

## İklim Değişikliği ve Bartın Çayı Havza Yönetimi Muhtemel Sorunları

*Climate change and potential problems related to river basin management of the Bartın River*

**Hüseyin Turoğlu\***

*İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul*

**Öz:** Son yıllarda, Türkiye'nin iklim özelliklerinde belirgin bir değişim izlenmektedir. Küresel iklim değişikliği genel trendi ile uyumluluk gösteren bu değişiklikler Bartın Çayı Havzası'nda da kendini hissettirmektedir. Bu çalışmada; iklim değişikliğinin Bartın Çayı Havzası'nda neden olacağı ve havza yönetimi için önem arz eden muhtemel gelişmeler hakkında değerlendirmeler yapılması amaçlanmıştır. Çalışma sahasının iklim elemanlarındaki değişikliği anlayabilmek için Bartın Meteoroloji İstasyonu 1965-2012 yılları zaman aralığı günlük sıcaklık ve yağış rasatları kullanılarak, yağış ve sıcaklık yönelim analizi, Thornthwaite, De Martonne iklim analizleri, yıllık ve mevsimlik yağış-sıcaklık dağılışı ve frekans analizleri yapılmıştır. Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamaları ile yüzey analizleri yapılmış ve bunlara ait haritalar üretilmiştir. Klimatik analizlerin sonuçları; Bartın Çayı Havzası iklim elemanlarında son 15 yıl içinde dikkat çekici değişiklikler olduğunu göstermektedir. Bu değişiklikleri; ortalama sıcaklıkların yükselmesi, yaz mevsiminin uzaması, yağış rejiminin değişmesi, yağmurların az şiddetli ve şiddetli sağanaklar şeklinde ve özellikle yaz mevsiminde gerçekleşmesi olarak özetlemek mümkündür. İklim elemanlarındaki bu değişiklikler, Bartın Çayı Havzası'nın jeomorfolojik, litolojik, hidrografik ve arazi örtüsü özellikleri ile ilişkilendirildiğinde; havza yönetimi açısından öneme sahip sorunlar için tetikleyici rol oynayacağı ve bu durumun artarak devam edeceği kabul edilebilir. İklim elemanlarındaki bu değişiklikler nedeni ile Bartın Çayı Havzası'nda; su sıkıntısı, su kalitesi bozulmaları, farklı afet türlerinin şiddet ve frekanslarında artışlar, ekosistem problemleri, kuraklık, tarımsal verimlilik azalması vb. sorunların gelecek orta ve uzun vadeli periyotta etkili olacağı öngörülmektedir. Havzada "Bütünleşik Akarsu Havza Yönetimi" uygulanması, bu kapsamda iklim değişikliği senaryolarının önemsenmesi, sürdürülebilir planlamalar için havza ölçeğinde gerçekleştirilecek detaylı coğrafi çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmiştir. **Anahtar kelimeler:** Bartın Çayı havzası, İklim değişikliği, Bütünleşik akarsu havza yönetimi.

**Abstract:** In recent years, significant changes have been observed in the climatic characteristics of Turkey. These changes showing compatibility with the general trend of global climate change, are felt in Bartın River Basin. In this study, making assessments about the possible developments which are important on the Bartın River Basin Management have been aimed. In order to understand the changes in climate elements of study area, rainfall and temperature orientation analysis, Thornthwaite, De Martonne climate analysis, annual and seasonal precipitation-temperature distribution and frequency analyzes were conducted by using the daily temperature and precipitation observations for 1965-2012 year time intervals in Bartın Meteorological Station. In addition, surface analysis and their maps were made by using the applications of Geographic Information Systems (GIS). The results of climatic analysis show that remarkable changes have been Bartın River Basin for the last 15 years. These changes can be summarized as an average temperature rise, the elongation of the summer season, change of the rainfall regime, severe torrential rains that especially occur in summer season.

\* İletişim Yazarı: H. Turoğlu, e-posta: turogluh@gmail.com

When changes on climatic elements are associated with geomorphologic, lithologic, hydrographic and land cover features of the Bartın River Basin, It will play an important triggering role for in terms of problems the basin management and can be acceptable that this situation will continue increasingly in Bartın River Basin. Due to these changes in climatic elements of Bartın River Basin, The problems such as water shortage, water quality degradation, increases in intensity and frequency of different types of disasters, ecosystem problems, drought, reduced agricultural productivity and so on have been predicted to be effective in the medium and long term period in future. In the basin, implementation of the Integrated River Basin Management, consideration of climate change scenarios in this context, realization of the detailed geographic studies in river basin scale for sustainable planning have been suggested.

**Key Words:** Bartın River Basin, Climate Change, Integrated River Basin Management.

## 1. Giriş

Bilimsel çalışmalar (IPPC, 2007; Smith vd., 2008; TWB, 2012; EPA, 2013; NOAA, 2013); küresel iklim değişikliğinin, boyutları bölgeden bölgeye değişmekle birlikte, etkilerini giderek daha da belirgin olarak hissettireceğini göstermektedir. Aynı bilimsel araştırmalarda; değişimin özellikle sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanları üzerinde olacağı belirtilmektedir. Sıcaklıkların artması, yağışın azalması genel olarak kabul edilmesine karşın; nerede, nasıl, ne zaman, ne şiddette gibi sorular halen araştırılmakta ve tartışılmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin etkileri Türkiye üzerinde de hissedilmekte ve Türkiye'nin iklim özelliklerinin küresel iklim değişikliğine uyum gösteren bir değişiklik içinde olduğu kabul edilmektedir (Önol ve Semazzi, 2009; Önol vd., 2009; MEU, 2011; Tatlı ve Türkeş, 2011; Vardar vd., 2011). Küresel iklim değişikliğinin Türkiye'deki etkileri ve sonuçları; enlem faktörü, karasalılık derecesi, ana yeryüzü şekilleri, akarsu havzaları, yükselti ve bakı gibi jeomorfolojik özelliklere göre değişiklik gösterecek şekilde zaman içinde daha da belirginleşecektir. Bu yaklaşım içinde; akarsu havzaları özel öneme sahiptir. Bu çalışmada; iklim değişikliğinin Bartın Çayı Havzası (32°-33°D ve 41°-42°K) (Şekil 1) havza yönetimi üzerindeki olası etkileri, tehlikeler ve riskleri hakkında öngörülerin yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç için, genel kabul görmüş iklim değişikliği yaklaşımları ve Bartın Meteoroloji İstasyonu 47 yıllık (1965-2012 yılları periyodu) sıcaklık ve yağış rasatlarına ait klimatik analiz sonuçları temel alınarak, iklim elemanlarındaki değişimin Bartın Çayı Havzası'nın akarsu havza yönetimine esas coğrafi özellikleri ile etkileşimi ve muhtemel sorunlara dikkat çekilmeye çalışılmıştır.



Şekil 1. Bartın Çayı Havzası ve lokasyon özellikleri.

## 2. Veri ve Yöntem

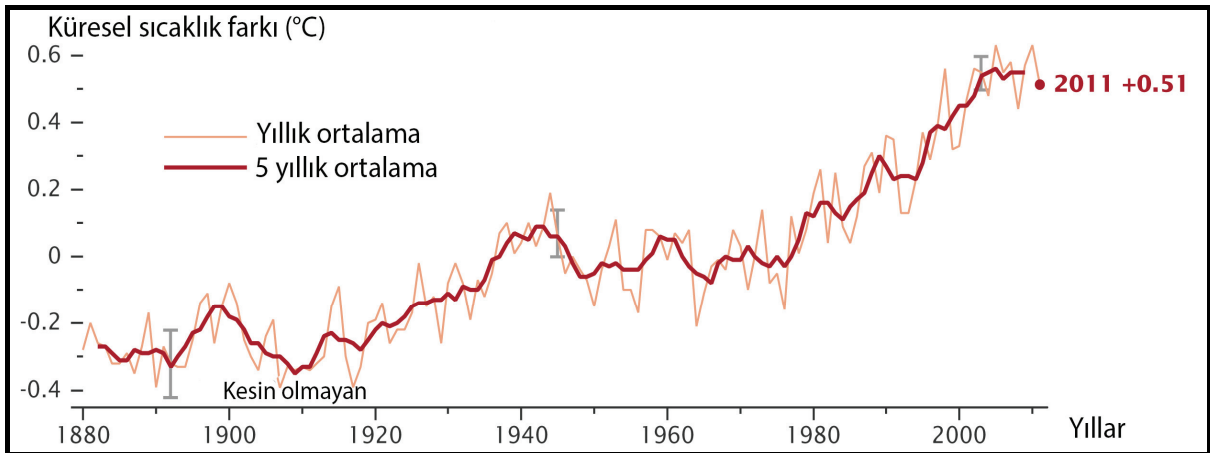
Bu çalışmanın iklim ile ilgili değerlendirmeleri; ilgili bölümlerde atıfları yapılan, küresel ve bölgesel iklim değişikliği konulu çok sayıda araştırma sonuçlarına ve havza ölçeğinde ise Bartın Meteoroloji İstasyonu (17020) rasat verileri kullanılarak yapılan analizlere dayandırılmıştır. Bartın Çayı Havzası sıcaklık ve yağış özelliklerindeki eğilimin belirlenmesi amacı ile T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü'nden temin edilen Bartın Meteoroloji İstasyonu (32°20' Doğu - 41°38' Kuzey, Yükseklik: 23 m), 1965-2012 dönem, günlük sıcaklık ve yağış rasat verileri (DMİ, 2013) kullanılmıştır. Bu kapsamda; 47 yıllık sıcaklık ve yağış yönelimi, 15'er yıllık periyodlar için yıllık sıcaklık ve yağış dağılışı ve Thornthwaite ve De Martonne iklim sınıflaması analizleri yapılmıştır.

Ana jeomorfolojik birimler, eğim, litoloji, toprak, drenaj haritaları ve bu haritalardaki unsurlara ait sayısal veriler; İstanbul Üniversitesi BAP 1700/15082001 nolu proje (Turoğlu, 2004) kapsamında hazırlanmış olan sayısal veri tabanı kullanılarak, ArcMap 10.0 yazılımı imkanlarıyla yeniden üretilmiştir.

## 3. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye iklimi ile ilgili öngörüler

### 3.1. Küresel ve ulusal ölçekteki iklimik öngörüler

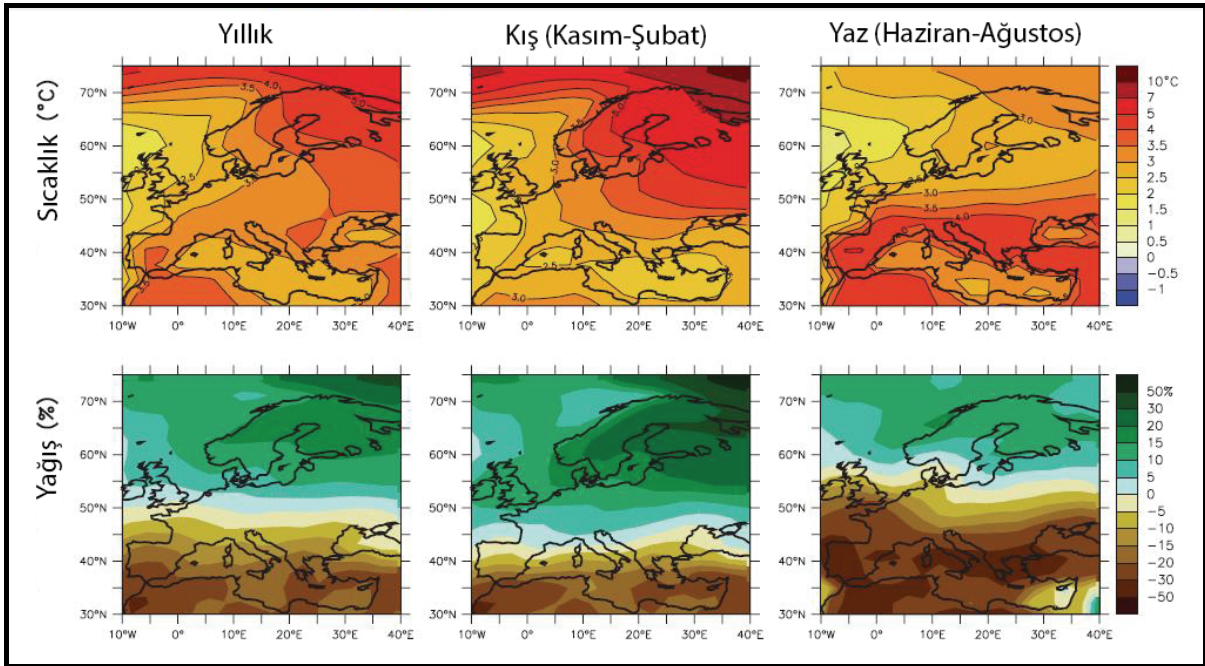
Son 30 yıl içinde giderek artış gösteren bir ısınma trendi meteorolojik olarak da rasat edilmiş olup (Şekil 2), yapılan araştırma sonuçları; sıcaklıkların küresel olarak artmaya devam edeceğini ve iklim sistemindeki ısınmanın etkilerinin daha belirginleşeceğini göstermektedir (IPPC, 2007; Smith vd., 2008; Foster ve Rahmstorf, 2011; Jones vd., 2012; TWB, 2012; EPA, 2013; NOAA, 2013). Günümüzde, küresel ortalama ısınma; sanayi öncesi seviyelerin yaklaşık 0.8 °C kadar üzerinde olduğu belirtilmektedir (Jones vd., 2012). Bilim adamlarının modern iklimik kayıtların başlangıcı olarak tanımladıkları 1880 yılından itibaren küresel sıcaklıkların önemli oranda değiştiğini ifade etmektedirler (Hansen, 2012) (Şekil 2). Küresel ölçekteki bu sıcaklık değişimi incelendiğinde bu süreyi 3 farklı iklimik dönemin paylaştığı fark edilir. Bu sürenin yaklaşık ilk 50 yılı daha serin ortalamalara sahiptir. Sonraki 50 yıl sıcak ve serin dönemlerin dalgalanmalarını temsil eden geçiş periyodudur. Son 30 yıllık dönem ise sıcaklıkların istikrarlı olarak artış gösterdiği ve bu durumun 2000-2013 döneminde artarak devam ettiği periyodur. Gelecek 100 yıl ve 300 yıllık zaman aralığı için de küresel iklim değişikliği ile ilgili senaryolar yapılmıştır. Bu konuda 4 senaryo öngörülmektedir. En kötü senaryo; gelecek 100 yıllık dönem sonunda ortalama sıcaklıkların 4°C dan fazla, sonraki 100 yılda ise 8°C dan fazla artacağı yönündedir. En iyimser senaryoya göre ise gelecek 100 yıl için ortalama sıcaklıkların yaklaşık 1°C civarındaki artışını öngörmektedir (IPCC, 2007; Lionello vd., 2012; Planton vd., 2012; Rogelj vd., 2012; TWB, 2012; EPA, 2013; NOAA, 2013).



Şekil 2. Küresel sıcaklıklarda 1880 yılından bu yana kaydedilen artış grafiği (Hansen, 2012).

2000-2100 yılları periyodunda Doğu Akdeniz (20°- 45° Doğu ve 30°- 45° Kuzey) küresel iklim değişikliklerinden önemli oranda etkilenecek bölgelerden biridir (Lionello vd., 2012; Planton, 2012; TWB, 2012; EPA, 2013; NOAA, 2013). 1900-2000 yılları zaman aralığı yağış ve sıcaklık yıllık ortalamalarının, zaman zaman meydana gelen dalgalanmalara rağmen, 80 yıllık dönemde kabaca bir istikrarından söz edilebilir. 1980'li yıllarda bu istikrar yıllık ortalama yağış miktarında azalma, sıcaklıklarda yükselme şeklinde bozulmuştur. 1990'lı yıllardan itibaren yıllık ortalama yağış miktarında azalma, yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde giderek yükselme hâkim olmuştur. 2010'lu yıllar; bu ters yöndeki gelişmenin giderek daha da artış gösterdiği dönem olarak meteorolojik kayıtlara geçmiştir (TWB, 2012; EPA, 2013; NOAA, 2013).

Gelecek 100 yıl için Avrupa ve Akdeniz üzerinde öngörülen küresel iklim değişikliği senaryosu yağış ve sıcaklık iklim elemanları ön plana çıkarılarak yapılmıştır. Bu senaryoya göre kış döneminde Avrupa'nın yüksek enlemlerinde yıllık ortalama sıcaklıklar çok daha belirgin olarak artacak, yaz mevsiminde ise yüksek yıllık ortalama sıcaklıklar Akdeniz üzerine kayacaktır (Şekil 3). Türkiye'nin batı ve kuzeybatı bölümlerinin de içinde bulunduğu Doğu Akdeniz'in kuzey kesimlerinde yıllık ortalama yağış miktarı kış mevsiminde % 5-20 oranında, yaz mevsiminde ise %30-40'lara varan azalmalar ve buna bağlı kuraklıklar yaşanacaktır (Şekil 3) (Christensen vd., 2007; Türkeş vd., 2000; Dalfes vd., 2007; IPCC, 2007; Lionello vd., 2012; TWB, 2012; Planton vd., 2012; EPA, 2013; Tatlı ve Türkeş, 2011; Erlat ve Türkeş, 2012; Kadioğlu, 2012; Önal ve Ünal 2012; Rogelj vd., 2012; TWB, 2012; Erlat ve Türkeş, 2013; EPA, 2013; NOAA, 2013).



Şekil 3. Gelecek 100 yıl için Avrupa ve Akdeniz'de yağış ve sıcaklık değişimi (Christensen vd., 2007).

Küresel iklim değişikliğinin Türkiye iklimi üzerindeki temel etkisi; subtropikal iklim koşullarının günümüzdekenden daha geniş alanlarda hâkim olması şeklinde beklenmektedir. Anadolu'da kurak yarıkurak iklim bölgelerinin alansal büyümeleri, ayrıca sıcak ve kurak yaz mevsimi sürelerinin uzaması beklenen iklimik gelişmelerdir (Şekil 3) (Türkeş, 1998; Türkeş vd., 2000; Dalfes vd., 2007; UNDP, 2007; Önal ve Semazzi, 2009; Önal vd., 2009; Türkeş ve Tatlı, 2009; Türkeş vd., 2009; MEU, 2011; Öztürk vd., 2012; Tatlı ve Türkeş, 2011; Erlat ve Türkeş, 2012; Kadioğlu, 2012; Önal ve Ünal, 2012; Erlat ve Türkeş, 2013).

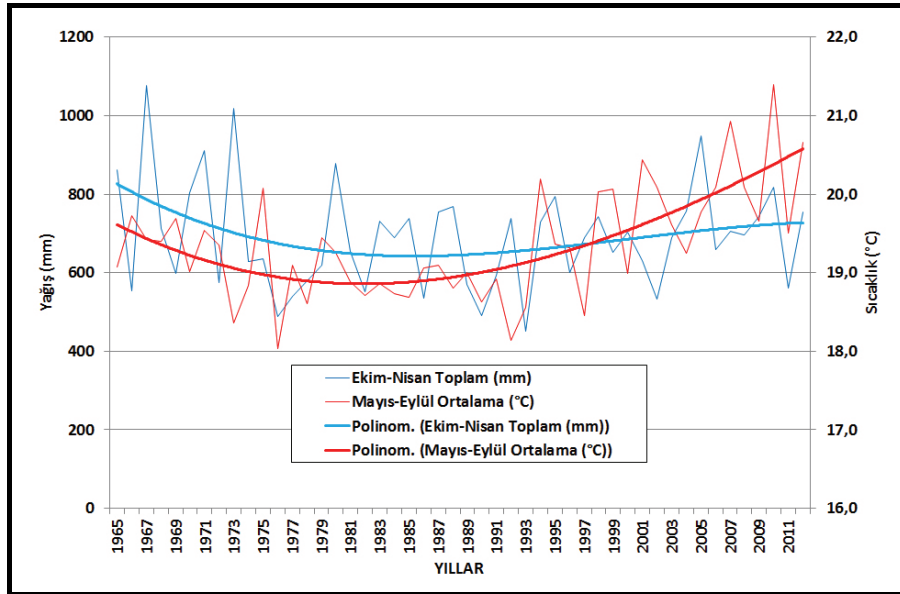


Anadolu'yu etkisi altına alacak olan sıcak ve kurak iklim koşulları Anadolu genelinde her yerde aynı olmayacaktır. Enlem derecesi, kıyıları ve iç kesimler ile yükselti, bakı ve yarıma derecesi, topografik engebellelik gibi jeomorfolojik özelliklere bağlı olarak sıcaklık ve kuraklık şiddetleri ve süreleri ile frekansları farklılık gösterecektir. Anadolu geneline ait yağışın türü ve yağış dönemleri de zaman içinde günümüzdekinden farklı olacaktır. Kar şeklindeki yağışlar giderek yerini yağmur şeklindeki yağış türüne bırakacak, kış mevsimindeki yağışlar azalacaktır. Günümüzdekinden daha sıcak ve kurak geçeceği, yaz mevsiminin süresinin de günümüzdekinden daha da uzayacağı kabul edilmektedir (Türkeş, 1996; Türkeş, 1999; Talu vd., 2011; Tatlı ve Türkeş, 2011; Erhat ve Türkeş, 2012; Kadioğlu, 2012; Önel ve Ünal 2012; RTNCCAP, 2011; Erhat ve Türkeş, 2013). Günümüzdekinden %25–30 civarında daha azalması beklenen yıllık ortalama yağışların; jeomorfolojik özellikler nedeni ile bölgesel olarak %10 ile %40 arasında farklılık göstereceği öngörülmektedir (Dalfes vd., 2007; IPCC, 2007; Lionello vd., 2012; Planton vd., 2012; Kitoh, 2013).

### 3.2. Bartın Çayı Havzası iklimik farklılaşma eğilimi

Bartın Çayı Havzası için sıcaklık ve yağış iklim elemanlarındaki farklılaşma eğilimi ve bulguların, küresel ve bölgesel ölçekteki değişiklikler ile uyumluluğu araştırılmıştır. Bu amaç için havza içindeki en uzun süreli rasat yapan Bartın Meteoroloji İstasyonu (17020), 1965-2012 tarihleri (47 yıl) periyoduna ait günlük yağış ve sıcaklık verileri (DMİ, 2013) kullanılmıştır. 1880 yılından bu yana en yüksek sıcaklıkların yaşandığı 10 yıldan 9'unun 2000 yılından sonra meydana gelmiş olması (Hansen, 2012) dikkate alınarak, 1965-1979 ve 1998-2012 yılları (15'er yıllık dönemler) için aylık yağış ve sıcaklıkların dağılışı ile aynı dönemler için Thornthwaite ve De Martonne iklim sınıflamasının sonuçları karşılaştırılmıştır.

Bartın Meteoroloji istasyonu 1965-2012 yılları günlük yağış (mm) ve sıcaklık (°C) rasatları kullanılarak; her yıl için aylık yağış miktarları ve aylık sıcaklık ortalamaları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar; 1965-2012 tarihleri (47 yıl) periyodu; Ekim-Nisan dönemi yağış ve Mayıs-Eylül dönemi sıcaklık eğilim grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4). Şekil 4'te de görüleceği üzere, sıcaklık değerlerinde özellikle 1990'lı yıllardan itibaren belirgin bir artış olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, genel küresel ve bölgesel ısınma yönündeki sıcaklık değişimi yaklaşımları (Şekil 2) ile uyumluluk göstermektedir. Bartın Çayı Havzası, 1965-2012 tarihleri, Ekim-Nisan dönemi yağış miktarlarındaki değişimin sıcaklık eğiliminden farklı olarak, 1990'lı yıllardan itibaren, düşük oranda bir artış eğilimi içinde olduğu görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4: Bartın Meteoroloji istasyonu 1965-2012 yılları, Ekim-Nisan dönemi aylık toplam yağış ve Mayıs-Eylül aylık sıcaklık ortalamalarına ait eğilim grafiği (Analizde DMİ, 2013 verileri kullanılmıştır).

Son 130 yıldan bu yana yaşanan en sıcak 10 yılın 9'unun 2000 yılından sonra gerçekleşmesi (Hansen, 2012) ve Bartın Meteoroloji rasatlarının 1965 yılından itibaren temin edilmiş olması; analizlerin ve karşılaştırmaların, 1965-1979 ve 1998-2012 dönemleri için yapılmasına yönlendirmiştir. Buradan hareketle, 15'er yıllık dönemler için aylık sıcaklık (°C) ve yağış (mm) ortalamaları hesaplanıp, sonuçların eğilim grafikleri çıkarılmıştır (Şekil 4; Çizelge 1). 15'er yıllık; 1965-1979 ve 1998-2012 dönemlerine ait aylık ortalama sıcaklıklar karşılaştırıldığında (Çizelge 1) Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarının ortalama sıcaklıklarının benzeştiği, bu durumun 1965-2012 periyodu için de kabaca geçerli olduğu, buna karşın Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim ayları ortalama sıcaklıklarında anlamlı şekilde farklılıklar olduğu, yılın bu dönemine ait 1965-2012 yıllarına ait ortalamaların ise belirgin olarak 1965-1979 yılları periyoduna ait ortalamalara benzerlik gösterdiği dikkat çekmektedir (Çizelge 1). 1998-2012 yılları aralığı sıcaklık ortalamaları, 1965-1979 yılları aralığı sıcaklık ortalamaları ile karşılaştırıldığında ise son 15 yılın aylık sıcaklık ortalamaları 0,7-1,4 °C arasında daha yüksek çıkmıştır. Genel durum ise yükselme eğilimi arz etmektedir (Şekil 5; Çizelge 1). Bu durum, Küresel ölçekteki iklimik öngörüler ile uyumluluk göstermektedir.

Aynı dönemlerin yağış verileri karşılaştırıldığında ortalama toplam yıllık yağış miktarının; dalgalanmalara rağmen çok az da olsa bir artış (% 0,046) içinde olduğu, ancak yağışın yıl içindeki dağılışının farklılık gösterdiği ve yağış rejiminin değiştiği anlaşılmaktadır (Şekil 4, 5; Çizelge 1, 2). Yağmur şeklindeki yağışlar sınıflandırıldığında; günlük yağmur yağışı 10 mm'yi aştığında önemli bir yağış, 15 mm'yi aştığında şiddetli yağış, 25 mm'yi aştığında ise sağanak yağış olarak tanımlanır (Dyson, 2009). Günlük yağış miktarı; 25,1-50,0 mm arasında olursa az şiddetli sağanak yağış, 50,1-100,0 mm arasında olursa şiddetli sağanak yağış ve 100 mm'nin üstünde olursa çok şiddetli sağanak yağış olarak tanımlanır (Dönmez, 1990; Avcı 1998; İkiel, 2000; Dyson, 2009). Bu sınıflamalar esas alınarak, 1998-2012 yılları zaman aralığı DMİ (2013) günlük yağış rasat verileri sınıflandırılmıştır (Çizelge 2). Günlük 25 mm'den az yağışın yıl içinde Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında daha fazla olduğu (Çizelge 2), buna karşın yılın diğer aylarında 25 mm'den az yağışların tekrar sıklıklarında belirgin bir düşüş olduğu, en az frekansın ise Ağustos ayına ait olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Dikkat çekici bir diğer özellik ise; günlük toplam 25,1-50,0 mm arasında gerçekleşen az şiddetli sağanak yağışlar Ağustos, Eylül, Ekim aylarında maksimum frekanslara ulaşır (Çizelge 2). Şiddetli sağanak olarak tanımlanan ve günlük 50,1-100 mm arasındaki yağışların tekrar sıklıkları ise yaz ve sonbahar aylarına denk gelmektedir (Çizelge 2). Analiz edilen zaman aralığı içinde günlük 100 mm'den fazla gerçekleşen yağış ise 2 kez Temmuz ayında [24 Temmuz 2002 (100,9 mm) ve 15.07.2009 (108,6 mm)] alınmıştır.

**Çizelge 1:** Bartın Meteoroloji İstasyonu rasatları, 1965-1979 ve 1998-2012 yıllarına ait aylık yağış ve sıcaklık ortalamaları.

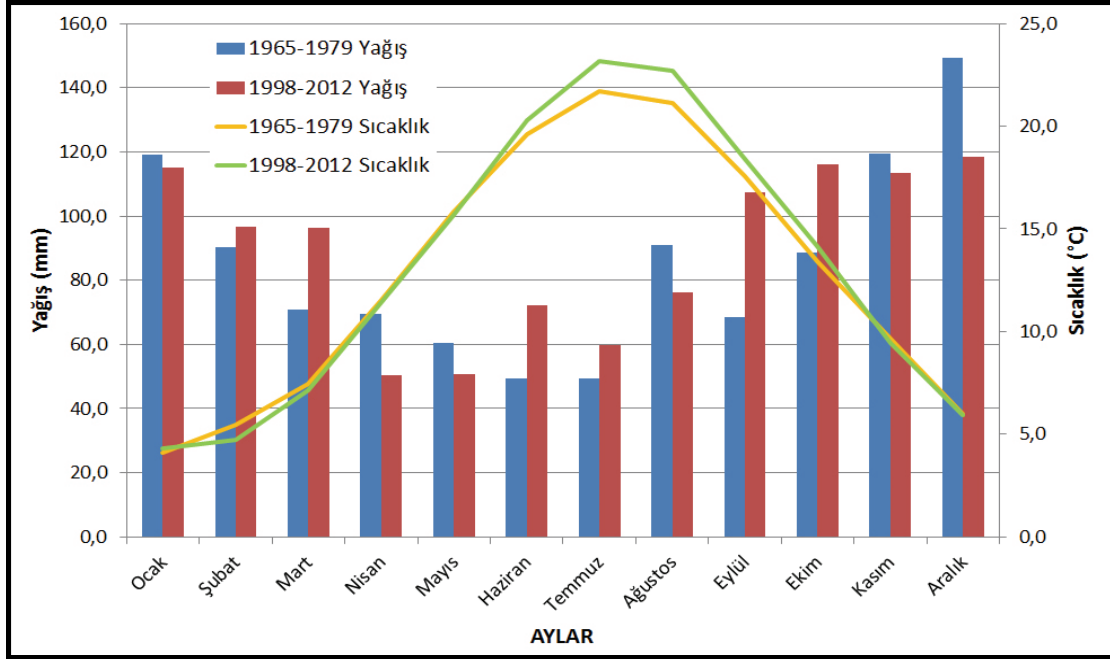
Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
1965-1979 yağış	119,0	90,3	70,7	69,4	60,3	49,3	49,5	90,8	68,5	88,4	119,4	149,4	1025,0
1998-2012 yağış	115,2	96,8	96,2	50,5	50,9	72,2	59,8	76,2	107,4	116,0	113,3	118,3	1072,8
1965-2012 yağış	112,6	85,3	75,7	59,5	51,6	68,8	61,2	79,6	85,6	108,5	115,6	129,0	1033,0
1965-1979 sıcaklık	4,1	5,5	7,4	11,6	15,8	19,6	21,7	21,1	17,6	13,4	9,7	6,0	12,8
1998-2012 sıcaklık	4,3	4,8	7,1	11,4	15,7	20,3	23,1	22,7	18,4	14,2	9,4	5,9	13,1
1965-2012 sıcaklık	4,1	4,7	7,0	11,2	15,6	19,7	22,1	21,6	17,7	13,7	9,1	5,9	12,7

**Kaynak:** DMİ (2013) Bartın Meteoroloji İstasyonu (17020) günlük yağış ve sıcaklık rasat verileri.

**Çizelge 2:** Bartın Meteoroloji İstasyonu rasatları, yağış sınıflarının 1998-2012 yıllarına ait frekansları ve yıllık dağılışları.

Yağış miktarı (mm/gün)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0,1-25,0	242	216	218	177	154	124	88	62	127	162	161	228
25,1-50,0	5	5	7	0	1	5	3	15	18	20	11	7
50,1-100,0	0	0	0	0	2	4	3	4	3	4	3	2
100,1 den fazla	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0

**Kaynak:** DMİ (2013) Bartın Meteoroloji İstasyonu (17020) günlük yağış ve sıcaklık rasat verileri.



Şekil 5: 1965-1979 ve 1998-2012 yılları (15 yıllık periyod) için aylık yağış miktarı ve sıcaklık ortalamalarının dağılım grafiği.

Kaynak: DMİ (2013) Bartın Meteoroloji İstasyonu (17020) günlük yağış ve sıcaklık rasatları

Yağış, sıcaklık ve evapotranspirasyon; Thornthwaite iklim sınıflamasının temel iklimik unsurlarıdır. Esas olarak; yıllık yağışın buharlaşmadan fazla olması iklimin nemli, yıllık yağışın buharlaşmadan az olması ise iklimin kurak olması anlamına gelmektedir (Thornthwaite, 1948; Ardel vd. 1969; Erinç, 1969; Dönmez, 1990). Bartın Çayı Havzası iklim özelliklerinde, 47 yıllık zaman dilimi içinde, iklimik bir eğilim farklılaşması olup olmadığını kontrol etmek amacıyla 15'er yıllık, 1965-1979 ve 1998-2012 periyotları ve 1965-2012 zaman aralığı için Thornthwaite iklim sınıflaması analizi (Thornthwaite, 1948), Birsoy ve Ölgün (1992) tarafından hazırlanmış olan bir bilgisayar yazılımı kullanılarak uygulanmıştır. Thornthwaite iklim sınıflaması analizinin uygulandığı; 1965-1979 zaman aralığı için; B2 B'2 r b'4, 1998-2012 zaman aralığı; B2 B'2 r b'3, 1965-2012 yılları zaman aralığı için B2 B'2 r b'4 iklim tipleri bulunmuştur. Bu sonuçlar; Bartın için ikinci dereceden nemli, ikinci dereceden mezotermal, su noksanı olmayan yahut pek az olan ve denizel şartlara yakın bir iklim tipine işaret etmektedir.

15'er yıllık periyotlar ve 47 yıllık uzun dönem için günlük veriler kullanılarak yapılan iklim sınıflaması analizinde sonuçlarında bazı hususlar dikkat çekmektedir. Bunlardan biri; ilk 15 yıl ve 47 yıl için yapılan analiz sonuçları aynı iklim tipini göstermektedir. Son 15 yıllık dönem sonuçları ise sadece dördüncü harftaki değişiklik ile daha az denizellik ifade eden bir farklılaşmaya işaret etmektedir.

Diğer bir husus ise; son 15 yıl içinde ortalama yıllık yağış miktarının artış göstermesi ile birlikte, EP değeri ve yıllık su noksanı miktarında da artış olmasıdır (Çizelge 1, 2). Bu durum sıcaklık ortalamalarının yükselmesinden ve yıl içindeki sıcak gün sayısının artış göstermesinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla sonuçlar; yaz mevsimi sıcaklık koşullarının yıl içinde daha uzun süre etkili olmasına ve kuraklığa doğru belirgin bir eğilime işaret etmektedir. Yıllık evapotranspirasyon ve su noksanı miktarındaki artışların; sıcaklıkların yükselmesi yüksek yaz sıcaklıkları, ve yaz mevsimi periyodunun uzaması ile ilişkili olduğu IPCC 2007 Teknik Raporu VI'te (Bates vd., 2008) de ifade edilmektedir.

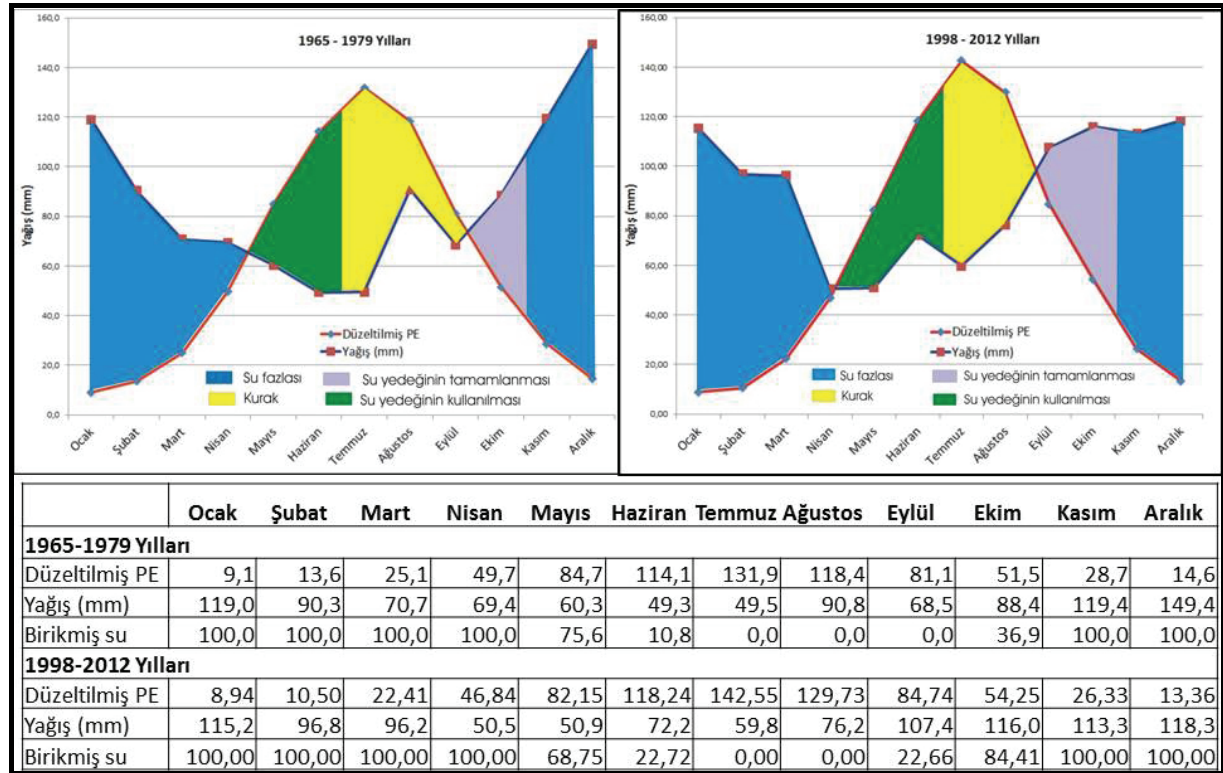
Her iki 15 yıllık dönem için yağışın, yıl içindeki dağılımına ait değişim ve düzensizlik göstermesi de dikkat çekmektedir (Çizelge 1, 2, 3; Şekil 5, 6). Son 15 yıllık dönemde, yıllık toplam yağış miktarı ortalaması artmasına rağmen, özellikle Nisan ve Mayıs aylarında ortalama yağış miktarında azalma görülmektedir. Buna karşın, düzensiz şekilde artan ve azalan bir dağılım gösteren aylık toplam yağış ortalamaları; sağanak yağmurların etkinliği ile şekillenmektedir (Çizelge 1, 2).

1998-2012 yılları periyodu yıllık ortalama yağış miktarının ve PE değerinin, gerek 1965-1979 dönemi ve gerekse 1965-2012 yılları periyodu yıllık ortalama yağış miktarları ve PE değerlerinden fazla olması ve ilk 15 yıl ile 47 yıllık uzun dönemin yıllık ortalama yağış miktarları ve PE değerlerinin birbirine yakın değerler göstermesi (Çizelge 1, 3); 1998-2012 yılları periyoduna ait (son 15 yıl) yağış ve sıcaklık iklim elemanlarındaki değişimi ortaya koymaktadır. Bu durum küresel iklim trendleri (Hansen, 2012; TWB, 2012; EPA, 2013; NOAA, 2013) de paralellik göstermektedir.

**Çizelge 3:** 1965-1979 yılları ve 1998-2012 yıllarına ait yıllık yağış, PE ve su ihtiyacı analiz sonuçları.

Zaman aralığı	Yıllık yağış (mm)	Yıllık Düzeltilmiş PE (mm)	Yıllık su noksanı (mm)
1965-1979 yılları	1025,0	722,39	111,83
1998-2012 yılları	1072,8	740,03	113,76
1965-2012 yılları	1033,0	722,29	94,60

**Kaynak:** DMİ (2013) Bartın Meteoroloji İstasyonu (17020) günlük yağış ve sıcaklık rasatları.



**Şekil 6:** Bartın Meteoroloji İstasyonu 1965-1979 ve 1998-2012 yıllarına ait dönemler için Thornthwaite iklim sınıflamasına ait su bilançosu. Kaynak: DMİ (2013) Bartın Meteoroloji İstasyonu (17020) günlük yağış ve sıcaklık rasatları.

Bartın Çayı Havzası için ayrıca De Martonne formülü kullanılarak da iklim sınıflamasındaki yeri anlaşılmasına çalışılmıştır. Karşılaştırma amaçlı olarak 15'er yıllık iki dönem sıcaklık ve yağış verilerinin kullanıldığı bu sınıflamada yıllık indis değeri 1965-1979 zaman aralığı için 32,5 (Çizelge 4), 1998-2012 zaman aralığı için ise yıllık indis değeri 37,4 ve 1965-2012 zaman aralığı için ise 35,1 bulunmuştur. Bu sonuçlar; hem her iki 15 yıllık dönemleri ve hem de 47 yıllık periyodu için havzanın iklim karakterinin nemli iklim tipine sahip olduğunu göstermektedir. Ancak bu üç döneme ait yıl



içindeki nemli, yarıkurak-nemli ve yarıkurak ayların dağılımındaki farklılık dikkat çekicidir. 1965-1979 yılları döneminde Haziran (I=20,0) ve Temmuz (I=18,7) ayları yarıkurak, Ağustos ayı ise nemli çıkmıştır. Bu döneme ait günlük yağışlar incelendiğinde; Ağustos ayındaki I=35,0 değerinin bu ayda meydana gelen, sel ve taşkınlara da neden olan, sağanak yağışlar ile ilgili olduğu anlaşılmıştır. 1998-2012 döneminde ise Haziran ve Temmuz aylarının yarıkurak değil, yarıkurak-nemli iklim tipinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

**Çizelge 4:** Bartın Meteoroloji İstasyonu verileri De Martonne formülünde kullanılarak iklim tipi belirlenmesi yapılmıştır.

Aylar	1965-1979			1965-1979			1998-2012			1998-2012			1965-2012			1965-2012			
	Yağış	Sıcaklık	İndis	Yıl	Yağış	Sıcaklık	İndis	Yıl	Yağış	Sıcaklık	İndis	Yıl	Yağış	Sıcaklık	İndis	Yıl	Yağış	Sıcaklık	İndis
Ocak	119,0	4,1	101,3	Nemli	115,2	4,3	96,7	Nemli	112,6	4,1	95,8	Nemli	112,6	4,1	95,8	Nemli	112,6	4,1	95,8
Şubat	90,3	5,5	69,9	Nemli	96,8	4,8	78,5	Nemli	85,3	4,7	69,6	Nemli	85,3	4,7	69,6	Nemli	85,3	4,7	69,6
Mart	70,7	7,4	48,8	Nemli	96,2	7,1	67,5	Nemli	75,7	7,0	53,4	Nemli	75,7	7,0	53,4	Nemli	75,7	7,0	53,4
Nisan	69,4	11,6	38,6	Nemli	50,5	11,4	28,3	Yarıkurak - Nemli	59,5	11,2	33,7	Nemli	59,5	11,2	33,7	Nemli	59,5	11,2	33,7
Mayıs	60,3	15,8	28,0	Yarıkurak - Nemli	50,9	15,7	23,8	Yarıkurak - Nemli	51,6	15,2	24,6	Yarıkurak - Nemli	51,6	15,2	24,6	Yarıkurak - Nemli	51,6	15,2	24,6
Haziran	49,3	19,6	20,0	Yarıkurak	72,2	20,3	28,6	Yarıkurak - Nemli	68,8	19,7	27,8	Yarıkurak - Nemli	68,8	19,7	27,8	Yarıkurak - Nemli	68,8	19,7	27,8
Temmuz	49,5	21,7	18,7	Yarıkurak	59,8	23,1	21,7	Yarıkurak - Nemli	61,2	22,1	22,9	Yarıkurak - Nemli	61,2	22,1	22,9	Yarıkurak - Nemli	61,2	22,1	22,9
Ağustos	90,8	21,1	35,0	Nemli	76,2	22,7	28,0	Yarıkurak - Nemli	79,6	21,6	30,2	Nemli	79,6	21,6	30,2	Nemli	79,6	21,6	30,2
Eylül	68,5	17,6	29,8	Yarıkurak - Nemli	107,4	18,4	45,4	Nemli	85,6	17,7	37,1	Nemli	85,6	17,7	37,1	Nemli	85,6	17,7	37,1
Ekim	88,4	13,4	45,3	Nemli	116,0	14,2	57,5	Nemli	108,5	13,7	54,9	Nemli	108,5	13,7	54,9	Nemli	108,5	13,7	54,9
Kasım	119,4	9,7	72,7	Nemli	113,3	9,4	70,1	Nemli	115,6	9,1	72,6	Nemli	115,6	9,1	72,6	Nemli	115,6	9,1	72,6
Aralık	149,4	6,0	112,1	Nemli	118,3	5,9	89,3	Nemli	129,0	5,9	97,4	Nemli	129,0	5,9	97,4	Nemli	129,0	5,9	97,4
<b>Yıllık</b>	<b>1025,0</b>	<b>12,8</b>	<b>32,5</b>	<b>Nemli</b>	<b>1072,8</b>	<b>13,1</b>	<b>37,4</b>	<b>Nemli</b>	<b>1033,0</b>	<b>12,7</b>	<b>35,1</b>	<b>Nemli</b>	<b>1033,0</b>	<b>12,7</b>	<b>35,1</b>	<b>Nemli</b>	<b>1033,0</b>	<b>12,7</b>	<b>35,1</b>

**Kaynak:** DMI (2013) Bartın Meteoroloji İstasyonu (17020) günlük yağış ve sıcaklık rasatları.

1965-1979 ve 1998-2012 yılları dönemleri için yapılan ve yukarıda özetlenen iklim analizlerinin ortak sonucu; havzanın nemli iklim tipinin etkisi altında olduğuna işaret etmektedir. Ancak 1965-1979 dönemine göre, 1998-2012 yılları zaman aralığında; yıllık toplam yağış miktarındaki az da olsa artışa (% 0,046) rağmen, yağış rejimindeki düzensizlik ve sağanak yağış karakteri, yaz sıcaklıklarının daha yüksek orandaki artışı ve yaz mevsimi sıcaklık koşullarının daha uzun süre etkili olması iklim elemanlarındaki önemli farklılaşmaları göstermektedir. Bu farklılaşmalar; Bartın Çayı Havzası ve yakın çevresinde, küresel iklim değişikliğinin iklimik delilleri olarak kabul edilebilir. 1965-2012 yılları arasında (47 yıl) iklim verilerine dayandırılan iklimik yönelim (Şekil 4); yukarıda özetlenen iklimik farklılaşmaların daha da belirginleşeceği bir eğilim içinde olacağını göstermektedir.

#### 4. Akarsu Havza Yönetimi ve Bartın Çayı Havzası

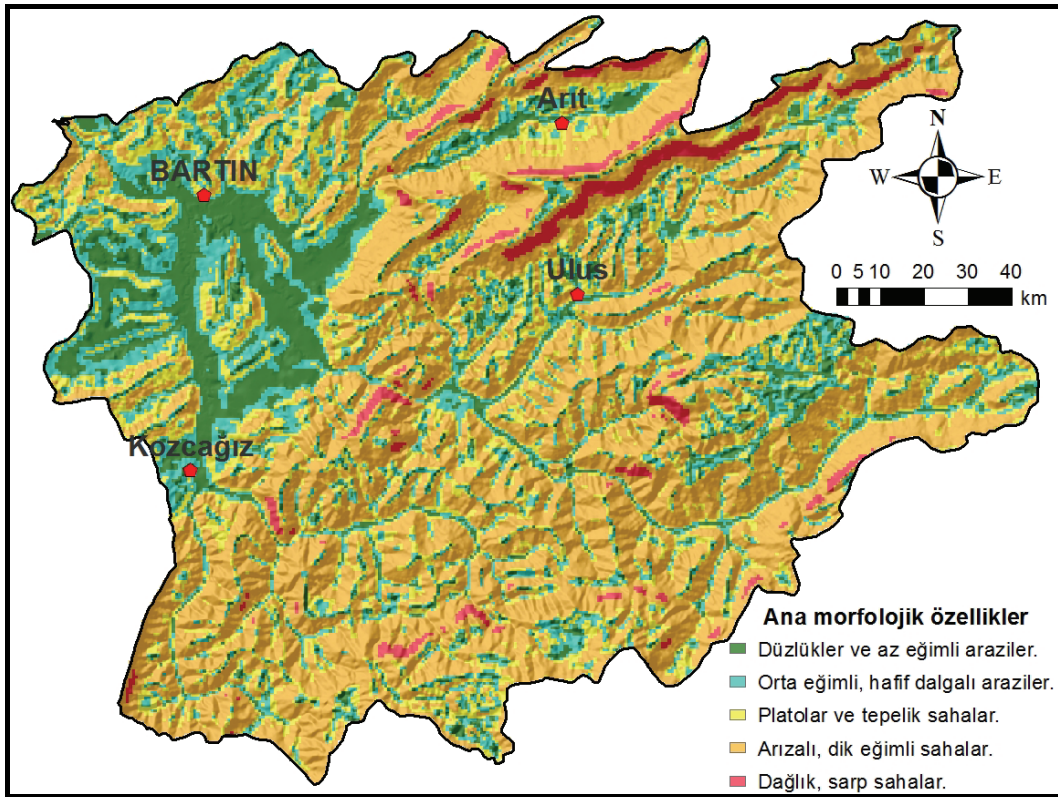
“Bütünleşik Akarsu Havza Yönetimi” kavramı, multidisipliner bir yaklaşımı temsil etmesi nedeni ile tercih edilmektedir. Bütünleşik Akarsu Havza Yönetimi; akarsu havzası içindeki suyun ve arazinin doğal kaynak olarak korunmasını, yönetimini ve geliştirilmesini, tatlı su ekosistemlerini koruyup, devamlılığını sağlarken aynı zamanda su kaynaklarından adil bir şekilde paylaşımını ve maksimum sosyal ve ekonomik faydalanmayı sağlayan yaklaşımları kapsar (GWF, 2000; WFD, 2013; WWF, 2013a; WWF, 2013b). Bu kapsamı ile Bütünleşik Akarsu Havza Yönetimi’nde akarsu havzasının coğrafi özellikleri özel önem arz eder (Alpaslan vd., 2007; WFD, 2013).

Akarsu havzaları iklimik, jeomorfolojik ve insan faktörlerinin etkileri altında şekillenen ve gelişen karmaşık coğrafi sistemlerdir. Bu karmaşık sistem; sıcaklık ve yağış başta olmak üzere, iklim elemanlarının etkisi altındadır. Eğim, yükselti, yarıma derecesi ve engebelilik, bakı gibi jeomorfolojik, biyocoğrafik ve hidrografik özellikler de bu kompleks yapının diğer coğrafi elemanlarıdır. İnsan ise araziden faydalanma tür tercihleri ve uygulamaları ile akarsu havzalarının karmaşık yapısına ait önemli bir diğer unsur oluşturmaktadır. Bu unsurlardan herhangi bir tanesindeki farklılaşma dahi tüm sistemde çok önemli değişikliklerin meydana gelmesine neden olabilir (Lee ve Dinar 1996; Vano vd., 2009; Moe vd., 2010).

Bir akarsu havzasının iklim elemanlarındaki değişiklikler akarsu havzasındaki hidrolojik döngüyü ve su kalitesini değiştirecek, ekosistem problemlerini tetikleyecektir. İklimin sıcaklık ve yağış elemanlarındaki farklılaşma; akarsu havzasındaki ayrışma ve erozyon özelliklerinin de

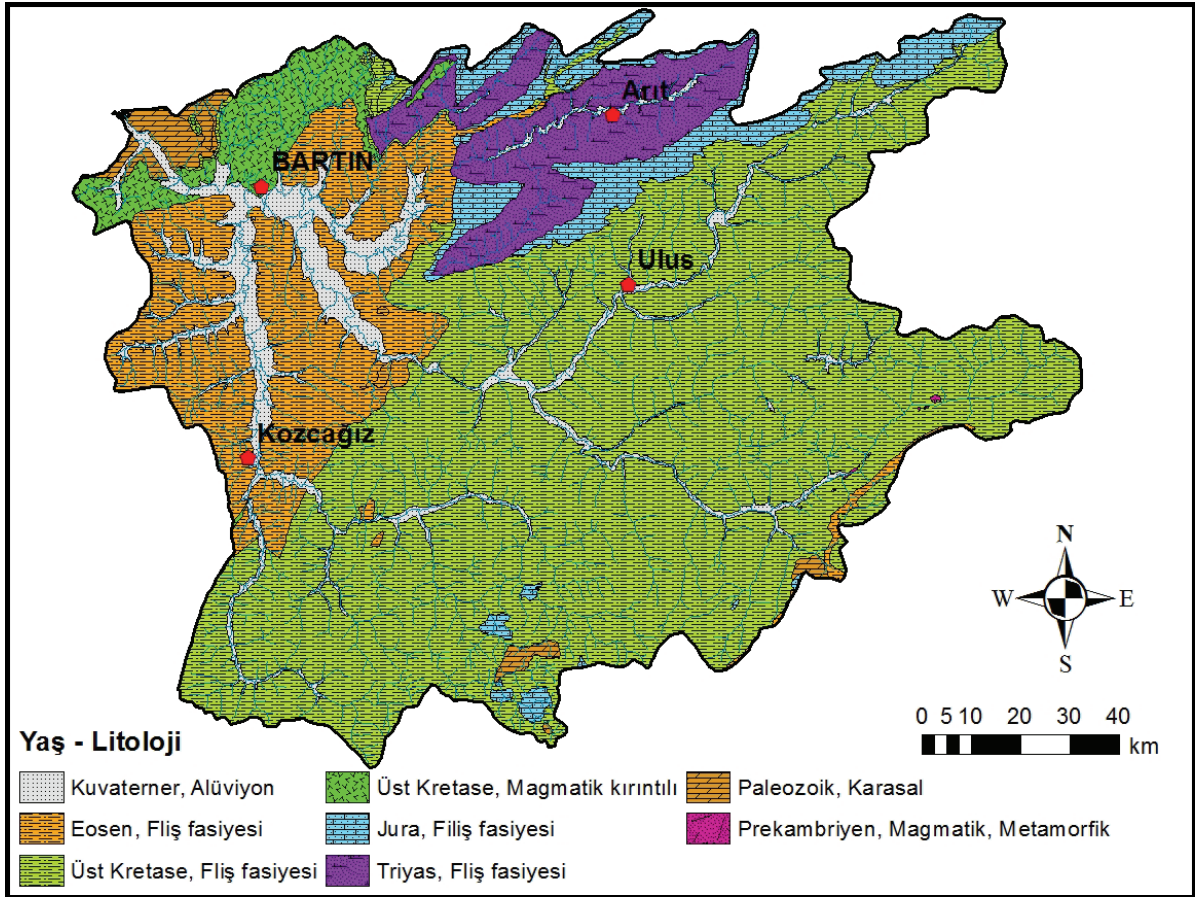
değişmesine neden olacaktır. Bartın Çayı Havzası'nın litoloji, yükselti, eğim, bitki ve toprak örtüsü, hidrografya gibi coğrafi özellikleri bu problemlerin etkinliği üzerinde önemli oranda yönlendirici rol oynayarak, sosyal ve ekonomik olumsuz etkiler için tetikleyici ya da şiddet artırıcı olurlar. Bu yüzden, akarsu havzasının coğrafi bileşenleri; bütünleşik havza yönetimi kapsamı içinde önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma bir akarsu havza yönetimi çalışması olmayıp, ona katkı sağlamak üzere; sıcaklık ve yağış iklim elemanlarındaki farklılaşmaların, Bartın Çayı Havzası coğrafi özellikleri üzerindeki olası etkilerine değinilmiştir.

Bartın Çayı Havzası araziden yararlanma açısından eğim grupları dikkate alınarak, ana topografik özellikleri; düzlükler ve az eğimli araziler, orta eğimli hafif dalgalı araziler, platolar ve tepelik sahalar, arızalı dik eğimli sahalar, dağlık sarp sahalar (Tunçdilek, 1985) olarak, ArcMap 10 Spatial Analyst Tools modülü imkanları ile sınıflandırılıp alan hesaplamaları yapılmıştır (Şekil 7). Bu sınıflamanın en dikkat çekici özelliği; arızalı, dik eğimli olarak tanımlanan morfolojik özelliklere sahip alanlar Bartın Çayı Havzası'nın % 49,43'ünü yani yarısını oluşturmasıdır (Şekil 7). Bu tür arazilerin genel yapısında; eğim değerleri fazla olan yamaçlar ve topografik engebelik çok yaygındır. Düzlükler ve az eğimli araziler havzanın %11,77'sini oluşturmaktadır. Bu düzlüklerin %90'nı havza içindeki alüvyal dolgu sahalarıdır. Düzlüklerin küçük bölümü ise yüksek kesimlerde yer alan, sınırlı boyutlardaki alanlara sahip aşınım düzlükleridir (Şekil 7). Orta eğimli hafif dalgalı araziler (havzanın %16,51'lik bölümü) genellikle; havzadaki vadiler arası sırtlar, vadi tabanı düzlükleri ile yüksek sahalar arasındaki kademe düzlükleri ve alçak platolardır. Düzlükler ve az eğimli araziler ile tepelik sahalar arasındaki yamaçları oluştururlar (Şekil 7). Bartın Çayı Havzası'nın %19,22'lik kısmını temsil eden platolar ve tepelik sahalar ise yüksek platolar, Bartın Çayı kollarının yardığı vadilerin yamaçlarını, yüksek tepelerin etek bölümlerini ve daha alçak tepelik sahaları kapsar. Bu iki sınıf genel olarak Bartın Çayı'nın vadileri boyunca yer alırlar (Şekil 7). Dağlık, sarp arazilerin havza içindeki oranı ise sadece %3,07 kadardır.



Şekil 7. Bartın Çayı Havzası'nın ana morfolojik birimlerin sınıflandırılması (Turoğlu, 2004 sayısal veri tabanı kullanılarak yeniden hazırlanmıştır).

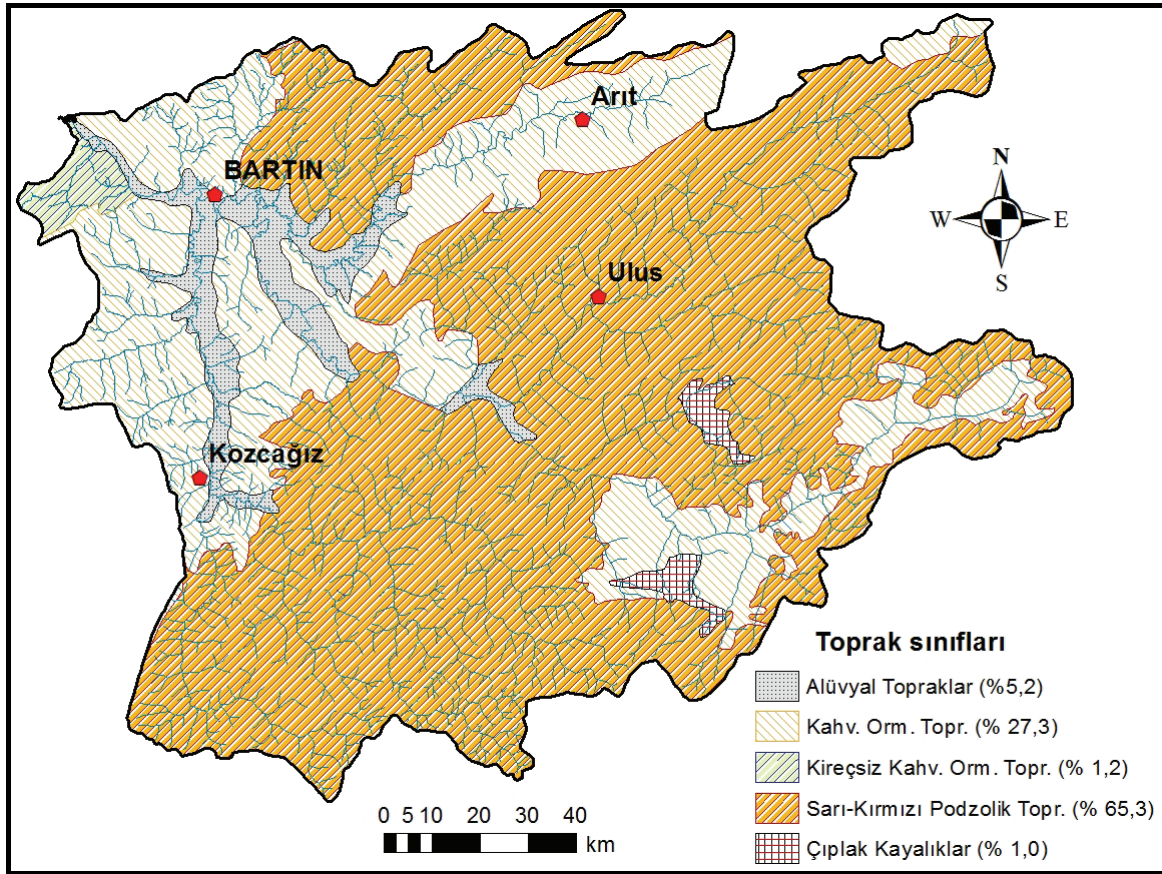
Havzanın çok büyük bölümü Üst Kretase ve Eosen fliş arazilerinden oluşmaktadır. Havzanın kuzeyinin Arıt bölümünde Kretase ve Jura çökelleri, kuzeybatıda Üst Kretase katılışım kayaları ile Paleozoyik karasal ve şelf çökelleri yer alır. Kuvaterner birimleri ise Bartın Çayı ve kolları boyunca, alüviyal vadi tabanı düzlüğü ve akarsu taraçaları olarak yer alır (Şekil 8) (MTA, 2001; Turoğlu, 2004; Turoğlu ve Özdemir, 2005). Bartın Çayı havzası; %80'i kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşıdan oluşan fliş arazileridir. Bu litolojik birimlerin tamamı ince taneli unsurların karasal ya da şelf ortamında ardalanmalı olarak çökelererek meydana gelmiştir. İnce taneli ve ardalanmalı bu yapı geçirirliliği son derece zayıf, fiziksel parçalanmaya karşı dirençsiz, erozyon ve kütle hareketleri için teşvik edici niteliklere sahiptir.



Şekil 8. Bartın Çayı havzasının genelleştirilmiş litolojik özellikleri ("MTA, 2001" atfen, "Turoğlu, 2004" sayısal veri tabanı kullanılarak, ArcMap 10 imkanları ile yeniden hazırlanmıştır).

Bartın Çayı Havzası'ndaki topraklarda anakayanın etkisi çok belirgindir. Podsolik topraklar (%65,3) ve Kahverengi Orman Toprakları (%27,3) havza içinde çok geniş yer kaplayan ince taneli, Eosen ve Üst Kretase fliş fasiyesi (Şekil 8) üzerinde gelişmiş topraklarıdır (Şekil 9). Yıkanmış topraklar olarak da tanımlanan Podsolik topraklar havza içinde, orman ya da bozuk orman alanlarındaki toprak türüdür. Havzadaki bu toprakların üzerinde genellikle çürümüş bitki katı yer alır. Topraktaki yıkanma ise; anakaya ve üzerindeki ayrılmış enkaz örtüsünün taneli yapısı toprak suyunun düşey yöndeki hareketine büyük oranda izin vermesi nedeniyle olur. Bartın Çayı Havzası'ndaki diğer büyük toprak grubu ise Kahverengi Orman Toprakları'dır. Bu topraklar havzadaki orman örtüsünün ortadan kaldırılması ile tarım alanı olarak kullanılan düz ve az eğimli sahalarda yer alırlar ve ince taneli şelf, yamaç çökelleri üzerinde gelişmişlerdir (Şekil 9) (TSGM, 1972; Turoğlu, 2004; Turoğlu ve Özdemir, 2005).



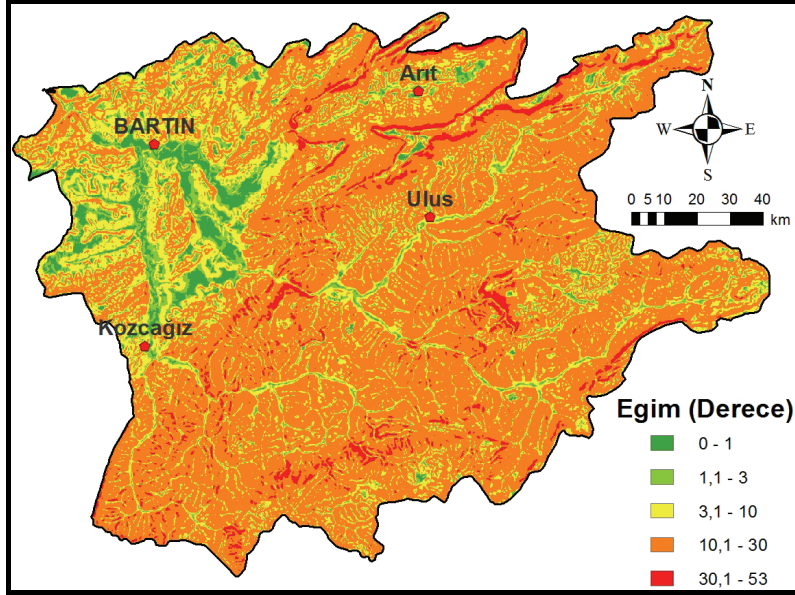


Şekil 9. Genelleştirilmiş toprak gruplarının dağılışı haritası ("TSGM, 1972" atfen "Turoğlu, 2004" sayısal veri tabanı kullanılarak yeniden hazırlanmıştır).

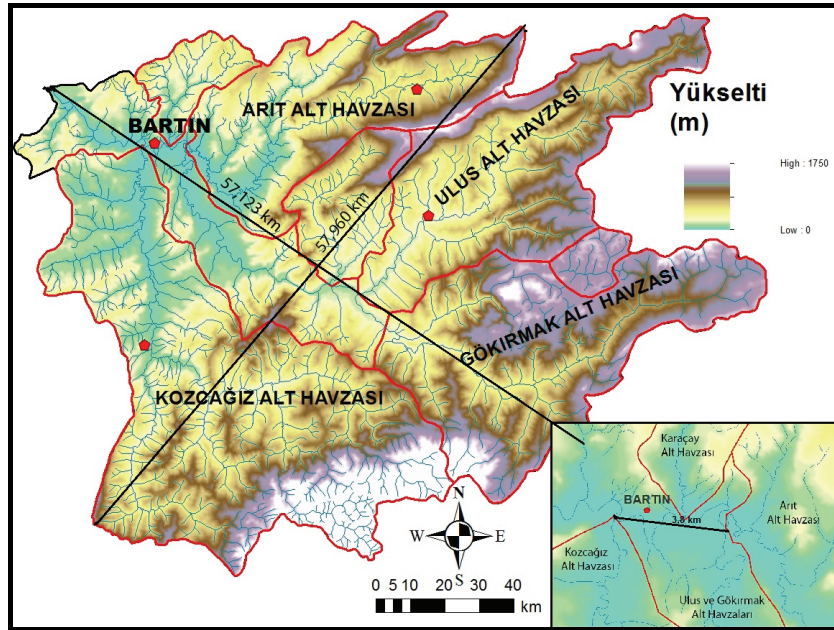
Sel ve taşkın olaylarında, topografik eğim; yüzeysel akış ve göllenmeyi kontrol eden, yönlendiren en önemli fizyografik faktördür. Bu amaç için yapılan eğim analizlerinde suyun akış ve göllenmesini denetleyen eğim değerleri dikkate alınır (Turoğlu, 2004; Dobur, 2006; Minea, 2013). Bartın Çayı havzasının eğim analizi "Derece" cinsinden  $0^{\circ}$ - $1^{\circ}$ ;  $1,1^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ;  $3,1^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ;  $10,1^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ;  $30,1^{\circ}$  ve üstü olmak üzere 5 sınıfta, ArcMap 10 Spatial Analyst Tools modülü imkanları kullanılarak yapılmıştır (Şekil 10). Bu sınıflardan  $0^{\circ}$ - $1^{\circ}$  eğime sahip alanların göllenmeler için,  $3,1^{\circ}$ - $10^{\circ}$  arası ve  $10,1^{\circ}$ - $30^{\circ}$  arası eğime sahip alanlar ise yüksek enerjili akışa sahip seller için uygun eğim koşulları olarak kabul edilmiştir (Turoğlu, 2004; Dobur, 2006; Minea, 2013). Bartın Çayı Havzası'nın  $0$ - $1^{\circ}$  eğime sahip alanlar havzanın %3,39'luk alanını oluşturmaktadır. Havzada;  $3,1^{\circ}$ - $10^{\circ}$  arası eğime sahip alanlar %21,03 ve  $10,1^{\circ}$ - $30^{\circ}$  eğimlere sahip alanlar ise %65,21'lik alan kaplarlar. Su düşüşlerinin de olduğu  $30,1^{\circ}$  ve üstü eğime sahip arazilerin oranı ise %3,74'tür. Bu eğim dağılışı; Bartın Çayı Havzası'nda sağanak karakterli, sıradışı yağışlar olduğunda, yüzeysel akışa geçen suyun, yüksek enerjili sel şeklindeki akışını teşvik etmektedir. Sel karakterli yüzeysel akış; şehir merkezinin de içinde bulunduğu,  $0^{\circ}$ - $1^{\circ}$  eğime sahip alanlara (Şekil 10) ulaştığında, sel suları akarsuyun kıyılarından itibaren çevreye yayılarak taşkın formundaki göllenmelere de neden olur. Havzada meydana gelen sel ve taşkınlarda; sel etkisinin birkaç saat kadar sürmesine karşın,  $0^{\circ}$ - $1^{\circ}$  eğime sahip alanlarda meydana gelen göllenmeler birkaç gün devam etmektedir. 25 Temmuz 1995, 21-24 Mayıs 1998, 16-18 Ağustos 2004, 12-14 Temmuz 2009, selleri ve sonrasındaki taşkınlara bu durumu yansıtan tipik örneklerdir (Turoğlu, 2005; Turoğlu, 2007). Bartın Çayı Havzası'nda sel ve taşkınlara sıklıkla meydana gelmesindeki diğer bir faktör ise akarsu havzasının hidrografik özellikleridir (Şekil 11). Dendritik drenaj sistemindeki Bartın Çayı'nın uzunluk (57,123 km)/genişlik (57,960 km) oranı 1'e çok yakın ve



büyük alanlara sahip alt havzalardan (Kozcağız alt havzası %31,82; Arıt alt havzası % 13,67; Ulus alt havzası % 16,24; Gökırmak alt havzası % 19,12; Geçen alt havzası % 4,59; Karaçay alt havzası % 2,50, Kapalı havza % 1,37; Bartın aşağı çığı % 10,71) oluşmakta olup bu alt havzaları drene eden yan kollar kısa mesafede ve 0°-1° eğime sahip düzlüklerde ana yatak ile kısa mesafede (düz mesafe 3,8 km) birleşmektedirler (Şekil 10, 11). Bu durumda; yan kolların suları hemen hemen eş zamanlı olarak ana kola ulaşarak, düz-düze yakın arazide çok büyük hacimlere ulaşır, şehir merkezinin de içinde bulunduğu düzlüklere yayılarak taşkınları meydana getirmektedir (Turoğlu, 2004; Turoğlu, 2005; Turoğlu ve Özdemir, 2005; Turoğlu, 2007).



Şekil 10. Bartın Çayı havzası eğim özellikleri (Turoğlu, 2004 sayısal veri tabanı kullanılarak yeniden hazırlanmıştır).



Şekil 11. Bartın Çayı Havzası drenaj sistemi özellikleri ve alt havzaları.

## 5. Bartın Çayı Havzası iklim değişikliğinden nasıl etkilenecek?

Bartın Meteoroloji İstasyonu 1965-2012 yıllarına ait (47 yıllık) sıcaklık ve yağış rasatlarına dayandırılan analiz sonuçları (Şekil 4, 5, 6; Çizelge 1, 2, 3) Bartın Çayı Havzası'nda da yağış ve sıcaklık iklim elemanlarındaki farklılaşmanın 1990'lı yıllardan bu yana kendini hissettirdiğini göstermektedir. Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren sıcaklıkların giderek artış göstermesi, yıl içindeki sıcak dönemin uzaması, yağış rejiminin ani ve şiddetli sağanaklar şeklinde değişim göstermesi, yağışların yıl içindeki mevsimsel dağılışının farklılaşması ve yaz sağanaklarının etkili olması, iklim elemanlarına ait önemli klimatik farklılaşmalardır. Bartın Çayı Havzası'nda meydana gelen sel ve taşkınlar, kütle hareketleri, erozyon (Şorman vd., 1998; Turoğlu, 2005; Turoğlu ve Özdemir, 2005; Turoğlu, 2007; Memlük ve Cengiz, 2008) ve son yıllarda görülen ekosistem problemleri; yukarıda özetlenen iklim elemanlarına ait değişikliklerin, Bartın Çayı Havzası'nda neden olduğu problemlerdendir. 1990'lı yıllardan günümüze, iklim elemanlarında meydana gelen farklılaşmalar ve gelecek için yapılan öngörüler dikkate alındığında; Bartın Çayı Havzası'nda, günümüzden 2100 yılına kadar ki gelecek dönemde, havza yönetimi için önem arz eden ve gerçekleşmesi muhtemel problemleri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

### 5.1. Su kıtlığı ve kuraklık

İklim elemanlarındaki değişiklikler; akarsu havzalarında su yönetimi üzerinde rol oynayacak çok önemli bir faktördür (Wilby vd., 2006). Yağış rejiminin değişmesi, sağanak şeklindeki yağışların yaz mevsimine toplanması (Şekil 5; Çizelge 1, 2), süre ve şiddet olarak giderek daha fazla etkili olması beklenen yüksek sıcaklıklar (Şekil 4, 5; Çizelge 1, 2, 3) ve yıl içinde uzun süren yüksek sıcaklıkların neden olduğu buharlaşma (Şekil 6; Çizelge 3, 4); Bartın Çayı Havzası'nda potansiyel evapotranspirasyona ve buna bağlı ortaya çıkacak olan su ihtiyacına neden olacaktır (Şekil 6; Çizelge 3). Bu konuda hem yağış şekli, litoloji ve toprak özellikleri ve hem de sıcaklık rejimi önemli rol oynar. Bartın Çayı Havzası'nda, özellikle yaz mevsiminde gerçekleşen sağanak yağışlarla (Şekil 5, 6) (Çizelge 1, 2, 3) gelen suyun zemine sızma ve yeraltında tutulma şansı çok zayıftır. Bartın Çayı Havzası'nda yağışların sağanak yağmur şeklinde olmasının yanında (Çizelge 2), havzanın % 80'nin kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşından oluşan ince taneli fliş arazilerinden meydana gelmesi (Şekil 8) ve yine havzanın % 92'sinin ince taneli unsurlar içeren ve bu yüzden infiltrasyonu engelleyen toprak türlerinden oluşması (Şekil 9); yağışla gelen suyun sızmasını engelleyen doğal faktörler olarak rol oynamaktadır. Bu durum; yağışla gelen suyun hemen tamamının yüzeysel akış ile denize deşarj olması anlamına gelmektedir. Yüksek sıcaklık ve uzun yaz mevsimi ise buharlaşmayı teşvik eder (Şekil 6; Çizelge 3). Buharlaşma ise toprak nemini azaltarak su ihtiyacını arttıran bir rol oynamaktadır. Bu durumun, giderek zaman içinde daha da ciddi boyutlara ulaşması beklenmelidir. İklim elemanlarına ait değişiklikler ile ilişkili olarak, yukarıda özetlenen faktörler; doğal bitki topluluklarının ve tarım bitkilerinin ihtiyacı olan yeterli düzeydeki toprak neminin ortadan kalkmasını tetikleyerek, tarımsal kuraklığın oluşmasına neden olacaktır. Yağış rejimindeki değişikliklerle (Şekil 5; Çizelge 1, 2) ortaya çıkan su ihtiyacı ve yüksek sıcaklıklara bağlı buharlaşma (Çizelge 3), sızma ile su kaybı; drenaj sistemin akım özelliklerini de olumsuz şekilde etkilemesiyle hidrolojik kuraklıklarda beklenmelidir. Thornthwaite iklim sınıflaması analizlerinde; ilk 15 yıllık ve 47 yıllık dönemlere göre, 1998-2012 döneminin iklim tipi son harfinin b'4'ten "b'3'e dönüşmesi bu açıdan anlamlıdır. Bu yaklaşım içinde; Bartın Çayı Havzası'nda etkili olması beklenen kuraklık türlerinin şiddetleri, sıklıkları ve etki alanlarının zaman içinde giderek artış göstermesi beklenebilir.

### 5.2. İklim değişikliğinin su döngüsü ve ekosistem üzerine etkisi

Bartın Meteoroloji İstasyonu kayıtlarına dayanan analizlere ait yönelim ve günümüz-2100 yılı zaman aralığı için bu yönelimin artarak devam edeceği varsayımından hareketle; Bartın Çayı Havzası'nda işaret ettiği iklim değişikliğinin temel unsurları; yağış rejimindeki değişiklik ve uzun süre

devam eden yüksek sıcaklıklardır (Şekil 4, 5, 6; Çizelge 1, 2, 3, 4). Yıl içindeki düzensiz yağış rejimi, yüksek sıcaklıklar ve buharlaşmanın yüksek olduğu uzun sürecek yaz mevsimi; Bartın Çayı'nın rejim ve debi özelliklerinin değişmesine, toprak neminin azalmasına, yer altı suyu seviyesinin alçalmasına neden olması beklenmelidir.

Bartın Çayı Havzası'nda sık sık seyelan, sel ve taşkınlar meydana gelmektedir (Şorman vd., 1998; İsmailoğlu vd., 1999; Turoğlu, 2004; Turoğlu ve Özdemir, 2005; Turoğlu, 2007; Memlük ve Cengiz, 2008). Sel ve taşkınların meydana gelmesinde yağış rejimindeki değişiklikler ve yağmurun sağanak şeklinde olması önemli rol oynamaktadır. Şiddetli sağanak yağışlar, diğer faktörlerinde etkisi ile Bartın Çayı Havzası'nda kısa sürede büyük bir su kütlesinin yüzeysel akışa geçmesine neden olurlar (Turoğlu, 2007; Memlük ve Cengiz, 2008). Yağış rejimindeki düzensizliklerin, zaman içinde Bartın Çayı Havzası'ndaki seyelan, sel ve taşkınların sıklık ve şiddet özelliklerinin daha da artmasını teşvik etmesi beklenmelidir. Bartın Çayı Havzası'nın yüzey şekilleri (Şekil 7), eğim koşulları (Şekil 10), drenaj tipi (Şekil 11) gibi coğrafi özellikleri; seyelan, sel ve taşkınların meydana gelmesini teşvik edici niteliktedirler. Havzanın şekli, alt havzaların alansal ve konumsal özellikleri, drenaj sistemi yağışlarla havzaya gelen suyun, düz mesafe 3,8 km'de (Şekil 11) bir araya gelerek büyük bir su kütlesine dönüşmesine yardımcı olmaktadır. İklim değişikliği ile yağış rejimindeki değişiklik, sağanak şeklindeki yağış ve bu yağış şeklinin şiddeti ile frekans özellikleri; havzanın seyelan, sel ve taşkınları teşvik eden bu doğal özelliklerine eklenen diğer doğal faktörlerdir.

Genel prensip olarak; kara ve su ekosistemleri, iklim elemanlarının özellikleri ile doğrudan ve dolaylı olarak ilişkilidir (Lee ve Dinar 1996; WFD, 2013). Bu ilişkisel bağımlılık, Bartın Çayı Havzası ekosistemleri için de geçerlidir. Kaynağını dağlardan alan, kar erime suları ve kaynaklar ile beslenen akarsuların akım miktarları, besin maddeleri ve asılı yükleri kuraklık ve yağış rejimi değişikliklerinden belirgin olarak etkilenmektedirler (Meyer vd., 1999; Mandia, 2010). Uzun yaz mevsimi, yüksek sıcaklıklar ve yağış rejimindeki değişiklikler; akarsu akuatik sistemleri üzerinde doğrudan olumsuz etkilere neden olur. Bu etkiler; özellikle akarsu su sıcaklıklarının yükselmesi, çözülmüş oksijen (Dissolved Oxygen-DO) miktarındaki düşüklük ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki belirgin artış ile dikkat çeker ve ayrıca akarsuyun akış rejiminin ve akım miktarının mevsimsel olarak değişmesine de neden olur (Bates vd., 2008; Mandia, 2010). Klimatik değişiklikler ayrıca balık habitatı için besin yükünün, yıl içinde, mevsimsel olarak değişmesinde de rol oynar (Bates vd., 2008; Meyer vd., 1999). Dolayısıyla, iklim elemanlarındaki değişim nedeni ile Bartın Çayı Havzası içindeki flora, fauna ve bu canlı yaşamların sürdürüldüğü fiziki ortamlara ait ekosistemlerin; zaman içinde daha da belirginleşecek olan su kalitesi değişikliği ve su yetersizliği, kuraklık gibi su döngüsüne ait bozulmalardan, düşük nem ve uzun süreli yüksek sıcaklıklardan, yukarıda sözü edilen akarsu ekosistem bozulmalarından etkilenmesi beklenmelidir. 1998-2012 yıllarına ait yapılan iklim analizler (Şekil 4, 5, 6; Çizelge 1, 2, 3) ile tanımlanan iklim değişikliği yönelimlerinin, Bartın Çayı Havzası tatlı su ekosistemlerinde bazı bozulmalar için tetikleyici rol oynamış olması şaşırtıcı olmayacaktır. Zira sudaki oksijen miktarı; suyun sıcaklığı ve tuzluluğu ile doğrudan ilişkilidir. Su sıcaklığının yükselmesi; sudaki çözülmüş oksijen (Dissolved Oxygen-DO) miktarının azalması anlamına gelmektedir. Akarsuyun su sıcaklığı kış ve yaz mevsimlerinde de değişiklik gösterir ve bu durum sudaki DO miktarının da yaz ve kış mevsimlerinde farklılaşmasına neden olur. Bartın Çayı Havzası'nda ortalama sıcaklıkların yükselmesi ve yaz mevsiminin uzaması, bu mevsimlik DO değişiminin seyrini olumsuz etkilemesi beklenmelidir.

İklim elemanlarındaki değişimin Bartın Çayı su kalitesinde meydana getireceği muhtemel bozulmalar; suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde farklılaşmalar ile ilgilidir. Farklılaşmaları; su sıcaklıklarında yükselme, sudaki organik ve inorganik asılı yük miktarındaki artış ve çeşitlilik kazanması, su bünyesindeki eriyik olarak bulunan tuz ve minerallerin tür ve miktarlarındaki değişiklikler (Bates vd., 2008; Mandia, 2010; Meyer vd., 1999) ve bütün bu fiziksel ve kimyasal değişimlerden olumsuz olarak etkilenecek olan su kütlesindeki "biyolojik yaşam" (Bates vd., 2008; Mandia, 2010) olarak özetlemek mümkündür. Son yıllarda ağustos ayında, Bartın Çayı'nda

görülen balık ölümlerinin iklim değişikliğine bağlı su kalitesi bozulmaları ile ilişkili olması yüksek ihtimal olarak dikkate alınması ve araştırılması gerekmektedir. Meydana gelen toplu balık ölümlerinin sadece ağustos ayına denk gelmesi dikkat çekicidir. Ağustos ayında meydana gelen balık ölümleri olduğunda Bartın Valiliği, Tarım İl Müdürlüğü'nce Bartın Çayı su sıcaklığı ve BO ölçümleri yapılmış olup, su sıcaklığı mevsim normallerinin üstünde, DO miktarı da 0,3-0,7 mg/l seviyelerinde çıkmıştır. Akarsular için genel olarak kabul edilen minimum DO miktarı 4-5 mg/l dir ve eğer DO değeri 3 mg/l nin altına düşerse, su sıcaklıklarına da bağlı olarak (DO miktarı su sıcaklıkları ile ters orantılı olup, su sıcaklıkları yükseldikçe DO miktarı azalır), balık ölümleri için kritik seviyelerin başladığı kabul edilir (Mossa ve Scotta, 2011). Bartın Çayı'nda Bartın Valiliği, Tarım İl Müdürlüğü'nce ölçülen 0,3-0,7 mg/l seviyelerindeki DO miktarı (Ağustos 2013) balık ölümleri için açıklayıcı bir sebep olarak görülebilir. Balık ölümlerinin hem yılın belli bir dönemine denk gelmesi, balık ölümlerinde neden olacak kirletici kaynaklarının olmaması, gözlenen balık ölümlerinin belli bir balık cinsine (sazan grubu) ait olması, Bartın Çayı tatlı su ekosistemlerindeki bozulmalarına ait göstergelerden biri olma olasılığını kuvvetlendirmektedir.

### 5.3. İklim değişikliğinin erozyon üzerine etkisi

Bartın Çayı Havzası erozyon ve kütle hareketleri duyarlılık ve risk analizleri farklı çalışmalar ile büyük oranda ortaya konulmuştur (Turoğlu, 2004; Turoğlu ve Özdemir, 2005; Turoğlu 2007; Memlük ve Cengiz, 2008; Eker vd., 2012; Gökyer, 2012). Bu çalışmaların ortak sonucu; Bartın Çayı Havzası'nda erozyon ve kütle hareketlerine duyarlılığın çok yaygın ve gerçekleşme olasılığının da çok yüksek olduğudur. Bartın Çayı Havzası'nda meydana gelen ve beklenen iklimik değişiklikler (Şekil 4, 5, 6; Çizelge 1, 2, 3) ve havzanın litoloji (Şekil 7), toprak (Şekil 9) eğim (Şekil 10), drenaj sistemi (Şekil 12) gibi özellikleri nedeni ile erozyon ve kütle hareketleri tehlikelerinin gerçekleşme olasılığının, sıklık ve şiddet özelliklerinin zaman içinde daha da artırması beklenmelidir. Sıcaklık ve yağış koşullarındaki değişiklikler zaman içinde Bartın Çayı Havzası'nda özellikle fiziksel çözülme şiddetlendirecektir. Havzanın büyük bölümü; ince taneli, ardalı, karasal ve şelf çökellerinden oluşmaktadır (Şekil 8). Bu birimlerin bitki örtüsünden yoksun yüzeylerinde fiziksel çözülme etkinliği daha şiddetli olarak gerçekleşecek ve daha fazla taşınmaya hazır enkaz örtüsü oluşacaktır. Havzanın yer şekilleri (Şekil 7), eğim özellikleri (Şekil 10) ve drenaj sistemi (Şekil 11) yılın belirli dönemlerinde meydana gelecek ani şiddetli sağanak yağışlarla bu enkaz örtüsünün su ile kolayca taşınmasına, şiddetli erozyonun meydana gelmesine katkıda bulunacaktır. Yüzeysel akış; bitki örtüsünden yoksun, ince taneli çökel kayalardan oluşan, 3,1°-10° ve 10,1°-30° arası eğimlere sahip yamaçlarda şiddetli yarıntı erozyonunu, geçirimsiz nitelikteki ya da geçirimsizliği düşük nitelikteki toprak örtüsüne (Şekil 9) sahip tarım arazilerinde ise yüzeysel akış toprak erozyonunu şiddetlendirecektir.

DSİ 23. Bölge Müdürlüğü, taşkın koruma, erozyon ve rüsubat kontrol amaçlı olarak Bartın Çayı Havzası'nda toplam 32 adet proje tamamlamış olup, 2 proje ise halen uygulama aşamasındadır. Ayrıca Kirazlıköprü Barajı ve HES inşaatı da devam etmektedir (DSİ, 2014). Ancak havzanın doğal bitki örtüsünde çok hızlı bir tahribat olduğu, doğal bitki örtüsü alanlarının tarım alanı veya boş alanlara dönüştürüldüğü (Ateşoğlu, 2003; Turoğlu, 2004; Turoğlu ve Özdemir, 2005) doğal bitki örtüsünden yoksun yamaçlarda, toprak ve yarıntı erozyonu giderek daha da şiddetlenmektedir (Gökyer, 2012). Her sağanak yağıştan sonra, Bartın Çayı sediment yükünün artması; havzada geniş yer kaplayan flişler (Şekil 8) üzerinde gelişen şiddetli ayrışma ve taşınmaya hazır ince taneli enkaz örtüsünün erozyona uğramasının bir sonucudur. Ayrıca, doğal bitki örtüsü tahribatı; ölü bitkisel artık katmanının da zamanla ortadan kalkmasına neden olacaktır. Hem doğal bitki örtüsü ve hem de toprak yüzeyindeki ölü bitkisel artık katmanı (Malç); erozyon önleyici rol oynadığı gibi aynı zamanda toprağın organik madde bakımından da zenginleşmesine katkıda bulunur ve ayrıca su kaybını engelleyici etki yapar (Rickson, 2005). Dolayısıyla tekrar sıklıkları ve şiddet özellikleri artış gösteren sağanak yağışlar; Bartın Çayı Havzası'ndaki doğal bitki örtüsü tahribatının teşvik edici etkisi ile erozyonun önemli bir problem haline gelmesine neden olmaktadır.



#### 5.4. Tarımsal verimlilik

Bartın Çayı havzası mevcut coğrafi özellikleri nedeni ile sel ve taşkınlardan halen çok önemli zararlar görmektedir. Bartın Çayı Havzası'nda meydana gelen sel ve taşkınların zararlarından biri de tarımsal verimliliğin azalmasına aittir. İklim değişikliği (Şekil 4, 5, 6; Çizelge 1, 2, 3) Bartın Çayı Havzası'nda iki şekilde tarımsal verimliliğe olumsuz etki yapması beklenmelidir. Bunlardan biri iklim elemanlarındaki değişikliklerin zirai bitki yetişmesi ve gelişimi üzerine etkileri ve neden olması muhtemel rekolte düşüklüğü (Gornall vd., 2010) ile olacaktır. Diğer olumsuz etkisi ise sel ve taşkınların ziraat alanlarını bozucu etkileri ile ortaya çıkaracağı olumsuz etkilerdir. Taşkınlar; hem zirai bitkiler üzerinde meydana getirdikleri bozulmalar ve hem de bıraktıkları taşkın çökelleri ile tarım sahalarında büyük hasarlar yaratırlar (Alpaslan vd., 2007; Banerjee, 2010; RTNCCAP, 2011; Sidi, 2012). Hidrolojik ve tarımsal kuraklık (Şekil 6; Çizelge 3), sellere bağlı olarak ziraat alanlarında meydana gelecek toprak erozyonu (Turoğlu, 2004; Turoğlu ve Özdemir 2005), her taşkın sonrasında eğimin 0°-1° civarında olduğu arazilerde meydana gelen ve birkaç gün süren göllenmelerin etkisi ile gerçekleşen zararlar, taşkınların ince taneli çökelleri, Bartın Çayı havzasında tarımsal verimliliğin giderek azalmasına yol açacaktır. Tarımsal verimliliğin giderek azalması, Bartın Çayı Havzası'nda iklim değişikliğinin beklenen önemli problemlerinden biri olarak görülmelidir.

#### 6. Sonuç

Bartın Meteoroloji İstasyonu'na ait 1965-2012 yılları zaman aralığı, günlük sıcaklık ve günlük yağış verisi kullanılarak yapılan klimatik analizler, Bartın Çayı Havzası'nda; son 15 yıllık zaman dilimi içinde, yıllık yağış miktarının düşük oranda artış göstermesine rağmen, yağış rejiminin belirgin şekilde değiştiğini, yaz dönemi yağışlarının azalmasına karşın az şiddetli ve şiddetli sağanak yağışlarının yılın Haziran–Ekim döneminde belirgin şekilde artış gösterdiğini, günlük sıcaklıkların arttığını, yaz mevsiminin giderek uzadığını, ilk 15 yıl ve 47 yıllık dönemlere göre yıllık su noksanı miktarı ve yıllık evapotranspirasyon değerlerinin yükseldiğini ve dolayısıyla kuraklık eğilimini ortaya koymaktadır. Bu durum; yakın gelecekte, Bartın Çayı Havza Yönetimi'nde önemli sorunları da beraberinde getirmesi ve bu sorunların uzun vadede daha önemli hale gelmesi beklenmelidir. Bu sorunlar ile ilgili olarak zarar görülebilirlik, mümkünse önleme, değilse zarar azaltma stratejilerinin belirlenmesi ve uygulamaya konulması gerekmektedir.

İklim değişikliği öngörülleri ile bu çalışmada gerçekleştirilen iklim analizlerinin sonuçları dikkate alınarak; günümüz ve gelecek ile ilgili, klimatik değişikliklerin Bartın Çayı Havzası su, toprak, doğal bitki örtüsü ile diğer doğal kaynakların ve tatlı su ekosistemlerin bu değişikliklerden en az şekilde etkilenmesi ve ayrıca havzadan afet boyutundaki doğa olaylarından zarar görmeyecek ya da daha az etkilenecek, havzadan faydalanmada sürdürülebilir kullanımın gözetildiği, ekonomik ve sosyal kazanımların en üst düzeye çekilmesini sağlayacak yönetim stratejilerinin etkili şekilde projelendirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Bu yaklaşım için “Bartın Çayı Havzası Bütünleşik Havza Yönetimi” stratejisi zaman geçirilmeden projelendirilerek hayata geçirilmesi, bu çalışmada sözü edilen coğrafi analiz ve değerlendirmelerin Bartın Çayı Havzası Bütünleşik Havza Yönetimi kapsamında dikkate alınması havza yönetiminin başarısında önemli rol oynayacaktır.

Akarsu havzaları; bir çok coğrafi faktörün birbiri ile ilişkili olduğu kompleks yapıya sahiptir. İklim değişikliği etkilerinin Bartın Çayı Havzası'ndaki etkilerini en aza indirme amaçlı “Bütünleşik Havza Yönetimi” kapsamının aşağıdaki hususları içermesi önerilir.

- Bu tür çalışmaların mutlaka havza bazlı (Şekil 7, 8, 9, 10, 11) olarak yapılması gerekmektedir. Gerekli durumlarda; havza bazlı yaklaşım içinde, alt havza ve lokal detaylar havza geneli ile ilişkilendirilerek ele alınmalıdır.
- Küresel ve bölgesel iklim değişikliği entegrasyonlu, uzun vadeli, coğrafi özelliklerin yönlendiriciliğinde ve duyarlılık, tehlike-risk analizlerini de kapsayan bir planlama yapılması, bu tür çalışmaların her havza için ayrı ayrı gerçekleştirilmesi, farklı bölge ve havzalar için

yapılan çalışmaların sonuçlarının genelleme yapılarak kullanımından kaçınılması; bütünleşik havza yönetiminin başarılı olması için özel öneme sahiptir.

- Bartın Çayı Havzası'nın sahip olduğu coğrafi özellikleri; iklim elemanlarındaki farklılaşmalara karşı sonderece hassas olup, sıcaklık ve yağış özelliklerindeki değişikliklerin; akarsu havza yönetimi için önem arz eden unsurlar üzerinde önemli oranda farklılaşmalara ve sorunlara neden olması beklenmelidir.
- Su yönetimi; Bartın Çayı Havzası için hep önemli olmuştur. Bu konu; gelecekte hem fiziki ortam ve hem de insan, hayvan ve bitki toplulukları için geçerli olan yaşamsal önemi nedeniyle daha fazla öne çıkacaktır. Dolayısıyla, su yönetimi konusuna Bartın Çayı Bütünleşik Havza Yönetimi kapsamında mutlaka hassasiyetle yer verilmelidir. Zira yağış ve sıcaklık iklim elemanlarına ait son 15 yılda gerçekleşen farklılaşmalar hidrolojik döngüde de değişikliğe neden olacaktır. Evapotranspirasyonun giderek yükselmesi, yaz mevsiminin uzaması ve bu döneme ait yağışların azalması Bartın Çayı Havzası'nda hem sel ve taşkınlar ve hem de su ihtiyacı anlamında su yönetimi problemlerini tetikleyecektir.
- Yağış ve sıcaklık iklim elemanlarındaki farklılaşmanın, bu çalışmada değinilen Bartın Çayı Havzası coğrafi özellikleri nedeni ile doğrudan ve dolaylı olarak hem erozyonu şiddetlendirici ve hem de tarımsal verimliliği azaltıcı etkisinin giderek artacağı analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır. Bu konuda; multidisipliner bir yaklaşım ile önleme, zarar azaltma projelerine ihtiyaç vardır.
- Bartın Çayı Havzası'nda; kentsel gelişim, sanayi, tarım, vb. sektörel alanlara ait planlama ve karar verme sürecinde tüm paydaşların aktif katıldığı uygulamaların tercih edilmesi bütünleşik havza yönetiminin sağlıklı ve sürdürülebilir olması için gereklidir.
- Bartın Çayı Havzası'nda, geçen birkaç 10 yıl içinde bazı projelere başlanmış (TEFER Projesi uygulamaları, DSİ nin kanal ıslah projeleri, DSİ tarafından yürütülen sel ve taşkın koruma, erozyon ve rusubat kontrol tesis çalışmaları, Liman hafriyatı, Kirazlıköprü Barajı ve HES inşaatı, vd.) olup bunlardan bazıları halen tamamlanamamıştır. Projeler için; devletin yeterli yatırım ve gerekli ödenek tahsisi, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının her anlamda katılımı ve sorumluluk alması gerekmektedir.
- Bartın Çayı Havzası ve onun üzerinde etkili olan doğal ve sosyo-ekonomik faktörler hakkında multidisipliner yaklaşımla bir veri tabanı oluşturulmalı ve bu veritabanı güncel tutularak havza yönetiminde mutlaka kullanılmalıdır. Bu uygulamalar için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama teknolojilerinin tercih edilmesi önemli avantajlar sağlayacaktır.

## 7. Referanslar

- Alpaslan, A. H.; Ataç, A.; Yeşil, N. (2007) "River basin management plans in Turkey during the accession period to European Union", *State Hydraulic Works, International Congress on River Basin Management, Proceeding*, Antalya, 148-166.
- Ardel, A.; Kurter, A.; Dönmez, Y. (1969) *Klimatoloji Tatbikatı*, İ.Ü. Yayınları No: 1123, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 40, İstanbul.
- Ateşoğlu, A. (2003) *Bartın Yöresi arazi kullanımındaki değişimin Uzaktan Algılama verileriyle belirlenmesi*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak.
- Avcı, M. (1998) "İlgaz Dağları ve çevresinin bitki coğrafyası I (Bitki örtüsünün coğrafi şartları)", İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, *Coğrafya Dergisi*, 6, 137-216.
- Banerjee, L. (2010) "Effects of Flood on Agricultural Productivity in Bangladesh", *Oxford Development Studies*, 38 (3), 339-356.
- Bates, B. C.; Kundzewicz, Z. W.; Wu, S.; Palutikof, J. P. (2008) *Climate Change and Water, IPCC Technical Paper VI*, Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- Birsoy, Y. ve Öngen. M.K., (1992) "Thornthwaite iklim sınıflandırması ve su bilançosunun belirlenmesinde bilgisayar kullanımı", *Ege Coğrafya Dergisi*, 6, 153-179.
- Christensen, J. H; Hewitson, B.; Busuioac, A.; Chen, A.; Gao, X.; Held, I.; Jones, R.; Kolli, R. K.; Kwon, W.T.; Laprise, R.; Magaña, R. V.; Mearns, L.; Menéndez, C. G.; Räisänen, J.; Rinke, A.; Sarr, A.; Whetton, P. (2007) "Regional

- Climate Projections". In Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (eds.) *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.
- Dalfes, H. N.; Karaca, M.; Şen, Ö. L. (2007) "Climate Change Scenarios for Turkey". In Güven, Ç. (ed.) *Climate Change & Turkey: Impacts, Sectoral Analyses, Socio-Economic Dimensions*, United Nations Development Programme (UNDP) Turkey Office, 11-17.
- Dobur, J. C. (2006) *An Analysis of the Geographic Distribution of Flash Flood Events across the Southeastern United States*, NOAA/National Weather Service, Southeast River Forecast Center, Peachtree City, Georgia. (<http://www.srh.noaa.gov/media/serfc/presentations/seFlashFlood.pdf>, 05.02.2014).
- Dönmez, Y. (1990) *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 3248, İstanbul.
- DMİ (2013) *Bartın Meteoroloji İstasyonu (17020) basılmamış günlük yağış ve sıcaklık rasat verisi*, TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü, Ankara.
- DSİ (2014) DSİ 23. *Bartın ili işletmedeki tesisler*, Bölge Müdürlüğü (<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi23/bartın.htm>, 10.02.2014)
- Dyson, L. L. (2009) *Heavy daily-rainfall characteristics over the Gauteng Province*, Water SA (On-line version ISSN 1816-7950) 35/5 ([http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S1816-79502009000500011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S1816-79502009000500011&script=sci_arttext), 05.02.2014).
- Eker, A. M.; Dikmen, M.; Cambazoğlu, S.; Düzgün, Ş. H. S. B.; Akgün, H. (2012) "Bartın, Ulus İlçesi için apay sinir ağı ve lojistik regresyon yöntemlerinin uygulanması ve karşılaştırması", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27/1, 163-173.
- EPA (2013) "Future Climate Change", *United States Environmental Protection Agency*. (<http://www.epa.gov/climatechange/science/future.html>, 10.05.2013).
- Erinç, S. (1969) *Klimatoloji ve Metodları*, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 994, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 35, İstanbul.
- Erlat, E. ve Türkeş, M. (2012) "Analysis of observed variability and trends in numbers of frost days in Turkey for the period 1950–2010", *International Journal of Climatology*, 32 (12), 1889–1898.
- Erlat, E. ve Türkeş, M. (2013) "Observed changes and trends in numbers of summer and tropical days, and the 2010 hot summer in Turkey", *International Journal of Climatology*, 33/8, 1909-1916.
- Foster, G. ve Rahmstorf, S. (2011) "Global temperature evolution 1979–2010". *Environmental Research Letters*, 6(4), 044022 (<http://iopscience.iop.org/1748-9326/6/4/044022/fulltext/>, 05.02.2014).
- Gornall, J.; Betts, R.; Burke, E.; Clark, R.; Camp, J.; Willett, K.; Wiltshire, A. (2010) "Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century", *Philosophical Transactions, Biological Sciences*, Royal Society Publishing, 365(1554), 2973-2989.
- Gökyer, E. (2012) Bartın Kenti ve Arıt Havzası örneğinde peyzaj değerlendirme üzerine bir araştırma, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21/14, 82-91.
- GWF (2000). *Integrated Water Resources Management*. Global Water Partnership, Technical Advisory Committee (TAC). Tac Background Papers No. 4, Stockholm, Sweden.
- Hansen, J. E. (2012). "NASA Finds 2011 Ninth Warmest Year on Record". *Data source: NASA Goddard Institute for Space Studies*. Image credit: NASA Earth Observatory (<http://www.giss.nasa.gov/research/news/20120119/>, 10.05.2013).
- IPPC (2007) *Fourth Assessment Report: Climate Change*. In Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.
- İkiel, C. (2000) "Muğla ve çevresinin yağış şiddeti bakımından özellikleri". *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 2, 96-101.
- İsmailoğlu, Ş.; Özcan, Ü.; Küçük, İ.; Çağlayan, D.; Bayrak, D. (1999) *Aşağı Filyos Vadisi; Bartın, Karabük, Alaplı (Batı Karadeniz) Yörelerindeki Seller ve Heyelanlara İlişkin Rapor*, TMMOB, Ankara.
- Jones, P. D.; Lister, D. H.; Osborn, T. J.; Harpham, C.; Salmon, M.; Morice, C. P. (2012) "Hemispheric and large-scale landsurface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2010", *Journal of Geophysical Research*, 117.
- Kadıoğlu, M. (2012) *Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi*. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, T.C. Şehircilik Bakanlığı, ISBN 978-605-5294-12-0, Ankara.
- Kitoh, A., (2013) *Future Climate Projections around Turkey by Global Climate Models*, ([http://www.chikyuu.ac.jp/iccap/ICCAP\\_Final\\_Report/2/3-climate\\_kitoh.pdf](http://www.chikyuu.ac.jp/iccap/ICCAP_Final_Report/2/3-climate_kitoh.pdf), 10.05.2013).
- Lee, D. C. ve Dinar, A. (1996) "Integrated models of river basin planning, development, and Management", *Water International*, 21, 213-222.
- Lionello P.; Abrantes, F.; Congedi, L.; Dulac, F.; Gacic, M.; Gomis, D.; Goodess, C.; Hoff, H.; Kutiel, H.; Luterbacher, J.; Planton, S.; Reale, M.; Schröder, K.; Struglia, M. V.; Toretin, A.; Tsimplis, M.; Ulbrich, U.; Xoplaki, E. (2012), "Introduction: Mediterranean Climate—Background Information". In Lionello, P. (ed.) *The Climate of the Mediterranean Region; From the Past to the Future*, Elsevier publications. Pages xxxv- xc, London.

- Mandia, S. (2010). *Climate Change Impact on Freshwater Wetlands, Lakes & Rivers* (<http://profmandia.wordpress.com/2010/08/16/climate-change-impact-on-freshwater-wetlands-lakes-rivers/>, 05.02.2014).
- Memlük, Y. ve Cengiz, B. (2008) *Bartın Çayı ve Yakın Çevresinin Kentsel Açık ve Yeşilalan Sistemi Açısından Değerlendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma*, TÜBİTAK Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu (ÇAYDAG), Proje No: 104Y190, Ankara.
- MEU (2011) *National climate change action plan*, Ministry of Environment and Urbanization, 2011–2023, Ankara.
- Meyer, J. L.; Sale, M. J.; Mulholland, P. J.; Poff, N. L. (1999) "Impacts of climate change on aquatic ecosystem functioning and health", *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 35/6, 1373–1386.
- Minea, G. (2013) "Assessment of the flash flood potential of Bâsca River Catchment (Romania) based on physiographic factors", *Central European Journal of Geosciences*, 5/3, 344-353.
- Moe, S. J.; Barkved, L. J.; Blind, M.; Makropoulos, C.; Vurro, M.; Ekstrand, S.; Rocha, J.; Mimikou, M.; Ulstein, M. J. (2010) *How can climate change be incorporated in river basin management plans under the WFD?*, Report from the EurAqua Conference 2008, Intitute for Water Research. Report no: 6045-2010, Project no: 40009, Norway.
- Mossa, D. D. ve Scotta, D. C. (2011) "Dissolved-Oxygen Requirements of Three Species of Fish", *Transactions of the American Fisheries Society*, 90/4, 377-393.
- MTA (2001) *1/100000 ölçekli Zonguldak E28, E29, F28, F29 Jeoloji paftaları*, MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- NOAA (2013) "State of the Climate: Global Analysis for Annual 2012", NOAA National Climatic Data Center (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2012/13>, 10.05.2013).
- Önol, B. ve Semazzi, F. H. M. (2009) "Regionalization of Climate Change Simulations over the Eastern Mediterranean", *Journal of Climate*, 22, 1944–1961.
- Önol, B. ve Ünal, Y. S. (2012) "Assessment of climate change simulations over climate zones of Turkey", *Regional Environmental Change*, Springer-Verlag, DOI 10.1007/s10113-012-0335-0.
- Önol, B.; Ünal, Y. S.; Dalfes, H. N. (2009) "İklim değişimi senaryosunun Türkiye üzerindeki etkilerinin modellenmesi", *İTÜ DERGİSİ/d*, 8/10.
- Öztürk, T.; Altınsoy, H.; Türkeş, M.; Kurnaz M. L. (2012) "Simulation of temperature and precipitation climatology for central Asia CORDEX domain by using RegCM 4.0", *Climate Research*, 52, 63–76.
- Planton, S.; Lionello, P.; Artale, V.; Aznar, R.; Carrillo, A.; Colin, J.; Congedi, L.; Dubois, C.; Elizalde, A.; Gualdi, S.; Hertig, E.; Jacobeit, J.; Jordà, G.; Li, L.; Mariotti, A.; Piani, C.; Ruti, P.; Sanchez-Gomez, E.; Sannino, G.; Sevault, F.; Somot, S.; Tsimplis, M. (2012) "The Climate of the Mediterranean Region in Future Climate Projections". In Lionello, P. (ed.) *The Climate of the Mediterranean Region; From the Past to the Future*, 449–502, London.
- Rogelj, J.; Meinshausen, M.; Knutti, R. (2012) "Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates", *Nature Climate Change*, 2, 248–253.
- Rickson, R. J. (2005) "Simulated vegetation and geotextiles", In Morgan R.P.C. ve Rickson R.C. (eds.) *Slope Stabilization and Erosion Control: A Bioengineering Approach*, E&FN Spon, 100-293.
- RTNCCAP, (2011) *Republic Of Turkey, National Climate Change Action Plan, 2011–2023*. The NCCAP Project Team, The Ministry of Environment and Urbanization, General Directorate of Environmental Management, Climate Change Department, Policy and Strategy Development Division, Ankara.
- Sidi, M. S. (2012) "The impact of the 2012 floods on agriculture and food security in Nigeria using GIS", *United Nations International Conference on Space-based Technologies for Disaster Management - Risk Assessment in the Context of Global Climate Change*, 7-9 November 2012, Beijing, China.
- Smith, T. M.; Richard W. R.; Thomas C. P.; Jay L. (2008) "Improvements to NOAA's Historical Merged Land–Ocean Surface Temperature Analysis (1880–2006)", *Journal of Climate*, 21, 2283–2296.
- Şorman, Ü.; Gülkan, P.; Önder, H.; Yanmaz, M.; Doğanoglu, V. (1998) *Batı ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Sel Afetleri Araştırma Raporu*. Türkiye Müteahhitler Birliği, Ankara.
- Talu, N.; Özden, M. S.; Özgün, S.; Dougherty, W.; Fencel, A. (2011) *Turkey's National Climate Change Adaptation Strategy and Action Plan (Draft)*. In Tapan, D. Ş. (ed.) T.R. Ministry of Environment and Urbanization, Ankara.
- Tatlı, H. ve Türkeş, M. (2011) "Examination of the dry and wet conditions in Turkey via model output statistics (MOS)". Istanbul Technical University, *5th Atmospheric Science Symposium Proceedings Book*, 219-229.
- Thorntwaite, C. W. (1948) "An Approach toward a Rational Classification of Climate", *Geographical Review*, 38-1, 55-94.
- TSGM (1972) *Batı Karadeniz Havzası Toprakları*. Havza No: 13, Raporlar Serisi 500. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları No: 273.
- Tunçdilek, N. (1985) *Türkiye'de Relief Şekilleri ve Arazi Kullanımı*, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 3, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3279, İstanbul.
- Turoğlu, H. (2004) *Bartın Çayı Havzasının Hidrografik Doğal Afet Risk Analizi*, İstanbul Üniversitesi, BAP, No: 1700/15082001, Tamamlanma tarihi 2004, (Basılmamış) (Proje Yürütücüsü: H. Turoğlu, Yardımcı Araştırmacılar: H. Özdemir, B. Gönençgil, B. Mater).
- Turoğlu, H. (2005) "Bartın'da meydana gelen sel ve taşkınlarla ait zarar azaltma ve önleme önerileri", *İ.T.Ü. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, 02–03 Haziran 2005*, 104–110.



- Turoğlu, H. (2007) "Flood and flash floods analysis for Bartın River Basin", *International River Basin Management Congress*, 0-14.
- Turoğlu, H. ve Özdemir, H. (2005) *Bartın'da sel ve taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri*. Çantay Kitapevi, İstanbul.
- Türkeş, M. (1996) "Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey", *International Journal of Climatology*, 16, 1057-1076.
- Türkeş, M. (1998) "Influence of geopotential heights, cyclone frequency and southern oscillation on rainfall variations in Turkey", *International Journal of Climatology*, 18, 649-680.
- Türkeş, M. (1999) "Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 23, 363-380.
- Türkeş, M.; Akgündüz, A. S.; Demirörs, Z. (2009) "Drought periods and severity over the Konya Sub-region of the Central Anatolia Region according to the Palmer Drought Index", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7, 129-144.
- Türkeş, M.; Sümer, U. M.; Çetiner, G. (2000) "Küresel iklim değişikliği ve olası Etkileri", *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara*.
- Türkeş, M. ve Tatlı, H., (2009) "Use of the standardized precipitation index (SPI) and modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey", *International Journal of Climatology*, 29, 2270-2282.
- TWB (2012) *Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must Be Avoided*, A Report for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. Washington.
- UNDP (2007) *İklim Değişikliği & Türkiye, Etkiler, Sektörel Analizler, Sosyo-Ekonomik Boyutları*, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) Türkiye Ofisi, Ankara.
- Vano, J.; Scott, M.; Voisin, N.; Stöckle, C.; Hamlet, A.F.; Mickelson, K. E .B.; McGuire Elsner, M.; Lettenmaier, D. P. (2009) "Climate change impacts on water management and irrigated agriculture in the Yakima River Basin, Washington, USA. Chapter 3.3". *The Washington Climate Change Impacts Assessment: Evaluating Washington's Future in a Changing Climate*, Climate Impacts Group, University of Washington, Seattle, Washington, 132-163.
- Vardar, A.; Kurtulmuş, F.; Darga, A. (2011) "Local indications of climate changes in Turkey: Bursa as a case example", *Climatic Change*, 106, 255-266.
- Wilby, R. L.; Orr, H. G.; Hedger, M.; Forrow, D.; Blackmore, M. (2006) "Risks posed by climate change to delivery of Water Framework Directive objective", *Environment International*, 32, 1043-1055.
- WFD (2013) The EU Water Framework Directive - integrated river basin management for Europe, (<http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/>, 10.09.2013).
- WWF (2013a) Integrated River Basin Management (IRBM), A holistic approach. ([http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/about\\_freshwater/rivers/irbm/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/rivers/irbm/), 10.09.2013).
- WWF (2013b) Integrated River Basin Management (IRBM), 14 case study examples of managing large rivers. ([http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/about\\_freshwater/rivers/irbm/cases/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/rivers/irbm/cases/), 10.09.2013).

