

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK ANABİLİM DALI**

**$\tan(F(\xi)/2)$ AÇILIM METODUNUN (3+1)- BOYUTLU GENELLEŞTİRİLMİŞ
KADOMTSEV -PETVİASHVİLİ VE JIMBO- MIWA DENKLEMLERİNE
UYGULANMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hasan BULUT

HAZIRLAYAN

Özge IRMAK DEĞİRMENCİ

ELAZIĞ – 2018

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK ANABİLİM DALI

$Tan\left(\frac{F(\xi)}{2}\right)$ AÇILIM METODUNUN (3+1)- BOYUTLU
GENELLEŞTİRİLMİŞ KADOMTSEV -PETVİASHVİLİ VE JIMBO-
MIWA DENKLEMLERİNE UYGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Özge IRMAK DEĞİRMENCİ
151121114

Anabilim Dalı : Matematik
Bilim Dalı : Uygulamalı Matematik

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19 Haziran 2018

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Temmuz 2018

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hasan BULUT(Fırat Üniv)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ercan ÇELİK(Atatürk Üniv,Erzurum)

Doç.Dr. Reşat Yılmaz(Fırat Üniv)

TEMMUZ-2018

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
ÖZET.....	IV
SUMMARY.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. TEMEL TANIM VE TEOREMLER.....	3
3. MATERYAL VE METOTLAR.....	6
3.1 $Tan(F(\xi)/2)$ -Açılım Metodu.....	6
4. METODUN UYGULANMASI.....	7
4.1 Durum-I.....	7
4.2 Durum-II.....	12
4.3 Durum-III.....	14
5. SONUÇ.....	22
KAYNAKLAR.....	23
ÖZGEÇMİŞ.....	27

ÖNSÖZ

Bu çalışmaya başladığımdan beri zamanlarını, araştırmalarını, bilgi ve birikimlerini esirgemeyen, sonuna kadar destek veren ve titizlikle çalışmalarımı gözden geçiren çok değerli hocam Prof. Dr. Hasan BULUT'a sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilir ve saygılarımı sunarım. Bu yolda beni destekleyen ve hep yanımda olan değerli ailem ve her türlü desteği sunan eşime teşekkür ederim.

Özge IRMAK DEĞİRMENCİ
Elazığ-2018



ÖZET

Tan($F(\xi)/2$) AÇILIM METODUNUN (3+1)- BOYUTLU GENELLEŞTİRİLMİŞ KADOMTSEV -PETVİASHVİLİ VE JIMBO- MIWA DENKLEMLERİNE UYGULANMASI

Yapılan çalışma beş bölüme ayrılmıştır.

Birinci bölümde, literatür taraması yapıldı.

İkinci bölümde, bu tezde gerekli bazı temel tanımlar verildi.

Üçüncü bölümde, $\tan\left(\frac{F(\xi)}{2}\right)$ açılım metodunun genel yapısı sunuldu. (3+1)- boyutlu genelleştirilmiş KP ve (3+1)- boyutlu Jimbo-Miwa denklemlerine $\tan\left(\frac{F(\xi)}{2}\right)$ açılım metodu uygulandı. Bu denklemlerin rasyonel, üstel, hiperbolik ve trigonometrik yeni çözümleri elde edildi. Mathematica 9 programını kullanarak bu çalışmadaki cebirsel hesaplamalar yapıldı.

Dördüncü bölümde ise, Mathematica 9 programı kullanılarak elde edilen bu yeni çözümlerin iki ve üç boyutlu grafikleri çizildi.

Beşinci bölümde; bu çalışma hakkında kapsamlı bir sonuç verildi.

Anahtar Kelimeler: $\tan\left(\frac{F(\xi)}{2}\right)$ -genişleme metodu, (3+1)-boyutlu genel genişleme metodu, (3+1)-boyutlu genelleştirilmiş KP denklemi, (3+1)-boyutlu Jimbo-Miwa denklemi, trigonometrik fonksiyon çözümü, hiperbolik fonksiyon çözümü, üstel fonksiyon çözümü, rasyonel fonksiyon çözümü

SUMMARY

APPLICATION THE METHOD OF $TAN(F(\xi)/2)$ EXPANSION TO THE (3+1)- DIMENSIONAL GENERALIZED KADOMTSEV-PETVIASHVILI AND JIMBO- MIWA EQUATIONS

This work is made up of the five sections.

In section one, literature review is done.

In section two, we describe and show some basic definitions that are must be in this study.

In section three, we going to show the general structures of the $\tan\left(\frac{F(\xi)}{2}\right)$ -expansion method. We apply the $\tan\left(\frac{F(\xi)}{2}\right)$ -expansion method to the (3+1)-dimensional generalized KP and Jimbo-Miwa equations. We obtain a new solution to these equations like rational function solutions, exponential function, hyperbolic function and trigonometric function. We carry out all the computations in this study with the Wolfram Mathematica 9.

In chapter four, we present the two- and three-dimensional graphics of some obtained solutions plotted by using the same program in the Wolfram Mathematica 9.

In chapter five, we give a comprehensive conclusion to this study.

Keywords: The $\tan\left(\frac{F(\xi)}{2}\right)$ -expansion method, the (3+1)-dimensional generalized KP equation, the (3+1)-dimensional Jimbo-Miwa equation, trigonometric function solution, hyperbolic function solution, exponential function solution, rational function solution

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

- Şekil 1. 3D ve 2D (3.4) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, b = 2.5, c = 3, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -10 < x < 10, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.....8
- Şekil 2. 3D ve 2D (3.6) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, b = 2.5, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.....9
- Şekil 3. 3D ve 2D (3.7) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, c = 3, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.....9
- Şekil 4. 3D ve 2D (3.8) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, b = 2.5, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.....10
- Şekil 5. 3D ve 2D (3.9) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, b = 2.5, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.....10
- Şekil 6. 3D ve 2D (3.41) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 3, c = 1, b = 1.5, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.....18
- Şekil 7. 3D ve 2D (3.46) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 3, c = 1, k = 2, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.....19
- Şekil 8. 3D ve 2D (3.49) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 3, c = 1, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.....20

1.GİRİŞ

Bilim dünyasında mühendislik, fizik, kimya vb. gibi uygulamalı bilimde lineer olmayan birçok olgu, doğrusal olmayan diferansiyel denklemlerin formuyla açıklanabilir. Bu yüzden son yıllarda bu tipteki problemlerin tam çözümlerini elde etmek için kullanılan yöntemlerden, sin-cos fonksiyon metodu [1-3], varyasyonel iterasyon metodu [4-6], Homotopi pertürbasyon metodu [7], exp-fonksiyon metodu [8-10], tanh-coth metodu [11], genelleştirilmiş tanh-coth metodu [12], genişletilmiş hiperbolik fonksiyon metodu [13], Hirota bilineer metodu [14,15], geliştirilmiş basit denklem metodu [16-18], sine-Gordon genişleme metodu [19,20], G'/G -açılım metodu, değişkenlerine ayırma metodu, darboux dönüşüm metodu gibi çeşitli yöntemlerin önemli gelişmelerine tanık olunmuş, birçok metod geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

Bununla birlikte, bu çalışmada, etkin $\tan(F(\xi)/2)$ açılım metodunu kullanarak (3+1)-boyutlu genelleştirilmiş Kadomtsev- Petviashvili denkleminin [21] ve (3+1)-boyutlu Jimbo-Miwa denkleminin yeni çözümleri incelenmiştir [22]. Kadomtsev- Petviashvili denklemi matematiksel fizik alanında ortaya çıkan lineer olmayan dalga hareketini açıklamak üzere ortaya çıkmıştır [23]. Jimbo-Miwa denklemi fizik alanında (3+1)-boyutlu dalga modellerini açıklamak amacıyla kullanılmaktadır [24]. Yukarıda belirtilen bu denklemlerin farklı çözüm tipleri için bilineer Backlund dönüşümü [25], sadeleştirilmiş Hirota metodu [26], genişletilmiş tanh metodu [27], sadeleştirilmiş Hirota direct metodu [28] vb. Benzer şekilde, exponansiyel metodu [10], genelleştirilmiş tanh metodu [29], Xu'nun sabit-oran metodu ve logaritmik genelleştirilmiş sabit-oran metodu [30], Kudryashov metodu [31], genelleştirilmiş Kudryashov metodu [32], homojen denge metodu [33], genelleştirilmiş Riccati denklem haritalama metodu [24], genişletilmiş (G'/G) - genişletme metodu [34] ve daha birçok metodlar yoluyla (3+1)-boyutlu Jimbo-Miwa denklemi farklı teknikler kullanılarak birçok yöntem geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, $\tan(F(\xi)/2)$ açılım metodu; doğrusal olmayan (3+1)-boyutlu genelleştirilmiş Kadomtsev- Petviashvili denkleminin ve (3+1)-boyutlu Jimbo Miwa denkleminin üstel fonksiyon, rasyonel fonksiyon, trigonometrik fonksiyon türünden analitik çözümlerini elde etmek için ele alındı.

Doğrusal olmayan (3+1)-boyutlu genelleştirilmiş Kadomtsev- Petviashvili denklemi:

$$u_{xxyy} + 3(u_x u_y)_x + u_{tx} + u_{ty} - u_{zz} = 0,$$

(3+1)-boyutlu Jimbo Miwa denklemi ise

$$u_{xxyy} + 3u_y u_{xx} + 3u_x u_{xy} + 2u_{yt} - 3u_{xz} = 0,$$

şeklinde olup bazı yeni analitik çözümlerinin nasıl elde edildiği incelendi.



2. TEMEL TANIM VE TEOREMLER

Tanım 2.1. Bir diferansiyel denklem, bilinmeyen fonksiyon ve türevlerini içeren denklemdir.

Tanım 2.2. Eğer bilinmeyen fonksiyon sadece bir bağımsız değişkene bağlı ise diferansiyel denklem bir *bayağı diferansiyel denklem* denir [19].

Tanım 2.3. Bir diferansiyel denklem birden fazla (iki veya daha fazla) sayıda bağımsız değişken ve bu değişkenlerin fonksiyonu ve fonksiyonun kısmi (parça) türevlerini ihtiva ediyorsa bu diferansiyel denklemlere *kısmi türevli denklemler* denir.

Tanım 2.4. Bir denklem sistemi iki veya daha fazla sayıda bağımsız değişken ile bu değişkenlerin bir fonksiyonu ve fonksiyonun türevlerini ihtiva ediyorsa, bu denklem sistemlerine *kısmi türevli denklem sistemi* denir. Bazen de *kısmi türevli diferansiyel denklem sistemi* denildiği de görülmektedir.

Tanım 2.5. Bir diferansiyel denklemde görülen en yüksek mertebeden türevin mertebesine denklemin *mertebesi* denir.

Tanım 2.6. Bir diferansiyel denklemin bilinmeyen fonksiyonunun ve onun en yüksek mertebeden türevinin polinom şeklinde yazılışındaki kuvvetine, denklemin *derecesi* denir. Bir diferansiyel denklem, y bilinmeyen fonksiyon ve x bağımsız değişken olmak üzere,

$$b_n(x) \frac{d^n y}{dx^n} + b_{n-1}(x) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + b_2(x) \frac{d^2 y}{dx^2} + b_1(x) \frac{dy}{dx} + b_0(x)y = g(x), \quad (2.1)$$

biçiminde yazılabiliyorsa bu diferansiyel denkleme *lineer diferansiyel denklem* denir [20].

Tanım 2.7. Bir diferansiyel denklemin herhangi bir çözümüne o denklemin *özel çözümü* denir. Diğer bir ifade ile denklemini gerçekleyen bilinmeyen fonksiyonda, bulunan keyfi sabitlere özel değerler verilerek elde edilen çözümdür. Diferansiyel denklemin bütün çözümlerinin kapsayan çözüme *genel çözümü* denir. Diğer bir deyişle bu genel çözüme diferansiyel denklemin *genel integrali* denildiğini de görmekteyiz. Bu genel çözümde keyfi sabitlerin bulunduğunu görürüz. Bir diferansiyel denklemin çözümünde denklemin mertebesi kadar sayıda keyfi sabitler bulunur [20].

Tanım 2.8. Diferansiyel denklemlerde bilinmeyen fonksiyon ve onun türevleri üzerinde bağımsız değişkenin aynı değerleri için verilen şartlar altında çözümlerin bulunması problemine *başlangıç değer problemi* denir. Verilen şartlara da *başlangıç şartları* ismi verilir [20].

Tanım 2.9. Diferansiyel denklemlerde bilinmeyen fonksiyon ve onun türevleri üzerinde bağımsız değişkenin farklı değerleri için verilen şartlar altında çözümlerin bulunması problemine *sınır değer problemi* denir. Verilen şartlara da *sınır şartları* ismi verilir [20].

Diferansiyel denklem bir fiziksel olayın modeli olduğundan kolaylık olması bakımından genellikle ikinci mertebeden sabit katsayılı bir kısmi diferansiyel denklem alınarak sınıflandırmaya gidilmiştir, ikinci mertebeden bir kısmi diferansiyel denklemin genel hali;

$$Au_{xx} + Bu_{xy} + Cu_{yy} + Du_x + Eu_y + Fu + G = 0, \quad (2.2)$$

şekliyle verilebilir. (2.2) de yer alan A, B, C, D, E, F ve G sabitlerdir. Diğer taraftan

$$\Delta = B^2 - 4AC, \quad (2.3)$$

diskriminantı tanımlayalım.

<i>Diskriminant</i>	<i>Denklem tipi</i>	<i>Örnek</i>	<i>İsimlendirme</i>
$\Delta > 0$	<i>Hiperbolik</i>	$u_{tt} - c^2 u_{xx} = 0$	<i>Dalga denklemi</i>
$\Delta = 0$	<i>Parabolik</i>	$u_t - ku_{xx} = 0$	<i>Isı denklemi</i>
$\Delta < 0$	<i>Eliptik</i>	$u_{xx} + u_{yy} = 0$	<i>Laplace denklemi</i>

Pratikte bir denklemin çözümünün varlığını tarif etmenin en iyi yolu problemdeki bütün şartları sağlayan ve problemde yerine konulduğunda denklemi sağlayan bir çözüm bulmaktır. Eğer çözümün tekliği gösterilirse denklemin çözümü bulunmuş demektir [21].

Tanım 2.10. $f(x)$ fonksiyonu x_0 da Analitik fonksiyondur denir. Eğer bu fonksiyonun x_0 noktasındaki

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^n(x_0)(x-x_0)^n}{n!}, \quad (2.4)$$

Taylor serisi, x_0 in bir komşuluğunda $f(x)$ 'e yakınsıyorsa. Polinomlar $\sin x$, $\cos x$ ve e^x fonksiyonları her yerde Analitik fonksiyonlar olup, bu biçimdeki fonksiyonların toplamları, farkları ve çarpımları da Analitik fonksiyonlardır [20].

Tanım 2.11. (Dengeleme Terimi) Dengeleme terimi, toplam şeklinde verilen çözüm fonksiyonu üst sınırını temsil etmektedir. Lineer olmayan herhangi bir adi diferansiyel denklemde en yüksek mertebeden lineer olan terim ile en yüksek mertebeden lineer olmayan terim arasında elde edilen sabit bir sayıdır. Lineer olmayan herhangi bir adi diferansiyel denklemde en yüksek mertebeden lineer olan terim $\frac{d^q u}{d\xi^q}$ ve en yüksek

mertebeden lineer olmayan terim $u^p \left(\frac{d^r u}{d\xi^r} \right)^s$ ile verilsin. Burada p, q, r ve s birer sabit

sayı ve m dengeleme terimi olmak üzere $m + q = mp + s(m + r)$ eşitliği yazılabilir.

3. MATERİYAL VE METOTLAR

3.1. $\tan(F(\xi)/2)$ -Genişleme Metodu

Bu bölümde, lineer olmayan kısmi diferansiyel denklemin çözümünü elde etmek $\tan(F(\xi)/2)$ -genişleme metodunu nasıl uygulandığını açıklanmıştır. Genel olarak lineer olmayan bir diferansiyel denklemin genel hali,

$$P(u, u^2, u_x, u_{xx}, u_t, u_{tt}, u_{xt}, \dots) = 0, \quad (3.1)$$

şeklinde yazılabilir. Burada P , $u(x, t)$ nin bir fonksiyonudur ve non-linear terimlerin dahil olduğu, kısmi türevleri en yüksek mertebeden türevlerdir. $u(x, t) = U(\xi)$, $\xi = x - kt$ Yürüyen dalga dönüşümünü yaparak, (3.1) denklemi aşağıdaki şekilde olduğu gibi basit diferansiyel denkleme dönüştürülür.

$$Q(U', U'', U''', \dots) = 0, \quad (3.2)$$

şeklinde yazılabilir. Burada $Q, U(\xi)$ 'nin bir fonksiyonu olup, ξ ve k 'ya göre türevleri de dalga hızıdır $\tan(F(\xi)/2)$ -genişleme metodunun doğası gereği (3.2) denkleminin çözümü

$$U(\xi) = \sum_{i=0}^m A_i \left(p + \tan\left(\frac{F(\xi)}{2}\right) \right)^i + \sum_{i=1}^m B_i \left(p + \tan\left(\frac{F(\xi)}{2}\right) \right)^{-i}, A_m \neq 0, B_m \neq 0, \quad (3.3)$$

şeklindedir. Burada m pozitif bir tamsayıdır ve denklem (3.2) 'deki en yüksek mertebeli türeve ve en yüksek dereceli nonlinear terime dengeleme tekniği uygulanarak elde edilir. $A_i (0 \leq i \leq m)$ ve $B_i (1 \leq i \leq m)$ katsayıları tespit edilecek olan katsayılardır. $F = F(\xi)$ [35]'de verilen birinci mertebeden nonlinear adi diferansiyel denklemi verir.

$$F'(\xi) = a \sin(F(\xi)) + b \cos(F(\xi)) + c \quad (3.4)$$

(2.1) denklemi (3.3) denkleminde yerine yazılırsa, $\tan(F(\xi))$ ve $\cot(F(\xi))$ için cebirsel denklem sistemi elde edilir. Sonra $\tan(F(\xi))$ ve $\cot(F(\xi))$ 'ye ait tüm katsayılar yok edilir. Bu ayrık cebirsel denklemlerden $k, p, A_0, A_1, B_1, \dots, A_m, B_m$ yi bulabiliriz. (3.4) denkleminin çözümü için, [35]. referansa bakılabilir.

4. METODUN UYGULANMASI

Bu bölümde, $\tan(F(\xi)/2)$ - genişleme metodu (3+1)-boyutlu genelleştirilmiş KP ve (3+1)-boyutlu Jimbo-Miwa denklemlerine uygulanmıştır.

1. [21]'de verilen (3+1)-boyutlu genelleştirilmiş

$$u_{xxx} + 3(u_x u_y)_x + u_{tx} + u_{ty} - u_{zz} = 0 \quad (4.1)$$

Kadomtsev- Petviashvili denklemini göz önüne alalım.

(4.1.) denklemine $u(x, y, z, t) = U(\xi)$, $\xi = x + y + \beta z - kt$ yürüyen dalga dönüşümü uygulayarak

$$U^{(4)} + 3(U'')^2 - (2k + \beta^2)U'' = 0,$$

şeklinde nonlinear adi diferensiyel denklem elde edilir. Bu denklemin bir kez integrali alınır ve integral sabiti sıfır seçilirse

$$U''' + 3(U')^2 - (2k + \beta^2)U' = 0 \quad (4.2)$$

elde edilir. (4.2) denkleminde $(U')^2$ en yüksek dereceli nonlinear terim ve U''' en yüksek mertebeli türev gözönüne alınarak denklem (4.2)'ye dengeleme kuralı uygulanırsa $m=1$ elde edilir. $m=1$ değeri ve (3.3) denkleminin birlikte (4.1) in çözümü

$$U(\xi) = A_0 + A_1 \left(p + \tan \left(\frac{F(\xi)}{2} \right) \right) + B_1 \left(p + \tan \left(\frac{F(\xi)}{2} \right) \right)^{-1} \quad (4.3)$$

biçiminde elde edilir. (4.3) denklemini ve aynı denklemin birinci ve üçüncü mertebeden türevleri (4.2) denkleminde yerine yazılıp (3.4) denklemini de göz önüne alınırsa A_1, B_1, p, k, a, b, c için bir cebirsel denklem sistemi elde edilir. Cebirsel denklem sistemi A_1, B_1, p, k, a, b, c katsayıları için çözülür ve A_1, B_1, p, k, a, b, c katsayılarının farklı durumları için çözüm yöntemleri elde edilir. [35] de verilen (3.4) denklemini ele alarak her bir farklı duruma ait bir dizi soliton çözüm kümesi elde edilmiştir.

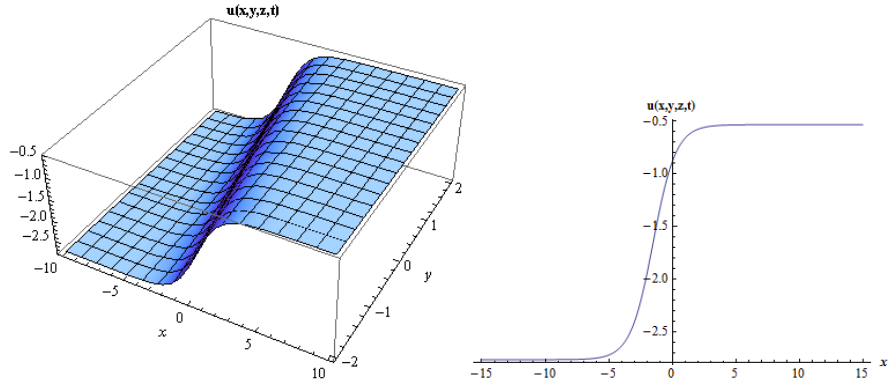
4.1. Durum-1 $A_1 = 0$, $B_1 = b + c - 2ap - bp^2 + cp^2$, $k = \frac{1}{2}(a^2 + b^2 - c^2 - \beta^2)$ için aşağıdaki çözüm kümesi elde edilir:

Çözüm-1: $a^2 + b^2 - c^2 < 0$ ve $b - c \neq 0$ olduğunda

$$u_{1.1}(x, y, z, t) = - \frac{(b - c)(2ap + b(p^2 - 1) - c(p^2 + 1))}{a + p(b - c) - \sqrt{c^2 - a^2 - b^2} \tan[\omega_{1.1}(x, y, z, t)]} \quad (4.4)$$

çözümü elde edilir.

Burada $\omega_{1.1}(x, y, z, t) = \frac{1}{4} \sqrt{c^2 - a^2 - b^2} (2(x + y + \beta z) + (\beta^2 + c^2 - a^2 - b^2)t)$



Şekil 1: 3D ve 2D (3.4) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, b = 2.5, c = 3, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -10 < x < 10, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.

Çözüm-2: $a^2 + b^2 - c^2 > 0$ ve $b - c \neq 0$ olduğu zaman,

$$u_{1,2}(x, y, z, t) = -\frac{(b-c)(2ap + b(p^2 - 1) - c(p^2 + 1))}{a + p(b-c) + \sqrt{a^2 + b^2 - c^2} \tanh[\omega_{1,2}(x, y, z, t)]} \quad (4.5)$$

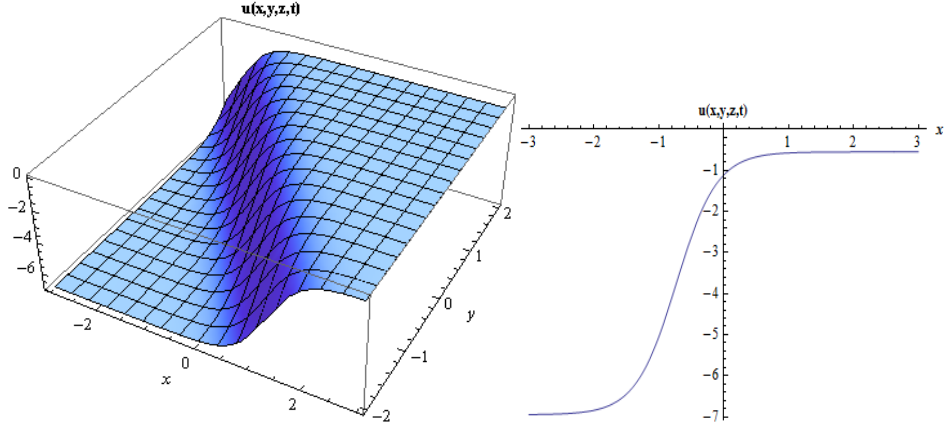
çözümü elde edilir. Burada

$$\omega_{1,2}(x, y, z, t) = \frac{1}{4} \sqrt{a^2 + b^2 - c^2} (2(x + y + \beta z) + (\beta^2 + c^2 - a^2 - b^2)t) \text{ dir.}$$

Çözüm-3: $a^2 + b^2 - c^2 > 0, b \neq 0$ ve $c = 0$ olduğunda,

$$u_{1,3}(x, y, z, t) = \frac{b(b - 2ap - bp^2)}{a + pb + \sqrt{a^2 + b^2} \tanh[\omega_{1,3}(x, y, z, t)]} \quad (4.6)$$

çözümü elde edilir . Burada $\omega_{1,3}(x, y, z, t) = \frac{1}{2} \sqrt{a^2 + b^2} \left(x + y + \beta z - \frac{1}{2} (a^2 + b^2 - \beta^2) t \right)$ dir.

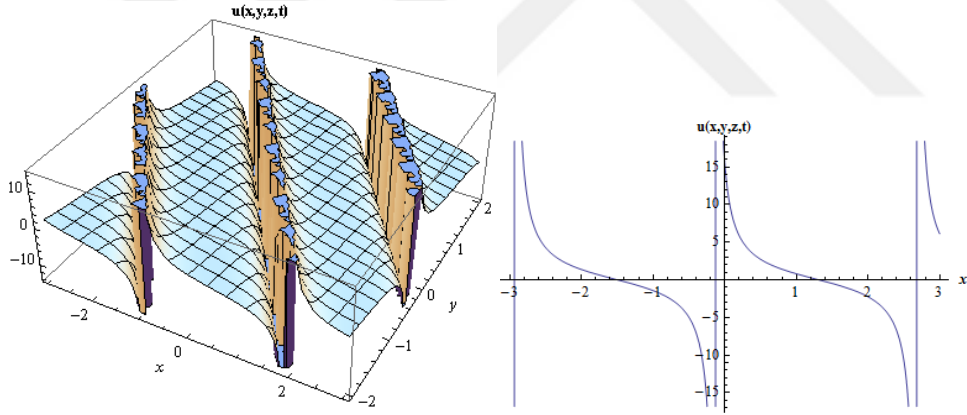


Şekil 2. 3D ve 2D (3.6) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, b = 2.5, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir

Çözüm-4: $a^2 + b^2 - c^2 < 0, c \neq 0$ ve $b = 0$ olduğunda,

$$u_{1.4}(x, y, z, t) = -\frac{c(c - 2ap + cp^2)}{cp - a^2 + \sqrt{c^2 - a^2} \tan[\omega_{1.4}(x, y, z, t)]} \quad (4.7)$$

çözümü elde edilir.



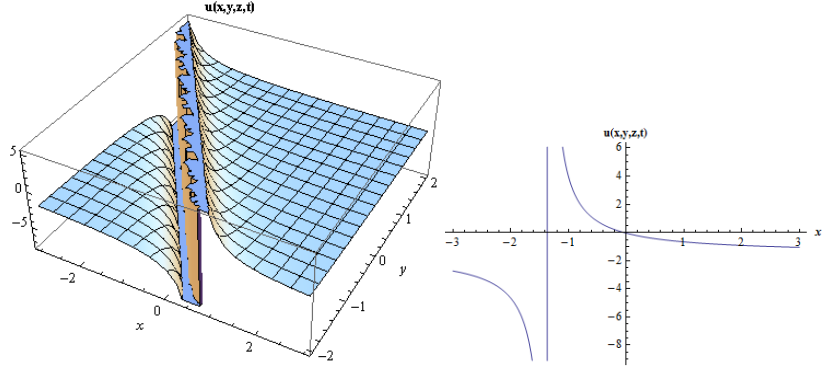
Şekil 3. 3D ve 2D (3.7) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, c = 3, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.

Çözüm-5: $a^2 + b^2 = c^2$ olduğunda,

$$u_{1.5}(x, y, z, t) = -\frac{b - 2ap - bp^2 + \sqrt{a^2 + b^2}(p^2 + 1)}{\left(b + \sqrt{a^2 + b^2}\right)\left(2 + a\left(x + y + \beta z + \frac{\beta^2}{2}t\right)\right)} \quad (4.8)$$

$$p - \frac{a^2\left(x + y + \beta z + \frac{\beta^2}{2}t\right)}{a^2\left(x + y + \beta z + \frac{\beta^2}{2}t\right)}$$

çözümü elde edilir.



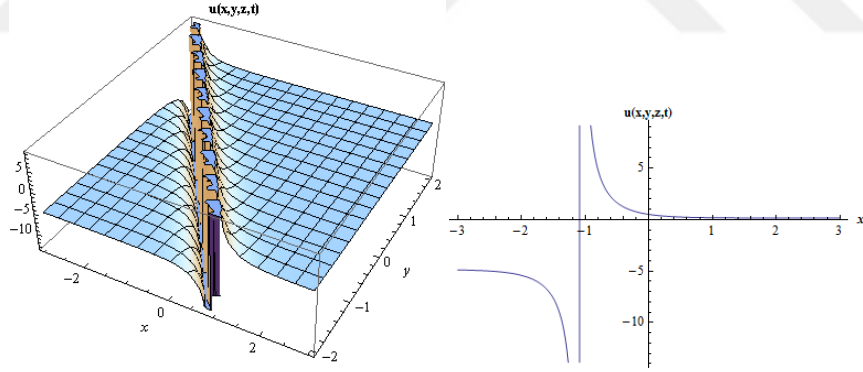
Şekil 4. 3D ve 2D (3.8) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, b = 2.5, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.

Çözüm-6: $c = a$ olduğunda,

$$u_{1.6}(x, y, z, t) = - \frac{b + a(p-1)^2 - bp^2}{1 - (a+b)e^{b\left(x+y+\beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - b^2)t\right)}} + p$$

$$-1 + (a-b)e^{b\left(x+y+\beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - b^2)t\right)}$$

(4.9)
çözümü elde edilir.



Şekil 5. 3D ve 2D (3.9) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 0.5, a = 2, b = 2.5, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir

Çözüm-7: $a = c$ olduğunda,

$$u_{1.7}(x, y, z, t) = - \frac{(p-1)(b+c+bp-cp)}{1 + (b+c)e^{b\left(x+y+\beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - b^2)t\right)}} + p$$

$$-1 + (b-c)e^{b\left(x+y+\beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - b^2)t\right)}$$

(4.10) çözümü elde edilir.

Çözüm-8: $c = -a$ olduğunda,

$$u_{1.8}(x, y, z, t) = - \frac{a - b + p(a + b)}{2b} \frac{1}{(1 + p) \left(a + b - e^{b \left(x + y + \beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - b^2)t \right)} \right)}^{-1} \quad (4.11)$$

çözümü elde edilir.

Çözüm-9: $b = -c$ olduğunda,

$$u_{1.9}(x, y, z, t) = 2p \left(c - \frac{a}{p + (a - cp)e^{a \left(x + y + \beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - a^2)t \right)}} \right) \quad (4.12)$$

çözümü bulunur.

Çözüm-10: $b = 0$ ve $a = c$ olduğunda,

$$u_{1.10}(x, y, z, t) = \frac{c^2(p - 1)^2(2(x + y) + 2\beta z + \beta^2 t)}{c(p - 1)(2(x + y) + 2\beta z + \beta^2 t) - 4} \quad (4.13)$$

çözümü elde edilir.

Çözüm-11: $a = 0$ ve $b = c$ olduğunda,

$$u_{1.11}(x, y, z, t) = \frac{2c}{p + c \left(x + y + \beta z + \frac{\beta^2}{2}t \right)} \quad (4.14)$$

çözümü bulunur.

Çözüm-12: $a = 0$ ve $b = -c$ olduğunda,

$$u_{1.12}(x, y, z, t) = \frac{2cp^2}{p - \frac{1}{c \left(x + y + \beta z + \frac{\beta^2}{2}t \right)}} \quad (4.15)$$

çözümü elde edilir.

Çözüm-13: $a = 0$ ve $b = 0$ olduğunda,

$$u_{1.13}(x, y, z, t) = \frac{c(p^2 + 1)}{p + \tan \left[\frac{1}{4}c \left(2(x + y + \beta z) + (\beta^2 + c^2)t \right) \right]} \quad (4.16)$$

çözümü bulunur.

Çözüm-14: $b = c$ olduğunda,

$$u_{1.14}(x, y, z, t) = \frac{2a(c - ap)}{ap - c + e^{a\left(x+y+\beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - a^2)t\right)}} \quad (4.17)$$

çözümü elde edilir.

4.2. Durum-2:

$A_1 = b - c$, $B_1 = 0$, $k = \frac{1}{2}(a^2 + b^2 - c^2 - \beta^2)$ için aşağıdaki çözüm kümesi elde edilir:

Çözüm-1:

$a^2 + b^2 - c^2 < 0$ ve $b - c \neq 0$ olduğunda,

$$u_{2.1}(x, y, z, t) = a + p(b - c) - \sqrt{c^2 - a^2 - b^2} \tan[\omega_{2.1}(x, y, z, t)] \quad (4.18)$$

olur.

Burada $\omega_{2.1}(x, y, z, t) = \frac{1}{4}\sqrt{c^2 - a^2 - b^2} \left(2(x + y + \beta z) + (\beta^2 + c^2 - a^2 - b^2)t\right)$ dir.

Çözüm-2:

$a^2 + b^2 - c^2 > 0$ ve $b - c \neq 0$ olduğunda,

$$u_{2.2}(x, y, z, t) = a + p(b - c) + \sqrt{a^2 + b^2 - c^2} \tanh[\omega_{2.2}(x, y, z, t)] \quad (4.19)$$

çözümü elde edilir.

Burada $\omega_{2.2}(x, y, z, t) = \frac{1}{4}\sqrt{a^2 + b^2 - c^2} \left(2(x + y + \beta z) + (\beta^2 + c^2 - a^2 - b^2)t\right)$ dir.

Çözüm-3:

$a^2 + b^2 - c^2 > 0$, $b \neq 0$ ve $c = 0$ olduğunda,

$$u_{2.3}(x, y, z, t) = a + bp + \sqrt{a^2 + b^2} \tanh[\omega_{2.3}(x, y, z, t)] \quad (4.20)$$

olur.

Burada $\omega_{2.3}(x, y, z, t) = \frac{1}{2}\sqrt{a^2 + b^2} \left(x + y + \beta z - \frac{1}{2}(a^2 + b^2 - \beta^2)t\right)$ dir.

Çözüm-4:

$a^2 + b^2 - c^2 < 0$, $c \neq 0$ ve $b = 0$ olduğunda,

$$u_{2.4}(x, y, z, t) = a - cp + \sqrt{c^2 - a^2} \tan[\omega_{2.4}(x, y, z, t)] \quad (4.21)$$

çözümü elde edilir. Buradan

$$\omega_{2.4}(x, y, z, t) = \frac{1}{4} \sqrt{c^2 - a^2} (2(x + y + \beta z) + (c^2 - a^2 + \beta^2)t) \text{ dir.}$$

Çözüm-5:

$a^2 + b^2 = c^2$ olduğunda,

$$u_{2.5}(x, y, z, t) = \left(b - \sqrt{a^2 + b^2} \right) \left(p - \frac{\left(b + \sqrt{a^2 + b^2} \right) \left(2 + a \left(x + y + \beta z + \frac{\beta^2}{2} t \right) \right)}{a^2 \left(x + y + \beta z + \frac{\beta^2}{2} t \right)} \right) \quad (4.22)$$

olur.

Çözüm-6:

$c = a$ olduğunda,

$$u_{2.6}(x, y, z, t) = a - ap + b \left(1 - \frac{2}{1 + (b - a)e^{b \left(x + y + \beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - b^2)t \right)}} + p \right) \quad (4.23)$$

çözümü elde edilir.

Çözüm-7:

$a = c$ olduğunda,

$$u_{2.7}(x, y, z, t) = c - cp + b \left(1 + \frac{2}{-1 + (b - c)e^{b \left(x + y + \beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - b^2)t \right)}} + p \right) \quad (4.24)$$

çözümü bulunur.

Çözüm-8:

$c = -a$ olduğunda,

$$u_{2,8}(x, y, z, t) = (a + b) \left(1 - \frac{2b}{a + b - e^{b \left(x + y + \beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - b^2)t \right)}} + p \right) \quad (4.25)$$

çözümü elde edilir.

Çözüm-9:

$b = -c$ olduğunda,

$$u_{2,9}(x, y, z, t) = 2 \left(a + \frac{a}{-1 + ce^{a \left(x + y + \beta z + \frac{1}{2}(\beta^2 - a^2)t \right)}} - cp \right) \quad (4.26)$$

çözümü bulunur.

Çözüm-10:

$b = 0$ ve $a = c$ olduğunda,

$$u_{2,10}(x, y, z, t) = c - cp + \frac{4}{2(x + y) + 2\beta z + \beta^2 t}$$

(4.27) çözümü elde edilir.

Çözüm-11:

$a = 0$ ve $b = -c$ olduğunda,

$$u_{2,11}(x, y, z, t) = -2cp + \frac{2}{x + y + \beta z + \frac{\beta^2}{2}t}$$

(4.28) olur.

Çözüm-12:

$a = 0$ ve $b = 0$ olduğunda,

$$u_{2,12}(x, y, z, t) = -c \left(p + \tan \left[\frac{1}{4} c \left(2(x + y + \beta z) + (\beta^2 + c^2)t \right) \right] \right) \quad (4.29)$$

çözümü bulunur.

4.3. Durum-3: $A_1 = 0$, $B_1 = b + c + bp^2 - cp^2$, $a = cp - bp$

$$k = \frac{1}{4}(-b^2 + 3bB_1 - 3cB_1 + c^2 - b^2 p^2 + 2bcp^2 - c^2 p^2 - 2\beta^2)$$

Durum-3 için aşağıdaki çözüm kümesi elde edilir:

Çözüm-1:

$a^2 + b^2 - c^2 < 0$ ve $b - c \neq 0$ olduğunda,

$$u_{3,1}(x, y, z, t) = \sqrt{-(b-c)(b+c+p^2(b-c))} \cot[\omega_{3,1}(x, y, z, t)] \quad (4.30)$$

çözümü elde edilir.

Burada

$$\omega_{3,1}(x, y, z, t) = \frac{1}{4} \sqrt{-(b-c)(b+c+p^2(b-c))} (2(x+y+\beta z)) + (\beta^2 + c^2 - b^2 - p^2(b-c)^2 t) \text{ dir.}$$

Çözüm-2:

$a^2 + b^2 - c^2 > 0$, $b - c \neq 0$ olduğunda,

$$u_{3,2}(x, y, z, t) = \sqrt{b^2 - c^2 + (bp - cp)^2} \coth[\omega_{3,2}(x, y, z, t)] \quad (4.31)$$

çözümü bulunur.

Burada

$$\omega_{3,2}(x, y, z, t) = \frac{1}{4} \sqrt{(b-c)(b+c+p^2(b-c))} (2(x+y+\beta z)) + (\beta^2 + c^2 - b^2 - p^2(b-c)^2 t) \text{ dir.}$$

Çözüm-3:

$a^2 + b^2 - c^2 > 0$, $b \neq 0$ ve $c = 0$ olduğunda,

$$u_{3,3}(x, y, z, t) = b\sqrt{1+p^2} \coth[\omega_{3,3}(x, y, z, t)] \quad (4.32)$$

çözümü elde edilir.

Burada $\omega_{3,3}(x, y, z, t) = \frac{1}{4} b\sqrt{1+p^2} (2(x+y+\beta z)) + (\beta^2 - b^2(1+p^2)t)$ dir.

Çözüm-4:

$a^2 + b^2 - c^2 < 0$, $c \neq 0$ ve $b = 0$ olduğunda,

$$u_{3,4}(x, y, z, t) = c\sqrt{1-p^2} \cot[\omega_{3,4}(x, y, z, t)] \quad (4.33)$$

çözümü elde edilir.

Burada $\omega_{3,4}(x, y, z, t) = \frac{1}{4}c\sqrt{1-p^2} \left(2(x+y+\beta z) + (\beta^2 - c^2(p^2 - 1))t \right)$ dir.

Çözüm-5:

$c = a$ olduğunda,

$$u_{3,5}(x, y, z, t) = \frac{2b(p-1)}{be^{\frac{1}{2}b(2(x+y+\beta z) + (\beta^2 - b^2)t)} - 1 + p} \quad (4.34)$$

çözümü bulunur.

Çözüm-6:

$a = c$ olduğunda,

$$u_{3,6}(x, y, z, t) = b + \frac{2b(p-1)}{be^{\frac{1}{2}b(2(x+y+\beta z) + (\beta^2 - b^2)t)} - p + 1} \quad (4.35)$$

olur.

Çözüm-7:

$c = -a$ olduğunda,

$$u_{3,7}(x, y, z, t) = b - \frac{2b^2}{b + (1+p)e^{\frac{1}{2}b(2(x+y+\beta z) + (\beta^2 - b^2)t)}}$$

(4.36) çözümü elde edilir.

Çözüm-8:

$b = -c$ olduğunda,

$$u_{3,8}(x, y, z, t) = 2cp \left(1 - \frac{2}{1 + ce^{2cp \left(x+y+\beta z + \left(\frac{\beta^2}{2} - 2c^2 p^2 \right) t \right)}} \right) \quad (4.37)$$

çözümü bulunur.

2. (3+1)-boyutlu Jimbo

$$u_{xxy} + 3u_y u_{xx} + 3u_x u_{xy} + 2u_{yt} - 3u_{xz} = 0 \quad (4.38)$$

Miwa denklemini ele alalım [22]:

(4.38) denklemine, $u(x, y, z, t) = U(\xi)$, $\xi = x + y + \beta z - kt$, yürüyen dalga dönüşümü uygulanarak; aşağıdaki

$$U'' + 3(U')^2 - (2k + 3\beta)U' = 0 \quad (4.39)$$

non-lineer diferensiyel denklem elde edilir. Non-lineer terimin en büyük kuvvetini $(U')^2$ ve en yüksek mertebe türevini dikkate alarak, dengeleme kuralı (4.39) denklemi üzerine uygulanırsa $m = 1$ elde edilir.

$m = 1$ değerini (3.3) denkleminde birlikte kullanırsak; (4.38) denklemi

$$U(\xi) = A_0 + A_1 \left(p + \tan \left(\frac{F(\xi)}{2} \right) \right) + B_1 \left(p + \tan \left(\frac{F(\xi)}{2} \right) \right)^{-1} \quad (4.40)$$

şeklinde elde edilir. (4.40) denklemi ile 1. ve 3. dereceden türevlerini (3.4) denklemi dikkate alınarak (4.39) da yerine yazıldığında; A_1, B_1, p, k, a, b, c için bir cebirsel denklem sistemi elde edilir. Cebirsel denklem sistemi; A_1, B_1, p, k, a, b, c katsayıları için çözülür. [35] de görüleceği üzere (3.4) denklemi dikkate alınarak (4.38) denkleminin çözüm kümeleri elde edilir.

$$A_1 = b - c, \quad B_1 = \frac{-a^2 - b^2 - 3cA_1 + 3bc - 2c^2 + 2k + 3\beta}{3(b - c)}, \quad a = -\sqrt{-b^2 + c^2 + 2k + 3\beta}$$

için aşağıdaki çözüm kümesi elde edilir:

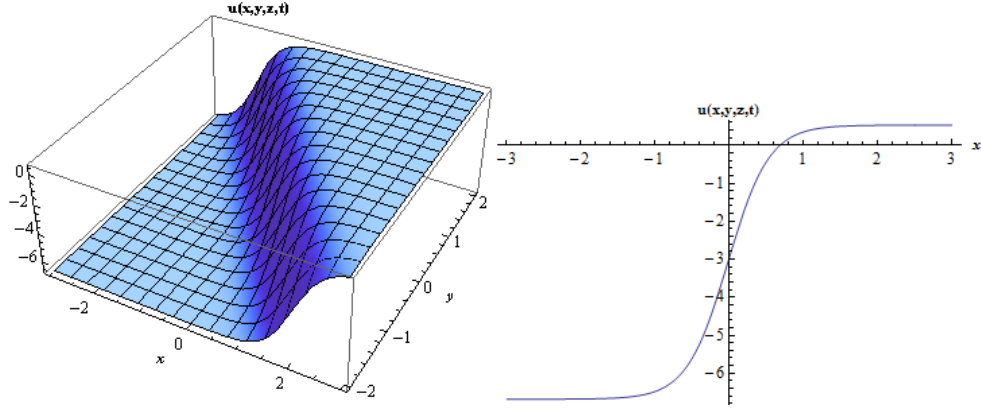
Çözüm-1:

$a^2 + b^2 - c^2 < 0$ ve $b - c \neq 0$ olduğunda,

$$u_1(x, y, z, t) = bp - cp - \sqrt{-b^2 + c^2 + 2k + 3\beta} - \sqrt{2k + 3\beta} i \tan[\omega_1(x, y, z, t)] \quad (4.41)$$

çözümü bulunur.

Burada $\omega_1(x, y, z, t) = \frac{1}{2} \sqrt{2k + 3\beta} i (x + y + \beta z - kt)$ dir.



Şekil 6. 3D ve 2D (3.41) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 3, c = 1, b = 1.5, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.

Çözüm-2:

$a^2 + b^2 - c^2 > 0$ ve $b - c \neq 0$ olduğunda,

$$u_2(x, y, z, t) = bp - cp - \sqrt{-b^2 + c^2 + 2k + 3\beta} + \sqrt{2k + 3\beta} \tanh[\omega_2(x, y, z, t)] \quad (4.42)$$

çözümü bulunur.

Burada $\omega_2(x, y, z, t) = \frac{1}{2}\sqrt{2k + 3\beta}(x + y + \beta z - kt)$ dir.

Çözüm-3:

$a^2 + b^2 - c^2 > 0, b \neq 0$ ve $c = 0$ olduğunda,

$$u_3(x, y, z, t) = bp - \sqrt{-b^2 + 2k + 3\beta} + \sqrt{2k + 3\beta} \tanh[\omega_3(x, y, z, t)] \quad (4.43)$$

olur.

Burada $\omega_3(x, y, z, t) = \frac{1}{2}\sqrt{2k + 3\beta}(x + y + \beta z - kt)$ dir.

Çözüm-4:

$a^2 + b^2 - c^2 < 0, c \neq 0$ ve $b = 0$ olduğunda,

$$u_4(x, y, z, t) = -\left(cp + \sqrt{c^2 + 2k + 3\beta} + \sqrt{2k + 3\beta}i \tan[\omega_4(x, y, z, t)]\right) \quad (4.44)$$

çözümü bulunur.

Burada $\omega_4(x, y, z, t) = \frac{1}{2}\sqrt{2k + 3\beta}i(x + y + \beta z - kt)$ dir.

Çözüm-5:

$c = a$ olduğunda,

$$u_5(x, y, z, t) = \frac{1}{\varpi_1(x, y, z, t)} \left((1-p)(a - \sqrt{2k+3\beta}) - \right. \quad (4.45)$$

$$\left. \varpi_2(x, y, z, t)(2ap\sqrt{2k+3\beta} - (a^2(p-1) + (p+1)(2k+\beta))) \right)$$

çözümü bulunur.

Burada $\varpi_1(x, y, z, t) = 1 + (\sqrt{2k+3\beta} - a)\varpi_2(x, y, z, t)$ ve $\varpi_2(x, y, z, t) = e^{\sqrt{2k+3\beta}(x+y+\beta z-kt)}$ dir.

Çözüm-6:

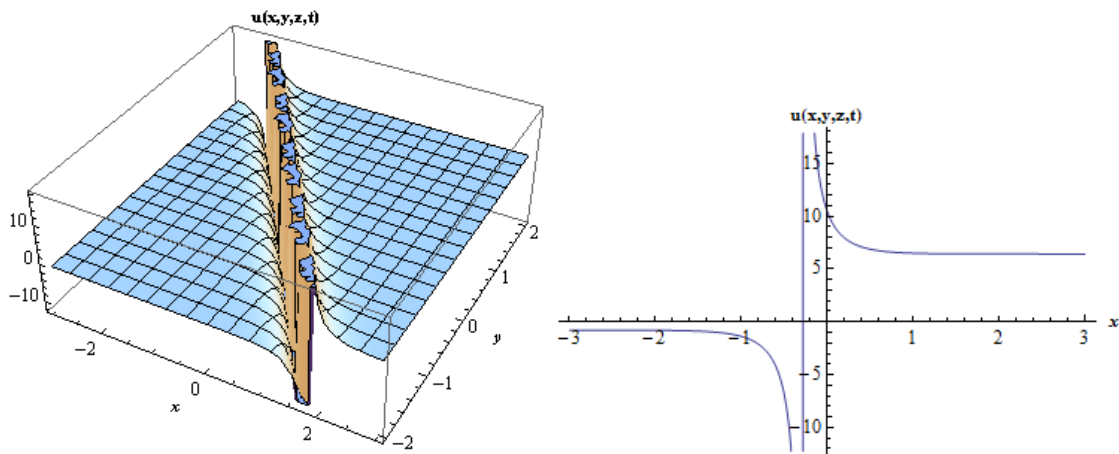
$a = c$ olduğunda,

$$u_6(x, y, z, t) = \frac{1}{\varpi_3(x, y, z, t)} \left((p-1)(c - \sqrt{2k+3\beta}) - \right. \quad (4.46)$$

$$\left. \varpi_4(x, y, z, t)(2cp\sqrt{2k+3\beta} - (c^2(p-1) + (p+1)(2k+\beta))) \right)$$

çözümü elde edilir.

Burada $\varpi_3(x, y, z, t) = (\sqrt{2k+3\beta} - c)\varpi_4(x, y, z, t) - 1$ ve $\varpi_4(x, y, z, t) = e^{\sqrt{2k+3\beta}(x+y+\beta z-kt)}$ dir.



Şekil 7. 3D ve 2D (3.46) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 3, c = 1, k = 2, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.

Çözüm-7:

$c = -a$ olduğunda,

$$u_7(x, y, z, t) = \frac{(a + \sqrt{2k+3\beta})}{\varpi_5} \left(((p+1)(a - \varpi_6) + (p+1)\sqrt{2k+3\beta}) \right) \quad (4.47)$$

çözümü bulunur.

Burada $\varpi_5(x, y, z, t) = a - \varpi_6 + \sqrt{2k+3\beta}$ ve $\varpi_6(x, y, z, t) = e^{\sqrt{2k+3\beta}(x+y+\beta z-kt)}$ dir.

Çözüm-8:

$b = -c$ olduğunda,

$$u_8(x, y, z, t) = c \left(\frac{2\sqrt{2k+3\beta}}{e^{\sqrt{2k+3\beta}(x+y+\beta z-kt)} - c} - 2p \right)$$

(4.48)

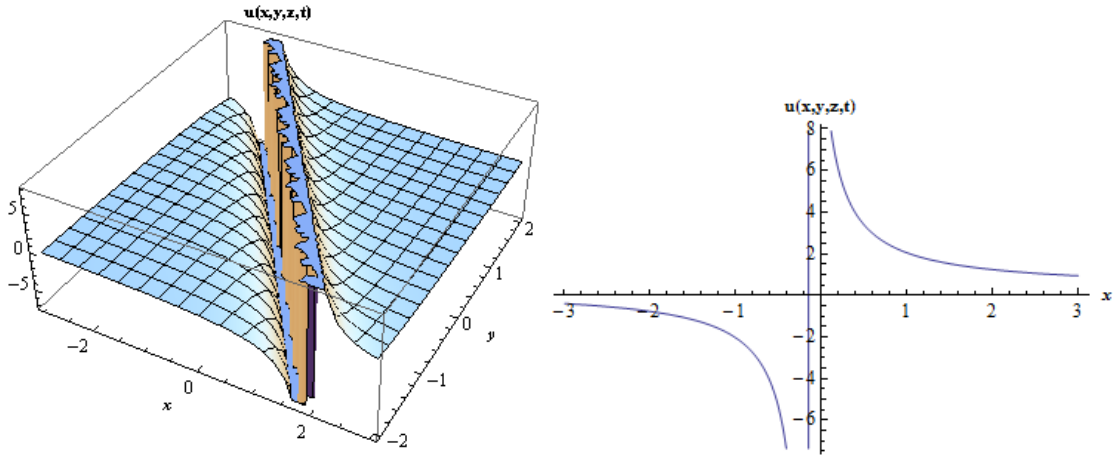
olur.

Çözüm-9:

$b = 0$ ve $a = c$ olduğunda,

$$u_9(x, y, z, t) = c(1-p) + \frac{4}{2(x+y+\beta z)+3\beta t} \quad (4.49)$$

çözümü bulunur.



Şekil 8. 3D ve 2D (3.49) denkleminin yüzey çizimleri; $\beta = 3, c = 1, p = 0.7, t = 0.02, z = 0.01, -3 < x < 3, -2 < y < 2$ ve $y = 0.03$ alınarak elde edilmiştir.

Çözüm-10:

$a = 0$ ve $b = -c$ olduğunda,

$$u_{10}(x, y, z, t) = 2 \left(\frac{1}{x + y + \beta z + \frac{3\beta}{2}t} - cp \right) \quad (4.50)$$

çözümü bulunur.

Çözüm-11:

$a = 0$ ve $b = 0$ olduğunda,

$$u_{11}(x, y, z, t) = \sqrt{2k + 3\beta i} \left(p - \tan \left[\frac{1}{2} \sqrt{2k + 3\beta i} (x + y + \beta z - kt) \right] \right) \quad (4.51)$$

olur.

5. SONUÇ

Bu çalışmada , $\tan(F(\xi)/2)$ - açılım metodu doğrusal olmayan (3+1)-boyutlu genelleştirilmiş Kadomtsev-Petviashvili ve (3+1)-boyutlu Jimbo-Miwa denklemlerine uygulandı Bu denklemlerin Kompleks, trigonometrik, hiperbolik, üstel ve rasyonel fonksiyon çözümleri gibi yeni bazı analitik çözümler bulundu. Bu çözümler [21] ve [22] de farklı metotlarla elde edilen çözümler ile karşılaştırıldı ve farklı yeni çözümler bu denklemler için elde edildi. $\tan(F(\xi)/2)$ - açılım metodu kullanılarak elde edilen tüm analitik çözümlerin doğrusal olmayan (3+1)-boyutlu genelleştirilmiş Kadomtsev-Petviashvili ve (3+1)-boyutlu Jimbo-Miwa denklemlerini sağladığı Mathematica 9 programı kullanılarak kontrol edildi. Bulunan analitik çözümlerin iki ve üç boyutlu grafikleri Mathematica 9 programı kullanılarak çizildi.

$\tan(F(\xi)/2)$ - açılım metodunda bilgisayar hesaplamalarının kolay olması, algoritmasının rahat yapılması ve birbirinden farklı çok sayıda katsayı elde edilmesi gibi bir çok önemli özelliğe sahip olması bakımından literatürde önemli bir yere sahiptir.

KAYNAKLAR

- [1] **Jawad, A. J. M.**, 2012, The Sine-Cosine Function Method for the Exact Solutions of Non-Linear Partial Differential Equations, International Journal of Research on Reviews in Applied Sciences, 13(1), 186-191.
- [2] **Hassan, S. N., Jawad, A. J. M.**, 2015, The Sine-Cosine Function Method for the Exact Solution of the Classical Boussinesq (CB) and the Mikhailov-Shabat (MS) Equations, International Journal of Engineering and Technical Research, 3(3), 98-105.
- [3] **Bibi, S., Mahyud-Din, S. T.**, 2014, Traveling Wave Solutions of KdVs Using Sine-Cosine Method, Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences, 15, 90-93.
- [4] **Wazwaz, A. M.**, 2007, The Variational Iteration Method for Solving Linear and Non-Linear Systems of PDEs, Computers and Mathematics with Applications, 54, 895-902.
- [5] **Yusufoğlu, E.**, 2008, The Variational Iteration Method for Studying the Klein-Gordon Equation, Applied Mathematics Letters, 21, 669-674.
- [6] **Wong, Q., Fu, F.**, 2012, Variational Iteration Method for Solving Differential Equations with Piecewise Constant Arguments, International Journal of Engineering and Manufacturing, 2, 36-43.
- [7] **Nofel, T. A.**, 2014, Application of the Homotopy Perturbation Method to Non-linear Heat Conduction and Fractional Van Der Pol Damped Non-linear Oscillator, Applied Mathematics, 5, 852-861.
- [8] **Ghodgi, S. E., Ghomanjani, F. G., Saberi-Nadjaf, J.**, 2015, Expansion of the Exp-Function Method for Solving Systems of Two-Dimensional Navier-Stokes Equations, Journal of Taibah University for Science, 9, 121-125.
- [9] **Moradi, E., Varasteh, H., Abdollahzadeh, A., Malekshah, M. M.**, 2014, The Exp-Function Method for Solving Two Dimensional Sine-Bratu Type Equations, Applied Mathematics, 5, 1212-1217.
- [10] **Ozis, T., Aslan, I.**, 2008, Exact and Explicit Solutions to the (3+1)-Dimensional Jimbo-Miwa Equation via the Exp-Function Method, Physics Letters A, 372, 7011-7015.

- [11] **Gozukyzyl, O. F., Akcagil, S., Abdollahzadeh, A., Malekshah, M. M.**, 2013, The Tanh-Coth Method for Some Non-Linear Pseudoparabolic Equations with Exact Solutions, *Advances in Difference Equations*, 2013(1), 143-161.
- [12] **Heman, G. G.**, 2015, The Generalized Tanh-Coth Method Applied to Biological Model Referent to Nano-Solitons of Ionic Wave, *Advances in Difference Equations*, 9(138), 6877-6882.
- [13] **Shang, Y.**, 2008, The Extended Hyperbolic Function Method and Exact Solutions of the Long-Short Wave Resonance equations, *Chaos, Solitons and Fractals*, 36(3), 762-771.
- [14] **Hietarinta, J.**, 2005, Hirota's Bilinear Method and Soliton Solutions, *Physics AUC*, 15(1), 31-37.
- [15] **Jin-Ming, Z., Yao-Ming, Z.**, 2011, The Hirota Bilinear Method for the Coupled Burgers Equation and the High-Order Boussinesq Burgers Equation, *Chin. Phys. B*, 21(1), 010205.
- [16] **Mirzazadeh, M.**, 2014, Modified Simple Equation Method and its Applications to Non-Linear Partial Differential Equations, *Information Sciences Letters*, 3(1), 1-9.
- [17] **Jawad, A. J. M., Petkovic, M. D., Bisvas, A.**, 2010, Modified Simple Equation Method for Non-Linear Evolution Equations, *Applied Mathematics and Computation*, 217(2), 869-877.
- [18] **Khater, A. M. A., Moatimid, G. M., Al-Nowehy, A.**, 2015, The Modified Simple Equation Method and its Applications in Mathematical Physics and Biology, *Global Journal of Science Frontier Research, F Mathematics and Decision Sciences*, 15(4), 69-86.
- [19] **Baskonus, H. M.**, 2016, New Acoustic Wave Behaviors to the Davey-Stewartson Equation with Power Nonlinearity Arising in Fluid Dynamics, *Nonlinear Dynamics*, 86(1), 177-183.
- [20] **Bulut, H., Sulaiman, T. A., Baskonus, H. M.**, 2016, New Solitary and Optical Wave Structures to the Korteweg-de Vries Equation with Dual-Power Law Nonlinearity, *Opt Quant Electron*, 48(564), 1-14.
- [21] **Ma, W., Zhu, Z.**, 2012, Solving the (3+1)-Dimensional Generalized KP and BKP Equations by the Multiple Exp-function Algorithm, *Applied Mathematics and Computation*, 218, 11871-11879.

- [22] **Ma, W., Lee, J.**, 2009, A Transformed Rational Function Method and Exact Solutions to the (3+1)-Dimensional Jimbo-Miwa Equation, *Chaos, Solitons and Fractals*, 42, 1356-1363.
- [23] **Kadomtsev, B. B., Petviashvili, V. I.**, 1970, On the Stability of Solitary Waves in Weakly Dispersive Media, *Sov. Phys. Dokl.*, 15, 539-541.
- [24] **Darvishi, M. T., Najaf, M.**, 2011, Some Complexiton Type Solutions of the (3+1)-dimensional Jimbo-Miwa Equation, *International Journal of Mathematical, Computational, Physical, Electrical and Computer Engineering*, 5(7), 1097-1099.
- [25] **Ma, W., Abdeljawad, A.**, 2012, A Bilinear Backlund Transformation of a (3+1)-Dimensional Generalized KP Equation, *Applied Mathematics Letters*, 5(7), 1500-1504.
- [26] **Wazwaz, A. M.**, 2012, Multiple-Soliton Solutions for a (3+1)-Dimensional Generalized KP Equation, *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simulat.*, 17, 491-495.
- [27] **Taghizadeh, N., Mirzazadeh, M., Noori, S. R. M.**, 2012, Exact Solutions of the Generalized Benjamin Equation and (3+1)-Dimensional Gkp Equation by the Extended Tanh Method, *Applications and Applied Mathematics*, 7(1), 175-187.
- [28] **Wazwaz, A. M., El-Tantawy, S. A.**, 2016, A New (3+1)-Dimensional Generalized Kadomtsev-Petviashvili Equation, *Nonlinear Dyn.*, 84, 1107-1112.
- [29] **Hong, W., Oh, K.**, 2000, New Solitonic Solutions to a (3+1)-Dimensional Jimbo-Miwa Equation, *Computers and Mathematics with Applications*, 39, 29-31.
- [30] **Cao, B.**, 2010, Solutions of Jimbo-Miwa Equation and Konopelchenko-Dubrovsky Equations, *Acta. Appl. Math.*, 112, 181-203.
- [31] **Kadkhoda, N.**, 2015, Exact Solutions of (3 +1)-Dimensional Nonlinear Evolution Equations, *Caspian Journal of Mathematical Sciences*, 4(2), 189-195.
- [32] **Islam, M. S., Khan, K., Amous, A. H.**, 2015, Generalized Kudryashov Method for Solving Some (3+1)-Dimensional Nonlinear Evolution Equations, *New Trends in Mathematical Sciences*, 3(3), 46-57.
- [33] **Eslami, M.**, 2014, Solitary Wave Solutions to the (3+1)-Dimensional Jimbo-Miwa Equation, *Caspian Journal of Mathematical Sciences*, 2(2), 115-122.

- [34] **Or-Roshid, H., Hoque, F. M., Alam, M. N., Akbar, M. A.**, 2014, New Extended χ Expansion Method and its Application in the (3+1)-Dimensional Equation to Find New Exact Traveling Wave Solutions, Universal Journal of Computational Mathematics, 2(2), 32-37.
- [35] **Manafian, J.**, 2016, Optical Soliton Solutions for Schrodinger Type Nonlinear Evolution Equations by the $\tan\left(F(\xi)/2\right)$ -Expansion Method, Optik, 127, 4222-4245.



ÖZGEÇMİŞ

1988 yılı Balıkesir’de doğmuşum. Aşık Veysel İlkokulu’nda ilk öğrenimimi, İstanbul Ticaret Odası İlköğretim Okulu’nda orta öğrenimimi ve Ataşehir Mevlana Lisesi’nde lise öğrenimimi tamamladım. 2011 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümünden mezun oldum. 2014 yılında ilk görev yerim Elazığ/Arıcak’a Matematik öğretmeni olarak atandım. 2015 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uygulamalı Matematik anabilim dalında yüksek lisansa başladım. 2016 yılı itibariyle Antalya/Kemer’de görevime devam etmekteyim.

