**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mustafa Kaan ÇAKAN**

# İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDEN KAYNAKLI ÇEVRESEL SORUNLARIN ADANA TARIMI ÜZERİNDEKİ RİSK ANALİZİ

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ADANA-2020**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDEN KAYNAKLI ÇEVRESEL SORUNLARIN ADANA TARIMI ÜZERİNDEKİ RİSK ANALİZİ**

**Mustafa Kaan ÇAKAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez / /2020 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği~~/Oyçokluğu~~ İle Kabul Edilmiştir.

| | | |
|---|---|---|
| ……. | ……. | ……. |
| Prof. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK | Prof.Dr. Zeynep ZAİMOĞLU | Doç.Dr. Havva Duygu BİLGEN |
| DANIŞMAN | ÜYE | ÜYE |

Bu Tez Enstitümüz Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
**Kod No:**

**Prof. Dr. Mustafa GÖK**
**Enstitü Müdürü**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

# ÖZ

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDEN KAYNAKLI ÇEVRESEL SORUNLARIN ADANA TARIMI ÜZERİNDEKİ RİSK ANALİZİ**

**Mustafa Kaan ÇAKAN**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK
Yıl: 2020, Sayfa: 65
Jüri : Prof. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK
: Prof.Dr. Zeynep ZAİMOĞLU.
: Doç.Dr. Havva Duygu BİLGEN

Bu çalışmada risk matris analizi baz alınarak iklim değişikliği ile değişen hava parametreleri ile meydana gelen çevre sorunlarının Adana tarımına olan risk analizi yapılmıştır. Risk matrisi adımları aşama aşama uygulanarak bir risk matrisi tablosu ortaya çıkarılmıştır ve yorumlanmıştır. İklim değişkenlerinin belirlenmesi ve risklerinin kestirilmesi çalışmanın çekirdeğini oluşturmaktadır. İklim değişikliği değişkenliği güven düzeyi; IPPC 5. Değerlendirme Raporu (IPCC, 2013) ve Meteoroloji 6. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen 1970-2017 yılları arasındaki verilerin gözden geçirilmesiyle; projeksiyon ve tahminlere duyulan güven düzeyi ise bölgesel anlamda Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nce yürütülen projeksiyon çalışmaların gözden geçirilmesi ile küresel anlamda ise IPCC 5. Değerlendirme Raporu (IPCC, 2013) gözden geçirilmesi ile elde edilmiştir. Risk matrisinde bulunan tüm hücreler Adana ili bölgesinin tarım bağlamında kilit faktörler üzerindeki etkiyi belirtmiştir. Belirtilen iklim değişikliği değişkenlerinin etkisi "yüksek" ile "düşük" arasında değişmektedir. Matristeki 13 (%34) hücre "yüksek" etki, 22 (%58) hücre "orta" etki olarak kaydedilirken 3 (% 7,9) hücre Adana ili tarım sektörü üzerindeki kilit faktör öğeleri üzerinde "düşük" etki kaydetmiştir. Bu sonuçlar iklim değişikliği etkenlerinin Adana ili tarımı üzerinde olumsuz etkileri olacağını ortaya çıkarmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Risk matrisi, iklim değişikliği değişkenleri, tarım sektörü, IPCC 5. Değerlendirme Raporu, olasılık

## ABSTRACT

## MSc THESIS

**RISK EVALUATION OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS RELATED CLIMATE CHANGE ON ADANA AGRICULTURAL**

**Mustafa Kaan ÇAKAN**

**CUKUROVA UNIVERSITY**
**INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**
**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**

Supervisor : Prof. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK
Year: 2020, Pages: 65
Jury : Prof.Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK
: Prof.Dr. Zeynep ZAİMOĞLU.
: Assoc. Prof. Dr. Havva Duygu BİLGEN

In this study, the risk analysis of Adana agricultural productivity, which is caused by the weather parameters and environmental problems changing as a result of climate change, was carried out by the risk matrix method. The risk matrix table has been created and interpreted by applying the risk matrix steps. Identifying climate variables and estimating their risks are the core of the study. Climate change variability confidence level was obtained by reviewing the data obtained from IPPC 5th Evaluation Report (IPCC, 2013) and Meteorology 6th Regional Directorate. The level of trust in projections and forecasts was obtained by reviewing the projection studies carried out by the General Directorate of Meteorology and by reviewing the IPCC 5th Evaluation Report (IPCC, 2013). All cells in the risk matrix indicated the effect of the Adana province on key factors in the context of agriculture. The impact of the specified climate change variables varies between "high" and "low". While 13 (34%) cells in the matrix were recorded as "high" effect, 22 (56%) cells as "medium" effect, 3 (7,9%) cells had a "low" effect on the key factor items in the agricultural sector of Adana. These results revealed that climate change factors will have negative effects on Adana agriculture.



**Keywords:** Risk matrix, climate change variables, agriculture sector, IPCC 5. Evaluation Report, probability

## GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

İklim değişikliği; fosil yakıtların kullanılması, ormanların yok edilmesi, uygun olmayan bilinçsiz tarımsal faaliyetlerden ötürü doğa üzerine dolaylı ve doğrudan olarak iklim üzerinde etki eden insan aktiviteleri ve sanayileşme hızının artması ile hız kazanmıştır.

Başta BM'ye bağlı olan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli raporları olmak üzere gerek ulusal gerek uluslararası yayınlanan birçok akademik makale ve raporlarda Adana ilinin de bulunduğu Akdeniz Bölgesi'nin küresel anlamda iklim değişikliği açısından en kırılgan ve en çok etkilenecek bölgelerden biri arasında olacağı düşünülmektedir (IPCC, 2013).

İklimde meydana gelecek sıcaklık artışı kuraklık gibi bazı çevresel sorunları meydana getirecektir. Bu da tarım alanlarında kayıplara ve ürün verimlerinde düşüşlere neden olacağı tahmin edilmektedir (Öndeş, 2015).

Yağış miktarlarında meydana gelen azalma kuraklık gibi çok önemli bir çevre sorununu veya etkenini beraberinde getirmektedir. Türkiye'de yapılan yağış trendleri ile ilgili çalışmalarda, Akdeniz kıyılarında ve özellikle Doğu Akdeniz'de yağış miktarlarında azalma eğilimleri tespit edilmiştir (Gönençgil & İçel, 2010).

Adana ilinin etrafında bulunan Suriye, Irak gibi ülkeler yüksek derecede toz fırtınasına maruz kalmaktadır. IPCC'nin güncel iklim öngörülerine göre, kuraklık hadisesinin sıklığı ve şiddetinin artmasıyla birlikte, kum ve toz fırtınalarının daha yoğun yaşanması beklenmektedir. Adana ili için elde edilen verilerde referans alınan 1970-2017 yılları arasında görülen artan sıcaklık trendleri ve risklerini de göz önünde bulundurduğumuzda kum ve toz fırtınaların sıklığı ve şiddetinin artabileceği düşünülebilir.

Daha sıcak ve daha kuru koşullar nedeniyle artan yanma kabiliyeti, iklim değişikliğine verilen yangın tepkilerinden biridir. Adana ilindeki sıcaklık ve yağıştaki yerel değişiklikler, orman yangınlarının oluşumunu, zamanlamasını, sıklığını, kapsamını ve yoğunluğunu etkileyebilir. İklim değişikliği ile beraber

Adana ilinde beklenen yağıştaki azalışlar, artan sıcaklık ve kuraklıklar orman yangınlarının artmasında tetikleyici bir faktör olması beklenmektedir.

İklim değişkenliğini yönetmek, Adana bölgesindeki tüm sektör ve endüstriler için bir zorluktur. Şuanda yaşamakta olduğumuz ve gelecekte yaşayacağımız iklim değişikliğinin etkileri, belirsiz bir ortamda işletmeler ve endüstriler hakkında düşünme ve yönetme şekline başka bir zorluk daha getirmektedir.

Bu çalışmada risk matrisi kullanılarak Adana bölgesinde iklim değişikliği ve iklim değişikliği ile meydana gelecek olası çevre sorunlarının tarıma olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Öncelikle risk matrisi; iklim değişikliğiyle ilişkili etkilerin, risk ve güvenlik açığının belirlenmesine yardımcı olabilecek bir risk yönetimi yaklaşımıdır. Riskleri analiz etmek, bu risk yönetimi yaklaşımını kullanarak iklim değişkenliği ve değişime verilen yanıtların planlanmasına yardımcı olabilir ve tarım sektöründe gelecekteki belirsizliklere uyum sağlamada etkili olmalarını sağlayabilir (Brundell, Cobon, & Stone, 2011)

Adana bölgesinde büyük etki yaratabilecek iklim değişikliğinin ve iklim değişikliğinin çevrede meydana getireceği değişkenler belirlenmiştir. Seçilen bu iklim değişikliği değişkenliği ve projeksiyona duyulan güven düzeyi şöyle belirlenmiştir: İklim değişikliği değişkenliği güven düzeyi; IPPC 5. Değerlendirme Raporu (IPCC, 2013) ve Meteoroloji 6. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen 1970-2017 yılları arasındaki verilerin gözden geçirilmesiyle; projeksiyona duyulan güven düzeyi ise bölgesel anlamda Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nce yürütülen projeksiyon çalışmaların gözden geçirilmesi ile küresel anlamda ise IPCC 5. Değerlendirme Raporu (IPCC, 2013) gözden geçirilmesi ile elde edilmiştir. İklim değişikliğinin ve iklim değişikliğinin çevrede meydana getireceği değişkenler: $CO_2$ emisyon artışı, buharlaşma artışı, minimum sıcaklık artışı, maksimum sıcaklık artışı, günlük 30°C üzeri gün sayılarında artış, azalan yağışlar, artan maksimum yağış ile azalan yağışlı gün sayısı, kuraklık, artan ani rüzgar hızı, kum ve toz

fırtınaları, rüzgar hızının azalması, haşere mevcudiyetindeki artış, olarak belirlenmiştir.

Risk matrisinde iklim değişikliğinin tarımı etkileyen faktörler üzerinde önemli etkilere sahip olduğu görülmektedir. Bu direk olarak iklim parametrelerinin değişimi ile birlikte olmakla kalmayıp bu iklim parametrelerin çevrede yarattığı sorunlarda önemli derecede etkili olacaktır.

Ulusal ve uluslararası birçok çalışma incelendiğinde iklim değişikliği ve küresel ısınmanın tarım verimliliği üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. İklim değişikliği soncunda meydana gelecek olan su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme, gibi çevresel sorunlarla birlikte atmosfer giderek ısınacak, aşırı hava olaylarının sayısı ve sıklığı artacaktır. Bu olaylar tarım üzerinde direk ve dolaylı yönden olumsuz etkiler yaratabilecek kapasitededirler.

Atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun artması ile gelecek yıllarda artan sıcaklık ve azalan yağışlarında etkisiyle birlikte kuraklık şiddetini arttıracaktır. Azalan su kaynakları ve bitkilerin artacağı su talebi iklim değişikliği sonucu tarım sektöründe ortaya çıkacak en büyük sorunlarda biri olacaktır (Bayraç & Doğan, 2016).

İklim koşulları tarımsal üretimde büyüme ve verimlilik açısından bitki için temel faktörlerdir. Bitki büyümesinin bazı aşamaları diğerlerinden oldukça hassastır. Herhangi bir mahsulün verimi, bitki büyümesinin kritik aşamalarında çevre koşulları ile ilgilidir. Bu nedenle tarımsal üretim, yağış miktarı, yağışların ve sıcaklıkların mevsimlere göre dağılışı gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Küresel iklim değişikliği sonucunda gelecekte Adana ilinde direk ve dolaylı etkilerin olması beklenmektedir. Bu iklim değişikliği neticesinde dolaylı olarak meydana gelen su kaynaklarındaki azalmalar yine tarım verimi üzerinde risk teşkil etmektedir. Yarı kurak bir iklime sahip olan Adana ili şimdiki iklim koşullarında iklim değişikliği neticesinde öngörülen değişiklere göre nispeten yeterli su kaynağına sahiptir fakat iklim değişikliği sonucunda öngörülen

değişiklikler ile beraber su talebindeki artış azalan yağışlarla beraber kendini iyiden iyiye hissettirecek ve tarımı olumsuz etkileyecektir.

Üreme veya dağılma sıcaklıktan açıkça etkilenen patojenler üzerindeki etki nispeten tahmin edilebilir. Sıcak yazlar özellikle bazı termofilik pas mantarlarını destekleyebilir. Sıcak kışlar, bazı zayıf patojenlerin aktivitesini artırabilir(Ibrahim, 2014). Adana ilinin som 47 yıllık sıcaklık trendleri ile MGM tarafından yapılan projeksiyonlar düşünüldüğünde bu durum Adana ili tarım sektörü verimliliği için bir risk teşkil edebileceği düşünülebilir.

Risk matrisi metodu yoluyla yapılan çalışma neticesinde iklim değişikliğinin Adana ilini olumsuz bir şekilde etkilemesi muhtemeldir. Çalışmada en dikkat çekici husus iklim değişkenlerinin tarım üzerinde meydana getireceği risklerin birbirleri ile iç içe ve ilişkili olmasıydı. Bir iklim değişkeni sonucu meydana gelen risk başka bir risk için iklim değişkeni olarak değerlendirilebilmektedir.

Risk matrisi bağlamında; çalışmanın bulguları en yüksek etkilerin sıcaklıkların artması, kullanılabilir tarımsal arazide azalma, su kaynaklarının azalması, su ihtiyacının artması ve bu ihtiyacın karşılanmaması, tarımsal bitkilerin yabani otlara karşı kırılganlığının artması olduğu sonucuna varılmıştır. Bunlar tarım verimini ve tarım yönetimini önemli derecede etkileyecek unsurlardır.

**TEŞEKKÜR**

Tez konumun seçilmesinde ve çalışmaların yürütülmesinde beni yönlendiren ve çalışmanın her aşamasında yakın ilgi ve büyük desteğini gördüğüm, kapısını çalmaktan bir kere bile çekinmediğim danışmanım, kıymetli büyüğüm hocam Sayın Prof. Dr. MESUT BAŞIBÜYÜK'e en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Yüksek Lisansım süresince eğitimimin ve çalışmalarımın aksamaması için gerekli izinleri ve desteklerini benden esirgemeyen İnşaat Mühendisi Proje Müdürü Sayın ENDER ÖZALP'e teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca her zaman destek olan, tecrübeleri ile bana yol gösteren ve bana olan inancını hiç kaybetmeyen babam Prof.Dr. HALİL ÇAKAN ve annem ZEYNEP ÇAKAN'a minnettarım.

Yüksek lisansım boyunca beni destekleyen sevgili nişanlım Buğse Güler HARMANDA'ya teşekkür ederim.

**İÇİNDEKİLER** **SAYFA**

ÖZ ..... I
ABSTRACT ..... II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET ..... III
TEŞEKKÜR ..... VII
İÇİNDEKİLER ..... VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... XII
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... XIV
1. GİRİŞ ..... 1
1.1. İklim Değişikliği Biliminde Anahtar Kavramlar ..... 3
1.2. İklim Değişikliğinin Nedenleri ..... 5
1.3. Küresel Anlamda İklim Değişikliğinin Göstergeleri ve Değişiklikleri ..... 5
1.3.1. Sıcaklıktaki Değişimler ..... 5
1.3.2. Yağış Ölçeğindeki Değişimler ..... 6
1.3.3. Sera Gazı Konsantrasyonları ..... 7
1.3.4. Deniz Seviyesi ..... 7
1.3.5. Yüzeysel Nem ..... 8
1.3.6. Buz ..... 8
1.4. Küresel Anlamda Ekstrem Hava Koşullarında Meydana Gelen Değişimler ..... 9
1.4.1. Sıcaklık ..... 9
1.4.2.Yağış ..... 9
1.4.3.Seller ..... 10
1.4.4. Kuraklık ..... 10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR ..... 11
2.1. Adana ve Akdeniz Özelinde İklim Değişikliğinin Göstergeleri ..... 11
2.1.1. Sıcaklıktaki Değişimler ..... 11
2.1.2. Yağıştaki Değişiklikler ..... 11

2.2. İklim Değişikliği Sonucu Adana İlinde Meydana Gelecek Çevresel Tehlikelerin Değerlendirilmesi ..... 12
2.2.1. Kuraklık ..... 12
2.2.2. Kum ve Toz Fırtınaları ..... 14
2.2.3. Orman Yangınları ..... 16
2.2.4. Rüzgar ..... 17
2.2.5. Seller ..... 18
2.2.6. Yabani Otlar ve Haşere Mevcudiyeti ..... 19
2.2.6.1. Yabani Otlar ..... 19
2.2.6.2. Haşere Mevcudiyeti ..... 20
3. MATERYAL METOT ..... 23
3.1. İlgi Alanın ve Zaman Dilimi Sınırlarının Tanımı ..... 24
3.2. Önemli İklim Değişkenlerinin Belirlenmesi ..... 24
3.3. Sektör Elemanının Belirlenmesi ..... 26
3.4. Risk Matrisi Çerçevesinin Tanımlanması ..... 26
3.5. İklim Değişikliği Etkilerinin Açıklaması ..... 26
3.6. Etki İçin Olası Kategorinin Belirlenmesi ..... 27
3.7. Etki Sonuç Kategorisinin Belirlenmesi ..... 27
3.8. Etki Riski Matrisinde Etki Riski Atama ..... 28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA ..... 29
4.1. İklim Trendlerindeki ve Projeksiyonlarındaki Olası Değişikliklerin Belirlenmesi ..... 29
4.1.1. Trendler ..... 29
4.1.1.1. Sıcaklık ..... 29
4.1.1.2. Ortalama ve Maksimum Yağış Miktarı ile Yağışlı Gün Sayısı ..... 34
4.1.1.3. Rüzgar ..... 38
4.1.1.4. Nem ..... 41
4.1.2. İklim Modeli ve Projeksiyonlar ..... 42

4.1.2.1. İklim Senaryoları ..... 43
4.1.2.2. Adana İli İklim Projeksiyonları ..... 45
4.2. Etki Riski Değerlendirmesi ..... 47
5. SONUÇLAR ..... 55
KAYNAKLAR ..... 57
ÖZGEÇMİŞ ..... 61

**ŞEKİLLER DİZİNİ** **SAYFA**


Şekil 2.1. Yıllık toplam kum ve toz fırtınaları sayılarının 10 yıllık ortalamadan farkları ..... 15
Şekil 2.2. Adana İli 1969-2018 yılları arasında meydana gelen orman yangın sayıları ..... 16
Şekil 4.1. Adana ili 1970-2017 yılları arası maksimum sıcaklık trendi..... 29
Şekil 4.2. Adana ili yaz mevsimi 1970-2017 yılları arası maksimum sıcaklık trendi ..... 30
Şekil 4.3. Adana ili kış mevsimi yıllara göre maksimum sıcaklık trendi ..... 31
Şekil 4.4. Adana ili 1970-2017 yılları arası ortalama sıcaklık değerleri ..... 32
Şekil 4.5. Adana ili 1970'li 1980'li 1990'lı ve 2010'lu yıllar ortalama sıcaklık değerlerinin trendi ..... 32
Şekil 4.6. Adana ili mevsimlere göre 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki sıcaklık trendleri ..... 33
Şekil 4.7. Adana ili 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki aylık yağış miktarı (mm) miktarları ..... 34
Şekil 4.8. Adana ili mevsimlere göre 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki aylık yağmur miktarları ve trendi ..... 35
Şekil 4.9. Adana ili 1970-2017 yılları arasındaki yıllık yağışlı gün sayıları ..... 36
Şekil 4.10. Adana ili mevsimlere göre 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki aylık yağışlı gün sayısı..... 37
Şekil 4.11. Adana ili 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki aylık maksimum yağış miktarları ..... 38
Şekil 4.12. Adana İli 1970-2017 yılları arası rüzgar hızları ..... 39
Şekil 4.13. Adana ili mevsimlere göre 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki rüzgar hızları..... 40
Şekil 4.14. Adana ili 1970-2017 yılları arası aylık ortalama nispi nem ..... 41

**ÇİZELGELER DİZİNİ** **SAYFA**

Çizelge 2.1. Adana ve bazı ilçelerinin 1950-2006 yağış trendi ..... 12
Çizelge 3.1. İklim değişikliği değişkenleri ve projeksiyonlarda güven düzeyi ..... 25
Çizelge 3.2. Çizelge 3.1'deki iklim değişikliği değişkenlerini yaşama güven ve olasılığı ..... 26
Çizelge 3.3. Her iklim değişikliği etkisinin oluşumunu tanımlayan olabilirlik kategorileri..... 27
Çizelge 3.4. Sonuçları açıklamak için etki düzeyi (etki riski) ..... 28
Çizelge 4.1. SRES ve RCP senaryoları için 2100 yılında eşdeğer $CO_2$ konsantrayonları (ppm) ..... 44
Çizelge 4.2. İklim projeksiyon modellemelerinin 21.yy içerisindeki sıcaklık ve yağış değişimlerinin karşılaştırılması ..... 46
Çizelge 4.3. Şiddet aralıkları ve anlamları..... 47
Çizelge 4.4. İklim değişikliği ile ilişkili etkiler ve etki riski düzeyinin risk matrisi..... 49

# 1. GİRİŞ

Dünya iklimi tarih boyunca birçok kez değişime uğramıştır. Bu süreç ilk başlarda yavaş bir şekilde devam ederken 19.yy da sanayi devrimi ile birlikte hızlanmıştır. Daha önceleri doğal etkenlerden dolayı değişen dünya iklimi artık antropojenik bir etki ile daha hızlı ve insan hayatını olumsuz yönde etkileyecek bir boyuta dönüşmüştür.

Fosil yakıtların kullanılması, ormanların yok edilmesi, uygun olmayan bilinçsiz tarımsal faaliyetlerden ötürü doğa üzerine dolaylı ve doğrudan olarak iklim üzerinde etki eden insan aktiviteleri ve sanayileşme hızının artması ile hız kazanmıştır. Bu durum sera gazları adını verdiğimiz metan ($CH_4$), karbondioksit ($CO_2$), diazot monoksit ($N_2O$) gazlarının emisyonunda önemli derecede artışa neden olmuştur. Atmosferdeki bu gazların artışı ilerleyen kısımlarda daha detaylı anlatılan; sıcaklık artışına yerküre yaşamın devamlılığını sağlayan doğal sera etkisinin bozulmasına neden olmuştur, olmaya da devam etmektedir. Bu etki günümüzde iklim değişikliği olarak bilinmekte ve sadece sıcaklık ile sınırlı kalmayıp diğer iklim ve hava parametrelerini etkilemektedir. Havada ve iklimde meydana gelen değişiklikler sonucu kuraklık, çölleşme, sel, fırtına gibi çevresel sorunlarına yol açan olaylara neden olmaktadır.

Ortalama sıcaklık artışı ve dağılışı, ortalama yağış miktarı ve trendi dünyanın her yerinde aynı ölçekte ve derecede meydana gelmemektedir. Ülkelerin bulunduğu coğrafi konumlar iklim değişikliğinden hangi derecede etkileneceğini belirleyen en önemli unsurdur.

Başta BM'ye bağlı olan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli raporları olmak üzere gerek ulusal gerek uluslararası yayınlanan birçok akademik makale ve raporlarda Akdeniz Bölgesi'nin küresel anlamda iklim değişikliği açısından en kırılgan ve en çok etkilenecek bölgelerden biri arasında gösterilmektedir (IPCC, 2013). Türkiye ve Adana bölgesinin de bulunduğu Akdeniz havzası iklim

değişikliğinden kısa vadede ve şiddetli bir biçimde etkilenebilir. En büyük etkilerden biride tarım ürünleri yetiştiriciliği üzerinde olabilir.

Adana bölgesi tarım açısından Türkiye ekonomisine katkısı yüksek olan önemli tarım illerinden biridir. Hem teknolojinin gelişmesi hem sulama imkanlarının artması ile beraber 1960'lı yıllardan itibaren ürün çeşitliliği artmış ve mevcut tarımı yapılan ürünlerde verim ve üretim bakımından olumlu gelişmeler yaşanmıştır (Şen, 2009). İklim değişikliği ile artan sıcaklıklar, azalan yağışlar ve dengesiz aşırı yağışlar gibi aşırı hava koşulları kuraklık, sel, orman yangınları, kum ve toz fırtınaları gibi çevresel sorunları beraberinde getirebilir. Hem direk olarak iklim de meydana gelen değişiklikler hem iklimden kaynaklı çevre sorunları Adana bölgesinde tarım verimliliğini etkilemesi muhtemeldir. Gıda tarım ve hayvancılık bakanlığı verilerine göre 2017 tarihi itibariyle Türkiye'deki toplam tarımsal alan 23 milyon hektarken ekilen alan 15 milyon hektardır. Adana ilinde ise toplam tarımsal alan 5 milyon 498 bin hektar iken toplam ekili alan 386 bin hektardır. Yani Adana ilinin Türkiye içindeki toplam tarım alanı oranı %2.13 iken ekili alan oranı ise %2.5'tir. Adana Türkiye genelinde sahip olduğu toplam tarım alanları içerisinde iller bazında 8. İken toplam ekili tarım alanları içerisinde 6. Büyüklüğe sahip ilimizdir.

Gerek uluslararası gerek ulusal düzeyde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalarda ve projeksiyonlarda açıkça görülmektedir ki iklimimiz çoktan değişmeye başlamıştır ve değişmeye de devam edeceği düşünülmektedir. IPCC'ye göre Akdeniz bölgesi uluslararası makale ve raporlarda küresel anlamda en kırılgan bölgelerden biri olarak kabul edilmektedir. Doğal olarak Akdeniz bölgesinde bulunan Adana ilinin de iklim değişikliğinden etkilenmesi kaçınılmazdır. Aşırı sıcaklıklar, azalan yağışlar veya dengesiz aşırı sıcaklık ve yağışlar elde edilen verilerden görülmektedir. Bu koşullar ise her türlü tarımsal faaliyeti kırılgan bir hale getirmektedir.

## 1.1. İklim Değişikliği Biliminde Anahtar Kavramlar

Bu bölümde; çalışmanın daha iyi anlaşılması için iklim biliminde yer alan anahtar kavramlara yer verilmiştir. Bu anahtar kavramların anlaşılması çalışmanın daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

İlk olarak iklim ve hava kavramlarının birbirinden ayırt etmek son derece önemlidir. Hava; sıcaklığın, nemin, basıncın, rüzgarın ve diğer önemli parametrelerle belirli bir yer ve zamanda atmosferin koşullarını açıklar; bulutların varlığı, yağışı; bulutların varlığı, yağış ve gök gürültülü fırtınalar, toz fırtınaları, belirli bir zamanda belirli bir yerde meydana gelmesi bakımından hava durumu olayları içerisinde yer alırlar. İklim ise dar bir anlamda, genellikle ortalama hava veya daha kesin bir şekilde, aylar, yıllar veya binlerce yıl arasında değişen bir süre boyunca ilgili miktarların ( yağış, sıcaklık vb.) ortalama ve değişkenliği açısından istatistiksel bir tanımlama olarak tanımlanmaktadır. Daha geniş anlamda ise iklim sadece ortalama koşulları değil aynı zamanda kuraklık gibi olayları tanımlamak için parametreleri birleştiren ilgili istatistikleri de ( frekans, büyüklük, kalıcılık, eğilimler vb.) içerir. İklim değişikliği ise bu hava olaylarının ve parametrelerinin ortalama veya değişkenliğindeki değişikliklerle tanımlanabilecek, iklim durumunda bir değişime işaret eder ve tipik olarak onlarca yıl veya daha uzun bir süre devam eden bir olaydır (IPCC, 2013).

Su kütleleri, buzullar, okyanuslar, kar, kara yüzeyleri iklim sisteminin elementleridir. Bu elementler birbirileri ile karmaşık bir etkileşim içerisindedirler. İklim sisteminin bu dinamik yapısı projeksiyon ve tahmin çalışmalarını zorlaştırıcı bir etkendir. Bu etkileşime yapılan zorlamalarla iklimde değişiklikler meydana gelmiştir. Bu zorlama faaliyetler, doğal ve antropojenik (insan kaynaklı) olabilmektedir (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

Yaşadığımız gezegenin radyasyonunu etkileyen etkenler;

- Gelen güneş radyasyonundaki değişiklikler
- Gelen güneş radyasyonunun yansıtılmasında meydana gelen değişiklikler
- Yeryüzünde uzaya yansıtılan uzun dalga boyundaki radyasyonlarda meydana gelen değişikliklerdir (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

Dünya'nın iklim sistemi güneş radyasyonu ile desteklenmektedir. Güneş'ten gelen enerjinin yaklaşık olarak yarısı elektromanyetik spektrumun görünür kısmınca sağlanır. Genel kısa dalga boylu ışınlar; gazlar, aerosolller, bulutlar aracılığıyla uzaya yansıtılan oranı %30'dur ve yaklaşık %20'si atmosferde emilir (IPCC, 2013). Dünya yüzeyinin sıcaklığına bağlı olarak Dünya'dan gelen enerji miktarının çoğu spektrum kızılötesi kısmındadır. Yeryüzünden yayılan uzun dalgalı ışınlar (kızılötesi) büyük oranda atmosferik bileşikler olan su buharı, karbondioksit, metan ve azot oksit ve diğer sera gazları tarafından emilir. Bu durum uzun dalga boylu ışınların atmosferin alt katmanlarına ve dünyanın yüzeyinde sera etkisi yaratmaktadır.

Küresel enerji dengesinde meydana gelen değişiklikler yayılan uzun dalga boylu ışınların değişikliklerinden kaynaklanmaktadır. Net gelen-giden güneş radyasyonundaki değişiklikler güneşin enerji çıktısındaki değişikliklerden ya da dünyadaki güneş ışığının yansıtma kapasitesindeki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Giden uzun dalga boylu ışınlardaki değişiklikler, uzun dalga boylu ışının atmosferden ya da dünya yüzeyinden yayılma değişikliğinden kaynaklanabilir. Atmosferde, emisyondaki bu değişiklikler büyük ölçüde bulut örtüsü ve bulut özelliklerinde, sera gazları ve aerosol konsantrasyonlarında meydana gelen değişikliklerden kaynaklanmaktadır (IPCC, 2013).

### 1.2. İklim Değişikliğinin Nedenleri

İklim değişikliği ve küresel ısınma sanayi devriminin başlamasından sonra fosil yakıtlarının kullanılması, ormansızlaştırma, tarımsal etkinlikler gibi çeşitli insan kaynaklı aktiviteler sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimine bağlı olarak, şehirleşmesinde katkısı ile doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucu yeryüzünde ve atmosferin alt katmanlarında saptanan sıcaklık artışı olarak tanımlanmaktadır (Şen, 2009).

İklim değişikliğine sebebiyet veren etmenler çoğunlukla doğal sera etkisi ve hızlandırılmış sera etkisidir. Bunların küresel iklim üzerindeki etkileri güneş ışınımındaki değişiklikler olarak incelenmektedir. Atmosferdeki gazların gelen radyasyona karşı geçirgen buna karşılık yansıtılan uzun dalgalı güneş ışınlarına karşı ise az geçirgen olması yeryüzünün beklenenden daha fazla ısınması ve ısı dengesini düzenleyen bu süreç sera etkisi olarak adlandırılmaktır. Dünya'daki yaşamın devamlılığı açısından gerekli ve doğal bir süreç olan bu sera etkisi insan kaynaklı aktiviteler sonucunda istenmeyen noktalara gelmiş ve iklim değişikliğine neden olmuştur.

Günümüzde arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler, ormansızlaştırma, fosil yakıt kullanımı, sanayileşme faaliyetleri, insan etkinlikleri ile atmosfere salınan sera gazı hızlı bir şekilde artmıştır. İnsanlar $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$ ve CFC'ler gibi sera gazlarını yayarak bu yoldan doğrudan sera etkisini arttırmışlardır. Bu artış günümüzde hala devam etmektedir. Ayrıca, karbon monoksit (CO), uçucu organik bileşikler (VOC), nitrojen oksitler (NOx) ve kükürt dioksit ($SO_2$) gibi kirleticiler $CH_4$ ve ozon ($O_3$) gibi yerküreden yansıyan uzun dalga boylu ışın miktarının sera etkisi üzerinde etkisi vardır (IPCC, 2013).

### 1.3. Küresel Anlamda İklim Değişikliğinin Göstergeleri ve Değişiklikleri

#### 1.3.1. Sıcaklıktaki Değişimler

IPPC 4. Değerlendirme raporunda, küresel kara yüzey hava sıcaklığının sıcaklık kayıt süresi boyunca arttığı, ısınma oranın 1979'dan bu yana okyanuslarda

bildirilenin yaklaşık iki katı olduğu görülmüştür. Aynı zamanda günlük sıcaklık farkında küresel anlamda düşüşler meydana gelmektedir. Günlük minimumum sıcaklık maksimumum sıcaklıktan daha hızlı bir şekilde artmaktadır.

Küresel anlamda iklim değişikliği üzerinde yapılan projeksiyonlar ve hazırlanan raporlara bakıldığında son 100 yıl (1906-2005) boyunca sıcaklık artışının doğrusal olduğu görülmektedir. Sıcaklıklarda 0,74°C ± 0,18°C artış olmuştur. Son 50 yılda sıcaklık artışı ise son yüzyıldaki sıcaklık artışının neredeyse iki katıdır (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

IPCC 5.Değerlendirme raporuna göre iklim sistemindeki ısınma son derece bellidir. Bu ısınma son on yıllar ve bin yılda görülmeyen bir ısınmadır. 1880'den bu yana atmosfer ve okyanuslar 0.85°C ısınmıştır. Bu ısınma neticesinde kar ve buz miktarları azalmış, deniz seviyeleri yükselmiştir. Ardışık son on yılda, 1850'den bu yana yaşanan en sıcak on yıllar olmuştur. Elde edilen bir bulgu meydana gelen ısınma artışını çok daha net bir şekilde gözler önüne sermektedir: Kuzey yarım kürede 1983-2012 arası son 1400 yılın en sıcak 30 yılı olmuştur (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015)

### 1.3.2. Yağış Ölçeğindeki Değişimler

Yağışların genellikle 1900-2005 döneminde 30° kuzeyin üzerinde arttığını, ancak 1970'lerden bu yana tropik bölgelerde aşağı yönlü eğilimlerin egemen olduğu sonucuna varılmıştır.

1970'lerin ortasından 1990'ların ortasına kadar meydana gelen kurutma eğilimini tersine çevirerek, tropik arazi alanlarındaki (30° güney ve kuzey arası) yağışların son on yılda arttığını göstermektedir. Sonuç olarak 1951-2008 dönemi, veri kümelerinin herhangi birinde tropikal orta enlemleri, 1901'den 2008'e kadar yağışlarda genel bir artış gösterir. Kısa dönem (1951-2008) için eğilimler de pozitiftir (IPCC, 2013).

### 1.3.3. Sera Gazı Konsantrasyonları

Küresel iklim değişikliğinin temel göstergelerinden biride, sera gazı konsantrasyonlarının değişimlerini içermektir.

Günümüzde fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaştırma ve sanayi süreçleri gibi antropojenik faaliyetlerle atmosfere salınan sera gazı birikimlerindeki hızlı artış doğal sera etkisini arttırmıştır. Yeryüzünden yansıyan uzun dalga boylu güneş ışınlarının bir bölümü, bulutlar ve atmosferdeki doğal sera etkisini düzenleyen sera gazlarınca emilmektedir. En önemli sera gazı olan $CO_2$'nin atmosferdeki birikimi sanayi öncesi dönemde 280 ppm iken 2014 yılında bu rakam 398 ppm'e yükselmiştir. Sanayi öncesi dönemde yaklaşık 715 ppb olan $CH_4$ 2005 yılında 1774 ppb'e çıkmıştır. Küresel atmosferik diazot monoksit birikimi ise %18 artış göstermiş olup sanayi öncesi 270 ppb iken 205 yılında 319 ppb'ye yükselmiştir (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

Fosil ve biokütle yakıtlarının kullanımı, antropojenik sera gazı salınımlarının en büyük kaynağıdır. Çimento üretimi karbondioksit, tarım ve katı atık düzenli depolama sahaları ise metan gazı salınımı kaynaklarındandır. Gübre kullanımı ile naylon üretimi diazot monoksiti, buzdolabı ve klimalar kloroflorokarbon emisyonlarını arttırmaktadır. Arazi kullanımı değişiklikleri ile de iklim etkilenmektedir. Tarım amaçlı kullanım için arazi açılması, koyu renkli yüzeyin miktarını arttırmakta ve sonuç olarak gelen güneş radyasyonu yansımaktan çok emilmektedirler. Arazi kullanılması ormanların tahrip edilmesi karbondioksiti tutan ve depolayan ağaç ve bitkilerin azalması anlamına gelmektedir.

### 1.3.4. Deniz Seviyesi

Küresel ortalama deniz seviyesi, iklim değişikliğinin önemli bir göstergesidir. Kanıtlar küresel ortalama deniz seviyesinin yükseldiğini ve bunun küresel iklim değişikliğinden kaynaklanan muhtemel olduğunu göstermektedir. Bu oran, 1990'dan bu yana, çoğunlukla artan termal genleşme ve kara buzları katkıları

nedeniyle 3,2 ± 0,4 mm-[1]'e yükselmiştir. 20. yüzyılda küresel ortalama deniz seviyesinin yükselişinin 19. yüzyıldan daha yüksek olduğuna dair kanıtlar vardır. Tarihsel gelgit göstergesi, 20. yüzyılda ortalama deniz seviyesi artışının 1,7 ± 0,2 mm yıl-[1] olduğunu göstermektedir (IPCC, 2013).

### 1.3.5. Yüzeysel Nem

4. Değerlendirme raporunu göre; 1976'dan bu yana yüzey havası nem içeriğinde geniş çaplı artışlar meydana gelmiştir Bunun yanında, dünya genelinde yaygınlaşarak artan nemlilik trendi mevcuttur.

2000 yılından beri arazi üzerindeki nispi nem değişmeden kalırken ortalama olarak karasal sıcaklığın arttığı arazilerde sıcaklık artışından kaynaklanan nispi nem azalmaları görülmüştür. Bu, okyanus yüzeyine göre arazi yüzeyinin daha çok ısınması ile alakalıdır. son yıllarda arazi yüzeyindeki nispi nemde oldukça yaygın düşüşler gözlemlenmektedir (IPCC, 2013).

### 1.3.6. Buz

Kuzey Kutbu'nda meydana gelen buz erimesi iklim değişikliğinin en önemli göstergelerinden biridir. 1978'den beri Kuzey Yarımküre denizinde buz miktarında azalma eğilimi yaşanmış, 2012 yazında ise tarihin en düşük buz oranı kaydedilmiştir. 2012 asgari deniz buzu miktarı 1979 ile 2000 yılları ortalaması altında (%49) ve 2007'de yani bir önceki rekorun ise %18 altındaydı. Çok yıllık deniz buz miktarı azaldı, yani deniz buzu incelmiş durumdadır. (IPCC, 2013).

### 1.4. Küresel Anlamda Ekstrem Hava Koşullarında Meydana Gelen Değişimler

Isınmanın, 20. Yüzyılın ortalarından beri ısı dalgaları dahil aşırı sıcaklıklarda değişikliklere neden olduğuna dair güçlü kanıtlar vardır. Ağır yağışlarda artışlar, bu zaman zarfında meydana gelmiştir, ancak bölgeye göre değişir. Isı dalgalarından soğuk havaya ya da kuraklıktan sel meydana getiren yağmurlara kadar, iklim aşırı uçlarının kaydedilmesi ve analiz edilmesi, sadece bu olayların nadir olmasından değil, aynı zamanda yıkıcı koşullarla bağlantılı olarak meydana geldikleri için de zorluklar yaratmaktadır (IPPC, 2013).

#### 1.4.1. Sıcaklık

İncelenen küresel alanların çoğunun 1950'den bu yana hem aşırı hem de asgari aşırı sıcaklıklarda önemli bir ısınma yaşadığı ortaya konulmuştur. Soğuk ve ılık günlerin ortaya çıkmasındaki meydana gelen değişiklikler çoğunlukla daha az belirgindir. Küresel olarak, 20 yüzyılın başından bu yana, aşırı sıcaklıklarda, özellikle minimum sıcaklıkta, büyük ölçekli ısınma eğilimlerinin kanıtları vardır. Son yıllarda birçok yüksek profilli ısı dalgası ortaya çıkmıştır (2003- Avrupa, 2009-Avustralya, 2011-Rusya ve 2010/2011'de ABD) (IPCC, 2013).

#### 1.4.2.Yağış

4.değerlendirme raporu ağır yağış olaylarında önemli artışların olduğu sonucuna varmıştır. Yıllık toplam yağış miktarında azalma olsa bile, yıllık 185 yağış olaylarının 1951 ile 2003arasındaki ortalama değişikliklere oranla orantısız bir şekilde arttığı görülmüştür. Nadir yağış (yıllık en yüksek günlük yağış miktarı gibi) olaylarının 19. yüzyılın sonlarından bu yana yeterli veriye sahip bölgelerde artmış olması muhtemeldir (IPCC, 2013).

### 1.4.3.Seller

Yapılan araştırmalarda taşkın veya seller ile ilgili küresel anlamda bir eğilim mevcut değildir. Taşkınlar veya sellerdeki eğilimler nehir yönetimindeki değişikliklerden büyük ölçüde etkilenmektedir.

En belirgin sel eğilimleri kuzey yüksek elemlerde görülürken, gözlemlenen ısınma eğilimlerinin fazla olduğu yerlerde sellerle alakalı bir eğilim olduğuna dair kanıt bulunamamıştır (IPCC, 2013).

### 1.4.4. Kuraklık

4.değerlendirme raporu kuraklıkların daha yaygın olacağı sonucuna varmıştır. Dünyadaki bazı bölgelerin 1950'lerden beri daha yoğun ve daha uzun kuraklıklara maruz kalacaktır.

Kuraklık ile ilgili değişkenlerin toprak nemi gibi çok az doğrudan ölçümü vardır. Seçilen ilgili parametre (yağış, evapotranspirasyon, toprak nemi veya akıntı) ve zaman skalası kuraklık olaylarını tanımlanmasını ve derecesini kuvvetli bir şekilde etkileyebilir.

# 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

## 2.1. Adana ve Akdeniz Özelinde İklim Değişikliğinin Göstergeleri

### 2.1.1. Sıcaklıktaki Değişimler

Gelecek yüzyılda Akdeniz havzasında ve ülkemizin Akdeniz Bölgesi'nde subtropik ve yarı kurak alanlarda sıcaklık artışlarının meydana geleceği bildirilmiştir. İklimde meydana gelecek sıcaklık artışı kuraklık gibi bazı çevresel sorunları meydana getirecektir. Bu da tarım alanlarında kayıplara ve ürün verimlerinde düşüşlere neden olacağı tahmin edilmektedir (Öndeş, 2015).

Öndeş, yapmış olduğu çalışmada 1970-2013 yılları itibariyle 12 aya ait aylık maksimum sıcaklıkların yıllara göre seyirlerini Makesens Trent Testi ile incelemiştir. Adana ilindeki maksimum sıcaklıklarda artış Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarında maksimum sıcaklıklarda giderek, önemsiz artmalar olurken, Mayıs ve Haziran aylarında aylık ortalama maksimum sıcaklıklarda ise önemsiz azalmaların olduğu sonucuna varmıştır (Öndeş, 2015).

### 2.1.2. Yağıştaki Değişiklikler

Yağış miktarlarında meydana gelen azalma kuraklık gibi çok önemli bir çevre sorununu veya etkenini beraberinde getirmektedir. Türkiye'de yapılan yağış trendleri ile ilgili çalışmalarda, Akdeniz kıyılarında ve özellikle Doğu Akdeniz'de yağış miktarlarında azalma eğilimleri tespit edilmiştir (Gönençgil & İçel, 2010).

Yarı tropikal kuşak yağışlarındaki azalma 1970'li yıllarda Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de kendini göstermeye başlamıştır. Bu azalmalarla birlikte kuraklık olayları kış mevsiminde daha ciddi bir şekilde göstermiştir (Gönençgil & İçel, 2010)

Çizelge 2.1.'de Topuz'un yapmış olduğu çalışmadaki 1950-2008 yılları arasındaki yıllık ve mevsimsel yağışlardaki eğilimleri incelemiştir (Topuz, 2017).

Adana ilinde Karaisalı, Karataş, Kozan, Adana ve Yumurtalık istasyonları incelenmiştir.

Çizelge 2.1. Adana ve bazı ilçelerinin 1950-2006 yağış trendi (Topuz, 2017)

| İSTASYON ADI | YILLIK TOPLAN YAĞIŞ | İLKBAHAR | YAZ | SONBAHAR | KIŞ |
|---|---|---|---|---|---|
| KARAİSALI | -0,68 | -0,55 | -0,10 | 0,77 | -0,63 |
| KARATAŞ | 0,22 | -0,04 | -0,18 | 2,40 | -,0,05 |
| KOZAN | -0,84 | -1,32 | -0,90 | 1,81 | -1,50 |
| ADANA | -0,84 | -0,95 | -0,38 | 2,30 | -1,07 |
| YUMURTALIK | 0,65 | -0,60 | -0,50 | 1,69 | 0,42 |

Mann-Kendall trend analiz sonuçlarının verildiği Çizelge 2.1.'e göre yıllık trendlerde bir azalma hakimdir. Kış ve İlkbahar mevsimlerinde yağışlarda azalışlar meydana gelirken Sonbahar mevsiminde ise yağış trendi kayda değer bir şekilde artış göstermektedir.

## 2.2. İklim Değişikliği Sonucu Adana İlinde Meydana Gelecek Çevresel Tehlikelerin Değerlendirilmesi

### 2.2.1. Kuraklık

Kuraklık; yağış azlığına, sıcaklık artışına bağlı olarak ve diğer görülemeyen bazı nedenlerle belirli bir süreçte gelişmekte ve geçici bir süre devam eden bir olaydır. Bu süreç günler, aylar hatta yıllar alabilen bir süreçtir. Kuraklık dünyanın her kesiminde kurak ve yarı kurak hatta nemli bölgelerinde de görülebilmektedir. Dahası, kuraklık belirli bir süreçte sıcaklığın ve rüzgarın yaratmış olduğu kurutucu etki ile ortaya çıkan terleme ve buharlaşma sonucu ortamda su açığını meydana getiren ve bu su açığını karşılayacak yağışın gerçekleşmemesidir (Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2014).

Adana iklimi son yıllarda sıcaklıkta kayda değer bir artış yaşarken yağışlarda da düşüşler yaşamıştır. Yine toplanan veriler ve çıkartılan grafiklerde görülmektedir ki; yaz ve kış aylarındaki minimum ve maksimum sıcaklıklar da artışlar görülmüştür. Bu değişiklikler kuraklık şiddetinin artmasına ve su kıtlığının yaşanmasına zemin hazırlamaktadır.

Aynı zamanda MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) tarafından yapılan iklim projeksiyonlarında Adana ilinde gelecekte sıcaklıkların giderek artacağı yağışların ise giderek azalacağı düşünüldüğünde kuraklık tehlikesi Adana tarımı için risk teşkil edici bir durum olacaktır.

Meteorolojik parametrelerdeki değişiklikler birbirinden bağımsız değildir. Adana ilindeki sıcaklık artışı buharlaşmadaki artışı da ortaya çıkartacaktır. Bu toprak su içreğinde azalmaya ve kuraklığa neden olacaktır.

Geçmiş iklim verilerine bakıldığında Adana ilinde kuraklık yarı kurak sınıfında olmak üzere kendini tekrarlayan bir olay haline geldiği söylenebilir. İklim değişikliği ile birlikte bu olayın tekrarlanma sıklığının artması beklenmektedir. Bu durum tarım sektöründe su kıtlığı yaşama riskini arttıracaktır (Şen, Topçu, Türkeş, Şen, & Warner, 2012).

Meteorolojik kuraklık; bir yerde, belirli bir sürede ortalamaya göre yağıştaki azalmanın ölçüt olarak alındığı kuraklıktır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı Metoroloji Genel Müdürlüğü, 2014). Özellikle Adana ilinde yaz aylarındaki yağış düşüklüğü her 10 yılda bir önceki yılın ortalamasına göre düşüş göstermiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan projeksiyonlarda bu trendin devam edeceğini göstermektedir. Bu verilerden Adana ili için meteorolojik kuraklığın yaşandığı ve şiddetlenerek yaşanmaya devam edebileceği çıkarımı yapılabilir. Bu duruma örnek olarak 2008 yılı verilebilir. Hem yağış miktarı, hem yağışlı gün sayısı ortalama değerin oldukça altında kalmıştır. Yapılan çalışmalar ayrıca, Türkiye'nin güneyindeki hem yüzey suyunda hem de yeraltı suyu kaynaklarında önemli düşüşler olduğunu göstermektedir (Şen, Topçu, Türkeş, Şen,

& Warner, 2012). Bu durum tarımsal faaliyetler için yeterli su sağlanamaması sonucu oluşan tarımsal kuraklığa neden olacaktır.

Kuraklık analizinde kullanılan indekslerden biride Standart Yağış İndeksidir. Bu indeksin pozitif ve negatif değerleri kuraklığın şiddeti ve durumu hakkında bilgi vermektedir. Kısacası SPI yağış oranını esas alarak kuraklığı ölçen bir olasılık indeksi olarak tanımlanır (Şen, Topçu, Türkeş, Şen, & Warner, 2012). Şen ve arkadaşlarının 1961-1990 yılları iklim parametrelerini (maksimum sıcaklık, rüzgar hızı ve günlük yağış, hava nemi) referans alarak yapmış olduğu kuraklık projeksiyonunda 2071-2100 yılları arasında SPI değerlerinde Adana İli için 3 kata kadar kuraklıkta artış beklenmektedir.

### 2.2.2. Kum ve Toz Fırtınaları

İklim değişikliğinin sonucu değişikliğe uğrayan rüzgar, sıcaklık, yağış gibi sürücüler kuraklık sonucu kum ve toz fırtınalarının oluşmasına neden olmaktadır. Çöllerden rüzgarlar vasıtası ile kalkan tozlar, atmosferin üst tabakalarına kadar yükselir ve uzun mesafeler kat ederler. Bu mesafelerin uzunlukları toz partiküllerinin özelliklerine göre değişkenlik göstermektedirler. Büyük toz parçacıkları kaynak alanlarının bulunduğu bölgelere düşerken küçük toz parçacıkları ise binlerce kilometre yol kat edebilirler. Bu toz ve kum fırtınaları hem bölgemizde hem küresel anlamda artarak karşımıza çıkan konulardan biridir.

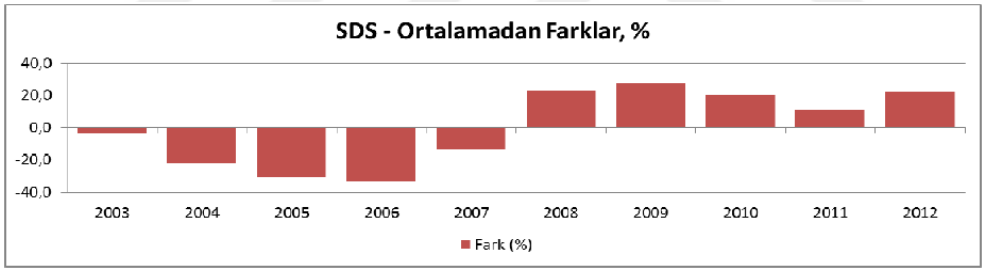
Ülkemizin Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri coğrafi konumları çöl bölgelerine ve batı rüzgarları kuşağında olması sebebiyle son yıllarda çöl tozu taşınımları ve kum fırtınalarına uğramıştır (Dündar, Oğuz, & Güllü, 2013).Kaynak olarak ülkemiz olmasa bile Suriye, Irak, Libya, Mısır gibi ülkelerin çöllerinden kalkan tozlar atmosferde rüzgarla ile yayılıp ülkemizde Adana ilinin de bulunduğu Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde etkili olmaktadır.

Diğer bir yandan ise, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli, başlıca iklim değişkenlerinden biri olarak atmosferik aerosollerin önemli bir bileşiği olarak

toz ve kum parçacıklarını kabul etmektedir. Kum ve toz parçacıkları güneş radyasyonunu soğurarak veya geri yansıtarak güneş radyasyon bütçesi üzerinde etkili olması bakımından önemlidir (Dündar, Oğuz, & Güllü, 2013).

Adana ilinin etrafında bulunan Suriye, Irak gibi ülkeler yüksek derecede toz fırtınasına maruz kalmaktadır. IPCC'nin güncel iklim öngörülerine göre, kuraklık hadisesinin sıklığı ve şiddetinin artmasıyla birlikte, kum ve toz fırtınalarının daha yoğun yaşanması beklenmektedir. Adana ili için elde edilen verilerde referans alınan 1970-2017 yılları arasında görülen artan sıcaklık trendleri ve risklerini de göz önünde bulundurduğumuzda kum ve toz fırtınaların sıklığı ve şiddetinin artabileceği düşünülebilir.

Kum ve toz fırtınaları istatistiklerine bakıldığında 2003-2012 yılları arasında yıllık toplan kum ve toz fırtınalarının sayılarının arttığı görülmektedir (Dündar, Oğuz, & Güllü, 2013).




Şekil 2.1. Yıllık toplam kum ve toz fırtınaları sayılarının 10 yıllık ortalamadan farkları (Dündar, Oğuz, & Güllü, 2013)

Çalışmalar sonucu elde edilen istatistiklerde Şekil 2.1'de (2003-2012) yılları arasında kum ve toz fırtınalarının büyük bir bölümünün Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde artan bir eğilim gösterdiği görülmüştür.

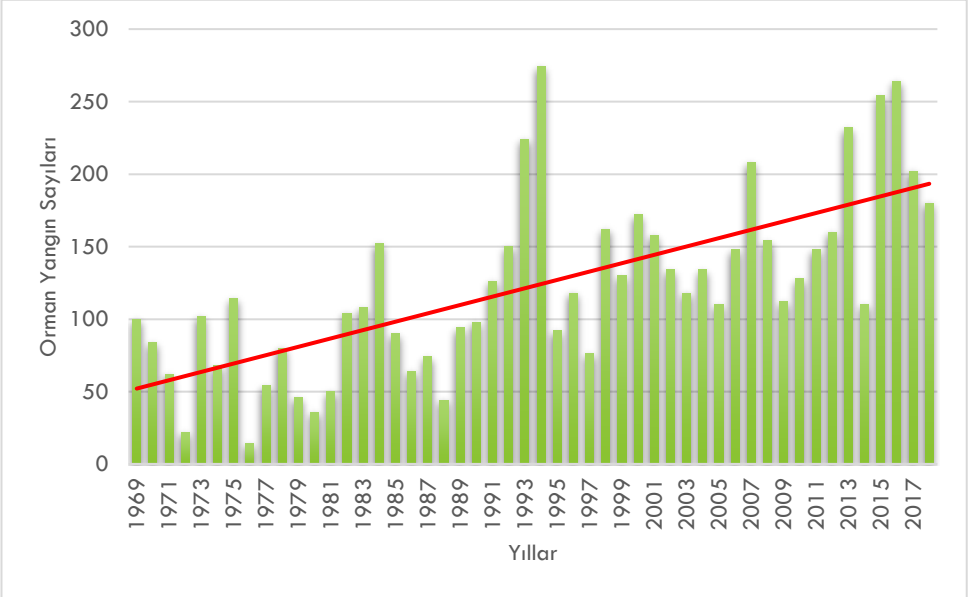
IPCC (2013) değerlendirme raporunda; Akdeniz havzasında sıcaklıkların artacağı ve yağışların azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan projeksiyonlar da bu durumun daha da şiddetlenerek artacağı düşünüldüğünde Adana ilinin kuraklıkla yüzleşeceği, toz ve kum maruziyeti şiddetinin artacağı öngörülmektedir. Afrika,

Suriye, Irak ve Suudi Arabistan çöllerinden kaynaklanan çöl tozları taşınımlarının şiddeti ve sıklığının artarak devam edeceği de öngörülmektedir.

### 2.2.3. Orman Yangınları

Orman geniş bir alanda kendine has iklim meydana getirebilen, belirli uzunluk, yapı ve sıklıktaki ağaçlar, çalı ve otsu bitkiler ve toprağın altında ve üstünde yaşayan mikroorganizmalar ve çeşitli böcek ve hayvanlarla orman toprağının birlikte oluşturduğu bir ekosistemdir (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014).

Akdeniz bölgesi, iklim değişikliğinin "sıcak noktalarından" biridir. Bu alanda orman yangınları önemli bir etkiye sahiptir. Daha sıcak ve daha kuru koşullar nedeniyle artan yanma kabiliyeti, iklim değişikliğine verilen yangın tepkilerinden biridir. Bu durumu Adana ili içinde geçerlidir.




Şekil 2.2. Adana İli 1969-2018 yılları arasında meydana gelen orman yangın sayıları (http-1, 2018)

Şekil 2.2.'ye bakıldığı zaman Adana ili içerisinde meydana gelen orman yangınlarının yıllara göre artan bir trend içerisinde olduğu görülmektedir. Artan sıcaklık ve yağış grafikleriyle bu durumun paralellik gösterdiği görülmüştür. Artan sıcaklıklar ve azalan yağışlar orman yangın sayısını pozitif yönde etkileyecektir.

Adana ilindeki sıcaklık ve yağıştaki yerel değişiklikler, orman yangınlarının oluşumunu, zamanlamasını, sıklığını, kapsamını ve yoğunluğunu etkileyebilir. Orman yangınları direk insan kaynaklı olmamakla beraber iklim değişikliği ile beraber Adana ilinde beklenen yağıştaki azalışlar, artan sıcaklık ve kuraklıklar orman yangınlarının artmasında tetikleyici bir faktör olması beklenmektedir.

Orman yangınlarını etkileyen sıcaklık, yağış, rüzgar hızı ve eksik atmosferik nem buharı basıncı orman yangınları üzerinde etkilidir. Tek başına sıcaklığın artması daha büyük yangın sorunlarını mutlaka garanti etmeyecek ama risk şiddetini arttıracaktır. Ayrıca artan $CO_2$ emisyonunun yangın potansiyeli üzerinde arttırıcı bir etkisi vardır (Flannigan, Stocks, & Wotton, 2000).

İklim değişikliği ile beraber daha kurak ve daha sıcak iklim beklenmektedir. Bu koşullara uygun sağlayan ağaçlar hayatta kalacakken diğer ağaç türleri doğal seleksiyona uğrayacaktır. Bu Adana ilinin orman desenini, varlığını ve ağaç çeşitlerini etkileyecektir. Artan sıcaklıkla beraber bu koşullara uyum sağlayan iğne yapraklı, yaprak yüzey alanları daha küçük olan ağaç türleri daha baskın hale gelecektir.

### 2.2.4. Rüzgar

İklim değişikliği sonucu bir çok hava parametresinde meydana gelen ve gelecek olan değişiklikler küresel alanda rüzgar hızları ve yönlerinde değişikliklere yol açacaktır. Özellikle rüzgar hızı değişikliklerinin kurak ve yarı kurak ortamlarının gelişimine, toprak nemine, buharlaşmaya ve su kaynaklarına olan etkisi önemlidir. Bu iklim değişikliğinin rüzgar üzerindeki etkilerini araştırmaya ve bazı projeksiyonların yapılmasına yol açmıştır.

Dünyanın farklı yerlerinde yapılan bu tür çalışmalarda önümüzdeki yıllarda rüzgar hızının azalma büyüklüğünde yaklaşık% 70'ere varan bir artışa işaret etmektedir (Kulkami, Deo, & Ghosh, 2013). 1970-2017 yılları arasındaki 47 yıllık bir süreçte rüzgar hızı azalan bir trend göstermesi bu duruma destek olmaktadır.

Ekvator ve kutuplar arasındaki sıcaklık gradyanı rüzgarı küresel seviyede sürmekten sorumludur. Bu tür küresel rüzgar düzenindeki değişiklik, daha etkili yerel gradyanlar nedeniyle yerel rüzgar koşullarını değiştirebilir. Ayrıca topoğrafya, nem, arazi kullanımı, su kütleleri, El Nino / La Nina fenomenleri gibi bölgeye özgü faktörler bölgesel sıcaklığı ve dolayısıyla rüzgarı etkileyebilir (Kulkami, Deo, & Ghosh, 2013).

Küresel iklim değişikliği ile sıcaklıklar artmaktadır. Bu sıcaklık artışları kutuplarda ekvatorlara nazaran daha hızlı arttıkça, sıcaklık gradyanı daha küçük hale gelmesi Akdeniz Bölgesi gibi orta ve üst enlemlerdeki bölgelerde rüzgar hızını azaltabileceğini göstermektedir.

Bu durum Adana ilindeki rüzgar hızlarının neden bir azalma trendinde olduğunu açıklayabilir. Yine aynı şekilde fırtına izlerinde yapılan çalışmalarda kuzey yarım kürede fırtınaların kuzeye doğru kaydığı görülmektedir. Bu durum yüksek enlemlerde şiddetli veya aşırı rüzgarları arttıracakken, Akdeniz Bölgesi gibi güney bölgelerde yer alan bölgelerde aşırı rüzgar ve şiddetli fırtınaların sayısını azaltacaktır (Kulkami, Deo, & Ghosh, 2013).

### 2.2.5. Seller

İklim değişikliğinin beklenmedik, ani ve sıra dışı taşkınların tetikleyici ajanları arasında yer aldığı iyi bilinmektedir. İklim değişikliği ile birlikte yağışların zamanlamasında, bölgesel düzenlerinde ve yoğunluğunda, özellikle de yoğun yağış olaylarının olduğu günlerde değişikliklere neden olmaktadır.

Meteoroloji 6.Genel Müdürlüğü'nden temin edilen veriler ışığında hazırlanan grafiklere bakıldığında özellikle ilkbahar mevsiminde yağışlar artan bir trend sergilerken yine bu mevsimde yağışlı gün sayılarının azaldığı görülmektedir.

Bu durum daha fazla yağışın daha az zaman diliminde düşmesi demek olup Adana ili için İlkbahar mevsiminde sel riskinin artan bir trendde seyrettiği söylenebilir. Bu durum sadece Adana ili ile sınırlı değildir. IPCC 4. Değerlendirme raporunda küresel anlamda toplam yağışlar azalırken ağır yağış olaylarında önemli artışların olduğu sonucuna varılmıştır.

Yine Meteoroloji 6.Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen verilerle hazırlanan maksimum yağış grafiklerine ve yağışlı gün sayılarına bakıldığında; maksimum yağış grafiklerinde genel anlamda bir artış trendi mevcut iken, yağışlı gün sayıları ve ortalama aylık yağış miktarlarında azalma meydana gelmesi Adana ili için sel riski trendinin gittikçe artış gösterdiği yorumu yapılabilir.

### 2.2.6. Yabani Otlar ve Haşere Mevcudiyeti

Atmosferik $CO_2$ ve küresel ortalama sıcaklığın öngörülen artışlarının böcek – bitki, yabani ot – bitki, hastalık-bitki etkileşimlerini etkilemesi muhtemeldir. İklim değişikliği sonucu meydana risk teşkil edebilecek unsurlardan biride artan patojenler, yabani otlar ve haşere mevcudiyetidir.

#### 2.2.6.1. Yabani Otlar

Küresel ısınma ve iklim değişikliği sonucu artan sıcaklık ve $CO_2$ genel olarak bitkisel üretimi arttıracağı düşünülmektedir. Ancak tarım alanlarında bulunan ve kontrol altına alınmadıklarında önemli verim ve kalite kayıplarına sebep veren yabani otların varlığı bu kanıyı tersine çevirmektedir (Önen & Özcan, 2010).

Yabani otların genetik çeşitliliği kültür ve tarım bitkilerine nazaran daha fazladır. Bu durum yabani otların tarım bitkilerine nazaran iklim değişikliğine daha kolay adapte olması anlamına gelmektedir. Yani tarım bitkileri iklim değişikliğinden yabani otlara göre daha çok etkilenecektir.

Bazı çalışmalarda artan $CO_2$ sayesinde istilacı bitkilerin fotosentetik aktivitesinde artışlar olduğu gözlemlenmiştir. Artan fotosentetik aktivite sayesinde

bu bitkilerin oluşturdukları kuru madde miktarı artmaktadır (Jabran, Doğan, Shahid, & Önen , 2015).

Yabani otlarla mücadelede önemli bir silah olan herbisitlerin etkinliği iklim değişikliği sonucunda azalacak ve yabani otlarla mücadele zorlaşacaktır (Önen & Özcan, 2010). Ayrıca tarım bitkilerini etkileyecek olan sıcaklık, yağış, nem, kuraklık gibi çevresel faktörler kültür bitkilerini yabani otlara karşı daha duyarlı hale getirecektir. İklim değişikliği ile birlikte artan yabani otlar tarım bitkilerine göre daha rekabetçi olmasından tarım verimliliğini ve tarım sektörünü olumsuz yönde etkileyecektir.

#### 2.2.6.2. Haşere Mevcudiyeti

İklim ve hava koşulları böceklerin gelişimini ve dağılımını önemli bir şekilde etkileyebilir. İklim değişikliği ile artan sıcaklık, $CO_2$ yağış değişiklikleri haşere enfeksiyonu üzerinde etkili olacaktır. Böcek ve patojen artışlarının tarım sektörü üzerinde olumsuz etki yarattığı düşünüldüğünde bu durum iklim değişikliğinin tarım sektörü için bir risk olarak değerlendirilmesi önemlidir.

Böceklerin kısa ömür döngüleri, mobilite, üreme potansiyeli ve sıcaklığa karşı fizyolojik duyarlılığı nedeniyle, mütevazı iklim değişikliğinin bile, birçok böcek türünün dağılması ve bolluğu üzerinde hızlı etkileri olacaktır. (Ibrahim, 2014).

Mahsuller ile ilgili olarak, veriler, yüksek CO2'nin verim simülasyonu, gelişmiş kaynak kullanımı etkinliği, yabani otlarla daha başarılı rekabet, azaltılmış O3 toksisitesi ve bazı durumlarda daha iyi haşere ve hastalık direnci dahil olmak üzere birçok olumlu etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, bu yararlı etkilerin çoğu, ılık bir iklimde en azından bir ölçüde kaybolabilir. Ancak yapılan projeksiyonlar neticesinde Adana ilinde ılık bir iklimden ziyade sıcak ve kurak bir iklim öngörüsü olduğundan ısınma, bitki gelişimini hızlandıracak ve tahıl dolgusunu ve besin kullanım verimliliğini azaltacak, mahsulün su tüketimini

arttıracak ve mahsuller üzerindeki yabani otları destekleyecektir. Ayrıca, böceklerin gelişme oranı da arttırıp tarım verimliliğini düşürecektir.

Sıcak iklimlerde böcek zararlılarının çoğalması için koşullar daha uygundur. Daha uzun büyüme mevsimi, çekirge gibi böceklerin ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında daha fazla sayıda üreme döngüsünü tamamlamasını sağlayacaktır. Sıcak kış sıcaklıkları, larvaların şu anda soğukla sınırlı olduğu bölgelerde kış geçmesine izin verebilir ve böylece bir sonraki mahsul mevsiminde daha fazla istilaya neden olabilir (Ibrahim, 2014).

Her iklimde böcekler gelişmekle birlikte araştırmalar sıcak koşullarda daha erken bir görünüm ve aktivite bildirmişlerdir. Sıcaklık yalnızca konukçu bitkilerin ve sığınakların mevcudiyetini etkilemez aynı zamanda haşerelerin üreme, dağıma, göç ve büyüme oranları üzerinde arttırıcı bir etkisi vardır (Delcour, Spanoghe, & Uyttendaele, 2015).

# 3. MATERYAL METOT

Bu çalışmada risk matrisi kullanılarak Adana bölgesinde iklim değişikliği ve iklim değişikliği ile meydana gelecek olan çevre sorunlarının tarıma olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Öncelikle risk matrisi iklim değişikliğiyle ilişkili etkilerin, uyarlanabilir yanıtların ve risk ve güvenlik açığının belirlenmesine yardımcı olabilecek bir risk yönetimi yaklaşımıdır. Riskleri ve fırsatları belirlemek ve analiz etmek, bu risk yönetimi yaklaşımını kullanarak iklim değişkenliği ve değişime verilen yanıtların planlanmasına yardımcı olabilir ve tarım sektöründe gelecekteki belirsizliklere uyum sağlamada proaktif ve daha etkili olmalarını sağlanabilir (Brundell, Cobon, & Stone, 2011).

Risk matrisinin ve bu metodun daha iyi anlaşılması için bazı terim ve tanımlarında açıklanmasına ve bilinmesine ihtiyaç vardır. Risk; bir tehlike veya kayıp şansıdır. Risk hem meydana gelen bir olayın sonucu hem de aynı olayın meydana gelme olasılığı dikkate alınarak değerlendirilebilir. Güvenlik açığı; değişen iklime uyum sağlama, potansiyel değişiklikleri denetleme, fırsatlardan yararlanma veya olumsuz sonuçlarla baş edebilme yeteneğidir. (Brundell, Cobon, & Stone, 2011).

Risk ve kırılganlık matrisinin tamamlanmasında 9 ana adım kullanılmıştır.

- Adım1: İlgi Alanının ve Zaman Dilimi Sınırlarının Tanımı
- Adım2: Önemli İklim Değişikliği Değişkenlerinin Belirlenmesi
- Adım3:Sektör Elemanlarının Belirlenmesi
- Adım4: Etki Riski Matrisi Çerçevesinin Tamamlanması
- Adım5: İklim Değişikliği Etkilerinin Açıklanması
- Adım6:Etki İçin Olası Kategorinin Belirlenmesi
- Adım7: Etki İçin Sonuç Kategorisinin Belirlenmesi

- Adım 8: İklim Trendlerindeki ve Projeksiyonlarındaki Olası Değişikliklerin Belirlenmesi
- Adım 9: Etki Riski Matrisine Etki Riski Atama

### 3.1. İlgi Alanın ve Zaman Dilimi Sınırlarının Tanımı

Çalışma Adana ilini kapsamaktadır. Meteorolojik veriler Meteoroloji 6. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Elde edilen veriler Adana Bölge adlı 17351 numaralı istasyona aittir. Gözlem türü 150 OMGI'dir (Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu). İstasyon Kordinatları ise kuzey 37°00'14.8"N güney 35°20'39.5"E'dir. Elde edilen veriler 1970-2017 yılları arasını kapsamaktadır. Bu veriler Adana ikliminin trendi ve özelliklerine ışık tutacak ve projeksiyonlardaki tahmin ve değişimlerin boyutunun anlaşılmasına ışık tutacaktır. Yine, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 iklim projeksiyonları kapsamında yürütülen çalışmalar baz alınarak tehlikeler ve riskler tanımlanmıştır.

### 3.2. Önemli İklim Değişkenlerinin Belirlenmesi

Bu adımda, Adana bölgesinde büyük etki yaratabilecek iklim değişikliğinin ve iklim değişikliğinin çevrede meydana getireceği değişkenler belirlenmiştir. Kapsam derecesi ile bu değişkenler güvenlik açığı ve risk analizinde ana bir araç durumundadır. Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de gösterilen iklim değişikliği değişkenlikleri, projeksiyona duyulan güven düzeyi ve olasılıklar şöyle belirlenmiştir: İklim değişikliği değişkenliği güven düzeyi; IPPC 5. Değerlendirme Raporu (IPCC, 2013) ve Meteoroloji 6. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen 1970-2017 yılları arasındaki verilerin gözden geçirilmesiyle; projeksiyona duyulan güven düzeyi ise bölgesel anlamda Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nce yürütülen projeksiyon çalışmaların gözden geçirilmesi ile küresel anlamda ise IPCC 5. Değerlendirme Raporu (IPCC, 2013) gözden geçirilmesi ile elde edilmiştir. İklim

değişikliğinin ve iklim değişikliğinin çevrede meydana getireceği değişkenler aşağıdaki gibidir:

- $CO_2$ Emisyon Artışı
- Buharlaşma Artışı
- Minimum Sıcaklık Artışı
- Maksimum Sıcaklık Artışı
- Azalan Yağışlar
- Artan Maksimum Yağış ile Azalan Yağışlı Gün Sayıları
- Kuraklık
- Artan Ani Rüzgar Hızlar
- Kum ve Toz Fırtınaları
- Rüzgar Hızının Azalması
- Yabani Otların Artışı
- Haşere Mevcudiyetindeki Artış

Çizelge 3.1. İklim değişikliği değişkenleri ve projeksiyonlarda güven düzeyi (Brundell, Cobon, & Stone, 2011)

| İklim Değişikliği Değişkenleri | Güvenilirlik Düzeyi Renk Kodu |
|---|---|
| $CO_2$ Emisyon Artışı | Çok Yüksek Güven (>90%) |
| Buharlaşma Artışı | |
| Minimum Sıcaklık Artışı | Yüksek Güven (~90%) |
| Maksimum Sıcaklık Artışı | |
| Günlük 30°C Üzeri Gün Sayılarında Artış | |
| Azalan Yağışlar | Orta-Yüksek Güven (>70%) |
| Artan Maksimum Yağış ile Azalan Yağışlı Gün Sayısı | |
| Kuraklık | |
| Artan Ani Rüzgar Hızları | Orta Güven (>50%) |
| Kum ve Toz Fırtınaları | |
| Rüzgar Hızının Azalması | |
| Yabani Otların Artışı | |
| Haşere Mevcudiyetindeki Artış | |

Çizelge 3.2. Çizelge 3.1'deki iklim değişikliği değişkenlerini yaşama güven ve olasılığı (Brundell, Cobon, & Stone, 2011)

| Güven Düzeyi | Sonuç Olasılığı | Renk Kodu |
|---|---|---|
| **Neredeyse Kesin** | (>90%) İhtimal | |
| **Son Derece Kesin** | (~90%) İhtimal | |
| **Büyük İhtimalle** | (>70%) İhtimal | |
| **Muhtemelen** | (>50%) İhtimal | |
| **Nadir** | (<%50) İhtimal | |

### 3.3. Sektör Elemanının Belirlenmesi

Bu aşamada etki altında kalacak sektör elamanı belirlenir. Bunlar; balıkçılık, turizm, insan sağlığı ve tarım vb. gibi doğal kaynaklar, sosyal veya yaşam tarzı hususlarını etkileyen konulardır. Bu çalışmada daha öncede değinildiği üzere tarım sektörü ele alınmıştır. Tarım sektörü insanlığın en temel ihtiyacını; beslenmeyi sağlayan bir sektörüdür. Tarım sektöründen ziyade tarımın kendisi direk olarak iklim ve hava ile ilişki olmasından ötürü belki de en çok etkilenecek unsur veya sektörlerden biri olması dolayısıyla diğer etki altında kalan sektörlerden ayrılmaktadır.

### 3.4. Risk Matrisi Çerçevesinin Tanımlanması

Risk matrisinin her bir hücresi birbirinden bağımsız olarak tanımlanmıştırlar. Bu yol ile her iklim değişkeninin 3. Adımda tanımlanan yani tarım sektör öğesi üzerindeki beklenen etki ve risk Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve literatürden yararlanılan bilgiler ışığında tanımlanmış ve belirlenmiştir. 8. Adımda atanan iklim değişikliği değişkenleri dikey düzlemde yer alırken sektör ise yatay düzlemde yer almaktadır.

### 3.5. İklim Değişikliği Etkilerinin Açıklaması

Çalışma bölgesindeki tarımsal anlamda her ana unsur için iklim değişikliği değişkeninin olumlu ya da olumsuz olması beklenen etkiler üzerine açıklamalar

yapılmıştır. Açıklamalardan ve kararlardan kaynaklanan iddiaları tamamlamak ve doğrulamak için çeşitli literatür kaynaklarına başvurulmuştur. Bu bireysel önyargıların azalmasına yardımcı olacaktır.

İklim değişikliği unsuru tarım sektörü unsurları üzerindeki etkilerinin çoğu olumsuzdu.

### 3.6. Etki İçin Olası Kategorinin Belirlenmesi

Çizelge 3.3.'te de gösterildiği üzere her iklim değişikliği olayının gerçekleşme olasılığı, neredeyse kesin, muhtemelen, mümkün, olası olmayan ve nadir olarak beş kategori içerisinden seçilerek atanmaktadır. Gerçekleşecek iklim değişkeninin ve yaratacağı olası çevre sorunlarının etki olasılığı atanmasında 6.Bölge Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri kapsamında çıkartılan grafiklerden ve IPCC değerlendirme raporlarından yararlanılmıştır.

Çizelge 3.3. Her iklim değişikliği etkisinin oluşumunu tanımlayan olabilirlik kategorileri

| Derece | Tekrarlayan Olaylar | Tekil Olay |
|---|---|---|
| Neredeyse Kesin | Yılda birkaçkez ortaya çıkabilir | Olma ihtimali olmama ihtimalinden daha yüksek. %50'den fazla. |
| Muhtemel | Yılda yaklaşık bir kez ortaya çıkabilir. | Muhtemelen mümkün değil. %50 olma şansı. |
| Mümkün | 10 yılda bir ortaya çıkablilir | Olasılık %50'den az ama yinede oldukça yüksek. |
| Olası Olmayan | 10 ila 25 yılda bir ortaya çıkabilir. | Olası değil ama önemsiz değil. Olasılık düşük fakat sıfırdan büyük. |
| Nadir | Önümüzdeki 25 yıl içinde olası değildir. | İhmal edileblir. Olasılık küçük, sıfıra yakın. |

### 3.7. Etki Sonuç Kategorisinin Belirlenmesi

İklim değişikliği ve iklim değişikliği sonucu meydana gelecek çevresel sorunların risklerinin etkileri tarım sektörü içerisinde birbiri ile ilişkili ve bağlantılı

olmaması düşünülemez. İklim değişikliği değişkenlerinin tarım sektörü içindeki etkisi için sonuç kategorisi beş kategoriden oluşmaktadır. Bunlar; felaket, şiddetli, ana, orta ve küçük olarak belirlenmiştir.

### 3.8. Etki Riski Matrisinde Etki Riski Atama

Etkilerin olasılık ve sonuç kategorileri belirlendikten sonra, etki için olası kategori ve etki sonuç kategorilerini birleştirmek için çizelge 3.4.'te gösterilen tablo kullanılmıştır. Bu değerler etki risk matrisinin tamamlanmasında tarım sektörü öğesi için belirlenmiştir. Adana ilinde iklim değişikliği sonucu meydana gelebilecek olan muhtemel etkiler her bir hücrenin spesifik sütuna eklenmesi ve ortak etki üzerine genel etki üzerinde olumlu yada olumsuz (genellikle olumsuz) sonuçlar elde edilmiştir. Geliştirilen matriste kahverengi renk ne kadar koyu ise iklim değişkeninin Adana ili tarımına olan etkisi o kadar olumsuz olacaktır

Çizelge 3.4. Sonuçları açıklamak için etki düzeyi (etki riski)

| RİSK MATRİSİ | | ŞİDDET | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| OLASILIK | 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

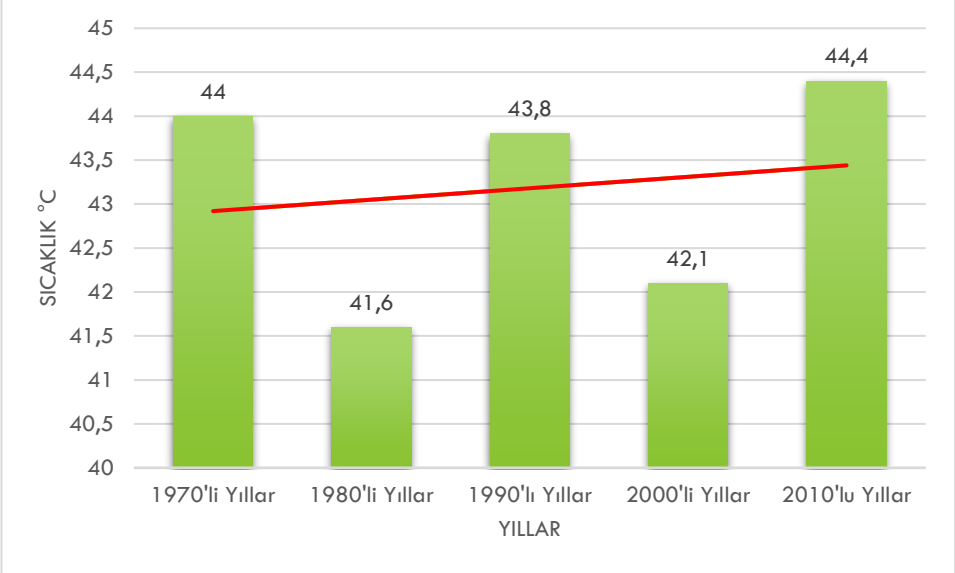
# 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

## 4.1. İklim Trendlerindeki ve Projeksiyonlarındaki Olası Değişikliklerin Belirlenmesi

### 4.1.1. Trendler

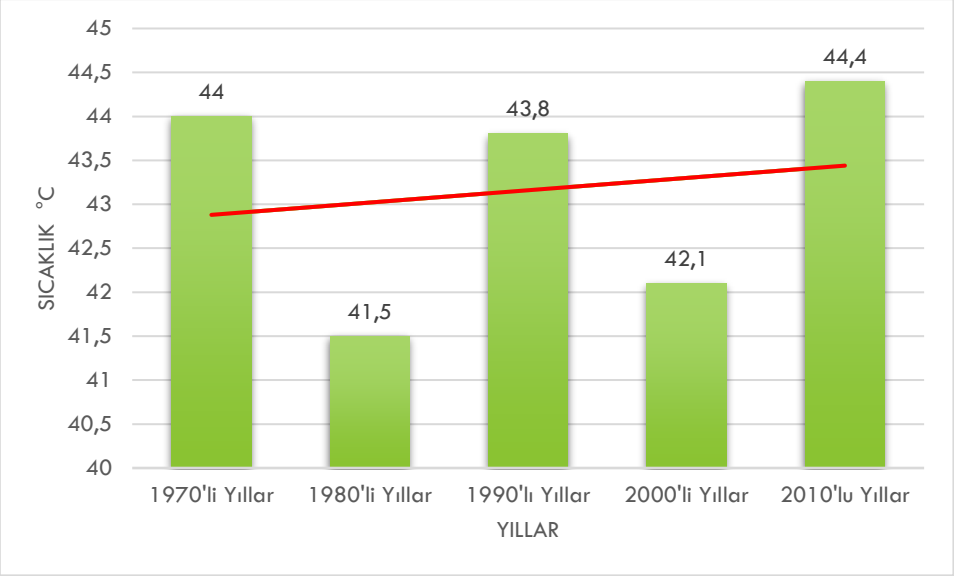
#### 4.1.1.1. Sıcaklık

IPCC'nin yayınladığı raporlarda dünya genelinde maksimum sıcaklık ve aşırı sıcaklıklarda bir artış mevcuttur. En çok etkilenecek bölgelerin başında da Adana Bölgesi'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Bölgesi olacağı önemli literatür çalışmalarda vurgulanmıştır.



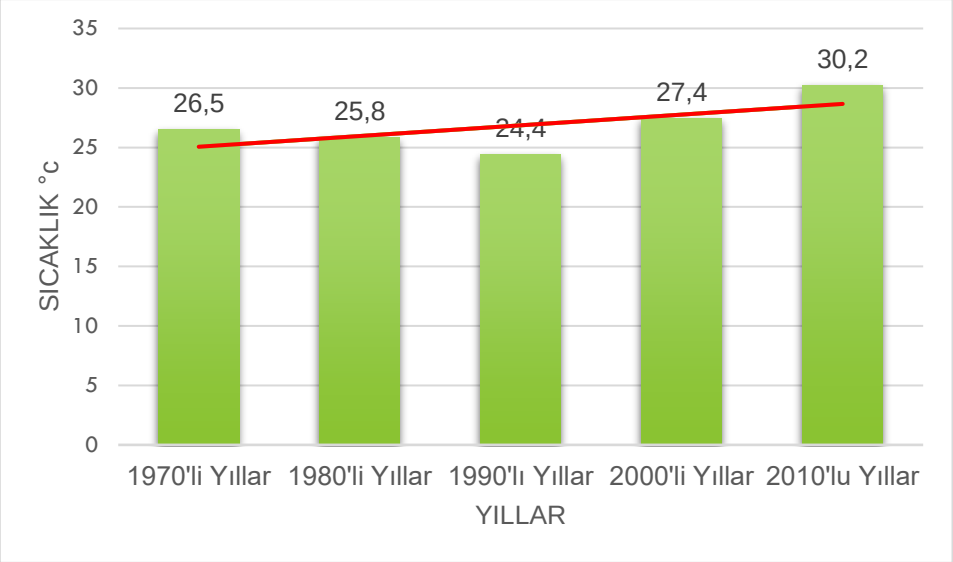

Şekil 4.1. Adana ili 1970-2017 yılları arası maksimum sıcaklık trendi (http-1, 2018)

Şekil 4.1'de görüldüğü üzere Adana ilinde son 47 yılda maksimum sıcaklık trendi artmaktadır. 80'li ve 2000'li yıllarda bir azalma görülürken 2010'lu yıllarda maksimum sıcaklıklarda yükselme göze çarpmaktadır.




Şekil 4.2. Adana ili yaz mevsimi 1970-2017 yılları arası maksimum sıcaklık trendi (http-1, 2018)

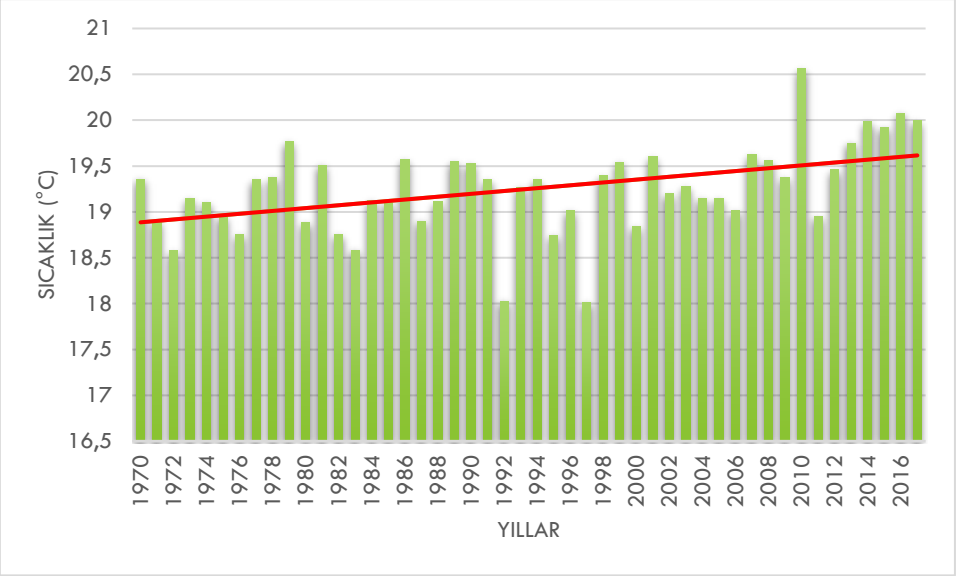
Adana ili ülkemizde yazın yaşadığı sıcak ve nemli havası ile bilinen yapmış bir ilimizdir. Tüm Türkiye'de genelinde iklim değişikliği ile artan yaz sıcaklıkları Adana bölgesinde de kendini göstermiştir. Şekil 4.2.'de de verildiği gibi son 47 yıldaki verilere bakıldığında 2010'lu yıllarda maksimum yaz sıcaklıklarında bir yükselme göze çarpmaktadır. Yaz mevsimindeki maksimum sıcaklıklar tüm mevsimlerdeki maksimum sıcaklık trendi ve değerleri ile paralellik göstermesi maksimum sıcaklıkların yaz mevsiminde yaşandığının göstergesidir. Özellikle 2010'lu yıllarda maksimum sıcaklığın ortalama 45°C'lere kadar yükseldiği görülmektedir.



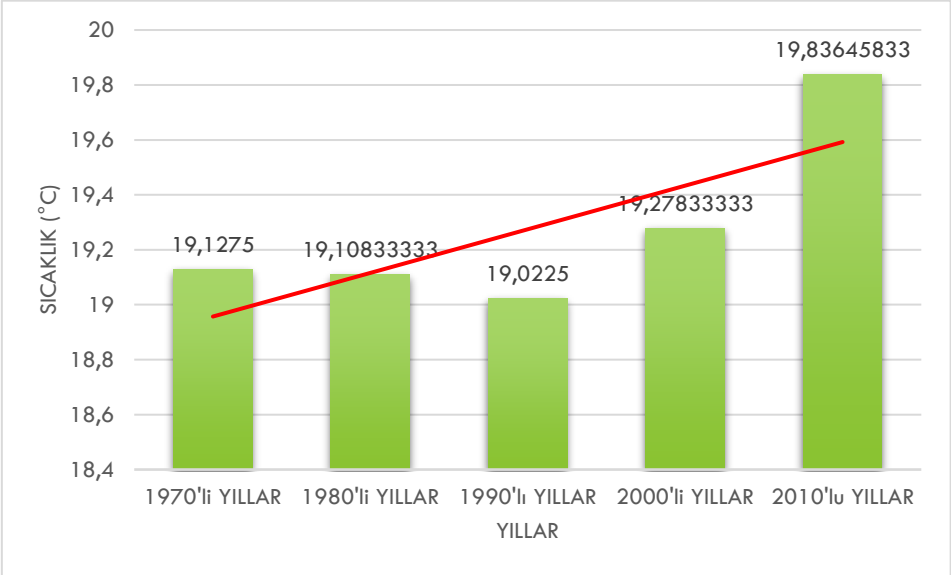

Şekil 4.3. Adana ili kış mevsimi yıllara göre maksimum sıcaklık trendi (http-1, 2018)

Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi son yıllardaki maksimum sıcaklık artışı sadece yaz mevsimi ile sınırlı kalmamıştır. Mevsimler içinde birbirine zıt olan iki mevsim yaz ve kış mevsimlerinin ikisinde de maksimum sıcaklık trendlerinde artışlar meydana gelmiştir. Özellikle 2010'lu yıllarda maksimum sıcaklıkların 30°C ve biraz üzeri değerlere çıktığını görmekteyiz. Bu durum Adana bölgesinde anormal sıcaklıkların meydana geldiğinin göstergesidir.

IPCC değerlendirme raporlarına göre dünya üzerinde ortalama sıcaklık derecelerinin artacağına dair son derece yüksek bir güven söz konusudur.



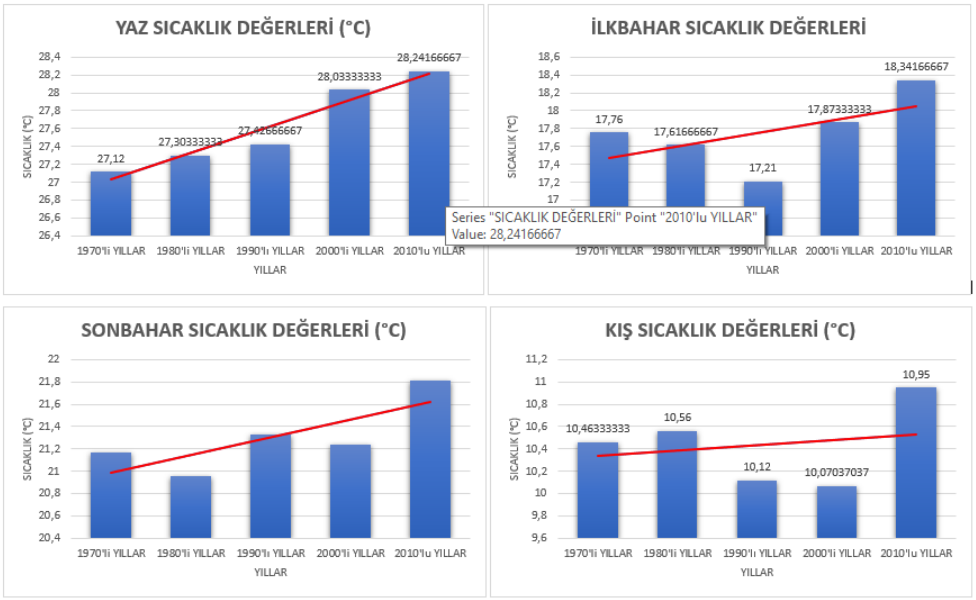

Şekil 4.4. Adana ili 1970-2017 yılları arası ortalama sıcaklık değerleri (http-1, 2018)




Şekil 4.5. Adana ili 1970'li 1980'li 1990'lı ve 2010'lu yıllar ortalama sıcaklık değerlerinin trendi (http-1, 2018)

Şekil 4.4'de görüldüğü üzere Adana ili için son 47 yılda en sıcak geçen yılın ortalama 20,5 °C sıcaklık 2010 yılı olduğunu söylenebilir. 2016 yılında ise 20°C ile 2. en sıcak yıl olmuştur.

Şekil 4.5'e bakıldığın sonra Adana ili için 2010'lu yılların ortalama sıcaklığının 1970'li yıllara bakıldığında 0,71°C arttığını görmekteyiz. Dünya genelinde ortalama (1906-2005) yılları arasındaki 100 yılda meydana gelen sıcaklık artışının Adana ilinde son 47 yılda meydana gelmesi durumun ciddiyetini Adana ili için ortaya koymaktadır. Buradan Adana ilinin dünya ortalamasından daha hızlı ve daha çok ısındığı sonucu çıkartabiliriz.



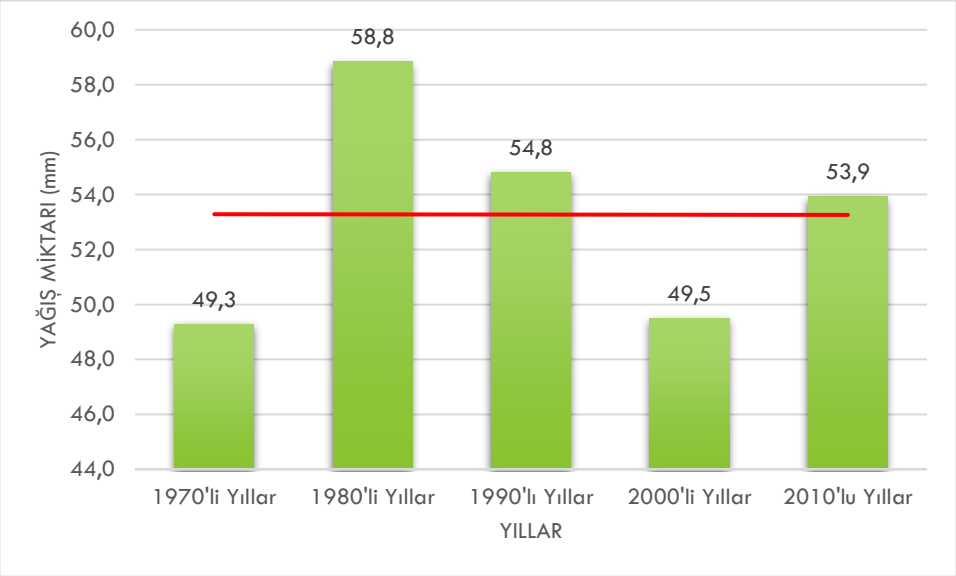

Şekil 4.6. Adana ili mevsimlere göre 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki sıcaklık trendleri (http-1, 2018)

Şekil 4.6.'ya bakıldığı zaman ortalama sıcaklık artışlarının en çok yaz mevsiminde artış gösterdiği görülmektedir. Mevsim genelinde ise ortalama sıcaklıklarda artışın olduğu görülmektedir.

### 4.1.1.2. Ortalama ve Maksimum Yağış Miktarı ile Yağışlı Gün Sayısı

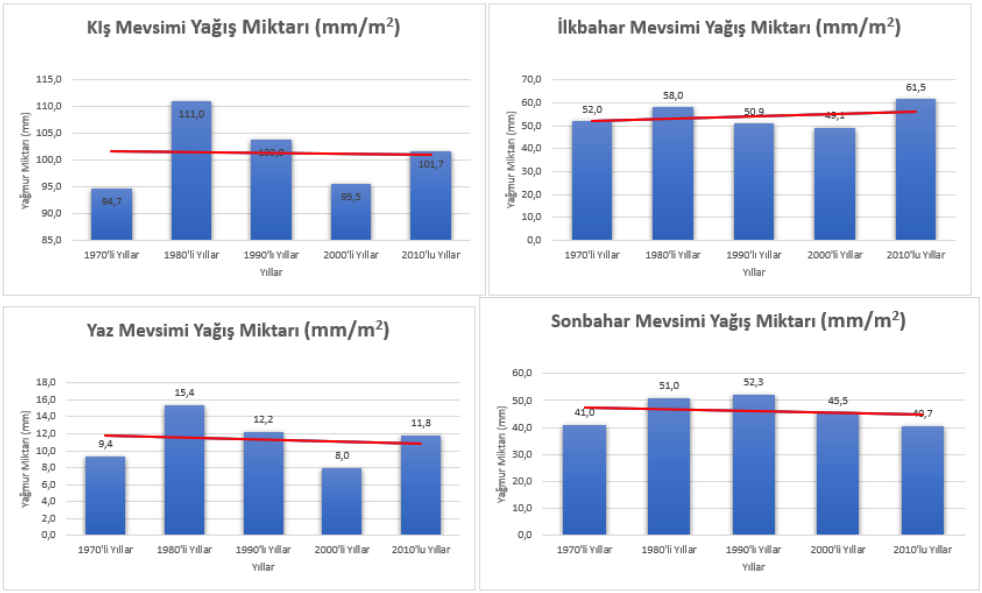
İklim değişikliğinde sıcaklığın artmasına paralel olarak yağışlarda da küresel anlamda azalmalar meydana gelecektir. Sıcaklıklarda ekstrem veya aşırı durumların yaşandığı gibi yağışlarda da aşırılıklar söz konusudur. Öyle ki maksimum yağış miktarları artarken toplam yağış miktarında azalmalar meydana gelmesi ekstrem bir durum olarak kabul edilebilir.

IPCC değerlendirme raporlarında ve bir çok bilimsel çalışmada yağış azalmalarının veya aşırılıkların Adana ilinin de bulunduğu Akdeniz Bölgesi'nde de meydana geldiği ve geleceğinin altı çizilmiştir.




Şekil 4.7. Adana ili 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki aylık yağış miktarı (mm) miktarları (http-1, 2018)

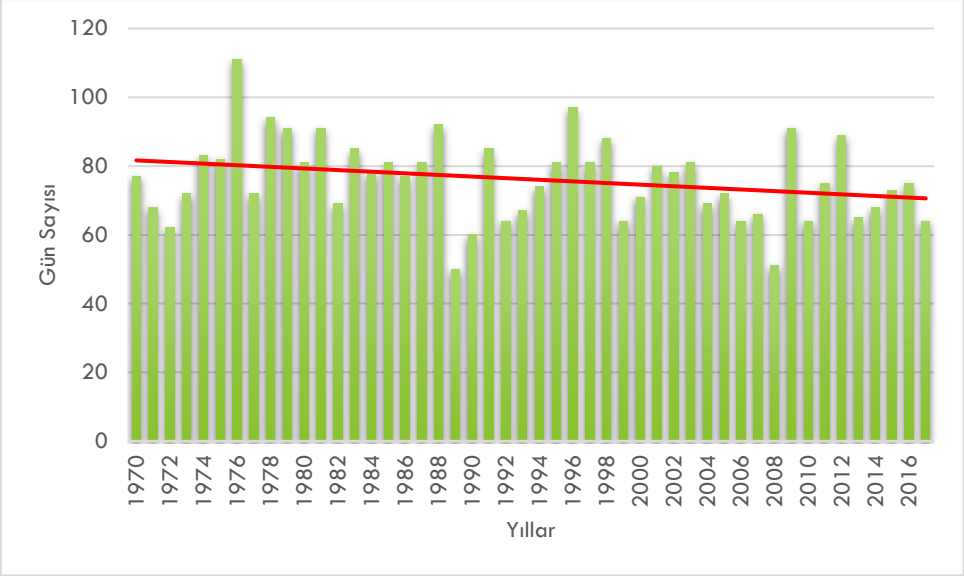
Şekil 4.7.'de Adana ilinin 1970-2017 yılları belirli zaman aralıklarındaki yağış miktarlarının karşılaştırılması verilmiştir. 1970'li yıllara göre kıyaslandığında 2010'lu yıllarda yağış miktarının arttığı görülmektedir. Fakat son 47 yıl içerisinde yağışlarda azalan bir trend söz konusudur. Şekil 4.7.'de de bu durum görülmektedir.




Şekil 4.8. Adana ili mevsimlere göre 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki aylık yağmur miktarları ve trendi (http-1, 2018)

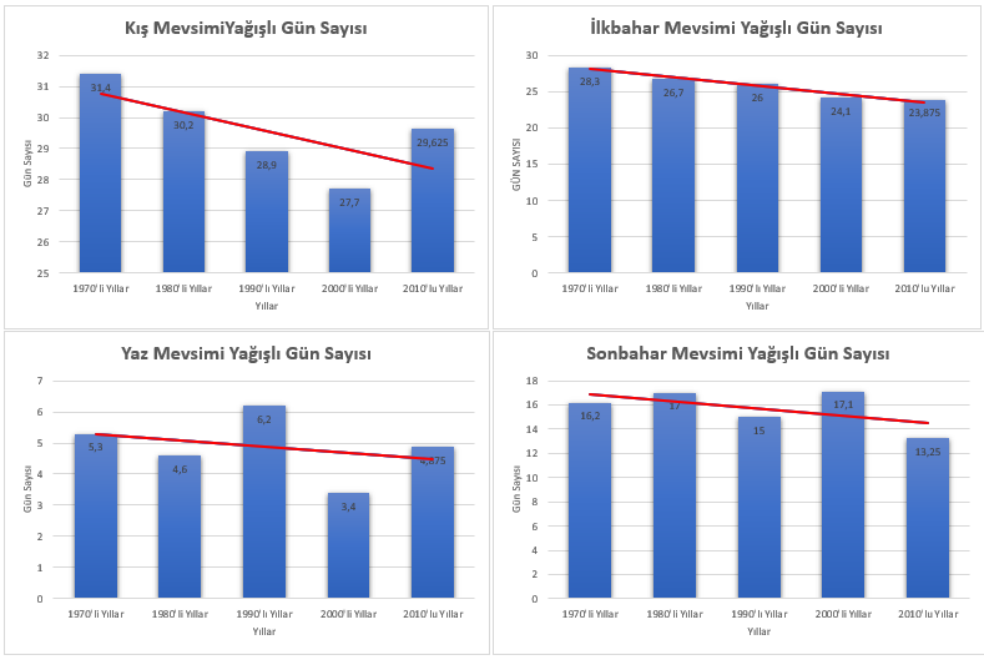
Şekil 4.8.'de görüldüğü üzere 1970-2017 yılları arasında İlkbahar mevsimi yağım miktarı trendinde bir artış söz konusuyken Yaz, Kış ve Sonbahar mevsimlerinde ise yağış miktarlarında bir azalma görülmektedir. Yaz mevsiminde yağışların gittikçe azalıyor olması kuraklığa işaret etmektedir. Özellikle 2010'lu yıllarda yağış ortalamasının 8 mm civarlarında olması bu periyodun kurak geçtiğine dair bir işaret olarak yorumlanabilir.

Yağış miktarının önemli olduğu kadar düşen yağış sayısı da önemlidir. Bazı durumlarda 1 aylık yağış miktarının bir kaç saatte düştüğü görülen iklimlerde bu durum tarımsal verimlilik açısından sorun yaratmaktadır.




Şekil 4.9. Adana ili 1970-2017 yılları arasındaki yıllık yağışlı gün sayıları (http-1, 2018)

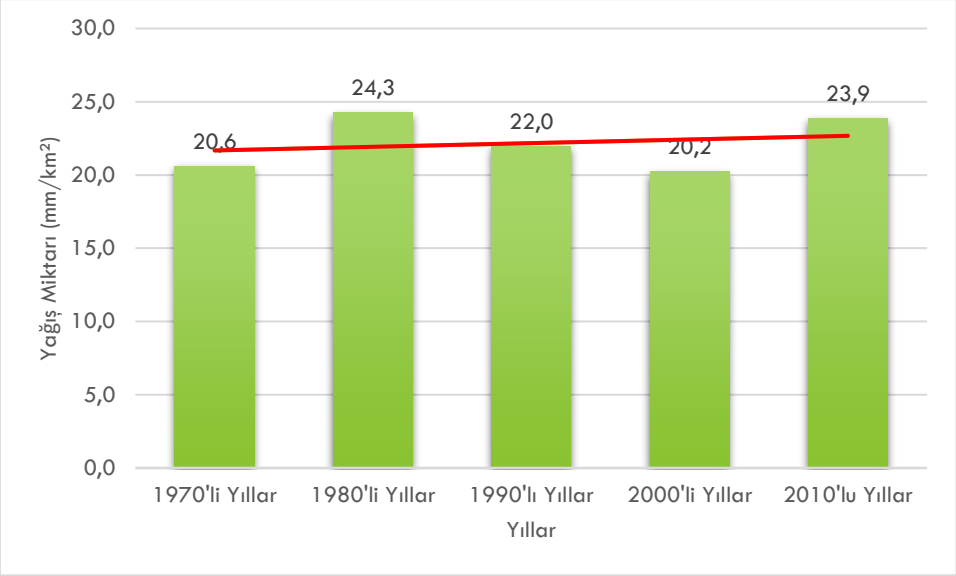
Şekil 4.9.'da Yağışlı gün sayılarına bakıldığında 1970 yıllardan günümüze kadar devam eden sürekli yağışlar görülmektedir. Hem yağışlı gün sayısındaki azalmalar hem yağış miktarındaki azalmalar Adana ilindeki kuraklık riskini gözler önüne sermektedir.




Şekil 4.10. Adana ili mevsimlere göre 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki aylık yağışlı gün sayısı (http-1,2018)

Şekil 4.10.'da Adana ilindeki yağışlı gün sayıları mevsimler baz alındığında; bütün mevsimlerde düşüşler söz konusudur. Yağış miktarları ve yağışlı gün sayıları karşılaştırıldığında; ilkbahar mevsimi için yağış miktarı artarken yağışlı gün sayısında azalmalar meydana gelmiştir. Bu durum Adana ilinde ilkbahar mevsiminde aşırı yağış ve sel riski ortaya çıkarmaktadır.

Az yağış veya kurak dönemler tarım sektörü için olumsuz bir durumken aynı zamanda aşırı yağışlarda istenmeyen bir durumdur. Birkaç saatte meydana gelen aşırı yağışlar tarım sektöründe uzun dönemli zararlara ve verimsizliğe yol açabilmektedir.




Şekil 4.11. Adana ili 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki aylık maksimum yağış miktarları (http-1, 2018)

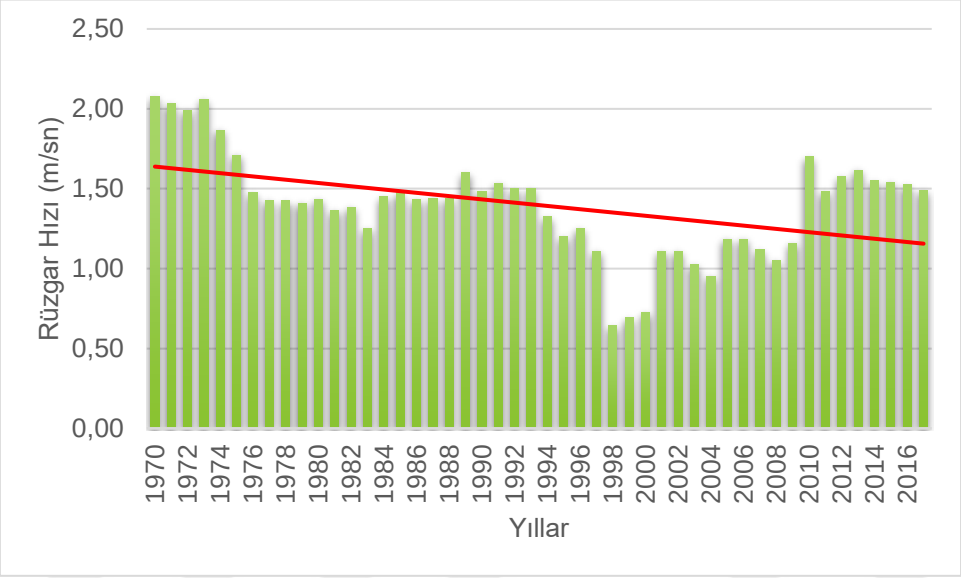
Şekil 4.11.'de Adana ili için yağış ile ilgili alınan verilerde, 1970-2017 yılları arasında yağış miktarında azalma trendi görülürken; aşırı yağış miktarında ve yağışlı gün sayısında artışı görülmektedir. Buradaki durum yağışlarda zaman zaman ekstrem durumların yaşandığını göstermektedir. Bu verilerden yola çıkarak sel riskinin artış içerisinde olduğunu rahatlıkla söylenebilmektedir.

#### 4.1.1.3. Rüzgar

İklim değişikliğinin önemli parametrelerinden biride rüzgardır. Değişen iklim koşulları (artan sıcaklık, azalan yağışlar vs.) rüzgar hızında ve yönünde de değişiklikleri meydana getireceğine dair çalışmalar ortaya konmuştur.

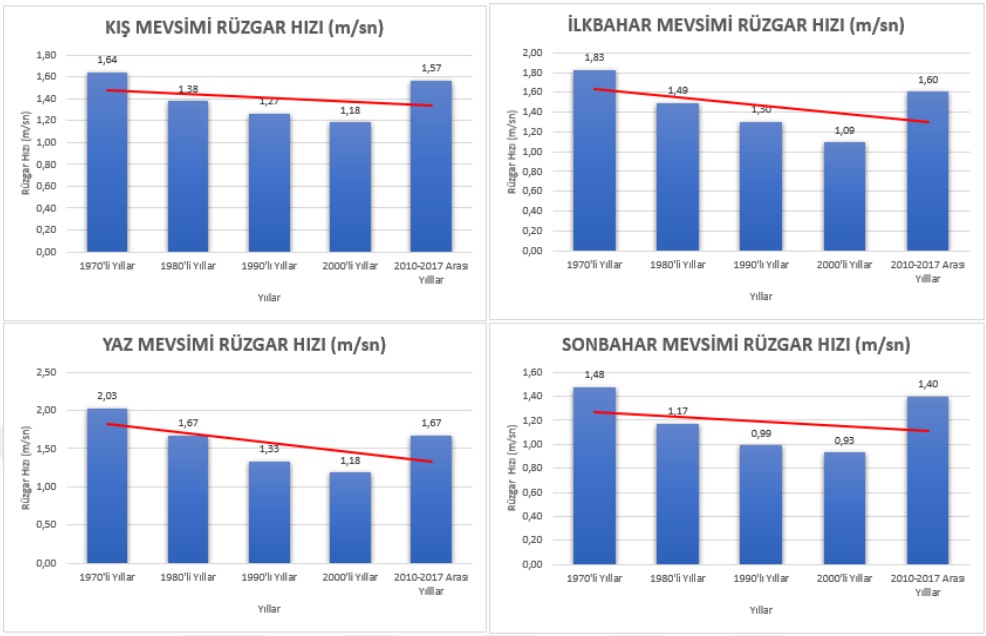
Küresel iklim değişikliği küresel boyutta rüzgar hızı değişikliklerine neden olmaktadır. Bu değişiklikle beraber bazı bölgelerde rüzgar hızları artarken genel anlamda rüzgar hızların düşüş olacaktır. Akdeniz bölgesinde yer alan Adana ilin de de rüzgar hızları 1970-2017 yılları arasındaki veriler temel alındığında negatif bir trend göze çarpmaktadır.

Ortalama rüzgar hızındaki değişimler potansiyel buharlaşmayı ve buna bağlı olarak su mevcudiyetini ve kuraklıkları etkileyebilir. Bu durum tarım verimliliğinde değişikliklere neden olacağı aşikardır.




Şekil 4.12. Adana İli 1970-2017 yılları arası rüzgar hızları (http-1,2018)

Şekil 4.12.'ye bakıldığında Adana ili için aylık ortalama rüzgar hızlarında düşüşlerin meydana geleceği görülmektedir. Özellikle 1998-2008 yılları arası ortalaması son 47 yılın en düşük rüzgar hızlarının meydana geldiği yıl aralığı olarak kayıtlara geçmiştir.




Şekil 4.13. Adana ili mevsimlere göre 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki rüzgar hızları (http-1, 2018)

Şekil 4.13'te Adana ili mevsimlere göre 1970'li, 1980'li, 1990'lı, 2000'li ve 2010'lu yıllardaki rüzgar hızları görülmektedir (http-1, 2018).

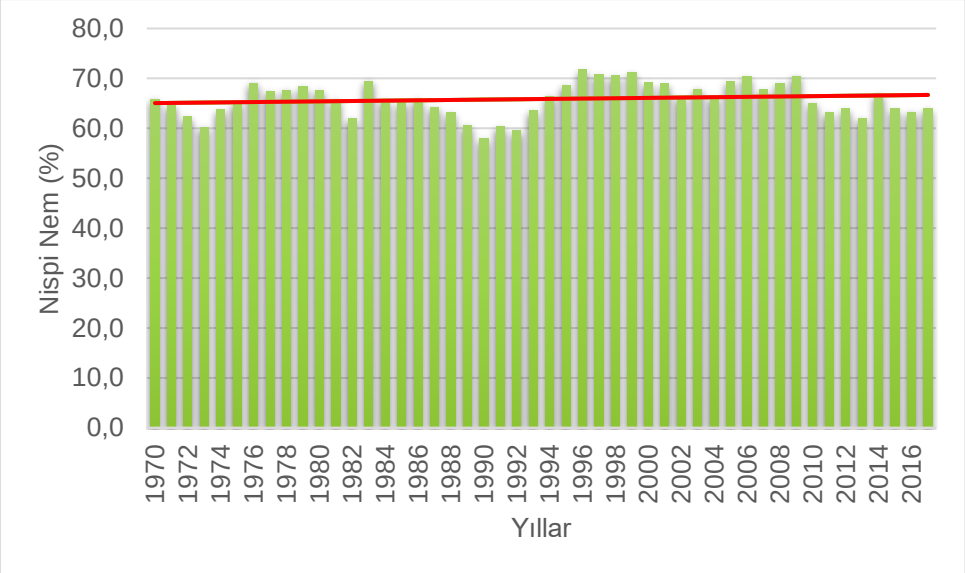
Şekil 4.13'te görüldüğü üzere rüzgar hızındaki azalmalar 4 mevsimde de meydana gelmiştir. Özellikle Adana ilinde sıcaklıkların en çok arttığı zaman dilimleri olan ilkbahar ve yaz mevsimlerindeki rüzgar hızındaki azalmalar sıcaklıkların artması ve rüzgar hızının da azalması kuraklığın oluşmasına uygun iklim koşullarına zemin hazırlamaktadır.

Şekil 4.13'te tüm mevsimlerde rüzgar hızlarında azalmalar meydana geldiği görülmektedir. Özellikle yaz ve ilkbahar mevsimlerinde ortalama rüzgar hızı değerleri 1,4 m/sn ile 1,1 m/sn civarlarındadır.

#### 4.1.1.4. Nem

İklimin önemli elemanlarından biri de nemdir. Nem; havadaki, su buharı oranını ifade eder. Bağıl nem mevcut sıcaklıkta ve basınçtaki havada bulunan su İklimin önemli elemanlarından biri de nemdir. Nem; havadaki, su buharı oranını ifade eder.

Bağıl nem mevcut sıcaklıkta ve basınçtaki havada bulunan su miktarının, aynı sıcaklık ve basınçtaki havanın alabileceği maksimum su buharı miktarına oranı olarak tanımlanmaktadır (Eken vd., 2008). Yüzde olarak gösterilen nispi nem havanın doygunluğa olan miktarını göstermektedir. Denizler, göller ve okyanuslarda oluşan buharlaşma atmosferin ana nem kaynaklarıdır. Göller, göletler, su kanalları, sulak alanlar ve barajlar ise ikincil nem kaynağı olarak değerlendirilirler.




Şekil 4.14. Adana ili 1970-2017 yılları arası aylık ortalama nispi nem (http-1, 2018)

Şekil 4.14'te görüldüğü üzere Adana ilindeki 1970-201 yılları arasın aylık ortalama nispi nem değerlerine bakıldığı zaman özellikle 1992'den itibaren 1970-

1992 yılları arasındaki ortalamanın üstünde değerlerde bir trend gösterdiği görülmektedir. Fakat bu artışın yüksek olmadığı da açıktır.

Soğuk havanın nem taşıma oranı sıcak havanın nem taşıma oranından düşüktür. Bu nedenle, Adana ili iklim özellikleri düşünüldüğünde yüksek nem oranlarının meydana geldiği söylenebilir. Bu nemin artması aynı zamanda sıcaklığı daha fazla hissettirerek insanların günlük yaşam konforunu etkilemektedir.

Adana ili gerek coğrafi konumu gerek denize olan yakınlığı, barajları ve nehirleri aynı zamanda Çukurova'daki sulama sistemleri nem miktarının artmasına ve havanın ağırlaşmasına neden olmaktadır (Aksu, 2016).

Her bir 1°C ısınmada hava %7 oranında daha fazla nem tutmaktadır. Bilim insanları, havanın sıcak olarak daha fazla nem tutma kabiliyeti nedeni ile atmosferik nemde bir artış gözlemlemişlerdir. Adana ili için Meteoroloji 6.Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen 1970-2017 yılları arası nem verilerine bakıldığında çok az bir artıştan söz edebiliriz.

Artan nem ile birlikte iklim değişikliğinin sağladığı fırtınaların daha şiddetli yağmur ve kar sağlama ihtimali bulunmaktadır. Atmosferik nem içeriğindeki artış, aşırı yağış olaylarının riskini arttıracaktır (http-2). Tıpkı daha büyük bir kova daha fazla su tutabildiğinden ve daha fazla su dökebildiğinden, daha sıcak bir atmosfer daha fazla su buharı tutabilir ve bu nedenle yağmur yağdığında daha fazla su alabilir. Bu durum Adana ilinde, ortalama yağış trendi azalan bir eğilim gösterse bile ani şiddetli yağışların miktarı ve sayısında artış meydana getirebilir.

### 4.1.2. İklim Modeli ve Projeksiyonlar

Gelecekte görülmesi muhtemel iklim olaylarının tahmin edilmesinde en önemli analiz ve sonuçlar iklimin modellenmesi ile elde edilmektedir. Bu yolla mevcut koşullar dikkate alınarak, belirli fiziksel denklemler ve bu koşulların değişimi hesaplanmaya ve belli bir zaman sonraki ikim şartlarının çerçeve ortaya konulmaya çalışılır.

Küresel iklim modelleri, ortalama yüzey sıcaklıkları, ortalama yağış miktarları gibi önemli istatistiklerin belirlenmesinde çok önemli bir rol üstlenmektedir. Bu modelleri arazi yüzeylerindeki, kriyosferdeki, atmosferdeki ve Küresel iklim modelleri, ortalama yüzey sıcaklıkları, ortalama yağış miktarları gibi önemli istatistiklerin belirlenmesinde çok önemli bir rol üstlenmektedir. Bu modelleri arazi yüzeylerindeki, kriyosferdeki, atmosferdeki ve okyanuslardaki fiziksel süreçleri temsil ederler. Bu modeller ayrıca, artan sera gazı emisyonlarına ilişkin iklim sistemini göstermede en gelişmiş araçlardır.

#### 4.1.2.1. İklim Senaryoları

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin yayınlamış olduğu 5. Değerlendirme Raporu'nda yer alan senaryolarla ilgili bir dizi değişiklikler yapılmış ve senaryo hatları yeniden belirlenmiştir. Yeni iklim değişikliği senaryoları, SRES (Emisyon Senaryoları Özel Raporu) senaryolarındaki sıralı değerlendirme metodu yerine paralel değerlendirme metodunu kullanılmasını benimsemiştir. Bunun nedeni ise geçmişte SRES (Emisyon Senaryoları Özel Raporu) senaryoları baz alınarak yapılan projeksiyonların uzun sürmesidir (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

Bu yeni yaklaşım sonucu ortaya çıkan konsantrasyon senaryoları Temsili Konsantrasyon Rotaları ( RCP) olarak isimlendirilmiştir. Çizelge 3.1'de gösterilen bu senaryolar ışınımsal zorlama seviyeleri ve rotaları bakımından 4 sınıfa ayrılmıştır. Bunlar ışınımsal değerleri en büyükten en küçüğe olmak üzere RCP8.5, RCP6.0, RCP4.5, RCP2.6'dır (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

RCP (Temsili Konsantrasyon Rotaları) senaryoları ile SRES (Emisyon Senaryoları Özel Raporu) senaryoları konsantrasyon açısından karşılaştırıldığı Çizelge 4.1'de RCP8.5 senaryosunun A1F1 ve A2 ile RCP6.0 senaryosunun ise A1B ile yakın değerlere sahiptir. B2 ve A1T senaryoları ise RCP4.5 ve RCP6.0 arasında yer almaktadır. RCP4.5. ise B1 senaryosu ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.1. SRES ve RCP senaryoları için 2100 yılında eşdeğer $CO_2$ konsantrayonları (ppm) (IPCC, 2007).

| SRES | RCP | 2100 Yılında Yaklaşık $CO_2$ konsantrasyonları (ppm) |
|---|---|---|
| **A1FI** | | 1550 |
| | 8.5 | >1370 |
| **A1B** | | 850 |
| | 6 | 859 |
| **B2** | | 800 |
| | 4.5 | 650 |
| **B1** | | 600 |
| | 2.6 | 490 |

RCP2.6 ve RCP 8.5 senaryoları için 2100 sonrasında sabit bir $CO_2$ emisyon ve konsantrasyon seviyesi tahmin edilirken, RCP4.5 ve RCP6.0 senaryoları için 2150'ye kadar kademeli bir şekilde $CO_2$ emisyon ve konsantrasyonların sabitleneceği görülmektedir. RCP8.5. $CO_2$ konsantrasyonu 2000 ppm civarında ancak 2250 yılında sabitleneceği öngörülmektedir. Bu sanayi devrimi öncesi seviyenin neredeyse 7 katı bir değerdir. RCP2.6 senaryosuna göre ise $CO_2$ konsantrasyon seviyesinin 2300'e kadar zaman içerisinde azalarak 360

ppm seviyesini yakalayacağını öngörmektedir (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

RCP8.5. yüksek şiddette bir ışınımsal zorlama ve konsantrasyon senaryosu üzerinde dururken RCP2.6 ise düşük şiddetli bir ışınımsal zorlama ve konsantrasyon senaryosu üzerinde durmaktadır (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

RCP4.5 ise orta dengede bir ışınımsal zorlama ve konsantrasyon seviyesini baz alır. 2100-2150 yılları arasında ışınımsal zorlamanın 4.5W/$m^2$'de sabitleneceğini varsaymaktadır. RCP6.0 ikinci orda rotadır ve 2100'den sonra ışınımsal zorlamanın 6 W/$m^2$'de sabitleneceğini varsaymaktadır (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

#### 4.1.2.2. Adana İli İklim Projeksiyonları

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) başlattığı Türkiye için ölçek küçültme yöntemi ile üretilen bölgesel iklim projeksiyonları, CMIP5 projesi kapsamındaki küresel modellere ve IPCC tarafından oluşturulan RCP senaryolarına dayanmaktadır. Senaryolardan mutedil olarak nitelendirebileceğimiz RCP4.5 ve kötümser olarak nitelendirebileceğimiz RCP8.5 seçilmiştir (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015).

Bu kısımda MGM'nin Türkiye ve bölgesi için ürettiği iklim projeksiyonları Adana ili kapsamında değerlendirilecektir. Projeksiyonlar RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre üretilmiştir. Senaryo, gelecekteki bazı olayları tahmin etmede kullanılmaktadır . Kullanılan küresel iklim modelleri ise HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR, GFDL-ESM2M modelleri olup bölgesel iklim modeli olarak ise RegCM4.3.4. kullanılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün yapmış olduğu projeksiyon çalışmalarında Doğu Akdeniz Bölgesi'ni kapsayan veriler Adana ilinin gelecekteki iklim özellikleri ve iklim değişikliğinden ne denli etkileneceğini rakamsal olarak göstermesi açısından önemlidir. Aşağıdaki tabloda 2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 yıllarını kapsayacak şekilde 3 farklı küresel iklim modeli

kullanılarak RCP4.5. ve RCP8.5 senaryolarındaki yağış ve sıcaklık değişimleri verilmiştir.

Çizelge 4.2. İklim projeksiyon modellemelerinin 21.yy içerisindeki sıcaklık ve yağış değişimlerinin karşılaştırılması (Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015)

| | ZAMAN ARALIĞI | HADGEM2-ES | | MPI-ESM-MR | | GFDL-ESM2M | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RCP4.5 | RCP8.5 | RCP4.5 | RCP8.5 | RCP4.5 | RECP8.5 |
| SICAKLIK | 2016-2040 | +1,5°C İle +2°C | +1,5°C ile +2°C | +1°C ile +1,5°C | +1,5°C ile +2°C | +1,5°C ile +2°C | +1,5°C ile +2°C |
| | 2041-2070 | +2°C İle +2,5°C | +3°C ile +3,5°C | +1°C ile +1,5°C | +2°C ile +2,5°C | +1,5°C ile +2°C | +3°C ile +3,5°C |
| | 2071-2099 | +3°C İle +3,5°C | +5°C ile +5,5°C | +1°C ile +1,5°C | +3,5°C ile +4°C | +1,5°C ile +2°C | +3,5°C ile +4°C |
| YAĞIŞ | 2016-2040 | %5 - %10 düşüş | %5 - %10 artış | %25 - %30 düşüş | %15 - %20 düşüş | %10 - %15 düşüş | %10 - %15 düşüş |
| | 2041-2070 | %10 - %15 düşüş | %15 - %20 düşüş | %25 - %30 düşüş | %20 - %25 düşüş | %20 - %25 düşüş | %20 - %25 düşüş |
| | 2071-2099 | %10 - %15 düşüş | %15 - %20 düşüş | >%30 düşüş | >%30 düşüş | %15 - %20 düşüş | %25 - %30 düşüş |

Çizelge 4.2.'de gösterilen; MGM tarafından HadGEM2-ES, MPI-ESM-MR ve GFDL-ESM2M küresel iklim modeli kullanılarak Doğu Akdeniz Bölgesi'nde beklenen sıcaklık ve yağış değişimleri ile ilgili veriler paylaşılmıştır.

HadGEM2-ES, İngiltere Meteoroloji Servisi'ne bağlı Hadley Merkezi tarafından geliştirilen 2.nesil bir küresel modeldir.

MPI-ESM-MR, modeli Hamburg'daki Enstitü tarafından sürdürülen beş yıl boyunca süren çalışmaların sonucunda, Avrupa Merkezi Hamburg okyanus döngüsü modelleri kullanılarak geliştirilen yeni nesil bir yer sistemi modelidir. HadGEM2 serisi IPPC 5. Raporunda kullanılan modellerden biri olması açısından önemlidir.

GFDL,ESM2M modeli, Amerika Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi'ne bağlı Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuarı tarafından geliştirilen küresel bir yeryüzü sistem modelidir. Model atmosfer ve okyanus döngüsünün yanı sıra atmosfer kimyasını da içermektedir.

Doğu Akdeniz Bölgesi içerisinde bulunan Adana ili için hemen hemen bütün modellemelerde yağışların azaldığı ve sıcaklıkların arttığı göze çarpmaktadır.

### 4.2. Etki Riski Değerlendirmesi

Çizelge 4.4.'deki etki matrisindeki yazılar, iklim değişikliği ve iklim değişikliği sonucu meydana gelecek olan çevresel değişkenlerin çalışma alanındaki yani Adana ilindeki tarım sektörü öğeleri üzerindeki yönünü ve etkisini göstermektedir.

Çizelge 4.3. Şiddet aralıkları ve anlamları

| Şiddet Aralığı | Açıklama |
|---|---|
| 20-25 | Potansiyel Çok Yüksek Seviye Etki |
| 16-10 | Potansiyel Yüksek Seciye Etki |
| 9-6 | Potansiyel Orta Seviye Etki |
| 1-5 | Potansiyel Düşük Etki |

İklim değişikliği değişkenlerinin tarım sektörü unsurları üzerindeki etkisi; kahverengi renk ne kadar koyu olursa, iklim değişikliğinin etki riski matrisinin her hücresindeki tarım sektör öğeleri üzerindeki etkisi de o kadar büyüktür.

Çizelge 4.4.'deki etki matrisinde bulunan tüm hücreler Adana ili bölgesinin tarım bağlamında kilit faktörler üzerindeki etkiyi belirtmiştir. Belirtilen iklim değişikliği değişkenlerinin etkisi "aşırı" bir hücre bulunmamakla birlikte "yüksek" ile "düşük" arasında değişmektedir. Matristeki 21 (%56) hücre "yüksek" etki, 16 (%42) hücre "orta" etki olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 4.4. İklim değişikliği ile ilişkili etkiler ve etki riski düzeyinin risk matrisi

| İKLİM DEĞİŞKENLERİNİN TARIM FAALİYETLER ÜZERİNDEKİ RİSK DEĞERLENDİRME TABLOSU | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No** | **Sektör** | **İklim Değişkeni** | **Etki** | **Olasılık** | **Risk** | **Şiddet** |
| 1 | **Tarım Faaliyetleri** | Kuraklık | Su Kaynaklarında Azalma | 4 | 4 | 16 |
| 2 | **Tarım Faaliyetleri** | CO2 Artışı | Su İhtiyacının Artması | 5 | 3 | 15 |
| 3 | **Tarım Faaliyetleri** | CO2 Artışı | Sıcaklık Artışı | 5 | 3 | 15 |
| 4 | **Tarım Faaliyetleri** | CO2 Artışı | Su Kaynaklarında Azalma | 5 | 3 | 15 |
| 5 | **Tarım Faaliyetleri** | Buharlaşma Artışı | Su Kaynaklarında Azalma | 5 | 3 | 15 |
| 6 | **Tarım Faaliyetleri** | Buharlaşma Artışı | Su İhtiyacının Artması | 5 | 3 | 15 |
| 7 | **Tarım Faaliyetleri** | Maksimum Sıcaklık Artışı | Su Kaynaklarında Azalma | 5 | 3 | 15 |
| 8 | **Tarım Faaliyetleri** | Maksimum Sıcaklık Artışı | Su İhtiyacının Artması | 5 | 3 | 15 |
| 9 | **Tarım Faaliyetleri** | Minimum Sıcaklık Artışı | Tarımsal Arazilerin Kullanımında Azalma | 5 | 3 | 12 |
| 10 | **Tarım Faaliyetleri** | Minimum Sıcaklık Artışı | Su Kaynaklarında Azalma | 5 | 3 | 12 |
| 11 | **Tarım Faaliyetleri** | Minimum Sıcaklık Artışı | Su İhtiyacının Artması | 5 | 1 | 12 |
| 12 | **Tarım Faaliyetleri** | Minimum Sıcaklık Artışı | Orman Yangınlarının Tetiklenmesi | 4 | 3 | 12 |
| 13 | **Tarım Faaliyetleri** | Maksimum Sıcaklık Artışı | Haşere Popülasyonu Üzerinde Arttıcı Etki | 4 | 3 | 12 |
| 14 | **Tarım Faaliyetleri** | Maksimum Sıcaklık Artışı | Orman Yangınlarının Tetiklenmesi | 4 | 3 | 12 |
| 15 | **Tarım Faaliyetleri** | Azalan Yağışlar | Su Açığının Karşılanamaması | 4 | 3 | 12 |
| 16 | **Tarım Faaliyetleri** | Azalan Yağışlar | Kuraklık | 4 | 3 | 12 |
| 17 | **Tarım Faaliyetleri** | Kuraklık | Tarımsal Bitkilerin Yabani Otlara Karşı Kırılganlığı | 4 | 3 | 12 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Faaliyetleri** | Yağışlar | Tetiklenmesi | | | |
| 19 | **Tarım Faaliyetleri** | Yabani Otların Artışı | Tarımsal Bitkilerin Rekabete Karşı Koyamaması | 4 | 3 | 12 |
| 20 | **Tarım Faaliyetleri** | Haşere Artışı | Kullanılabilir Tarım Arazilerinde Azalma | 4 | 3 | 12 |
| 21 | **Tarım Faaliyetleri** | Haşere Artışı | Mahsül Verimliliğinde Düşüş | 4 | 3 | 12 |
| 22 | **Tarım Faaliyetleri** | Minimum Sıcaklık Artışı | Böceklerde Üreme Döngüsü Artışı | 3 | 3 | 9 |
| 23 | **Tarım Faaliyetleri** | CO2 Artışı | Yabani Otların Yaygınlaşması | 3 | 3 | 9 |
| 24 | **Tarım Faaliyetleri** | Minimum Sıcaklık Artışı | Yabani Otların Yaygınlaşması | 3 | 3 | 9 |
| 25 | **Tarım Faaliyetleri** | Rüzgar Hızında Azalma | Kuruluk Artışı İle Su İhtiyacnın Artması | 3 | 3 | 9 |
| 26 | **Tarım Faaliyetleri** | Maksimum Sıcaklık Artışı | Yabani Otların Yaygınlaşması | 3 | 3 | 9 |
| 27 | **Tarım Faaliyetleri** | Azalan Yağışlar | Tarımsal Bitkilerin Yabani Otlara Karşı Kırılganlığı | 4 | 2 | 8 |
| 28 | **Tarım Faaliyetleri** | Azalan Yağışlar | Kum ve Toz Fırtınası Üzerindeki Arttırıcı Etkisi | 4 | 2 | 8 |
| 29 | **Tarım Faaliyetleri** | Artan Ani Rüzgar Hızları | Su Kaybında Artış | 2 | 4 | 8 |
| 30 | **Tarım Faaliyetleri** | Artan Ani Rüzgar Hızları | Su İhtiyacının Artması | 2 | 4 | 8 |
| 31 | **Tarım Faaliyetleri** | Artan Ani Rüzgar Hızları | Kum ve Toz Fırtınası Üzerindeki Arttırıcı Etkisi | 2 | 3 | 6 |
| 32 | **Tarım Faaliyetleri** | Kum ve Toz Fırtınaları | Su Kaynaklarının Kirlenmesi | 3 | 2 | 6 |
| 33 | **Tarım Faaliyetleri** | Kum ve Toz Fırtınaları | Su Kaybı Artışı | 3 | 2 | 6 |
| 34 | **Tarım Faaliyetleri** | Kum ve Toz Fırtınaları | Su İhtiyacının Artması | 3 | 2 | 6 |
| 35 | **Tarım Faaliyetleri** | Minimum Sıcaklık Artışı | Kum ve Toz Fırtınası Üzerindeki Arttırıcı Etkisi | 3 | 2 | 6 |
| 36 | **Tarım Faaliyetleri** | Maksimum Sıcaklık Artışı | Kum ve Toz Fırtınası Üzerindeki Arttırıcı Etkisi | 3 | 2 | 6 |
| 37 | **Tarım Faaliyetleri** | Kum ve Toz Fırtınaları | Işıma Yolu İle Anlık Sıcaklık Artışları | 3 | 2 | 6 |

Materyal metot başlığında bahsedilen aşamalar sonucunda yukarıda Çizelge 4.5.'deki risk matrisi elde edilmiştir. Elde edilen risk matrisi değişen iklim değişkenlerinin tarım sektörü üzerindeki risk ve tehlikeler hakkında tahmini genel bir değerlendirme sunmaktadır. Risk matrisine bakıldığında iklim değişikliğinin tarımı etkileyen faktörler üzerinde önemli etkilere sahip olduğu görülmektedir. Bu direk olarak iklim parametrelerinin değişimi ile birlikte olmakla kalmayıp bu iklim parametrelerin çevrede yarattığı sorunlarda önemli derecede etkili olacaktır.

Ulusal ve Uluslararası birçok çalışma incelendiğinde iklim değişikliği ve küresel ısınmanın tarım verimliliği üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. İklim değişikliği soncunda meydana gelecek olan su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme, gibi çevresel sorunlarla birlikte atmosfer giderek ısınacak, aşırı hava olaylarının sayısı ve sıklığı artacaktır. Şüphesiz ki bu olaylar tarım üzerinde direk ve dolaylı yönden olumsuz etkiler yaratacaktır.

Atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun artması ile gelecek yıllarda artan sıcaklık ve azalan yağışlarında etkisiyle birlikte kuraklık şiddetini arttıracaktır. Azalan su kaynakları ve bitkilerin artacağı su talebi iklim değişikliği sonucu tarım sektöründe ortaya çıkacak en büyük sorunlarda biri olacaktır (Bayraç & Doğan, 2016).

İklim koşulları tarımsal üretimde büyüme ve verimlilik açısından bitki için temel faktörlerdir. Bitki büyümesinin bazı aşamaları diğerlerinden oldukça hassastır. Herhangi bir mahsulün verimi, bitki büyümesinin kritik aşamalarında çevre koşulları ile ilgilidir. Bu nedenle tarımsal üretim, yağış miktarı, yağışların ve sıcaklıkların mevsimlere göre dağılışı gibi faktörlerden etkilenmektedir.

İklim değişikliği ile birlikte ekstrem hava koşulları ve bunların yol açacağı çevresel ve fiziksel etkiler tarım sektörünü olumsuz yönde etkileyecektir.

Küresel iklim değişikliği sonucunda gelecekte Adana ilinde direk ve dolaylı etkilerin olması beklenmektedir. Bu iklim değişikliği neticesinde dolaylı olarak meydana gelen su kaynaklarındaki azalmalar yine tarım verimi üzerinde risk

teşkil etmektedir. Yarı kurak bir iklime sahip olan Adana ili şimdiki iklim koşullarında iklim değişikliği neticesinde öngörülen değişiklere göre nispeten yeterli su kaynağına sahiptir fakat iklim değişikliği sonucunda öngörülen değişiklikler ile beraber su talebindeki artış azalan yağışlarla beraber kendini iyiden iyiye hissettirecek ve tarımı olumsuz etkileyecektir.

Yağışın, yükselen sıcaklık nedeniyle artan buharlaşmayı karşılayamaması su sorunu olarak ortaya çıkacaktır. Bu sorun verimde bir azalmaya neden olabilir veya verimi sürdürmek için daha fala sulama gerekebilir. Artan $CO_2$'nin su ihtiyacına karşı bitkiyi tolere etmesinden dolayı artan sıcaklığın bitki üzerindeki etkisi giderilebilir. Aynı zamana artan atmosferik $CO_2$ seviyeleri bitkilerdeki fotosentez hızını arttırması gibi önemli pozitif fizyolojik etkileri vardır. Ancak Adana dahil Akdeniz bölgelerinde tahıl verimleri düşük su mevcudiyeti, yağış, yüksek evapotranspirasyon, sıcaklık sorunu, kısa periyotlu tane dolum süresi nedeniyle sınırlıdır. Bu durum sulamanın ne denli önemli olduğunu göstermektedir. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak Türkiye'nin en verimli bölgelerinden biri olan Çukurova, su ihtiyacının ve sulama ihtiyacının değişmesi durumunda büyük etkilere maruz kalabilir. Küresel ve bölgesel iklim değişikliğinin model projeksiyonları altında yapılan çalışmalarda iklim değişikliğinin ve adaptasyon stratejilerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

İklim değişikliği ile meydana gelen rüzgar hızlarındaki değişimler tarım sektöründe bir risk teşkil etmektedir. Bu riskler mekanik, fizyolojik ve morfolojik olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Rüzgarın en önemli negatif etkisinin bitkiyi kurutması olarak bilinmektedir. Rüzgar toprağın üst katmanında bulunan suyun buğulaşmasını ve bitkinin çevresinde meydana gelen yüksek nemli havayı ortadan kaldırarak bunun yerine nemi düşük havayı getirmesi bitkilerde su kaybına yol açmaktadır. Rüzgarın aşındırıcı ve taşıyıcı etkisiyle toprakları bir yerden başka bir yere götürerek bitki köklerini açıkta bırakabilir veya sökebilir (Örs, 2007).

İklim değişikliği artan sıcaklık, azalan yağışlar tarım sektörünü direk etkilerinin yanı sıra haşere-bitki, yabani ot – bitki ve hastalık-bitki ilişkileri

üzerinde de etkili olacaktır. Adana ilinde iklim değişikliği ile artan sıcaklıklar, istilacı bitkiler fizyolojik ve gelişme aktivitelerini zorlayarak kendine avantaj sağlamaları sureti ile tarım bitkilerine karşı rekabette üstün gelmeleri tarım verimliliğini düşürecektir.

Adana ilinde son 47 yılda meydana gelen sıcaklık ve nem artışları ile yapılan projeksiyonlar neticesinde artacağı öngörülen sıcaklık ve nem değerleri tarım alanlarındaki böcek veya haşere popülasyonunu arttıracak ve tarım verimliliğini düşürecektir. Sıcaklık artışlarıyla birlikte Adana tarım alanlarındaki böceklerin gelişim oranı hızlanacak ve zararlı böceklerin menzil genişlemesini kolaylaştıracaktır.

Üreme veya dağılma sıcaklıktan açıkça etkilenen patojenler üzerindeki etki nispeten tahmin edilebilir. Sıcak yazlar özellikle bazı termofilik pas mantarlarını destekleyebilir. Sıcak kışlar, bazı zayıf patojenlerin aktivitesini artırabilir. Yaz aylarında kuraklığın görülme sıklığının artması, muhtemelen etkinliği ana strese bağlı olan mantarların neden olduğu hastalıkları destekleyecektir (Ibrahim, 2014). Adana ilinin som 47 yıllık sıcaklık ve nem trendleri ile MGM tarafından yapılan projeksiyonlar düşünüldüğünde bu durum Adana ili tarım sektörü verimliliği için bir risk teşkil edebileceği düşünülebilir.

Ancak, Adana ilindeki 1970-2017 yılları arasındaki rüzgar trendi incelendiğinde rüzgar hızının son 47 yılda sürekli azaldığı görülmektedir. Adana ilindeki meydana gelecek olan iklim değişikliği tarım sektörü üzerinde bir çok değişken ile zarar verecek olsa da rüzgar hızı bunlardan biri değildir. Literatürde 20m/sn rüzgar hızlarında tarım verimliliğinin büyük ölçüde negatif etkilendiği görülmektedir.

İklim değişikliği sonucu Ortadoğu ve Güneydoğu Akdeniz bölgesinde Kum ve toz fırtınalarının artması Adana ilinde tarım verimliliği üzerinde risk teşkil eden unsurlardan biridir. Bu kum ve toz fırtınaları vasıtasıyla taşınan toz, kum, toprak bitkilerin üzerine yığılarak bitkinin su kaybına, solunum yapamamasına neden olur. Bu tarım verimliliğini ciddi anlamda etkileyecek bir unsur olup bitkinin canlılığını yitirmesine veya ölmesine bile neden olabilir.

# 5. SONUÇLAR

İklim değişikliği risk yönetimi matrisinin metodolojisinin ve içeriğinin belirlenmesi, tanımlanması, Adana ili için risk değerlendirmeleri üzerine temel oluşturmayı ve bunları tamamlamayı sağlamıştır. Sürecin basit olması ile birlikte büyük ve karmaşık bir sorunun analizi yapılmaya çalışılmıştır.

Risk matrisi metodu yoluyla yapılan çalışma neticesinde iklim değişikliğinin Adana ilini olumsuz bir şekilde etkilemesi muhtemeldir. Çalışmada en dikkat çekici husus iklim değişkenlerinin tarım üzerinde meydana getireceği risklerin birbirleri ile iç içe ve ilişkili olmasıdır. Bir iklim değişkeni sonucu meydana gelen risk başka bir risk için iklim değişkeni olarak değerlendirilebilmektedir. Bu konunun ne kadar dinamik bir yapıda olduğunun da işaretidir. Her iklim değişkeni ve bu değişken sonucu meydana gelecek riskler ve tehlikeler birbirlerinden bağımsız olması düşünülemez. Herhangi bir iklim değişkenindeki bir artış veya azalış başka bir iklim değişkeni sonucu meydana gelen riski de etkileyecektir. Buradan konunun ne kadar hassas olduğu ve detaylı titiz bir şekilde irdelenmesi gerektiği anlaşılabilir.

Risk matrisi bağlamında; çalışmanın bulguları en yüksek etkilerin sıcaklıkların artması, kullanılabilir tarımsal arazide azalma, su kaynaklarının azalması, su ihtiyacının artması ve bu ihtiyacın karşılanmaması, tarımsal bitkilerin yabani otlara karşı kırılganlığının artması olduğu sonucuna varılmıştır. Bunlar tarım verimini ve tarım yönetimini önemli derecede etkileyecek unsurlardır.

$CO_2$'nin artışı sıcaklık artışına ve su kaynaklarının azalmasına neden olacaktır. Zaten artan $CO_2$ ve sıcaklık ile birlikte artan su ihtiyacı da göz önünde bulundurulduğunda durumun ciddiyeti ve riskin şiddeti daha da iyi anlaşılmaktadır. Ayrıca bu durum 1. Paragrafta bahsedilen iklim değişkenleri ve risklerinin birbirleri ile ne kadar ilişkili olduğuna dair bir örnek olarak ta adlandırılabilir.

İkim değişikliği ekosistem üyelerinin birbirleri ile olan ilişkilerini ve rekabetlerini de etkilediği risk matrisinde görülmüştür. Tarım bağlamında önemli

olan ekosistem üyelerinden bazıları da yabani bitkiler, haşereler, tarım bitkileri ve arasındaki ilişkilerdir. Artan sıcaklık, azalan yağışlar, artan $CO_2$ yabani bitkiler ile tarım bitkileri arasındaki su rekabetini tarım bitkileri açısından olumsuz etkilemesi, artan minimum sıcaklıkların, uzun süren sıcaklarında haşerelerin döllenme sayılarının artmasına yani bitki hastalıklarının oluşmasına neden olabileceği risk matrisinde elde edilmiştir.

Çevresel etki bağlamında ise risk matrisinde kum ve toz fırtınaları, orman yangınları ele alındı. Önceki çalışmalar başlığı altında bahsedildiği üzere kum ve toz fırtınalarının en önemli sürücüleri rüzgar, sıcaklıktır. Risk matrisindeki rüzgar artışları ve sıcaklık artışlarının risk şiddeti kum ve toz fırtına oluşumu riski üzerinde direkt olarak etki yaptığı görülmüştür. Hem Adana ili bitki örtüsü göz önüne alındığında, hem iklim değişikliği sonucu artan sıcaklık orman yangınları üzerindeki etkisi önemlidir. İğne yapraklı ve kuru bir maki bitki örtüsüne sahip olması Adana ilindeki artan sıcaklıkların orman yangın riskini giderek arttıracağı risk matrisinde görülmektedir. Bunun tarım üzerine etkisi ise yangın sonucu oluşan küllerin tarım arazileri üzerine düşmesi ve verimli toprakların azalması olarak düşünülebilir.

İklim değişikliği neticesinde meydana gelebilecek risk ve tehlikelerin iyi anlaşılması ve bu kapsamda tarım yönetiminin, gözden geçirilmesi etkiyi azaltmak için önemlidir.

## KAYNAKLAR


Aksu, H. H. (2016). Adana'nın Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Nem Dağılışı. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, (s. 845-858). Ankara.

Amuzu, J., Jallow, B. P., Kabo-Bah, A. T., & Yaffa, S. (2018). The Climate Change Bulnerability and Risk Management Matrix for The Coastal Zone of The Gambia. *Hydrology, 5*(14).

Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü. (2015). *Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği.* Ankara: Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

Bayraç, H. N., & Doğan, E. (2016). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerine Etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İBBF Dergisi*, 23-48.

Brundell, J., Cobon, D., & Stone, G. (2011). *Climate Change Risk Management Matrix: A Process for Assessing Impacts, Adaptation, Risk and Vulnerability*. Queensland: Queensland Climate Change Centre of Excellence Department of Environment and Resource Management.

Delcour, I., Spanoghe, P., & Uyttendaele, M. (2015). Literature Riview : Impact of Climate Change On Pesticide Use. *Food Research International*, 7-15.

Dündar, C., Oğuz, K., & Güllü, G. (2013). Dogu Akdeniz Havzasında Kum ve Toz Fırtınalarının (SDS) Incelenmesi. *10.Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Hacettepe Üniversitesi*, (s. 343-348). Ankara.

Flannigan, M. D., Stocks, B. J., & Wotton, B. M. (2000). Climate Change and Forest Fires. *The Science of the Total Environment*, 221-229.

Gönençgil, B., & İçel, G. (2010). Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler (1975-2006). *Türk Coğrafya Dergisi*(55), 1-12.

http-2. (tarih yok). *Climate Signals*. Mart 29, 2019 tarihinde Climate Signals Web Site: http://www.climatesignals.org/climate-signals/atmospheric-moisture-increase adresinden alındı

http-1. (tarih yok). *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. Eylül 20, 2018 tarihinde Mevbis: https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/Workspace adresinden alındı

Ibrahim, H. Z. (2014). Climate Change Impacts on Pests and Pesiticide Use. *Arca Workin Paper*, 1-32.

Cubasch, U., D. Wuebbles, D. Chen, M.C. Facchini, D. Frame, N. Mahowald, and J.-G. Winther, 2013: Introduction. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.IPCC. (2013). *Climate Change 2013: Impacts, Adaptation, adn Vulnerability*. New York: Cambridge University Press.

Hartmann, D.L., A.M.G. Klein Tank, M. Rusticucci, L.V. Alexander, S. Brönnimann, Y. Charabi, F.J. Dentener, E.J. Dlugokencky, D.R. Easterling, A. Kaplan, B.J. Soden, P.W. Thorne, M. Wild and P.M.

Zhai, 2013: Observations: Atmosphere and Surface. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Jabran, K., Doğan, M. N., Shahid, F., & Önen , H. (2015). *İklim Değişikliği ve İstilacı Bitkiler - Genel Bakış.* Ankara: T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.

Kulkami, S., Deo, M. C., & Ghosh, S. (2013). Impact ıf Climate Change on Local Wınd Conditions. *Proceedings of HYDRO 2013 INTERNAIONAL*. Madras, INDIA.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2014). *Türkiye Orman Varlığı.* Ankara: CTA ltd.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı Metoroloji Genel Müdürlüğü. (2014). *Türkiye Kuraklık Değerlendirme Raporu.*

Öndeş, A. D. (2015, Aralık). *Akdeniz Bölgesi Adana, Antalya, Isparta ve Mersin İstasyonlarında Aylık Maksimum Sıcaklıkların Eğilimleri.* Meteoroloji Genel Müdürlüğü: https://www.mgm.gov.tr/ adresinden alındı

Önen, H., & Özcan, S. (2010). İklim Değişikliğine Bağlı Olarak Yabancı Ot Mücadelesi.

Örs, M. F. (2007). *Tarım Kütüphanesi*. Mart 15, 2019 tarihinde www.tarımkütüphanesi.com:http://www.tarimkutuphanesi.com/Ruzgarin_bitki_uzerine_etkisi_M.Fethi_ORS_Ziraat_Yuk._Muh._00424.html adresinden alındı

Şen, B. (2009). *Bölgesel İklim Modelleri Kullanılarak Çukurova Yöresi'ne İklim Değişikliğinin 1. ve 2. Ürün Mısır Veriminde Olası Etkileirnin Belirlenmesi.* Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.

Şen, B., Topçu, S., Türkeş, M., Şen, B., & Warner, J. F. (2012). Projecting Climate Change, Drought Conditions and Crop Productivity In Turkey. *Climate Research*, 175-192.

Topuz, M. (2017). Çukurova'da Yağışların Trend Analizi. *Çukurova Araştırmaları Dergisi*(3), 173-181.

## ÖZGEÇMİŞ

17 Eylül 1994 yılında Adana'da doğdum. Lise öğrenimimi Adana'nın Hacı Ahmet Atıl Lisesi'nde tamamladım. Sonrasında Eskişehir Anadolu Üniversitesi'nde Çevre Mühendisliği (İNG) bölümünü kazandım. 1 sene Anadolu Üniversitesi Yabancı Diller Yüksek Okulu'nda yabancı dil ve eğitimi aldım. 5 senelik eğitim-öğretim hayatım boyunca her zaman daha fazla öğrenmek daha fazla deneyim kazanma hedefinde oldum. Bu hedefle 6 ay boyunca Erasmus programı kapsamında Bialystok Teknoloji Üniversitesi'nde eğitim öğrenim görmüş olup hem mühendislik hem dil açısından deneyimler kazandım. 22 Ağustos 2017 tarihinde Anadolu Üniversitesi'nden mezun oldum . 2017 Eylül tarihinden itibaren Çukurova Üniversite'si Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimimi sürdürmekteyim. Ayrıca 2019 Haziran Çukurova Üniversitesi İş Güvenliği Anabilim Dalında tezsiz yüksek lisans mezunuyum.