ANKARA İLININ RDI (RECONNAISSANCE) İNDEKSINE GÖRE KURAKLIK ANALIZI

Doç. Dr. Kadri YUREKLİ[1] Yard Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA[2]
Dr. Alper Serdar ANLI[3] Doğan ATMACA[4]
[1]Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi T.Y.S. Bölümü, TOKAT, kadriyurekli@yahoo.com,
[2]Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi T.Y.S. Bölümü, KAYSERİ, unlukara@erciyes.edu.tr,
[3]Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi T.Y.S. Bölümü, ANKARA, asanli@agri.ankara.edu.tr
[4]Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, ANKARA, doganatmaca@hotmail.com,

ÖZET

Bu çalışmada Ankara ilinin RDI (Reconnaissance) kuraklık indisine göre kuraklığının saptanması amaçlanmıştır. Bu amaçla, Ankara meteoroloji istasyonunda 1975–2006 yıllarında ölçülen aylık yağmur ve FAO Penman-Monteith ilişkisine göre saptanan ET_0 (Referans bitki su tüketimi) değerleri materyal olarak kullanılmıştır. Dört farklı referans periyodu (k1, Ocak-Mart; k2, Ocak-Haziran; k3, Ocak-Eylül; k4, Ocak-Aralık) için kümülatif aylık yağmur- aylık ET_0 oranı serileri elde edilmiştir. Elde edilen seriler kullanılarak RDI değerleri elde edilmiştir. k1 referans periyodu için elde edilen RDI değerlerinde önemli farklılıklar gözlenmesine rağmen diğer periyotlar için önemli fark bulunmamıştır. Ankara ilinde RDI indeksine göre daha çok hafif kuraklık ve orta derece kuraklık hakim olmuştur.

Anahtar Kelimeler; Jargua-Bera test, FAO Penman-Monteith, Referans bitki su tüketimi, RDI indeksi

ANKARA PROVINCE DROUGHT ANALYSIS BASED ON RDI (RECONNAISSANCE) INDEX

ABSTRACT

This study was aimed to determine drought of Ankara province by using RDI (Reconnaissance) index. In this reason, monthly total rainfalls measured for 1975-2006 years in Ankara Meteorological station and the ET_0 (reference evapotranspiration) based on FAO Penman-Monteitht relationship for the same years were used as materials. The cumulative monthly rainfall-monthly ET_0 ratio series for four difference reference periods (k1, January-March; k2, January-June; k3, January-September; k4, January-December) belonging to each year were constituted. The RDI values were calculated by using the series of k-reference periods. Although there is significant difference in SDI values calculated for k1 reference period, there is insignificant difference for the remained reference periods. According to RDI index in Ankara province, mild drought and moderate drought categories were experienced much more.

Key Words; Jargua-Bera test, FAO Penman-Monteith, Reference evapotranspiration, RDI index

1. GİRİŞ

Kuraklık, su kaynaklarını besleyen yağışlardaki önemli düşmelerin olduğu dönemler olarak tanımlanmaktadır. Kuraklık, ekosisteme müdahalenin bir sonucu olarak günümüzde kendini en ciddi hissettiren ve hissettirmeye de devam edecek gözüken problemlerin başında gelmektedir.

Kuraklık, taşkın gibi ani olarak meydana gelmemesine rağmen, dünyadaki doğa olayları içinde maliyeti en fazla olan ve küresel anlamda yıllık olarak oldukça önemli maddi zararlara neden olan olaydır. Aynı zamanda diğer doğa olayları ile karşılaştırıldığında insanlığı en fazla tehdit edendir. Le Houerou (1996), kuraklığın tarım alanlarında görüldüğünü ve en çok da çorak arazilerin bu olaydan etkilendiğini belirtmiştir.

Kuraklık, tarımsal, hidrolojik ve meteorolojik kuraklık olarak sınıflandırılmaktadır. Tarımsal kuraklık; Agnew ve Warren (1996) tarafından topraktaki nem eksikliğinin sonucu olarak tarımsal üretimde önemli düşmelerin olduğu süreler olarak tarif edilmiştir. Hidrolojik kuraklık; yüzey ve yeraltı sularında meydana gelen seviye düşüşleri olarak belirtilmektedir (Palmer, 1965). Meteorolojik kuraklık; belirli bir zaman periyodunda ortalamanın altında gözlenen yağışlı süreler meteorolojik kurak olarak belirtilmektedir (Agnew, 1990).

Her üç tanıma göre de kuraklığın ana nedeninin yağışın ortalamanın altında olması durumunda meydana geldiği anlaşılmaktadır. Ancak tarımsal kuraklıkta diğerlerinden farklı olarak, yağışın yetersiz olduğu dönemde bitki yetiştirilen alanda yeterli toprak nemini (sulama ile)

sağlandığı durumda kuraklıktan söz edilmemektedir. Ancak ülkemizde, yağışın ortalamanın üzerinde olması durumunda bile, bitkisel üretimin yapıldığı dönemde bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu yağışlarla karşılamak hemen hemen imkânsızdır. Bu bakımdan ülkemizde talep edilen su ile yağışın zamana göre dağılımı genellikle uyum göstermediğinden, tarımsal kuraklık zararının önlenmesi için tarımsal üretimde sulama kaçınılmazdır.

Tarım yapılan alanlarda kuraklığın şiddetinin derecelendirmesi, yılın farklı zamanlarında yağış etkisinin değişikliğinden dolayı zor olmaktadır. Bu yüzden kuraklığın şiddeti ve süresi, bitki yetiştirme periyodu ile yağmur arasında ilişkilendirilmelidir. Kuraklık şiddetinin değerlendirilmesi, sadece toplam yağmur miktarındaki eksiklikten ziyade, toprak nemi ve bitki koşullarını göz önünde bulundurarak etkili yağmur miktarının saptanmasını gerektirir (Wilhite and Glantz, 1985). Ayrıca tarımsal kurak süreler, toprak nem kapasitesi ve bitki su tüketimi durumuna göre belirtilmelidir (Okman, 1981).

Kurak zamanlarda tarımsal üretim önemli derecede azalmakta ve çok kısa süreli yağışsız periyotlar bile çiftçiler için ciddi problemler doğurmaktadır. Kurak ve yarı-kurak bölgelerde bitkiler üzerinde kuraklığın etkisini azaltmak için, mevcut kaynaklardan yeterli suyun depolanması gereklidir. Bu bakımdan, sulama zamanı ile birlikte bitki yetiştirme periyodundaki kurak sürenin bilinmesi oldukça önem taşımaktadır.

Tarımsal, meteorolojik ve hidrolojik kuraklığı belirtmek için pek çok indeks geliştirilmiştir. Bu indekslerin, kurak bir bölgeden kısa ve yeterli bilgilerin çıkarılmasında fayda sağlamaktadır. Aynı zamanda bu indeksler kuraklık etkisini en aza indirmede, su kaynaklarının yönetimi açısından karar vermede önemli bulunmaktadır.

Atmosferin buharlaşma talebini gösteren Referans bitki su tüketimi veya referans evapotranspirasyon (ET_0) değerleri, yılın farklı dönemlerinde karşılaştırmalar yapılabilmesine izin verdiği gibi başka bölgeler arasında da karşılaştırmalar yapılabilmesine imkân tanıyan bir standarttır. Ayrıca bitki katsayılarıyla (k_c) referans bitki su tüketiminin düzeltilmesinden sonra bitkilerin su tüketimleri (ET_c) belirlenmektedir (Allen et al., 1998).

Bu çalışmada, Ankara'da ölçülen aylık toplam yağışlar ve aylık referans bitki su tüketim değerleri (ET_0) kullanılarak RDI (Reconnaissance) indeksine göre Ankara'nın kuraklık analizinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Ankara ili merkez istasyonda 1975-2006 yılları arasında ölçülmüş olan 32 yıllık aylık toplam yağmur miktarları ile referans bitki su tüketiminin tahmininde gerekli meteorolojik ölçümler materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada Ankara ilinin kuraklık analizini yapmak amacıyla Tsakiris ve ark. (2007) verilen RDI (Reconnaissance) indeksi uygulanmıştır. Bu amaçla öncelikle gözlem yıllarının ayları için referans bitki su tüketimleri (ET_o) FAO Penman-Monteith ilişkisinden (Allen ve ark., 1998) tahmin edilmiştir. Daha sonra 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotları için RDI'nin tahmininde gerekli olan α_k değerleri aşağıdaki ilişkiden saptanmıştır.

$$\alpha_k^i = \frac{\sum_{j=1}^{3k} P_{ij}}{\sum_{j=1}^{3k} ET_{0ij}} \quad i=1\ldots N \quad k=1, 2, 3, 4 \qquad (1)$$

Eşitlik 1'de P_{ij} ve ET_{0ij} sırasıyla i. yılın j. ayının toplam yağmur ve referans bitki su tüketimini (ET_o) ifade etmektedir. k-referans periyotları, k=1, Ocak-Mart; k=2, Ocak-Haziran; k=3, Ocak-Eylül; k=4, Ocak-Aralık için kümülatif α_k değerlerini göstermektedir.

RDI indeksi, seçilmiş bir zaman dilimi (k-referans periyodu) için hesaplanan (α_k^i) değerleri ile hesaplanan (α_k^i) değerlerinin ortalama miktarının farkının, hesaplanan (α_k^i) değerlerinin standart sapmasına bölünmesi ile elde edilir.

$$RDI = \frac{\alpha_i^k - \mu_\alpha}{\sigma_\alpha} \quad (2)$$

μ_o ve σ_o, sırasıyla α_k'nın ortalama ve Standard sapmasıdır. Bu ilişkiden RDI değerlerini elde etmek için α_k değerlerinin normal dağılım göstermesi gerekir. Tsakiris ve ark. (2006) α_k değerlerinin genellikle log-normal veya gama dağılımına uyum gösterdiğini, ancak bir çok durumda gama dağılımının daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle RDI indeksinin hesaplanması için öncelikle α_k değerlerinin frekans dağılımının normalliği test edilmelidir.

Normallik Testi

Ankara ilinin kuraklık analizini yapmak amacıyla kullanılan RDI indeksi, Eşitlik 1'den elde edilen α_k değerlerine ait zaman serisinin normal dağılım göstermesi durumunda kullanılacağından, hesaplanan verinin normalite koşulunu yerine getirmesi gerekmektedir. Bu amaçla *k*-referans periyodu için elde edilen α_k değerlerine Jargua-Bera (JB) testi uygulanmıştır. Bu teste ait ilişki aşağıda verilmiştir.

Jargua-Bera (JB) Test

Bu test çarpıklık ve basıklık katsayısına bağlıdır. Bu teste ait ilişki aşağıda verilmiştir (Jargua ve Bera, 1987).

$$T_{JB} = \frac{n}{6}\left(s^2 + \frac{(k-3)^2}{4}\right) \quad (3)$$

Eşitlikte 3 de n, gözlem sayısı; s, çarpıklık katsayısı; k, basıklık katsayısıdır. Jargua-Bera istatistiği (T_{JB}) iki serbestlik dereceli ki kare dağılımına uymaktadır. Hesaplanan istatistik (T_{JB}) sıfır olması durumunda, dağılımın çarpıklığının sıfır, basıklığının da 3 olduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda hesaplanmış verinin dağılımın normalliği ile ilgili yapılan hipotez kabul edilir. Tersi durumda, çarpıklığın sıfırdan büyük ve basıklığın da üçten büyük olması durumunda T_{JB} istatistiğinin artmasına neden olacaktır. Hesaplanan T_{JB} istatistiği, %5 önem seviyesinde iki serbestlik dereceli ki kare tablo kritik değeri ile karşılaştırılır. Hesaplanan değerin, tablo değerinden büyük olması durumunda, hesaplanan verinin (α_k) normal bir dağılım göstermediğine karar verilir. Hesaplanmış verinin normal dağılım göstermemesi durumunda öncelikle loagritmik dönüşüm yapılarak dönüşüm yapılmış veriye tekrar Jargua-Bera testi uygulanır ve normalliği kontrol edilir. Bu durumda da normalleşme gerçekleşmemişse, hesaplanmış veri gama dağılımına uydurulur. Daha sonra her hesaplanmış (α_k) değerinin gama dağılımındaki kümülatif olasılığına karşılık Standard normal dağılımdaki karşılığı olan Z-değeri (RDI) tahmin edilir.

Meteorolojik kuraklık indisi olan normalleştirilmiş yağış indeksine (*SPI*) ait kuraklık kategorileri, RDI kuraklık indisi için de kullanılmaktadır (Nalbantis ve Tsakiris, 2009). Bu kategoriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. RDI kuraklık kategorileri

Kuraklık Kategorisi	**RDI**
Kuraklık yok	RDI ≥ 0.0
Hafif kurak	-1.0 ≤ RDI < 0.0
Orta derece kurak	-1.5 ≤ RDI < -1.0
Şiddetli kurak	-2.0 ≤ RDI < -1.5
Aşırı kurak	RDI < -2.0

Eşitlik 1'den hesaplanan (α_k) değerlerinin normalleştirilmesi sonucunda seçilen zaman dilimi içinde hem kurak hem de nemli dönemler aynı şekilde temsil edilmiş olunur. RDI değerleri dikkate alınarak yapılan kuraklık değerlendirmesinde indeksin sürekli olarak negatif olduğu zaman periyodu kurak dönem olarak tanımlanır.

Referans Bitki Su Tüketimi (ET_0)

Atmosferin buharlaşma talebini gösteren referans bitki su tüketimi (ET_o) ise Allen et al. (1998)'de belirtilen yöntemler takip edilerek aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$ET_0 = \frac{0.408\,\Delta(R_n - G) + \gamma \dfrac{900}{T+273}\, u_2\, (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma\,(1 + 0.34\, u_2)} \qquad (4)$$

Eşitlikte;

ET_0 : Referans evapotranspirasyon (mm gün^{-1}),
R_n : Bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ m^{-2} gün^{-1}),
G : Toprak ısı akış yoğunluğu (MJ m^{-2} gün^{-1}),
T : 2 m yükseklikte ortalama günlük hava sıcaklığı (°C),
U_2 : 2 m yükseklikte rüzgar hızı (m s^{-1}),
e_s : Doygun buhar basıncı (kPa),
e_a : Gerçek buhar basıncı (kPa),
e_s-e_a : Doygun buhar basıncı açığı (kPa),
Δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa °C^{-1}),
γ : Psikrometrik sabit (kPa °C^{-1}).

Referans bitki su tüketimi hesaplanmasında Ankara ili 1975-2006 yılları arası kaydedilen meteorolojik verilerden aylık ortalamalar olarak maksimum ve minimum sıcaklıklar, maksimum ve minimum bağıl nem değerleri, güneş radyasyonu ve rüzgâr hızı verileri kullanılmıştır.

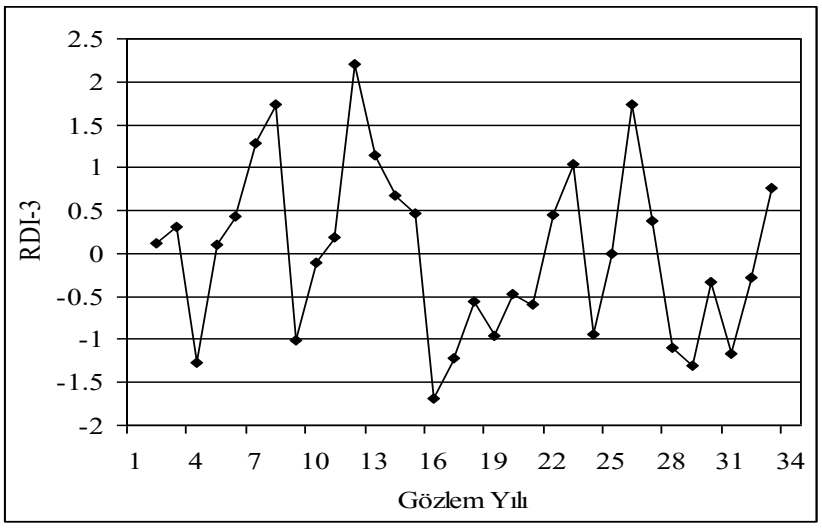
3. Araştırma Bulguları

Dört referans periyot için elde edilen kümülatif yağmur serilerinin normal dağılıma uygunluğunu test etmek için göz önüne alınan Jargua-Bera testine göre elde edilen seriler normal dağılım göstermiştir (Çizelge 2). Bunun bir sonucu olarak Ankara ilinin 1975-2006 yılları RDI kuraklık indisleri, Eşitlik 2'de verilen ilişkinin doğrudan kullanılmasıyla hesaplanmıştır.

Çizelge 2. *k*-referans periyotları için α_k ile ilgili normalite sonuçları

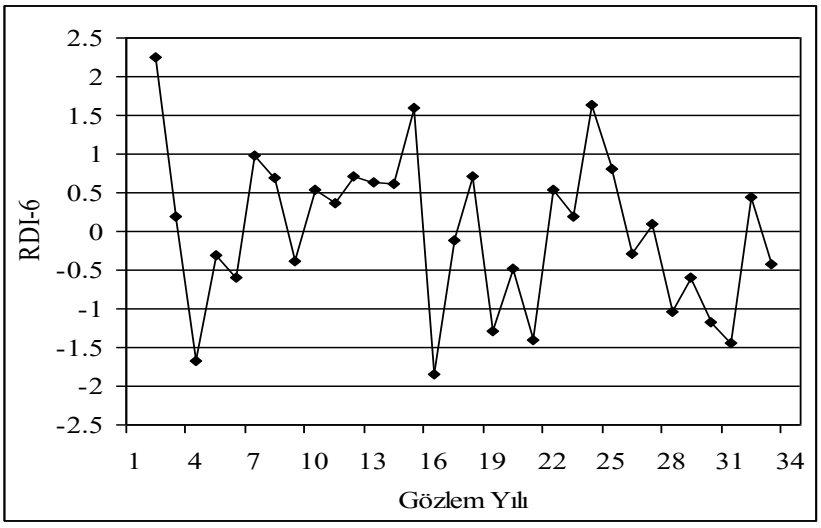
İstatistikler	***k*-referans periyotları**			
	***k*1**	***k*2**	***k*3**	***k*4**
Ortalama	0.689	0.427	0.268	0.315
Standart Sapma	0.262	0.105	0.064	0.068
Çarpıklık	0.325	0.037	-0.324	-0.087
Basıklık	2.340	2.520	2.190	2.630
T_{JB}	1.148	0.314	1.433	0.226
T_{JB}-olasılık (p)	0.563	0.854	0.488	0.893
p > 0.05 olduğundan normal dağılım göstermiştir				

Araştırmada göz önüne alınan *k*-referans periyotlarına göre elde edilen RDI değerlerinin değişiminin grafikleri sırası ile Ocak-Mart dönemi için Şekil 1'de, Ocak-Haziran dönemi için Şekil 2'de, Ocak-Eylül dönemi için Şekil 3'te ve Ocak-Aralık dönemi için Şekil 4'te verilmiştir. Şekillerden gözleneceği üzere Ocak-Mart dönemi için elde edilen grafik diğer şekillere göre önemli derecede farklı olmuştur. Ocak-Mart döneminde kurak periyotlar daha sık yaşanmıştır. Ocak-Mart dönemi (k1) için elde RDI değerlerine göre 1985 yılından sonra önemli bir kurak periyoda gidiş başlamış ve bu süreç 1994 yılına kadar devam etmiştir. Aslında bu süreçte kuraklık 1989'dan, 1994 yılına kadar devam etmiştir. Daha sonra ıslak bir periyoda girilmiştir. 1999 yılından itibaren yine kuraklık eğilimi başlamıştır. 2001 yılından 2005 yılı dahil olmak üzere kurak bir dönem yaşanmıştır. Ankara ili k1 referans periyodu için elde edilen RDI indeksine göre 16 kuraklık olayı gözlenmiştir. Dolayısı ile 32 yıllık gözlem süresi içinde 16 kuraklık olayının gözlenmesi, Ankara ilinde k1 referans periyodu için kuraklığın görülme ihtimalinin %50, yani her iki yılda bir kuraklığın yaşanacağı anlamına gelmektedir.

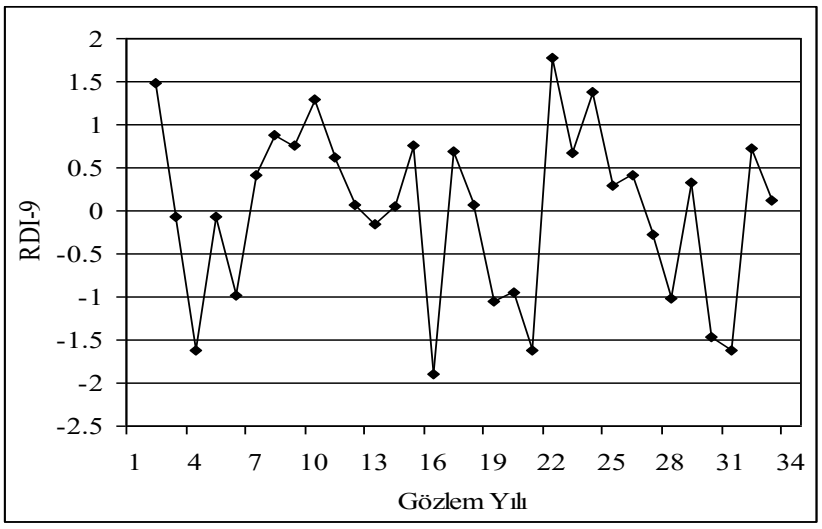


Şekil 1. Ocak-Mart dönemi için RDI değişimi

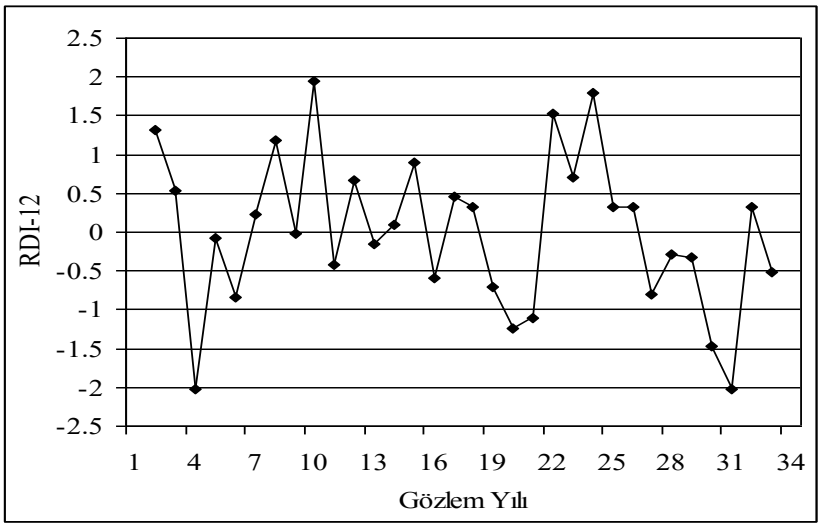
Ocak-Haziran (k2) periyodu için 15 kez kuraklık olayı gözlenmiştir. 1977-1979, 1989-1990, 1992-1994 ve 2001-2004 yıllarında kurak süreler meydana gelmiştir (Şekil 2). Ocak-Eylül (k3) periyodu için 1976-1979, 1992-1994, 2000-2001, 2003-2004 yılları kurak geçmiştir (Şekil 3). Bu periyotta 13 kez kuraklık olayı gözlenmiştir. Ocak-Aralık (k4) periyodu için 1977-1979, 1992-1994, 2000-2004 yılları kurak olmuştur. Bu periyotta 16 kez kuraklık olayı gözlenmiştir. Göz önüne alınan k-referans periyotları için en kurak yıllar, k1, k2 ve k3 için 1989 yılı, k4 için 1977 yılı en kurak yıllar olmuştur. RDI kuraklık kategorilerine göre k1, k2 ve k3 periyotları için 1989 yılı şiddetli kurak, k4 referans periyodu için 1977 yılı aşırı kurak geçmiştir. Gözlem süresi boyunca k-referans periyotları için (k1, k2, k3 ve k4) hafif kuraklık, 9, 8, 6 ve 11 kez, orta derece kuraklık 6, 5, 3 ve 3 kez, şiddetli kuraklık 1, 2 ve 4 kez gözlenmiştir. Şiddetli kuraklık k4 referans periyodunda gözlenmemiştir. Aşırı kuraklık ise sadece k4 referans periyodunda gözlenmiştir. Buradan anlaşılmaktadır ki Ankara ilinde RDI indeksine göre daha çok hafif kuraklık ve orta derece kuraklık hakimdir.



Şekil 2. Ocak-Haziran dönemi için RDI değişimi

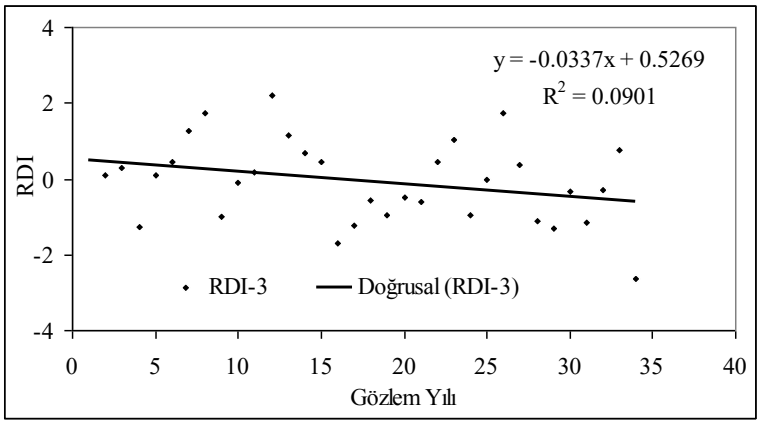


Şekil 3. Ocak-Eylül dönemi için RDI değişimi

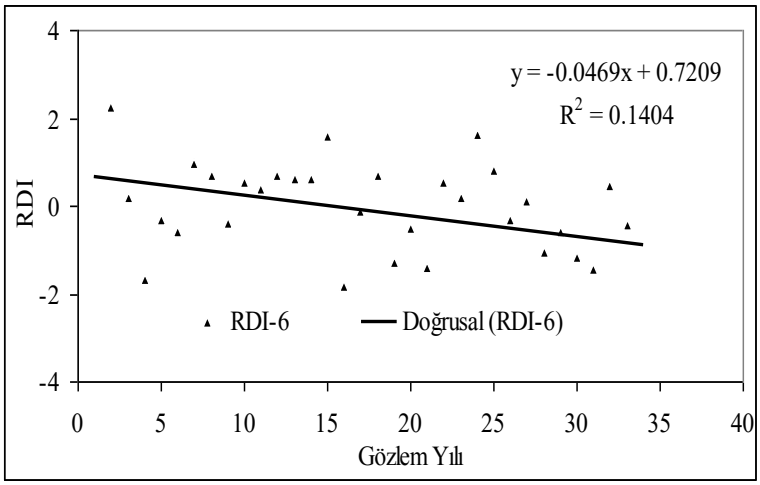


Şekil 4. Ocak-Aralık dönemi için RDI değişimi

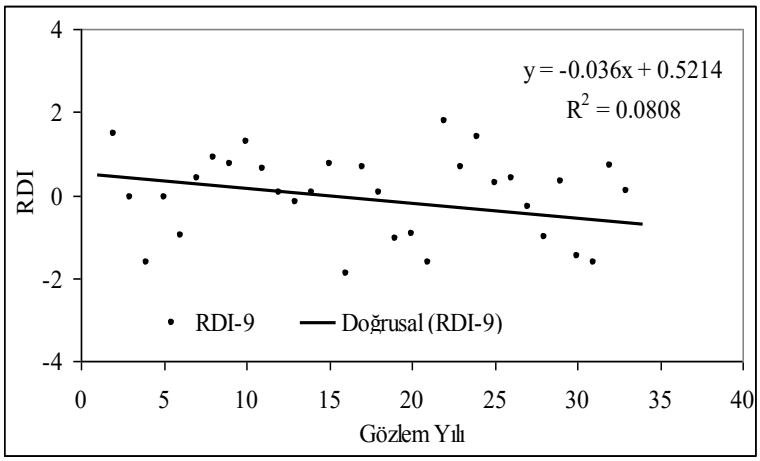
Ankara ilinin merkez meteoroloji istasyonunda 1975-2006 yılları arasında ölçülen aylık toplam yağmur ve diğer meteorolojik unsurlara göre FAO Penman-Monteith ilişkisinden saptanan aylık referans bitki su tüketimlerine bağlı olarak her gözlem yılı için hesaplan RDI indislerinin değişimleri Şekil (5-8) de verilmiştir. Bu şekillerden görülmektedir ki RDI indislerinde azalan bir eğilim vardır. Adı geçen şekiller üzerinde verilen ilişkilerden de negatif yönde eğilimin olduğu gözlenmektedir.



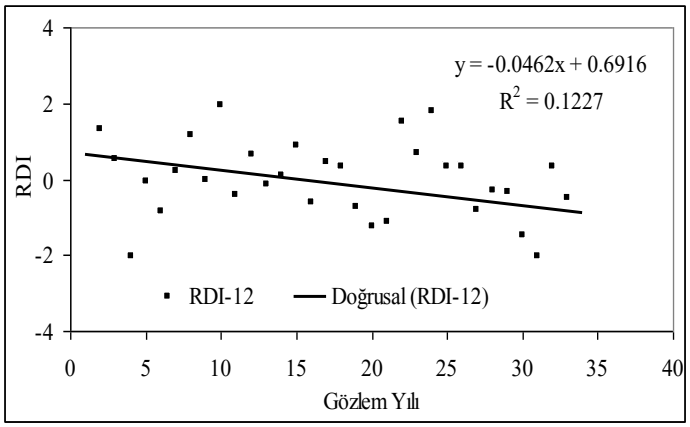
Şekil 5. Ocak-Mart dönemi için RDI eğilimi



Şekil 6. Ocak-Haziran dönemi için RDI eğilimi



Şekil 7. Ocak-Eylül dönemi için RDI eğilimi



Şekil 8. Ocak-Aralık dönemi için RDI eğilimi

4. KAYNAKLAR

Agnew, C. T., Warren, A. (1996), A framework for tackling drought and degradation: Journal of Arid Environments, 33: 309-320.

Allen, R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. (1998), Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements): FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56.

Jarque, C.M., Bera, A. K. (1987), A test for normality of observations and regression residuals: International Statistical Review. C.55: 163–172.

Le Houerou, H.N. (1996), Climate Change, Drought and Desertification;: Journal of Arid Environments. 34, 133-185.

Nalbantis, I. Tsakiris, G. (2009), Assessment of hydrological drought revisited: Water Resources Management, 23 (5): 881-897.

Okman, C. (1981), The Recurrence Probability of Agricultural Drought Spells in Ankara Province: University of Ankara press, Publication Number 777, Ankara.

Palmer, W C. (1965), Meteorological Drought. Research Paper No. 45, U.S. Weather Bureau, Washington, D.C.

Tsakiris G., Pangalou D., Vangelis H. (2007), Regional drought assessment based on the Reconnaissance Drought Index (RDI): Water Resources Management, 21: 821-833.

Tsakiris, G., Nalbantis, I., Pangalou, D., Tigkas, D., Vangelis, H. (2006), Drought meteorological monitoring network design for the Reconnaissance Drought Index (RDI): Options Mediterraneennes, Series A, 80: 57-62.

Wilhite, D. A., Glantz, M. H. (1985), Understanding the drought phenomenon: The role of definitions: Water International. 10: 111-120.