için $q = -1$ eşitliği elde edilir. Bu durumda (4.6) denklemi yeniden çözüldüğünde $A(t)$ ölçek faktörü

$$A(t) = de^{ct} \quad (4.15)$$

şeklinde elde edilir. Burada c ve d integral sabitleridir. Böylece (4.2)-(4.5) alan denklemlerinde, (3.19) denkleminde ifade edilen acayıp kuark durum denklemi ve (4.15) denkleminde ifade edilen $A(t)$ ölçek faktörü yerine yazılarak beş boyutlu FRW evreninde SCC'de acayıp kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir (Şen ve Aygün, 2016):

$$\Phi = \frac{32\pi e^{2ct}d^2B_c}{24e^{2ct}d^2c^2+15\kappa} \quad (4.16)$$

$$p = -\frac{4[2e^{2ct}d^2c^2+\kappa]B_c}{8e^{2ct}d^2c^2+5\kappa} \quad (4.17)$$

$$\rho = \frac{8[e^{2ct}d^2c^2+\kappa]B_c}{8e^{2ct}d^2c^2+5\kappa} \quad (4.18)$$

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yüksek boyutlu çözümler evrenin evrimini anlayabilmek için oldukça önemlidir. Bu çalışmada elde edilen çözümlerde Self Creation Kozmoloji' de sicim içeren kuark madde enerji-momentum tensörü için günümüz evren modelini temsil eden yüksek boyutlu FRW uzay-zamanı kullanılmıştır. Alan denklemlerinin çözümü için lineer yavaşlama parametresi ve kuark maddenin durum denklemlerinden faydalanılmıştır. Yavaşlama parametresinin üç farklı durumu ve $\kappa = 0, -1$ ve $+1$ durumları için çözümler ayrıntılı şekilde araştırılmıştır.

Elde edilen tüm bu çözümlerde sicim gerilim yoğunluğu sıfır olarak elde edilmiştir. Yüksek boyutlu FRW evren modelinde, Self Creation Kozmoloji' de elde edilen bu çözüm literatürdeki çözümler ile uyum içerisindedir. Daha öncede farklı teoriler için FRW evren modelinde dört boyut ve yüksek boyutlu olarak yapılan çalışmalarda sicim yoğunluğu sıfır olarak elde edilmiştir. Elde ki bu sonuçlardan, yüksek boyutlu FRW uzay-zamanının Self Creation Kozmoloji' de sicim varlığına izin vermediği yorumu yapılabilir. Sicimler daha önce yok olmuş ya da gözlemlenememektedir denilebilir.

(4.6) denkleminde verilen yavaşlama parametresinin çözümünden (4.7), (4.11) ve (4.15) denklemlerindeki gibi elde edilen ölçek faktörünün zamana bağlı olduğu görülmektedir. Ölçek faktörü $A(t)$ ' nin zamana bağımlı olması statik olmayan bir evren modelini tanımlamaktadır. Ölçek faktörünün tanımlı olabilmesi için (4.7) denkleminde $k \neq 0$, (4.11) denkleminde $m \neq 0$ ve (4.15) denkleminde $d \neq 0$ olması gerekmektedir.

5.1. $q = -kt + m - 1$ için SCC'de Sonuç ve Öneriler

(4.8)-(4.10) arası sonuçlara bakılırsa $q = -kt + m - 1$ yavaşlama parametresi için yüksek boyutlu FRW evren modelinde B_c çanta sabitinin skaler alan, yoğunluk ve basınç üzerinde etkili olduğunu ve bu parametrelerin zamanla değiştiğini görülür. Ayrıca κ terimi evrenin yapısı hakkında bilgi veren ve 0, -1 ve +1 değerlerini alabilen sırasıyla düz, açık ve kapalı evren modellerini ifade eden eğrilik sabitidir. Buna göre κ teriminin alacağı değerlere göre sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

(4.8)-(4.10) denklemlerinde $\kappa = 0$ için beş boyutlu düz FRW evreninde SCC'de acayip kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi = \frac{8\pi t^2(kt-2m)^2 B_c}{(9kt-9m+24)} \quad (5.1)$$

$$p = \frac{4(m-kt-2)B_c}{(3kt-3m+8)} \quad (5.2)$$

$$\rho = \frac{8B_c}{(3kt-3m+8)} \quad (5.3)$$

Bu denklemlerden görüldüğü gibi $\kappa = 0$ düz evren modelinde skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri zamana ve B_c çanta sabitine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca $t \rightarrow 0$ anında skaler alan, basınç ve yoğunluk sabit değerler almaktadır.

(4.8)-(4.10) denklemlerinde $\kappa = -1$ için beş boyutlu açık FRW evreninde SCC'de acayip kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi = \frac{32\pi(t)^{\frac{2}{m}+2}(k)^{\frac{2}{m}}(kt-2m)^{2-\frac{2}{m}}B_c}{12(3kt-3m+8)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}-15t^2(kt-2m)^2} \quad (5.4)$$

$$p = \frac{[16(m-kt-2)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}+4t^2(kt-2m)^2]B_c}{4(3kt-3m+8)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}-5t^2(kt-2m)^2} \quad (5.5)$$

$$\rho = \frac{[32\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}-8t^2(kt-2m)^2]B_c}{4(3kt-3m+8)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}-5t^2(kt-2m)^2} \quad (5.6)$$

Bu denklemlerden de görüldüğü gibi $\kappa = -1$ açık evren modelinde skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri zamana ve B_c çanta sabitine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca $t \rightarrow 0$ anında skaler alan, basınç ve yoğunluk sabit değerler almaktadır.

Yine (4.8)-(4.10) denklemlerinde $\kappa = 1$ için beş boyutlu kapalı FRW evreninde SCC'de acayip kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi = \frac{32\pi(t)^{\frac{2}{m}+2}(k)^{\frac{2}{m}}(kt-2m)^{2-\frac{2}{m}}B_c}{12(3kt-3m+8)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}+15t^2(kt-2m)^2} \quad (5.7)$$

$$p = \frac{[16(m-kt-2)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}-4t^2(kt-2m)^2]B_c}{4(3kt-3m+8)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}+5t^2(kt-2m)^2} \quad (5.8)$$

$$\rho = \frac{[32\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}+8t^2(kt-2m)^2]B_c}{4(3kt-3m+8)\left(\frac{kt}{kt-2m}\right)^{\frac{2}{m}}+5t^2(kt-2m)^2} \quad (5.9)$$

Bu denklemlerden görüldüğü gibi $\kappa = 1$ kapalı evren modelinde skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri zamana ve B_c çanta sabitine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca $t \rightarrow 0$ anında skaler alan, basınç ve yoğunluk sabit değerler almaktadır (Şen ve Aygün, 2017).

5.2. $q = m - 1$ için SCC'de Sonuç ve Öneriler

(4.12)-(4.14) arası sonuçlara bakacak olursak $q = m - 1$ yavaşlama parametresi değeri için yüksek boyutlu FRW evren modelinde diğer modelde olduğu gibi B_c çanta sabitinin skaler alan, yoğunluk ve basınç üzerinde etkili olduğunu ve bu parametrenin zamanla değiştiğini görürüz. Buna göre κ teriminin alacağı 0, -1 ve +1 değerlerine göre sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

(4.12)-(4.14) denklemlerinde $\kappa = 0$ için beş boyutlu düz FRW evreninde SCC'de acayıp kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi = \frac{32\pi m^2(at+b)^2B_c}{3a^2(8-3m)} \quad (5.10)$$

$$p = \frac{4B_c(m-2)}{(8-3m)} \quad (5.11)$$

$$\rho = \frac{8B_c}{(8-3m)} \quad (5.12)$$

Bu denklemlerden görüldüğü gibi $\kappa = 0$ düz evren modelinde skaler alan B_c çanta

sabiti ve zamana bağılı olarak değişirken, basınç ve yoğunluk değerleri zamandan bağımsız B_c çanta sabitine bağılı olarak değişmektedir. Ayrıca burada skaler alanın zamana bağılı olabilmesi için a sabitinin sıfırdan farklı değere sahip olması gerekmektedir ($a \neq 0$).

(4.12)-(4.14) denklemlerinde $\kappa = -1$ için beş boyutlu açık FRW evreninde SCC'de acayip kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi = \frac{32\pi(m)^{\frac{2}{m}+2}(at+b)^{\frac{2}{m}+2}B_c}{3a^2(8-3m)(m(at+b))^{\frac{2}{m}}-15m^2(at+b)^2} \quad (5.13)$$

$$p = \frac{[4a^2(m-2)(m(at+b))^{\frac{2}{m}}+4m^2(at+b)^2]B_c}{a^2(8-3m)(m(at+b))^{\frac{2}{m}}-5m^2(at+b)^2} \quad (5.14)$$

$$\rho = \frac{[8a^2(m(at+b))^{\frac{2}{m}}-8m^2(at+b)^2]B_c}{a^2(8-3m)(m(at+b))^{\frac{2}{m}}-5m^2(at+b)^2} \quad (5.15)$$

Yine (4.12)-(4.14) denklemlerinde $\kappa = 1$ için beş boyutlu kapalı FRW evreninde SCC'de acayip kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi = \frac{32\pi(m)^{\frac{2}{m}+2}(at+b)^{\frac{2}{m}+2}B_c}{3a^2(8-3m)(m(at+b))^{\frac{2}{m}}+15m^2(at+b)^2} \quad (5.16)$$

$$p = \frac{[4a^2(m-2)(m(at+b))^{\frac{2}{m}}-4m^2(at+b)^2]B_c}{a^2(8-3m)(m(at+b))^{\frac{2}{m}}+5m^2(at+b)^2} \quad (5.17)$$

$$\rho = \frac{[8a^2(m(at+b))^{\frac{2}{m}}+8m^2(at+b)^2]B_c}{a^2(8-3m)(m(at+b))^{\frac{2}{m}}+5m^2(at+b)^2} \quad (5.18)$$

Bu denklemlerden de görüldüğü gibi $\kappa = -1$ ve $\kappa = 1$ evren modellerinde skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri zamanla B_c çanta sabitine bağılı olarak değişmektedir. Skaler alanın zamana bağılı olabilmesi için a sabitinin sıfırdan farklı değere sahip olması ($a \neq 0$) gerekmektedir (Şen ve Aygün, 2016).

5.3. $q = -1$ için SCC'de Sonuç ve Öneriler

Bu modelde basınç negatif olarak elde edilirken skaler alan, yoğunluk ve basınç değerleri de B_c çanta sabitine bağlı olarak elde edilmektedir. (4.16)-(4.18) denklemlerinde $\kappa = 0$ için beş boyutlu düz FRW evreninde SCC'de acayip kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi = \frac{4\pi B_c}{3c^2} \quad (5.19)$$

$$p = -B_c \quad (5.20)$$

$$\rho = B_c \quad (5.21)$$

Bu denklemlerden de görüldüğü gibi $\kappa = 0$ düz evren modelinde skaler alan zamandan bağımsız olarak B_c çanta sabitine bağlı çıkmaktadır. Ayrıca (5.19) denkleminde görüldüğü gibi skaler alan Φ 'nin sabit çıkması çözümümüzü Genel Relativite teorisine dönüştürmektedir. Bu durumda Self Creation Kozmoloji'de beş boyutlu FRW evreninde $\kappa = 0$ için çözüm bulunamamıştır. (5.20) ve (5.21) denklemlerinden acayip kuark maddenin kaynağının karanlık enerji olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca burada skaler alanın tanımlı olabilmesi için c sabitinin sıfırdan farklı olması gerekmektedir.

(4.16)-(4.18) denklemlerinde $\kappa = -1$ için beş boyutlu açık FRW evreninde SCC'de acayip kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi = \frac{32\pi e^{2ct} d^2 B_c}{24e^{2ct} d^2 c^2 - 15} \quad (5.22)$$

$$p = \frac{4[1 - 2e^{2ct} d^2 c^2] B_c}{8e^{2c_3 t} d^2 c^2 - 5} \quad (5.23)$$

$$\rho = \frac{8[e^{2ct} d^2 c^2 - 1] B_c}{8e^{2ct} d^2 c^2 - 5} \quad (5.24)$$

(5.22) ve (5.24) denklemlerinden $\kappa = -1$ açık evren modelinde skaler alan, basınç ve yoğunluk zamanla B_c çanta sabitine bağlı olarak değişmektedir. Skaler alan, basınç ve yoğunluk B_c çanta sabiti ile orantılı olarak artmaktadır. Ayrıca $t \rightarrow 0$ anında skaler alan,

basınç ve yoğunluk sabit değerler almaktadır. Ayrıca burada skaler alnın tanımlı olabilmesi için d sabitinin sıfırdan farklı olması gerekmektedir ($d \neq 0$).

Yine (4.16)-(4.18) denklemlerinde $\kappa = 1$ için beş boyutlu kapalı FRW evreninde SCC'de acayip kuark madde için skaler alan, basınç ve yoğunluk değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\Phi = \frac{32\pi e^{2ct} d^2 B_c}{24e^{2ct} d^2 c^2 + 15} \quad (5.25)$$

$$p = \frac{4[1 - 2e^{2ct} d^2 c^2] B_c}{8e^{2ct} d^2 c^2 + 5} \quad (5.26)$$

$$\rho = \frac{8[e^{2ct} d^2 c^2 + 1] B_c}{8e^{2ct} d^2 c^2 + 5} \quad (5.27)$$

(5.25) ve (5.27) denklemlerinden $\kappa = 1$ açık evren modelinde skaler alan, basınç ve yoğunluk zamanla B_c çanta sabitine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca $t \rightarrow 0$ anında skaler alan, basınç ve yoğunluk sabit değerler almaktadır. Ayrıca burada skaler alnın tanımlı olabilmesi için d sabitinin sıfırdan farklı olması ($d \neq 0$) gerekmektedir (Şen ve Aygün, 2016).

KAYNAKLAR

- Adhav K.S., 2011. LRS Bianchi Type-I Cosmological Model with Linearly Varying Deceleration Parameter. Eur. Phys. J. Plus, 126: 122.
- Adhav K.S., Nimkar A.S., Mete V.G., Dawande M.V., 2010. Axially Symmetric Bianchi Type-I Model with Massless Scalar Field and Cosmic Strings in Barber's Self-Creation Cosmology. Int. Jour. of Theor. Phys., 49(5): 1127-1132.
- Akarsu Ö., Dereli T., 2012. Cosmological Models With Linearly Varying Deceleration, Parameter. International Journal of Theoretical Physics, 51(2): 612-621.
- Aktaş C., 2008. Kuark Gluon Maddenin Uzay-Zaman Geometrisi. Doktora Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Aydoğan Ö., 2010. Kaynak Fonksiyonlu Skaler Alan İçere Bazı Kozmolojik Modeller. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Aygün S., 2008. Skaler Alan Kaynaklı Bazı Kozmolojik Modeller. Doktora Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Aygün S., Çağlar H., Taşer D., Aktaş C., 2015. Quark and Strange Quark Matter Solutions For Higher Dimensional FRW Universe in Lyra Geometry, The European Physical Journal Plus, 130(1): 1-7.
- Back B. B., Baker M. D., Ballintijn M., Barton D. S., Becker B. ve ark., 2005. The PHOBOS Perspective on Discoveries at RHIC. Nucl. Phys., A757: 28-101.
- Barber G.A., 1982. Gen. Rel. Grav. 14, 117-136.
- Berman, M.S., 1983. A Special Law Of Variation For Hubble's Parameter. Nuovo Cimento B, 74(2): 182-186.
- Bhaskara Rao M.P.V.V., Reddy D.R.K., Sobhan Babu K., 2015. Bianchi Type-V Bulk Viscous String Cosmological Model in a Self-Creation Theory Of Gravitation. Astrophys. and Space Sci., 359(52): 1-5.
- Bhaskara Rao M.P.V.V., Reddy D.R.K., Babu K.S., 2016. A Modified Holographic Ricci Dark Energy Model in a Self-Creation Cosmology. Canadian Journal of Physics, 94(12): 1314-1318.

- Bodmer A.R., 1971. Collapsed Nuclei. Phys. Rev. D, 4: 1601-1606.
- Bolotin Y.L., Cherkaskiy V.A., Lemets O.A., Yerokhin D.A., Zazunov L.G., 2015. Cosmology In Terms Of The Deceleration Parameter Part I. arXiv:1502.00811.
- Brans C., 1987. Gen. Rel. Grav. 19, 949-952.
- Brans C., Dicke R.H., 1961. Mach's Principle And A Relativistic Theory Of Gravitation. Physical Review, 124: 925-935.
- Buchdahl H.A., 1970. Non-linear Lagrangians and Cosmological Theory, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., 150: 1-8.
- Cankoçak K., 2009. Evrenin Evrimi-Kuarkların Kendiliğinden Macerasında Simetri ve Simetri Kırınımı. Üç Aylık Düşünce Dergisi, 60-61: 139-154.
- Carroll, S., 2013. Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity, Pearson Education Limited, Harlow.
- Chakraborty K., Rahaman F., Mallick A., 2014. A New Relativistic Model of Hybrid Star with Interactive Quark Matter and Dense Baryonic Matter. arXiv:1410.2064.
- Çağlar H., Aygün S., 2016. String Cloud and Domain Walls with Quark Matter for a Higher Dimensional FRW Universe in Self Creation Cosmology. Chinese Physics C, 40(4).
- del Peloso E.F., da Silva L., Porto de Mello G.F., Arany-Prado L.I., 2005. The Age Of The Galactic Thin Disk From Th/Eu Nucleocosmochronology: Extended Sample. International Astronomical Union, 1: 485-486.
- Fraga E.S., Kurkela A., Vuorinen A., 2014. Interacting Quark Matter Equation of State for Compact Stars. Astrophys. J. Lett., 781(2): L25.
- Günay Demirel, E.C., 2009. Karanlık Madde ve Karanlık Enerji Çözümleri. Doktora Tez.
- Harko T, Lobo F.S.N, Nojiri S., Odintsov S.D., 2011. $f(R,T)$ gravity, Physical Review D, 84(2): 024020.
- Hawking S., 2002. Ceviz Kabuğundaki Evren (1. Baskı) (Çev: Kemal Çömlekçi). Alfa Yayınları, İstanbul. ISBN 975-297-105-9.
- Hayashi K., Shirafuji T., 1979. New General Relativity. Phys. Rev., 19: 3524-3553.

- Hoyle F., Narlikar J. 1966. A Radical Departure from the Steady-State Concept in Cosmology. *Proc. R. Soc.*, 290: 162-167.
- Jain V.C., Jain N., 2015. Bianchi Type-I Magnetized Radiating Cosmological Model in Self Creation Theory of Gravitation. *Astrophysics and Space Science*, 357(2): 1-6.
- Kaluza T., 1921. Zum Unitätsproblem in der Physik. *Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss., Berlin, (Math. Phys.)*: 966-972.
- Kamenshchik A.Y., Moschella U., Pasquier V., 2001. An Alternative To Quintessence. *Physics Letters B*, 511(2-4): 265-268.
- Katore S.D., Rane R.S., Wankhade K.S., 2010. FRW Cosmological Models with Bulk-Viscosity in Barber's Second Self-Creation Theory. *Int. Jour. of Theor. Phys.*, 49(1): 187-193.
- Kibble T.W.B., 1976. Topology of Cosmic Domains and Strings. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, 9: 1387-1398.
- Kirezli P., 2011. Yüksek Boyutlu, Statik, Silindirsel Simetrik Uzay-Zamanlarda Einstein-Maxwell Çözümleri. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Türkiye.
- Klein O., 1926. Quantentheorie und Fünfdimensionale Relativitätstheorie. *Zeitschrift für Physik a Hadrons and Nuclei*, 37 (12): 895-906.
- Landau L.D., Lifshitz E.M., 1987. *The Classical Theory of Fields* (3rd ed.), Bergamon Pres.
- Letelier P. S., 1983. String Cosmologies. *Physical Review D*, 28: 2414-2419.
- Liddle A., 1998. *An Introduction to Modern Cosmology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell, Chichester. 8 p. ISBN 978-0471987581.
- Lyra G., 1951. Übereine Modifikation der Riemannschen Geometrie. *Mathematische Zeitschrift*, 54: 52-64.
- Mahanta K.L., Biswal A.K., Sahoo P.K., 2014. Bianchi Type-III Dark Energy Models with Constant Deceleration Parameter in Self-Creation Cosmology. *Canadian Journal of Phys.*, 92(4): 295-301.

- Mahanta K.L., Biswal S.K., Sahoo P.K. ve Adhikary M.C., 2012. String Cloud with Quark Matter in Self-creation Cosmology. *Int. J. Theor. Phys.*, 51(5): 1538-1544.
- Mohanty G., Sahu R C., Panigrahi U.K., 2003. Micro and Macro Cosmological Model in Barber's Second Self-Creation Theory. *Astrophys. and Space Sci.*, 284(3): 1055-1062.
- Mollah M.R., Singh K.P., Singh K.M., 2015. Five Dimensional String Universes in Lyra Manifold. *International Journal of Astronomy and Astrophysics*, 05(02): 90-94.
- Naidu K.D., Naidu R.L., Shoban Babu K., 2015. Kantowski–Sachs Bulk Viscous String Cosmological Model in a Self-Creation Theory of Gravitation. *Astrophys. and Space Sci.*, 358(23): 1- 6.
- Özemre A.Y., 1982. *Gravitasyonun Relativistik Teorileri*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul. 207 sayfa.
- Özpineci A., 2007. Standart Model ve Ötesi. *Bilim ve Teknik Dergisi*, (Nisan eki), s. 7-13.
- Padmanabhan T., 2002. Accelerated Expansion Of The Universe Driven By Tachyonic Matter. *Physical Review D*, 66(2).
- Perlmutter S., Aldering G., Goldhaber G., Knop R.A., Nugent P., Castro P.G., Deustua S., Fabbro S., Goobar A., Groom D.E., Hook I.M., Kim A.G., Kim M.Y., Lee J.C., Nunes N.J., Pain R., Pennypacker C.R., Quimby R., Lidman C., Ellis R.S., Irwin M., McMahon R.G., Ruiz-Lapuente P., Walton N., Schaefer B., Boyle B. J., Filippenko A. V., Matheson T., Fruchter A.S., Panagia N., Newberg H.J.M., Couch, W.J., 1999. Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae. *The Astrophysical Journal*, 517(2): 565-586.
- Putter R., Linder E.V., 2007. Kinetic K-Essence And Quintessence. *Astroparticle Physics*, 28(3): 263-272.
- Rai L.N., Rai P., Singh V.K., 2012. An Anisotropic Cosmological Model in Self-Creation Cosmology. *Int. Jour. of Theor. Phys.*, 51(5): 1572-1578.
- Ram S., Singh C.P., 1997. Anisotropic Bianchi Type-II Cosmological Models in Self-Creation Cosmology. *Astrophys. and Space Sci.*, 257(2): 287-292.

- Rao V.U.M., Prasanthi U.Y.D., 2017. Bianchi Type-V Modified Holographic Ricci Dark Energy Model in Self-Creation Theory of Gravitation. *Canadian Journal of Physics*, 95(6): 554-558.
- Reddy D.R.K., 1987. Bianchi Type-I Vacuum Model in Self-Creation Cosmology. *Astrophys. and Space Sci.*, 132(2): 401-403.
- Reddy D.R.K., Naidu R.L., 2009. Kaluza-Klein Cosmological Model in Self-Creation Cosmology. *Int. Jour. of Theor. Phys.*, 48(1): 10-13.
- Reddy D.R.K., Venkateswarlu R., 1989. Bianchi Type-[[VI]]_0 Models in Self-Creation Cosmology. *Astrophysics and Space Science*, 155(1): 135-139.
- Riess A.G., Strolger L.G., Tonry J., Casertano S., Ferguson H.C., Mobasher B., Challis P., Filippenko A.V., Jha S., Li W., Chornock R., Kirshner R.P., Leibundgut B., Dickinson M., Livio M., Giavalisco M., Steidel C.C., Benítez T., Tsvetanov Z., 2004. Type Ia Supernova Discoveries at $z > 1$ from the Hubble Space Telescope: Evidence for Past Deceleration and Constraints on Dark Energy Evolution. *The Astrophysical Journal*, 607(2): 665-687.
- Ryden B., 2016. *Introduction to Cosmology* (2nd ed.). Cambridge University Press, New York. 1 p. ISBN 978-1107154834.
- Sahoo P.K., Sahooa P., Bishi B.K., Aygün S., 2018. Magnetized Strange Quark Matter in f (R,T) Gravity with Bilinear and Special form of Time Varying Deceleration Parameter. *New Astronomy*, 60: 80-87.
- Serway R.A., Moses C.J., Moyer C.A., 2005. *Modern Physics* (3rd ed.). Brooks Cole, USA. ISBN 978-0534493394.
- Shanthi K., Rao V.U.M., 1991. Bianchi Type-II And III Models in Self-Creation Cosmology. *Astrophys. and Space Sci.*, 179(1): 147-153.
- Shen M., 2016. Oscillating Cosmological Model with a Varying Λ Term in Barber's Second Self-Creation Theory of Gravitation. *Astrophysics and Space Science*, 361(9): 1-4.
- Silk J., 1997. *Evrenin Kısa Tarihi* (Çev: Murat Alev). Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Semih Ofset, Ankara. ISBN 975-403-073-1.

- Singh C.P., Beesham A., 2012. Particle Creation in Higher Dimensional Space-time with Variable G and Λ . *International Journal of Theoretical Physics*, 51: 3951-3962.
- Singh C.P., Kumar S., 2007. Bianchi Type-II Space-Times with Constant Deceleration Parameter in Self Creation Cosmology. *Astrophys. and Space Sci.*, 310(1-2): 31-39.
- Sotani H., Kohri K., Harada T., 2004. Restricting Quark Matter Models By Gravitational Wave Observation. *Phys. Rev. D*, 69: 084008-10.
- Stachel, J., 1980. Thickening The String. I. The String Perfect Dust. *Phys. Rev.*, D 21.
- Şen R., Aygün S., 2016. Higher Dimensional Strange Quark Matter Solutions in Self Creation Cosmology. *AIP Conference Proceedings*, 1722(1).
- Şen R., Aygün S., 2017. Self Creation Kozmolojide FRW Evren Modeli İçin Kuark Madde Çözümleri. *Trakya Üniversiteler Birliği İkinci Lisansüstü Öğrenci Kongresi*, Edirne.
- Thornton S.T., Rex A., 2013. *Modern Physics for Scientists and Engineers* (4th ed.). Cengage Learning, Boston. ISBN 978-1133103721.
- Venkateswarlu R., Kumar K. P., 2006. Higher Dimensional FRW Cosmological Models in Self-Creation Theory. *Astrophysics and Space Science*, 301(1-4): 73-77.
- Venkateswarlu R., Reddy D.R.K., 1989. An Anisotropic Cosmological Model in Self-Creation Cosmology. *Astrophys. and Space Sci.*, 152(2): 337-341.
- Vilenkin A., 1981a. Cosmological Density Fluctuations Produced by Vacuum Strings. *Physical Review Letters*, 46(17): 1169-1172.
- Vilenkin A., 1981b. Cosmic Strings. *Physical Review D*, 24(8): 2082-2089.
- Vilenkin A., Shelleard E. P. S., 1994. *Cosmic Strings and Topological Defects*, Cambridge University.
- Witten E., 1984. Cosmic Separation of Phases. *Phys. Rev. D*, 30: 272-285.
- Yavuz İ., Yılmaz İ ve Baysal H., 2005. Strange Quark Matter Attached to the String Cloud in the Spherical Symmetric Space-Time Admitting Conformal Motion. *Int. J. Mod. Phys.*, D14: 1365-1372.
- Yılmaz İ., Baysal H., Aktaş C., 2012. Quark and strange quark matter in $f(R)$ gravity for Bianchi Type I and V space-times. *General Relativity Gravit.*, 44(9): 2313-2328.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ramazan ŞEN

Doğum Yeri : Eminönü/İSTANBUL

Doğum Tarihi : 28.03.1991

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi/Fizik Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi/Fizik Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce/orta seviye

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

1. Şen R., Aygün S., 2016. Higher Dimensional Strange Quark Matter Solutions in Self Creation Cosmology. AIP Conference Proceedings, 1722(1).

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

1. 9th International Physics Conference of the Balkan Physical Union – BPU9 , 24-27 August 2015 , Istanbul University , Istanbul , Turkey
2. Trakya Üniversiteler Birliği I.Lisansüstü Öğrenci Kongresi, 29-30 Nisan 2016, Çanakkale.
3. Turkish Physical Society 32nd International Physics Congress, 6 - 9 September 2016, Bodrum.
4. Trakya Üniversiteler Birliği II.Lisansüstü Öğrenci Kongresi, 15-16 Mayıs 2017, Edirne.

c) Katıldığı Projeler

BAP Projesi : Yüksek Boyutlu Frw Evreni İçin Self Creation Kozmolojide Kuark Madde Çözümleri

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : 2016-2018 Eğitim-Öğretim yılları arasında Kardelen Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nde ücretli fizik öğretmenliği.

İLETİŞİM

Adres: Karadeniz Mah. 1173 Sok. No:34/3 G.O.P/İSTANBUL

Tel: 0506 958 76 60

E-posta Adresi : sen.rmzn91@gmail.com

