

N-BOYUTLU UZAY ZAMANDA KARANLIK MADDE, KARANLIK ENERJİ VE BARYONİK MADDE ÇÖZÜMLERİ

E. Canan GÜNAY DEMİREL¹, İhsan YILMAZ²

¹*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Fen-Edebiyat Fakültesi,
Terzioğlu Kampüsü 17020, Çanakkale, e-posta: ecanan_1977@hotmail.com*

²*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Fen-Edebiyat
Fakültesi,*

Terzioğlu Kampüsü, 17020, Çanakkale, e-posta: iyilmaz@comu.edu.tr

Özet

Son zamanlardaki tip Ia süpernova gözlemleri, büyük ölçekteki gözlemler ve kozmik mikrodalga fon ışınımı ölçümleri bugünkü evrenimizin düz ve ivmelenerek genişlediğini göstermektedir. Bilimsel araştırmalar evrenimizin ivmelenerek genişlemesine pozitif yoğunluklu ve negatif basınçlı karanlık enerjinin sebep olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada, baryonik madde, karanlık madde ve karanlık enerjiden oluşan evrenin genel maddesi, genel relativite çerçevesinde yüksek boyutlu Friedmann Robertson Walker (FRW) evreninde incelenmiştir. Ayrıca, yukarıda bahsedilen her bir madde içeriğinin yoğunluk ve basınç gibi dinamik bileşenleri skaler alan cinsinden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *İvmelenme, Karanlık enerji, Yüksek boyut*

Abstract

Recently observations of Type Ia Supernovae (SNe Ia), the large scale structure and measurements of the Cosmic Microwave Background indicate that our universe is flat and accelerating . Scientific researches show that dark energy with

positive density and negative pressure causes the acceleration of the our universe. In this study, general matter in the universe consisting of baryonic matter, dark matter and dark energy have been studied in the higher dimensional Friedmann Robertson Walker (FRW) universe in the context of General Relativity. Also, dynamical components of each matter contents such as density and pressure have been obtained in terms of scalar field.

Key Words: *Acceleration, Dark energy, Higher dimension.*

1. Giriş

Son yıllarda birbirinden bağımsız iki gözlemcinin Riess ve diğ. (1998); Perlmutter ve diğ. (1999) yaptıkları tip Ia süpernova gözlemleri, büyük ölçekteki gözlemler Percival ve diğ. (2001); Tegmark ve diğ. (2004) ve kozmik mikrodalga fon ışınımı deneyleri Bennett ve diğ. (2003) evrenin evrimi hakkındaki görüşlerimizin büyük bir kısmını değiştirmiştir. Elde edilen sonuçlar evrenimizin yalnızca genişlemediğini aynı zamanda ivmelendiğini de göstermektedir.

Teorik ve gözlemsel çalışmalara göre evrenimizin madde içeriği yaklaşık olarak %5 baryonik madde, %25 karanlık madde ve %70 de evrenimizin daha gizemli bir bileşeni olan karanlık enerji şeklindedir (Caroll, 2001). Karanlık enerjinin pozitif yoğunluklu, negatif basınçlı şeklinde bir madde olduğu ileri sürülmektedir (Sahni ve Starobinsky, 2000; Carroll, 2001; Sahni, 2002; Turner, 2002; Cardwell ve diğ., 2003; Hao ve Li, 2003; Hawkins ve diğ., 2003; Padmanabhan, 2003; Peebles ve Ratra, 2003; Singh ve diğ., 2003; Spergel ve diğ., 2003; Tonry ve diğ., 2003; Barris ve diğ., 2004; Elizalde ve diğ., 2004; Farrar ve Peebles, 2004; Guo ve diğ., 2004; Zhang, 2005; Mohseni ve Alimohammadi, 2006).

Karanlık maddenin günümüzde yaygın kabul gören adayları süper simetri ile ortaya çıktığı düşünülen zayıf etkileşen ağır parçacıklar (WIMP) Feng (2005) ve nötrinolar olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından önerilmektedir (Abazajian ve diğ., 2001; Kusenko, 2004; Mapelli ve Ferrara, 2005; Munyoneza ve Biermann, 2005).

Bu çalışmada, baryonik madde, karanlık madde ve karanlık enerji ile doldurulmuş yüksek boyutlu bir evren modeli incelenecektir.

2. N-Boyutlu Uzay Zamandaki Çözümler

Gravitasyonel etkileşmeleri ve dolayısıyla büyük ölçekte evrenin yapısını açıklayan genel relativite teorisinin temel denklemleri olan Einstein alan denklemleri

$$G_b^a = R_b^a - \frac{1}{2} \delta_b^a R = \chi T_b^a + \Lambda \delta_b^a$$

şeklindedir. Burada; G_b^a : Uzay-zamanın geometrisini veren Einstein alan tensörü, R_b^a : Ricci tensörü, g_{ab} : Uzay-zamanın metrik potansiyeli olup simetrik bir tensördür ($g_{ab} = g_{ba}$), R : Ricci skaleri ($g^{ab} R_{ab}$), χ : ($\frac{8\pi G}{c^4}$) sabittir, T_b^a : Kozmik madde dağılımını tanımlayan enerji momentum tensörü, Λ : Kozmolojik sabittir.

Bu alan denklemlerinin sol yanı uzay geometrisi ile sağ yanı ise madde ve madde dağılımıyla (enerji-momentum tensörü ile) ilgilidir.

Uzay-zamanın geometrisi ile ilgili olarak

$$ds^2 = dt^2 - R^2(t) \left[\frac{dr^2}{1 - kr^2} + r^2 (dX_n^2) \right]$$

şeklindeki (n+2) boyutlu homojen-izotrop evren modeli için Friedmann-Robertson-Walker (FRW) metriği göz önüne alınacaktır. Burada $R(t)$ ölçek çarpanı, $k = 0, \mp 1$ uzayın geometrisini belirleyen parametre ve

$$dX_n^2 = d\theta_1^2 + \sin^2 \theta_1 d\theta_2^2 + \dots + \sin^2 \theta_1 \sin^2 \theta_2 \dots \sin^2 \theta_{n-1} d\theta_n^2$$

şeklindedir (Huang ve Wang, 2004).

Alan denklemlerinin sağ tarafındaki madde ise,

$$T_{ab} = (\rho_t + p_t) U_a U_b - p_t g_{ab}$$

şeklindedir. Toplam madde $\rho_t = \rho_b + \rho_{dm} + \rho_{de}$ ve

$p_t = p_b + p_{dm} + p_{de}$ şeklindedir. Ayrıca ρ_b baryonik maddenin

yoğunluğu, ρ_{dm} karanlık maddenin yoğunluğu, ρ_{de} karanlık enerjinin yoğunluğu, p_b baryonik maddenin basıncı, p_{dm} karanlık maddenin basıncı, p_{de} karanlık enerjinin basıncıdır. U_a , U_b 'ler ise hız bileşenleridir. Bu durumda (2) ve (3) denklemlerinin (1) ile kullanılmasından, Einstein alan denklemleri

$$\frac{n(n+1)}{2} \left[\frac{\dot{R}^2}{R^2} + k \right] = \frac{8\pi G}{c^4} \rho_t$$

$$-n \frac{\ddot{R}}{R} - \frac{n(n-1)}{2} \left[\frac{\dot{R}^2}{R^2} + k \right] = \frac{8\pi G}{c^4} p_t$$

elde edilir. Burada $\Lambda = 0$ ve $8\pi G = c = 1$ alınmıştır. Denklem sayısı bilinmeyen sayısından az olduğu için alan denklemlerine ek olarak

$$p_t = w\rho_t$$

basınç ve yoğunluğun doğru orantılı olduğunu veren barotropik durum denklemini kullanılacaktır. Burada w bir sabittir. (4)-(6) denklemlerinin birlikte kullanılmasından

$$R \cdot \ddot{R} + \left[\frac{\dot{R}^2}{R^2} + k \right] \left[\frac{(n-1)}{2} + \frac{w(n+1)}{2} \right] = 0$$

elde edilir. Bu denklem $k = 0$ eğriliğine sahip düz evren için çözümlerse,

$$R = C_1 t^{\frac{2}{(n+1)(w+1)}}$$

elde edilir. Burada $C_1 = \left[\frac{(n+1)(w+1)}{2} \sqrt{C} \right]^{\frac{2}{(n+1)(w+1)}}$ sabittir

(Chatterjee ve Bhui, 1990). (4), (5), (6) ve (8) denklemlerinden

$$\rho_t = \frac{2n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2}$$

ve

$$p_t = \frac{2nw}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2}$$

olarak bulunur.

Yoğunluk parametresi evrenin genişlemesiyle ilgili bilgi veren bir parametredir. Bu parametre, evrendeki madde yoğunluğunun kritik yoğunluğa oranıdır ve

$$\Omega_t = \frac{\rho_t}{\rho_k} = \frac{\rho_b + \rho_{dm} + \rho_{de}}{\rho_k}$$

şeklindedir. Burada; Ω_t toplam yoğunluk parametresi ve ρ_k kritik yoğunluktur. Evrenimizin %5 baryonik madde, %25 karanlık madde ve %70 karanlık enerjiden ibaret olduğunu daha önceki bölümümüzde bahsetmiştik. Gözlemler evrenimizin uzaysal düz bir geometriye sahip olduğunu göstermektedir. Yani toplam enerji yoğunluğu kritik yoğunluğa eşittir ($\Omega \cong 1$) (Spergel ve diğ., 2007).

$$\Omega_t = \Omega_b + \Omega_{dm} + \Omega_{de} = 1$$

Burada Ω_b baryonik maddenin yoğunluk parametresi, Ω_{dm} karanlık maddenin yoğunluk parametresi ve Ω_{de} karanlık enerjinin yoğunluk parametresidir.

Baryonik madde için yoğunluk değeri

$$\Omega_b = \frac{\rho_b}{\rho_k} \Rightarrow 0,05 = \frac{\rho_b}{\rho_k}$$

$$\rho_b = \frac{0,1n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2}$$

şeklinde elde edilir.

Karanlık madde için yoğunluk değeri

$$\Omega_{dm} = \frac{\rho_{dm}}{\rho_k} \Rightarrow 0,25 = \frac{\rho_{dm}}{\rho_k}$$

$$\rho_{dm} = \frac{0,5n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2}$$

olarak elde edilir.

Karanlık enerji için yoğunluk değeri

$$\Omega_{de} = \frac{\rho_{de}}{\rho_k} \Rightarrow 0,70 = \frac{\rho_{de}}{\rho_k}$$

$$\rho_{de} = \frac{1,4n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2}$$

şeklinde elde edilir.

Baryonik madde için basınç değeri

$$p_b = \gamma_1 \rho_b$$

$$p_b = \frac{0,1n\gamma_1}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2}$$

elde edilir. Burada $0 \leq \gamma_1 \leq 1$ 'dir.

Karanlık enerji için basınç değeri

$$p_{de} = \gamma_2 \rho_{de}$$

$$p_{de} = \frac{1,4n\gamma_2}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2}$$

olur. Burada $-\frac{3}{2} \leq \gamma_2 \leq -1$ 'dir. Birçok araştırmacı karanlık madde basıncının sıfır olduğunu ileri sürmektedir (Chang ve diğ., 2007).

$p_t = p_b + p_{dm} + p_{de}$ idi. (20) ve (22) denklemleri yerine yazıldığında

$$p_t = \frac{n(0,1\gamma_1 + 1,4\gamma_2)}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2}$$

elde edilir. (10) denklemi ile (23) denklemi eşitlenerek durum parametresi olarak tanımlanan w 'nın değeri

$$w = \frac{(0,1\gamma_1 + 1,4\gamma_2)}{2}$$

şeklinde bir sabit olarak bulunur. γ_1 ve γ_2 sabitlerinin aralıkları gözönüne alındığında evrendeki toplam maddenin basınç ve yoğunluğu arasındaki orantı sabiti olan w 'nın negatif işaretli olduğu ($-1,05 \leq w \leq -0,65$) açıkça görülmektedir. Bu da ivmelenmeye sebep olan karanlık enerjinin negatif basıncının baskın olduğunu göstermektedir.

İncelenen kozmolojik model, ϕ skaler alan ve $V(\phi)$ etkileşme potansiyeli olarak tanımlanan alan teorisinde aşağıdaki şekildedir.

Skaler alanda ρ enerji yoğunluğu ve p basınç değeri düz evrende ($k = 0$)

$$\rho_\phi = \frac{1}{2} \dot{\phi}^2 + V(\phi) = \rho_b + \rho_{dm} + \rho_{de} = \frac{2n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{2n}{(n+1)(w+1)^2 d^2} e^{-\lambda\phi}$$

$$p_\phi = \frac{1}{2} \dot{\phi}^2 - V(\phi) = p_b + p_{dm} + p_{de} = \frac{n(0,1\gamma_1 + 1,4\gamma_2)}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{n(0,1\gamma_1 + 1,4\gamma_2)}{(n+1)(w+1)^2 d^2} e^{-\lambda\phi}$$

şeklindedir. Burada $d = \left(\frac{1}{C}\right)^{\left[\frac{(n+1)(w+1)^2}{n(2+0,1\gamma_1+1,4\gamma_2)}\right]^{\frac{1}{2}}}$ ve

$$\lambda = \left[\frac{4(n+1)(w+1)^2}{n(2+0,1\gamma_1+1,4\gamma_2)}\right]^{\frac{1}{2}} \text{ şeklinde sabitlerdir. (25) ve (26)}$$

denklemlerinin taraf tarafa toplamından ϕ skaler alan değeri

$$\phi = \ln \left[C t^{\left[\frac{n(2+0,1\gamma_1+1,4\gamma_2)}{(n+1)(w+1)^2}\right]^{\frac{1}{2}}} \right]$$

elde edilir. Burada $C = C_1.C_2.C_3$ integral sabitidir. (25) denkleminde (26) denklemini çıkarıldığında $V(\phi)$ etkileşme potansiyeli

$$V(\phi) = \frac{n(2-0,1\gamma_1-1,4\gamma_2)}{2(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{n(2-0,1\gamma_1-1,4\gamma_2)}{2(n+1)(w+1)^2 d^2} e^{-\lambda\phi}$$

olur. Burada $\phi = \phi_b + \phi_{dm} + \phi_{de}$ ve $V(\phi) = V_b(\phi) + V_{dm}(\phi) + V_{de}(\phi)$ şeklindedir.

Her bir madde için ayrı ayrı incelenen ϕ skaler alan ve $V(\phi)$ etkileşme potansiyel değerleri aşağıdaki şekilde elde edilir.

Baryonik madde için skaler alanda yoğunluk ve basıncın değeri

$$\rho_b = \frac{1}{2} \dot{\phi}_b^2 + V_b(\phi) = \frac{0,1n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{0,1n}{(n+1)(w+1)^2 d^2} e^{-\lambda\phi}$$

$$p_b = \frac{1}{2} \dot{\phi}_b^2 - V_b(\phi) = \frac{0,1\gamma_1 n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{0,1\gamma_1 n}{(n+1)(w+1)^2 d^2} e^{-\lambda\phi}$$

şeklindedir. (29) ve (30) denklemlerinin taraf tarafa toplamından ϕ_b 'in değeri

$$\phi_b = \ln \left[C_1 t^{\left[\frac{0,1n(1+\gamma_1)}{(n+1)(w+1)^2} \right]^{\frac{1}{2}}} \right]$$

olur. Burada C_1 integral sabitidir. (29) denkleminde (30) denklemini çıkarıldığında $V_b(\phi)$ 'nin değeri

$$V_b(\phi) = \frac{0,1n(1-\gamma_1)}{2(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{0,1n(1-\gamma_1)}{2(n+1)(w+1)^2} d^2 e^{-\lambda\phi}$$

elde edilir.

Karanlık madde için skaler alanda yoğunluk ve basıncın değeri aşağıdaki gibidir.

$$\rho_{dm} = \frac{1}{2} \dot{\phi}_{dm}^2 + V_{dm}(\phi) = \frac{0,5n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{0,5n}{(n+1)(w+1)^2} d^2 e^{-\lambda\phi}$$

$$p_{dm} = \frac{1}{2} \dot{\phi}_{dm}^2 - V_{dm}(\phi) = 0$$

elde edilir. (33) ve (34) denklemlerinin taraf tarafa toplamından ϕ_{dm} 'in değeri

$$\phi_{dm} = \ln \left[C_2 t^{\left[\frac{0,5n}{(n+1)(w+1)^2} \right]^{\frac{1}{2}}} \right]$$

olur. Burada C_2 integral sabitidir. (33) denkleminde (34) denklemini çıkarıldığında $V_{dm}(\phi)$ 'nin değeri;

$$V_{dm}(\phi) = \frac{0,5n}{2(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{0,5n}{2(n+1)(w+1)^2} d^2 e^{-\lambda\phi}$$

elde edilir.

Karanlık enerji için skaler alanda yoğunluk ve basınç değeri

$$\rho_{de} = \frac{1}{2} \dot{\phi}_{de}^2 + V_{de}(\phi) = \frac{1,4n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{1,4n}{(n+1)(w+1)^2} d^2 e^{-\lambda\phi}$$

$$p_{de} = \frac{1}{2} \dot{\phi}_{de}^2 - V_{de}(\phi) = \frac{1,4\gamma_2 n}{(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{1,4\gamma_2 n}{(n+1)(w+1)^2} d^2 e^{-\lambda\phi}$$

şeklinde elde edilir. (37) ve (38) denklemlerinin taraf tarafa toplamından ϕ_{de} 'nin değeri

$$\phi_{de} = \ln \left[C_3 t^{\left[\frac{1,4n(1+\gamma_2)}{(n+1)(w+1)^2} \right]^{\frac{1}{2}}} \right]$$

elde edilir. Burada C_3 integral sabitidir. (37) denkleminde (38) denklemini çıkarıldığında $V_{de}(\phi)$ 'nin değeri

$$V_{de}(\phi) = \frac{1,4n(1-\gamma_2)}{2(n+1)(w+1)^2} \frac{1}{t^2} = \frac{1,4n(1-\gamma_2)}{2(n+1)(w+1)^2} d^2 e^{-\lambda\phi}$$

şeklinde dir. (29), (33) ve (37) denklemlerinin toplamından tekrar (25) denklemini; (30), (34) ve (38) denklemlerinin toplamından tekrar (26) denklemini; (31), (35) ve (39) denklemlerinin toplamından tekrar (27) denklemini; (32), (36) ve (40) denklemlerinin toplamından tekrar (28) denklemini elde edilmiştir. Bu da bize çözümlerin doğru olduğunu açıkça göstermektedir.

Bu çalışmada, %5 baryonik madde, %25 karanlık madde ve %70 karanlık enerji içerikli $(n+2)$ boyutlu homojen-izotrop bir evren incelenmiştir. Elde edilen yüksek boyutlu çözümler yüksek boyutlarda da karanlık enerjinin evrenin ivmelenmesine sebep olduğunu göstermektedir. Elde edilen çözümler daha önce yapılmış 4-boyutlu karanlık enerjili çözümleri de içermekte olup, gözlemlerle de uyumaktadır.

Bu çalışmayı destekleyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonuna teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abazajian, K., Fuller, G.M., Tucker, W.H., 2001, "Direct Detection Of Warm Dark Matter In The X-Ray", *Astrophys. J.*, 562, 593-60.
- Barris, B.J., Tonry, J.L., Blondin, S., Challis, P., Chornock, R., Clocchiatti, A., Filippenko, A.V., Garnavich, P., Holland, S.T., Jha, S., Kirshner, R.P., Krisciunas, K., Leibundgut, B., Li, W., Matheson, T., Miknaitis, G., Riess, A.G., Schmidt, B.P., Smith, R.C., Sollerman,

- J., Spyromilio, J., Stubbs, C.W., Suntzeff, N.B., Aussel, H., Chambers, K.C., Connelly, M.S., Donovan, D., Henry, J.P., Kaiser, N., Liu, M.C., Martin, E.L., Wainscoat, R.J., 2004, "Twenty-Three High-Redshift Supernovae from the Institute for Astronomy Deep Survey: Doubling the Supernova Sample at $z > 0.7$ ", *ApJ*, 602, 571.
- Bennett, C.L., Halpern, M., Hinshaw, G., Jarosik, N., Kogut, A., Limon, M., Meyer, S.S., Page, L., Spergel, D.N., Tucker, G.S., Wollack, E., Wright, E. L., Barnes, C., Greason, M.R., Hill, R.S., Komatsu, E., Notla, M.R., Odegard, N., Peirs, H.V., Verde, L., Weiland, J.L., 2003, "First Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Preliminary Maps and Basic Result", *Astrophys. J. Suppl.*, 148, 1, 1-27.
- Cardwell, R.R., Kamionkowski, M., Weinberg, N.N., 2003, "Phantom Energy And Cosmic Doomsday", *Phys. Rev. Lett.*, 91, 071301.
- Carroll, S.M., 2001, "Dark Energy And The Preposterous Universe", arxiv:astro-ph/0107571.
- Carroll, S.M., 2001, "The Cosmological Constant", *Living Rev. Rel.*, 4, 1.
- Chang, B., Liu, H., Xu, L., Zhang, C., Ping, Y., 2007, "Statefinder Parameters For Interacting Phantom Energy With Dark Matter", *JCAP.*, 0701, 016.
- Chatterjee, S., Bhui, B., 1990, "Homogeneous Cosmological Model In Higher Dimension", *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 247, 57-61.
- Elizalde, E., Nojiri, S., Odintsov, D.S., 2004, "Late-Time Cosmology In (Phantom) Scalar-Tensor Theory: Dark Energy And The Cosmic Speed-Up", *Phys. Rev. D*, 70, 043539.
- Farrar, G.R., Peebles, P.J.E., 2004, "Interacting Dark Matter and Dark Energy", *Astrophys. J.*, 604, 1-11.
- Feng, J.L., 2005, "ILC Cosmology", arxiv:hep-ph/0509309.
- Guo, Z.K., Piao, Y.S., Zhang, Y.Z., 2004, "Attractor Behavior Of Phantom Cosmology", *Phys. Lett. B*, 594, 247-251.
- Hao, J.G., Li, X.Z., 2003, "Attractor Solution Of Phantom Field", *Phys. Rev. D*, 67, 107303.
- Hawkins, E., Maddox, S., Cole, S., Lahav, O., Madgwick, D., Norberg, P., Peacock, J., Baldry, I., Baugh, C., Bland-Hawthorn, J., Bridges, T., Cannon, R., Colless, M., Collins, C., Couch, W., Dalton, G., De Propris, R., Driver, S., Efstathiou, G., Ellis, R., Frenk, C., Glazebrook, K., Jackson, C., Jones, B., Lewis, I., Lumsden, S., Percival, W., Peterson, B., Sutherland, W., Taylor, K., 2003, "The 2dF Galaxy Redshift Survey: Correlation Functions, Peculiar Velocities And The Matter Density Of The Universe", *Mon. Not. Roy. Aston. Soc.*, 346, 78.

- Huang, X.J., Wang, Y.J., 2004, "Higher-Dimensional Cosmological Models With Density-Parameter-Dependent Cosmological Constant", *Chinese Phys. Lett.*, 21, 8, 1670-1672.
- Kusenko, A., 2004, "Pulsar Kicks From Neutrino Oscillations", *Int. J. Mod. Phys. D*, 13, 2065-2084.
- Mapelli, M., Ferrara, A., 2005, "Background Radiation From Sterile Neutrino Decay And Reionization", *Mon. Not. Roy. Aston. Soc.*, 364, 2-12.
- Mohseni Sadjadi, H., Alimohammadi, M., 2006, "Cosmological Coincidence Problem In Interacting Dark Energy Models", *Phys. Rev. D*, 74, 103007.
- Munyanenza, F., Biermann, P.L., 2005, "Fast Growth Of Supermassive Black Holes In Galaxies", *Aston. & Astroph.*, 436, 805-815.
- Padmanabhan, T., 2003, "Cosmological Constant-The Weight Of The Vacuum", *Phys. Rept.*, 380, 235-320.
- Peebles, P.J.E., Ratra, B., 2003, "The Cosmological Constant And Dark Energy", *Rev. Mod. Phys.*, 75, 559-606.
- Percival, W.J., Baugh, C.M., Bland-Hawthorn, J., Bridges, T., Cannon, R., Cole, S., Colless, M., Collins, C., Couch, W., Dalton, G., De Propris, R., Driver, S.P., Efstathiou, G., Ellis, R.S., Frenk, C.S., Glazebrook, K., Jackson, C., Lahav, O., Lewis, I., Lumsden, S., Maddox, S., Moody, S., Norberg, P., Peacock, J.A., Peterson, B.A., Sutherland, W., Taylor, K., 2001, "The 2dF Galaxy Redshift Survey: The Power Spectrum And The Matter Content Of The Universe", *Monthly Notices Of The Royal Astronomical Society (MNRAS)*, 324, 1297.
- Perlmutter, S., Aldering, G., Goldhaber, G., Knop, R.A., Nugent, P., Castro, P.G., Deustua, S., Fabbra, S., Goobar, A., Groom, D.E., Hook, I.M., Kim, A.G., Kim, M.Y., Lee, J.C., Nunes, N.J., Paln, R., Pennypacker, C.R., Quimby, R., Lidman, C., Ellis, R.S., Irwin, M., McMahon, R.S., 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 Omega And Lambda From 42 High-Redshift Supernovae", *Astrophys. J.*, 517, 565-586.
- Riess, A.G., Filippenko, A.V., Challis, P., Clochiattia, A., Diercks, A., Garnavich, P.M., Gilliland, R.L., Haon, C.J., Jha, S., Kirshner, R.P., Leibundgut, B., Philips, M.M., Reis, D., Schmidt, B.P., Schommer, R.A., Smith, R.C., Spyromilio, J., Stubbs, C., Suntzeff, N.B., Tonry, J., 1998, "Observational Evidence From Supernovae For An Accelerating Universe And A Cosmological Constant", *Astron. J.*, 116, 1009-1038.

- Sahni, V., Starobinsky, A., 2000, "The Case For A Positive Cosmological Lambda-Term", *Int. J. Mod. Phys. D*, 9, 373-444.
- Sahni, V., 2002, "The Cosmological Constant Problem And Quintessence", *Class. Quant. Grav.*, 19, 3435-3448.
- Singh, P., Sami, M., Dadhich, N., 2003, "Cosmological Dynamics Of Phantom Field", *Phys. Rev. D*, 68, 023522.
- Spiegel, D.N., Verde, L., Peiris, H.V., Komatsu, E., Notla, M.R., Bennett, C.L., Halpern, M., Hinshaw, G., Jarosik, N., Kogut, A., Limon, M., Meyer, S.S., Page, L., Tucker, G.S., Weiland, J.L., Wollack, E., Wright, E.L., 2003, "First Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Determination Of Cosmological Parameters", *Astrophys. J. Suppl.*, 148, 175.
- Spiegel, D.N., Bean, R., Dore, O., Notla, M.R., Bennett, C.L., Dunkley, J., Hinshaw, G., Jarosik, N., Komatsu, E., Page, L., Peiris, H.V., Verde, L., Halpern, M., Hill, R.S., Kogut, A., Limon, M., Meyer, S.S., Odegard, N., Tucker, G.S., Weiland, J.L., Wollack, E., Wright, E.L., 2007, "Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Three Year Results: Implications For Cosmology", *ApJS*, 170, 377.
- Tegmark, M., Strauss, M., Blanton, M., Abazajian, K., Dodelson, S., Sandvik, H., Wang, X., Weinberg, D., Zehavi, I., Bahcall, N., Hoyle, F., Schlegel, D., Scoccimarro, R., Vogeley, M., Berlind, A., Budavari, T., Connolly, A., Eisenstein, D., Finkbeiner, D., Frieman, J., Gunn, J., Hui, L., Jain, B., Johnston, D., Kent, S., Lin, H., Nakajima, R., Nichol, R., Ostriker, J., Pope, A., Scranton, R., Seljak, U., Sheth, R., Stebbins, A., Szalay, A., Szapudi, I., Xu, Y., Annis, J., Brinkmann, J., Burles, S., Castander, F.J., Csabai, I., Loveday, J., Doi, M., Fukugita, M., Gillespie, B., Hennessy, G., Hogg, D.W., Ivezić, Z., Knapp, G.R., Lamb, D.Q., Lee, B.C., Lupton, R.H., McKay, T.A., Kunszt, P., Munn, J.A., O'Connell, L., Peoples, J., Pier, J.R., Richmond, M., Rockosi, C., Schneider, D.P., Stoughton, C., Tucker, D.L., Vanden Berk, D.E., Yanny, B., York, D.G., 2004, "Cosmological Parameters From SDSS And WMAP", *Phys. Rev. D*, 69, 103501.
- Tonry, J.L., Schmidt, B.P., Barris, B., Candia, P., Challis, P., Clocchiatti, A., Coil, A.L., Filippenko, A.V., Garnavich, P., Hogan, C., Holland, S.T., Jha, S., Kirshner, R.P., Krisciunas, K., Leibundgut, B., Li, W., Matheson, T., Phillips, M.M., Riess, A.G., Schommer, R., Chris Smith, R., Sollerman, J., Spyromilio, J., Stubbs, C.W., Suntzeff, N.B., 2003, "Cosmological Results From High-z Supernovae", *Astrophys. J.*, 594, 1-24.

Turner, M.S., 2002, “Making Sense Of The New Cosmology”, *Int. J. Mod. Phys. A*, 17S1, 180-196.

Zhang, X., 2005, “Coupled Quintessence In A Power-Law Case And The Cosmic Coincidence Problem”, *Mod. Phys. Lett. A*, 20, 2575.