

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜRESEL ISINMANIN KİLİS-MUSABEYLİ BARAJI
İLE BALIKESİR-BİGADIÇ İLYASLAR BARAJINA
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

İnş. Müh. Esra KAYA

Yüksek Lisans Tezi
Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği
Programı: Hidrolik

Danışman: Doç. Dr. Nihat KAYA

AĞUSTOS-2013

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜRESEL ISINMANIN KİLİS-MUSABEYLİ BARAJI İLE BALIKESİR-BİGADIÇ
İLYASLAR BARAJINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Esra KAYA

(07115107)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06.08.2013

Tezin Savunulduğu Tarih : 02.09.2013

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Nihat KAYA

Diğer Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. M. Emin EMİROĞLU

Doç. Dr. Ömer KELEŞOĞLU

AĞUSTOS-2013

ÖNSÖZ

Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi kapsamında bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve katkılarını hiç esirgemeyen değerli tez yöneticim Doç. Dr. Nihat KAYA'ya teşekkür ederim.

Ayrıca, desteklerinden ötürü çalışma arkadaşım Meteoroloji Mühendisi Sema KANDIR'a; maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme ve eşim Muhammed Çağrı KAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Esra KAYA
ELAZIĞ-2013

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ	1
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	4
2.1. İklim Değişikliğine Genel Bakış	4
2.2. İklim Değişikliğinin Nedenleri.....	6
2.3. İklim Değişikliğinin Türkiye ve Dünya Üzerine Etkileri.....	8
2.4. İklim Değişikliği ve Barajlara Etkisi.....	11
2.5. İklim Değişikliğine Karşı Alınması Gerekli Önlemler	12
2.6. İklim Değişikliği ile İlgili Olarak Yapılan Uluslararası Çalışmalar.....	13
2.6.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi	13
2.6.2. Kyoto Protokolü	14
2.6.3. İklim Değişikliği Müzakereleri ve Türkiye.....	14
3. YAĞIŞLAR	16
3.1. Türkiye’de Yağışlar.....	16
3.2. Su Havzaları ve Akışlar.....	17
4. MATERYAL ve METOT	21
4.1. M. Turc Metodu	21
4.2. Kilis İli için Genel Uygulama Alanı Bilgileri	24
4.2.1. İklim Senaryosunun Uygulanması	29
4.2.2. İklim Modellemesi Yardımıyla 2013-2070 Yılları Yağış ve Akış Verilerinin Grafiklerden Elde Edilmesi	29
4.2.3. Sulama Amaçlı Barajlarda Proje İşletme Çalışması.....	48
4.2.3.1. Su Temini Değerleri	49
4.2.3.2. Sulama Suyu İhtiyacı.....	49

4.2.3.3.	Baraj Gölü Yüzeyinden Net Buharlaşma Miktarları.....	49
4.2.3.4.	Kot-Alan Hacim Değerleri	50
4.2.4	Sulama Alanının Hesaplanması.....	50
4.3.	Balıkesir İli için Genel Uygulama Alanı Bilgileri.....	52
4.3.1.	İklim Modellemesi Yardımıyla 2013-2070 Yılları Yağış ve Akış Verilerinin Grafiklerden Elde Edilmesi	57
4.3.2.	Balıkesir İli için İşletme Çalışması	73
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	76
	KAYNAKLAR.....	77
	ÖZGEÇMİŞ.....	79

ÖZET

Bilindiği gibi küresel iklim değişikliği, sadece ülkemizi değil tüm dünyayı etkileyen son yılların en önemli problemlerindendir. İklim değişikliğine bağlı olarak Türkiye’de yaşanacak yağış ve sıcaklık değişimlerinin akarsular üzerine etkisi araştırılmıştır. Su kaynakları teknik olarak güvenilir bir şekilde planlandığı takdirde uzun yıllar amacına hizmet edebilmektedir. Hidrolojik döngünün bileşenlerinden olan yağış, buharlaşma-terleme ve yüzeysel akış gibi parametreler, iklim değişikliğinin yaşanmasıyla beraber geçmiş yıllara göre şu anda ve gelecekte artma veya azalma eğilimi göstermektedir. Türkiye’de yapılan çalışmalarda özellikle ani yağışlar sonucu oluşacak akarsuların akımlarında önemli değişimler olduğu gözlenmiştir. Sunulan bu çalışmada günlük akımlardan aylık veriler oluşturularak, su kullanımları sosyal, ekonomik ve meteorolojik değişkenlere bağlı olarak modellenmiştir. Küresel iklim değişikliği daha çok Marmara, Trakya ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde hissedilir bir şekilde yaşanmakta olup ani taşkınlara veya kurak dönemlerin yaşanmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle yapılan araştırmada Güneydoğu Anadolu Bölgesi Kilis ili Musabeyli Barajı ile Marmara Bölgesi Balıkesir ili Bigadiç İlyaslar Barajı temel alınmıştır. Söz konusu örnekler için 2013 ile 2070 yılları arasındaki tahmini değerlere göre incelemeler yapılmıştır. Öncelikle İTÜ’nün Tübitak projesine bağlı internet tabanlı araçtan küresel iklim değişikliği modeli ile (A2 Senaryosu-ECHAM5 küresel modeli-REGCM3 bölgesel modeli) günlük yağış ve akış grafikleri bulunmuş ve bunlar aylık verilere çevrilmiştir. Bu yağış-akış verileri Kilis için Asi Havzası, Balıkesir için ise Susurluk Havzası alınarak TURC Metoduyla akıma çevrilmiştir. DSİ tarafından planlanmış baraj raporlarındaki verilerde mevcut akım ve buna bağlı sulama alanı ile küresel ısınmaya bağlı olarak oluşacak küresel iklim değişikliği modelinden yararlanılarak bulunan yeni durum ile kıyas yapılmıştır. Sulama alanı bulunurken de barajın karakteristik özellikleri değiştirilmeden yeni akıma göre baraj işletme çalışması yapılarak son durumda sulanacak alan bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Hidrolojik Döngü, Yağış-Akış Verileri, Modelleme, İşletme Çalışması, M. Turc. Metodu

SUMMARY

A Research for Effects of Global Warming on Kilis Musabeyli and Balıkesir Bigadiç-İlyaslar Dams

In recent years, global warming is one of the major problems that influences our country as well as world. It is obvious that, if the usage of water resources is planned well, people can use them many years. Precipitation, evaporation and runoff that are important parts of hydrological cycle, will be in a trend which either increasing or decreasing in the future. Some researches in Turkey showed that, flow of some streams increased rapidly because of heavy rains. In this study, the effects of rainfall and temperature changes on streams are researched. In order to determine social, economical and meteorological effects of changes of a stream's flow, average monthly rainfall is calculated for future. Climate change influences Marmara, Trakya and Southeastern Anatolia regions very much and natural events like flood and drought is more frequently seen in these regions. Therefore, Musabeyli Dam in Kilis province in Southeastern Anatolia and Bigadiç-İlyaslar Project in Balıkesir province in Marmara are chosen as case studies for this research. Predicted rainfall and flow values between 2013 and 2070 are considered for these two cases. Firstly, daily rainfall and flow values are gathered as graphics from a web-based tool for one of the Tübitak projects of İstanbul Technical University. These values depend on A2 scenario, general circulation model ECHAM5 and Regional Climate Model Version 3 (REGCM3). Then, using these values, average monthly values are calculated. With the help of these monthly values and the TURC method, flow values are calculated based on Asi basin for Kilis and Susurluk basin for Balıkesir. Moreover, irrigation areas are recalculated with the new values and compared with the values on DSI's project reports. New irrigation areas are calculated by maintaining the characteristics of dams and using newly calculated flow values.

Key Words: Climate Change, Hydrological Cycle, M. Turc Method, Modelling, Rainfall- Run off Data, Reservoir Operation

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Dört ana senaryo ailesi ve alt teknolojik durumu.....	4
Şekil 2.2. Karbon emisyon senaryosu.	7
Şekil 2.3. Sıcaklık değişim senaryosu	8
Şekil 2.4. 180 milyon yıl önceki ve günümüzdeki karaların dağılımları.....	8
Şekil 4.1. Kilis ili için 2013 yılı aylık yağışlar.....	30
Şekil 4.2. Kilis ili için 2013 yılı aylık yüzeysel akış.....	30
Şekil 4.3. Kilis ili için 2020 yılı aylık yağışlar.....	31
Şekil 4.4. Kilis ili için 2020 yılı aylık akışlar.....	31
Şekil 4.5. Kilis ili için 2030 yılı aylık yağışlar.....	32
Şekil 4.6. Kilis ili için 2030 yılı aylık akışlar.....	32
Şekil 4.7. Kilis ili için 2040 yılı aylık yağışlar.....	33
Şekil 4.8. Kilis ili için 2040 yılı aylık akışlar.....	33
Şekil 4.9. Kilis ili için 2050 yılı aylık yağışlar.....	34
Şekil 4.10. Kilis ili için 2050 yılı aylık akışlar.....	34
Şekil 4.11. Kilis ili için 2060 yılı aylık yağışlar.....	35
Şekil 4.12. Kilis ili için 2060 yılı aylık akışlar.....	35
Şekil 4.13. Kilis ili için 2070 yılı aylık yağışlar.....	36
Şekil 4.14. Kilis ili için 2070 yılı aylık akışlar.....	36
Şekil 4.15. Kilis ve Balıkesir illeri için model sonucu oluşturulan 2013-2070 yılları arası yağış durumu.....	37
Şekil 4.16. Kilis ve Balıkesir illeri için model sonucu oluşturulan 2013-2070 yılları arası akış durumu.....	38
Şekil 4.17. Asi, Susurluk ve Fırat havzalarının 2000-2050 yılları yağış-akış durumunu gösteren grafik	38
Şekil 4.18. Balıkesir ili için 2013 yılı aylık yağışlar	58
Şekil 4.19. Balıkesir ili için 2013 yılı aylık akışlar	58
Şekil 4.20. Balıkesir ili için 2020 yılı aylık yağışlar	59
Şekil 4.21. Balıkesir ili için 2020 yılı aylık akışlar	59
Şekil 4.22. Balıkesir ili için 2030 yılı aylık yağışlar	60

Şekil 4.23. Balıkesir ili için 2030 yılı aylık akışlar	60
Şekil 4.24. Balıkesir ili için 2040 yılı aylık yağışlar	61
Şekil 4.25. Balıkesir ili için 2040 yılı aylık akışlar	61
Şekil 4.26. Balıkesir ili için 2050 yılı aylık yağışlar	62
Şekil 4.27. Balıkesir ili için 2050 yılı aylık akışlar	62
Şekil 4.28. Balıkesir ili için 2060 yılı aylık yağışlar	63
Şekil 4.29. Balıkesir ili için 2060 yılı aylık akışlar	63
Şekil 4.30. Balıkesir ili için 2070 yılı aylık yağışlar	64
Şekil 4.31. Balıkesir ili için 2070 yılı aylık akışlar	64
Şekil 4.32. Kilis ilinin iklim değişikliği etkisine bağlı olarak sulanacak alan durumu.	75
Şekil 4.33. Balıkesir ilinin iklim değişikliği etkisine bağlı olarak sulanacak alan durumu.	75

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. IPCC senaryolarının nüfus ve ekonomik öngöröleri	5
Tablo 3.1. Türkiye akarsu havzalarının karakteristikleri	18
Tablo 3.2 Türkiye havzalarında iklim değışikliği sonunda oluşacak değışimler.....	20
Tablo 4.1. Türkiye akarsu havzalarının ortalama yağış, sıcaklık dereceleri ve turc metodu A=300 katsayılarıyla hesaplanmış akımlar ve havza yağış, akım ve sıcaklık derecelerine göre hesaplanmış, A katsayıları	23
Tablo 4.2. Proje alanındaki meteoroloji istasyonlarında ortalama aylık toplam yağışlar...	25
Tablo 4.3. İstasyondaki aylık ortalama sıcaklıklar.	25
Tablo 4.4. İstasyondaki aylık net buharlaşmalar	25
Tablo 4.5. Kilis projesi kapsamında kullanılan istasyondaki (1987-2009) yılları arası aylık toplam akımlar.	26
Tablo 4.6. Musabeyli barajı planlama raporuna ait karakteristik bilgiler.....	28
Tablo 4.7. Kilis ili için 2013–2070 yılları arası aylık yağışlar	39
Tablo 4.8. Kilis ili için 2013–2070 yılları arası aylık akışlar	42
Tablo 4.9. Musabeyli barajında uygulanan turc metodu için genel bilgiler.	45
Tablo 4.10. Musabeyli barajında 2013–2070 yılları arası uygulanan turc metodu için girilen yağışlar.	46
Tablo 4.11. Musabeyli barajında 2013-2070 yılları arası uygulanan turc metodu sonucu bulunan akım değeri.	47
Tablo 4.12. Musabeyli barajı için kullanılan turc metodunda yağış-akım durumu için hesaplanan havza ortalama kot	48
Tablo 4.13. Musabeyli barajı işletme çalışmasında kullanılmak üzere raporda mevcut sulama suyu ihtiyaç değeri.	50
Tablo 4.14. Musabeyli barajı işletme çalışmasında kullanılmak üzere raporda mevcut alan- hacim diyagramı.	51
Tablo 4.15. Proje alanındaki meteoroloji istasyonlarında ortalama aylık toplam yağışlar.	52
Tablo 4.16. İstasyondaki aylık ortalama sıcaklıklar.	53
Tablo 4.17. İstasyondaki aylık net buharlaşmalar	53
Tablo 4.18. Balıkesir projesi kapsamında kullanılan istasyondaki (1983–2003) yılları arası aylık toplam akımlar	54

Tablo 4.19. Balıkesir-bigadiç ilyaslar projesi planlama raporuna ait karakteristik bilgiler	56
Tablo 4.20. Balıkesir ili için 2013-2070 yılları arası aylık yağışlar	65
Tablo 4.21. Balıkesir ili için 2013-2070 yılları arası sulamada kullanılan aylık akışlar	68
Tablo 4.22. Balıkesir-ilyaslar projesinde uygulanan turc metodu için genel bilgiler.....	71
Tablo 4.23. Balıkesir-ilyaslar projesi 2013–2070 yılları arası uygulanan turc metodu için girilen yağışlar.....	72
Tablo 4.24. Balıkesir-ilyaslar projesi 2013-2070 yılları arası uygulanan turc metodu sonucu bulunan akım değeri.....	73
Tablo 4.25. Balıkesir projesi işletme çalışmasında kullanılmak üzere rapordan alınan alan-hacim diyagramı	74
Tablo 4.26. Balıkesir projesi işletme çalışmasında kullanılmak üzere raporda mevcut sulama suyu ihtiyaç değerleri	74

1. GİRİŞ

İklim değişimi günümüzün önemli sorunlarından biridir. Hayatımızın vazgeçilmez unsuru olan suyun hidrolojik çevriminde görülen aksaklıklar kendini artan ya da azalan eğilimler şeklinde yavaş yavaş göstermektedir. Günümüzde içme, kullanma veya sulama suyu olarak kullanılan mevcut su kaynaklarının yağışa bağlı olarak azalması, mevcut kaynakların kirletilmesi ve yeraltı sularının kontrolsüzce kullanımından kaynaklanan su sorunlarının yaşanması sadece iklim değişiminin bir sonucu değildir. Bu değişimden en çok etkilenen biz insanlar da bunun sinyallerini gün geçtikçe hissetmekteyiz. Planlaması yapılan veya düşünülen her su kaynağı için, suyun kara, deniz ve havadaki döngüsüne bağlı olarak oluşacak değişimlerin sürmesi toplum, evre ve ekonomi gibi pek çok sektörü etkilediği kabul gören bir gerçektir. Su miktarındaki değişim hayatımızın bir parçası olan sadece içme ve kullanma suyunu etkilemeyip sulak alanların ekosistemlerinden, akiferlerdeki suyun kalitesine kadar tüm canlıları kapsayan ekolojiyi çok yakından etkilemektedir. Hidrolojinin önemli unsurlarından biri olan yağış parametresi, küresel ısınmadan etkilenip günlük, aylık ve yıllık değişkenlik göstererek kuraklık düzeyi düşük veya yüksek dönemlerin yaşanmasına sebebiyet vermektedir. Buna bağlı olarak dünyanın çeşitli bölgelerinde farklı durumlar yaşanmaktadır. Kuzey Yarımkrenin orta ve yüksek enlemlerinde mevsimsel olarak kış ve sonbahar aylarında bir artış gözlenirken, tropikal ve alt-tropikal bölgelerde ise bir azalma söz konusudur. Mevsimsel yağışlardaki değişimleri daha çok o bölgenin iklim koşulları alansal olarak etkilemektedir. Küresel ısınma sonucu oluşan ani yağışlar (sağanak gibi) yağış sıklığının genel olarak artacağına işaret etmektedir. Artan yağışlar mevsimsel ve yıllık yağış toplamalarının nispi şekilde arttığını göstermektedir. İklim değişikliği sebebiyle yaşanan seller ve kuraklıklar ciddi eğilimler göstermiştir. Bu olayların sebepleri üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan bu olayların yaşanmasına sıcaklık artışından çok yağış sonucu oluşan akışın sebep olduğu anlaşılmıştır.

Su kaynağı kuraklıkları sadece iklim ve hidrolojik girdilere bağlı olmamakla birlikte kuraklık yönetim metotları ve su kaynakları sisteminin özelliklerine de bağlıdır. Su döngüsü aynı zamanda tarıma da direkt etki etmektedir. Tarımsal girdiler küresel ısınmadan etkilenen en önemli gelerdendir.

Tarımsal amaçlı sulamaya yönelik talepler iklim değişimine karşı çok hassas olup zamanlama ve miktar bakımından sulamaya duyulan ihtiyacı gelecek yıllarda artırabileceği gibi azaltabilecektir de. Hidrolojik çevrim ile içme, kullanma veya sulama amaçlı talep edilen suların değişimlerinin küresel ısınmaya bağlı adaptasyonunun değerlendirilmemesi durumunda su temini, sel ve kuraklık, kirlilik kontrolü, enerji üretimi, rekreasyon, habitat gibi etkenlerin ekosistemdeki yaşamı da etkilenmektedir. Adaptasyona tabi tutulmayan etütler iklim değişiminin ciddi bir durum olduğunu göstermektedir. Bu durumu değerlendirmek için “vaka tabanı” sunulmaktadır [Şen, 2005].

Bazı ülkelerde geleceğe ait iklim senaryosu günümüz yönetim şartlarına uyarlanmamıştır. Bu anlayış doğru olmayıp esas önemli olan iklim değişiminin etkisini gelecek yıllar içinde göz önüne alarak su yönetim sistemi çerçevesinde değerlendirmektir. Su kaynağı sıkıntısını gösteren birkaç durum vardır. Kişi başına düşen su miktarı bir gösterge olduğu gibi mevcut su hacminin kullanılan su hacmine oranı da bir diğer ölçüttür. Kullanılan su miktarı yenilenebilir enerjilerin %20 sini aştığı takdirde kalkınmayı etkiler, %40’ını aşar ise de çok büyük sıkıntılar doğurabilir. Suyun nasıl yönetildiği hakkındaki basit sayısal hesaplar bir fikir verebilmekte ve gelecekte su sıkıntısı olup olmayacağı tahmin edilmektedir. Küresel anlamda su sıkıntısı daha çok ülkeler bazında yaşanmaktadır. 2025’e kadar ise dünya nüfusunun yaklaşık üçte biri su sıkıntısı çeken ülkelerde yaşıyor olacaktır [WHO, 1997]. Bazı yerlerde su kaynaklarının çoğu daha çok nehir, göl, sulak alanların iyi yönetilmemesine bağlı olarak su sıkıntısı çekilmesine sebebiyet vermektedir. Su kaynaklarındaki iklim değişikliğine bağlı olarak oluşan nicel etkiler ile ilgili tahminlere çok güvenilmemektedir. Ancak su kaynaklarında görülen bu değişim ise iklim senaryolarına güvenmemiz gerektiğine işaret etmektedir. Belirli bir senaryonun etkilerini tahmin eden teknikler ise gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Günümüzde iklim senaryolarına göre yapılan çalışmalar iklim değişikliğinin etkileri üzerinde rol oynamaktadır. İklim değişikliğinin herhangi bir senaryosu ile analiz yaparken diğer senaryolarında etkileri simüle edilir. Senaryolarla birlikte önemsenen diğer bir konu ise su ihtiyacına olan talepler ve buna bağlı yapılan işletim senaryolarıdır [Stakhiv, 1998].

İklim değişiminde görülen belirsizlikler sebebiyle su ile ilgili gelecek yıllar için tehdit oluşturacak durumları en aza indirebilmek maksadıyla senaryo sayılarının hem içerik hem de kullanılan parametreler açısından daha detaylı olarak çeşitlendirmek gerekebilir.

Su yönetimiyle ilgilenen çeşitli kurumların azlığı uyum sağlama ve uygulamaya geçme açısından önemli bir eksikliklerdir.

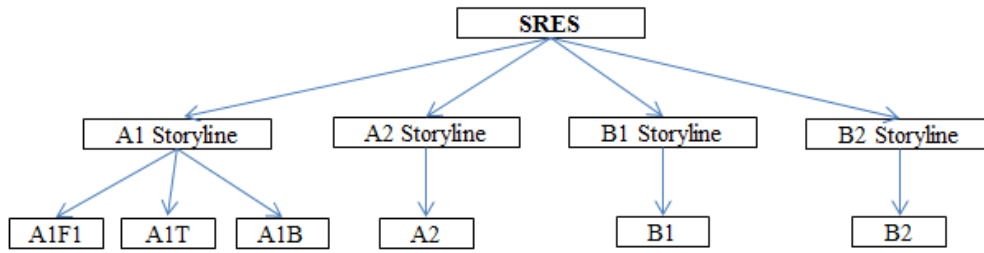
Altyapı sistemi oturmuş yerler için kurumsal olarak kaynağa bağlı değişiklikler yapılabilmektedir [Hanslar ve Major, 1999]. Entegre Su Kaynağı Yönetimi (ESKY) değişen ve gelişen şartlar için büyük kolaylık ve pratiklik sağlayan iyi bir su kaynağı yönetim şeklidir [Bogardi ve Nachtnebel, 1994; Kindler, 2000]. Bu yönetim doğrultusunda arz-talebe bağlı olarak değerlendirme yapılabileceği gibi su kaynağı durumunun da izlenebilmesi sağlanacaktır. Ülkelerin iklim değişiminden etkilenebilirliğini asgari düzeye çekmek için su yönetimine gereken ilginin gösterilmesi gerekir. Dünya çapında geniş bir alanda yaşanan su sorunlarının toplumsal yanlarını analiz etmek ve gereken ilgi ve çalışmanın gösterilmesi gelecek nesiller için çok önemlidir.

Bu çalışmada yapılmak istenen küresel ısınma konusu kapsamında DSİ de mevcut raporlardan yararlanılarak iklim değişikliği senaryosuna göre 2013–2070 yılları arasında yağışın akışa çevrilerek örnek barajların sulama suyu ihtiyacının hesaplanmasıdır. Örnek durum olarak DSİ tarafından hazırlanan iki adet barajın planlama raporu kullanılmıştır. Bunlardan ilki Kilis ili için planlanmış Musabeyli Projesi Planlama Revizyon Raporudur. Bu projenin amacı Kilis-Musabeyli İlçesine sulama suyu sağlamaktır. Asi Havzasında yer alan 149 km² drenaj alanı ile yaklaşık 26 milyon m³ ortalama akıma sahip olan bu baraj Kil Çekirdekli Toprak Dolgu tipindedir. Barajdan sulanacak alan brüt 3395 ha olarak hesaplanmıştır. İsale hattı tipi çelik boru olup sulama sistemindeki dağılım ise %88 damla, %6 yağmurlama ve %6 yüzeysel sulama şeklindedir. Çalışmada kullanılacak ikinci baraj ise Balıkesir Bigadiç-İlyaslar Projesi Planlama Raporudur. Bu projenin amacı ise İlyaslar, Adalı, Hisarköy gibi köylerin sulanmasını sağlamaktır. Susurluk Havzasında bulunan bu baraj 62 km² drenaj alanına sahiptir. Yaklaşık 16.5 milyon m³ ortalama akıma sahip bu baraj Ön Yüzü Beton Kaplı Kaya Dolgu tipindedir. Sadece sulama amaçlı yapılan bu barajdan sulamaya verilecek su brüt 2397 ha olarak hesap edilmiştir. Basınçlı borulu sistemle alınan su ise yüksek basınçlı yağmurlama sulama sistemi ile yapılması planlanmıştır.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

2.1. İklim Değişikliğine Genel Bakış

Dünya nüfusu bilindiği gibi her geçen gün artmakta ve buna paralel olarak sanayileşme ve şehirleşme oranı artmaktadır. Bununla birlikte oluşan sera gazları çevre kirliliğini artırmakta ve iklim değişikliklerine sebep olmaktadır [Kadioğlu, 2008]. İklimin değiştiğini anlamının yanında bu değişikliğin sebeplerini tespit etmek için şu an bir boyutlu modellerle çalışılmaktadır. Ancak üç boyutlu modeller için de çalışmalar söz konusudur [Birge, 2011].



Şekil 2.1. Dört ana senaryo ailesi ve alt teknolojik durumu

IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) tarafından, iklimin gelecekteki durumlarını gösteren Emisyon Senaryoları Özel Raporu (SRES-Special Report of Emission Scenarios) yayınlanmıştır [IPCC, 2001]. Bu senaryolar temel alınarak sera gazı emisyonları hesaplanırken teknolojik gelişmeler, enerji kullanımı, nüfus artışı, tarım ve arazi kullanımındaki değişimler için farklı kabuller yapılmıştır. Dört ana gruba ayrılan bu senaryolar ve alt başlıklarının detayları Şekil 2.1 de özetlenmiştir.

A1 senaryo ailesinde küresel nüfus yüzyılın ortasında pik yapmakta ardından düşmektedir. Teknoloji hızlı bir biçimde kullanılıp, bölgesel farklılıkların az olduğu ancak kültürel etkileşimin ve paylaşımın en fazla olduğu senaryo grubudur. Bu senaryoda bölgesel farklılıkların azaldığı kabulü ile 3 alt teknolojik durum mevcuttur.

Bunlardan A1F1 fosil yakıtlarının yüksek oranda kullanıldığını gösterirken A1T yenilenebilir enerji kaynaklarının fazla tüketildiğini, A1B ise enerji kaynaklarındaki dengeli kullanımı öngörmüştür.

En çok kullanılan senaryolardan biri olan A2 senaryosu ise bugünküne benzer bir bölgenin diğer bölgeyle uyuşmadığı kozmopolitik bir dünya tanımlamaktadır. Nüfusun sürekli artacağı ve ekonomik yapılarda eşitsizliğin devam edeceğini öngörmektedir. Bir diğer senaryo olan B1 en olumlu senaryo olup nüfusla ilgili kabul edilen öngörü A1 senaryo ailesiyle aynıdır. 21. Yüzyılın ortasına kadar bir artış ve ardından takip eden bir düşüş tahmin edilmektedir. Verimli bir şekilde daha temiz kaynak kullanılan teknolojilerin hakim olduğu bir dünya kurgulanmıştır. Nüfusun yeterli bir derecede arttığı, teknolojik gelişmenin orta seviyede ve yaygın olarak kullanıldığı son senaryo ise B2 senaryosudur [URL-2, 2013]. Bu senaryolarda sera gazları hesaplanırken teknolojik değişim, demografik ve ekonomik değişim değerleri Tablo 2.1’de gösterilmektedir [URL-2, 2013].

Tablo 2.1. IPCC senaryolarının nüfus ve ekonomik öngörülere (2000).

SENARYO	Nüfus (Milyar Kişi)		Dünya Yıllık GSİH (Trilyon ABD doları)		Kişi başına gelir oranı (Ek-1/ Ek-1 dışı ülkeler)	
	2050	2100	2050	2100	2050	2100
A1	8.7	7.1	164	525	2.8	1.5
A2	11.3	15	82	243	6.6	4.2
B1	8.7	7	136	328	3.6	1.8
B2	9.3	10.4	110	235	4	3

İklim sisteminin değişkenlik göstermesi ve geleceğe yönelik tahminlerin yapılması çalışmalarının önemini artırmaktadır. Bu çalışmalarda kullanılan modellerin çözünürlük olarak artırılıp modellerin geliştirilmesi daha iyi sonuç alınmasına yardımcı olacaktır. Genel dolaşım modellerinden bölgesel iklim modellemesine geçişin sebebi istenilen sonucun alınmamasıdır.

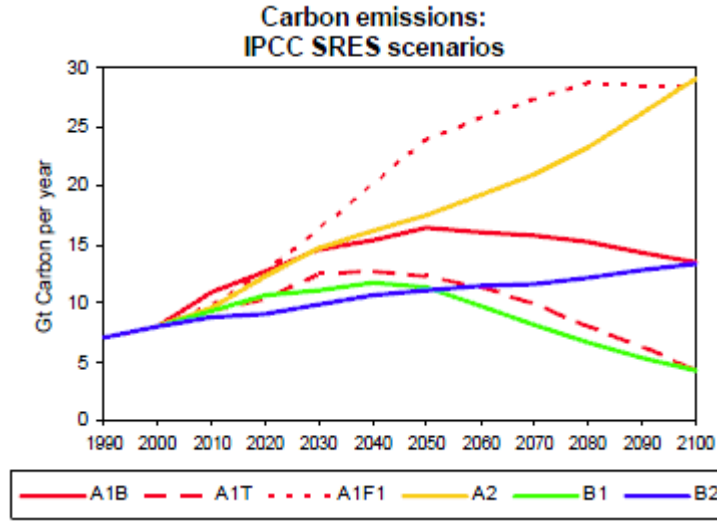
Türkiye İklim Değişikliği Senaryolarında ECHAM5 küresel modelinin A2, B1 veya diğer emisyon türleri senaryolarına göre REGCM3 bölgesel iklim modeli kullanılarak yağış, akış, sıcaklık ve rüzgar gibi verilerin çıktısı kullanılmıştır [Dalfes ve diğ, 2008]. Bu yapılan çalışmada aynı şekilde ECHAM5 küresel modelinin A2 senaryosu kullanılarak REGCM3 bölgesel iklim modeli ile Asi Havzasında bulunan Kilis ili ve Susurluk Havzasındaki Balıkesir ili için yağış, akış çıktıları kullanılmıştır.

2.2. İklim Değişikliğinin Nedenleri

Doğrudan ya da dolaylı olarak atmosferin doğal yapısını bozan insan etkinlikleri sonucunda oluşan bozulmalar iklimdeki değişikliklerdir. Görüldüğü gibi iklim sistemini oluşturan ögeler arasındaki dengenin bozulması kaçınılmazdır. İnsan etkinliklerinden kaynaklanan olaylar sonucunda iklimde değişikliklerin olduğunu IPCC de panellerinde belirtmiştir [IPCC, 2007]. Hatta iklim değişikliğine bağlı olarak yaşanacak doğal afetlerin ve bunların yaratacağı ekonomik, sosyal, çevresel etkilerin insan kaynaklı olacağı ve 21. Yüzyılda yaşanabilecek en önemli sorunlardan biri olacağı belirtilmektedir. Genel olarak bozulmayı doğal ve beşeri kaynaklı olarak iki başlık altında anlatabiliriz [Öztürk, 2002].

Doğal kaynaklı etkenler; atmosfer, hidrosfer, yer küre ile biyosferin doğal yapısını bozarak doğal dengeyi etkilemektedir. Sera gazları olarak ifade ettiğimiz su buharı, metan, karbondioksit, ozon gibi gazlar güneşten gelen ışınların büyük bir kısmının yeryüzüne ulaşmasını sağlarken, atmosfere geri verilen dalgaların büyük bir kısmını da tutmaktadırlar. Bu durum atmosferin doğal sera özelliği olarak adlandırılmakta yeryüzünde ise ısınmaya sebep olmaktadır. Yerkürenin normalinden daha fazla ısınması olayı atmosferin sera etkisi olarak ifade edilmektedir.

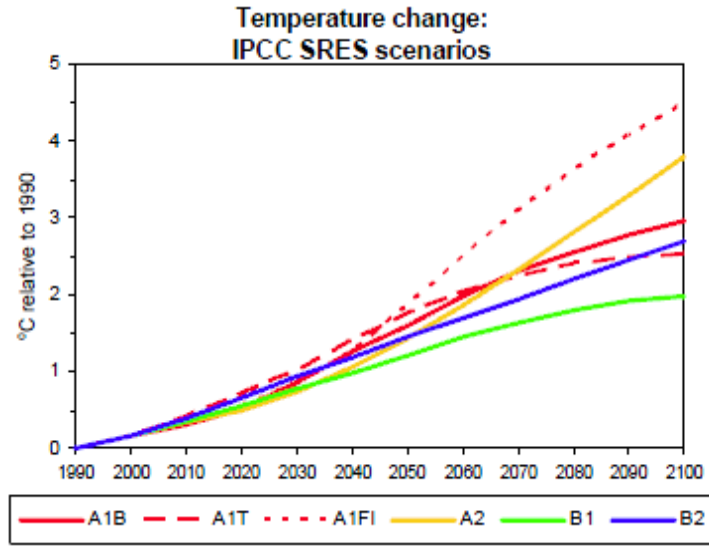
Tarım ve sanayide insan etkinlikleri sonucu oluşan aerosollar ve özellikle de fosil yakıtlar sonucu oluşan sülfat parçacıkları havaya dağılır. Geçen yüzyılda ortalama 355 ppm olarak atmosfere verilen karbondioksit miktarının yapılan çalışma ve değerlendirmeler sonucunda iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Modellere bağlı olarak karbondioksit miktarının salınım hesabının iki kat artması sonucu 2050'li yıllarda sıcaklıkta 1,5 ila 4,5 derece arasında artış olacağı belirtilmektedir [Öztürk, 2002].



Şekil 2.2. Karbon emisyon senaryosu [Arnel, 2004].

Beşeri faaliyetler de aynı şekilde doğal çevreyi hızlı bir şekilde tahrip etmektedir. Ormanlar başta olmak üzere doğal kaynaklar bilinçsiz bir şekilde tüketilip zarar görmektedir. Örneğin, hızlı bir şekilde artan nüfusun ihtiyaçlarını gidermek için çarpık kentleşme ve yerleşmeyle çevreye sürekli zarar verilmektedir. Bunların yaşanması iklimi oluşturan doğal unsurların dengesini bozmakta ve bu durum direkt olarak iklimi etkilemektedir. Geçmişte yine güneş, atmosfer ve yerküre arasındaki ilişkilerin bozulması sonucu iklimde değişimler yaşanmış sanayi devrimine kadar olan sürede beşeri nedenler iklimin değişimini etkilemiştir.

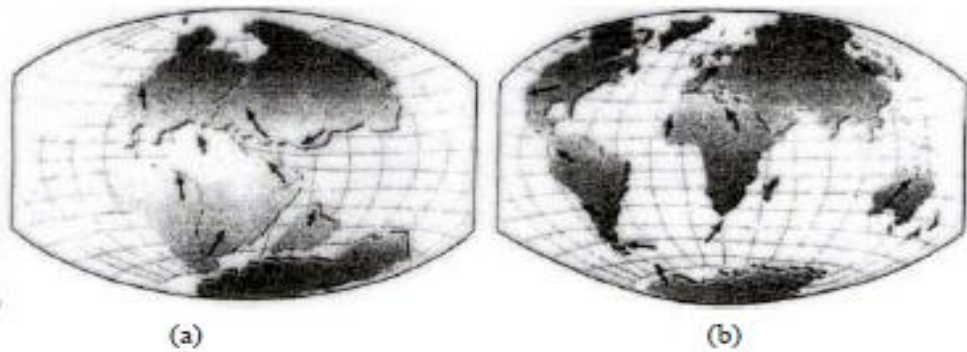
1900–1940 yılları arasında küresel olarak sıcaklık ortalama 0,5 derece artmış ve bu artışından ardından 25 yıllık bir soğuma dönemi yaşanmıştır. 1970, 1980 ve 1990’larda artış eğilimi gözlenmiş 1978 yılından sonra ise 8 yıllık bir sıcak dönem yaşanmıştır. Aletlerle sıcaklığın ölçüldüğü yıl olan 1998 yılı ise hem kuzey hem de güney yarım kürede en sıcak yıl olarak ölçülmüştür [Öztürk, 2002].



Şekil 2.3. Sıcaklık değişim senaryosu [Arnel, 2004].

2.3. İklim Değişikliğinin Türkiye ve Dünya Üzerine Etkileri

Küresel ısınmaya bağlı yüzeyde oluşan sıcaklık yükselişi dünya üzerinde eşit bir şekilde dağılmamış ve bölgesel farklılıklar göstermiştir. Dünya üzerinde enlem ve boylama bağlı olarak (40° - 70°) Kuzey enlemleri arasındaki karalarda hissedilen sıcaklık daha fazladır.



Şekil 2.4. 180 milyon yıl önceki ve günümüzdeki karaların dağılışları [Öztürk, 2002].

Bununla beraber Türkiye, Doğu Akdeniz ve Karadeniz havzaları ile Atlas Okyanus'unun kuzeyinde soğuma olayları gözlenmektedir. Burada yaşanan soğuma olaylarının uçucu parçacıklardan kaynaklandığı öngörülmüştür.

Ancak, yoğun ve artan sera gazlarının bu parçacıklar sonucu oluşan soğumayı bastırıp sıcaklıkta artma eğilimi oluşturacağı belirtilmektedir. Buradan soğumanın yaşandığı Türkiye ve diğer yerlerde sıcaklığın daha az hissedileceği sonucu çıkmaktadır [Türkeş ve ark., 2000].

Diğer yandan Türkiye genelinde ve sanayileşmenin ve nüfus artışının hızlı olduğu, hava kirliliğinin görüldüğü bazı dünya şehirlerinde genel olarak beklenmedik gününbirlik sıcaklık değişimleri görülmektedir. Yaşanan bu eğilim daha çok sıcak ve kurak olan yaz mevsiminde gözlenir [Türkeş ve ark., 2000].

Yağışlar, dünyanın farklı yerlerinde değişkenlik gösterir. Kuzey Yarımküre'nin yüksek yerlerinde bir artış söz konusu iken Afrika'dan Endonezya'ya uzanan tropikal kuşaklarda ise azalma görülmüştür. Yağıştaki bu değişim hidrolojik döngüyü de etkileyip akarsuları, nehirleri, dereleri topraktaki nemi dahi etkilemektedir.

Subtropikal kuşakta yer alan Afrika'da şiddetli kuraklıkların yaşanması insanların o bölgeden göçüne sebep olmuştur. Türkiye'nin de yer aldığı bu kuşaktaki ülkelerin yağış miktarındaki azalma daha belirginleşerek kış mevsiminde hissedilmektedir. 1970 ila 1990 yılları arasındaki 20 yıllık zamanda etkilenen bölgeler Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi olmuştur [Türkeş ve ark., 2000].

Kuzey kutup bölgesinde bulunan 15 km²'lik bir alana sahip deniz buzları erime döneminde 7 milyon km²'lik bir alana yayılmaktadır. Bu buz kütleleri okyanus ile atmosfer arasındaki ısı değişimini azaltarak ışığın çoğunu atmosfere geri yansıtmakta, rüzgar ve akıntılarla sistematik bir şekilde çalışmaktadır. Deniz buzullarında her geçen gün erime yaşanmaktadır. Japon denizleri ile Kara ve Barents denizlerinde 1998 yılında en büyük azalma yaşanmıştır. Kuzey yarım kürede bulunan Alpin dağ buzullarında azalma devam etmektedir. Bu buzul alanların erimesi canlılar için tehdit oluşturmakta, onların yaşam alanlarını sınırlamaktadır [Türkeş ve ark., 2000].

Küresel ısınmanın sürmesi halinde, hava olaylarında aşırılık yaşanacak, şiddetli yağışlar, fırtınalar gibi meteorolojik olayların yanında taşkın, sel, çölleşme gibi doğal afetlerin sıklığı artacaktır. 1998 yılında yaşanan meteorolojik olaylarda aşırılık yaşanmış ve sıcaklıkta yaşanan pik değerlerle birlikte afet sayısında rekor bir artış gözlenmiştir.

4-10 Ocak'ta ABD/Kanada'da yaşanan buz fırtınası, 21 Mayıs'ta Batı Karadeniz ile Mayıs ve Eylül aylarında Çin'de yaşanan aşırı yağış sonucu taşkınların oluşması buna sadece iki örnektir.

Aynı şekilde 9-10 Haziran Hindistan'da yaşanan rüzgar felaketleri 1998 yılında yaşanan afetler meteorolojik etkilerin aşırılığını gösteren örneklerden birkaçıdır [Türkeş ve ark., 2000].

Dünya çapında yaşanan bu olayların ülkemizde gelecek yıllarda bırakacağı etkiler değerlendirildiğinde Türkiye'nin genel anlamda riskli ülkelerden biri olduğu söylenebilir. Türkiye'de su kaynaklarındaki zayıflama, orman yangınlarındaki artış, çölleşme, sel ve taşkın olaylarının olumsuz etkilerinin görülmesi kaçınılmazdır [Türkeş ve ark., 2000]. İklim değişikliğine bağlı kuraklığın etkisiyle taşınım malzemesi (sedimentasyon) artacaktır. Ayrıca erozyonun artacağı da öngörülmektedir.

Yapılan hidrolojik hesaplarda, Türkiye'nin yıllık ortalama yağışı 631 mm iken, yağış miktarında 1999 yılında %15 artış, 2000 yılında ise %7'lik bir azalma olmuştur. Bu ani sapmalar sıkıntıları da beraberinde getirecek ve kurak dönemin fazla ve uzun sürmesi orman yangınlarının süresini ve sıklığını etkileyecektir [Öztürk, 2002]. Tarımsal üretim için gerekli sulamalarda yaşanacağından tarımsal potansiyel değişecek, kurak ve yarı kurak geçen dönemlerde içme suyu problemleri yaşanarak arazide tuzlanma ve erozyon gibi sorunlar oluşacaktır. Kurak bir iklimin yaşanması sonucu tarım ürünlerindeki çeşitlilikte de değişim ve azalmalar olacaktır. Bu durumda tarımda fazla sulama ile yetiştirilen ürünler yerine daha az suya ihtiyaç duyan ürünler yetiştirilecektir. Bu yeni durum önümüzdeki yıllarda Türkiye tarımında köklü değişikliklere gidileceğini göstermektedir.

Denizel akıntılar ve balıkçılığa bağlı sorunların yanı sıra deniz ve ormanlardaki CO2 ve oksijen miktarındaki değişim hissedilir düzeye çıkacaktır. Ayrıca deniz suyu seviyesinde meydana gelecek yükselmeye beraber kıyıya yakın yerlerde su alımı zorlaştığı için su kaynakları daralacaktır. Su miktarındaki bu azalmanın insan yaşamını ve sağlığını doğrudan etkileyerek tarım, enerji, ekoloji gibi pek çok sektörü tehdit edeceği öngörülmektedir. Su kaynaklarındaki bu azalmadan üretilecek hidroelektrik enerji miktarı etkilenecektir. Ayrıca, su ürünleri ve balık üretiminde azalmalar olacaktır.

Deniz seviyesindeki yükselmelere bağlı olarak ovalar, tarım alanları ve turizm amaçlı kullanılan alanlarda taşkın olma ihtimali artacaktır. Ayrıca, kar altında kalan alanlarda ani sıcaklığa bağlı erimelerden kaynaklanan akış sonucunda ulaştırma, su kaynakları, tarım alanları su altında kalacaktır [Türkeş ve ark., 2000].

2.4. İklim Değişikliği ve Barajlara Etkisi

İklim değişikliği bazı bölgelerde kendini daha fazla hissettirirken bazı bölgelerde daha az yoğunudur. Taşkın ve kuraklığın oluşmasına sebep olan riskler baraj emniyetini etkileyecek kriterlerdir. İklim değişikliği risk çalışmalarının yapılarak baraj üzerine etkilerini belirleyecek yol ve yöntemlerin geliştirilmesi gerekir. Yapılacak çalışma ile bir barajın veya ortak işletilebilecek barajların yapılacak işletme çalışmalarında sorun yaşanmayacağı öngörülmektedir.

Pek çok ülke şu ana kadar iklim değişikliği konusunu ciddiye almamış olsa da önümüzdeki yıllar için bu işletme çalışmasının yapılması zorunlu hale gelecektir [Şen, 2009].

Şu ana kadar yapılan baraj modelleme çalışmalarında iklimin aynı tutarlılıkta devam ettiği kabul edilmiştir. Ancak, son 25–30 yılda değişen iklimin sergilediği ani yağışlar, kuraklık gibi belirtiler durumun hiç de aynı olmadığını gösterir niteliktedir. Uzmanlar tarafından yapılan baraj planlaması ve tasarımının kesinlikle iklim değişikliklerine duyarlı olması gerekir. Taşkınlar sonucu oluşan su miktarlarının hesaplanmasında kullanılan işletme çalışmaları büyük ve orta ölçekteki baraj planlamalarında kesinlikle kullanılmalıdır. Baraj planlamalarında hidrolojik klasik olarak yapılan hesaplarda iklim değişikliği parametresi ihmal edilmemeli baraj savağından geçen yağış ve akış ölçümleri de ona göre boyutlandırılmalıdır [Şen, 2009].

İklim değişikliği gittikçe kendini hissettirerek baraj emniyetlerinde azalmalara sebep olmaktadır. Uluslararası Baraj Komisyonu'nun tavsiye ettiği iki önemli nokta gelecekteki iklimin geçmişteki gibi dengeli olmaması ve yaşanacak taşkın istatistiklerinin daha da belirsizleşeceği yönündedir. Ülkemizde son yıllarda yaşanan ani yağışlar ve buna bağlı oluşan taşkınlar bu değişikliğin habercisidir [Şen, 2009].

Uzmanlar tarafından klasik yöntemlerle yapılan görüş ve tecrübeler dayalı işletme çalışmalarında küresel ısınmaya bağlı değişikliklerin göz ardı edilmesi barajların emniyetini tehlikeye atmaktadır. Barajlardaki işletme çalışmasını etkileyen bir diğer durum kar ve buzulların beklenen zamandan önce eriyip ilave su getirmeleridir. Baraj işletmelerinde bu sular hesaplanırken su hacimlerinin önceden belirlenmesi gerekir. Dünyada mevcut 50.000'e yakın barajda iklim değişikliği etkileri sonucunda oluşacak su çevrimindeki değişikliklerin dikkate alınarak tasarlanması gerekir.

Bu nedenle baraj biriktirme haznesinin ne kadar olacağı bilinmelidir. Baraj emniyetini artırmak için iklim değişikliği etkileri işletme programlarında göz önüne alınmalıdır [Şen, 2009].

2.5. İklim Değişikliğine Karşı Alınması Gerekli Önlemler

Bilindiği gibi sanayi devrimi ile birlikte insan faaliyetleri sonucunda iklim etkilenmiş ve doğal denge bozulmuştur. Bu bozulmalar fark edilmiş ama iklimdeki yavaş ilerleyen bozulmaların belirsizlikleri artırması önlem alınmasını zorlaştırmıştır. İklim bilimcilerinin bu değişim ile ilgili olarak ortak noktada paylaştıkları konu sera gazlarının fazla salınımı sonucu oluşacak ısınmadır.

İklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer alan Türkiye’de gerekli önlemlerin alınması için çalışmalarda bulunulması gerekmektedir [Öztürk, 2002].

Bu anlamda küresel ısınmaya yönelik çevre dostu politikalar uygulanarak önleyici tedbirler alınmalıdır. Tüm sektörlerde yenilenebilir enerji kaynakları olarak ifade ettiğimiz hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle, dalga ve akıntı gibi enerjiler kullanılarak çevreye daha az zarar verilerek ayrıca tasarruf da yapılabilecektir [Biberoğlu, 2011].

Yakıt tüketiminde daha az CO₂ salınımını yapan yakıtlara yönelerek fosil yakıt kullanma teknolojisini iyileştirmek de önleyici tedbir alınmasında bir adımdır [Türkeş ve ark., 2000].

Ormanlar oksijen ile CO₂ dengesini sağlamada en önemli alanlardandır. Bu sebeple yangınlar sonucu küle dönüşen bu alanlar yerine yeniden dikim yapılmalı ve orman alanları mümkün olduğunca genişletilmelidir [Biberoğlu, 2011].

Nükleer atıklar, fabrika atıkları, kimyasal ve tıbbi atıkların herhangi bir arıtımı olmadan direkt olarak çevreye bırakılması önlenmelidir. Bu amaçla yapılacak arıtma tesisleri çevreye ve ekolojik sisteme verilen zararı en asgariye indirecektir [Biberoğlu, 2011].

2.6. İklim Değişikliği ile İlgili Olarak Yapılan Uluslararası Çalışmalar

2.6.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

1992 yılında Rio de Janeiro’da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda imzaya açılan insan faaliyetleri sonucu oluşan küresel ısınmanın iklim değişikliği üzerindeki etkilerini uluslararası alanda anlatan ilk ve en önemli adımdır.

195 ülke ile beraber ülkemizin de içinde yer aldığı sözleşmeye Avrupa Birliği de taraf olmuştur. Sözleşme 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Ülkemiz ise aynı yıl sözleşmeye katılmıştır [URL-6].

BMİDÇS sera gazı etkilerini azaltan (ormanlar, okyanuslar, göller vb.) yolları korumaya teşvik ederek her ülkeye “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” yüklemiştir. Bu ilke, daha fazla sera gazı yayan ülkelerin sorumluluklarının daha fazla olacağı anlamına gelmektedir. Bu duruma göre sözleşme ülkeleri üç gruba ayırmıştır.

Ek-I Ülkeleri: Sera gazı salımlarını azaltmak, iklim değişikliğini önlemek için izlediği politikaları bildirerek salım sonucu mevcut verileri bildirmekle yükümlüdürler.

İki ülke kümesinden oluşup birinci grupta OECD üyesi olan ülkelerle AB bulunmaktadır. İkinci grupta ise yine AB ve pazar ekonomisine geçiş sürecindeki ülkeler yer almaktadır [URL-6].

Ek-II Ülkeleri: Birinci gruptaki ülkeler aldıkları sorumluluk ile birlikte çevreye uyumlu olan teknolojilerini özellikle gelişmekte olan ülkelere aktarmaları için teşvik edilecek ve gerekli finansmanda kendilerine sağlanacaktır. Bu grupta AB yer almaktadır [URL-6].

Ek Dışı Ülkeler: Bu grupta yine sera gazlarını azaltmaya yönelik olarak çalışma yaparak, araştırma ve teknoloji üzerinde işbirliği yapacaktır. Bu gruptaki 153 ülkenin herhangi bir yükümlülüğü yoktur [URL-6].

Ülkemiz sözleşmenin 7.Taraflar Konferans’ında 2001 yılında Ek- II’ den çıkarılması kararlaştırılmıştır. Türkiye şu an Ek-I grubunda yer almaktadır. Ancak 2010 yılında Meksika’nın Cancun şehrinde düzenlenen 16. Taraflar Konferansında Türkiye’nin özel bir durumunun olduğu ve Ek-I grubundaki ülkelere farklı bir konumda olduğu kabul edilerek kategorisinin gelecek toplantılarda değerlendirileceği belirtilmiştir [URL-6].

G. Afrika'nın Durban şehrinde düzenlenen 17. Taraflar Konferansı'nda iklim değişikliğine uyum için teknolojinin geliştirilmesi kapsamında kapasite geliştirme anlamında her türlü desteğin ve finansmanın sağlanarak modalitelerinin belirlenmesi ile ilgili kararlar alınmıştır [URL-6].

2.6.2. Kyoto Protokolü

Bu protokol sera gazlarının artması ve iklim değişikliğinin her geçen gün insanlığı tehdit edecek duruma gelmesi sebebiyle özellikle gelişmiş ülkelerin bağlayıcı sorumluluklar almalarını sağlamak amacıyla düzenlenmiştir. 1997 yılında 3. Taraflar Konferansı'nda protokol kabul edilmiş ve 1998–1999 tarihleri arasında New York'ta imzaya açık bırakılmıştır [URL-6]. Protokol, 2005 yılında Rusya'nın da imzalamasıyla yürürlüğe girmiştir. BMİDÇS'nin Ek-I grubu Kyoto protokolünde Ek-B listesini oluşturmaktadır. Bu protokolda hedeflenen 2008–2012 yılları arasında karbon salınımının 1990 yılındaki seviyesi olan %5'in altına düşürülmesini sağlamaktır.

Ek-B dışındaki ülkeler ise Ek Dışı ülkeler olarak nitelendirilip bu ülkelerin herhangi bir sayısal yükümlülükleri bulunmamaktadır.

Türkiye ise BMİDÇS'e taraf olmadığı için protokol'deki müzakerelere katılamamıştır. Sözleşme'de Ek-I grubunda yer almasına rağmen Ek-B listesine girmemiştir [URL-6].

2.6.3. İklim Değişikliği Müzakereleri ve Türkiye

21. yüzyılda ciddi sorunlardan biri olarak nitelendirilen iklim değişikliği ekosistemi hatta insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır. Artan sanayileşmenin beraberinde getirdiği günümüzdeki sera gazları miktarının 19. Yüzyıla göre yaklaşık iki kat artması sonucunda ortalama sıcaklık 3–6 C° 'lık bir artış göstermiştir.

Böyle bir durumda ani gerçekleşen iklim olaylarından, doğal afetlerden kaçmak mümkün değildir. Keza içinde yaşadığımız yüzyılda en yüksek sıcaklık değerleri ölçülmüş ve bilim adamları yaşanan bu afetlerin genel sebebini iklim değişikliğine bağlamışlardır [URL-6].

Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkelerin ciddi bir şekilde iklim değişikliğinden etkilendiği bilimsel olarak kanıtlanmış ve ülkemizin de bu havzada yer alması yaşanmış ve yaşanacak pek çok doğal afetle karşılaşma ihtimalini doğurmuştur. Türkiye'de sera gazı salım miktarı (kişi başına düşen miktar) OECD tarafından belirlenen ortalamanın üçte biri iken AB ortalamasının ise yarısı kadardır. Bu kapsamda hesaplanan %0.4 Türkiye'nin son 150 yılda emisyon salımı oluşturduğu miktardır.

Sanayileşen ve enerji miktarı sürekli artan Türkiye'yi EK-I grubuna dahil edip bu gruptaki ülkelerin yükümlü olduğu taahhütnamelerden sorumlu tutmak uygun değildir. Türkiye için 1990 yılında salım miktarı 187 milyon ton iken 2009 yılında 370 milyon tona çıkmış ve bu 19 yıllık süre içinde %96'lık bir artış söz konusu olmuştur. Artışın en fazla olduğu sektör enerji iken en az olduğu sektör ise tarımdır [URL-6].

Enerji ve endüstri sektörlerinde salım kontrolü için yeni düzenlemeler Yeni Çevre Kanunu ile ele alınmıştır. Türkiye'de ihtiyacı olan enerjiyi sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarına ve enerji tasarrufu konularına ilişkin kanunlar oluşturulmuş ve yürürlüğe girmiştir. %20 elektrik enerjisini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayan Türkiye 2023 yılına kadar ise bu oranının %30'a çıkmasını amaç edinmiştir.

2001 yılında kurulan "İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu" iklim değişikliğinin zararlı sonuçlarını önlemek, kamu kurum kuruluşları ve özel sektör arasındaki koordinasyon ve dağılımı yapmak maksadıyla kurulmuş olup 2004 ve 2010 yıllarında revize edilmiştir.

Kurul üyeleri Çevre ve Şehircilik, Dışişleri, Maliye, Orman ve Su İşleri, Sağlık, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme, Gıda, Bilim, Sanayi ve Teknoloji, Tarım ve Hayvancılık, Ekonomi, Kalkınma Bakanlıkları, Hazine Müsteşarlığı ve Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği ile Türk Sanayici ve İşadamları Derneği'dir [URL-6].

BMİDÇS kapsamında hazırlanması gereken I. Ulusal Bildirim 2007 yılında yapılmış ve sera gazını sınırlandırma konulu çalışmalar BMİDÇS Sekreteriyasına sunulmuştur. 2010 Ekim ayında II. Ulusal Bildirim Çalışması Projesi başlamış ve 2012 yılının sonunda ise bitirilmesi amaçlanmıştır [URL-6].

3. YAĞIŞLAR

3.1. Türkiye’de Yağışlar

Bilindiği gibi, son yıllarda yağış etkinliğindeki değişiklikler hem dünya genelinde hem de Türkiye’de hissedilir bir şekilde kendini göstermiştir. Yapılan gözlem ve çalışmalar sonucu sıcaklık artışlarında olduğu gibi yağışlardaki artış veya azalışların da homojen olmayacağı gözlem ve çalışmalarla öngörülmüştür. Yağışlardan doğrudan etkilenen nehirlerin ve derelerin debileri aynı şekilde buharlaşmadan da etkilenmektedir [Şen, 2009].

Sera gazı etkileri antropojenik etkiler sonucu sıcak iklime neden olmaktadır. Bu sıcaklığın sebebi ise okyanusların buharlaşma talebinin artmasına bağlı, yağışların miktar olarak artmasıdır. Şu an kullanılan iklim modellerinin kabul ettiği öngörü gelecek yıllarda buharlaşmanın artmasıyla beraber yağışta görülen azalma ile akış ve su kaynaklarının da yeterli düzeyde olmayacağıdır [Şen, 2009].

Ülkemiz yarı-kurak karakterli bir iklime sahip olup bölge ve havza bazında yağış, buharlaşma, sıcaklık, nem gibi iklim parametreleri farklılaşmaktadır. Bazı bölgelerde yağış miktarı 250 mm iken bazı bölgelerde 3000 mm’ye çıkabilmektedir. Yılda ortalama 501 milyar m³ suya tekabül eden Türkiye’nin yıllık ortalama yağışı ise 643 mm’dir. Dönüşüm sonucu 274 milyar m³ su buharlaşma ile atmosfere geri dönerken, 158 milyar m³’lük kısmı denizlere ve kapalı havzalarla sınırlı göllere, 69 milyar m³’ü ise yeraltına sızarak yeraltı suyunu beslemektedir. Bu suyun 28 milyar m³ ‘ü tekrar pınar ve kaynaklarla yerüstüne çıkmaktadır. Türkiye, komşu ülkelere gelen yıllık ortalama 7 milyar m³ su ile toplam 193 milyar m³ su potansiyeline sahiptir [Şen, 2009]. Ülkemiz bu potansiyele sahip olmasına rağmen mevcut teknik ve ekonomik şartlar neticesinde kullanılabilir su potansiyeli yerüstü suyunda 95 milyar m³, yeraltı suyunda 12 milyar m³ ve komşu ülkelere gelen suda 3 milyar m³ olmak üzere toplam 110 milyar m³ olarak hesaplanmıştır [Şen, 2009]. ABD, Kanada ve Batı Avrupa ülkeleri gibi su zengini ülkelerde kişi başına düşen su miktarı 10000 m³ iken, Türkiye’de 1700 m³’tür. Bu değer 2020 yılı tahminlerine göre 1000 m³’e düşeceği öngörülmektedir [Şen, 2009].

Su kaynaklarının planlanması miktar ve kalite olarak hidrolojik değişkenlerle belirlenmesini elzemdir. Proje esaslı yapılan gözlem ve ölçümler DSİ tarafından yapılmakta deredeki rüsubat, yağış, sıcaklık, buharlaşma gibi meteorolojik verilerinde kayıtları tutularak projeyi geliştirme amacına hizmet edilmektedir [Şen, 2009].

3.2. Su Havzaları ve Akışlar

Türkiye topoğrafik olarak 26 adet akarsu havzasına bölünmüş ve bu havzaların yıllık yağış, akış, alan ve verimlilikleri farklılıklar göstermektedir. Akarsu su toplama havzası, yeryüzüne düşen yağışların biriktiği akarsu bölgeleridir. Bu havzalar 7 farklı iklim kuşaklarının etkisinde olup ülke potansiyelinin %28.5 gibi büyük kısmını oluşturan Fırat ve Dicle Havzalarının sınır aşan durumları bulunması sebebiyle önemi fazladır. [Şen, 2009].

Türkiye’de bulunan 26 akarsu havzasına ait karakteristik bilgiler Tablo 3.1.’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Türkiye akarsu havzalarının karakteristikleri [Şen, 2009].

Havza Adı	Alan (km²)	Ort. Yıllık Yağış (cm)	Ort. Yıllık Akış (cm)	Ort. Akış Katsayısı (-)	Potansiyel Yıllık Verim (l/sn/km²)	Ortalama Potansiyel (%)
1. Fırat	127304	582	248.2	0.43	8.3	17.0
2. Dicle	56616	814	437.4	0.54	13.1	11.5
3. D. Karadeniz	24077	1291	581.2	0.43	19.5	8.0
4. Antalya	19577	910	574.1	0.63	24.2	5.9
5. B. Karadeniz	29598	803	339.2	0.42	10.6	5.3
6. B. Akdeniz	20953	865	370.3	0.43	12.4	4.8
7. Marmara	24199	766	316.2	0.41	11.0	4.5
8. Seyhan	20450	629	345.2	0.55	12.3	4.3
9. Ceyhan	21982	758	328.0	0.43	10.7	3.9
10. Kızılırmak	78180	459	80.6	0.18	2.6	3.5
11. Sakarya	58180	534	103.7	0.19	3.6	3.4
12. Çoruh	19872	540	327.1	0.61	10.1	3.4
13. Yeşilirmak	36114	556	153.4	0.28	5.1	3.1
14. Susurluk	22399	730	238.8	0.33	7.2	2.9
15. Aras	27548	462	201.1	0.44	5.3	2.5
16. Konya Kapalı	53850	437	62.4	0.14	2.5	2.4
17. B. Menderes	24976	656	118.1	0.18	3.9	1.6
18. D. Akdeniz	22048	669	556.5	0.83		
19. Van Gölü	19405	507	133.5	0.26	5.0	1.3
20. Kuzey Ege	10003	730	220.0	0.30	7.4	1.1
21. Gediz	18000	639	100.6	0.16	3.6	1.1
22. Meriç-Ergene	14560	640	85.9	0.13	2.9	0.7
23. K. Menderes	6907	740	162.2	0.22	5.3	0.6
24. Asi	7796	837	153.9	0.18	3.4	0.6
25. Burdur Göl.	6374	436	48.6	0.11	1.8	0.3
26. Akarçay	7605	472	59.2	0.13	1.9	0.3

Bilindiği gibi akış, zeminin doygunlaşarak yağış şiddetinin sızma durumundan daha fazla olması durumunda oluşmaktadır. Arazinin ıplak olması durumunda yağış sonrası çukur ve boşlukların dolması ile birlikte sızma azalarak akışın hızı artacaktır. Yamalardan akan su yüzeyde su tabakası oluşturduktan sonra zemindeki sürüntü maddeleri kolaylıkla taşınabilmektedir [Şen, 2003].

Türkiye'de bulunan 26 akarsu havzasına ait ortalama yağış ve akış değerleri ile 2050 yılına ait yağış-akış değerlerinin ne olacağı ile ilgili öngörüler verilmiştir. 2050 yılında $325 \cdot 10^9$ m³ lk yağış hacmine sahip Türkiye'nin ortalama 425 mm'lik yağış alacağı hesaplanmıştır. Ancak gittikçe değişen meteorolojik olaylar ve küresel ısınmadan kaynaklanan kuraklaşma sonucu akış katsayısının 0.40 olacağı kabul edildiğinde akış miktarı $130 \cdot 10^9$ m³ olacaktır. Kabul sonucu çıkan hesapla şu anki Türkiye'nin su potansiyeli kıyaslandığında $60 \cdot 10^9$ m³ lk bir kayıp söz konusu olup bu sonuç ülkemizin yıllar sonra su bakımından fakir bir ülke durumuna geleceğini göstermektedir [Şen, 2003]

Tablo 3.2 Türkiye havzalarında iklim değişikliği sonunda oluşacak değişimler [Şen, 2003].

Havza Adı	Alan (km)	Ortalama Yıllık Yağış (2000) (cm)	Ortalama Yıllık Akış (2000) (cm)	Ortalama Yıllık Yağış (2050) (cm)	Ortalama Yıllık Akış (2050) (cm)
1. Fırat	127304	582	248.2	261	100.2
2. Dicle	56616	814	437.4	366	176.7
3. D. Karadeniz	24077	1291	581.2	580	234.8
4. Antalya	19577	910	574.1	409	231.9
5. B.Karadeniz	29598	803	339.2	361	137.0
6. B.Akdeniz	20953	865	370.3	389	149.6
7. Marmara	24199	766	316.2	344	127.7
8. Seyhan	20450	629	345.2	283	139.4
9. Ceyhan	21982	758	328.0	340	132.1
10. Kızılırmak	78180	459	80.6	206	32.5
11. Sakarya	58180	534	103.7	240	41.8
12. Çoruh	19872	540	327.1	243	132.1
13. Yeşilırmak	36114	556	153.4	250	61.9
14. Susurluk	22399	730	238.8	328	96.4
15. Aras	27548	462	201.1	208	81.2
16. Konya Kap.	53850	437	62.4	197	25.2
17. B. Menderes	24976	656	118.1	295	47.7
18. D. Akdeniz	22048	669	556.5	301	224.0
19. Van Gölü	19405	507	133.5	228	53.9
20. Kuzey Ege	10003	730	220.0	328	88.9
21. Gediz	18000	639	100.6	288	40.6
22. Meriç-Ergene	14560	640	85.9	288	34.7
23. K. Menderes	6907	740	162.2	333	65.5
24. Asi	7796	837	153.9	377	62.2
25. Burdur Gölleri	6374	436	48.6	196	19.6
26. Akarçay	7605	472	59.2	212	23.9

4. MATERYAL ve METOT

Bu bölümde DSİ tarafından hazırlanan planlama raporlarındaki mevcut veriler ve Tübitak Ar-Ge projesi kapsamında İTÜ tarafından kullanıma sunulan yağış ve akış verilerinden yararlanarak Kilis Musabeyli ve Balıkesir Bigadiç-İlyaslar projeleri için 2013-2070 yılları arası yeni akım değerleri bulunmuştur. Bulunan yeni akım değerleri ile söz konusu projeler için yeni baraj işletme çalışmaları yapılmış ve tahmini sulama alanları yeniden hesaplanmıştır.

4.1. M. Turc Metodu

Ortalama kayıplar hesaplanırken M.Turc metodu kullanılabilir. Havzayla komşu olan başka bir havzanın genel yükseltisi, zemin cinsi, topoğrafik durumu ve bitki örtüsü göz önüne alındığında mevcut akım durumundan düzeltme katsayıları bulunur. Bu düzeltme katsayıları ile proje havzası akım değerlerini çarptığımızda düzeltilmiş akımlar elde edilmektedir [Özer, 1990].

M.Turc metodu kullanılırken havza jeolojisini dikkate almak gereklidir. Özellikle karstik sahaların bulunduğu alanlarda bu metodu uygulamak yanıltıcı sonuçlara neden olur. Bunlara çeşitli sebeplerle oluşan çatlak ve erime boşlukları sebep olmaktadır. Sular bu boşluklarda hareket ettiğinde sızma olayı da gerçekleşir. Bu sebeple havzadaki su miktarı ve taşkın hesapları yapılırken jeolojinin dikkate alınması gerekmektedir. Geçirgenliğe sebep bu boşlukların oluşu, yayılışı, sıklığı da araştırılıp bundan sonra gerekli hesaplar yapılmalıdır [Özer, 1990].

Yaz-kış akışın olduğu bazı havzalar mevcuttur. Bu kaynağın M.Turc formülüne göre yüzeysel akışa ilave edilmesinde komşu havzaların topoğrafik yapısı ile jeolojisine bağlı olarak karar verilmesi gerekir [Özer, 1990].

Kaynak, göze, memba olarak nitelendirilen yeraltı sularının yeryüzüne çıktığı noktayla adlandırılan bu sular jeolojik oluşumlarına, su miktarına, sudaki fiziksel ve kimyasal bileşimlere bağlı olarak sınıflandırılır. Havza jeolojisine bağlı oluşan karst kaynaklar havzanın boşalmasına sebep olur. Bu metotla 254 havzada dünyadaki bütün iklimlerde gözleme dayalı akım açığı formülü bulunmuş ve aşağıda verilmiştir.

$$D = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad (4.1)$$

D= Havzadaki yıllık ortalama kayıp (mm) P= Havzadaki yıllık ortalama yağış (mm)
T= Havzadaki yıllık ortalama sıcaklık (C°) Q= Havzada tahmin edilen yıllık ortalama akım (mm).

L parametresi ise (4.2)'deki gibi hesaplanır;

$$L = 300 + 25.T + 0.05T^3 \quad (4.2)$$

$$Q = P - D \quad (4.3)$$

Parametredeki 300 katsayısını kullanırken sıcaklık ve yağış verileri herhangi bir noktayı değil havza katsayısını göstermektedir. Bu metotla akım açığı (kayıplar) hesap edildikten sonra P-D=Q denklemine göre akım bulunmaktadır. Ortalama akımlar alınıp, denklemin tersinden gidildiğinde denklem 4.3'e göre, havza ortalama yağış bilindiği için D hesaplanabilir. L denkleminde havza ortalama sıcaklığı konulduğunda A parametresine ise havzasını gösteren katsayı girilmelidir. Kilis İli Asi Havzasında yer aldığından A değeri 104.2 olarak girilmiştir. Bütün havzalara ait A parametresi Tablo 4.1.'de verilmiştir [Özer, 1990].

Tablo 4.1. Türkiye akarsu havzalarının ortalama yağış, sıcaklık dereceleri ve turc metodu A=300 katsayılarıyla hesaplanmış akımlar ve havza yağış, akım ve sıcaklık derecelerine göre hesaplanmış, A katsayıları [Özer, 1990].

Havza Adı	Ortalama Yağış P (mm)	Ortalama Akım Q (mm)	Ortalama Sıcaklık (t)	Turc metoduna göre akım (mm)	L parametresinin A katsayısı
1. Meriç-Ergene	637	144.2	13.1	139.7	285.9
2. Marmara	751	208.7	13.1	210.6	303.7
3. Susurluk	668	228.5	13.5	151.7	102.0
4. Kuzey Ege	731	214.8	16.3	139.1	69.8
5. Gediz	591	94.1	15.0	89.7	283.7
6. K. Menderes	745	132.6	16.0	146.6	354.3
7. B. Menderes	662	126.1	14.3	134.9	330.3
8. Batı Akdeniz	880	403.3	15.2	297.6	_0.1
9. Antalya	947	989.0	15.2	301.5	_
10. Burdur Göl. Y.	536	66.2	12.0	99.9	461.0
11. Akarçay	498	59.7	11.0	104.0	505.0
12. Sakarya	502	87.8	12.0	83.0	278.5
13. B. Karadeniz	801	252.0	11.5	268.0	385.5
14. Yeşilırmak	514	143.4	11.5	94.4	145.4
15. Kızılırmak	430	75.0	12.0	51.8	291.0
16. Konya Kap. H.	412	90.4	9.2	66.7	210.1
17. Doğu Akdeniz	748	402.1	15.2	316.7	_171.0
18. Seyhan	670	302.4	12.8	241.5	6.0
19. Asi	914	116.7	15.2	274.4	104.2
20. Ceyhan	714	324.2	12.8	203.0	30.0
21. Fırat	568	286.7	10.1	149.8	13.0
22. D. Karadeniz	1272	532.8	9.9	727.5	491.3
23. Çoruh	681	280.0	8.1	255.1	255.0
24. Aras	432	181.5	9.6	72.9	16.1
25. Van	525	120.6	9.6	123.3	306.5
26. Dicle	814	438.3	10.1	368.1	76.0

Söz konusu tablo incelendiğinde bütün akarsu havzaları için 300 katsayısını almak doğru değildir. Parametrik değeri havzaya göre seçmek ve bulduğumuz değerleri de girmek gerekir. Formülde akım açığı hesaplanıp havza alanı ile çarpıldığında $Q=V*A*10^3$ havzadaki su miktarı bulunur. Burada A (km²), V(mm), Q(m³/yıl)'ı göstermektedir [Özer, 1990].

Ortalama yağışı hassas biçimde tespit etmek için aşığıdaki kriterler dikkate alınmalıdır. Bunlar;

- Havzayı temsil eden istasyonlar belirlenip, havza seçimi yapılarak havza ortalama kotunun bulunması gereklidir.
- Havza büyüklüğüne göre çalışılan alan için birden fazla istasyon mevcut ise hepsi değerlendirilerek karar verilmelidir.
- Olasılık dağılım fonksiyonlarının belirlenmesinde yıllık toplam yağışların extrem değerleri arttırılmaktadır.

Dağılım fonksiyonları;

- Binom dağılım (Bernoulli dağılım),
- Normal dağılım (Gauss dağılım),
 - ✓ Analitik yol
 - ✓ Grafik yol
- Lognormal dağılım,
- Gama dağılım (1, 2 ve 3 parametrelili) olarak belirlenmiştir [Özer, 1990].

4.2. Kilis İli için Genel Uygulama Alanı Bilgileri

Uygulama yapılan ilk baraj Kilis İli sınırları içerisinde Musabeyli ilçesinde, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi iklim sınırında yer almaktadır. Daha çok Akdeniz iklim bölgesinin özellikleri proje alanına hakim olup yazlar sıcak ve kurak kış ayları ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Yapılan çalışmada projeye yakın birden fazla istasyon mevcuttur. Ancak, bunlardan Musabeyli ve Islahiye adında DMİ'ye ait iki meteoroloji istasyonu kullanılacaktır. Bu raporda planlaması yapılmış baraj olan Musabeyli Barajı yağış havzasının ortalama yağışı 630 mm'dir. Farklı istasyonlarda ölçülen aylık yağışların değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Proje alanındaki meteoroloji istasyonlarında ortalama aylık toplam yağışlar [DSİ, 2010]

İstasyon	Göz. Süresi (yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
İslahiye	52	169.6	143.4	107.3	72.1	38.7	7.9	1.9	3.1	6.8	45.7	89.6	155.2
Sakçagöz	11	128.7	85.8	101.2	73.4	26.6	3.7	0.1	2.5	5.5	23.6	72.7	127.8
Polateli	13	72.8	63.3	72.0	64.5	31.8	6.8	1.1	0.4	1.2	34.3	46.4	79.0
Kilis	53	99.7	83.3	75.1	50.1	26.4	5.5	1.2	2.2	3.7	31.4	55.4	95.1
Musabeyli	16	104.8	76.5	86.3	65.7	33.4	4.7	0.5	6.5	3.5	31.9	61.6	89.3

Tablo 4.3. İstasyondaki aylık ortalama sıcaklıklar [DSİ, 2010].

İstasyon	Göz. Süresi (yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Kilis	25	6.1	6.8	10.3	14.8	20.3	25.1	27.7	26.7	24.6	19.4	12.5	7.3	16.7
G.Antep	44	2.3	3.8	7.4	12.6	18.2	23.6	27.1	26.8	22.6	15.6	9.3	4.4	14.5
İslahiye	47	5.0	6.5	10.1	15.0	19.9	24.6	27.2	27.5	24.7	19.1	12.5	7.1	16.6

Kilis ilinin yıllık ortalama sıcaklıkları 16.7 C^o'dir. Benzer meteorolojik özellikler gösteren yerler için sıcaklık değerleri Tablo 4.3.'de gösterilmiştir.

Planlama çalışmalarında yine aynı istasyonlardan faydalanılarak buharlaşma gözlemleri bulunmuş ve işletme çalışmasında bu parametrelerde kullanılmıştır. Buharlaşma değerleri Tablo 4.4.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. İstasyondaki aylık net buharlaşmalar [DSİ 2010].

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Buharlaşma (mm)	0.00	0.00	0.00	5.4	76.5	157.7	198.1	149.9	125.7	46.5	0.00	0.00

Barajın yağış havzası 140 km²'dir. Planlanma aşamasında havzadaki su miktarı birden fazla ve yakın akım gözlem istasyonları (AGİ) kullanılarak, ayrı ayrı lineer ve logaritmik korelasyon yöntemleriyle yapılmıştır. Yapılan hesaplar sonucunda işletme çalışmasında kullanılmak üzere su temini tablosu oluşturularak Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Kilis projesi kapsamında kullanılan istasyondaki (1987-2009) yılları arası aylık toplam akımlar [DSİ, 2010].

AYLIK TOPLAM AKIMLAR (hm³)													
Yıllar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1987	0	0.167	3.972	13.239	6.239	33.174	16.232	8.877	0.345	0.061	0	0	82.306
1988	0.089	1.009	3.975	3.216	5.722	16.912	7.796	3.981	0.983	0.335	0.124	0.131	44.273
1989	0.139	0.557	3.023	4.127	5.027	6.441	4.28	1.882	0.253	0.047	0.01	0.012	25.798
1990	0.451	2.024	2.699	2.891	12.123	2.673	0.913	0.151	0.026	0	0	0	23.951
1991	0	0.847	0.142	0.475	2.019	3.875	5.58	1.004	0.161	0	0	0	14.103
1992	0.065	0.294	12.478	3.155	5.529	3.733	0.867	0.201	0.074	0.001	0	0	26.399
1993	0	0.123	2.359	3.941	5.017	6.594	1.233	8.725	0.766	0.104	0.004	0	28.865
1994	0.139	0.557	3.023	4.127	5.027	6.441	4.28	1.882	0.253	0.047	0.01	0.012	25.798
1995	0.139	0.557	3.023	4.127	5.027	6.441	4.28	1.882	0.253	0.047	0.01	0.012	25.798
1996	0.165	1.527	1.43	10.196	6.036	14.203	8.116	1.491	0.431	0.135	0.012	0.051	43.793
1997	1.207	0.512	8.623	3.703	3.941	4.251	10.804	2.541	0.558	0.13	0.021	0.033	36.326
1998	0.255	0.411	1.207	2.658	3.109	3.515	4.119	1.542	0.343	0.073	0.007	0	17.239
1999	0.008	0.473	3.515	2.663	5.783	3.312	4.195	0.512	0.159	0.018	0	0	20.637
2000	0.027	0.061	0.186	4.459	4.078	2.744	1.217	0.499	0.035	0	0	0	13.306
2001	0.013	0.087	0.386	0.284	3.074	2.851	2.922	1.633	0.156	0	0	0	11.405

Tablo 4.5. devam

AYLIK TOPLAM AKIMLAR (hm³)													
Yıllar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
2002	0.002	0.186	10.855	10.855	3.317	4.885	7.152	1.907	0.407	0.031	0	0.01	39.608
2003	0.139	0.557	3.023	4.127	5.027	6.441	4.28	1.882	0.253	0.047	0.01	0.012	25.798
2004	0.026	0.146	2.019	11.362	8.217	2.8	1.075	0.568	0.078	0	0	0	26.291
2005	0	1.385	1.588	1.436	4.367	4.783	3.343	0.7	0.17	0.001	0.019	0	17.791
2006	0.013	0.14	0.434	1.354	7.152	3.12	2.425	0.517	0.08	0	0	0	15.235
2007	0.327	1.096	0.246	0.842	3.236	1.862	1.162	0.447	0.011	0	0	0	9.228
2008	0	0.006	0.984	1.157	2.46	1.319	0.503	0.028	0	0	0.001	0.001	6.458
2009	0.003	0.082	0.337	0.528	4.093	5.783	1.664	0.436	0.023	0.002	0	0	12.949
Ortalama	0.139	0.557	3.023	4.127	5.027	6.441	4.28	1.882	0.253	0.047	0.01	0.012	25.798

Kilis Musabeyli Projesi Planlama Revizyon Raporunda baraja ait bilgiler Tablo 4.6.'da verilmiştir. Yapılan bu çalışmada iklim değişikliği sonucu bulunan yağış verilerinden elde edilenlerle tekrar bir işletme çalışması yapılarak küresel ısınma sonucu oluşacak yeni sulama alanı bulunacaktır.

Tablo 4.6. Musabeyli barajı planlama raporuna ait karakteristik bilgiler [DSİ, 2010].

<u>Revize Planlama Raporuna göre (2010) :</u>	
<u>Hidroloji :</u>	
Drenaj Alanı	: 140 km ²
Yıllık Ortalama Akım	: 25.798 hm ³
<u>Baraj Gölü :</u>	
Max. Su Kotu	: 617.80 m
Normal Su Kotu	: 615.00 m
Min. Su Kotu	: 577.00 m
<u>Baraj Gövdesi :</u>	
Tipi	: Kil Çekirdekli Toprak Dolgu
Yüksekliği (Talvegden)	: 63 m
Yüksekliği (Temelden)	: 67 m
Kret kotu	: 620 m
Kret Uzunluğu	: 680 m
Kret Genişliği	: 10 m
Toplam Gövde Hacmi	: 3.87 hm ³
<u>Sulama Tesisleri :</u>	
Ana İsale Hattı uzunluğu, Çapı	: 6550 m, Ø=1,50 m
İsale Hattı Tipi	: Çelik Boru
Sulama Alanı (Brüt)	: 3395 ha
Sulama Alanı (Net)	: 3056 ha
Sulama Sistemi	: %88 Damla, %6 Yağmurlama, %6 Yüzeysel

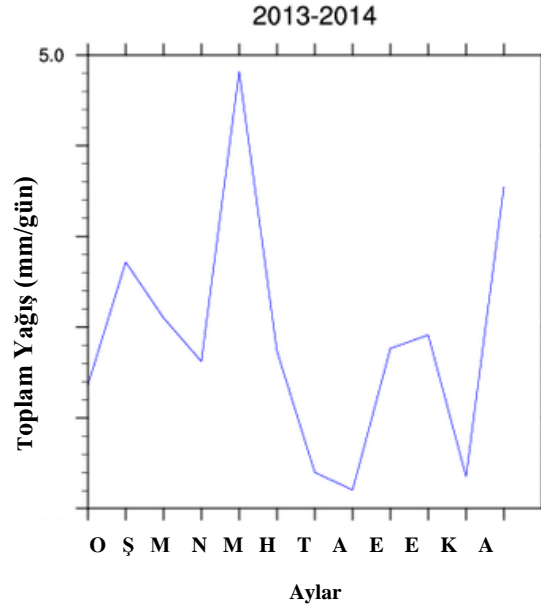
4.2.1. İklim Senaryosunun Uygulanması

İklim değişikliği kapsamında yapılan modellemelerden biri olan ve en çok kullanılan senaryolardan biri olan A2 senaryosu, en kötümser durumu ortaya koyarak bugünküne benzer bir bölgenin başka bir bölgeyle benzer özellikler taşımadığını göstermektedir. Yağış ve akış parametreleri bulunurken TÜBİTAK tarafından desteklenen ARGE projesi kapsamında 105G015 nolu projeden yararlanılmıştır [URL-1]. Veri Dağıtım Sistemi başlığı adı altında Kilis ve Balıkesir illeri için 2013-2070 yılları arasındaki grafiklerden yağış ve akış parametreleri alınarak su temini açısından değerlendirilmiştir.

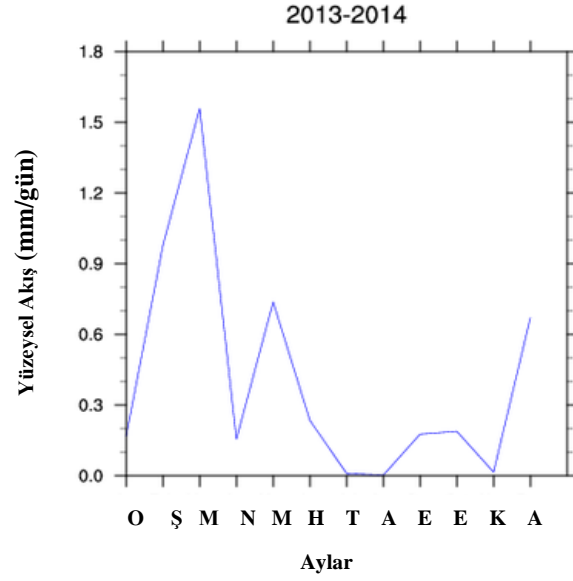
4.2.2. İklim Modellemesi Yardımıyla 2013-2070 Yılları Yağış ve Akış Verilerinin Grafiklerden Elde Edilmesi

Tez kapsamında, Kilis İli için 2013 yılından başlanarak emisyon senaryosu A2, küresel model Echam5, bölgesel model RegCM3, değişken parametre için yağış veya akıştan biri seçilmiştir.

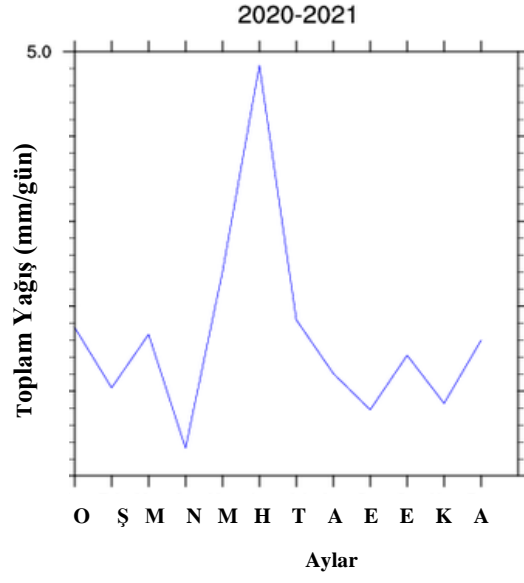
Bu çalışmadan dolayı iki veri kullanılmış ancak 2m de ki hava sıcaklığı, buharlaşma (terleme), 10 m'deki zonal rüzgar ile 10 m'deki meridyonel rüzgar değerleri de grafiklerle bulunmuştur. Bu çalışma için 2013-2070 yılları arası sadece yağış ve akış grafikleri kullanılmıştır.



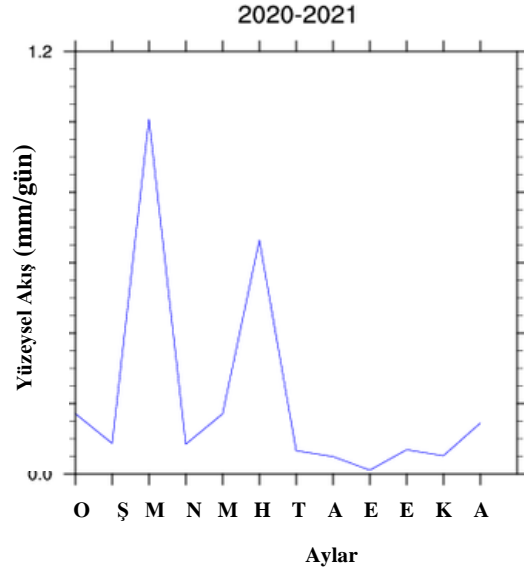
Şekil 4.1. Kilis ili için 2013 yılı aylık yağışlar [URL-1].



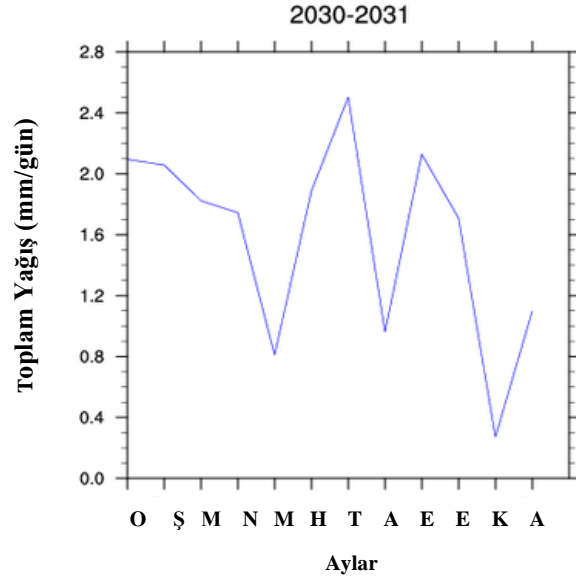
Şekil 4.2. Kilis ili için 2013 yılı aylık yüzeysel akış [URL-1].



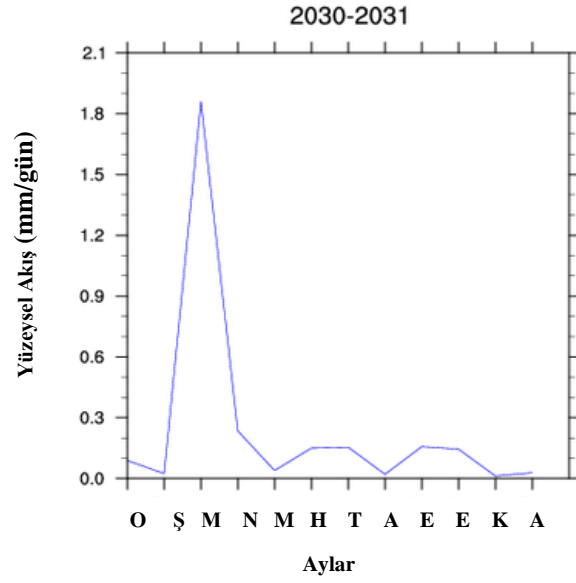
Şekil 4.3. Kilis ili için 2020 yılı aylık yağışlar [URL-1].



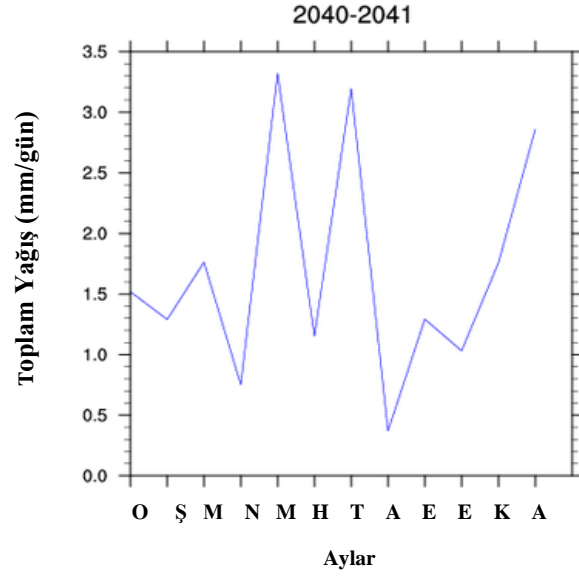
Şekil 4.4. Kilis ili için 2020 yılı aylık akışlar [URL-1].



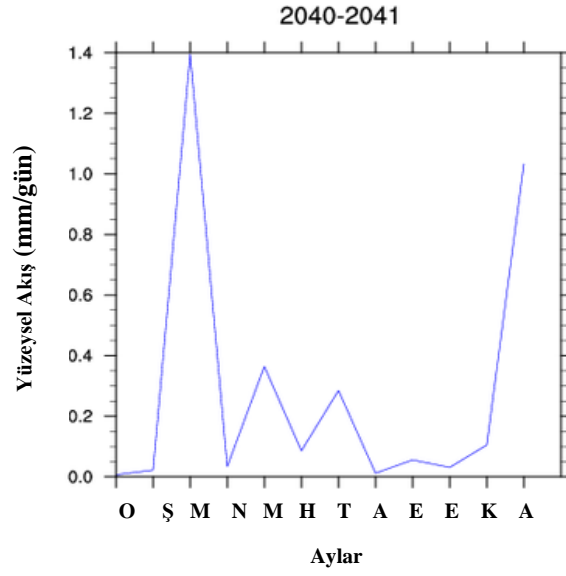
Şekil 4.5. Kilis ili için 2030 yılı aylık yağışlar [URL-1].



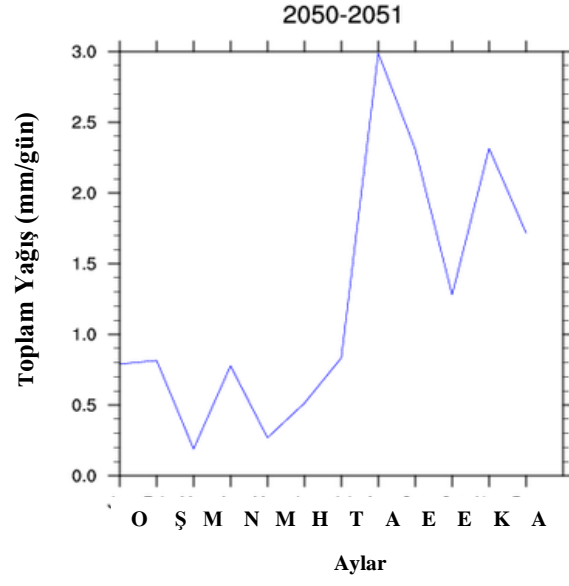
Şekil 4.6. Kilis ili için 2030 yılı aylık akışlar [URL-1].



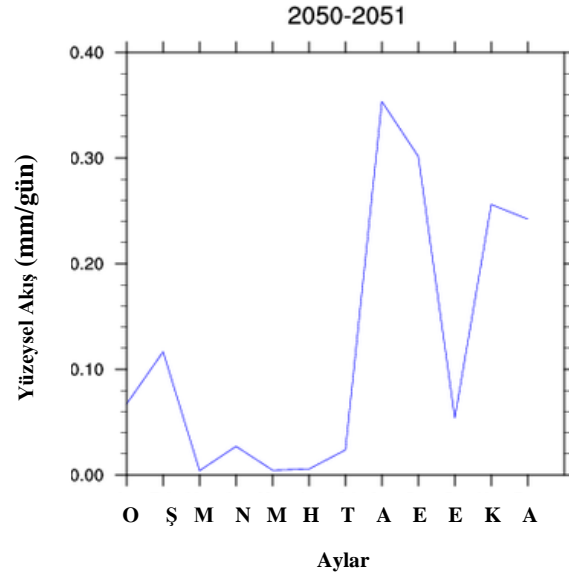
Şekil 4.7. Kilis ili için 2040 yılı aylık yağışlar [URL-1].



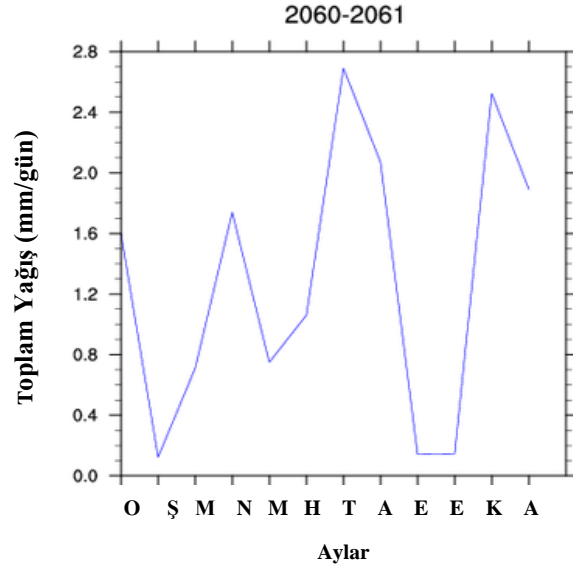
Şekil 4.8. Kilis ili için 2040 yılı aylık akışlar [URL-1].



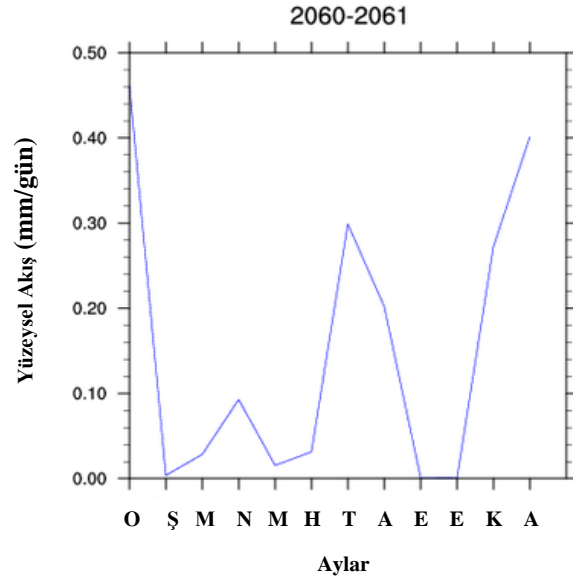
Şekil 4.9. Kilis ili için 2050 yılı aylık yağışlar [URL-1].



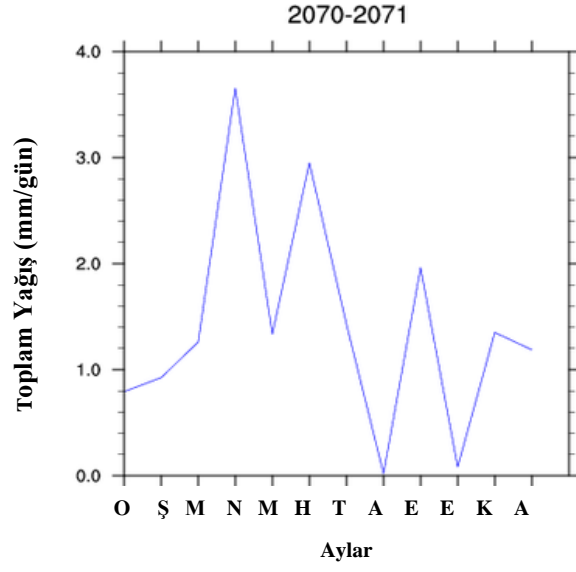
Şekil 4.10. Kilis ili için 2050 yılı aylık akışlar [URL-1].



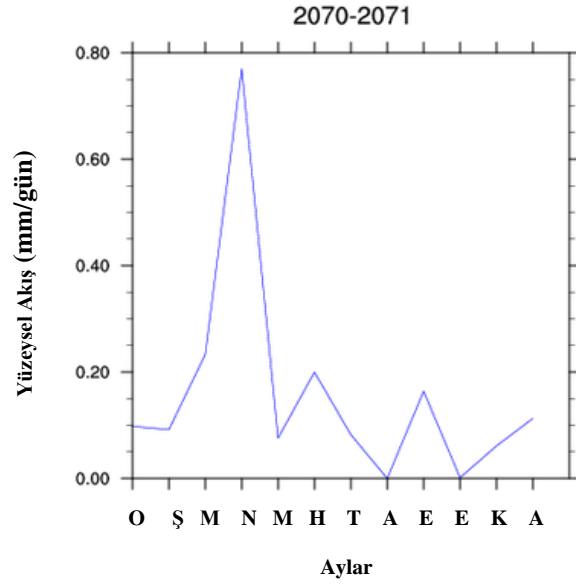
Şekil 4.11. Kilis ili için 2060 yılı aylık yağışlar [URL-1].



Şekil 4.12. Kilis ili için 2060 yılı aylık akışlar [URL-1].



Şekil 4.13. Kilis ili için 2070 yılı aylık yağışlar [URL-1].

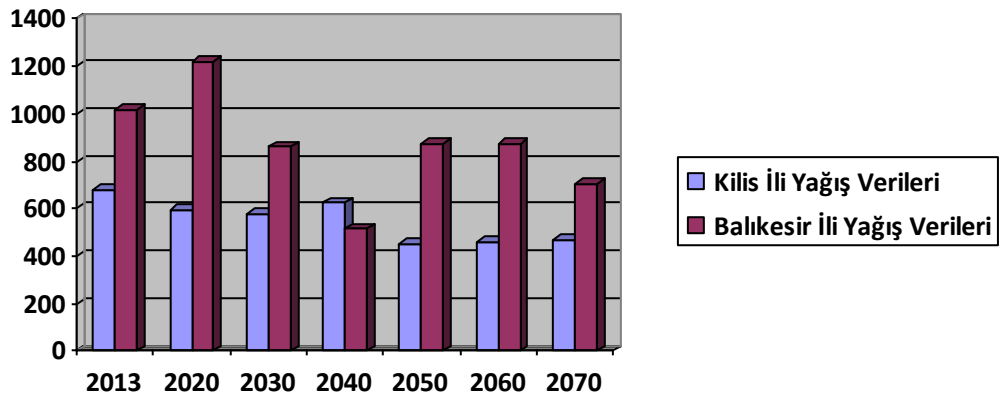


Şekil 4.14. Kilis ili için 2070 yılı aylık akışlar [URL-1].4.

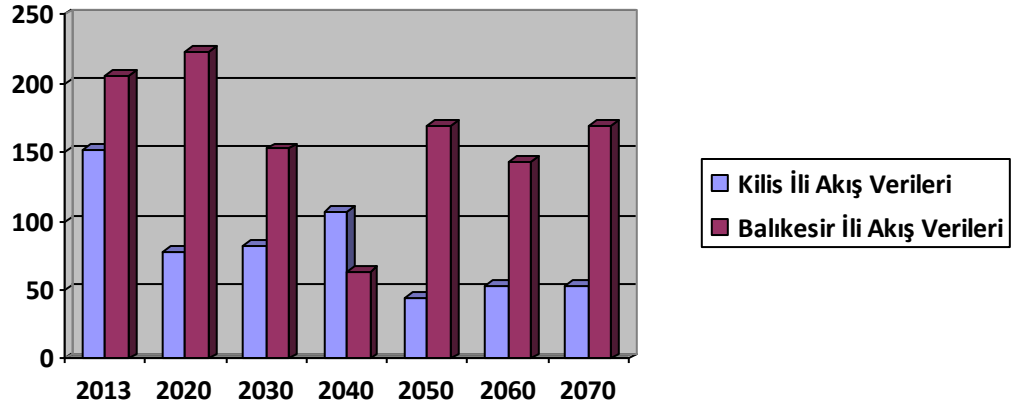
Yukarıda verilen Şekil 4.1. ve Şekil 4.14. arasında gösterilen yağış ve akış grafikleri İTÜ ve Tübitak tarafından ortak yapılan Ar-Ge projesinden alınmıştır. İklim değişikliği senaryosuna göre istenilen yıllara ait veriler (il, enlem, boylam, yıl vb.) girilerek yağış, akış, 2m'deki hava sıcaklığı, meridyonel rüzgar, buharlaşma vb. değerler bulunabilmektedir. Burada da Kilis iline ait enlem boylam değerleri girilerek 2013, 2020, 2030, 2040, 2050, 2060 ve 2070 yıllarına ait tahmin edilen yağış ve akış değerleri bulunmuştur. Söz konusu çalışma kapsamında aşağıdaki gibi 10 yıllık aralıklarla grafiklerin çıktı durumları görüntülenebilir [URL-1]. Çalışmada zaman dilimi olarak 2013-2070 yılları arası kullanılmıştır. Programdan elde edilen grafiklerden faydalanarak yağış ve akıştaki artan ve azalan eğilim, sütunlar halinde Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmiştir. Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'daki grafiklerden de anlaşılacağı gibi yıllara bağlı olarak genel anlamda hem yağış hem de akış durumunda azalmalar olacaktır.

Çıktıda grafikler mm/gün olarak verilmiş ve o aydaki tüm günler aynı yağış yüksekliğiyle sabit kabul edilmiştir. Ancak yapılan hesaplamalarda aylık akımlar kullanılacağından her aydaki gün sayısı ile çarpılarak günlük yağış miktarları aylık akıma çevrilmiştir. Aynı hesap yöntemi kullanılarak akış değerleri de bulunmuştur.

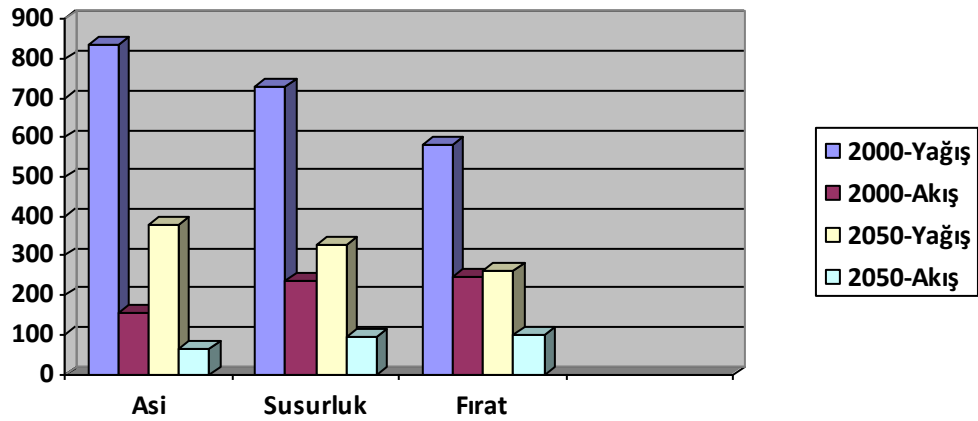
2013 yılı ile 2070 yılları arasındaki bu yağış ve akış değerleri kullanılarak 2013-2070 yılları arasında hem yağış hem de akış durumunu gösteren tablolar oluşturulmuş ve Tablo 4.7. ve Tablo 4.8.'de verilmiştir.



Şekil 4.15. Kilis ve Balıkesir illeri için model sonucu oluşturulan 2013-2070 yılları arası yağış durumu [URL-1].



Şekil 4.16. Kilis ve Balıkesir illeri için model sonucu oluşturulan 2013-2070 yılları arası akış durumu [URL-1].



Şekil 4.17. Asi, Susurluk ve Fırat havzalarının 2000-2050 yılları yağış-akış durumunu gösteren grafik [Şen, 2003].

Şekil 4.17’de grafikte gösterilen Asi-Susurluk ve Fırat havzalarına ait 2000-2050 yılları yağış-akış grafiği verilmiştir. Zekai ŞEN’in Tablo 3.2.’de de havzalara ait yağış ve akış değerlerini 2000 ve 2050 yıllarındaki değişimleri göstererek bütün havzalarda azalmalar olacağını ifade etmiştir. Bu çalışma kapsamında da yağış miktarları yıl bazında incelenerek Şekil 4.17.’de verilen grafikte de görüldüğü gibi azalan yağış ve buna bağlı akış durumu Zekai ŞEN’i destekler nitelikte olmuştur.

Tez kapsamında yapılan bu çalışmada da onar yıl arayla grafikte gösterilen yağış akış durumu iklim değişikliğine bağlı olarak önümüzdeki yıllarda yağışın azalacağı görülmüştür.

Tablo 4.7. Kilis ili için 2013–2070 yılları arası aylık yağışlar [URL-1].

TOPLAM YAĞIŞLAR (2013-2032) (mm/ay)													
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2013	43.4	72.8	65.1	49.5	148.5	54	11.78	6.2	52.5	55.8	11.4	108.5	679.48
2014	65.1	12.88	34.1	18	38.75	54	50.22	31	6	15.5	55.5	62	443.05
2015	41.85	28	60.45	51.6	41.85	57.3	12.4	38.75	0	3.1	47.4	74.4	457.1
2016	55.8	33.6	20.15	34.5	31	48	9.3	8.37	0	19.22	54	34.1	348.04
2017	74.4	11.6	49.6	0	72	72.6	117.18	0	12.3	12.3	66	38.75	526.73
2018	65.1	25.2	9.3	18	75.33	13.5	15.5	34.1	0	31	30.8	43.4	361.23
2019	72.85	70	62	87	15.5	88.5	55.8	3.1	21	3.1	33	34.1	545.95
2020	55.18	30.8	52.7	12	71.3	144	55.8	38.75	24	38.75	24	49.6	596.88
2021	51.15	30.8	62	25.5	32.55	30	3.1	29.45	18	0	30	6.2	318.75
2022	29.45	2.9	1.55	30	65.1	30	21.7	41.85	12	58.9	60	29.45	382.9
2023	12.4	42	21.7	30	130.2	15	58.9	111.6	15	9.3	39	65.1	550.2
2024	55.8	11.2	18.6	6	27.9	96	40.3	3.1	27	21.7	36	34.1	377.7
2025	80.6	50.4	41.85	66	35.65	84	12.4	0	3	15.5	45	74.4	508.8
2026	24.8	44.8	21.7	36	167.4	42	31	37.2	24	12.4	78	58.9	578.2
2027	26.35	66.7	86.8	51	52.7	51	102.3	37.2	4.5	12.4	75	80.6	646.55
2028	65.1	39.2	12.4	21	26.35	102	27.9	21.7	30	24.8	18	43.4	431.85
2029	49.6	46.2	34.1	24	62	31.5	26.35	24.8	48	4.65	46.5	9.61	407.31
2030	65.1	57.4	56.11	51	26.35	57	75.95	31	63	52.7	9	34.1	578.71
2031	37.82	33.6	6.2	6	117.8	12.6	9.3	15.5	0	40.3	19.5	34.1	332.72
2032	37.2	31.9	31	12.6	133.3	57	43.4	24.8	39	40.3	24	86.8	561.3

Tablo 4.7. devam

TOPLAM YAĞIŞLAR (2033-2052) (mm/ay)													
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2033	52.39	44.8	29.45	9	7.75	46.5	69.75	52.7	18	46.5	52.5	29.45	458.79
2034	49.6	28	27.9	28.5	44.95	39	111.6	102.3	57	35.65	28.5	60.45	613.45
2035	105.4	19.6	23.25	48	65.1	54	15.5	43.4	6	12.4	13.5	55.8	461.95
2036	21.7	16.8	0	0	37.2	144	30.38	6.2	36	49.6	36	49.6	427.48
2037	80.6	11.6	31	13.5	43.4	25.5	41.85	5.89	21	15.5	33	23.25	346.09
2038	89.9	60.2	46.5	63	27.9	64.5	74.4	38.75	39	27.9	1.8	93	626.85
2039	65.1	36.4	34.1	78	10.85	64.5	0.62	20.15	15	9.3	39	31	404.02
2040	46.5	36.4	54.25	24	102.3	36	99.2	12.4	39	32.55	51	89.9	623.5
2041	37.2	39.2	55.8	54	148.8	84	43.4	34.1	48	12.4	36	31	623.9
2042	93	34.8	31	27	55.8	12	52.7	37.2	39	6.2	18	3.1	409.8
2043	58.9	11.2	21.7	3	31	15	21.7	24.8	9.9	34.72	19.5	29.45	280.87
2044	49.6	16.8	6.2	18	24.8	51	161.2	49.6	21	27.9	129	80.6	635.7
2045	37.2	50.4	31	36	68.2	144	62	58.9	12	31	42	62	634.7
2046	34.1	16.8	37.2	39	86.8	126	31	46.5	39	37.2	36	74.4	604
2047	58.9	24.65	9.3	73.5	24.8	71.4	20.15	18.6	7.5	23.25	24	82.15	438.2
2048	86.8	30.8	12.4	84	108.5	141	151.9	86.8	21	40.3	33	58.9	855.4
2049	74.4	36.4	62	23.4	34.1	63	9.3	6.2	36	3.1	51	74.4	473.3
2050	24.8	22.4	6.2	24	9.3	15	24.8	93	69	40.3	69	52.7	450.5
2051	37.2	58.8	24.8	30	179.8	48	0.62	0	1.2	0.93	63	43.4	487.75
2052	74.4	84.1	37.2	42	82.15	69	34.1	18.6	48	18.6	66	68.2	642.35

Tablo 4.7. devam

TOPLAM YAĞIŞLAR (2053-2070) (mm/ay)													
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2053	120.9	33.6	49.6	66	62	168	55.8	9.3	7.2	55.8	52.5	31	711.7
2054	20.15	22.4	3.72	63	41.85	9	10.85	27.9	37.5	51.15	69	55.8	412.32
2055	77.5	34.15	74.4	21	7.75	36	49.6	6.2	7.5	17.05	9	62	402.15
2056	37.2	78.4	31	0	80.6	165	86.8	0.62	65.1	2.48	48	49.6	644.8
2057	83.7	43.5	37.2	30	77.5	15	6.2	0	6	9.3	33	43.4	384.8
2058	24.5	47.6	15.5	4.5	69.5	12	0	24.8	60	34.1	54	52	398.5
2059	46.5	25.2	55.8	7.5	12.4	6	15.5	55.8	7.5	3.1	54	83.7	373
2060	46.5	4.2	18.6	52.5	23.25	30	80.6	62	4.5	4.65	72	58.9	457.7
2061	43.4	75.6	69.8	37.5	83.7	39	17.05	29.45	28.5	20.15	40.5	46.5	531.15
2062	18.6	40.6	21.7	39	74.4	82.5	12.4	6.2	0	52.7	70.5	43.4	462
2063	99.2	36.4	12.4	31.5	43.4	66	9.3	12.4	0	12.4	42	37.2	402.2
2064	49.6	33.6	71.3	2.4	0.62	54	49.6	179.8	60	37.2	30	68.2	636.32
2065	74.4	112	68.2	0.6	55.8	84	37.2	55.8	2.4	1.86	30	43.4	565.66
2066	83.7	5.6	13.95	6	68.2	42	6.2	15.5	54	21.7	30	93	439.85
2067	27.9	62.35	24.8	33	41.85	51	58.9	46.5	3	40.3	48	40.3	477.9
2068	68.2	44.8	2.48	84	71.3	118.5	161.2	37.2	0.9	1.86	42	37.2	669.64
2069	96.1	78.4	1.24	42	52.7	29	40.3	55.8	36	1.24	144	71.3	648.08
2070	2.48	2.52	37.2	108	43.4	87	43.4	0	58.5	0.31	42	40.3	465.11

Tablo 4.8. Kilis ili için 2013–2070 yılları arası aylık akışlar [URL-1].

TOPLAM AKIŞ (2013-2032) (hm ³ /ay)												
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2013	0.911	3.841	6.51	0.798	3.949	0.966	0	0	0.63	0.781	0.042	2.821
2014	2.604	0.078	3.211	0.126	0.434	0.294	0.39	0.043	0	0	0.462	0.694
2015	3.775	0.98	3.472	0.588	0.217	0.357	0	0.13	0	0	0.21	0.217
2016	0.173	0.352	3.775	4.62	0.196	0.231	0	0	0	0	0.21	0
2017	2.821	0	4.991	0	0.564	1.344	2.387	0	0	0.014	0.84	0.651
2018	0.217	0.705	2.69	0.084	0.756	0.042	0.014	0.217	0	0.086	0.168	0.39
2019	2.69	2.469	1.736	1.848	0.086	1.008	0.347	0	0.042	0	0.042	0.954
2020	0.737	0.392	4.123	0.42	0.737	2.73	0.39	0.217	0	0.217	0.336	0.52
2021	0.824	0.666	1.649	0.21	0.13	0.105	0	0.086	0	0	0.126	0
2022	0.217	0.162	0.52	0.126	0.52	0.084	0.084	0.13	0	0.434	2.184	0.086
2023	0	0.47	3.775	0.336	3.689	0	1.085	1.171	0	0	0.504	0.086
2024	0.651	5.292	0.781	0	0.086	1.008	0.39	0	0.042	0	0.378	0.086
2025	0.868	5.488	1.953	1.176	0.217	0.63	0	0	0	0	0.63	0.954
2026	1.519	1.176	2.604	0.504	3.906	0.294	0.217	0.477	0.21	0	1.344	0
2027	0.3472	2.03	9.765	1.26	0.434	0.42	2.039	0	0	0	1.89	0.434
2028	0.369	0.98	7.03	0.42	0.001	0.84	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2029	0.217	2.038	3.775	0.21	0.651	0.294	0.13	0.086	0.63	0	0.378	0
2030	0.434	0.001	8.029	1.05	0.217	0.42	0.42	0	0.434	0.434	0	0.001
2031	0.217	3.332	0.043	0.056	1.519	0	0	0	0	0.217	0.084	0.086
2032	1.822	0.081	1.909	0.42	2.343	0.924	2.604	0.086	0.252	0.173	0.252	2.43

Tablo 4.8. devam

TOPLAM AKIŞ (2033-2052) (hm ³ /ay)												
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2033	0.0868	1.2936	5.6854	0	0	0.21	0.5208	0.217	0	0.26	1.134	0.217
2034	0	0.078	3.342	0.63	0.217	0.217	1.606	1.953	0.756	0.347	0.252	1.389
2035	4.123	0.118	4.34	0.504	0.694	0.21	0	0.217	0	0	0	1.128
2036	0.087	1.686	0	0	0.26	2.772	0.043	0	0.042	0.434	0.294	1.042
2037	1.649	0.162	1.519	0.588	0.304	0.084	0.304	0	0.042	0.07	0.252	0.13
2038	2.3	3.724	2.43	1.764	0.087	0.84	1.302	0.087	0.168	0.098	0.042	1.302
2039	1.519	4.704	1.085	1.47	0	0.63	0	0	0	0	0.21	0
2040	0	0.07	6.076	0.168	1.519	0.42	1.215	0	0.336	0.21	0.42	4.557
2041	0	0.588	5.121	0.84	4.557	1.05	0.303	0.13	0.42	0.007	0.126	0
2042	1.389	1.705	0.347	6.72	0.434	0	0.781	0.217	0.14	0	0	0
2043	1.389	0.568	0.781	0	0.087	0.042	0.043	0.087	0	0.174	0.168	0.087
2044	1.259	1.529	0	0	0.087	0.42	3.125	0.347	0.084	0.13	2.814	2.387
2045	0.868	2.156	0.564	0.462	0.651	2.856	0.521	0.304	0	0.217	0.126	3.689
2046	0.174	0.98	2.561	0.336	2.951	3.024	0.26	0.304	0.357	0.217	0.294	1.259
2047	1.91	1.502	0.347	1.302	0.087	3.57	0.001	0	0	0.043	0.126	1.085
2048	3.038	1.372	0.521	1.596	1.953	2.94	6.944	1.389	0.084	0.347	0.42	0.651
2049	6.51	0.784	3.906	0.63	0.347	0.63	0	0	0.42	0	0.504	2.604
2050	0.347	0.47	0.043	0.126	0.001	0.001	0.087	1.519	1.26	0.26	1.092	1.042
2051	0.434	4.704	1.519	0.21	6.293	0.252	0	0	0	0	0.63	0.434
2052	0.955	4.466	4.991	1.89	1.302	0.84	0.434	0.217	0.42	0.098	0.84	1.085

Tablo 4.8. devam

TOPLAM AKIŞ (2053-2070) (hm ³ /ay)												
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2053	7.595	4.312	1.953	1.26	0.868	7.98	0.434	0	0	0.651	0.84	0.217
2054	0.2604	1.6856	3.038	1.008	0.2604	0	0.217	0.1302	0.1526	0.3472	1.512	1.3888
2055	3.472	4.704	3.038	0	0	0.21	0.434	0	0	0	0	0.651
2056	0.9548	0.5096	5.425	0	0.868	2.94	1.302	0	0.63	0	0.63	0.434
2057	1.519	1.624	7.378	0.21	0.868	0	0	0	0	0	0.126	0.651
2058	0.5208	1.568	1.8228	0	0.434	0	0	0.126	1.176	0.3038	1.092	0
2059	4.34	2.156	3.255	0	0	0	0	0.434	0	0	0.84	2.044
2060	1.9096	0	0.1302	0.378	0.0868	0.126	1.26	0.868	0	0	1.092	1.6492
2061	0.434	3.332	5.642	0.84	0.7812	0.168	0	0.217	0	0	0.378	0.868
2062	0.1736	1.7864	0.5208	0.168	0.651	1.764	0.0868	0	0	0.6944	1.344	1.302
2063	3.255	4.312	0.3472	0.322	0.322	0.546	0	0	0	0	0.294	0.56
2064	0.651	1.2936	1.9096	0.42	0	0.21	0.1302	4.648	0.63	0.434	0.294	1.645
2065	3.038	4.312	9.548	0	0.651	0.651	0.434	0.868	0	0	0	0.1302
2066	3.906	0.0784	0	0	0.7812	0.21	0	0	0.63	0.1736	0.182	0.952
2067	2.303	3.045	1.4322	0.294	0.217	0.546	0.651	0.217	0.084	0.259	0.63	0.735
2068	2.604	1.883	0.651	1.176	0.651	1.722	3.682	0.217	0	0	0.336	0.336
2069	2.296	3.136	0.0868	0.546	0.2604	0.168	0.2604	0.343	0.21	0	2.94	2.73
2070	0.434	0.3136	0.9548	3.15	0.2604	0.84	0.2604	0	0.63	0	0.21	0.434

Tablo 4.7.'de verilen toplam yağış değerleri programla bulunmuş ve her aydaki yağış miktarı mm olarak verilmiştir. Tablo 4.7.'de verilen yağışların birimi (mm/ay) 'dır. Tablo 4.8.'de verilen ise akış durumunu göstermektedir. Ancak sulama suyu hesaplanırken kullanılması gereken birim (hm^3/ay) olduğundan drenaj alanı ile çarpılarak birimi çevrilmiş ve bu şekilde hesaplarda kullanılmıştır.

Tablo 4.9. Musabeyli barajında uygulanan turc metodu için genel bilgiler.

M.Turc Metodu için Genel Bilgiler	
Proje Yeri	: Kilis
Projenin Adı	: Musabeyli Barajı
Yağış için Seçilen İstasyon	: Musabeyli (DMİ)
Yağış Gözlem Süresi	: 17
Drenaj Alanı (km²)	: 140
Dreenaj Alanı Ortalama Kotu	: 853.1
Drenaj Alanı Ortalama Enlemi	: 36 53
Sıcaklık İstasyonu	: İslahiye
Sıcaklık İstasyonu Kotu	: 518
Sıcaklık İstasyonu Enlemi	: 37 2
Sıcaklık İstasyonu Ortalama Sıcaklığı	: 16.6

İslahiye (DMİ) AGİ'den elde edilen 58 yıllık yağış aşağıda Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Musabeyli barajında 2013–2070 yılları arası uygulanan turc metodu için girilen yağışlar.

Sıra No	Yıllar	TOPLAM YAĞIŞ (mm)	Yıllar	TOPLAM YAĞIŞ (mm)
1	2013	679.48	2042	409.8
2	2014	443.05	2043	280.87
3	2015	457.1	2044	302
4	2016	348.04	2045	634.7
5	2017	526.73	2046	604
6	2018	361.23	2047	438.2
7	2019	545.95	2048	855.4
8	2020	596.88	2049	473.3
9	2021	318.75	2050	450.5
10	2022	382.9	2051	487.75
11	2023	550.2	2052	642.35
12	2024	377.7	2053	711.7
13	2025	508.8	2054	412.32
14	2026	578.2	2055	402.15
15	2027	646.55	2056	644.8
16	2028	431.85	2057	384.8
17	2029	407.31	2058	398.5
18	2030	578.71	2059	373
19	2031	332.72	2060	457.7
20	2032	561.3	2061	531.15
21	2033	458.79	2062	462
22	2034	613.45	2063	402.2
23	2035	461.95	2064	636.32
24	2036	427.48	2065	565.66
25	2037	346.09	2066	439.85
26	2038	626.85	2067	477.9
27	2039	404.02	2068	669.64
28	2040	623.5	2069	648.08
29	2041	623.9	2070	465.11

Tablo 4.11. Musabeyli barajında 2013-2070 yılları arası uygulanan turc metodu sonucu bulunan akım değeri.

	TURC YÖNTEMİ		COUTANGE YÖNTEMİ	
	NORMAL	LOG	NORMAL	LOG
AKIŞ YÜKSEKLİĞİ (%90-mm)	28.57	31.86	42.21	44.80
%90 İHTİMALLİ AKIM (hm³)	4.00	4.46	5.91	6.27
AKIŞ YÜKSEKLİĞİ (%85-mm)	37.99	39.05	49.51	50.31
%85 İHTİMALLİ AKIM (hm ³)	5.32	5.47	6.93	7.04
AKIŞ YÜKSEKLİĞİ (%80-mm)	46.34	45.58	55.73	55.18
%80 İHTİMALLİ AKIM (hm ³)	6.49	6.38	7.80	7.73
AKIŞ YÜKSEKLİĞİ (%50-mm)	90.43	83.69	86.76	82.13
%50 İHTİMALLİ AKIM (hm ³)	12.66	11.72	12.15	11.50

Kilis Musabeyli Projesi çalışmasında M.Turc Metodu uygulamasında jeoloji yönüyle uygun bulunmuştur. Çünkü kalkerli yapılarla çok fazla karşılaşılmamıştır. Barajın hangi havzada olduğu belirlendikten sonra havza ortalama kotunun bulunması gerekmektedir. Musabeyli Barajı için havza ortalama kotu yapılarak Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Musabeyli barajı için kullanılan turc metodunda yağış-akım durumu için hesaplanan havza ortalama kot

Havza Ortalama Kotu Hesabı						
Kot 1	Kot 2	Kot Ortalama (m)	Alan (m²)	Alan (km²)	Alt Alan Ağırlıklı Yüzdesi	Ağırlıklı Yükseklik (m)
565	650	607.5	7.320.000,0	7.320	5.23%	31.759
650	750	700	22.200.000,0	22.200	15.85%	110.984
750	850	800	26.500.000,0	26.500	18.93%	151.407
850	1000	925	77.500.000,0	77.500	55.35%	511.980
1000	1025	1012.5	6.500.000,0	6.500	4.64%	47.002
Toplam Alan / Havza Ağırlıklı Ortalama Yüksekliği			140.020.000,0	140,0	100,00%	853.1
			78.430.485,2	78.430		

Musabeyli Barajı için 2013–2070 yılları arasındaki yağış değerleri girildiğinde M.Turc metoduna göre hesaplanan %90 ihtimalli akım 4 milyon m³ (4 hm³) olarak bulunmuştur. 2010 yılında yapılan Musabeyli Projesi Planlama Revizyon Raporunda yıllık ortalama akım 25.798 hm³ iken Turc metoduna göre bulunan ortalama yeni akım 4 hm³ olmuştur. Bu durum da yıllık ortalama akımın yaklaşık 6 katı kadar düşeceğini göstermektedir. Yapılan hesaplar sonucu bulunan akım Tablo 4.11.'de gösterilmiştir.

4.2.3. Sulama Amaçlı Barajlarda Proje İşletme Çalışması

Depolama tesislerinin boyutlarının belirlenebilmesi ve akarsu potansiyelinden optimum faydanın sağlanması için proje çalışmalarında işletme çalışması yapılmaktadır. Depolama tesisinin amacı enerji üretimi ya da sulama olabileceği gibi iki amacı taşıyan tesisler olabilir. Ayrıca depolama tesisi taşkın koruma veya içme suyu temini amaçlı planlanabilir.

Barajın amacına uygun optimum baraj yüksekliğinin tespiti, yapılacak hizmetin de faydasını direkt olarak etkilemektedir. Sonuçta regüle edilecek suyun optimum baraj yüksekliğinde sağlanması amaçlanır.

Bütün işletme çalışmalarının esası hidrostatik denge denklemine dayanmaktadır.

Hidrostatik denge denklemi;

$$\Delta S = Q_{\text{Giren}} - Q_{\text{Çekilen}} - \text{Toplam Kayıplar} \quad (4.4)$$

ΔS : Depolamadaki değişim

Q_{Giren} : Baraja giren sular

$Q_{\text{Çekilen}}$: Barajdan regüle edilen sular

Toplam Kayıplar : Buharlaşma ve Sızma Kayıpları

Sulama amaçlı barajlarda işletme çalışması yapabilmek için bir takım parametrelerin bilinmesi gerekmektedir. Bunlar sırasıyla aşağıda anlatılmıştır.

4.2.3.1. Su Temini Değerleri

Proje kesitinde baraja gelebilecek akımlar bizzat akarsu üzerinde gözlenmiş olan akım gözlem istasyonunun (AGİ) akım değerlerinden faydalanılarak hesaplanır. Eğer uygun periyotta AGİ yoksa (planlama çalışmalarında) en az 5 yıl çalışmış olan hidrometri istasyonu, civardaki istasyonlar ile korelasyon işlemine tabi tutularak akımlar yeterli periyoda uzatılır. Bir su temininde gözlem periyodu tam sulamalı işletme çalışmalarında en az 15 yıl olmalıdır.

4.2.3.2. Sulama Suyu İhtiyacı

Sulama alanında projeli bitki paternine göre çeşitli yöntemlerle sulama suyu ihtiyaçları aylık olarak hesaplanır. DSİ’de Blaney Criddle Yöntemi kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılmak üzere Tablo 4.13’de verilmiştir.

4.2.3.3. Baraj Gölü Yüzeyinden Net Buharlaşma Miktarları

Proje alanında veya yakınında buharlaşma gözlemi yapan bir meteoroloji istasyonunun aylık toplam buharlaşma değerleri, sıcaklığa bağlı bir uygun regresyon denklemi yardımıyla baraj yerinin ortalama sıcaklık değerleri elde edilir.

Sıcaklık-buharlaşma regresyon denklemi yardımıyla buharlaşmalar baraj yerine taşınır. Bu değerlerden baraj yeri ortalama yağış değerlerinin çıkarılmasıyla, baraj gölünün yüzeyinden meydana gelebilecek net buharlaşma derinlikleri hesaplanır.

4.2.3.4. Kot-Alan Hacim Değerleri

Harita üzerinde Baraj aks yerinde Kot-Alan-Hacim değerleri hesaplanır.

4.2.4 Sulama Alanının Hesaplanması

Baraj işletme çalışması yapılırken mevcut birkaç veriyi kullanmak gerekmektedir. Bu çalışmada verileri kullanarak doğru sonuç elde etmek amacıyla sulama amaçlı barajlar seçilmiştir. Barajlara ait karakteristiklerin yer aldığı minimum hacim, normal hacim gibi değerlerle 2013–2070 yılları arasındaki akış değerleridir. Bunların dışında programa, raporda mevcut olan alan-hacim diyagramı ve projeye ait buharlaşma değerlerinin de girilmesi gerekmektedir. Buharlaşma değerleri Tablo 4.4. sulama suyu ihtiyacı Tablo 4.13. ve Alan–Hacim diyagramı Tablo 4.14’da verilmiştir.

Tablo 4.13. Musabeyli barajı işletme çalışmasında kullanılmak üzere raporda mevcut sulama suyu ihtiyaç değerleri [DSİ 2010].

Aylar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Diversiyon (m ³ /ha)	49.79	0	0	0	0	0	31.12	719.84	1843.16	2080.52	1466.48	618.96

Tablo 4.14. Musabeyli barajı işletme çalışmasında kullanılmak üzere raporda mevcut alan-hacim diyagramı [DSİ 2010].

KOT	V (m ³)	H (m)	ALAN (m ²)
565	0.00	0.00	0.00
570	0.68	5.00	27.29
575	2.41	10.00	42.01
580	4.89	15.00	56.86
585	8.27	20.00	78.46
590	12.69	25.00	98.47
595	18.26	30.00	124.07
600	25.31	35.00	158.06
605	33.96	40.00	187.85
610	44.39	45.00	229.34
615	56.85	50.00	269.21
620	71.54	55.00	318.39
625	121.1	60.00	450.16
630	153.0	65.00	610.00

Tablo 4.4., Tablo 4.13. ve Tablo 4.14'te verilen değerlerin programa girilmesiyle tam sulama detaylı veriler bulunarak sulama alanı hesaplanmaktadır.

Görüldüğü gibi raporda yaklaşık 25.798 milyon m³ hacme sahip baraj, brüt 3020 ve net 2637 ha alanı sulama kapasitesine sahipken iklim değişikliği sonucu akım 4 milyon m³'e düşmüş ve sulama alanı ise **brüt 1237 ha, net ise 1080 ha** olarak hesaplanmıştır.

Bu durum iklim değişiminin su kaynaklarına doğrudan nasıl etki edeceğini 2070 yılına kadar sulamada ne kadar azalma olacağını göstermektedir. Bu nedenle bundan sonra yapılan planlama ve tasarımlarda kesinlikle iklim değişiminin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

4.3. Balıkesir İli için Genel Uygulama Alanı Bilgileri

Bigadiç İlyaslar Projesi; Marmara Havzasında Balıkesir İlinde yer almaktadır. Proje alanında karasal tip etkili olup yaz ayları sıcak ve az yağışlı, kış ayları soğuk ve yağışlı geçmektedir. En fazla yağış alan aylar kasım, aralık ve ocak aylarıdır. Bigadiç İlyaslar projesinin yağış alanı yıllık ortalama toplam yağış 610.8 mm olarak hesaplanmıştır.

Proje alanında Bigadiç-Yağcılar (DMİ) istasyonu mevcuttur ve uzun süreli sıcaklık gözlemi yapmaktadır. Bu istasyon dışında Düvertepe-1 (DSİ), Düvertepe-2 (DSİ), Çaygören (DSİ), Sındırgı (DMİ) ve Umurlar (DSİ) istasyonları mevcuttur. Proje alanına ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Proje alanındaki meteoroloji istasyonlarında ortalama aylık toplam yağışlar [DSİ, 2009].

İstasyon	Göz. Süresi (yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Bigadiç	48	76.5	68.0	58.4	53.7	41.6	19.2	9.4	5.9	19.0	39.2	66.3	97.1
Yağcılar	30	87.4	76.1	72.5	62.5	51.2	28.7	8.9	7.3	21.0	42.1	89.5	113.5
Çaygören	22	60.7	51.5	46.3	49.1	40.8	14.6	5.0	7.3	13.1	38.0	65.0	74.3
D.tepe-I	16	84.2	80.9	68.1	60.1	56.6	28.7	7.1	8.3	21.8	41.1	63.3	97.0
D.tepe-II	12	83.7	56.7	49.0	49.7	38.6	15.9	8.5	3.8	4.6	25.5	68.8	93.5
Umurlar	13	67.5	72.6	74.4	65.5	34.6	14.3	15.4	7.6	18.8	42.8	82.4	88.5
Sındırgı	22	87.5	55.7	59.4	57.6	42.2	17.4	10.2	11.4	17.8	41.2	78.4	87.1

Proje alanına ait hesaplanan 12 yıllık ortalama sıcaklığı ortalama sıcaklık 12.4°C olup Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. İstasyondaki aylık ortalama sıcaklıklar [DSİ, 2009].

İstasyon	Göz. Süresi (yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağcılar	13.2	4.2	6.5	8.5	12.0	13.7	16.7	15.7	19.5	13.5	12.0	9.2	4.0	12.4

Bigadiç-İlyaslar Projesine ait rapordan alınan buharlaşma değerleri Tablo 4.17.'de verilmiştir.

Tablo 4.17. İstasyondaki aylık net buharlaşmalar [DSİ, 2009].

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Buharlaşma (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	45.8	139.8	200.5	185.6	100.0	23.6	0.00	0.00

Barajın yağış havzası 62 km²'dir Ancak birden fazla AGİ'nin olması sebebiyle yapılan hesaplarda korelasyon yapılmıştır. Yapılan su temini hesabı işletmede kullanılmak üzere Tablo 4.18.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.18. Balıkesir projesi kapsamında kullanılan istasyondaki (1983–2003) yılları arası aylık toplam akımlar [DSİ, 2009].

AYLIK TOPLAM AKIMLAR (1983-2003) (hm³)													
Yıllar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1983	0.61	0.62	0.81	1.76	2.08	2.46	2.43	0.98	0.93	0.58	0.45	0.44	14.14
1984	0.5	1.59	2.28	4.19	7.01	5.65	6.01	2.44	0.71	0.5	0.47	0.45	31.79
1985	0.47	0.59	0.59	2.84	2.07	2.21	1.89	0.81	0.52	0.41	0.4	0.4	13.2
1986	0.46	0.78	0.81	5.9	5.28	3.36	1.27	0.92	0.66	0.42	0.41	0.43	20.71
1987	0.48	0.56	2.48	7.81	3.74	3.07	3.44	1.05	0.23	0.04	0.01	0.01	22.92
1988	0.09	0.7	3.02	0.95	1.7	6.6	3.62	0.64	0.09	0	0	0	17.43
1989	0.09	0.91	3.17	0.82	0.59	1.83	0.44	0.45	0.09	0	0	0	8.39
1990	0.26	0.83	2.16	1.43	2.26	1.73	2.58	1.51	0.65	0.06	0.03	0.07	13.57
1991	0.18	0.31	3.93	1.71	1.71	1.2	5.58	4.16	0.78	0.12	0.03	0.07	19.8
1992	0.15	0.29	0.58	0.67	0.43	3.62	3.58	0.89	0.32	0.09	0.01	0.01	10.65
1993	0.15	0.56	1.17	1.38	3.18	4.91	3.89	0.94	0.15	0.02	0.01	0.01	16.37
1994	0.04	0.28	1.31	1.02	2.43	1.55	0.78	0.87	0.18	0.02	0.01	0.01	8.52
1995	0.09	0.32	1.22	4.52	1.81	4.54	5.07	0.61	0.13	0.09	0.05	0.08	18.53
1996	0.08	0.89	1.64	1.01	5.51	4.99	3.93	0.81	0.14	0.03	0.01	0.24	19.29
1997	0.16	0.38	1.29	1.82	0.55	1.56	7.98	1.23	0.22	0.04	0.05	0.03	15.32
1998	0.56	0.82	4.35	2.44	2.79	1.92	2.55	2.68	0.46	0.03	0.01	0.03	18.65
1999	0.19	1.81	2.89	2.15	7.13	4.32	2.65	0.46	0.08	0.05	0.03	0.04	21.79

Tablo 4.18. devam

AYLIK TOPLAM AKIMLAR (hm³)													
Yıllar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
2000	0.09	0.2	0.7	0.79	2.79	3.87	4.35	1.65	0.13	0.03	0.04	0.04	14.68
2001	0.21	0.14	0.31	0.3	0.63	0.83	1.46	2.1	0.03	0	0	0.01	5.99
2002	0.06	0.54	6.88	3	1.07	2.9	4.33	0.83	0.15	0.01	0.01	0.08	19.86
2003	0.1	0.53	0.74	2.14	2.65	2.77	4.51	0.88	0.11	0.01	0	0.02	14.44
Toplam	5.02	13.65	42.42	48.72	57.33	65.94	72.24	26.88	6.72	2.52	0.21	2.52	346.08
Ortalama	0.24	0.65	2.02	2.32	2.73	3.14	3.44	1.28	0.32	0.12	0.1	0.12	16.48

Balıkesir Bigadiç İlyaslar projesine ait karakteristik bilgiler Tablo 4.19.'da verilmiştir.

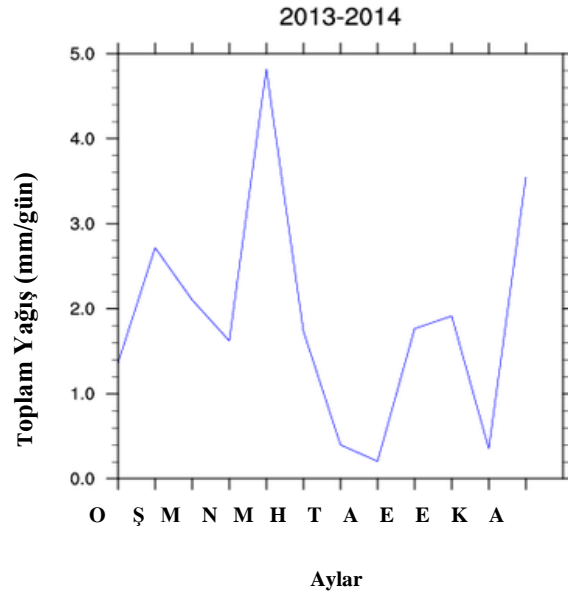
Tablo 4.19. Balıkesir-bigadiç ilyaslar projesi planlama raporuna ait karakteristik bilgiler [DSİ, 2009].

<u>Revize Planlama Raporuna göre (2009) :</u>	
<u>Hidroloji :</u>	
Drenaj Alanı	: 62 km ²
Yıllık Ortalama Akım	: 16.48 hm ³
<u>Baraj Gölü :</u>	
Max. Su Kotu	: 445.49 m
Normal Su Kotu	: 442.84 m
Min. Su Kotu	: 402.33 m
<u>Baraj Gövdesi :</u>	
Tipi	: Ön Yüzü Beton Kaplı Kaya Dolgu
Yüksekliği (Talvegden)	: 61.60 m
Yüksekliği (Temelden)	: 65.60 m
Kret kotu	: 446.60 m
Kret Uzunluğu	: 630 m
Kret Genişliği	: 10 m
Toplam Gövde Hacmi	: 1.74 hm ³
<u>Sulama Tesisleri :</u>	
Ana İsale Hattı uzunluğu, Çapı	: 34+330 m, Ø=0,6 m
İsale Hattı Tipi	: Basınçlı Boru
Sulama Alanı (Brüt)	: 2397 ha
Sulama Alanı (Net)	: 2093 ha
Sulama Sistemi	: Yüksek Basınçlı Yağmurlama

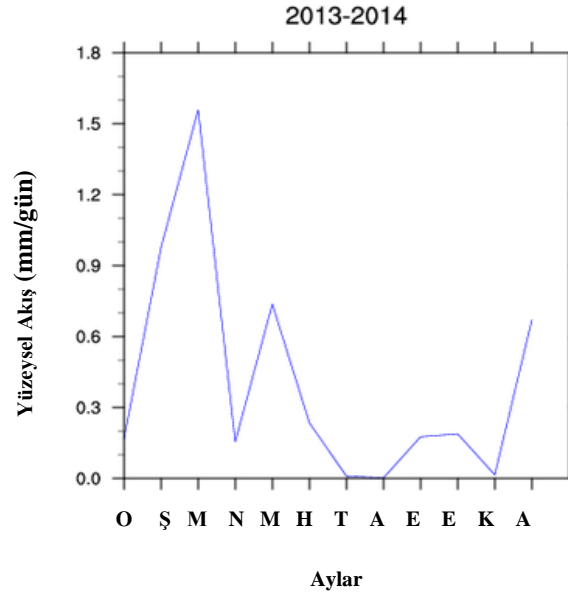
4.3.1. İklim Modellemesi Yardımıyla 2013-2070 Yılları Yağış ve Akış Verilerinin Grafiklerden Elde Edilmesi

Tez kapsamında, Kilis İli için 2013 yılından başlanarak uygulanan emisyon senaryosu A2, Balıkesir Bigadiç İlyaslar Projesine de uygulanmıştır. Bu çalışmada iki veri kullanılmıştır. Baraj yerine ait enlem ve boylamın girilmesi gerekmektedir. Çalışma yapılan yıllar 2013-2070 yılları arasında seçilmiş olup hangi yıllar arasında çalışılmak isteniyorsa o yıllara ait aralık seçilerek grafiğin yorumlanması gerekmektedir. [URL-1]

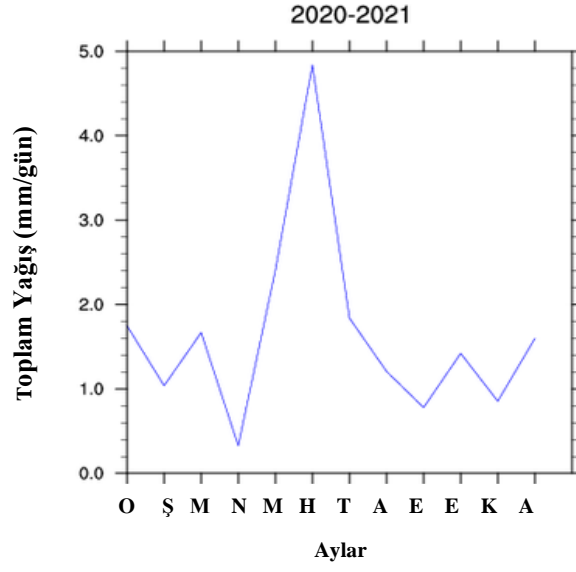
2013 yılına ait yağış ve akış diyagramı Şekil 4.18. ve Şekil 4.19'da gösterilmiştir. 2070 yılına kadar bütün tablolar mevcut olup onar yıl arayla Balıkesir iline ait yağış ve akış grafikleri aşağıda verilmiştir.



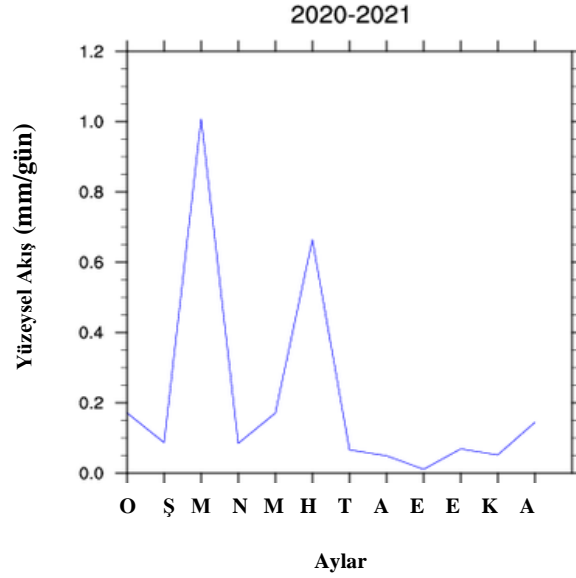
Şekil 4.18. Balıkesir ili için 2013 yılı aylık yağışlar [URL-1].



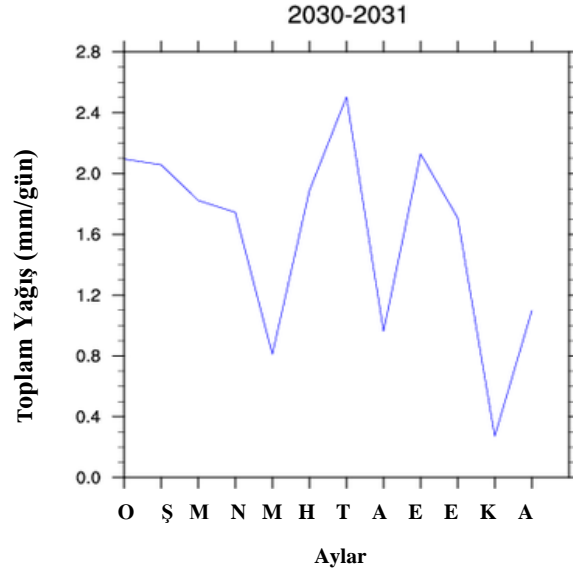
Şekil 4.19. Balıkesir ili için 2013 yılı aylık akışlar [URL-1].



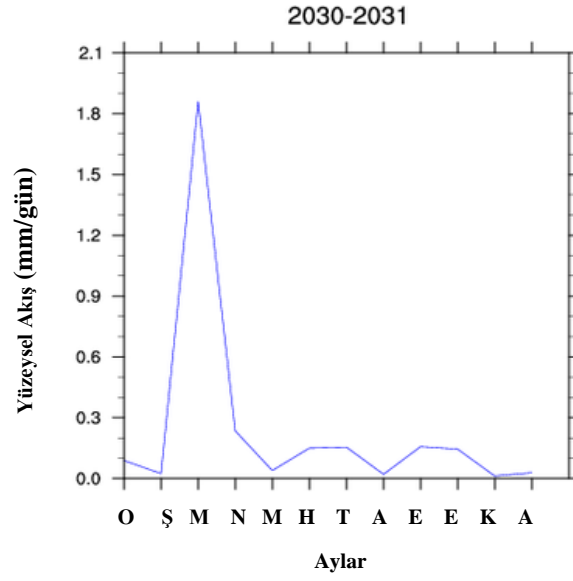
Şekil 4.20. Balıkesir ili için 2020 yılı aylık yağışlar [URL-1].



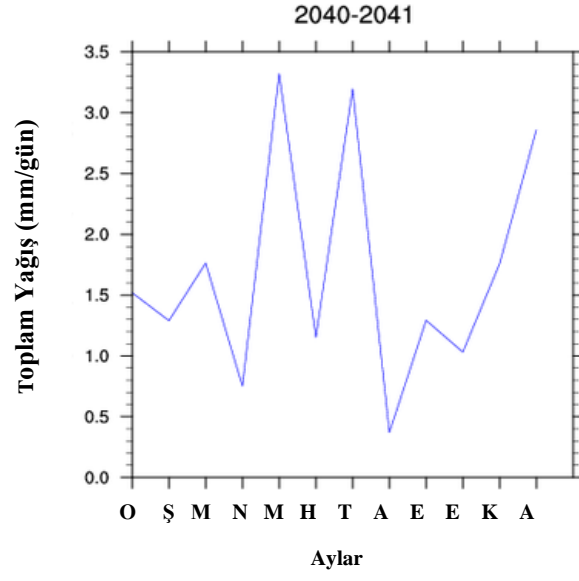
Şekil 4.21. Balıkesir ili için 2020 yılı aylık akışlar [URL-1].



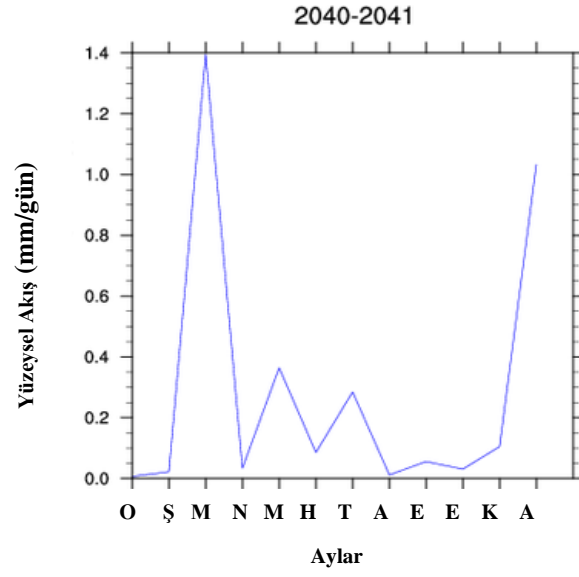
Şekil 4.22. Balıkesir ili için 2030 yılı aylık yağışlar [URL-1].



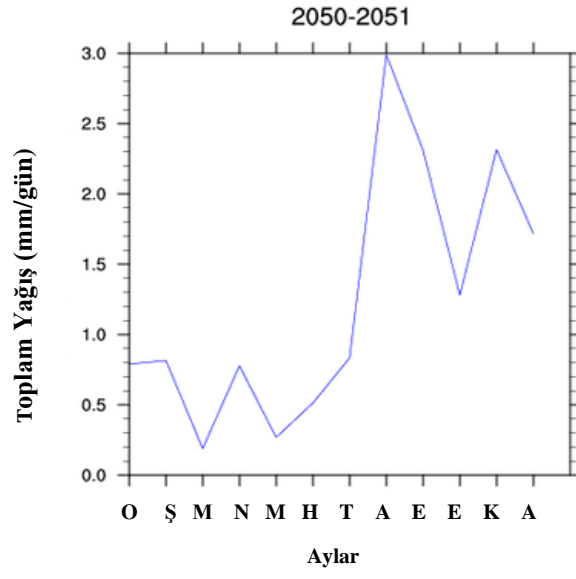
Şekil 4.23. Balıkesir ili için 2030 yılı aylık akışlar [URL-1].



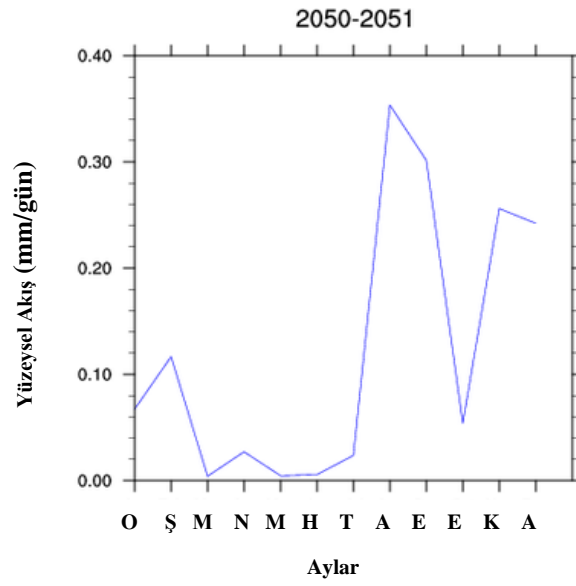
Şekil 4.24. Balıkesir ili için 2040 yılı aylık yağışlar [URL-1].



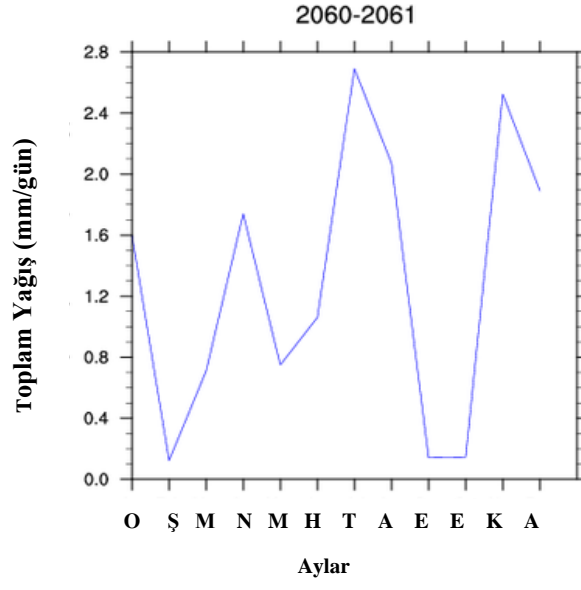
Şekil 4.25. Balıkesir ili için 2040 yılı aylık akışlar [URL-1].



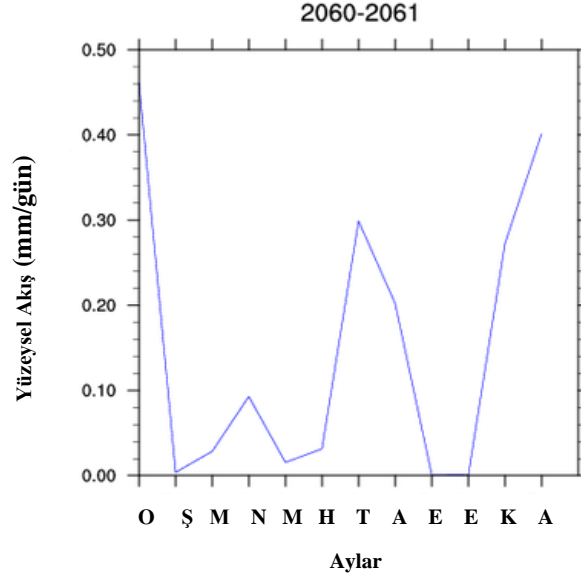
Şekil 4.26. Balıkesir ili için 2050 yılı aylık yağışlar [URL-1].



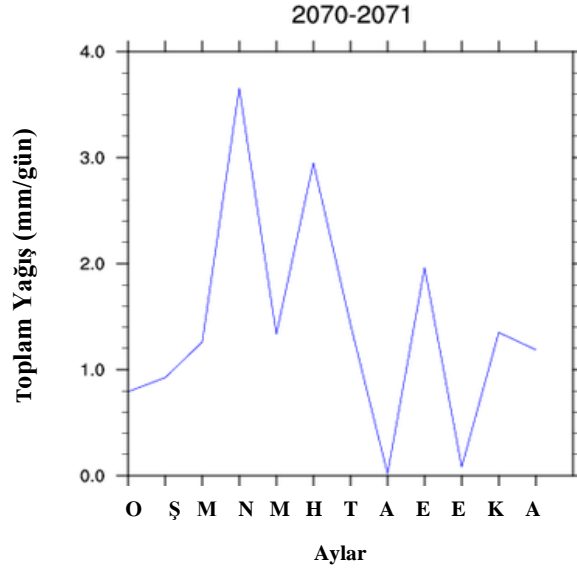
Şekil 4.27. Balıkesir ili için 2050 yılı aylık akışlar [URL-1].



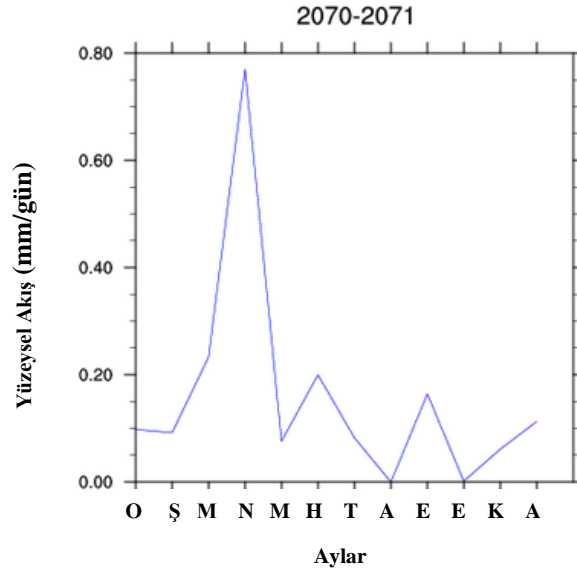
Şekil 4.28. Balıkesir ili için 2060 yılı aylık yağışlar [URL-1].



Şekil 4.29. Balıkesir ili için 2060 yılı aylık akışlar [URL-1].



Şekil 4.30. Balıkesir ili için 2070 yılı aylık yağışlar [URL-1].



Şekil 4.31. Balıkesir ili için 2070 yılı aylık akışlar [URL-1].

Grafiklerden faydalanılarak 2013-2070 yılları arasında yağış ve akışa bağlı tablolar oluşturulmuş ve yağışlar Tablo 4.20. ve Tablo 4.21’de verilmiştir.

Balıkesir ili için çıktı olarak yağış ve akış grafikleri şekillerde gösterilmiştir. Bu grafiklerde de görüldüğü gibi Balıkesir ilinde de ileriki yıllarda yağışlarda azalma olacağı görülmüştür. Yağıştaki azalma miktarına bağlı olarak barajdaki sulama miktarı azalacaktır. Bu durumda önümüzdeki yıllarda su potansiyeline bağlı olarak daha az alan sulanacaktır.

Tablo 4.20. Balıkesir ili için 2013-2070 yılları arası aylık yağışlar [URL-1].

TOPLAM YAĞIŞLAR (2013-2070) (mm/ay)													
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2013	204.6	106.4	198.4	96	86.8	18	0	6.2	1.5	74.4	36	186	1014.3
2014	279	70	83.7	60	31	66	46.5	0	0.6	124	195	186	1141.8
2015	142.6	50.4	105.4	57	49.6	30	6.2	0	18	18.6	72	105.4	655.2
2016	117.8	151.2	86.8	96	49.6	6	9.3	0	12	37.2	180	124	869.9
2017	204.6	89.6	105.4	102	62	30	12.4	6.2	0	62	54	99.2	827.4
2018	86.8	89.6	148.8	54	6.2	6	5	12.4	1.5	24.8	198	192.2	825.3
2019	148.8	123.2	131.8	54	55.8	42	0	0	24	31	36	62	708.6
2020	263.5	110.2	124	126	31	15	15	15.5	30	93	180	217	1220.2
2021	124	173.6	111.6	81	49.6	21	0	12.4	3.1	37.2	78	43.4	734.9
2022	142.6	120.4	117.8	45	18.6	45	15.5	15.5	60	114.7	150	217	1062.1
2023	155	142.8	130.2	132	46.5	39	15.5	6.2	0	99.2	180	232.5	1178.9
2024	83.7	121.8	117.8	12	37.2	6	0	6.2	24	71.3	162	210.8	852.8
2025	99.2	22.4	105.4	150	74.4	42	24.8	0	15	52.7	81	71.3	738.2
2026	210.8	179.2	111.6	66	43.4	12	6.2	9.3	30	136.4	138	74.4	1017.3
2027	124	78.4	102.3	174	15.5	60	0	0	3	31	75	294.5	957.7
2028	161.2	75.4	108.5	120	65.1	54	46.5	0	9	117.8	135	248	1140.5
2029	136.4	72.8	114.7	93	34.1	27	6.2	12.4	15.5	24.8	72	68.2	677.1
2030	204.6	151.2	71.3	42	31	24	9.3	18.6	24	68.2	24	192.2	860.4
2031	37.2	140	124	66	86.8	48	0	0	9	12.4	30	167.4	720.8
2032	145.7	104.4	99.2	78	43.4	126	71.3	12.4	66	71.3	63	158.1	1038.8

Tablo 4.20. devam

TOPLAM YAĞIŞLAR (2033-2052) (mm/ay)													
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.
2033	192.2	95.2	111.6	90	55.8	24	0	6.2	0	1.55	117	161.2	854.8
2034	124	179.2	117.8	72	43.4	6	0	0	12	93	18	77.5	742.9
2035	90	92.4	83.7	63	15.5	6	0	0	0	15.5	72	62	500.1
2036	173.6	98.6	120.9	42	49.6	6	24.8	6.2	6	68.2	39	15.5	650.4
2037	279	98	77.5	75	71.3	0	0	8	0	0	150	124	882.8
2038	108.5	182	99.2	105	31	15	0	37.2	0	93	105	248	1023.9
2039	186	33.6	105.4	18	46.5	12	18.6	0	0	31	48	55.8	554.9
2040	34.1	69.6	55.8	51	0	0	6.2	83.7	45	68.2	36	65.1	514.7
2041	62	201.6	86.8	75	108.5	15	9.3	0	0	24.8	36	164.3	783.3
2042	49.6	173.6	179.8	12	12.4	6	12.4	6.2	21	31	51	142.6	697.6
2043	55.8	123.2	136.4	114	18.6	39	0	0	0	12.4	174	133.3	806.7
2044	117.8	72.5	155	141	93	45	0	77.5	93	55.8	30	248	1128.6
2045	161.2	89.6	145.7	39	31	36	0	0	6.2	68.2	96	99.2	772.1
2046	99.2	61.6	52.7	12	71.3	42	6.2	9.3	6	108.5	165	99.2	733
2047	49.6	131.6	68.2	48	37.2	12	0	0	0	15.5	42	102.3	506.4
2048	93	89.9	151.9	51	49.6	6	12.4	1.5	42	40.3	72	55.8	665.4
2049	62	136.4	86.8	30	96.1	6	0	6.2	6	93	138	49.6	710.1
2050	226.3	44.8	71.3	105	15.5	24	9.3	18.6	0	49.6	150	158.1	872.5
2051	43.4	100.8	213.9	51	43.4	0	0	0	6.2	0	18	136.4	613.1
2052	155	116	71.3	139.5	74.4	6	27.9	1.55	45	37.2	150	65.1	889

Tablo 4.20. devam

TOPLAM YAĞIŞLAR (2053-2070) (mm/ay)													
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
2053	77.5	7	54.3	51	6.2	3	0	0	0	6.2	60	52.7	317.9
2054	89.9	131.6	46.5	117	37.2	0	46.5	15.5	18	74.4	270	93	939.6
2055	62	168	114.7	51	12.4	0	0	0	12	12.4	84	58.9	575.4
2056	139.5	142.1	65.1	60	105.4	24	12.4	6.2	12	55.8	54	93	769.5
2057	52.7	18.2	77.5	42	3.1	1.5	0	0	0	39	33	37.2	304.2
2058	86.8	81.2	34.1	48	12.4	12	3.7	1.55	24	0	138	108.5	550.3
2059	117.8	145.6	136.4	114	99.2	12	1.55	0	36	49.6	84	31	827.2
2060	80.6	156.6	77.5	54	99.2	6	0	0	12	124	84	179.8	873.7
2061	139.5	128.8	111.6	48	24.8	42	0	0	6	31	72	179.8	783.5
2062	80.6	98	195.3	78	99.2	18	12.4	12.4	12	37.2	120	161.2	924.3
2063	136.4	64.4	93	57	139.5	12	0	0	0	24.8	66	74.4	667.5
2064	62	95.7	46.5	36	62	9	6.2	12.4	6.2	55.8	105	241.8	738.6
2065	49.6	84	62	39	12.4	30	12.4	0	0	24.8	27	130.2	471.4
2066	120.9	140	77.5	75	9.3	0	0	0	12	80.6	75	248	838.3
2067	86.8	128.8	167.4	39	18.6	48	0	0	3	6.2	66	62	625.8
2068	74.4	87	65.1	27	21.7	1.5	0	6.2	27	37.2	34.5	52.7	434.3
2069	102.3	106.4	130.2	54	21.7	0	0	0	6	52.7	42	99.2	614.5
2070	130.2	151.2	71.3	55.8	24.8	0	0	0	30	9.3	93	136.4	702

Tablo 4.21. Balıkesir ili için 2013-2070 yılları arası sulamada kullanılan aylık akışlar [URL-1].

TOPLAM AKIŞ (2013–2032) (hm ³ /ay)												
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2013	3.32	1.556	3.515	1.04	0.391	0.038	0	0	0	0.391	0.189	2.539
2014	6.445	1.764	1.172	0.567	0	0.284	0.063	0	0	0.781	2.646	3.32
2015	2.344	0.617	1.468	0.284	0.195	0	0	0	0	0	7.56	1.077
2016	1.562	2.999	0.977	0.945	0.195	0	0	0	0	0	1.985	1.172
2017	5.859	1.411	1.468	1.323	0.586	0	0	0	0	0.781	0.756	1.172
2018	0.977	1.235	2.835	0.378	0	0	0	0	0	0	2.457	3.125
2019	2.734	1.94	1.953	0.284	0.195	0.095	0	0	0	0	0.095	0.296
2020	4.297	1.644	1.512	0	0	0	0	0	0	0.586	2.268	3.711
2021	1.953	3.175	1.663	1.134	0.195	0	0	0	0	0.233	0.756	0.252
2022	1.859	1.852	1.562	0.378	0	0.038	0	0	0.189	0.781	1.701	4.297
2023	2.734	2.822	1.758	1.701	0.391	0	0	0	0	0.781	2.268	4.687
2024	1.562	2.104	1.562	0	0.195	0	0	0	0	0.195	1.89	3.711
2025	1.758	0.265	1.701	2.079	0.876	0.095	0	0	0	0.195	0.662	0.624
2026	3.515	3.137	2.539	0.378	0.195	0	0	0	0	1.468	1.663	0.977
2027	2.148	0.882	1.562	2.268	0	0.473	0	0	0	0	0.378	6.054
2028	3.125	1.008	1.367	1.607	0.296	0.284	0.296	0	0	0.781	1.512	5.468
2029	2.249	1.147	1.562	1.134	0.101	0	0	0	0	0	0.378	0.491
2030	2.93	2.911	0.882	0.189	0.063	0	0	0	0	0.233	0.063	2.344
2031	0.296	2.822	1.562	0.378	0.491	0.189	0	0	0	0	0	1.758
2032	1.953	1.644	1.273	0.662	0.098	0.567	0.158	0	0.151	0.334	0.416	1.953

Tablo 4.21. devam

TOPLAM AKIŞ (2033-2051) (hm³/ay)												
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2033	3.32	1.411	1.562	0.756	0.195	0	0	0	0	0	0.794	2.344
2034	2.344	3.352	2.148	0.567	0.195	0	0	0	0	0.586	0.189	0.586
2035	1.077	1.235	0.819	0.473	0	0	0	0	0	0.039	0.34	0.473
2036	2.249	1.424	1.758	0.189	0.098	0	0.082	0	0	0.195	0.132	0.063
2037	4.687	1.373	1.077	0.284	0.195	0	0	0	0	0	1.229	1.367
2038	1.758	3.616	1.663	1.512	0	0	0	0	0	0.391	1.04	4.883
2039	4.687	0.353	1.367	0	0.039	0	0	0	0	0.158	0.189	0.391
2040	0.309	0.479	0.214	0.227	0	0	0	0.743	0.132	0.214	1.172	0.454
2041	0.586	3.15	1.134	0.302	0.819	0	0	0	0	0	0.009	1.953
2042	0.586	2.608	2.892	0	0	0	0	0	0	0.098	0.284	1.6
2043	0.586	1.852	1.859	1.323	0	0.095	0	0	0	0	1.701	1.859
2044	1.758	1.008	2.835	1.985	0.529	0.189	0	0.391	0.945	0.233	0.095	3.515
2045	2.734	1.235	2.444	0.189	0.039	0.038	0	0	0	0.296	0.945	1.273
2046	1.329	0.743	0.353	0	0.098	0.057	0	0	0	1.663	2.079	1.367
2047	0.586	1.94	0.586	0.378	0.195	0	0	0	0	0	0.151	0.781
2048	1.153	1.096	2.142	0.284	0.252	0	0	0	0.195	0.12	0.416	0.296
2049	0.491	1.588	0.977	0.095	0.586	0	0	0	0	0.491	1.607	0.391
2050	4.492	0.441	0.391	0.945	0	0	0	0	0	0.126	1.701	2.539
2051	0.491	1.852	3.226	0.378	0.101	0	0	0	0	0	0	1.077

Tablo 4.21. devam

TOPLAM AKIŞ (2052–2070) (hm³/ay)												
YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2052	2.092	1.644	0.781	1.701	0.233	0	0.095	0	0.095	0.101	1.323	0.977
2053	0.977	0.035	0.277	0.246	0	0	0	0	0	0	0.416	0.195
2054	0.977	1.588	0.195	0.945	0.195	0	0.195	0	0	0.391	4.347	1.367
2055	0.882	2.822	1.367	0.794	0	0	0	0	0	0	0.662	0.391
2056	1.562	2.47	0.529	0.189	0.491	0	0	0	0	0.101	0.284	0.743
2057	0.454	0.063	0.41	0.104	0	0	0	0	0	0.069	0.047	0.135
2058	0.529	0.617	1.562	0.945	0	0	0	0	0	0	1.418	1.273
2059	1.273	2.085	1.758	1.134	0.781	0	0	0	0.095	0.195	0.756	0.098
2060	0.781	2.01	0.781	0.189	0.296	0	0	0	0	1.405	0.851	2.734
2061	2.148	2.734	1.562	0.284	0.039	0.095	0	0	0	0	0.284	2.344
2062	1.077	1.537	2.93	0.794	0.977	0	0	0	0	0	0.662	2.734
2063	2.344	0.813	1.367	0.473	0.939	0.095	0	0	0	0	0.378	0.473
2064	0.687	1.096	0.195	0.095	0.095	0	0	0	0	0.098	0.567	3.812
2065	0.586	0.958	0.668	0.151	0	0.038	0	0	0	0	0.378	1.254
2066	1.562	2.47	0.781	0.378	0	0	0	0	0	0.586	0.567	3.906
2067	1.172	2.293	2.93	0.189	0	0.095	0	0	0	0	0.227	0.296
2068	0.668	1.134	0.391	0.063	0.063	0	0	0	0.063	0.098	0.063	0.315
2069	0.882	1.235	1.38	0.473	0.039	0	0	0	0	0.098	0.17	0.743
2070	1.468	2.381	0.586	0.189	0	0	0	0	0	0	0.567	1.663

Tablo 4.22. Balıkesir-ilyaslar projesinde uygulanan turc metodu için genel bilgiler.

M.Turc Metodu için Genel Bilgiler	
Proje Yeri	: Balıkesir
Projenin Adı	: Bigadiç-İlyaslar Projesi
Yağış için Seçilen İstasyon	: Yağcılar(DMI)
Yağış Gözlem Süresi	: 58
Drenaj Alanı (km²)	: 62
Drenaj Alanı Ortalama Kotu	: 895
Drenaj Alanı Ortalama Enlemi	: 36 53
Sıcaklık İstasyonu	: Yağcılar
Sıcaklık İstasyonu Kotu	: 375
Sıcaklık İstasyonu Enlemi	: 39 25
Sıcaklık İstasyonu Ortalama Sıcaklığı	: 12.4

Tablo 4.23. Balıkesir-ilyaslar projesi 2013–2070 yılları arası uygulanan turc metodu için girilen yağışlar.

Sıra No	Yıllar	TOPLAM YAĞIŞ (mm)	Yıllar	TOPLAM YAĞIŞ (mm)
1	2013	1014.3	2042	409.8
2	2014	1141.8	2043	280.87
3	2015	655.2	2044	635.7
4	2016	869.9	2045	634.7
5	2017	827.4	2046	604
6	2018	825.3	2047	438.2
7	2019	708.6	2048	855.4
8	2020	1220.2	2049	473.3
9	2021	734.9	2050	450.5
10	2022	1062.1	2051	487.75
11	2023	1178.9	2052	642.35
12	2024	852.8	2053	711.7
13	2025	738.2	2054	412.32
14	2026	1017.3	2055	402.15
15	2027	957.7	2056	644.8
16	2028	431.85	2057	384.8
17	2029	407.31	2058	398.5
18	2030	578.71	2059	373
19	2031	332.72	2060	457.7
20	2032	561.3	2061	531.15
21	2033	458.79	2062	462
22	2034	613.45	2063	402.2
23	2035	461.95	2064	636.32
24	2036	427.48	2065	565.66
25	2037	346.09	2066	439.85
26	2038	626.85	2067	477.9
27	2039	404.02	2068	669.64
28	2040	623.5	2069	648.08
29	2041	623.9	2070	465.11

Tablo 4.24. Balıkesir-ilyaslar projesi 2013-2070 yılları arası uygulanan turc metodu sonucu bulunan akım değeri.

	TURC YÖNTEMİ		COUTANGE YÖNTEMİ	
	NORMAL	LOG	NORMAL	LOG
AKIŞ YÜKSEKLİĞİ (%90-mm)	145.10	145.77	104.67	105.08
%90 İHTİMALLİ AKIM (hm³)	9.00	9.04	6.49	6.51
AKIŞ YÜKSEKLİĞİ (%85-mm)	179.98	171.97	126.20	121.21
%85 İHTİMALLİ AKIM (hm ³)	11.16	10.66	7.82	7.51
AKIŞ YÜKSEKLİĞİ (%80-mm)	209.36	195.26	144.77	135.80
%80 İHTİMALLİ AKIM (hm ³)	12.98	12.11	8.98	8.42
AKIŞ YÜKSEKLİĞİ (%50-mm)	348.21	323.46	239.33	221.58
%50 İHTİMALLİ AKIM (hm ³)	21.59	20.05	14.84	13.74

4.3.2. Balıkesir İli için İşletme Çalışması

Kilis ilinde olduğu gibi Balıkesir ilinde de birkaç veri gereklidir. Bunlar alan-hacim grafiği, buharlaşma değerleri, sulama suyu ihtiyaçları ile 2013-2070 yılları arası akış değerleridir. Alan-hacim grafikleri Tablo 4.25. ve sulama suyu ihtiyaçları Tablo 4.26.'da verilmiştir.

Tablo 4.25. Balıkesir projesi işletme çalışmasında kullanılmak üzere rapordan alınan alan-hacim diyagramı [DSİ 2009].

KOT	V (hm ³)	H (m)	ALAN (km ²)
385	0.00	0.00	0.00
390	0.03	5.00	0.01
395	0.14	10.00	0.04
400	0.41	15.00	0.07
405	0.86	20.00	0.11
410	1.53	25.00	0.16
415	2.44	30.00	0.21
420	3.65	35.00	0.28
425	5.23	40.00	0.36
430	7.21	45.00	0.43
435	9.58	50.00	0.52
440	12.44	55.00	0.63
445	15.87	60.00	0.75
450	19.95	65.00	0.88

Tablo 4.26. Balıkesir projesi işletme çalışmasında kullanılmak üzere raporda mevcut sulama suyu ihtiyaç değerleri [DSİ 2009].

Aylar	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Diversiyon (m ³ /ha)	35.90	0	0	0	0	0	6.0	381.90	1356.6	1902.6	1242.2	430.1

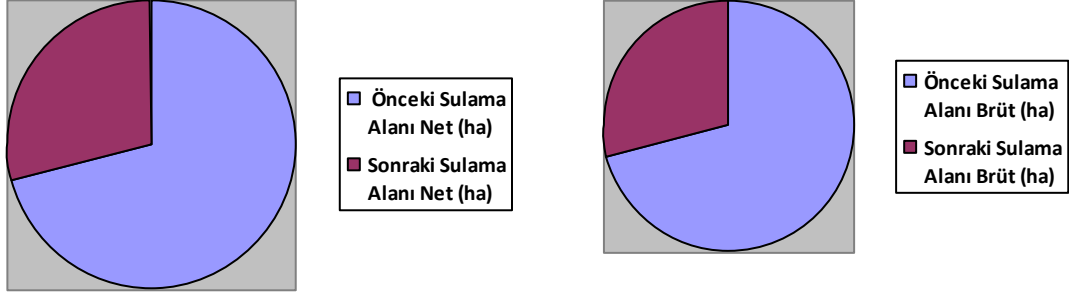
Balıkesir-Bigadiç İlyaslar Projesinde yaklaşık 16.48 milyon m³ hacme sahip olan baraj, brüt 2397 ha ve net 2093 ha alanı sulama kapasitesine sahiptir. Ancak iklim değişikliğinin yaşanması durumunda akım 9 milyon m³'e düşmüş ve sulama alanı ise **brüt 1352 ha** ve **net 1181 ha** olarak hesaplanmıştır.

Her iki baraj için yapılan sulama alanı hesabında da görüldüğü gibi 25.98 milyon m³ mevcut suyla sulanan alan ile 2070 yılına kadar yağış sonucu oluşan 4 milyon m³ suyla sulanacak alan arasında yaklaşık %60'lık bir kayıp söz konusu olmuştur.

Raporda hesaplanan sulamanın yapılabilmesi için Kilis ili için yaklaşık 21 milyon m³ Balıkesir ili için ise 7.5 milyon m³ suya ihtiyaç vardır.

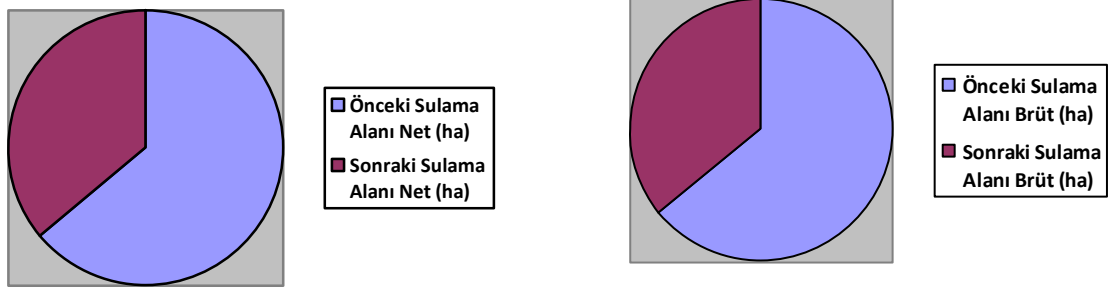
Aynı şekilde Balıkesir ili için yapılan işletme çalışmasında da sulama alanında %44'lük

azalma olduğu görülmüştür.



etkisine bağlı olarak sulanacak alan durumu.

Şekil 4.32. Kilis ilinin iklim değışikliği



Şekil 4.33. Balıkesir ilinin iklim değışikliği etkisine bağlı olarak sulanacak alan durumu.

Grafiklerde Kilis ve Balıkesir illeri için DSİ'de mevcut raporlardaki sulama alanı ile modelleme sonucunda bulunan yağışlar sonucu hesaplanan akıma bağlı olarak yeni sulama alanları gösterilmiştir.

Görüldüğü gibi rapor ile 2013-2070 yılları arası bulunan sulama alanında Güneydoğu Anadolu Bölgesinde %60'lık Marmara Bölgesinde ise %45'lik azalma olduğu görülmüştür.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünya genelinde sıcaklığın artması ile birlikte Türkiye’de de kuraklık hissedilir biçimde artmaktadır. Yağış ve kaynakların dağılımındaki düzensizlik, su kaynaklarının uzun vadeli programlarla işletiminden ve bu kullanımın kısa vadede bölgesel olarak yapıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde iklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışı ve su kaynaklarındaki azalma hissedilir düzeydedir. Bu durumun yaşanacağını gösterir iki örnek ileriki yıllar için ele alınmıştır. Bu çalışmada küresel senaryoya dayalı tahminlerle elde edilen iklim verileri (yağışlar) M.Turc Metodu kullanılarak yıllık akımlar elde edilmiş ve baraj işletme çalışması yapılmıştır. Bu işletme çalışmasıyla da 2013–2070 yılları arasındaki iklim değişikliği sonucu azalan akıma bağlı sulanacak alan bulunmuştur.

Özellikle bazı bölgelerde iklim değişikliği etkilerinin daha belirgin yaşanacağı ihtimali Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Kilis İline uyguladığımız örnek bu durumu net bir şekilde ortaya koymuştur. Ortalama yıllık akımı 25.78 milyon m³ su hacmine sahip olan Musabeyli barajının 2013–2070 yılları arasındaki yıllık akımının yaklaşık 4 milyon m³ e düşeceği öngörülmüştür. Aynı şekilde Marmara Bölgesinde yer alan Balıkesir ilindeki Bigadiç İlyaslar Projesine de aynı çalışmalar uygulanmış, barajdaki yıllık akımın 16.48 milyon m³’den 9 milyon m³’e düşeceği öngörülmüştür. Buradan iklim değişikliğinin bölgesel bazlı değişiklikler gösterdiği saptanmaktadır. Bu değişim Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kendini daha fazla hissettirirken Marmara Bölgesinde daha az orandadır. Yıllık ortalama su miktarındaki bu değişim sulama alanını da etkilemiş ve azalmaya sebep olmuştur. Çalışma sonucu bulunan yeni sulama alanındaki azalma bunu kanıtlar niteliktedir. Yaklaşık % 50’lik bir kayıp oluşmaktadır.

Sonuç olarak yapılan çalışmada da görüldüğü gibi azalan yağış durumuna bağlı olarak barajlardaki sulama suyu ihtiyacı da değişecektir. Bundan dolayı bundan sonra planlaması veya modellemesi yapılacak barajlarda kesinlikle iklim değişikliği parametresi kullanılmalı, iklim değişikliği göz ardı edilmemelidir.

Yapılan çalışmalardan çıkan sonuçlar neticesinde değişen ve gelişen hayat şartlarına bağlı olarak kaynakları daha tasarruflu kullanmamız gerektiği ortaya çıkmaktadır. Suya ihtiyacın her geçen gün arttığı günümüz koşulları dikkate alınırca almamız gereken tedbirlerin önemi bir kez daha ortaya çıkacaktır.

KAYNAKLAR

- Özer, Z.**, 1990, Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar, Eylül, Ankara.
- Şen, Z.**, 2005, İklim Değişikliğinin Su ve Enerji Kaynaklarımıza Etkisi : Bildiriler, Ocak, İstanbul.
- Şen, Z.**, 2003, Su Bilimi ve Yöntemleri, Ocak, İstanbul.
- Şen, Z.**, 2009, İklim Değişikliği Tatlı Su Kaynakları ve Türkiye, Şubat, İstanbul.
- Biberoğlu, E.**, 2011, Küresel İklim Değişikliğinin Türkiye Yağış ve Sıcaklıkları Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Birge, Ö.**, 2011, Küresel Isınma İklim Değişikliği Senaryolarına Dayalı Kentsel İçme-Kullanma Suyu Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Ecer, R.**, 2009, İklim Değişikliği ve GAP Bölgesindeki Su Kaynaklarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Koutroulis, A. G., Tsanis, I. K., Daliakopoulos, I. N. and Jacob, D., 2013.** Impact of climate change on water resources status: A case study for Crete Island, Greece, *Journal of Hydrology*, **479**, 146-158.
- Arnell N. W., 2004,** Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios, *Global Environmental Change*, **14**, 31-52.
- Arnell N. W., 1999,** Climate change and global water resources, *Global Environmental Change*, **9**, 31-49.
- Hamlet, A. F. and Lettenmaier, D. P., 1999, Effects of** climate change on hydrology and water resources in the Columbia River basin, *Journal of the American Water Resources Association*, **35**, 1597-1623.
- WMO., 1997,** Comprehensive Assessment of Freshwater Resources of the World, World Meteorological Organisation, Geneva, Switzerland, **34**.
- Stavkiv E. Z., 1998,** Policy implications of climate change impacts of water resources management, *Water Polic*, **1**, 159-175.

- Hanslar, G. and Major, D. C., 1999**, Climate change and the water supply systems of New York City and the Delaware Basin: planning and action considerations for water managers. In: Proceedings of the Specialty Conference on Potential Consequences of Climate Variability and Change to Water Resources of the United States. [Briane Adams, D. (ed.)]. American Water Resources Association, Herndon, VA, USA, 337-330.
- Bogardi, J.J. and Nachtnebel, H. -P., 1994**, Multicriteria Decision Analysis In Water Resources Management. Internatioanl Hydrological Programme, UNESCO, Paris, France. **Kindler J., 2000**, Integrated water resources mangemet: the meanders. Water International, **25**, 312-319.
- IPCC., 2007**, Climate Change 2007: The Scientific Basic. Contribution of Working Group III of the Intergovernmental Panel on the Climate Change. Summary for Policy Makers.
- Öztürk, K., 2002**, Küresel iklim değışikliği ve Türkiye'ye olası etkileri, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, **22**, 47-65.
- Türkeş, M., Sümer, U.M., ve Çetiner, G., 2000**, Küresel iklim değışikliği ve olası etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değışikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, **22**, 7-24.
- Karaman, S., ve Gökalp, K., 2010**, Küresel ısınma ve iklim değışikliğinin su kaynakları üzerine etkileri, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, **3**, 59-66.
- Kadioğlu, M., 2008**, Günümüzden 2100 Yılına Küresel İklim Değışimi. TMMOB İklim Değışimi. 13-14 Mart, Ankara.
- Dalfes, N., Karaca, M., ŞEN, Ö.L., Kindap, T., Önal, B., Turunçoğlu, U.U., Bozkurt, D., Fer, İ., Akın, H.S., Çankur, R., Ural, D., Kılıç, G., Coşkun, M., Demir, İ., 2008**, Türkiye için İklim Değışikliği Senaryoları, TÜBİTAK.
- DSİ 20. Bölge Müdürlüğü (Kahramanmaraş), 2010**, Musabeyli Projesi Planlama Revizyon Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- DSİ 25. Bölge Müdürlüğü (Balıkesir), 2010**, Bigadiç-İlyaslar Projesi Planlama Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- URL-1.**<http://gaia.itu.edu.tr>. 17 Ocak 2013.
- URL-2.**<http://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi>. 27 Ocak 2013.
- URL-3.**<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=worlds-dams-unprepared-for-climate-change>. 10 Şubat 2013.
- URL-4.**<http://www.internationalrivers.org/programs/climate-change-and-rivers>.12 Şubat 2013.
- URL-5.** <http://www.climatechange.boun.edu.tr/sorular.html>. 20 Mart 2013.
- URL-6.** http://mfa.gov.tr/birlesmis-milletler_iklim-degisikligi. 08Nisan 2013.

ÖZGEÇMİŞ

Esra KAYA, 1985 yılında Elazığ'da doğmuştur. İlkokulu Atatürk İlkokulunda, orta okulu Atatürk ortaokulunda ve liseyi Balakgazi Lisesinde tamamlamıştır. 2003 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne girmiş ve 2007 yılında mezun olmuştur. 2007 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalı yüksek lisans programını kazanmıştır. 2009 yılında Devlet Su İşleri 20. Bölge Müdürlüğünde göreve başlamıştır. Şu an Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünde görevine devam etmektedir.

ELAZIĞ-2013