



## MEAN, MINIMUM AND MAXIMUM TEMPERATURE TRENDS IN BINGOL

*Azize Doğan Demir*<sup>\*1</sup>, *Yasin Demir*<sup>2</sup>

<sup>\*1</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 12100, Bingöl, Türkiye

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 12100, Bingöl, Türkiye

\* ademir@bingol.edu.tr

*In this study, trends in temperature at yearly and seasonal time scales for the periods of 1975-2015 were investigated for the Bingol which is mostly located in the Eastern region of Turkey. Nonparametric Spearman and Kendall statistical methods were used analyzed in temperature trends. In conclusion, that there were determined positive increases in annually temperature trend in Bingol, but not statistically significant. Apparent in temperature increases which were statistically significant were determined for spring and summer seasons, while in autumn and winter there was a statistically insignificant increase trend.*

Key words: Bingol, climate change, temperature, trend

## BİNGÖL'DE ORTALAMA, MAKSİMUM VE MİNİMUM SICAKLIKLARIN TREND ANALİZİ

*Bu çalışmada, 1975-2015 yılları arasında Doğu Anadolu bölgesinde yer alan Bingöl ilinde bulunan meteoroloji istasyonunun yıllık ve mevsimlik sıcaklık trendleri incelenmiştir. Parametrik olmayan Spearman ve Kendall istatistiksel metotları kullanılarak sıcaklık eğilimleri analiz edilmiştir. Sonuçlarda, Bingöl'de yıllık sıcaklıklarda pozitif yönde artışların olduğu ancak istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir. İlkbahar ve yaz mevsimlerinde sıcaklıklarda istatistiksel anlamda önemli artış gerçekleşirken, sonbahar ve kış mevsimlerinde ise istatistiksel anlamda önemsiz bir artış trendi gözlenmiştir.*

Anahtar Kelimeler: Bingöl, iklim değişikliği, sıcaklık, trend

### 1. Giriş

İklim değişikliği, günümüzde meydana getirdiği çok yönlü etkileri nedeniyle üzerinde yoğun olarak araştırmalar yapılan en önemli problemlerden biridir[1]. Çok genel bir ifade ile iklim değişikliği 'Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler' biçiminde tanımlanabilir[2].

Dünyada ve ülkemizde meydana gelen iklim değişikliklerinin başında hava sıcaklıklarında olan artış dikkat çekmektedir. Hava sıcaklığındaki bu yükselmenin dünya üzerinde ciddi bir iklim değişikliğine yol açacağı tahmin edilmektedir[3].

Daha önceleri doğal nedenlere bağlı olarak uzun yıllarda yavaş yavaş değişim gösteren iklim, günümüzde önemli derecede hızlı bir değişim sürecine girmiştir. 1400 yılından günümüze kadarki dönemde karşılaşılan en sıcak yıllar geçtiğimiz son 20-30 yıl olarak gözükmektedir [4].

Gelecekte küresel tarım, iklim değişikliğinin etkisiyle artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamakta zorlanacaktır. İklim değişikliği çeşitli yollarla tarımı etkileyecektir. Küresel ısınmaya bağlı sıcaklık artışı, yağış miktarında azalma veya artma ve ekstrem meteorolojik olaylar nedeniyle; bazı bölgelerde kuraklık ve su stresinde artış olurken bazı bölgelerde yağışlardan kaynaklı ürün kaybı, tarımsal üretkenlikte azalma, verim kayıpları, ürün fiyatlarında artışlar, hastalık ve zararlılarda artışlar, biyolojik çeşitliliğin azalması ve yer değişiklikleri olacaktır. Topraklarda çölleşme ve erozyon, toprak kirliliği, topraktaki biyolojik zenginliğin azalması, toprak verimliliğinin azalması beklenmektedir.

İnsan faaliyetlerinin düzenlenmesi ve gelecekteki iklim değişikliğinin tahmini açısından, iklimsel parametrelerdeki olası değişimlerin ortaya konulması önem arz etmektedir. Şanlıurfa'da iklim

parametrelerini kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında geniş alanların sulamaya açılması, hızlı nüfus artışı ve şehirleşme nedeni ile aylık minimum sıcaklıkların yaz mevsiminde pozitif (artan yönde) eğilim gösterdiğini belirlemişlerdir[5]. Ayrıca yaz mevsimindeki sulamalar nedeni ile aylık ortalama oransal nem değerlerinde meydana gelen artışların önemli ve GAP'ın kısmen devreye girmesinden sonraki gözlenen oransal nem değerleri ile kıyaslandığında ise farklı dağılımlar gösterdiğini saptamışlardır.

Doğu Akdeniz Bölgesinde yapmış olduğu çalışmasında maksimum ve minimum sıcaklıklarda belirgin artışların gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca mevsimsel olarak da önemli artışların meydana geldiği vurgulanmıştır[6].

Türkiye genelinde iklim ile ilgili yapılan çalışmalarda ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkların genel olarak artma eğiliminde olduğu, yağışların azaldığı ve küresel ısınmaya da bağlı olarak Türkiye'de sıcaklıkların artmaya başladığı bildirilmiştir[7].

Bu çalışmada da, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Bingöl ilinin 1975-2015 yıllarına ait ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinin mevcut durumu belirlenmiş, sıcaklık değerlerinin zamansal değişimi parametrik olmayan Spearman ve Kendall yöntemleriyle trend analizi yapılarak değerlendirilmiş, liner regresyon modeliyle neden-sonuç ilişkisi incelenmiş ve sıcaklıkların bölgede tarıma etkisi tartışılmıştır.

## 2. Yöntem

Bu çalışmanın ana materyalini Bingöl ili iklim parametrelerinden olan ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri oluşturmaktadır. Çalışma alanında sıcaklıkların ne yönde değişim gösterdiğini incelemek amacıyla Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden (DMİ) Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Bingöl iline ait 1975-2015 yılları arası meteorolojik istasyonların ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık verileri alınmıştır. Araştırma alanının denizden ortalama yüksekliği 1030 m olup, 38°53' K enlemi ile 40°29' D boylamı arasında yer almaktadır.

Bingöl'de egemen olan karasal iklim nedeniyle yaz-kış ve gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkları çok fazladır. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak geçmektedir. Yağışlar kışın yoğun kar yağışı halinde, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ise genellikle yağmur şeklinde olmaktadır. En düşük sıcaklık Ocak-Şubat, en yüksek sıcaklık ise Temmuz-Ağustos aylarında görülmektedir[8].

Genel olarak ilkbaharla birlikte hava ısınmaya başlar. Ancak çevredeki dağların yüksekliği nedeniyle dağlık bölgeler nispetten soğuktur. Rüzgârlar da genelde kuzey rüzgârlarıdır.



**Şekil 1. Çalışma Alanının Lokasyon Haritası**

Regresyon analizi, aralarında sebep- sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi tespit etmeye yarar. Ayrıca konu ile ilgili kestirimler yapabilmek amacıyla oluşturulan matematiksel bir model ile karakterize edilen bir tekniktir[9]. Parametrik olmayan testlerden olan Spearman ve Kendall ile parametrik lineer regresyon tekniği kullanılarak sıcaklık eğilimleri analiz edilmiştir.

Bingöl ilinin ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerlerini değerlendirebilmek için DMİ'den alınan yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi incelenmiştir. Bu bağlamda, trend analizlerinin yapılmasında parametrik olmayan (non parametrik) Spearman ve Kendall yöntemlerinden yararlanılmış ve parametrik lineer regresyon tekniği kullanılarak sıcaklık eğilimleri analiz edilmiştir [10].

Ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık serilerinin olası gidişini saptamak ve istatistiksel anlamda önemli bir artma veya azalma eğiliminin olup olmadığını belirlemek amacıyla değerler yıllık ve mevsimsel olarak belirlenip analizleri yapılmıştır.Spearman korelasyon katsayısı değişkenlere ait gözlemlerin ayrı ayrı büyüklük sıralarına göre düzenlenmesi ile hesaplanabilmektedir.

$$r_s = \frac{\sum_{i=1}^n (Rx_i Ry_i) - n \left( \frac{n+1}{2} \right)^2}{n(n^2 - 1)/12}$$

R<sub>xi</sub> = x<sub>i</sub> elemanının düzenlenmiş örnekteki sırası  
R<sub>yi</sub> = y<sub>i</sub> elemanının düzenlenmiş örnekteki sırası  
n = örnek sayısı

Kendall testi parametrik olmayan ve değişkenlerin dağılımından etkilenmeyen bir test olup Kendall korelasyon katsayısının hesaplanması esasına dayanmaktadır.

$$\tau = \frac{S}{n(n-1)/2} \quad S = P - M$$

S = y<sub>i</sub> değeri ile x<sub>i</sub> değeri arasındaki bağımlılık ölçütü  
P = Uyumlu çift sayısı; x<sub>i</sub> değeri artarken y<sub>i</sub> değerinin artması; y<sub>i</sub> < y<sub>j</sub> i < j  
M = Uyumsuz çift sayısı; x<sub>i</sub> değeri artarken y<sub>i</sub> değerinin azalması; y<sub>i</sub> > y<sub>j</sub> i < j  
n = örnek sayısı

Analiz için parametrik olmayan testlerin tercih edilme nedeni, gözlemlerin kısa süreli, kesikli, düzensiz ve çarpık olması gibi olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaktır[11]. Ayrıca, verilerin düzenli zaman aralıklarında ölçülmemesi, verilerin eksik olması, bazı değerlerin tam olarak değerinin bilinmemesi, alt ve üst sınır değerinden küçük veya büyük olarak ifade edilmesi nedenleriyle parametrik olmayan yöntemleri tercih etmek gerekmektedir [12,13]

### 3. Bulgular

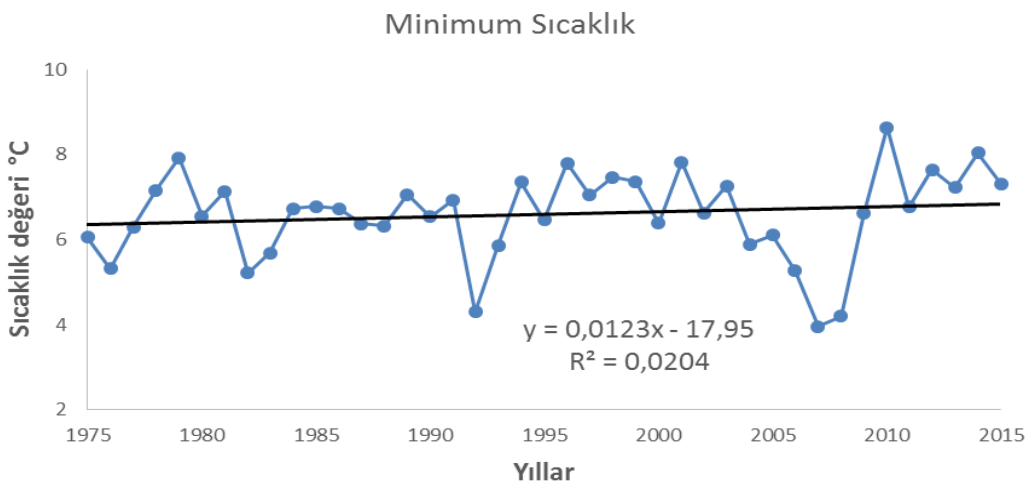
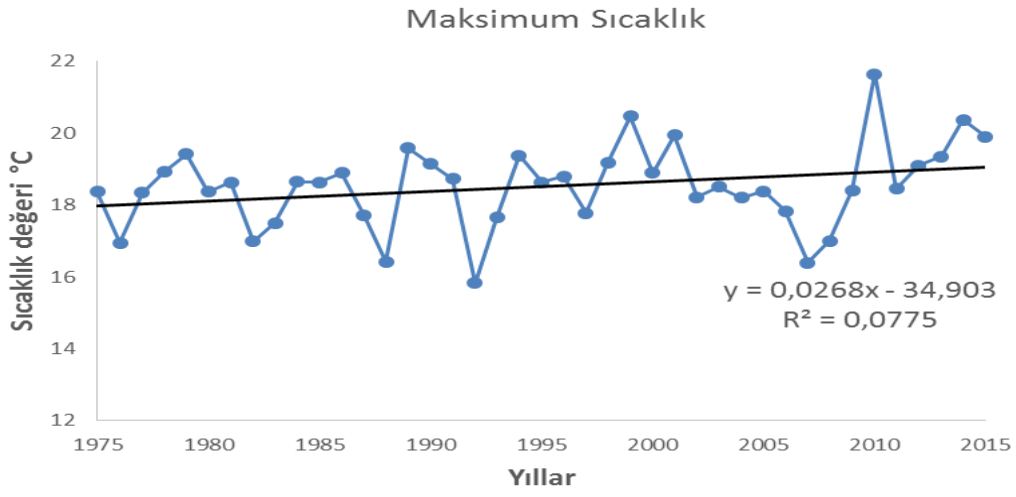
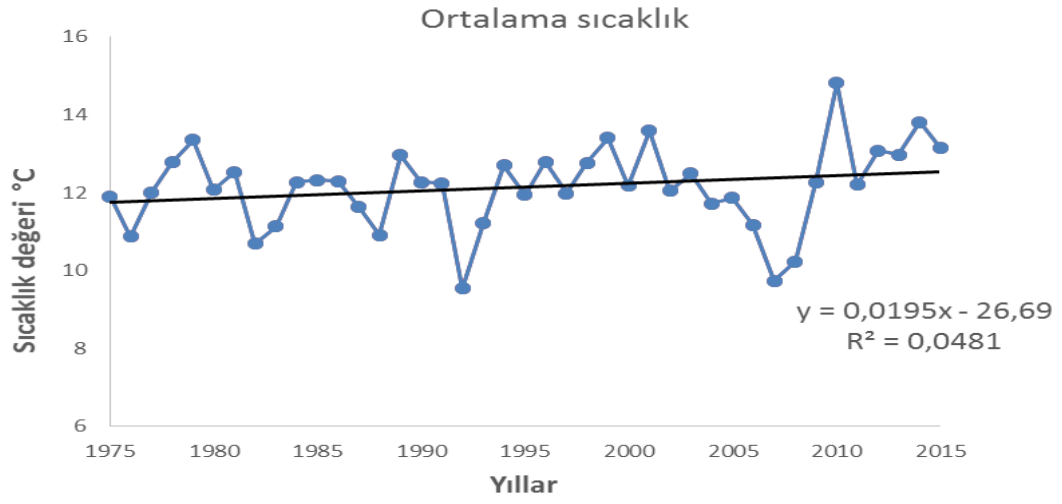
Bu çalışmada, iklim değişiminin önemli parametrelerinden biri olan sıcaklıkların Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Bingöl ilinde ne düzeyde bir değişim gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma alanında yıllık ve mevsimsel olarak ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkların serilerinin trend analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir.

Trend analiz sonuçlarına göre yıllık sıcaklık değerlerinde pozitif yönde bir artışın olduğu belirlenmiş ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. İstatistiksel olarak anlamlı bir artış olmasa da tüm sıcaklıkların pozitif yönde bir artma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Sıcaklıklar mevsimsel olarak değerlendirildiğinde ise maksimum sıcaklıklarda ilkbahar mevsiminde, ortalama ve minimum sıcaklıklarda yaz mevsiminde pozitif yönde bir artışın olduğu görülmüş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 1). Mevsimsel olarak da tüm sıcaklıkların pozitif yönde artış eğilimi gösterdiği gözlenmiştir.

**Tablo 1. Sıcaklık Değerleri Korelasyon Katsayıları ve Trendler**

<b>Parametreler</b>	<b>N (gözlem)</b>	$\tau$ <b>Kendall</b>	$\tau$ <b>Trend</b>	<b>Rs</b> <b>Spearman</b>	<b>rs</b> <b>Trend</b>
Ortalama sıcaklık	41	0.164		0.244	
Maksimum Sıcaklık	41	0.172		0.250	
Minumum Sıcaklık	41	0.161		0.240	
<b>İlkbahar</b>					
Ortalama sıcaklık	41	0.167		0.243	
Maksimum Sıcaklık	41	0.209		0.316*	▲
Minumum Sıcaklık	41	0.055		0.093	
<b>Yaz</b>					
Ortalama sıcaklık	41	0.214*	▲	0.321*	▲
Maksimum Sıcaklık	41	0.149		0.227	
Minumum Sıcaklık	41	0.259*	▲	0.365*	▲
<b>Sonbahar</b>					
Ortalama sıcaklık	41	0.061		0.082	
Maksimum Sıcaklık	41	0.028		0.041	
Minumum Sıcaklık	41	0.105		0.158	
<b>Kış</b>					
Ortalama sıcaklık	41	0.090		0.153	
Maksimum Sıcaklık	41	0.136		0.205	
Minumum Sıcaklık	41	0.043		0.088	

Oluşturulan regresyon modeline göre 1975-2015 dönemi boyunca Bingöl’de 0.78 °C/41 yıllık bir ortalama sıcaklık artışı gerçekleşirken, maksimum sıcaklıklarda 1.07 °C/41 yıllık ve minimum sıcaklıklarda 0.49 °C/41 yıllık artışlar izlenmiştir (Şekil 2). En belirgin artış maksimum sıcaklıklarda gerçekleşmiştir. Ortalama ve maksimum sıcaklıkların en düşük olduğu yıl 1992 olarak belirlenirken, 2007 yılında minimum sıcaklıkların en düşük değerde olduğu izlenmiştir. Tüm sıcaklıkların en yüksek olduğu yıl ise 2010 yılı olarak belirlenmiştir. Genel olarak tüm sıcaklıkların 1981 yılına kadar yükselişte olduğu, 1981 yılından sonra zikzaklar çizmeye başladığı, 1992 ve 2007 yıllarında ise belirgin bir azalış gösterdiği gözlenmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. 1975-2015 Dönemi Sıcaklık Trendi

#### 4. Sonuçlar

Çalışma alanının sıcaklık koşullarına bakıldığında belirgin bir artış trendinin hâkim olduğu görülmekte olup, regresyon modeline göre en yüksek artış maksimum sıcaklıklarda gözlenmiştir. Anlamlı artışların en yüksek olduğu mevsim ise yaz mevsimidir. Trend analizlerine göre, genel olarak Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları ve dolayısıyla yaz mevsimi, artışların en yüksek olduğu dönemi oluşturmaktadır. Ayrıca minimum sıcaklıkların da yaz mevsiminde artış eğilimi gösterdiği ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. İlbahar ayında ise maksimum sıcaklıkların pozitif yönde artış gösterdiği ve istatistiksel olarak bu artışın önemli olduğu görülmüştür. Bingöl’de genel olarak 1975-2015 dönemi boyunca sıcaklıklarda az da olsa artma eğilimi gösterdiği görülmektedir. Akdeniz bölgesinde yapmış oldukları çalışmada ortalama sıcaklık dizilerinin kentleşmiş istasyonlarında anlamlı ısınma eğilimi gösterdiğini, bununla birlikte Türkiye genelinde minimum hava sıcaklıklarında belirgin artışların gerçekleştiğini vurgulamışlardır[14].Türkiye genelinde yapmış oldukları çalışmada ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkların genel olarak artma eğiliminde olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca yıllık maksimum sıcaklık dizilerindeki değişimlerin genelde artış yönünde olduğunu ve Akdeniz, Güney Doğu Anadolu ile Doğu Anadolu’nun güney kesimlerinde ısınma eğilimlerinin istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu vurgulamışlardır[15].

Türkiye karmaşık iklim yapısı içinde, özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak, görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisidir[16]. Bu çalışmada iklim değişiminin en önemli göstergelerinden biri olan sıcaklıkların Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Bingöl ilinde ne düzeyde bir değişim gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre Türkiye genelinde olduğu gibi Bingöl ilinde de tüm sıcaklıkların pozitif yönde bir artış gösterdiği görülmüştür. Ancak, Bingöl ilinin yağış bakımından nemli bölgelerden sayılması nedeniyle, Türkiye’nin diğer kurak ve yarı kurak bölgelerine göre sıcaklık artışından daha az etkilenebileceği söylenebilir.

Meydana gelecek iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkaracaktır. Bu nedenle, mevcut su kaynaklarının korunması, geri dönüşüm sularının tarımda kullanılması gibi önlemler alınabilir. Ayrıca küresel ısınmada etken olan sera gazlarının oluşumuna neden olan sanayi, ulaştırma, enerji üretimi, çeşitli atıkların ve tarımsal etkinliklerin sorun oluşurmıyacak şekilde kullanımı önerilebilir..



## Kaynakça

- [1] Anonim, (2006). Bingöl İl Çevre Durum Raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- [2] Beyazıt, M. (1996). İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.
- [3] Cebe, E. N. (2007). Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Y.lisans Tezi), İstanbul.
- [4] Çetin, H. C, Harmancıoğlu, N., Sarıyıldız, A., Silay, A. E. (2009). Gediz nehri su kalitesi parametrelerinin eğilim analizi. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 603-611. İzmir.
- [5] Demir, İ., Kılıç, G., Coşkun, M., Sümer, U. M. (2008). Türkiye’de maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklıkları ile yağış dizilerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimler. TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 69-84. TMMOB adına TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, 13-14 Mart 2008, Ankara
- [6] Hirsch, R. M, Slack, J. R. (1984). A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research*, 2(6), 727-732.
- [7] Karabulut, M. (2011). Doğu Akdeniz’de ekstrem, maksimum ve minimum sıcaklıkların trend analizi. *KSÜ Doğa Bil. Dergisi, Özel Sayı*, 37-44.
- [8] Karabulut, M., Sarıyıldız, F., Korkmaz, H., Gürbüz, M. (2008). Göksun’da yağış ve sıcaklıkların trend analizleri. 100. Yılında Göksun Sempozyumu, 419-434, Kahramanmaraş.
- [9] Korkmaz, K. (2007). Küresel ısınma ve tarımsal uygulamalara etkisi. *Alatarım*, 6 (2), 43-49.
- [10] Okutan, H., Cerit, O., Karacan, E. (2004). Küresel iklim değişikliklerinin Çayeli (Rize) yöresindeki doğal afetlerin oluşumuna etkilerinin incelenmesi, I. Ulusal Çevre Kongresi, 367-377, Sivas.
- [11] Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye’ye olası etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22:(1), 47-65.
- [12] Şahinler, S. (2000). En küçük kareler yöntemi ile doğrusal regresyon modeli oluşturmanın temel prensipleri. *M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(1-2):57-73.
- [13] Tonkaz, T., Çetin, M., Şimşek, M. (2003). Şanlıurfa ilinin bazı iklim parametrelerinde gözlenen değişimler. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi*, 18 (3), 29-38.
- [14] Türkeş, M. (1998). Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology* 18(6), 649-680.
- [15] Türkeş, M. (1998). Influence of Geo-Pontential Heights Cyclon Frequency and Southern Oscillation on Rainfall Variationin Turkey,
- [16] Türkeş, M., Sümer, U., Demir İ. (2002). Türkiye’nin günlük ortalama maksimum ve minimum hava sıcaklıkları ile sıcaklık genişliğindeki eğilimler ve değişiklikler. *Klimatoloji Çalıştay* (11-13 Nisan), 89-106, İzmir.