

T.C.
İstanbul Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Coğrafya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**DENDROKRONOLOJİK ANALİZLER İLE
SICAKLIK VE YAĞIŞ KOŞULLARININ
İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ULUDAĞ'IN
GÜNEYİNDEN İKİ ÖRNEK ALAN**

Serkan KARA
2501070049

Danışman
Prof. Dr. Meral AVCI

İstanbul 2011

T.C.
İstanbul Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Coğrafya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**DENDROKRONOLOJİK ANALİZLER İLE
SICAKLIK VE YAĞIŞ KOŞULLARININ
İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ULUDAĞ'IN
GÜNEYİNDEN İKİ ÖRNEK ALAN**

Serkan KARA
2501070049

Danışman
Prof. Dr. Meral AVCI

"Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje No: 3626"

İstanbul 2011



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ



TEZ ONAYI

Enstitümüz COĞRAFYA ANABİLİM Dalında ders dönemindeki Eğitim - Öğretim Programını başarı ile tamamlayan 2501070049 numaralı SERKAN KARA'NIN hazırladığı "DENDROKRONOLOJİK ANALİZLER İLE SICAKLIK VE YAĞIŞ KOŞULLARININ İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: ULUDAĞ'IN GÜNEYİNDEN İKİ ÖRNEK ALAN" konulu YÜKSEK LİSANS/ DOKTORA TEZİ ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin 15.Maddesi uyarınca 10.02.2011 PERŞEMBE günü saat: 11.00' de yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin *Kabulü*.....'ne* OYBİRLİĞİ /OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	KANAATI(*)	İMZA
PROF. DR. BARIŞ MATER	<i>Kabulü</i>	
PROF. DR. NURTEN GÜNAL	<i>Kabulü</i>	
PROF. DR. MERAL AVCI	<i>Kabulü</i>	
PROF. DR. ÜNAL AKKEMİK	<i>Kabulü</i>	
YRD. DOÇ. DR. NESİBE KÖSE	<i>Kabulü</i>	

ÖZ

Yaşlandırma yöntemlerinden biri olan dendrokronoloji basit tanımıyla ağaçlardaki yıllık halkaların tarihlendirilmesidir. Ağaçlardaki her yıllık halkanın büyümesi sırasında meydana gelen doğal olayların etkileri halkalara yansır.

Marmara Bölgesinin 2550 m yükseltisi ile en yüksek dağı olan Uludağ'ın güneyinden iki alan, konuyla ilgili daha önce bir çalışma yapılmadığı için çalışma sahası olarak belirlenmiştir. Çalışmada, Uludağ'ın sıcaklık ve yağış koşullarının yıllık halkalarla ilişkilerinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu amaçla öncelikle seçilen alanlardan alınan artım kalemleri ölçüme hazır hale getirilmiştir. Sonra LINTAB-TSAP ölçüm sistemiyle yıllık halkalar ölçülmüştür. Ölçüm sırasında meydana gelen hataların giderilmesi için COFECHA programı kullanılarak eşleştirme yapılmıştır. Bireysel kronolojiler elde edildikten sonra Biweight Robust yöntemi kullanılarak ana kronolojiler elde edilmiştir. DENDROCLIM programı ile sahanın sıcaklık ve yağış özellikleriyle yıllık halkalar karşılaştırılmış ve tepki fonksiyonları yapılmıştır. Oluşturulan kronolojiler sonucunda 1814-2009 yıllarını kapsayan KET yöre kronolojisi ile 1740-2009 yıllarını kapsayan TEP yöre kronolojisi elde edilmiştir. Tepki fonksiyonu sonucunda KET yöre kronolojisi ile Mayıs ayı ve özellikle yıllık halka genişlikleri ile bahar yağışları arasında anlamlı ilişkiler ortaya çıkmıştır. Bu durum oluşturulan grafiklerde de açıkça görülmektedir. Çalışma sahasından elde edilen karaçam kronolojileriyle daha önceden Türkiye de oluşturulmuş karaçam kronolojileri de karşılaştırılarak kronolojilerin birbirleriyle uyumluluğu ortaya konulmuştur.

ABSTRACT

Dendrochronology which is one of the dating methods is dated simplest definition of annual rings in tree. Occuring changes of natural events during the annual rings are growthing in trees affect tree-rings. Two different areas of Uludağ which is the highest mountain in Marmara Region were selected as study area. The reason of selecting these areas is that there is no scientific research about these areas before. Aim of the research is determination the relationship among temperature, precipitation conditions and tree-rings. For this purpose, taking increment borer from selected araes were prepared to make measurement. Then tree-rings were measured with LINTAB-TSAP Measurement system. To correct errors, Cross Dating was made using of COFECHA program. After gaining individual chronologies, main chronologies were obtained using Biweight Robust method. Charecteristics of tree-rings, temperature and precipitation Using of DENDROCLIM program were compared and acquired Response Function. Result of compose of chronologies, KET precinct chronology covering the years of 1814-2009 and covering TEB precinct chronology covering the years of 1740-2009 were acquired. The result of the Response Function, it can be seen that there is a relationship between KET precinct chronology and espically annual tree-ring width with spring precipitation. This situation is clearly seen in the generated graphs. Previously obtained *Pinus nigra* chronologies which are composed in Turkey and the chronologies which are obtained in field were compared. It is confirmed that the chronologies are compatible with each other.

ÖNSÖZ

Dendrokronoloji yani “yıllık halkaların tarihlendirilmesi” çeşitli bilim dalları tarafından kullanılan ilgi çekici bir yöntemdir. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda sıkça kullanılan bir yöntem olmuştur. Bu bilim dalları arasında coğrafya da bulunmaktadır. Özellikle fiziki coğrafya çalışmalarına katkısı çok büyüktür.

Dendrokronolojinin günümüze doğru gelindikçe özellikle diğer bilimlerdeki gelişmelere ve bilgisayar teknolojilerindeki yeniliklere bağlı olarak son derece geliştiği görülmektedir. Yıllık halkalardan elde edilen kronolojiler doğal ortam süreçlerinin açıklanması bakımından çok önemli birer altlık haline gelmiştir. Dünyanın farklı yerlerinde bu çalışmaları yürütebilmek için laboratuvarlar kurulmuştur. Ülkemiz de yıllık halka araştırmalarını yürüten tek yıllık halka araştırma laboratuvarı İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı Dendrokronoloji Laboratuvarıdır. Ülkemizde coğrafyacıların hazırladıkları lisansüstü çalışmalarda dendrokronolojik yöntemi temel alan örnekler ne yazık ki yoktur. Bu yüksek lisans tezinin konuyla ilgili ilk lisansüstü çalışma olduğunu belirtmek gerekir.

Bu çalışmaya, Uludağ’ın güney yamacından seçilen iki örnek alandan dendrokronolojik analizler ile sıcaklık ve yağış arasında ilişkiler konu edilmiştir. Ağaçlardaki yıllık halka analizlerinden elde edilen bulgular sıcaklık ve yağış verileri ile karşılaştırılmıştır.

Arazi çalışmalarında, uygun örnek bulma anlamında iki zorluk ortaya çıkmıştır. Bunların başında çalışılmaya uygun, yani örnek alınacak ağaçlarda bulunması gereken kriterler esas alınarak uygun ağaç bulunmasının zorluğu gelmektedir. Ekolojik özellikler dikkate alınarak örnekleme yapılacak alanın büyük önemi vardır. Bulunan yaşlı ağaçların gövdelerinin herhangi bir nedenle boşalmış ya da zarar görmüş olması da sık karşılaşılan zorluklardan birisidir. Bu durum kesintisiz kronolojilerin elde edilmesindeki önemli zorluklardan birisidir.

Tez sahasının seçiminde beni yönlendiren aynı zamanda bu tezin hazırlanması sürecinde yorumları, eleştirileri ve her türlü desteğini eksik etmeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Meral AVCI’ ya teşekkürlerimi borç bilirim.

Tez çalışmalarında bilgi ve önerilerinden faydalandığım Prof. Dr. Sedat AVCI’ ya, tez sahamla ilgili haritalar konusunda bana destek veren Doç. Dr. Deniz EKİNCİ’ ye, yüksek lisans ders aşaması ve yıllık halka analizleri sırasında benden

bilgi ve görüşlerini esirgemeyen Prof. Dr. Ünal AKKEMİK' e ve Yrd. Doç. Dr. Nesibe KÖSE' ye minnettarım.

Çeşitli sayısal haritaların sağlanması ve oluşturulması sırasında bana destek veren değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Cihan BAYRAKDAR' a, Arş. Gör. M. Fatih DÖKER' e, Yrd. Doç. Dr. M. Emin SÖNMEZ'e, İrfan AKAR'a ve Doğan ÜNERİ'ye, arazi çalışmalarım ve dendrokronolojik analizler sırasında bana destek veren değerli arkadaşım Orman Mühendisi H. Tuncay GÜNER' e teşekkür ederim.

Tezimi destekleyen İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkürlerimi borç bilirim.

Serkan KARA

İstanbul, 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
TABLO LİSTESİ	xv
FOTOĞRAF LİSTESİ	xviii
GİRİŞ	1
1.Dendrokronoloji ve Coğrafyadaki Uygulama Alanlarına Genel Bir Bakış....	1
2.İnceleme Sahasının Yeri ve Genel Özellikleri	3
3.Amaç Ve Yöntem	6
3.1.Arazi Çalışması, Örnek Alımı ve Hazırlanması.....	7
3.1.1. Kullanılan Materyal	7
3.2.Yıllık Halka Analizleri	12
3.2.1.Yıllık Halka Genişliklerinin Ölçülmesi	12
3.2.2.Yıllık Halka Kronolojilerinin Elde Edilmesi.....	14
3.2.3.Tepki Fonksiyonları	19
3.3.Haritaların Oluşturulması	20
4.Önceki Çalışmalar	21
4.1.Türkiye’de Dendrokronoloji ile İlgili Çalışmalara Genel Bir Bakış.....	22
1.BÖLÜM: YILLIK HALKA GENİŞLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE MODELLER.....	26
1.1. Sıcaklığın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi.....	27
1.2.Yağışın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi	28
1.3.Rüzgârın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi	29

1.4.Yıllık Halka Genişliği ve Etkili Faktörler Arasındaki İlişkilerin Modelleri	30
1.4.1.Yıllık Halka Genişliğini Etkileyen Faktörler İçin Genel Bir Model ..	30
1.4.2.Birinci Model: Büyüme Dönemindeki Düşük Yağış ve Yüksek Sıcaklığın Etkisiyle Dar Yıllık Halka Oluşumu	31
1.4.3.İkinci Model: Önceki Dönemdeki Düşük Yağış ve Yüksek Sıcaklığın Etkisiyle Sonraki Yılda Kambiyum Faaliyetinin Düşmesi.....	32
1.4.4. Üçüncü Model: Yüksek Yağış ve Düşük Sıcaklığın Etkisiyle Yıllık Halka Gelişiminin Azalması	33
2.BÖLÜM: ULUDAĞ'IN GENEL FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ.....	34
2.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikler.....	34
2.2. Eğim Özellikleri.....	38
2.3.Bakı Özellikleri.....	42
2.4.Toprak Özellikleri	44
2.4.1.Kahverengi Orman Toprakları	44
2.4.2.Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	45
2.4.3.Kolüvyal Topraklar.....	45
2.4.4.Yüksek Dağ Çayır Toprakları.....	45
2.4.5.Çıplak Kaya ve Molozlar	45
2.5. Bitki Örtüsü Özellikleri	47
2.5.1.Orman Formasyonu.....	48
2.5.2.Çalı Formasyonu	52
2.5.3.Alpin Bitkiler.....	53
3.BÖLÜM: İKLİM ÖZELLİKLERİ	55
3.1. Sıcaklık	56
3.2.Yağış	75
3.2.1. Kar Yağışlı ve Karla Örtülü Günler.....	83

3.3. Rüzgâr	85
3.4. Nem	87
3.5. Açık, Bulutlu ve Kapalı Günler.....	87
3.6. Thornthwaite Yöntemine Göre İklim Tipleri ve Erinç Yağış Etkinlik İndisi	88
4.BÖLÜM: ULUDAĞ GÜNEYİNDEN İKİ ÖRNEK ALANDAN DENDROKRONOLOJİK ANALİZLER VE YORUMLANMASI.....	98
4.1. Oluşturulan Kronolojiler	98
4.1.1. KET Yöre Kronolojisi	98
4.1.2. TEP Yöre Kronolojisi	101
4.2. Tepki Fonksiyonları	105
4.2.1. KET Yöre Kronolojisine Ait Tepki Fonksiyonları	105
4.2.2. TEP Yöre kronolojisine Ait Tepki Fonksiyonları	111
4.3. Yıllık Halka Kronolojileri ve Genişlikleri İle Yağış ve Sıcaklık Koşullarının Karşılaştırılması.....	113
4.3.1. Yıllık Halka Kronolojileri ile Sıcaklık Şartlarının İlişkisi	113
4.3.2. Yıllık Halka Kronolojileri ile Yağış Koşullarının İlişkisi	123
4.4. Türkiye’de Daha Önce Yapılan Karaçam kronolojileri İle Tez İçin Oluşturulan Kronolojilerin Karşılaştırılması.....	138
SONUÇ	141
KAYNAKÇA.....	145

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: İnceleme alanının lokasyon haritası	4
Şekil 2: Uludağ Sayısal Yükselti Modeli	5
Şekil 3: Artım kalemi alınan KET ve TEP yöresi.....	9
Şekil 4: Yıllık halkalar.....	26
Şekil 5: Rüzgârın Etkisiyle Meydana Gelen Basınç Odunu (SCHWEINGRUBER, 1996).	29
Şekil 6: Kambiyum faaliyeti ve halka genişliğini etkileyen faktörlere ilişkin bir model (FRITTS, 1976).....	30
Şekil 7: Büyüme dönemindeki düşük yağış ve yüksek sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen olaylar ve dar yıllık halka oluşumu (FRITTS, 1976).....	31
Şekil 8: Önceki yağış dönemindeki düşük yağışlar ve yüksek sıcaklıklara bağlı olarak sonraki büyüme döneminde meydana gelen kambiyum bölünmesinin miktarı. Yukarıdaki sonuçlara göre izleyen yıldaki halka genişliği dar olacaktır (FRITTS, 1976).	32
Şekil 9: Yüksek yağış ve düşük sıcaklığın etkisiyle meydana gelen dar yıllık halka oluşumuna ilişkin bir model (FRITTS, 1976).	33
Şekil 10: Uludağ'ın jeloji haritası (MTA, 1964).....	35
Şekil 11: a ve b) girlandlar c) taş kümeleri d) çemberler (ÖZTÜRK, 2009).....	37
Şekil 12: Eğimin alansal dağılış grafiği.....	38
Şekil 13: Uludağ'ın eğim haritası.....	40
Şekil 14: Uludağ'ın bakı haritası.....	43
Şekil 15: Uludağ'ın toprak haritası	46
Şekil 16: Uludağ'ın bitki örtüsü dağılış haritası (Güngördü 1988-1992' den değiştirilmiştir).....	50
Şekil 17: Çalışma sahası ve çevresinde yıllık ortalama sıcaklığın dağılışı.....	58
Şekil 18: Çalışma sahası ve çevresinin Ocak ayı ortalama sıcaklık haritası (°C).....	61

Şekil 19: Çalışma sahası ve çevresinin Temmuz ayı ortalama sıcaklık haritası (°C)	62
Şekil 20: Bursa'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı	64
Şekil 21: İnegöl'de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı	65
Şekil 22: Yeşilkonak'ta günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı	65
Şekil 23: Keles'te günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı	66
Şekil 24: Sarıalan'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı	66
Şekil 25: Zirve'de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı	67
Şekil 26: Çalışma sahası ve çevresinde ortalama yağışların aylara göre dağılımı...75	
Şekil 27: Çalışma sahası ve çevresinde yıllık yağışın dağılışı	76
Şekil 28: Çalışma sahası ve çevresinde meteoroloji istasyonlarına ait yağışın mevsimlere göre dağılışı	79
Şekil 29: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların muhtemel yağış diyagramları	81
Şekil 30: Çalışma sahası ve çevresinde kar yağışlı günlerin aylara göre dağılışı83	
Şekil 31: Çalışma sahası ve çevresinde karla örtülü günlerin aylara göre dağılışı ...84	
Şekil 32: Mevsimlik, yıllık hakim rüzgar yönleri ve frekansları	86
Şekil 33: Bursa'nın su bilançosu grafiği	90
Şekil 34: İnegöl'ün su bilançosu grafiği	91
Şekil 35: Yeşilkonak su bilançosu grafiği	92
Şekil 36: Keles su bilançosu grafiği	93
Şekil 37: Sarıalan su bilançosu grafiği	94
Şekil 38: Zirve su bilançosu grafiği	95
Şekil 39: Erinç formülüne göre Uludağ'daki istasyonlarda kurak-nemli aylar	97
Şekil 40: Soğukpınar'dan alınan karaçam örneklerinin yöre kronolojisi	101
Şekil 41: TEP08B örneğinde 1873 yılında kısmi halka oluşumu	103
Şekil 42: TEP08B örneğinde 1928 yılında kısmi halka oluşumu	103

Şekil 43: Boğazova'dan alınan karaçam örneklerinin yöre kronolojisi.....	104
Şekil 44: KET yöre kronolojisine ait sıcaklık tepki fonksiyonu. * işareti 0,95 güven düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.	105
Şekil 45: KET yöre kronolojisi ile Mart ayı ortalama sıcaklıklarının karşılaştırılması	106
Şekil 46: KET yöre kronolojisine ait yağış tepki fonksiyonu. * işareti 0,95 güven düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.	107
Şekil 47: KET yöre kronolojisi ile Mayıs ayı toplam yağışlarının karşılaştırılması ..	107
Şekil 48: KET yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun Mayıs ayı yağış değerlerinin karşılaştırılması	109
Şekil 49: KET yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun Mayıs ayı yağış değerlerinin karşılaştırılması	110
Şekil 50: KET yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun Mart ayı sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması	110
Şekil 51: TEP yöre kronolojisine ait sıcaklık tepki fonksiyonu.....	111
Şekil 52: TEP yöre kronolojisine ait yağış tepki fonksiyonu.	112
Şekil 53: KET yöre kronolojisi ile Bursa Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması	115
Şekil 54: KET yöre kronolojisi ile Keles Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması	115
Şekil 55: KET yöre kronolojisi ile Zirve Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması	116
Şekil 56: TEP yöre kronolojisi ile Bursa Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması	116
Şekil 57: TEP yöre kronolojisi ile Keles Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması	117
Şekil 58: TEP yöre kronolojisi ile Zirve Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması	117

Şekil 59: KET yöre kronolojisi ile Bursa Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması.....	120
Şekil 60: KET yöre kronolojisi ile Keles Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması.....	120
Şekil 61: KET yöre kronolojisi ile Zirve Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması.....	121
Şekil 62: TEP yöre kronolojisi ile Bursa Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması.....	121
Şekil 63: TEP yöre kronolojisi ile Keles Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması.....	122
Şekil 64: TEP yöre kronolojisi ile Zirve Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması.....	122
Şekil 65: KET yöre kronolojisi ile Bursa meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması	125
Şekil 66: KET yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması	126
Şekil 67: KET yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması	126
Şekil 68: TEP yöre kronolojisi ile Bursa meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması	127
Şekil 69: TEP yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması	127
Şekil 70: TEP yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması.....	128
Şekil 71: KET yöre kronolojisi ile Bursa meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.....	130
Şekil 72: KET yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.....	131
Şekil 73: KET yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.....	131

Şekil 74: TEP yöre kronolojisi ile Bursa meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.....	132
Şekil 75: TEP yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.....	133
Şekil 76: TEP yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.....	133
Şekil 77: KET yöre kronoloji ile Bursa meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması	134
Şekil 78: KET yöre kronoloji ile Keles meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması	135
Şekil 79: KET yöre kronoloji ile Zirve meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması	135
Şekil 80: TEP yöre kronoloji ile Bursa meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması	136
Şekil 81: TEP yöre kronoloji ile Keles meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması	137
Şekil 82: TEP yöre kronoloji ile Zirve meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması	137

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Örnek alınan yörelere ait bilgiler.....	9
Tablo 2: Uludağ'ın eğim değerleri	38
Tablo 3: Uludağ'ın bakı değerlerinin alansal dağılışı	43
Tablo 4: Çalışma sahası ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler	56
Tablo 5: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonlarda yetiştirme devresi.....	57
Tablo 6: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonlarda yetiştirme devresi ortalama sıcaklıkları (°C)	59
Tablo 7: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların ortalama sıcaklıkları.....	59
Tablo 8: Uludağ'da yetiştirme devresi içindeki sıcaklıkların durumu	68
Tablo 9: Bursa'da 1928-2005 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları	69
Tablo 10: İnegöl'de 1928-2005 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları	70
Tablo 11: Yeşilkonak'ta 1963-1985 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları	71
Tablo 12: Keles'te 1975-2005 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları	72
Tablo 13: Sarıalan'da 1968-1985 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları	73
Tablo 14: Zirve'de 1969-2005 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları	74
Tablo 15: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların ortalama yağışları (mm)...	77
Tablo 16: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonlarda yetiştirme devresindeki yağışlar (mm).....	77
Tablo 17: Çalışma sahası ve çevresinde yağışların mevsimlere göre dağılışı (%) ..	78

Tablo 18: Çalışma sahasında sağnak yağışların toplam sağnak yağışlara oranı (%)	82
Tablo 19: Çalışma sahası ve çevresinde kar yağışlı günlerin aylara göre dağılışı ...	83
Tablo 20: Çalışma sahası ve çevresinde karla örtülü günlerin aylara göre dağılışı..	84
Tablo 21: Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonlarda bağıl nem miktarı (%)	87
Tablo 22: Uludağ'da açık, bulutlu ve kapalı günler sayısı	88
Tablo 23: Bursa'nın su bilançosu	90
Tablo 24: İnegöl'ün su bilançosu.....	91
Tablo 25: Yeşilkonak su bilançosu.....	92
Tablo 26: Keles su bilançosu	93
Tablo 27: Sarıalan su bilançosu.....	94
Tablo 28: Zirve su bilançosu	95
Tablo 29: Uludağ'da istasyonların Erinç Yağış Etkinlik İndis Formülüne göre aylık ve indis değerleri	97
Tablo 30: KET yöresinden alınan örneklere ait bilgiler.	99
Tablo 31: Soğukpınar'daki karaçamlar için oluşturulan standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).....	100
Tablo 32: : Soğukpınar'daki karaçamlar için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikler	100
Tablo 33: TEP yöresinden alınan örneklere ait bilgiler.	102
Tablo 34 Boğaz ova'daki karaçamlar için oluşturulan standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).....	104
Tablo 35: Boğaz ova'daki karaçamlar için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikler	104
Tablo 36: Korelasyon katsayıları.....	109
Tablo 37: t değerleri (*0,95, **0,99, ***0,999 güven düzeyinde)	109
Tablo 38: Korelasyon katsayıları.....	112

Tablo 39. t değerleri (*0,95, **0,99, ***0,999 güven düzeyinde)	112
Tablo 40: Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait Mart-Nisan-Mayıs aylarının ortalama sıcaklıkları	114
Tablo 41: Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarının ortalama sıcaklıkları.....	119
Tablo 42: Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarının toplam yağışları	124
Tablo 43: Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait Mart, Nisan ve Mayıs aylarının toplam yağışları.....	129
Tablo 44: Referans kronolojilere ait bilgiler	138
Tablo 45: Referans kronolojiler ile yöre kronolojileri arasında EUY değerleri (%)..	139
Tablo 46: Referans kronolojiler ile yöre kronolojileri arasında korelasyon katsayıları	140
Tablo 47: Kronolojilerin ARSTAN programında elde edilen özet istatistikleri.....	141
Tablo 48: KET ve TEP yöre kronolojileri için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayılarının özeti. Boyalı kutular %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir.....	142
Tablo 49: Bahar ve Yaz sıcaklıklarının yöre kronolojileri arasındaki korelasyon katsayıları	143
Tablo 50: Bahar ve Yaz yağışlarının yöre kronolojileriyle arasındaki korelasyon katsayıları	143

FOTOĞRAF LİSTESİ

Foto 1: Artım burgusu ile karaçamdan örnek alma.....	9
Foto 2: Disk örnek alma	9
Foto 3: Artım burgusu ile örnek alınan KET yöresi	10
Foto 4: Disk örnek alınan Boğazova Orman Bölge Müdürlüğü deposu (TEP Yöresi)	10
Foto 5: Ahşap Taşıyıcılarda Artım Kalemleri.....	11
Foto 6: Ahşap Taşıyıcılarda Artım Kalemleri.....	12
Foto 7: Yıllık Halkaların Ölçülmesi.	13
Foto 8: Granit üzerinde bloklu çözülme şekilleri ve ön planda cüce ardıç (<i>Juniperus nana</i>) toplulukları	37
Foto 9: Keles ilçesine bağlı güneybudaklar köyünden Uludağ'ın güney yamaçlarından bir görünüm	41
Foto 10: Uludağ'da çeşitli türleri ile yayılış gösteren sığır kuyruğu (<i>Verbascum sp.</i>)	48
Foto 11: Kestane (<i>Castanea sativa</i>), Uludağ'ın özellikle kuzey yamaçlarında en yaygın orman ağaçlarından birisidir.	50
Foto 12: Uludağ'ın kuzey yamaçlarının nemli orman topluluklarının hakim ağaç türlerinden birisi olan kayın (<i>Fagus orientalis</i>).....	51
Foto 13: Uludağ göknarı (<i>Abies nordmanniana subsp. bornmuelleriana</i>), Uludağ'da özellikle yükseltinin artmasına bağlı olarak kuzey yamaçları bir kuşak halinde kaplayan ve orman sınırına kadar devamlılığını koruyan göknar ormanları.....	51
Foto 14: Uludağ'ın güney yamaçları boyunca geniş yayılış alanı bulan kuru ormanların hakim elemanı olan karaçam (<i>Pinus nigra</i>) toplulukları	52
Foto 15: Çalışma sahasında ormanın üst sınırı ve alpin bitkiler katı.....	54
Foto 16: Cüce ardıç (<i>Juniperus communis subsp. nana</i>). Uludağ'da yüksek kesimlerde ortaya çıkan cüce ardıç toplulukları.....	54

GİRİŞ

1.Dendrokronoloji ve Coğrafyadaki Uygulama Alanlarına Genel Bir Bakış

Fiziki coğrafya araştırmalarında kullanılan yöntemlerden birisi olan dendrokronoloji, ağaçlarda yıllık halkaların tarihlendirmesi olarak tanımlanmaktadır (STOKES VE SMILEY, 1996). Eski Yunanca'da, "Dendro" odun,"Chronos" tarih ve "Logos" bilim anlamına gelmektedir (FRITTS, 1976). Ağaçların yaşlandırılması olarak da ifade edilen dendrokronolojik yöntemler ile aslında bu basit tanımlamanın ötesinde, dikkate değer bilgilere ulaşılabilmektedir (FRITTS, 2001). Ağaçlardaki her yıllık halkanın büyümesi sırasında ağacın bulunduğu ortamda meydana gelen doğal olayların etkileri halkalara yansır ve coğrafi süreçlerin anlaşılması bakımından bu halkalar büyük önem taşır (AVCI, 2007b). Yıllık halkaların genişlikleri ölçülerek elde edilen kronolojileri çeşitli verilerle geriye doğru uzatmak mümkündür (AKKEMİK, 2004). İklim ile ilgili rasatlar son 100 yıl içinde yaygınlaşmış olsa da, çoğunlukla daha kısa dönemleri içermektedir. Dünyanın birçok ülkesinde ise çoğu zaman yüz yıllık değerlere dahi erişilememektedir. Bu açıdan ele alındığında Türkiye'deki meteoroloji istasyonlarının son 70–80 yıllık dönemi kapsayan rasatları, iklim özelliklerinin belirlenmesinde yetersiz kalabilmektedir. Oysa özellikle Holosen'de iklimde meydana gelen salınımların ortaya konulmasında, dendrokronoloji dikkatle üzerinde durulan ve uygulanan yöntemler arasındadır (AVCI, 2007a: 117). Yüksek dağ ortamları aynı zamanda genellikle orman sınırının da görülebildiği alanlardır. Bu alanlarda ağacın büyümesini kısıtlayan ana faktör iklimdir. İklim özellikleri ise özellikle iklim elemanlarından sıcaklık ve yağışın belirlenmesi ile büyük ölçüde tahmin edilebilir. Bu açıdan değerlendirildiğinde dağlık alanlarda özellikle göl ortamları içinde korunmuş odunlar, turbalar, morenler ve yarı fosilize olmuş ağaçlar Holosen için iklim verileri arşividir (TESSIER, GUIBAL ve SCHWEINGRUBER, 1997).

Fiziki coğrafya çalışmalarında dendrokronoloji çeşitli konularda uygulanabilen önemli bir yöntemdir. Bunlar arasında özellikle iklimle ilgili olanlar başta gelmektedir.

Geçmişteki iklim özellikleri ile güncel iklim özelliklerinin dendrokronolojik yöntemle araştırılmasına dendroklimatoloji denir. Geçmişteki iklimlere ait bilgilere yıllık halkalar sayesinde ulaşılabilmektedir. Yıllık halka genişliklerin ölçülmesi ve bu ölçümlerin var olan iklim verileriyle karşılaştırılması, iklim verilerinin kesin olarak tarihlenmesine olanak sağlar. Yıllık halkalar, iklimde meydana gelen değişimleri kayıt altına alır ve bu değişimlerin rekonstrüksiyonunda yıllık halka verileri kullanılabilir. Bu rekonstrüksiyonlar iklim verilerini geriye doğru uzatabilmektedir (MARTINELLI, 2004; AVCI, 2007).

Ağaçlardaki yıllık halkalar kullanılarak yeryüzünün şekillenmesinde önemli rol oynayan etken ve süreçlerin tarihlendirilmesine dendrojeomorfoloji denir (SCHWEINGRUBER, 1988). Dendrojeomorfoloji konusunda farklı başlıklar altında çalışılmaktadır. Bir çok şeklin veya morfolojik olayın meydana geliş tarihini saptamak yıllık halkaların tarihlendirilmesiyle mümkün olmaktadır. Ağaçların gelişimine yansıyan jeomorfolojik olaylar ağacın gelişimini engelleyebilir, onları yaralayabilir ve öldürebilir (AVCI, 2007).

Sel ve taşkınların tarihlendirilmesi, akım değişiklikleri ve göl seviyelerindeki değişiklikler gibi konuları kapsayan dendrohidrografya, yıllık halka kronolojileri kullanarak birçok sorunu çözebilmektedir (AVCI, 2007: 167).

Ağaç türlerinin yapısal özellikleri, sıcaklık ve yağış şartları ile ilişkilerinin ortaya konulması gibi birçok araştırmalar dendrokronolojik yöntemle yapılmıştır. Kazdağlarında doğal yetişen gymnosperm taksonları üzerinde dendrokronolojik araştırmalar bu tarz çalışmalardan birisidir (DAĞDEVİREN, 2002). Bitki örtüsünün dağılımındaki ve ağaç sınırındaki değişimler konusunda yıllık halkalar önemli veriler sağlamaktadır (TINNER ve THEURILLAT, 2003; AVCI, 2007).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda erozyonla açığa çıkan ağaç kökleri kullanılarak erozyon süreçleri konusunda önemli bilgiler elde edilebilmektedir (GARTNER, 2006 ve 2007b; AVCI, 2007).

Ağaçlardaki yıllık halkalar sadece doğal ortam koşullarında meydana gelen değişimleri değil bunun yanında beşeri faaliyetler sonucunda ortaya çıkan olayları da kayıt altına almaktadır. Özellikle hızla sanayileşme ile atmosfere salınan gazların yarattığı hava kirliliği yıllık halkalar üzerinde etkili olmuştur. Bu kirliliğin ağaçlara verdiği zararları ortaya koyan çeşitli çalışmalar vardır. Doğu Almanya'da Ore Dağlarında kükürdioksitin (SO_2) ladinler üzerindeki olumsuz etkileri, Çernobil

patlamasının meydana geldiği alanda bulunan ağaçların yıllık halka gelişimlerinde patlamanın gerçekleştiği tarihten sonra ortaya çıkan değişiklikler bu konuda verilebilecek bazı örneklerdir (AVCI, 2007).

2.İnceleme Sahasının Yeri ve Genel Özellikleri

Çalışma sahası Marmara Bölgesinin Güney Marmara Bölümünde yer almaktadır. Uludağ, Ulubat gölünün güneydoğu kenarıyla Bozöyük depresyonunun güneyini çevreleyen dağlar (Yirce Dağları) arasında kuzeybatı – güneydoğu doğrultusunda uzanır. 2543 metreye erişen zirvesi ile Marmara Bölgesi'nin en yüksek kütlesidir. Bursa – İnegöl – Bozöyük havzaları ile bunları birbirinden ayıran eşikler Uludağ sırasının kuzey sınırını meydana getirir. Uludağ'ın kuzey sınırı güney sınırına göre oldukça kesin hatlarla ayrılmıştır. Dağın doğu sınırını Eskişehir'in kuzeyindeki Bozdağlar oluştururken güney sınırını ise Eskişehir'in batısında Porsuk'a bağlanan Sarısu vadisini geçerek Dodurga'ya kadar uzanmaktadır (PHILIPPSON, 1918 atfen ARDEL, 1944: 36) (Şekil 1).

Çalışma sahası, UTM/UPS 35N Projeksiyonunda;

Max. Batı : 667725 - 883995, Max, Doğu : 712047 - 294795,

Max. Güney : 4421094 - 910566, Max. Kuzey : 4451562 – 658566 de yer almaktadır.

Araştırma alanının en yüksek tepesini oluşturan Uludağ Tepeyi (2543 m) 1900 metre ile 2525 metre arasında farklı yükseltilere sahip tepeler izlemektedir. Bunlar sırasıyla Çifte senaber Tepe (2524m), Karataş Tepe (2486 m), Zirve Tepe (2485 m), Rasatdüzü Tepe (2480 m), Kuşaklıkaya Tepe (2232 m), Paşaçayır Tepe (2099 m), Fatin Tepe (2045 m) ve Cennetkaya Tepe'dir (1990 m) (Şekil 2).

Ayrıca Uludağ'ın kuzey yamaçlarını içine alan 12.762 ha.'lık alan 1961 yılında milli park ilan edilmiştir. Milli park sınırları içerisinde buzul gölleri, oteller bölgesi, günübürlük piknik alanları ve kamp alanları yer almaktadır (<http://gis2.cevreorman.gov.tr/mp/>).

3.Amaç Ve Yöntem

Uludağ Neojen sonlarındaki epirojenik hareketlerle yükselmiş ve kenarları kuzeyde ve güneyde faylarla sınırlanmıştır. Kütle üzerinde glasiyal ve periglasiyal kökenli topografya şekilleri yer almaktadır (ERİNÇ, 1948-1949: 81, 1957). Bu topografya şekillerinin görülmesi Uludağ üzerinde Kuaterner içinde iklim koşullarında zaman zaman değişiklikler meydana geldiğini göstermektedir. Özellikle Holosen'de iklimde meydana gelen salınımların ortaya konulmasında, dendrokronoloji dikkatle üzerinde durulan ve uygulanan yöntemler arasındadır. Yıllık halkalar, çevresel değişimlere tepki verir. Özellikle yıl içinde meydana gelen kurak ve yağışlı dönemleri adeta kayıt altına alarak, iklimdeki salınımlar hakkında önemli veriler sağlar (GERVAIS, 2006; SOLOMINA vd., 2007). Çalışma sahasında, dendrokronolojik yöntemi esas alan ve konuyu coğrafi bakış açısıyla değerlendiren bir çalışma daha önce yapılmamıştır. Uludağ'ın güneyinden seçilen örnek alanlardan alınan artım kalemlerinin yıllık halka analizleri sahanın yağış ve sıcaklık özellikleri karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla belirlenen iki örnek alandan Türkiye için iyi sonuçlar veren karaçam kronolojileri oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu kronolojiler iklim verileri ile ilişkilendirilmiştir.

Daha önce karaçam dendrokronolojisini temel alan çok sayıda çalışma yapıldığı bilinmektedir. Bunlardan bazıları National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) / Paleoklimatoloji sayfasında yer almaktadır ve içlerinde Türkiye'den bazı çalışmalar da bulunmaktadır. Karaçam ile ilgili çalışmalar çok çeşitlidir. Bunlardan bazıları, Berito vd.(2008)'de olduğu gibi karaçamın iklime ya da daha özede kuraklığa İspanya'da bir alanda nasıl tepki verdiği ile ilgilidir. Yine İspanya'da karaçam topluluklarının son yüzyılda iklim özelliklerine nasıl tepki verdiğinin araştırıldığı çalışma (Benito vd. 2010) da dikkat çekicidir. Linares ve Tiscar (2010), iklim değişiminin özellikle Akdeniz havzasındaki orman alanları üzerinde etkisini karaçamın bir diğer alt türünü Pirene karaçamını (*P. nigra ssp. salzmanii*) esas alarak incelemiştir. İklim araştırmaları dışında geçmişteki yangınların ortaya konması açısından da karaçamın kullanıldığı görülmektedir (Fule vd, 2008). İşte bu nedenlerle biz de çalışmamızda Uludağ güneyinde geniş yayılış alanı bulan karaçam topluluklarından örnekleme yaparak kronolojiler oluşturmayı hedeflenmiştir.

Bu konudaki temel hedeflerimiz şu şekilde sıralanabilir:

- ✓ Elde edilen kronolojileri ölçülen yağış ve sıcaklık verileri ile karşılaştırmak ve yorumlamak.
- ✓ Türkiye’de oluşturulmuş karaçam kronolojileri ile karşılaştırmak ve yorumlamak.

Yapılacak çalışmaların bir kısmını masa başı çalışmaları (literatür taranması, Uludağ ve yakın çevresinin temel haritalarının hazırlanması, iklim özelliklerinin ortaya konulması için belirlenen meteoroloji istasyonlarının iklim verilerinin analizi, alınan örneklerden yıllık halkaların ölçülmesi ve analizi gibi), bir kısmını da arazi çalışmaları (belirlenen alanlardan ağaçlardan artım burguları yardımıyla örneklerin çıkarılması) meydana getirmiştir.

3.1.Arazi Çalışması, Örnek Alımı ve Hazırlanması

3.1.1. Kullanılan Materyal

Bu çalışmada dendrokronolojik analizler için karaçam kullanılmıştır. Karaçam boylu, birinci sınıf orman ağaçları arasında sayılan, 4-18 cm uzunluğunda iğne yapraklara sahip kozalaklı ağaçlardan birisidir. Sistematiği bakımından uzun süre botanikçileri meşgul etmiş olan karaçam Avrupa'nın güneyi ile Asya'nın batısında geniş yayılış alanına sahiptir ve bu yayılış alanında çeşitli coğrafi alt türlere ayrılmıştır (YALTIRIK, 1988: 73-76). Bu coğrafi alt türlerden *Pinus nigra ssp. pallasiana* yani Anadolu karaçamının doğal yayılış alanı Güney Karpatlar, Balkan yarımadası, Türkiye, Kafkas dağlarının batısı, Kırım, Kıbrıs ve Suriye batısıdır. Sözü edilen bu dağılış alanı içinde, en geniş yayılış alanını ülkemizde bulan Anadolu karaçamı, Kuzey Anadolu ve Toros dağlarının iç sıralarında, Batı Anadolu dağlarının kuzey ve kuzeydoğu yamaçların da geniş ormanlar oluşturur. Anadolu'da çeşitli morfolojik özellikleri bakımından farklılaşan varyetesi de (*var. pyramidata*, *var. şeneriana*, *var. yaltirikiana*) bulunan karaçam sıcaklık, ışık ve nem isteği orta düzeyde olan bir çam türüdür. Genellikle deniz etkisinden kaçır ve dağların nispeten yüksek kesimlerinde ya da karasal iklim bölgelerinde de ortaya çıkar. Kuraklığa, sıcaklığa ve kış soğuklarına dayanıklıdır (KALIPSIZ, 1963: 18-19 ve GÜNAL, 1997: 15-16). Günal, Louis'nin (1939) kışa dayanıklı kuru ormanların karakteristik türleri arasında karaçamı da saydığını (LOUIS, 1939'a atfen GÜNAL, 1997: 16). Sevim'in (1962) ise yazları sıcak ve kurak geçen kesimlerde kışa dayanıklı kuru ormanların

asli ağaç türünün karaçam olduğunu belirttiğini ifade eder (SEVİM, 1962'ye atfen GÜNAL, 1997: 16). Anadolu karaçamının yayılış gösterdiği sahalarda yıllık ortalama sıcaklıklar 8°C, en soğuk ayın sıcaklığı ise 2°C, en sıcak ayın sıcaklığı 23°C'nin altındadır. Bu alanlarda yıllık yağış ortalaması 500-1000 mm arasında değişmektedir. Nisbi nem oranının % 60-70 arasında değiştiği bu alanlarda yazın bu oran % 40-45'lere kadar düşmektedir. Anadolu karaçamı ülkemizde genellikle organik madde ve kireç bakımından zengin kahverengi orman toprakları, hafif asit özelliğindeki kireçsiz kahverengi orman ve kireçsiz kahverengi topraklar, killi yapıdaki kırmızı renkli Akdeniz toprakları (terra rossa) üzerinde ormanlar oluşturmaktadır (GÜNAL, 1997: 17-18).

Dendrokronolojik çalışmalarda kullanılacak olan doğal odunsu türlerden biri olarak da kabul edilen karaçamın eşleştirme indisi (=CDI, crossdating index) 2, kodu ise PINI'dir (AKKEMİK, 2004). Bu indis karaçamının dendrokronolojik bakımdan son derece önemli bir ağaç olduğunu ifade etmektedir.

Çalışma sahasında örnek alınan yerler Uludağ'ın güney yamaçlarındaki Soğukpınar Köyü'nde yer alan Ketenek (KET) mevki ve Boğazova Köyü'nde yer alan Tepel (TEP) mevkiidir. Bu alanlardan artım burgusu ve disk olmak üzere iki şekilde örnekleme yapılmıştır (Tablo 1: Şekil 3: Foto 1: Foto 2: Foto 3: Foto 4).

Karaçam, çevresel koşullara tepki veren bir ağaçtır. Bundan dolayı yıllık halkaları duyarlıdır. Yetiştirme ortamı bakımından karasal iklim şartlarının hakim olduğu sahalara kadar sokulması nedeniyle gelişimi sıcaklık ve yağış koşullarına göre kısıtlanabilmektedir ve genişliği yıldan yıla değişen yıllık halkalar meydana gelmektedir. Ayrıca yaşlı ağaç topluluklarıyla temsil edilmesi nedeniyle karaçam araştırma materyali olarak seçilmiştir.

Tablo 1: Örnek alınan yörelere ait bilgiler

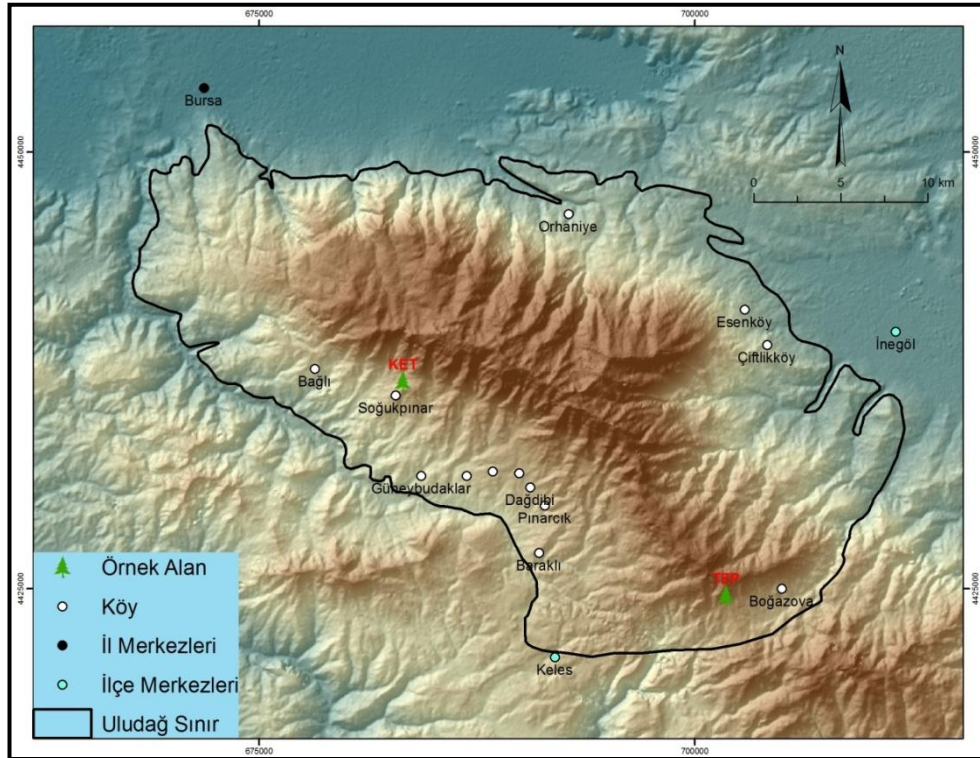
Yöre Adı	Yöre Kodu	Şehir	Türler	Ağaç/Kalem Sayısı	Bakı	Yükselti (m)	Enlem (N)	Boylam (E)
Soğukpınar	KET	Bursa	<i>Pinus Nigra</i>	12/24	G	1260	40°03'41.35"	29°08'57.60"
Boğazova	TEP	Bursa	<i>Pinus Nigra</i>	11/21	G	1548	39°56'52.00"	29°21'47.40"



Foto 1: Artım burgusu ile karaçamdan örnek alma



Foto 2: Disk örnek alma



Şekil 3: Artım kalemi alınan KET ve TEP yöresi



Foto 3: Artım burgusu ile örnek alınan KET yöresi



Foto 4: Disk örnek alınan Boğazova Orman Bölge Müdürlüğü deposu (TEP Yöresi)

Yıllık halkaların gelişimleri üzerinde doğal çevrede meydana gelen değişikliklerin etkilerini doğru bir şekilde ortaya koyabilmek için örneklenecek sahaların insan etkisinden uzak doğal ortamlar olmasına dikkat edilmiştir. Örnek alınacak ağaçların silindirik gövdeli olmasına, önemli yara ve çatlakların olmamasına, yaşlı ağaçlar olmasına dikkat edilmiştir.

Örnekler, 50 cm'lik artım burgusu yardımıyla artım kalemleri şeklinde alınmıştır. Örneklenecek her bir saha için en az 10 ağaçtan çift yönlü artım kalemleri alınmıştır. Alınan artım kalemlerinin üzerine alan kodu ve örnek numarası bilgileri yazılmıştır. Artım kalemleri plastik taşıyıcılara konularak zarar görmeleri engellenmiştir. Arazi defterine örnekleme yapılan sahanın bilgileri, koordinatları, yükseklik, bakı ve eğim gibi özellikleri not edilmiş ve sahayla ilgili görsel bilgilerin kalıcı olabilmesi için fotoğraflama yapılmıştır. Araziden laboratuara getirilen artım kalemleri ahşap taşıyıcılara yerleştirilerek yapıştırılmıştır (Foto 5: Foto 6)



Foto 5: Ahşap Taşıyıcılarda Artım Kalemleri



Foto 6: Ahşap Taşıyıcılarda Artım Kalemleri

3.2.Yıllık Halka Analizleri

3.2.1.Yıllık Halka Genişliklerinin Ölçülmesi

Alınan örneklerde yıllık halkaların ölçülmesine geçilmeden önce halkaların daha iyi görülebilmesi için artım kalemlerinin enine yüzeyleri zımparalanmıştır. Daha sonra yıllık halkaların eksiksiz ölçülebilmesi için her bir örnek özden kabuğa doğru 10' ar yıllık seksiyonlara ayrılmıştır. Örnekler LINTAB-TSAP ölçüm sistemiyle 0,01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları TSAP-WIN programında *.rwl uzantılı dosyalar halinde kaydedilmiştir (Foto 7).



Foto 7: Yıllık Halkaların Ölçülmesi.

Ölçüm sırasında meydana gelen hataların giderilmesinde ve yıllık halkalarda eksik ya da yalancı halkaların belirlenmesinde eşleştirme, yıllık halka ölçümlerinde önemli bir adımdır.

Eşleştirme işlemi COFECHA programı kullanılarak yapılmıştır (HOLMES,1983). COFECHA programının kullanımı ile ilgili bilgi aşağıda verilmiştir (GRISSINO-MAYER, 2001; KÖSE, 2007):

COFECHA programı yıllık halkalarda eksik ve yalancı halkaların belirlenmesinde kolaylık sağlamaktadır. COFECHA veri dosyalarını 0.01 veya 0.001 mm doğrulukta okuyabilmektedir. Yıllık halka ölçüm sonuçları her örnekleme alanı için *.rwl uzantılı tek bir dosya olarak kaydedilir ve program çalıştırılır.

COFECHA korelasyon katsayılarına dayanarak eşleştirme yapar. Korelasyon katsayısı her segment için ortalama kronolojiye karşı test edilen serilerdeki değerler kullanılarak hesaplanır. Korelasyon katsayısı ayrıca, tarihlendirilen yıldan 10 yıl önce (-10) ve 10 yıl sonrasına kadar (+10) alternatif pozisyonlarda yüksek korelasyonlar olup olmamasına bakarak da denetlenmektedir. Seriler arasında korelasyon

katsayıları düşük ise COFECHA programı 'A' ve 'B' harfleriyle hatalı segmentleri gösterecektir.

'A' işareti birkaç nedenden dolayı meydana gelmektedir. 1) Yıllık halka serileri ağacın kendinden kaynaklanan problemlerden dolayı halka genişliklerine sahip olabilir. 2) Ölçüm sırasında örnekte var olan reçine veya renk bozulması nedeniyle yıllık halkalar eksik sayılabilir. 3) Gençlik halkaları bu problemi yaratabilir. 4) Örneğin kabuk kısmında yaşlanmaya bağlı olarak büyüme yavaş olabilir ve problem oluşturan dar yıllık halkalar meydana gelebilir. Bundan dolayı 'A' işareti en son segmentte görülür.

'B' işareti ile hata olduğu gösterilen segmentlerde ise ciddi problemler olabilir. Bu problem potansiyel eşleştirme hatasını göstermektedir. Yani COFECHA alternatif tarihlendirme pozisyonunda yüksek bir korelasyon bulmuştur. 'B' işareti ayrıca sistematik hatalar diye adlandırılan eşleştirmedeki hataları da gösterir. Bu hatalar çok sayıda segmentin alternatif tarihlendirme pozisyonlarında işaretlendiğini ifade eder.

3.2.2.Yıllık Halka Kronolojilerinin Elde Edilmesi

Dendrokronolojik grafiklerin elde edilmesinde 4 yöntem kullanılmaktadır: 1-İskelet noktalama, 2-Mutlak halka genişliklerinin bir grafikte gösterilmesi, 3-Yıllık halka genişliklerinin yarı-logaritmik olarak gösterilmesi 4-Yıllık halka serilerinin standart hale dönüştürülmesi (TRENARD, 1982; SCHWEINGRUBER, 1988). Bu araştırmada mutlak halka genişliklerinin bir grafikte gösterilmesi ve yıllık halka serilerinin standartlaştırılması yöntemi kullanılmıştır.

Mutlak halka genişliklerinin grafiğini, ölçüm sırasında TSAP programı vermektedir.

Ağaçların büyüme ve gelişmeleri ile çevresi arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle, yıllık halka oluşumları sırasında, ağacın yaşına, bulunduğu ortamın toprak koşullarına, bakısına, eğimine ve kapalılık durumuna göre yıllık halka genişliklerinde uzun dönem trendleri görülmektedir. Bu trendlerin ortadan kaldırılması ve kronolojilerin standart hale dönüştürülmesi gerekmektedir. TSAP programından elde edilen mutlak halka genişliklerinin grafiğine uygun regresyon eğrisi çizilerek standartlaştırma işlemine geçilmiş olur. Daha sonra indis değerleri elde edilir. İndis değerlerinin elde edilmesi için iki farklı yol vardır: Birincisi gerçek

değerlerin, regresyondan elde edilen değerlere bölünmesiyle, ikincisinde de gerçek değerlerden regresyondan elde edilen değerlerin çıkarılmasıyla indis değerleri elde edilmekte ve kronoloji standart hale dönüştürülmektedir (FRITTS, 1976; SCHWEINGRUBER, 1988; AKKEMİK, 2004).

$$I_t = \frac{W_t}{Y_t} \quad (\text{Bölme Yöntemi})$$

$$I_t = W_t - Y_t \quad (\text{Fark Yöntemi})$$

I_t = t yılındaki halka genişliği indisi

W_t = t yılındaki ölçülen yıllık halka genişliği

Y_t = regresyondan elde edilen t yılındaki değer

İndis değerleri kullanılarak çizilen kronolojilere standart kronolojiler denmektedir. Bu çalışmada standartlaştırma işlemi ARSTAN programı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.2.1. Otoregresif Modeller

Bir t yılındaki halkanın genişliği, t-1, t-2, t-3 ...t-k yıllarında oluşan halkalar tarafından etkilenmektedir. Yani t yılında oluşan halka ile önceki yıllardaki halkalar arasında bir otokorelasyon bulunmaktadır. Bu otokorelasyonun ortadan kaldırılması ve sadece t yılının etkilerinin yıllık halka serisi üzerinde görülebilmesi için, otoregresif modeller kullanılmaktadır. AR (Autoregressive Models) modeli, kronolojiyi oluşturan, yıllık halkaların otokorelasyon durumuna bağlı olarak AR(1), AR(2),...AR(k) kadar uygulamaktadır. Bu modelde, AR(1) uygulanması durumunda kronoloji sondan 1 halka, AR(2) uygulanmasında 2, AR(3) uygulanmasında 3 halka azalmaktadır. AR modelinin oluşturulmasından önce, ölçülen yıllık halka değerlerinin yukarıda açıklanan bölme veya fark yöntemlerinin biriyle standardize edilmesi gereklidir (AKKEMİK, 2004).

Dendrokronolojik çalışmalarda, bu amaçla geliştirilmiş olan ARSTAN programı kullanılmaktadır. ARSTAN programında, yıllık halka serileri girildikten sonra, yukarıda açıklanan tüm aşamaları, program otomatik olarak gerçekleştirmekte ve en uygun modeli kendisi oluşturmaktadır (AKKEMİK, 2004).

3.2.2.2. Grafiklerin Karşılaştırılması

Bireysel standart grafiklerin elde edilmesinden sonra, bu grafiklerin arasındaki benzerliklerin saptanmasında iki temel yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki, bir yıldan diğerine aynı yöndeki değişimlerin yüzdesini veren eğrilerin uyum yüzdesi, ikincisi de korelasyon katsayıları yöntemleridir (FRITTS, 1976; SCHWEINGRUBER, 1988; AKKEMİK, 2004). Araştırma sırasında her iki yöntem de kullanılmıştır.

Eğrilerin uyum yüzdesi (EUY), iki kronolojinin aynı yıllarda oluşan halkalarının yönleri ile ilişkilidir. Aynı yılda oluşan halkalar aynı yönde seyrediyorsa uyumlu, aksi yönlerde seyrediyorsa uyumsuz olarak değerlendirilmektedir. İki kronoloji arasında aynı yönde seyreden halkaların yüzdesi (EUY) şu şekilde hesaplanmaktadır (ECKSTEIN ve BAUCH, 1969; AKKEMİK, 2004):

$$\begin{aligned} A_i = (X_{i+1} - X_i) \text{ ise} \quad & A_i > 0; G_{ix} = +1/2 \\ & A_i = 0; G_{ix} = 0 \\ & A_i < 0; G_{ix} = -1/2 \end{aligned}$$

G_{ix} ; i yılındaki x grafiğinin bir sonraki yıldan, i yılının halka genişliğinin farkının yönünü göstermektedir.

Bu hesaplamalar diğer karşılaştırılacak kronolojiler için ayrı ayrı yapılarak aşağıdaki formül yardımıyla iki kronoloji arasındaki eğrilerin uyum yüzdesi hesaplanarak elde edilen değerlerin istatistiksel anlamlılığı denetlenir.

$$G_{x,y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} (G_{ix} + G_{iy})$$

$$^* 0,95 \text{ güven düzeyi için anlamlılık katsayısı} = 50 + \left[\frac{1.645 * 50}{\sqrt{n}} \right]$$

$$^{**} 0,99 \text{ güven düzeyi için anlamlılık katsayısı} = 50 + \left[\frac{2.326 * 50}{\sqrt{n}} \right]$$

$$^{***} 0,999 \text{ güven düzeyi için anlamlılık katsayısı} = 50 + \left[\frac{3.09 * 50}{\sqrt{n}} \right]$$

Grafikler arasında uyumun ortaya konulabilmesi için uygulanan ikinci yöntem ise korelasyon katsayılarıdır. Bu yöntemde iki grafik arasında doğrusal bir ilişkinin

olup olmadığı incelenmektedir. Katsayılar en çok +1 ve -1 değerlerini almaktadır; +1 mükemmel bir pozitif ilişkiyi, -1 de mükemmel bir ters ilişkiyi göstermektedir. Katsayıların 0 değerine yaklaşması, ilişkinin zayıfladığını yansıtmaktadır.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_t - m_x)(y_t - m_y)}{(n-1)S_x S_y}$$

Korelasyon katsayılarının istatistik olarak anlamlı olup olmadığı t testi uygulanarak denetlenmektedir (FRITTS, 1976; SCHWEINGRUBER, 1988; AKKEMİK, 2004).

$$t = |r| \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Bu çalışmada korelasyon katsayıları TSAP-WIN programında yapılmıştır.

3.2.2.3. Ana Kronolojilerin (Ortalama Kronoloji) Elde Edilmesi

Bir yöre, bölge veya daha büyük alanlardaki aynı tür ağaçların i yılındaki halka genişliklerinin ortalamalarının alınmasıyla tek bir ana kronoloji elde edilir (AKKEMİK, 2004). Ana kronolojilerin elde edilmesinde iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi, standart hale getirilmiş bireysel kronolojilere ait indis değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak yapılan aritmetik ortalama yöntemi, ikincisi ise Biweight Robust ortalama yöntemidir. Biweight Robust ortalama yöntemi ortalama kronolojilerin elde edilmesinde en fazla tercih edilen yöntemdir. Yıllık halkalarda meydana gelen anormal genişliklerin sebebinin iklim faktöründen başka nedenlere dayanmasından dolayı, bu geniş yıllık halkalar ortalama değerleri etkilemekte ve hem tarih belirlemede hem klimatolojik analizlerde zayıf ilişkiler ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu yüzden doğru ana kronolojinin oluşturulmasında bu yöntem kullanılır (COOK ve diğ, 1990; AKKEMİK, 2004).

$$\bar{I}_t^* = \sum_{j=1}^m w_t I_t$$

$$w_t = \left[1 - \left[\frac{I_t - \bar{I}_t^*}{cS_t^*} \right]^2 \right]^2 \text{ olduğunda}$$

$$\left[\frac{I_t - \bar{I}_t^*}{cS_t^*} \right]^2 < 1 \text{ olduğu zaman geçerli, aksi durumda 0 dir.}$$

Formüllerde; w_t : simetrik ağırlık fonksiyonu, I_t : t yılındaki halka genişliği, m: örnek sayısı, \bar{I}_t : t yılında örneklerin halka genişliklerinin ortalamasıdır. Formülde c genellikle 9 olarak kabul edilen bir katsayıdır. En son \bar{I}_t değerinin hesaplandığı iterasyona başlamak için, aritmetik ortalama veya medyan değeri başlangıç tahmini olarak kullanılır. Burada S_t^* standart sapmanın güçlü bir ölçümü olup, aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (COOK ve dig., 1990; AKKEMİK, 2004):

$$S_t^* = \text{medyan} \{|I_t - \bar{I}_t^*|\}$$

Uygulanması karmaşık ve zor olan yöntem, bu çalışmada ARSTAN programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.4. Duyarlılık Katsayıları

Bir bireyin genetik yapısını ifade eden genotipik gücün, fizyolojik gelişmelerin ve ekolojik faktörlerin ortak etkisiyle gelişen yıllık halkaların büyüme miktarları, her ortamda ve farklı ağaçlarda farklı oranlarda olabilmektedir. Ağacın bulunduğu alanda çevresel koşullara bağlı olarak yıllık halkalarda büyüme miktarı bazen fazla değişkenlik gösterebilir bazen de göstermeyebilir. Büyüme miktarında fazla değişkenlik gösteren yıllık halkalar yetişme ortamına duyarlı halkalardır ve bu değişkenlik büyük oranda çevresel koşullardan kaynaklanmaktadır (AKKEMİK, 2004).

Duyarlılık katsayıları şu şekilde hesaplanmaktadır (FRITTS, 1976; SCHWEINGRUBER, 1988):

$$ms_x = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^{t=n-1} \left| \frac{2(x_i - x_{i-1})}{x_i + x_{i-1}} \right|$$

ms_x = ortalama duyarlılık katsayısı

x_i = i yılındaki halka genişliği

x_{i-1} = i-1 yılındaki halka genişliği

n = yıllık halka sayısı

Bu çalışmada duyarlılık katsayıları ARSTAN programı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.2.5. Tüm Veriler İçinde Değerlendirilebilir Verinin Oranı (Signal-To-Noise Ratio)

İşaretin gürültüye oranı, yıllık halka kronoloji sayısına ve bu kronolojiler arasındaki ortalama korelasyon katsayılarına dayanarak, benzer etkilerden ne oranda etkilendiğini ortaya koymaktadır. Dendroklimatolojik çalışmalarda, bu değer yüksek bulunması, ağaçlar arasındaki korelasyon katsayılarının yüksek ve örnek sayısının yeterli olduğunu göstermekte ve böylece iklim etkilerinin daha iyi incelenebileceğini ortaya koymaktadır. Bu yöntemin uygulanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır (AKKEMİK, 2004):

$$SNR = t \frac{|r_{bt}|}{1 - |r_{bt}|}$$

SNR: İşaretin gürültüye oranı, t: ağaç sayısı ve r_{bt} : ağaçlar arasındaki korelasyon katsayılarının ortalaması.

Bu formül aşağıdaki şekilde de ifade edilmektedir.

$$SNR = n \cdot r_{ort} (1 - r_{ort})^{-1} \quad \text{yani}$$

$$SNR = \frac{n \cdot r_{ort}}{1 - r_{ort}}$$

n= ağaç sayısı (FELIKSIK VE WILCZYNSKI, 2009: 49-50).

Çevresel değişikliklerin araştırılmasında yıllık halkalar sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak belirli bir verinin (yani işaretin= signal), veri kirliliğinden (yani gürültü= noise) ayırt edilmesi zordur ve muallakta kalabilir. Buradaki belirli bir veri (yani signal-işaret) ağaç halkalarından elde edilen bilgidir. Veri kirliliği (yani gürültü-noise) ise, araştırılan problemle ilgili olmayan veridir. Yani bir araştırmacı halkalardan elde ettiği bilgileri A yönünden inceleyecektir. İşine yarayan bilgilerin tümü signal/işarettir. Geride kalan tüm veriler ise bu araştırmacı için gürültü/noise olur (COOK, 1987: 38).

3.2.3. Tepki Fonksiyonları

Varolan iklim verilerinin aynı dönemde meydana gelen yıllık halka genişlikleriyle benzerliklerinin incelenmesi tepki fonksiyonu yöntemiyle ortaya konulmaktadır. Dendroklimatolojik analizlerde en çok kullanılan ve en etkili yöntem,

tepki fonksiyonu yöntemidir. Değişkenler arasındaki korelasyondan kaynaklanan problemler, bağımsız değişkenlerin, öz vektörler veya ana bileşenler olarak ifade edilen, ortogonal (birbirine dik) ve birbiriyle ilişkisi olmayan yeni bir veri kümesine dönüştürülmesiyle ortadan kaldırılabilir. Tepki fonksiyonu yöntemiyle iklim değişkenleri ve yıllık halka genişlikleri arasındaki ilişkinin saptanması iki aşamada gerçekleşmektedir. Öncelikle, iklim değişkenlerinin ana bileşenleri belirlenmekte, daha sonra bu ana bileşenler kullanılarak tepki fonksiyonu katsayıları hesaplanmaktadır (FRITTS, 1976; AKKEMİK, 2004).

Ana bileşen analizi, öz vektörler olarak da ifade edilen ana bileşenler, bir veri kümesinden elde edilen, ortogonal (birbirlerine dik, birbiriyle ilişkisi olmayan) bir dizi değişkendir. Dendrokronolojik çalışmalarda ana bileşenler, iklim veri kümesinden veya yıllık halka veri kümesinden elde edilebilmektedir. Tepki fonksiyonu yardımıyla yıllık halkalar ve iklim arasındaki ilişki saptanırken iklim verileri bağımsız değişkenler olarak ele alınmakta, bu nedenle iklim verilerinin ana bileşenleri hesaplanmaktadır. Öz vektörler, orijinal iklim verilerini temsil etmekte ve orijinal veri kümesiyle aynı bilgiyi içermektedir. En önemli öz vektörler, ana bileşenler olarak ifade edilmekte ve veri varyansının (değişkenliğinin) büyük bir kısmı için hesaplanmaktadır. Önemsiz öz vektörler ise orijinal verideki düşük varyansları açıklamaktadır (FRITTS, 1976).

3.3.Haritaların Oluşturulması

Haritaların ve veri tabanlarının oluşturulması ile diğer analiz işlemleri CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) içerisinde değerlendirilmiştir. Bu anlamda eğim, SYM (Sayısal Yükseklik Modeli), bakı ve jeoloji haritaları oluşturulmuştur. Jeoloji haritası için Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün 1/500.000 ölçekli İstanbul paftası sayısallaştırılmıştır. SYM'nin (Sayısal Yükseklik Modeli) oluşturulmasında Astergdem verisi kullanılmıştır. Bu haritaların üzerine eklenen akarsuların, yerleşmelerin, göllerin ve nirengi noktalarının sayısallaştırılması için Harita Genel Komutanlığı'na ait H21, H22 ve İ21 pafta numaralı 1/100.000 ölçekli topografya haritaları dikkate alınmıştır. Toprak haritasının oluşturulmasında ise Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan 1/100.000 ölçekli Bursa toprak haritası altlık olarak kullanılmıştır.

4.Önceki Çalışmalar

Çalışma alanında bugüne kadar dendrokronoloji konusunda herhangi bir araştırma yapılmamıştır. Sahayla ilgili çalışmalar daha çok jeoloji, jeomorfoloji (glasiyal ve periglasiyal), bitki örtüsü ve iklim konularında yapılmıştır. İlk olarak bu başlıklar altında sahada yapılmış çalışmaların bazılarına değinilmiştir.

Arde1 (1944) “Uludağ morfolojik etüt” adlı çalışmasında Uludağ’ın Hersinyen yaşlı kuzeyden ve güneyden faylarla sınırlandığını Neojen sonlarındaki epirojenik hareketlerle de yükseldiğini ifade etmektedir.

Erinç (1948-1949) “ Uludağ üzerinde glasiyal morfoloji araştırmaları” adlı çalışmasında Uludağ üzerinde Pleistosen buzullaşmasının Anadolunun morfolojisi üzerinde etkilerini ve glasiyal şekillerin dağılışını belirlemek için Uludağ’ın zirveler bölgesinde bu çalışmayı yapmıştır. Kütle üzerinde glasiyal şekilleri meydana getiren sirk ve morenlerin gelişimi ve dağılışı hakkında bilgiler vermiştir.

Erinç (1957) “Uludağ’ın periglasiyal hakkında” adlı çalışmasında Uludağ’da 1900 metreden itibaren merdiven basamağı şeklinde girland toprakların geliştiğini, taş halkaları ile taş kümelerinden oluşan poligonal toprakların ve iki periglasiyal kuşağın (1900-2300 m’ler arasında yer alan saha ile 2300 m ve daha yükseklerde yer alan saha) varlığından söz etmektedir.

Ketin (1983) “Türkiye jeolojisine genel bir bakış” adlı eserinde kütlede yüksek derecede metamorfizmaya uğramış çekirdek konumundaki gnayslar, amfibolit ve şistleşmiş mermerler, düşük derecede metamorfizmaya uğramış yeşil şistler, fillit, yarı mermer ve kristalize kireç taşlarından meydana geldiğini ifade etmiştir.

Güngördü (1988) “ Uludağ ve çevresinin iklim ve bitki örtüsü özellikleri” adlı çalışmasında Uludağ’ın ve çevresinin iklim özellikleri ile bitki örtüsünün yayılışı hakkında bilgiler vermiştir. Yine bu çalışmada iklim özelliklerinin bitki örtüsü üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu çalışma alanı üzerinde ortaya koymuştur.

Yaltırak vd (2004) “Uludağ nasıl yükseliyor” adlı çalışmalarında kütlede jeolojik ve jeomorfolojik gelişimini belirleyen birçok sağ-sol yanal atımlı ve normal fayların bulunduğu ve Uludağ’ın oluşumu ve yükselmesinde 3 ana fayın etkili olduğundan söz etmişlerdir.

Öztürk (2009) “Uludağ’daki periglasiyal süreçlerin, periglasiyal yer şekillerinin ve bunları denetleyen etmenlerin incelenmesi” adlı yüksek lisans tezinde, Uludağ’ın alpin kuşağı üzerinde etkili olan periglasiyal süreçleri, bu süreçlere bağlı olarak gelişen periglasiyal yer şekillerini ve bunları denetleyen etmenleri, alanda nasıl bir iklimsel değişimin yaşandığını ve bu değişimin periglasiyal süreç ve şekilleri nasıl etkileyebileceğini araştırmış. Periglasiyal süreç ve şekillerin dağılışı, bodur ardıcın (*Juniperus communis subsp. nana*) yayılışı, mermer anakaya ve arazinin eğim özellikleri ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

4.1.Türkiye’de Dendrokronoloji ile İlgili Çalışmalara Genel Bir Bakış

Gassner ve Christiansen-Weniger (1942) “Anadolu çamlarında yıl halkaları gelişmesi üzerinde dendroklimatolojik araştırmalar” eseri Türkiye’de dendrokronoloji alanında yapılan ilk çalışmadır. Bu çalışmada Anadolu çamlarının yıllık halka gelişimlerine dayanarak kurak ve yağışlı yıllar belirlenmiştir. Bu araştırma 1948 yılında Kerim Ömer Çağlar tarafından Türkçe’ye çevrilmiştir.

Kuniholm (1977) “Gordion ve Anadolu Platosunda Dendrokronolojik Çalışmalar” isimli bir doktora tezi yapılmıştır. Bu tez ile 806 yıl uzunluğunda Ardıç kronolojisi oluşturulmuştur.

Ege Dendrokronoloji Projesi kapsamında Kuniholm ve ekibi tarafından dendrokronoloji çalışmalarının en kapsamlısı yapılmıştır. Proje; Türkiye, Yunanistan, İtalya, Yugoslavya ve diğer Balkan ülkelerini kapsamaktadır. Proje kapsamında meşe, ardıç, çam, sedir ve şimşir kronolojileri elde edilmiş, Koniferler için bazı boşluklar olsa da 7000 yıllık bir ana kronoloji oluşturulmuştur (**Kuniholm 1991, 1992, 1995a, 1995b, 1996**)

Aytuğ ve Kılıç (1993), “Contribution d’Une Étude Dendrochronologique à la Constatation de l’Âge du lac Sülük (Bolu)” adlı çalışmada Sülüklü gölün içerisinde dikili bir şekilde kuru olarak yer alan meşe ağaçlarından alınan örneklerle gölün 1702-1703 yılında heyelan sonucu oluştuğu belirlenmiştir.

Akkemik (1997), “Batı Akdeniz Bölgesi’nde Doğal Yetişen Karaçam ve Toros Göknarı Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar” adlı doktora tezinde bölgesel kronolojiler oluşturulmuş ve yıllık halka ile iklim arasında ilişkiler ortaya konmuştur.

Akkemik (2000a), “Dendrochronological investigations in two monumental *Pinus nigra* Arn. stands near Antalya (Turkey)” adlı çalışmada Alanya ve Cevizli çevresinden alınan karaçam örnekleriyle 417 yıl uzunluğunda bir ana kronoloji oluşturmuştur.

Akkemik (2000b), “Dendroclimatology of Umbrella pine (*Pinus pinea* L.) in Istanbul (Turkey)” çalışmasında İstanbul-Alemdağ’ da fıstık çamlarından alınan örneklerle yıllık halka gelişimleri ile sıcaklık ve yağış arasındaki ilişki ortaya konmuştur.

Akkemik (2000c), “Tree-ring chronology of *Abies cilicica* Carr. in the Western Mediterranean Region of Turkey and its response to climate” adını taşıyan çalışmada Toros dağlarında yayılış gösteren Toros göknarı için 1845-1999 yıllarını kapsayan ana kronoloji oluşturulmuştur.

Dağdeviren (2002), “Kazdağları’nda Doğal Yetişen Gymnosperm Taksonları Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar” adlı yüksek lisans tezinde Kazdağları’nda doğal yetişen bazı iğne yapraklı taksonlar için yöre kronolojileri oluşturulmuş, bu kronolojilerin iklime verdiği tepkiler incelenmiştir.

Touchan (2003), “Preliminary reconstruction of spring precipitation in southwestern Turkey from tree ring width” adlı çalışmada, Akdeniz bölgesinin son 700 yıllık Mayıs-Haziran yağışı ortaya konmuştur.

Akkemik (2004), “Dendrokronoloji: İlkeleri- Biyolojik Temelleri -Yöntemleri – Uygulama Alanları” adlı kitapta dendrokronolojinin temel ilkeleri, biyolojik temelleri, yöntemleri ve uygulama alanları açıklanmıştır.

Akkemik ve Aras (2005), “Reconstruction (1689-1994) of April August precipitation in southwestern part of central Turkey” adlı çalışmada Toros Dağları’ndan alınan karaçam örnekleriyle oluşturulan kronoloji kullanılarak, Konya Meteoroloji İstasyonunun 1689-1994 yıllarını kapsayan Mayıs-Ağustos dönemi yağış tahmini yapılmıştır. Çalışma ile, son 300 yıllık dönemde, kurak yılların en fazla 3 yıl süreli olduğu ve bunun da çok seyrek olduğu belirlenmiştir.

Touchan (2005), “Standardized precipitation index reconstructed from Turkish ring widths” adlı çalışmada ise 1251-1998 döneminde Batı Anadolu’yu da içine alan bölge için Mayıs-Haziran standart yağış indeksini (SPI) belirlemiştir.

Köse vd (2005), “Anadolu’nun iklim tarihinin son 500 yılı: Dendroklimatolojik ilk sonuçlar” adlı çalışmada Eskişehir ve Ankara civarındaki dört yöreden alınan örneklerle Eskişehir Meteoroloji İstasyonu Mayıs-Ağustos toplam yağışını tahmin etmişlerdir. 1757-2002 yıllarını kapsayan dönemde 3 yıl süreli kuraklığın bir kez (1878-80), 2 yıl süreli kuraklığın bir kez (1886-87) ve 1 yıl süreli kuraklığın yirmi üç kez yaşandığı belirlenmiştir.

Köse (2007), “Batı Anadolu’da İklim Değişkenliği ve Yıllık Halka Gelişimi” adlı doktora tezinde Karabük, Bolu, Kastamonu, Afyon, Denizli, Burdur, Ankara ve Eskişehir’den aldığı karaçam örneklerinin yıllık halka genişlikleri ile sıcaklık ve yağış verileri arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak Batı Anadolu için kurak ve yağışlı yılları belirlemiştir. Sonuç olarak bölgenin tamamında 1794, 1887 ve 1893 yıllarının aşırı kurak, 1835, 1876, 1881 ve 1901 yıllarında aşırı yağışlı geçtiği; 1788, 1795, 1827 ve 1919 yıllarının daha çok Batı Anadolu’nun güney ve iç kısımlarında yağışlı geçtiğini vurgulamaktadır.

Avcı (2004), “Çatalağzı Termik Santralinin Yarattığı Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri” adlı projede ağaçlardan alınan artım kalemleri ile ilgili verilerin değerlendirilmesiyle, ÇATES’in bitkilerin gelişmesine negatif etkileri konusunda üzerinde durulması gereken ilişkilerin bulunduğunu vurgulamaktadır. Kullanılan kömürün niteliği ve sahanın rüzgâr koşulları santralin olumsuz etkilerini azaltıyor görünse de yıllık halka genişliklerindeki daralmalara dikkat çekmektedir.

Avcı’nın (2007), “Coğrafyacılar için Dendrokronoloji” adlı kitabı coğrafya alanında yazılmış ilk ve tek Türkçe kitaptır. Bu eserde dendrokronolojinin özellikle fiziki coğrafya alanında uygulama alanlarına değinilmektedir.

Avcı (2007), “Dendrokronoloji ve Coğrafyacıların Kuvaterner Çalışmaları Açısından Önemi” adlı yayında dendrokronoloji yönteminin, coğrafyacıların Kuvaterner çalışmalarına yaptığı katkı üzerinde durulmuştur.

Akkemik vd. (2008), Türkiye’de dendrokronolojinin akarsuların akım miktarları ile ilişkilendirildiği örnek bir çalışma olduğu görülmektedir.

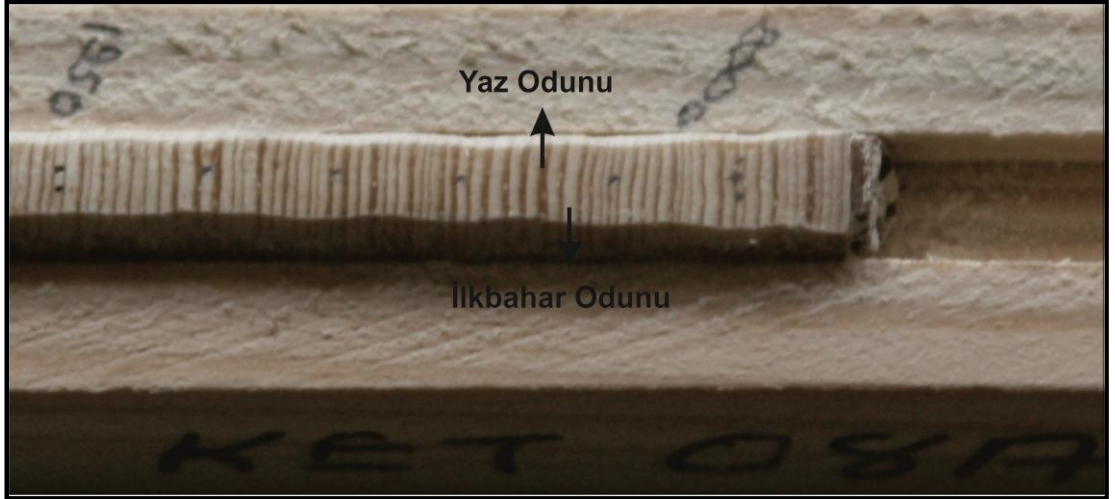
Yine Türkiye’de çığ çalışmalarına örnek olarak da son dönemde yayınlanan **Köse vd.’nin (2010)** çalışmasını belirtmek mümkündür.

Bütün bu çalışmalar değerlendirildiğinde, doğrudan çalışma alanımızı dendrokronolojik yöntem kullanılarak iklim bakımından ele alan bir çalışma olmadığı

dikkat çeker. Bu durum ve üzerinde yaşı ağaçların da bulunma olasılığı bizi bu saha üzerinde çalışmaya yöneltilmiştir.

1.BÖLÜM: YILLIK HALKA GENİŞLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE MODELLER

Yıllık halkalar, kambiyum tabakasının bir vejetasyon dönemi içerisindeki faaliyeti sonucunda oluşan yıllık odun kısımlarıdır. Ilıman iklim kuşağında normal koşullarda her yıl bir halka oluşmaktadır. Tropikal iklim kuşağında kambiyum yıl boyu faaliyette olmakla beraber fazla belirgin olmayan bir durağan dönem geçirmektedir. Bu nedenle halka sınırları belirgin değildir. Buna karşılık vejetasyon döneminin kesintiye uğradığı iklim bölgelerinde farklı tonlarda ağaç halkaları oluşmaktadır. Bir koyu ve bir açık yıllık halka bir seneyi göstermektedir. Koyu renkte olan halka yaz odunu açık renkte olan ise bahar odunudur (AKKEMİK, 2004; Şekil 4).



Şekil 4: Yıllık halkalar

Yıllık halka genişliği başta genetik yapı olmak üzere, çok sayıda faktör tarafından etkilenmektedir. Bu faktörleri dört ana grup altında toplamak mümkündür: 1) Fizyolojik faktörler (karbonhidratlar, mineral maddeler, bitkisel hormonlar vb.); 2) Bir yıldan diğerine değişen iklim faktörleri (sıcaklık, yağış, rüzgâr vb.); 3) Yıldan yıla değişmeyen fizyografik (bakı, denizden yükseklik, eğim vb.) ve edafik (toprak özellikleri) faktörler; 4) Doğal olmayan faktörler (yaralama, budama, gübreleme ve en önemlisi de hava kirliliği) (AKKEMİK, 2004).

Yıllık halka genişliği üzerinde yağış ve sıcaklık önemli bir etkiye sahiptir. Ayrıca sıcaklık ve yağış değerlerinin sayısal olarak ifade edilebiliyor olması, yıllık halka genişlikleriyle aralarındaki ilişkinin ortaya konmasını sağlamaktadır. Benzer iklim koşullarının etkisi altında yetişen ağaçlar, iklimde meydana gelen değişimlere benzer tepkiyi vermektedirler. Buna bağlı olarak ağaçların yıllık halka genişlikleri bir yıldan diğerine aynı yönde seyretmektedir. Yıllık halkaların bu özelliği, dendrokronoloji bilim dalının temelini oluşturmaktadır (DAĞDEVİREN ve diğ., 2004).

1.1. Sıcaklığın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi

Sıcaklık, bitkilerin hayatında önemli rol oynayan fizyolojik faktörlerden birisidir. Bütün bitkilerin yaşamları için sıcaklık önemli olan bir iklim elemanıdır. Bitkiler, yaşamlarını sürdürebilmesi için belirli bir sıcaklık derecelerine ihtiyaç duyarlar. Sıcaklık şartları bitki türlerinin ve topluluklarının dağılışı alanlarını etkileyen veya belirleyen bir faktördür (ERİNÇ, 1977: 22; DÖNMEZ, 1985 ve AVCI, 1998: 143).

Sıcaklık ağaçlarda çap artımı üzerinde farklı dönemlerde farklı şekillerde etkili olmaktadır. Yüksek sıcaklıklar kambiyum faaliyetinin başladığı ilkbaharda ve durma dönemi olan sonbaharda olumlu yönde etki yaparken, yaz aylarında düşük yağış ve kuraklık nedeni olduğundan olumsuz yönde etki yapmaktadır. Buna karşın yüksek yetiştirme ortamlarında ve yağış probleminin olmadığı alanlarda yaz aylarındaki yüksek sıcaklıkların olumlu yönde etkisi bulunmaktadır. Sıcaklığın etkisi ağaçların bulunduğu ortamın şartlarına göre değişmektedir. Yüksek sıcaklıklar, bir türün alt yetiştirme ortamlarında kuraklığa ve halkaların dar olmasına sebep olurken (negatif etki), aynı türün üst yetiştirme sınırında pozitif bir etkiye sahiptir. Ayrıca bitkilerin tam anlamıyla gelişimini sağladığı vejetasyon dönemi ne kadar uzun olursa yıllık halka genişliği de o oranda fazla olacaktır (AKKEMİK, 2004).

Ilıman kuşakta yetiştirme devresi, ilkbaharda başlamakta ve sonbaharda son bulmaktadır. Bu alanlarda yayılışı gösteren odunsu bitkilerin, sıcaklığa bağlı olarak ilkbaharda büyüme ve gelişmeleri başlar, sonbaharda ise düşük sıcaklıklar nedeniyle büyümeleri durur. Sıcaklık büyümenin başladığı ilk devrede önemli bir etkiye sahiptir. Yetiştirme devresinin başlangıcı olan ilkbaharda sıcaklıkların yüksek olması ve toprağın suya doygunluğundan dolayı yetiştirme devresi erken başlar bundan dolayı bitkiler uzun bir büyüme dönemi geçirmektedir. Aynı şekilde sonbahar aylarında sıcaklıkların yüksek olması da büyüme döneminin uzamasına neden

olmakta ve daha fazla büyümeyi sağlamaktadır. Yaz aylarında yüksek sıcaklıklar kuraklığa sebep olduğundan yıllık halkaların gelişimi üzerinde olumsuz etki yapmaktadır (SCHWEINGRUBER, 1996'ya atfen AKKEMİK, 2004).

Sıcaklık, diğer önemli bir iklim değişkeni olan yağışla beraber fakat tersi yönde etki yapan önemli bir faktördür. Sıcaklık, ağaçların büyüme ve gelişmesini doğrudan etkileyen bir ekolojik faktördür. Ağaçların büyüme ve gelişmesinde yaşanan fizyolojik süreçlerin büyük bir kısmında (suyun alınması, iletilmesi, solunum, transpirasyon, hücre bölünmesi ve genişlemesi gibi), faaliyetin hızını ve miktarını doğrudan etkilemektedir (AKKEMİK, 2004).

Ağaç gelişiminde sıcaklığın etkisi, yetiştirme yerine, mevsime ve ağaçların özelliklerine göre değişmektedir. Hem yüksek, hem de düşük sıcaklıklar ağaç gelişiminde farklı şekillerde etkili olmaktadır. Üst kuşaklarda da yüksek sıcaklıklar ağaç gelişimini hızlandırırken, alt kuşaklarda da olumsuz yönde etki yapmaktadır. Benzer şekilde ilkbaharda yüksek sıcaklıklar büyüme ve gelişmeyi hızlandırırken, yazın engelleyici yönde etki yapmaktadır. Bundan dolayı, sıcaklığın etkisi yağışla beraber ve ters yönlü olduğundan oldukça karmaşıktır (AKKEMİK, 2004).

1.2.Yağışın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi

Yağış şartlarına bağlı olarak değişen, topraktaki suyun miktarı ağaçların gelişimi ve yıllık halka genişliği üzerinde de etkilidir. Toprak suyunun azalmasına bağlı olarak ağaçlarda da su noksanlığı ortaya çıkar. Su noksanlığının ağaçlar üzerinde etkisi ağacın yetiştiği ortama göre değişkenlik gösterir. Kurak ortam ağaçları su noksanlığına dayanıklı olurken, nemli iklim bölgelerinde yetişen ağaçlar su noksanlığına dayanıksızdır. Su, kamyum hücrelerinin bölünmesi, floem ve ksilem ana hücrelerinin farklılaşması ve genişlemesi aşamasında hücre boyutlarını ve sayılarını etkilemektedir. Yıllık olarak üretilen ksilem miktarı, yaz odunu oluşumu ve süresi, dokularda bulunan su miktarı ile değişmektedir (FRITTS, 1976; AKKEMİK, 2004).

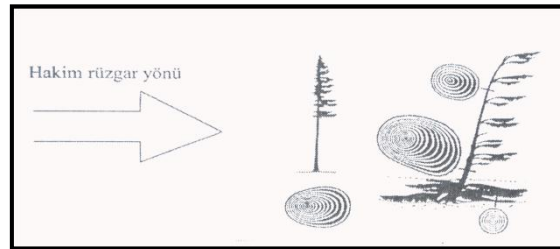
Alt kuşaklarda, düşük yağış büyümeyi doğrudan sınırlandırmaktadır; yağışın az olduğu dönemlerde sıcaklık fazla olduğu zaman, kuraklık etkisi ortaya çıkmakta ve yıllık halka gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Yağışın dolaylı veya doğrudan halka gelişimi üzerine yaptığı etkiyi incelemek için ormanın alt sınırlarından örnek alınması daha güvenilir sonuçlar vermektedir; buna karşılık,

yağışların yüksek olması güneşli ve sıcak günlerin daha az olmasına, başka bir deyişle, düşük sıcaklığa neden olduğundan sınırlayıcı bir etkisi bulunmaktadır (AKKEMİK, 2004).

Yıl içerisinde özellikle vejetasyon döneminin başlangıcında, toprakta genellikle yeterli miktarda su bulunduğundan, yüksek ve uzun süreli yağışların güneşlenmeyi ve bir miktar sıcaklığı düşürmesinden dolayı olumsuz etkisi vardır. Ülkemizin çok nemli yöreleri dışında, yaz aylarında yağışın azalması ve dolayısıyla topraktaki alınabilir su miktarının minimum seviyeye düşmesiyle yağışın önemi artmaktadır. Bu dönemde toprağa inen her yağış damlası, bitki kökleri tarafından alınmaya çalışıldığından yağış miktarı ile halka gelişimi arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Genel olarak yağışın yüksek olduğu yıllarda halkalar geniş, düşük olduğu yıllarda ise dar olmaktadır (AKKEMİK, 2004).

1.3.Rüzgârın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi

Yıllık halkalar üzerinde etkili olan iklim elemanlarından bir diğeri de rüzgârdır. Halkalar üzerinde rüzgârın etkisi, şiddetine, ormanın sıklığı ve seyrekliğine, yer şekillerine ve ağaç türlerine göre değişmektedir. Rüzgâr, ağaçlar üzerinde meydana gelen transpirasyon (terleme) üzerinde etkilidir. Terleme ile meydana gelen su kaybı rüzgâr etkisiyle artmakta buna bağlı olarak ağacın gelişimi yavaşlamaktadır. Rüzgârın ağaçlar üzerinde yaptığı etki, ağacın tepe noktasında, gövdenin alt kısımlarından daha fazla olacaktır. Özellikle eğimli ve rüzgâra açık olan araziler üzerinde bulunan ağaçlarda, rüzgârın devamlı ve tek yönlü etkisiyle tepe kısımlarının rüzgâr yönünün ters tarafına doğru yatmakta ve bayrak oluşumu diye adlandırılan bir şekil meydana gelmektedir. Ayrıca rüzgâr gövde de eğilmeye de neden olabilir. Eğilmenin en fazla olduğu yerlerde basınç odunu ve kalınlaşma meydana gelir (ERİNÇ, 1977: 31; AVCI, 1998a: 188; AKKEMİK, 2004: 72-74; Şekil 5).



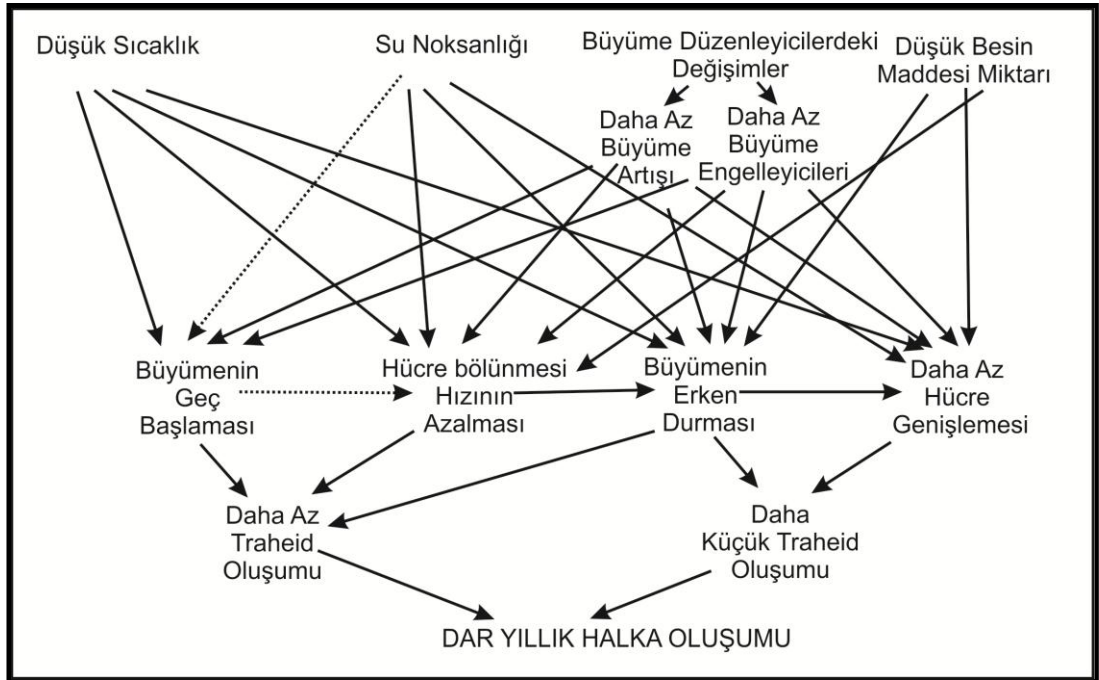
Şekil 5: Rüzgârın Etkisiyle Meydana Gelen Basınç Odunu (SCHWEINGRUBER, 1996).

1.4.Yıllık Halka Genişliği ve Etkili Faktörler Arasındaki İlişkilerin Modelleri

Fritts, (1976) tarafından, ağaç gelişimini etkileyen en önemli faktörlerden iklim ile ağaç gelişimi arasındaki ilişkileri daha basit ve çarpıcı bir şekilde yansıtmak için değişik koşullara uygun modeller oluşturulmuştur.

1.4.1.Yıllık Halka Genişliğini Etkileyen Faktörler İçin Genel Bir Model

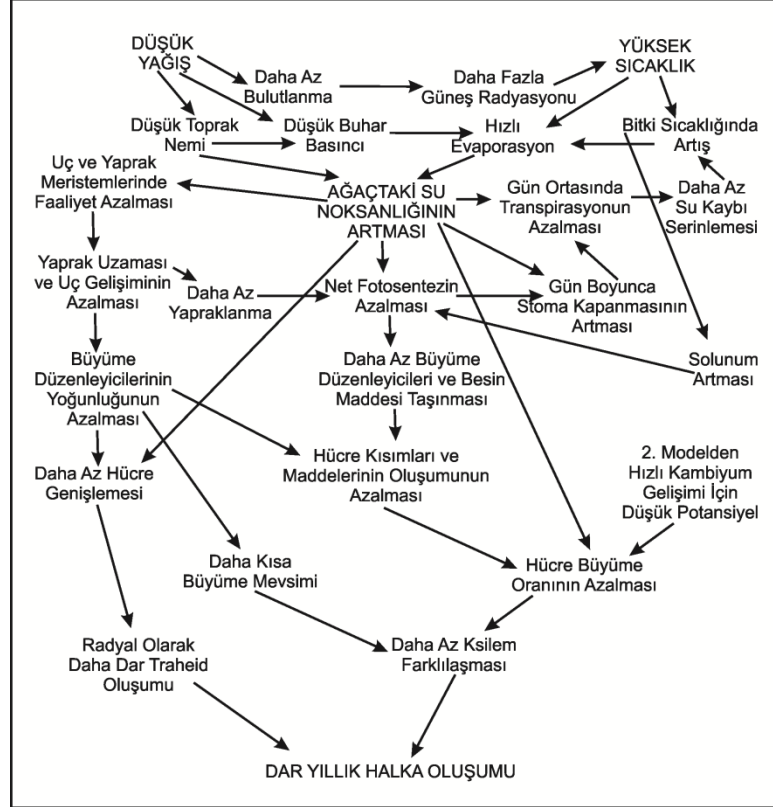
Yıllık halkaları oluşturan kambiyum tabakasının faaliyetini sınırlayan bir faktör, büyümeyi dolayısıyla yıllık halka gelişimini de etkilemektedir. Buna bağlı olarak oluşturulan ilk modelde dikkate alınabilecek dört önemli faktör vardır. Bunlar; büyümekte olan dokuların sıcaklığı, dokulardaki su noksanlığı, büyüme düzenleyici maddelerin yoğunluğu ile besin maddelerinin miktarıdır. Bu ana faktörler içerisinde herhangi birinin sınırlayıcı özellik kazanması, büyüme periyodunun, hücre bölünmesinin ve hücre genişlemesinin başlangıç ve bitiş zamanlarını etkileyebilir. Böylece yıllık halka genişliği de etkilenebilir (FRITTS, 1976; Şekil 6)



Şekil 6: Kambiyum faaliyeti ve halka genişliğini etkileyen faktörlere ilişkin bir model (FRITTS, 1976)

1.4.2. Birinci Model: Büyüme Dönemindeki Düşük Yağış ve Yüksek Sıcaklığın Etkisiyle Dar Yıllık Halka Oluşumu

Bu model kambiyum tabakasının aktif olduğu dönemi kapsamaktadır. Düşük yağışlar, su absorpsiyon oranının düşmesine neden olan düşük toprak neminin meydana gelmesine neden olur. Yüksek sıcaklıkların özellikle de yaz kuraklığının ağaç büyümesi üzerindeki olumsuz etkisi bilinmektedir. Bu durum hücre bölünmesini ve büyümesini sınırlandırmaktadır (FRITTS, 1976: 229). Dolayısıyla yüksek sıcaklıklar potansiyel su noksanını artırarak hızlı su kaybına yol açar (FRITTS, 1976: 233). Modelin sol kısmında kambiyum faaliyetini etkileyen faktörlerin etkileri açıklanır. Artan su baskısı, meristemlerdeki faaliyetleri sınırlar; hatta, büyüme artırıcı maddelerin oranını daha da azaltır (buna karşılık büyüme engelleyicilerin oranı artar) ve böylece ana gövdedeki kambiyum faaliyetini de azaltır. Ağaçtaki büyüme mevsiminin uzunluğu su noksanlığının sonucu olarak kısalmaktadır. Aynı zamanda büyüme düzenleyicileri, madde iletimi ve bunların kullanımının etkileri de modelde gösterilmiştir (FRITTS, 1976; AKKEMİK, 2004; Şekil 7).

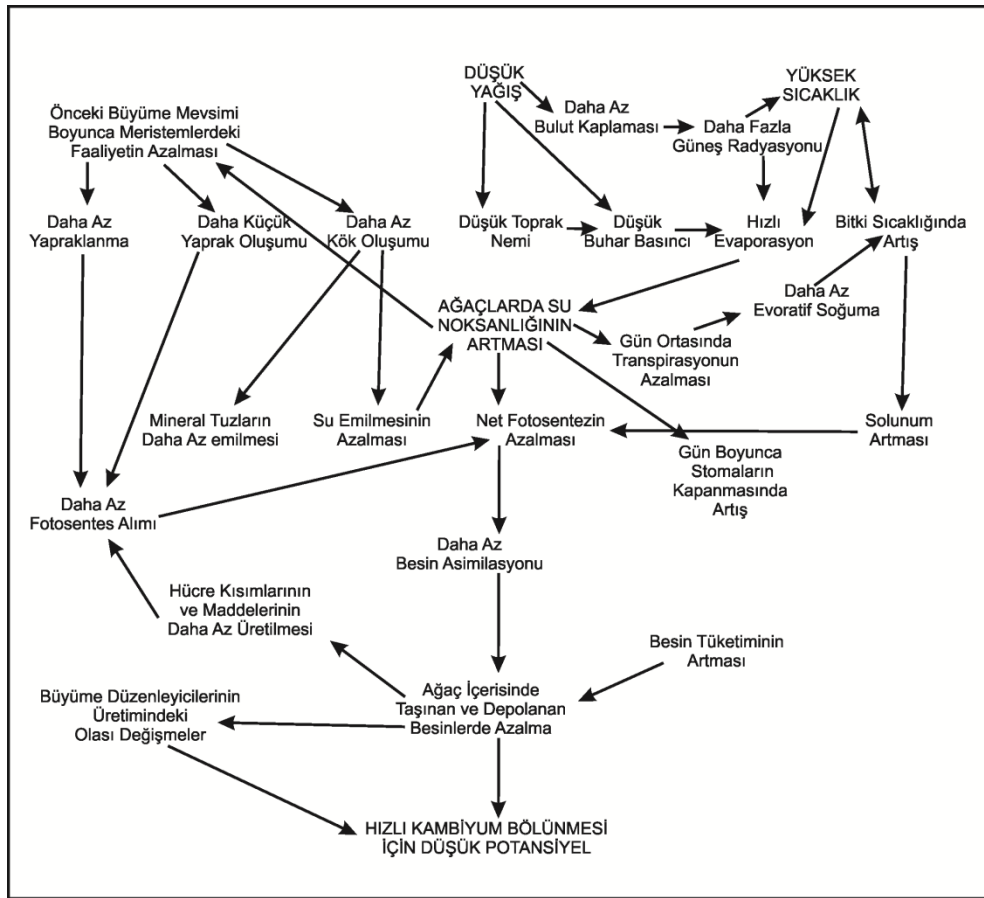


Şekil 7: Büyüme dönemindeki düşük yağış ve yüksek sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen olaylar ve dar yıllık halka oluşumu (FRITTS, 1976).

1.4.3.İkinci Model: Önceki Dönemdeki Düşük Yağış ve Yüksek Sıcaklığın Etkisiyle Sonraki Yılda Kambiyum Faaliyetinin Düşmesi

Bu model yıllık halka gelişimi üzerinde önceki yılın iklimi ile büyüme ve gelişmenin buna tepkisini içermektedir. Bu model, özellikle alt orman sınırındaki kurak yetişme ortamı iğne yapraklıları için en uygun olanıdır.

Önceki yıl yaşanan su noksanlığı, daha az sayıda ve küçük boyutlarda yaprakların, tomurcukların ve köklerin oluşmasına neden olabilir. Bu, ağaçların toplam fotosentezi ve emilim yapan yüzeylerin miktarı azalır. Elverişli iklim koşulları meydana geldiğinde bile fazla su absorbe edemez ve daha az fotosentez yapar. Böylece önceki yıl boyunca ve büyüme periyodunda yaşanan iklim koşulları, yıllık halka genişliğini etkiler (FRITTS, 1976; AKKEMİK, 2004; Şekil 8).



Şekil 8: Önceki yağış dönemindeki düşük yağışlar ve yüksek sıcaklıklara bağlı olarak sonraki büyüme döneminde meydana gelen kambiyum bölünmesinin miktarı. Yukarıdaki sonuçlara göre izleyen yıldaki halka genişliği dar olacaktır (FRITTS, 1976).

2.BÖLÜM: ULUDAĞ'IN GENEL FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

Bu başlık altında çalışma alanı ve yakın çevresinin genel olarak fiziki coğrafya özellikleri ele alınacaktır. Burada jeolojik ve jeomorfolojik özellikler, toprak özellikleri ve bitki örtüsü özellikleri bitki örtüsünü ilgilendirdiği ölçüde değerlendirilmiş, hidrografyayla ilişkisi kurulmadığı için metinde yer verilmemiştir. Buna karşılık çalışma konusunu doğrudan ilgilendiren iklim özellikleri ayrı bir başlık altında değerlendirilmiştir.

2.1. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikler

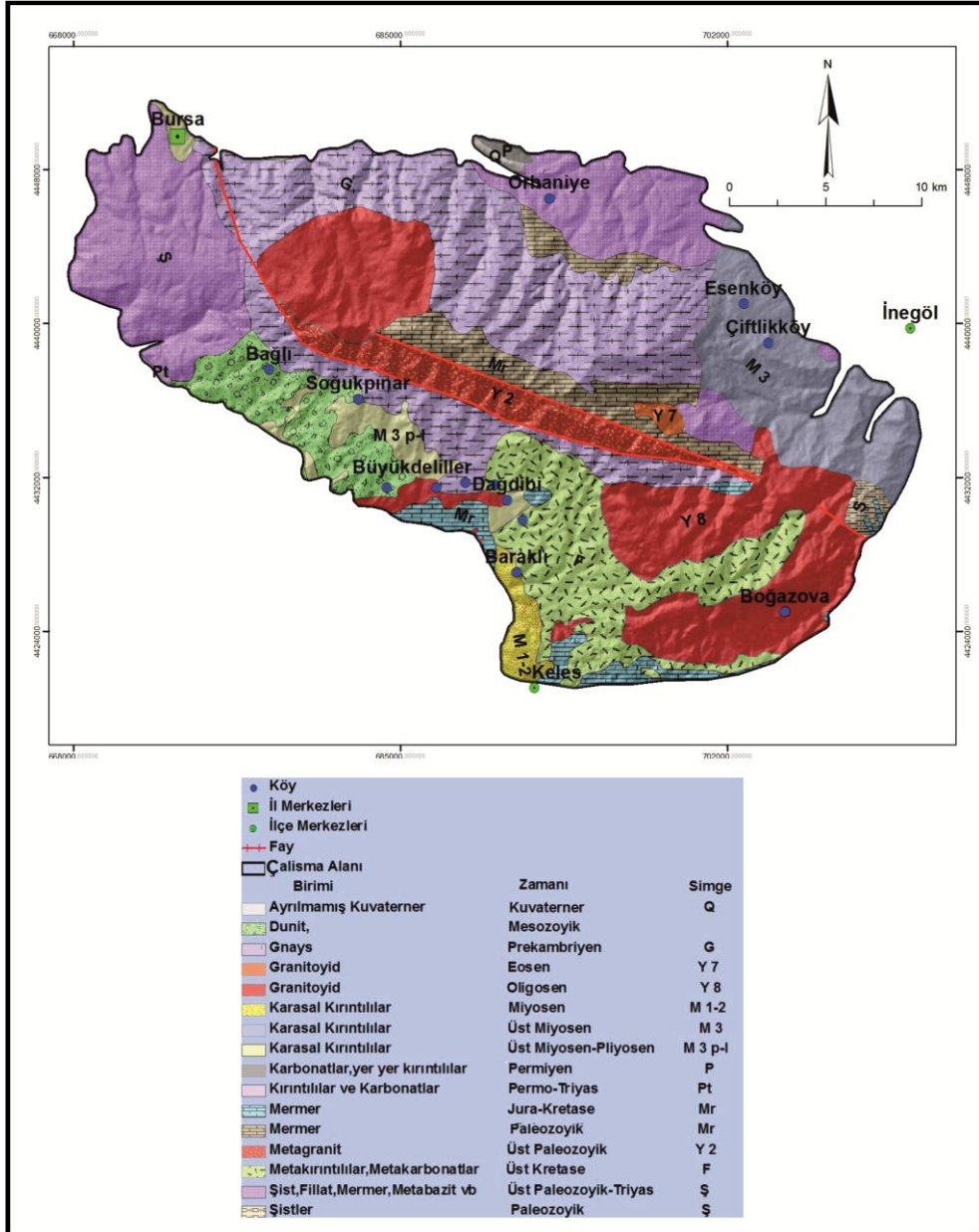
Kuzeyden ve güneyden faylarla sınırlanmış Hersinyen yaşlı bir dağ olan Uludağ, Neojen sonlarındaki epirojenik hareketlerle yükselmiştir (ARDEL, 1944). Kuzeyde Permian, doğu ve güneyde Neojen sedimentleri tarafından örtülen Uludağ'ın merkezi kesiminde farklı derecelerde başkalaşım geçirmiş metamorfik seriler, bunların içerisine sokulmuş granodiyorit plütunu masifin temel yapısını oluşturmaktadır. Granodiyorit plütunu kütle içerisinde doğu-batı yönünde 14 km uzunluğa, kuzey-güney yönünde 7 km genişliğe sahiptir (ATALAY, 1982; KETİN, 1983; UZUN, 1995).

Kütleyi oluşturan başlıca jeolojik birimler yüksek derecede metamorfizmaya uğramış çekirdek konumundaki gnayslar, amfibolit ve şistleşmiş mermerler, düşük derecede metamorfizmaya uğramış yeşil şistler, fillit, yarı mermer ve kristalize kireç taşlarıdır (KETİN, 1983 ve Şekil 10).

Kütlenin jeolojik ve jeomorfolojik gelişimini belirleyen birçok sağ-sol yanal atılımlı ve normal faylar bulunmaktadır. Bunun yanında Uludağ'ın oluşumu ve yükselmesinde 3 ana fay etkili olmuştur. Bunlar kuzeyden normal bileşimli 40°-43° eğime sahip doğu-batı doğrultulu Bursa Fayı, kuzeydoğu cephesinden 34° eğime sahip kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu Deliçay-Cerrah Fayı ve Uludağ zirve çizgisinin güneybatısında yer alan 25°-45° değişen eğimlere sahip Soğukpınar Fayı'dır (YALTIRAK vd, 2004).

Uludağ, Ardel'in 1944'de belirttiği gibi Neojen sonlarında epirojenik hareketlerle yükselmiştir. Jeolojik geçmişinin çok eskiye dayanması ve farklı jeolojik

birimlerden oluşmasının yanı sıra farklı iklim koşullarının etkisi altında kalması kütle üzerinde jeomorfolojik süreçleri etkilemiş ve topografya şekillerini çeşitlendirmiştir.



Şekil 10: Uludağ'ın jeloji haritası (MTA, 1964)

Uludağ'ın zirve kesimi tam ortada olmayıp güneye daha yakındır. Bu nedenle kütle üzerindeki güney yamaçları daha eğimlidir. Kütle üzerinde rastlanan Pleistosen'e ait glasyal izler yanında periglasyal şekiller de görmek mümkündür. Zirve hattından Bursa ovasına doğru olan kuzey yamaçlar taraçalar halinde ovaya doğru inmektedir (ERİNÇ, 1948-1949).

Bunlarda birisi olan zirveler düzlüğü Uludağ üzerinde yer alan aşınım düzlüklerinin en yüksekte kalanıdır. Bu düzlük yükseltisi 2400-2450 metre arasında değişen hafif dalgalı bir topografya ya sahiptir. Üzerinde yükseltisi 50 ile 70 metre arasında değişen tepeler bulunmaktadır. Bu düzlüğün genel eğimi güneybatıya doğru olup eğim daha çok güney yamaçlara doğru artmaktadır (ERİNÇ, 1948-1949).

Zirve düzlüğü mermer tabakalarından oluşan bir aşınım yüzeyidir. Bu tabakalar daha çok güneye doğru uzanır ve güney yamaçlarda karstik şekiller daha fazladır. Yaygın olan karstik şekilleri lapyalar ve dolinlerdir (ARDEL, 1944).

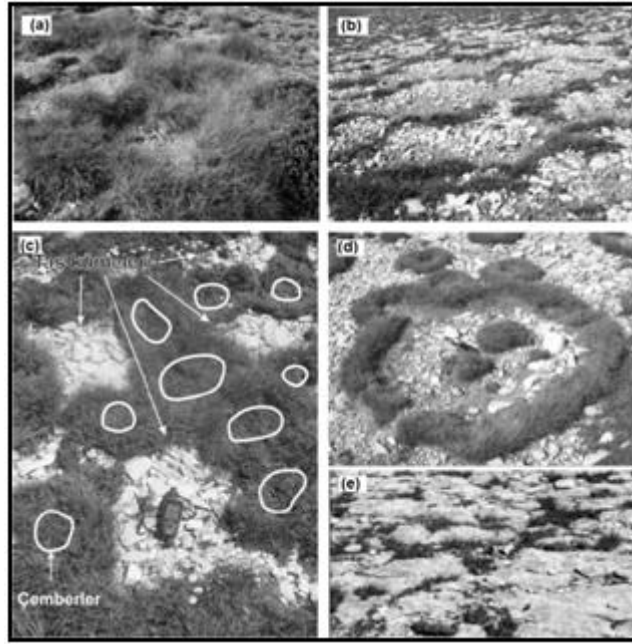
Bir diğer taraça Erinç tarafından yüksek yaylalar düzlüğü olarak da tanımlanan sahadır. Zirve düzlüğü kuzeye doğru 2000 metre yükseltiye sahip ikinci bir aşınım yüzeyine ulaşır. Mermer ve granitin kontak noktasına denk gelen bu alan sirklerle ve moren depolarıyla örtülmüştür. Yükseltisi 2000 metre civarında olan bu satih batıya doğru alçalarak uzanır ve 1600 metreye kadar iner. Burada granit topografyasına ait şekiller görmek mümkündür (Foto 8). Yaylalar düzlüğü 1000 metre civarında diğer bir düzlüğe ulaşır ve Bursa ovasının güney kenarına kadar uzanır (ERİNÇ, 1948-1949).

Glasiyeleri, kristalleşmiş kardan oluşan ve özel bir akış hareketi sunan buz kütleleri olarak tanımlamak mümkündür. Glasiyelerin yayılış sahaları, oluşumları, rejimleri, saha ve kalınlık bakımından uğradıkları değişiklikler iklim koşullarına bağlıdır (ERİNÇ, 2001). Kütle üzerinde rastlanan Pleistosen'e ait glasiyal izler, zirve düzlüğü ile yüksek yaylalar düzlüğü arasında kuzeybatıdan güneydoğuya doğru uzanan kesimde meydana gelmiş sirklerden ve morenlerden ibarettir (ERİNÇ, 1948-1949).

Sirklerin bugünkü görünümü üç farklı şekildedir: a) Mermerler içerisinde kalan ve tabanı mermer döküntülerinden oluştuğu için su tutamayan ve mermer döküntülerinin erimesinden dolayı derinleşmeye devam eden sirkler; b) Su tutma özelliğine sahip ve tabanında göllerin bulunduğu sirkler; c) Granitik kütle içinde kalıp tabanı alüvyonla dolu olan sirkler. Morenler ise cephe ve yan moren setleri şeklinde kütle üzerinde meydana gelmişlerdir (ÖZTÜRK, 2009)

Uludağ üzerinde glasiyal şekillerin dışında periglasiyal şekiller de görmek mümkündür. Bu şekillerden en yaygın olanı 1900 metreden zirve kesimindeki düzlüklere kadar uzanan gırland topraklarıdır. Bu topraklar saha üzerinde eğimli alanlarda görülmektedir. Daha az eğimli ve düze yakın alanlarda ise poligonal

topraklar görülür ve bu toprakların meydana gelmesi genellikle taş kümeleri ve taş halkaları şeklinde olur (ERİNÇ, 1948–1949, 1957). Ayrıca yamaç döküntüleri ve kaya buzulları ile taş kaldırımlar Uludağ'ın zirveler kesimindeki diğer periglasiyal şekillerdir (TÜRKEŞ VE ÖZTÜRK, 2008 ve Şekil 11)



Şekil 11: a ve b) girlandlar c) taş Kümeleri d) çemberler (ÖZTÜRK, 2009).

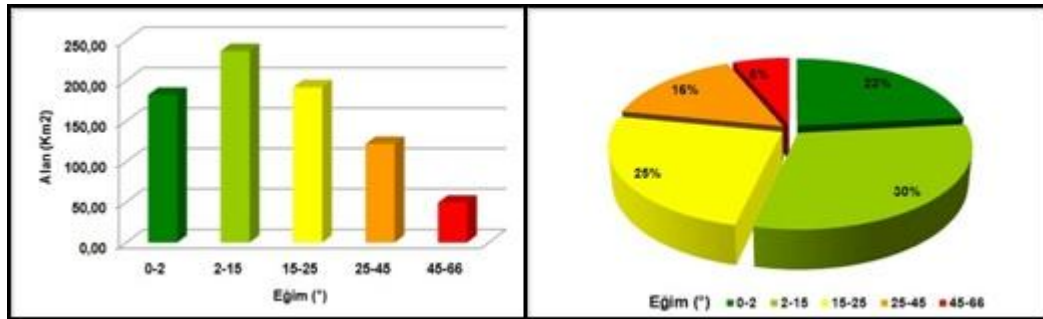


Foto 8: Granit üzerinde bloklu çözülme şekilleri ve ön planda cüce ardıç (*Juniperus nana*) toplulukları

2.2. Eğim Özellikleri

Eğim; belli bir yatay uzaklıkta bulunan iki nokta arasındaki yükselti farkıdır (BİLGİN, 2001). Eğim, arazideki yetiştirme ortamlarının güneşlenme şiddetini ve süresini, yüzeysel akışın şiddetini ve buna bağlı olarak erozyon durumunu, toprağın derinliğini etkilemektedir. Sonuç olarak eğim faktörü bir yetiştirme ortamında verimliliği ve ağacın gelişmesini etkileyen faktörlerden biridir (ÇEPEL, 1988). Eğimli arazilerde eğim değerlerine bağlı olarak ağacın gövdesinin alt kısmında kalınlaşma meydana gelir. Gövdenin toprağa yakın kısmında kambiyum hücreleri daha fazla bölünmektedir. Bundan dolayı yüksek eğim değerlerine sahip arazilerde bazen gövde tabanları çok geniş ve üst kısımlarda çok dar olmaktadır. Eğim miktarının fazla olduğu yerlerde toprak kalınlığının ve toprakta tutulan suyun az olması, ağaç gelişimi üzerinde sınırlayıcı faktördür. Dendroklimatolojik çalışmalarda, eğimli alanlarda bulunan ağaçlar önemli sonuçlar vermektedir (AKKEMİK, 2004).

Eğim haritası Astergdem (30x30) verisinden üretilmiştir. Eğim değerleri derece cinsindedir. Çalışma alanının eğim sınıflaması Verstappen, 1983 baz alınarak yapılmıştır (VERSTAPPEN, 1983).



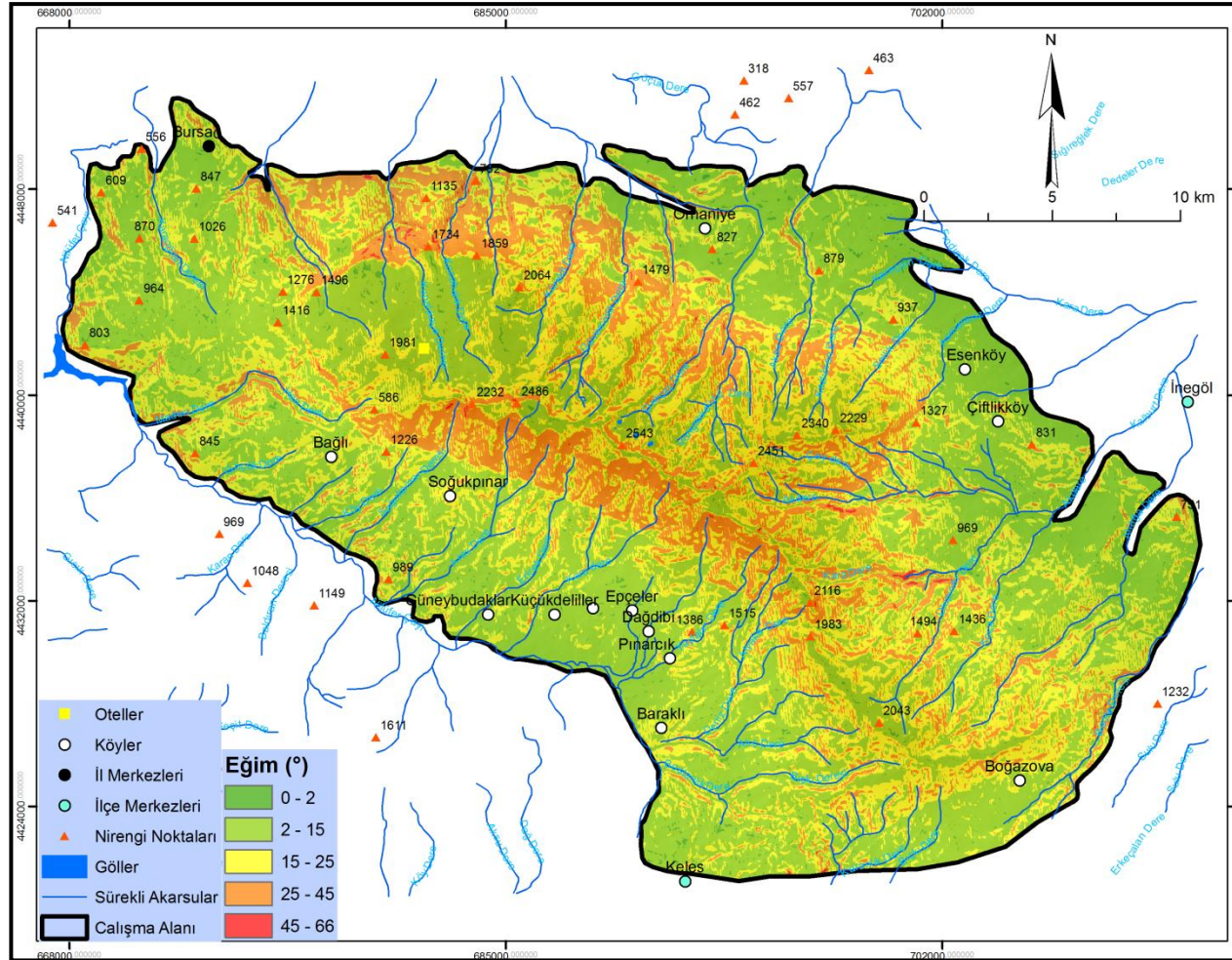
Şekil 12: Eğimin alansal dağılım grafiği

Tablo 2: Uludağ'ın eğim değerleri

Eğim (°)	Morfolojik Tanım	Yüzde (%)	Alan (km ²)
0-2	Çok az eğimli (Düz)	23.32	182.38
2-15	Az eğimli	30.27	236.69
15-25	Hafif eğimli (Orta)	24.53	191.80
25-45	Dik	15,58	121.87
45-66	Çok dik	6.30	49.26
Toplam		100	782

Çalışma alanının eğim değerleri 0-66° arasında değişmektedir. Bu değerlerin yarısından fazlasını (%78) 0-2°, 2-15° ve 15-25° aralıkları oluşturmaktadır. Bu değerlerden anlaşıldığı üzere çalışma alanının büyük bir bölümünü çok az eğimli, az

eğimli ve hafif eğimli alanlar oluşturmaktadır. Bunun yanında eğim değerlerinin arttığı sahalarda Uludağ'ın % 21,88'ini kaplamaktadır (şekil 12; Tablo 2). Uludağ'ın güney yamaçları ile kuzey yamaçları arasında belirgin eğim farklılıkları vardır. Güney yamaçlardaki eğim değerleri kuzey yamaçlara oranla daha fazladır. Bu nedenle güney yamaçlar daha dik bir profile sahiptir (şekil 13: Foto 9).



Şekil 13: Uludağ'ın eğim haritası

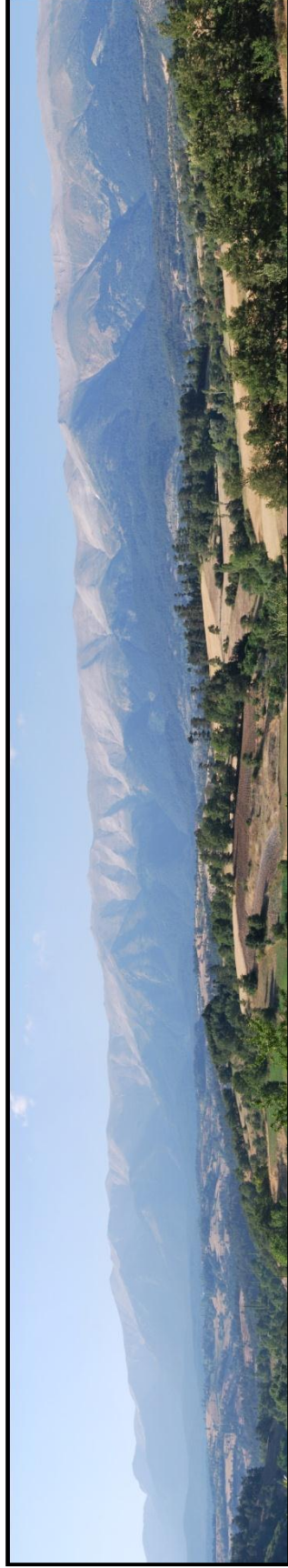


Foto 9: Keles ilçesine bağlı güneybudaklar köyünden Uludağ'ın güney yamaçlarından bir görünüm

2.3.Bakı Özellikleri

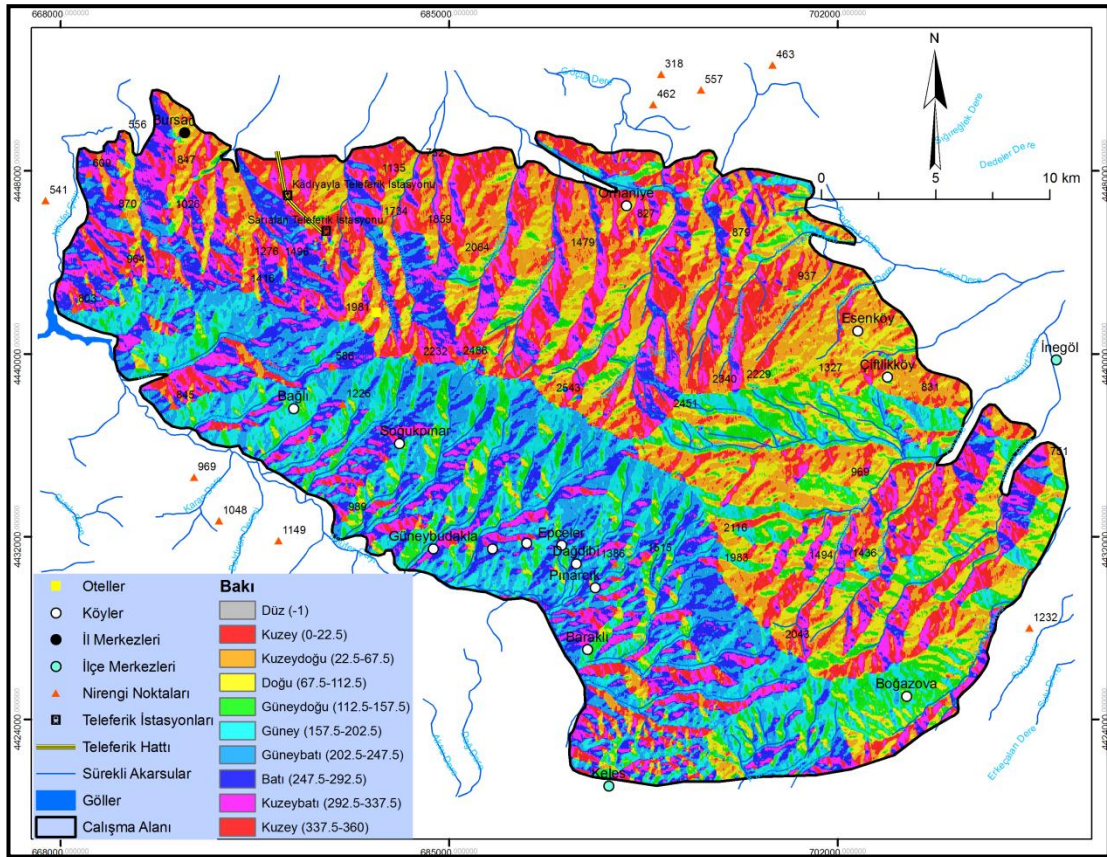
Bakı, ağaç türlerinin yayılışını sınırlayan ve yıllık halka genişliğini etkileyen bir faktördür. Ülkemizde güney yamaçlar, kuzey yamaçlara oranla güneş ışınlarını daha dik aldığı için ve güneşlenme sürelerinin uzun olmasından dolayı kuzey yamaçlara göre daha sıcaktır. Sıcaklığın ve güneşlenme süresinin ağaçların büyümesi ve gelişmesi üzerinde önemli etkisi olması nedeniyle yüksek kesimlerde güney bakıya sahip alanlardaki yayılış gösteren ağaçların yıllık halkaları daha geniştir. Ayrıca bakı, ağaçların duyarlı ve duyarsız halka oluşumunu etkilemektedir. Güney bakılarda güneşlenme süresi ve ısınmaya bağlı olarak evapotranspirasyon değerleri artış göstermektedir. Bu artış su kaybına ve su açığının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı yağış miktarının fazla olduğu yıllarda güney bakılardaki ağaçların yıllık halkaları geniş olurken, yağış miktarının az olduğu yıllarda halka genişliği daha dar olmaktadır. Bu durum duyarlı halkaların oluşmasına neden olur. Kuzey bakılarda eğer toprak koşulları elverişli ise bakı, ağacın büyümesinde sınırlayıcı faktör olmaz ve duyarsız yıllık halkalar meydana gelir (AKKEMİK, 2004).

Bakı özellikleri güney ve kuzey yamaçlarda erozyon ve kütle hareketlerini de etkilemektedir. Güneye bakan yamaçlarda evapotranspirasyonun fazla olmasından dolayı bitki örtüsü daha seyrek olup ve kuraklığı dayanıklı türlerden meydana gelir. Bitki örtüsünün seyrek olduğu yerlerde yüzeysel akış daha fazla olacağından erozyon süreçleri daha hızlı gelişebilir. Kuzeye bakan yamaçlarda ise nemcil türler bitki örtüsünü oluşturduğu için toprak oluşumu için uygun koşullar ortaya çıkar. Bu özellik infiltrasyonu artırıcı ve yüzeysel akışı engelleyici bir etki oluşturmasına karşın derin toprak oluşumu ve yüksek nemlilik içerdiğinden kütle hareketleri için uygun şartlar sağlanır (MATER, 1998; TUROĞLU ve ÖZDEMİR, 2005). Bu gibi özellikler dendrojeomorfolojik çalışmalar için kaynak oluşturabilir.

Bakı haritası, eğim haritası gibi Astergdem (30x30) verisinden üretilmiştir. Bakı özellikleri 9 grupta sınıflandırılmıştır. Daha genel bir değerlendirme yapabilmek için yönler dört ana yön ve düz alanlardan oluşan 5 grupta gösterilmiştir. Sahada kuzeye bakan yamaçlar daha fazla yer kaplamaktadır (Tablo 3; Şekil 14)..

Tablo 3: Uludağ'ın bakı değerlerinin alansal dağılışı

Bakı	Yüzde Değeri (%)	Alan (km ²)
Düz (-1)	0,0	0,08
Kuze (0-22,5)	15,14	118,40
Doğu (67,5-122,5)	11,55	90,31
Güney(157,5-202,5)	11,86	2 77
Batı (247,5-29 ,5)	11,91	93,14
Toplam	100	782



Şekil 14: Uludağ'ın bakı haritası

2.4.Toprak Özellikleri

Ana kaya, toprak türü, toprak derinliği, toprak tipi ve taşlılık gibi özellikler, bitkiler için gerekli olan besin maddelerinin miktarını ve faydalanılabilir su kapasitesini doğrudan etkilediği için ağaç gelişimini etkileyen önemli faktörlerdir. Taban arazi ve düzlüklerdeki derin topraklarda ağaç gelişimi daha elverişlidir. Böyle alanlar, ağaçların yetişmesi için gerekli olan besin ve su miktarı bakımından zengin olduğu için, yıllık halkalar iklim değişimlerine fazla tepki vermez. Bundan dolayı duyarsız halkalar meydana gelir. Buna karşılık eğimi fazla olan arazilerde, sığ ve taşlı toprakların bulunduğu yetiştirme ortamlarında yıllık halkalar su noksanlığını daha belirgin bir şekilde yansıtmaktadır. Bu alanlarda ağaçlar yağışın bol olduğu yıllarda daha geniş az olduğu yıllarda ise daha dar yıllık halkalar meydana getirir ve duyarlı halkalar oluşur (AKKEMİK, 2004).

Uludağ ve yakın çevresinde topraklar dört grupta toplanmaktadır. Bunlar; kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kolüvyal topraklar ve yüksek dağ çayır toprakları şeklindedir (KHGM, 1995). Uludağ da toprakların dağılışına bakıldığında bitki örtüsünün ve yükseltinin etkisini görürüz (Şekil 15)

2.4.1.Kahverengi Orman Toprakları

Bu topraklar, ülkemizde genel olarak yaprağını döken orman örtüsü altında gelişir. Organik maddenin toprak üzerinde birikmesinden dolayı toprağın rengi kahverengine dönüşür. A ve B horizonları gelişmiş olan bu toprakların, yarı nemli sahalarda kireç ve sodyum sülfat birikmiş horizonları gelişebilir (MATER, 1998; ATALAY, 2008). Koyu kahverengindeki A horizonu belirgin olan bu toprakların B horizonu daha açık renkte ve kahverengidir. Bitki örtüsü ile kahverengi orman topraklarının bazı özellikleri arasında sıkı bir ilişki vardır. Kayın topluluklarının yaygın olduğu yerlerde topraktaki yıkanma, dolayısıyla asitleşme daha da artmaktadır (ATALAY, 2006).

Bu topraklar daha çok Uludağ'ın kuzeye bakan yamaçlarının alt kesimlerinde İnegöl ve Orhaniye (Kestel) dolaylarında görülür. Yine kütlenin kuzeybatısında da bu topraklara rastlanır.

2.4.2.Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Kireçsiz kahverengi orman topraklarında genellikle yaprağını döken orman örtüsü altında gelişir. Bu topraklar A, B ve C profiline sahiptir. A horizonu iyi oluşmuş gözenekli bir yapıya sahipken B horizonu zayıf oluşmuştur (KHGM, 1995). Çoğunlukla toprakta kalsiyum karbonatın eksikliği kil birikimini kolaylaştırmıştır. A horizonu genellikle nötr ya da hafif alkali reaksiyon gösterir. B horizonundaki kil miktarı A horizonundan en az %20 daha fazladır (ATALAY, 2006).

Çalışma sahasının toprak haritasına baktığımızda alanın yarısından fazlası kireçsiz kahverengi orman topraklarıyla kaplıdır. Orman örtüsünün bulunduğu her alanda bu topraklara rastlanmaktadır.

2.4.3.Kolüvyal Topraklar

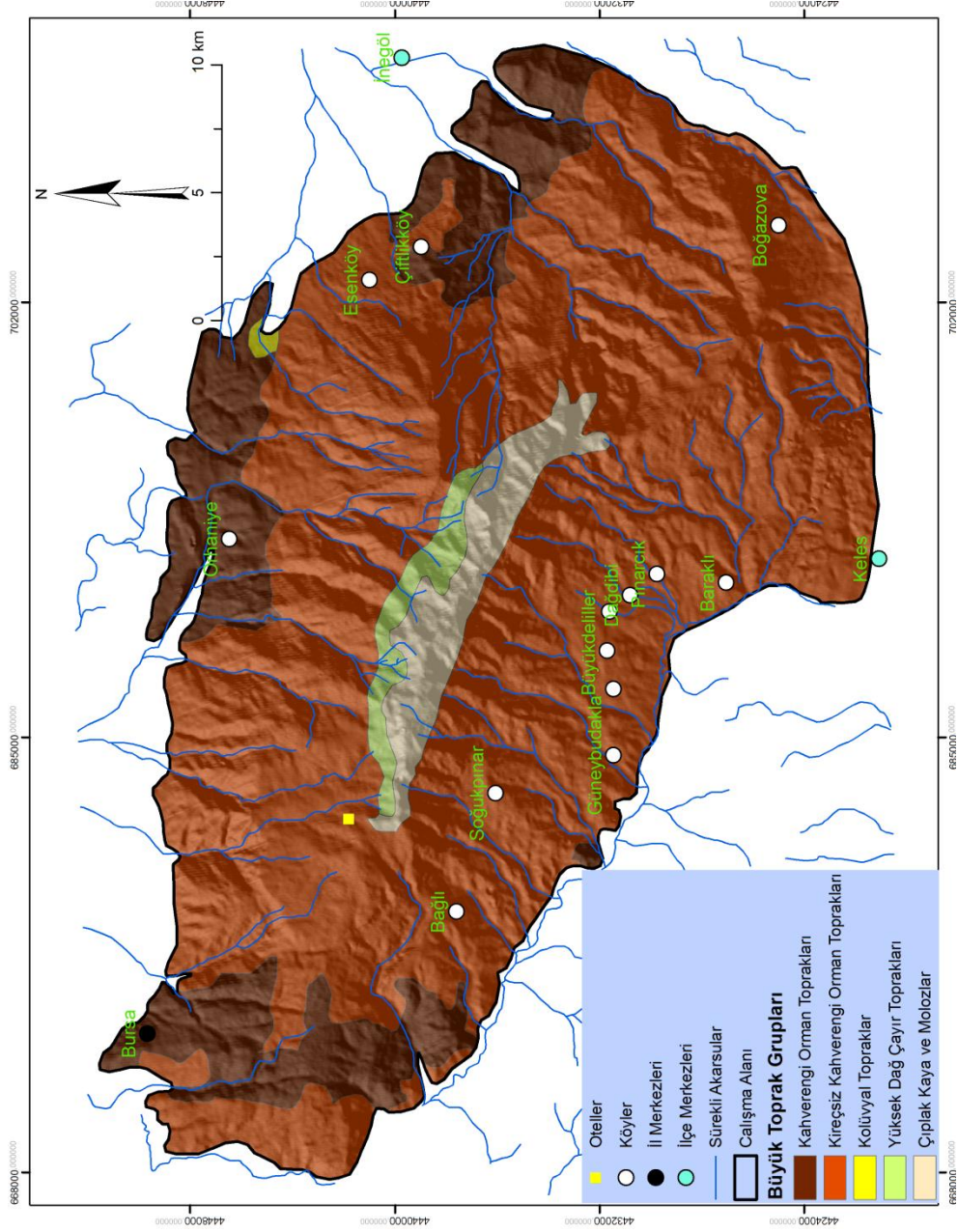
Eğimin fazla olduğu yamaçlarda ayrışmaya uğrayan çeşitli boyuttaki malzemenin eğimin azaldığı yerlerde yani dağların eteklerinde biriken kumlu, çakıllı ve depolar üzerinde gelişen topraklardır. Bu toprakların su tutma kapasiteleri düşüktür (MATER, 1998; ATALAY, 2008). Kolüvyal topraklar A ve C profiline sahiptir (KHGM, 1995).Kolüvyal topraklar çalışma alanının kuzey yamacının çok küçük bir bölümünde görülmektedir.

2.4.4.Yüksek Dağ Çayır Toprakları

Soğuk iklim koşullarında meydana gelmiş olan bu topraklar daha çok orman sınırının üstünde yer alır. Ana maddesi çeşitli olan bu topraklar bozuk drenaj özellikleriyle ortaya çıkan topraklardır (KHGM, 1995). Üzerlerinde doğal bitki örtüsü çoğunlukla otsu bitkilerdir. Bu topraklar, çalışma sahasında zirveye yakın kesimlerinde görülmektedir.

2.4.5.Çıplak Kaya ve Molozlar

Üzerinde toprak örtüsü bulunmayan, parçalanmamış veya kısmen parçalanmış sert kaya ve taşlarla kaplı sahalardır. Genellikle bitki örtüsünden yoksundurlar. Bazen arasında toprak bulunan kaya çatlaklarında veya toprağın bulunduğu çok küçük alanlarda yetişen seyrek ağaçlar, çalı ve otsu bitkiler bulunabilir (KHGM, 1995).



Şekil 15: Uludağ'ın toprak haritası

2.5. Bitki Örtüsü Özellikleri

Ilıman kuşak içerisinde yer alan Türkiye sahip olduğu bitki çeşitliliği bakımından çevresinde yer alan birçok ülkeden farklı olan özellikleri ile dikkat çeken bir ülkedir. Bu farklılık, Türkiye'nin iklim özelliklerinin kısa mesafelerde değişiklik göstermesi, morfolojinin çeşitlilik göstermesi ve toprak tiplerinin farklılık göstermesi gibi coğrafi özelliklerden kaynaklanmaktadır (AVCI, 2005: 28). Bunun göstergesi olarak Türkiye yaklaşık 12.000 civarında bitki taksonuna (tür, alt tür ve varyete) sahiptir (ERİK ve TARIKAHYA, 2004: 148-149).

Türkiye'de Avrupa-Sibirya flora bölgesi, Akdeniz flora bölgesi ve İran-Turan flora bölgesi olmak üzere üç flora bölgesi vardır. Batıda Uludağ masifini ve bütün kuzey Anadolu'yu içine alan batı Kafkasya'ya kadar uzanan bölge Avrupa-Sibirya flora bölgesi Öksin provensiyale temsil edilir. Öksin provensiyinde yüksek kesimlerde içine konifer ağaçlarında karıştığı yayvan yapraklı bir orman formasyonu yayılış gösterir (AVCI, 1993). Öksin provensiyi doğu ve batı olmak üzere iki bölgeye ayrılmıştır. Doğudaki bölgeye Kolşik adı verilmektedir. Bu ayrımın nedeni kuzey Anadolu'da batıdan doğuya doğru gidildikçe yağış miktarının ve Öksin bitki türlerinin belirgin bir şekilde artmasıdır. Ayrıca Öksin bölgede birçok endemik tür ve relict bitki yayılış göstermektedir (DAVIS, 1971: 17-18). Endemik türler olan Kafkas ormangülü (*Rhododendron caucasicum*) ve Doğu ladini (*Picea orientalis*), relict bir tür olan Doğu Karadeniz meşesi (*Quercus pontica*) ile mersin yapraklı söğüt (*Salix myrsinifolia* Salisb) ve Türkiye için yeni bir tür olan *Juniperus oxycedrus f. yaltirikiana* Öksin bölgede ortaya çıkan türlerden bazılarıdır (AVCI, 1998, 2005 ve 2008).

Uludağ Öksin bölgenin batı bölümü içine girmektedir. Bu bölüm, doğu bölüme yani Kolşik sahaya göre Öksin ve endemik bitki türü sayısının ve çeşitliliğinin azaldığı bölümdür. Burada endemik türler başta Uludağ olmak üzere Ilgaz dağlarında da ortaya çıkar (AVCI, 1993). Marmara bölgesinde endemizm açısından önem arz eden Uludağ sahip olduğu arazi yapısı ve dağın eteklerinden zirveye doğru değişen iklim özelliklerine bağlı olarak çok sayıda nadir ve endemik türlerin yayılış gösterdiği bir alandır. *Achillea multifida*, *Arabis drabiformis*, *Astragalus angustifolius*, *Aubriata olympica*, *Carduus olympicus ssp. olympicus*, *Crepis aurea ssp. olympica*, *Gypsophilla olympica*, *Linum olympicum*, *Rumex olympicus*, *Senecio olympicus*, *Thymus bornmuelleri*, *Verbascum bombyciferum* ve *V. prusianum* ve

Verbascum olympicum Uludağ'da yayılış gösteren endemik türlerdendir (BAYTOP, 1950; DAVIS, 1965; KAYNAK VE TUYJİ, 1991; TAVUKÇUOĞLU ve KAYNAK, 1996; GÜLERYÜZ ve MALYER, 1998; GÜLERYÜZ, 2000)(Foto 10).



Foto 10: Uludağ'da çeşitli türleri ile yayılış gösteren sığır kuyruğu (*Verbascum sp.*)

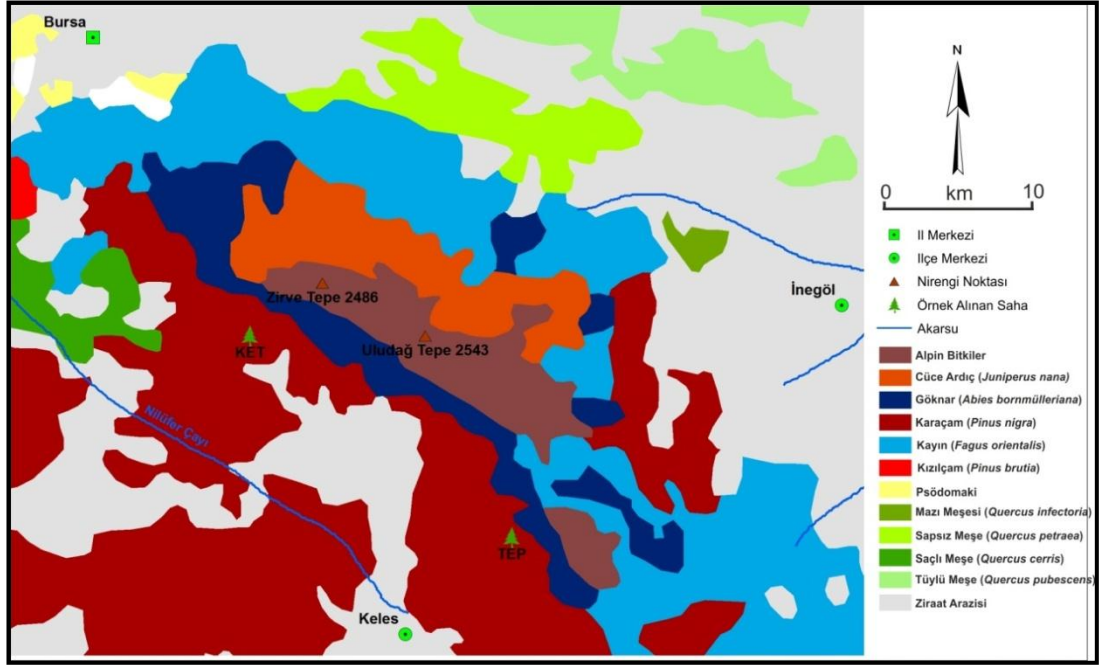
Eriştiği yükselti nedeniyle Marmara Bölgesinin en zengin ormanlarının yer aldığı Uludağ'da yayılış gösteren bitki toplulukları orman formasyonu, çalı formasyonu ve alpin bitkiler olmak üzere üç başlık altında toplanmaktadır (GÜNGÖRDÜ, 1988-1992).

2.5.1.Orman Formasyonu

Uludağ'ın kuzey ve güney yamaçlarında orman formasyonunu temsil eden türlerin yayılışları ve sınırları iklim koşullarına göre farklılık göstermektedir. Kuzey yamaçlarda nemcil türlerin hakimiyetinde nemli ormanların güney yamaçlar kuru ormanların yaygın olduğu yerlerdir. Uludağ'da nemli ormanlar kuzey yamaçlarda 2100 metrelere kadar çıkar. Kütlenin kuzey eteklerinde 400-700 metreler arasında yer yer, 700 ile 900 metreler arasında ise kesintisiz kestane (*Castanea sativa*) ormanları yayılış gösterir. 700 metreye kadar kestane ormanlarının arasına gürgen (*Carpinus betulus*), sapsız meşe (*Quercus petraea*), mazı meşesi (*Quercus infectoria*), saçlı meşe (*Quercus cerris*) ve karaçam (*Pinus nigra*) ile titrek kavak (*Populus tremula*) türleri karışmıştır. Bu alanda karaçamlar yağmur gölgesinde kalan

vadi büklümlerinde hakim duruma geçmektedir. Kestane ormanlarının alt katında çok sayıda nemcil ağaçcık türü de ortaya çıkar. Kızılcık (*Cornus mas*), fındık (*Corylus avellana*), muşmula (*Mespilus germanica*) gibi türler bunlardan bazılarıdır. Bu birinci kademenin ardından 900 metreden sonra sapsız meşe (*Quercus petraea*) ile başlayıp 1000 ile 1500 metreler arasında yoğun bir yayılış gösteren doğu kayını (*Fagus orientalis*) ormanları ikinci kademeyi oluşturur. İkinci kademedeki meşe ormanları sahasında vadi içlerini yoğun biçimde kaplayan kayınlar, 1000-1050 m'lik seviyelerde sahaya tamamen hakim olurlar. Kayın ormanları 1400-1500 metrelere kadar bütün sahayı kaplarlar. Özellikle 1100-1400 metrelik seviyelerde yağmur gölgesinde kalan yerlerde ise karaçam toplulukları da ortaya çıkar (GÜNGÖRDÜ, 1988-1992). 1500 metreden sonra üçüncü kademeyi temsil eden Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. bornmuelleriana*) ormanları başlar. Kayın toplulukları yükseltinin artmasına bağlı olarak yer yer göknar ormanları altında ağaçcık haline de dönüşür. Otellerin bulunduğu sahalar ise göknar ormanlarının geniş ölçüde tahribe uğradığı yerlerdir (Foto 11: Foto 12: Foto 13) . 2100 metreye kadar bu ormanlar yayılış gösterir. Uludağ göknarı ormanının üst sınırını oluşturur. Bu seviyelerde en yaygın ormanaltı elemanı cüce ardıçtır (*Juniperus nana*) (GÜNGÖRDÜ, 1988-1992).

Güney yamaçlar ise kuru ormanların yayılış sahalarıdır. Kuru ormanlar Uludağ'ın güneydoğusunda Tepel tepe (2052 m)'den, batısında Karabey tepeye (1476 m) kadar tüm kabul havzalarını kaplayan nemli orman topluluklarının altında başlar. 1400-1500 metrelik seviyelere denk gelen bu alanlardan itibaren hakim topluluklar olan kuru ormanların en yaygın elemanları önem sırasına göre karaçam (*Pinus nigra*), kızılçam (*Pinus brutia*), mazı meşesi (*Quercus infectoria*) ve saçlı meşe (*Quercus cerris*)'dir (GÜNGÖRDÜ, 1988-1992). Uludağ'da güney yamaçları göknar şeridinin altından itibaren kaplayan ve en önemli orman ağacı olarak dikkat çeken karaçamlar, tahrip edilmedikleri yerlerde Nilüfer çayı vadisine kadar inerler (Şekil 16). Karaçam toplulukları Nilüfer çayı vadisi güneyindeki tepeler üzerinde de devamlılıklarını korurlar (GÜNGÖRDÜ, 1988-1992). Nilüfer çayı vadisi boyunca yerleşim alanlarının yoğunluk kazanması, karaçam topluluklarının büyük ölçüde tahrip edilmesini de açıklar. Bizim çalışma alanımızı oluşturan iki örnek alan da bu karaçam ormanları içinde yer alır (Foto 14).



Şekil 16: Uludağ'ın bitki örtüsü dağılışı haritası (Güngördü 1988-1992' den değiştirilmiştir).



Foto 11: Kestane (*Castanea sativa*), Uludağ'ın özellikle kuzey yamaçlarında en yaygın orman ağaçlarından birisidir.



Foto 12: Uludağ'ın kuzey yamaçlarının nemli orman topluluklarının hakim ağaç türlerinden birisi olan kayın (*Fagus orientalis*)



Foto 13: Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*), Uludağ'da özellikle yükseltinin artmasına bağlı olarak kuzey yamaçları bir kuşak halinde kaplayan ve orman sınırına kadar devamlılığını koruyan göknar ormanları.



Foto 14: Uludağ'ın güney yamaçları boyunca geniş yayılış alanı bulan kuru ormanların hakim elemanı olan karaçam (*Pinus nigra*) toplulukları

2.5.2.Çalı Formasyonu

Çalışma alanında orman tahrip sahalarını kaplayan çalı formasyonu kütlenin kuzey ve güney yamaçlarında da ortaya çıkar. Özellikle kuzey yamaçlarda yükseltinin çok fazla olmadığı kesimlerde bu çalı formasyonu psödomaki topluluklarından oluşur. Üvez (*Sorbus torminalis*), dişbudak (*Fraxinus ornus*), katran arıdıcı (*Juniperus oxycedrus*), akçaağaç (*Acer campestre*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), fındık (*Corylus avellana*), karaçalı (*Paliurus aculeatus*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), tesbih (*Styrax officinalis*), kızılıcık (*Cornus mas*) ve geyik dikenini (*Crataegus monogyna*) bu toplulukların belli başlı elemanları arasındadır (GÜNGÖRDÜ, 1988-1992: 150). Kuzey yamaçlarda 700 metrelerde kestane ormanları altında yer alan çalı formasyonu ise katran arıdıcı (*Juniperus oxycedrus*), kızılıcık (*Cornus mas*), fındık (*Corylus avellana*), akçaağaç (*Acer campestre*), mazı meşesi (*Quercus infectoria*), muşmula (*Mespilus germanica*), yabancı gül (*Rosa sp.*), geyik dikenini (*Crataegus monogyna*), funda (*Erica arborea*), laden (*Cistus creticus*), sırimbağı (*Daphne pontica*) ve karaağaç (*Ulmus minor*) meydana getirir.1500 metrelerden sonra göknar ormanlarının içinde gelişmiş olan çalı toplulukları genellikle; keçi söğüdü (*Salix caprea*), titrek kavak (*Populus tremula*), yabancı elma

(*Malus silvestris*), yabani üvez (*Sorbus aucuparia*), yabani gül (*Rosa sp.*) ve yabani erik (*Prunus divaricata*) den meydana gelir (GÜNGÖRDÜ, 1988-1992).

2.5.3.Alpin Bitkiler

Uludağ'da orman formasyonu yaklaşık 2100 metreden sonra yerini alpin bitkilere bırakır (Foto 15). Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana subsp. bornmuelleriana*) Uludağ'da orman üst sınırında yer alır. Kütle üzerinde alpin katı oluşturan bitki örtüsü odunsu alpin bitkiler ile otsu alpin bitkilerden meydana gelir. Bunlar içinde bodur ardıç (*Juniperus communis subsp. nana*) en yaygın odunsu bitkidir. Kuzey yamaçta ardıçlar güney yamaçlara göre çok geniş bir alana yayılır. Yumakotu (*Festuca cyllenica*, *F. punctoria*) geven türleri (*Astragalus angustifolius*, *A. hirsitus*, *A. sibthorpianus*), korunga-eşekotu-evliyotu (*Onobrychis montana*), yabani dafne (*Daphne oleiodes*), yoğurt otu (*Galium olympicum*), kekik (*Thymus preocax*), kekikotu (*Ziziphora clinopodioides*) alpin katın diğer bitkileridir (GÜLERYÜZ, 2000) (Foto 16).



Foto 15: Çalışma sahasında ormanın üst sınırı ve alpin bitkiler katı



Foto 16: Cüce ardıç (*Juniperus communis subsp. nana*). Uludağ'da yüksek kesimlerde ortaya çıkan cüce ardıç toplulukları.

3.BÖLÜM: İKLİM ÖZELLİKLERİ

İklim, sıcaklık, ışık, basınç, rüzgâr, nem ve yağış gibi atmosfer olaylarının bütünü veya bu olayların yıl içindeki değişimleri ve ortalama karakteridir (DÖNMEZ, 1979: 1; ERİNÇ, 1996: 267). Bu açıdan iklim elemanlarının incelenmesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'yi dört ana hava kütleleri etkilemektedir. Kuzey yönlü soğuk (polar) hava kütleleri kış ve bahar aylarında, güney yönlü sıcak (tropikal) hava kütleleri ise yaz ve bahar aylarında etkilidir (EROL, 2004: 345). Genel olarak Türkiye, subtropikal kuşakta kıtaların batı tarafında gerçekleşen ve Akdeniz iklim tipi adı altında tanınan jenetik bir makroklima tipinin sahası içinde ve onu meydana getiren faktörlerin etkisi altında bulunur (ERİNÇ, 1996: 295).

Dendrokronolojik analizler için ağaçlardan alınan yıllık halka örneklerinin iklim verileriyle ilişkilerini ortaya koyabilmek için öncelikle çalışma alanının iklim özellikleri üzerinde durulmuştur. Uludağ üzerinde 1878 m yükseklikte bulunan zirve meteoroloji istasyonunun rasat sonuçları dağın bu yüksek kesimindeki hüküm süren iklimin başlıca karakterleri hakkında bazı fikirler vermektedir. Ayrıca Uludağ ve yakın çevresinde bulunan diğer meteoroloji istasyonları da (Sarıalan, Bursa, Keles, İnegöl, Yeşilkonak istasyonları) iklim verilerinin kontrolü bakımından önemli katkı sağlar. Yıllık halkala genişliklerinde bir yıldan diğer yıla varolan değişkenlik üzerinde etkili olan en önemli faktörün sıcaklık ve yağış olmasından dolayı bu bölümde araştırma alanının sıcaklık ve yağış özellikleri üzerinde ayrıntılı bir şekilde durulmuştur. Bunun yanında çalışma sahasının rüzgâr ve nem özellikleri de açıklanmıştır. Bu çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Çalışma sahası ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait bilgiler

Istasyon Adı	Veri Tipi	Veri aralığı	Yükseltisi (m)	Koordinatları
Bursa	Sıcaklık-Yağış- Nem-Rüzgar	1928-2005 (77 yıl)	100	40.11°K, 29.04°D
Uludağ (Zirve)	Sıcaklık-Yağış- Nem-Rüzgar	1969-2005 (36 yıl)	1878	40.08°K, 29.05°D
Sarıalan	Sıcaklık-Yağış- Nem	1968-1985 (17 yıl)	1620	40.04°K, 29.07°D
Yeşilkonak	Sıcaklık-Yağış- Nem	Sıc. 1963-1985 Yağ.1959-1985	1025	40.07°K, 29.10°D
Keles	Sıcaklık-Yağış- Nem-Rüzgar	1975-2005 (30 yıl)	1063	39.55°K, 29.04°D
İnegöl	Sıcaklık-Yağış- Nem	1975-2000 (25 yıl)	335	40.05°K, 29.31°D

3.1. Sıcaklık

Sıcaklığa bağlı olarak bitkilerin gelişmesi üzerinde rol oynayan en önemli faktör normal gelişimi sağlayan sıcaklığın bulunduğu dönemin uzunluğudur. Bu dönem ne kadar uzun olursa ağaç gelişimi ve halka genişliği o oranda fazla olacaktır. Bundan dolayı sıcaklık bitkilerin çimlenmesinde, büyümesinde ve çoğalmasında doğrudan etkilidir. Bitkilerin çimlenmeye başladıkları an ile meyvelerinin döküldüğü veya tohumlarının saçıldığı ana kadar geçen süreye yetiştirme devresi denir (DÖNMEZ, 1985: 8). Yetiştirme devresinin başlangıç ve bitiş tarihini belirleyen sıcaklık değeri Türkiye için 8°C kabul edilmektedir. Atalay yetiştirme devresinin belirlenmesinde 8°C ve 8°C üzerinde devamlılığı olan günleri esas almıştır (ATALAY, 1976: 248). Bu değer göz önünde bulundurularak çalışma alanının yetiştirme devresi belirlenmiştir. Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların her yıla ait yetiştirme devresi başlangıç ve bitiş tarihleri ile gün sayıları belirlenmiş ve bunların da ortanca değerleri bulunmuştur.

Çalışma sahasında yetiştirme devresi içindeki gün sayılarına baktığımızda yükseltinin artmasına bağlı olarak bir azalma görülmektedir. Günlük ortalama sıcaklık verilerine göre yetiştirme devresi, 100 m yükseltide yer alan Bursa istasyonunun da, 29 Mart-18 Kasım tarihleri arasında 235 gün, 335 m'deki İnegöl'de 26 Mart-1 Kasım tarihleri arasında 222, 1025 m'deki Yeşilkonak' ta 5 Nisan-27 Ekim tarihleri arasında 209 gün, 1063 m' deki Keles' de 6 Mayıs-6 Kasım tarihleri arasında 185 gün, 1620 m'deki Sarıalan' da 30 Nisan 18 Ekim tarihleri arasında 172

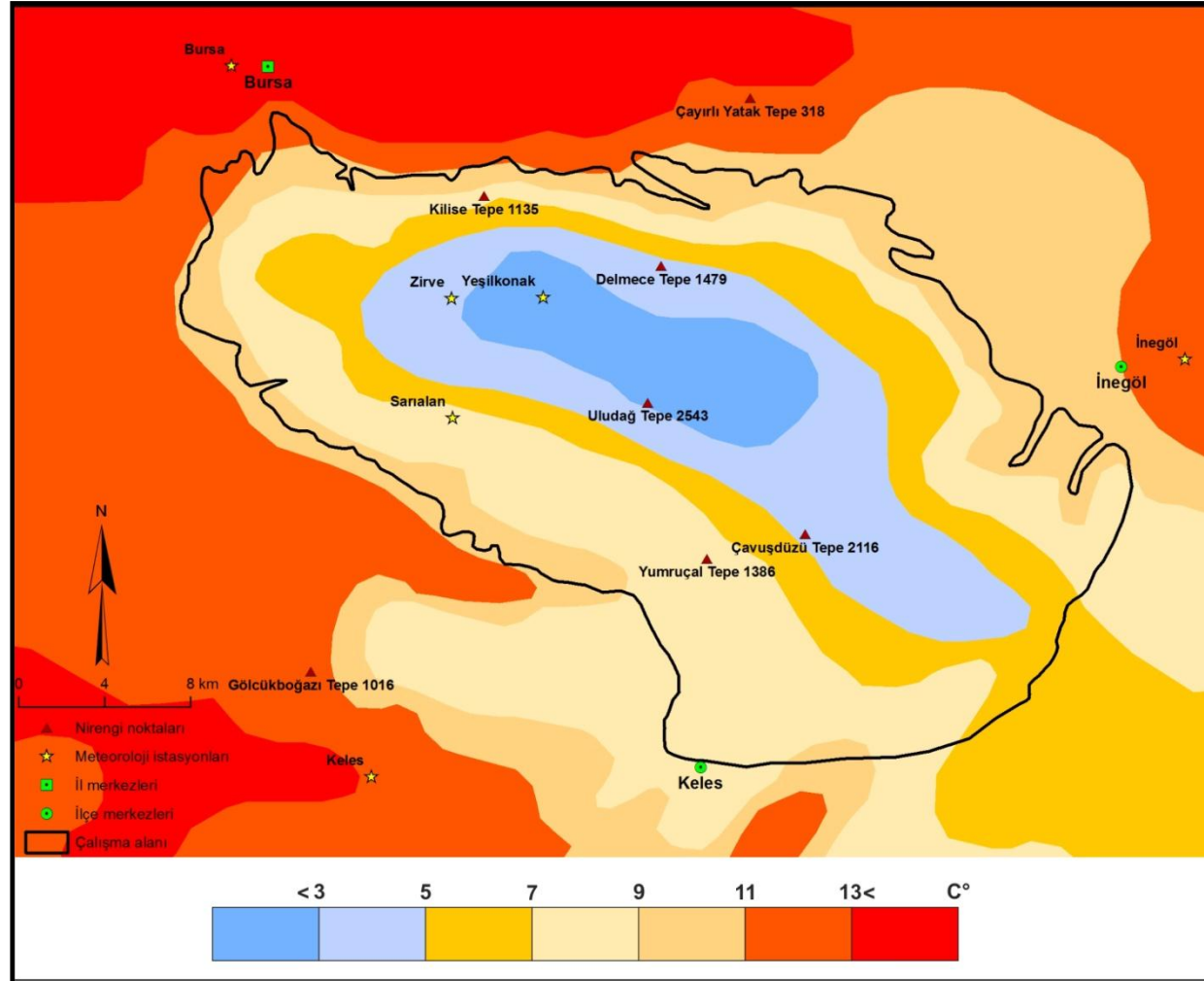
gün ve 1878 m'deki Zirve istasyonunda 4 Haziran-1 Ekim tarihleri arasında 120 gün sürmektedir (Tablo 5).

Tablo 5: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonlarda yetiştirme devresi

İstasyon adı	Rasat aralığı	Yükseltisi (m)	Yetiştirme devresi	Ortanca değeri (gün)
Bursa	1928-2005	100	29 Mart-18 Kasım	235
İnegöl	1975-2000	335	26 Mart-1 Kasım	222
Yeşilkonak	1963-1985	1025	5 Nisan-27 Ekim	209
Keles	1975-2005	1063	6 Mayıs-6 Kasım	185
Sarıalan	1968-1985	1620	30 Nisan 18 Ekim	172
Zirve	1969-2005	1878	4 Haziran-1 Ekim	120

Hem yıllık ve hem de yetiştirme devresi içindeki ortalama sıcaklıklara baktığımızda, sıcaklık faktörünün yetiştirme devresinin uzunluğu ve kısalığı üzerinde etkili olduğunu görmekteyiz. Yıllık ortalama sıcaklığı 14,4°C ve yetiştirme devresi sıcaklıkları ortalaması 17,5°C olan Bursa, yetiştirme devresi bakımından en uzun (9 ay) süreye sahiptir. Bursa gibi yetiştirme süresi uzun olan İnegöl' de ise yıllık ortalama sıcaklığın düşük olmasının sebebi bulunduğu konumdan kaynaklanmaktadır. İnegöl, kuzeyde İnegöl-Yenişehir eşiği, doğuda Ahı dağı, güneyde Domaniç dağları ve batıda Uludağ gibi yüksek kütlelerle çevrelenmiştir (HOŞGÖREN, 1974-1977: 230). Sahanın bu topografya özellikleri sıcaklık şartları üzerinde etkili olmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklığı 4,8°C ve yetiştirme devresi sıcaklıkları ortalaması 11,6°C olan Zirve, yetiştirme devresi bakımından en kısa (5 ay) süreye sahiptir (Tablo 6).

Çalışma sahası ve çevresinde yıllık ortalama sıcaklıklar 4,8°C ile 14,4°C arasında seyrederek. İstasyonlara göre yıllık ortalama sıcaklıklar Bursa'da 14,4°C, İnegöl'de 11,2°C, Yeşilkonak'ta 10,2°C, Keles'te 9,5°C, Sarıalan'da 5,5°C ve Zirve'de 4,8°C dir. Ortalama sıcaklık tablosu incelendiğinde sıcaklık değerleri ile yükselti arasında ters orantı olduğu görülür. Buna göre yükseltisi en az olan Bursa'da yıllık ortalama sıcaklık değeri daha fazla ve yükseltisi en fazla olan Zirve'nin yıllık ortalama sıcaklık değeri en azdır. İnceleme sahasında 1800 m yükseltinin üzerinde olan yerler sıcaklık değerleri bakımından en düşük alanlardır. Buralarda sıcaklık 5°C nin altına düşmektedir. En yüksek sıcaklıklar ise 300 m ww altında yükseltiye sahip olan alanlarda görülmektedir. Bursa, İnegöl ve Keles'te sıcaklık değerleri 9°C ile 14°C arasında değişmektedir. (Şekil 17; Tablo 7).



Şekil 17: Çalışma sahası ve çevresinde yıllık ortalama sıcaklığın dağılışı

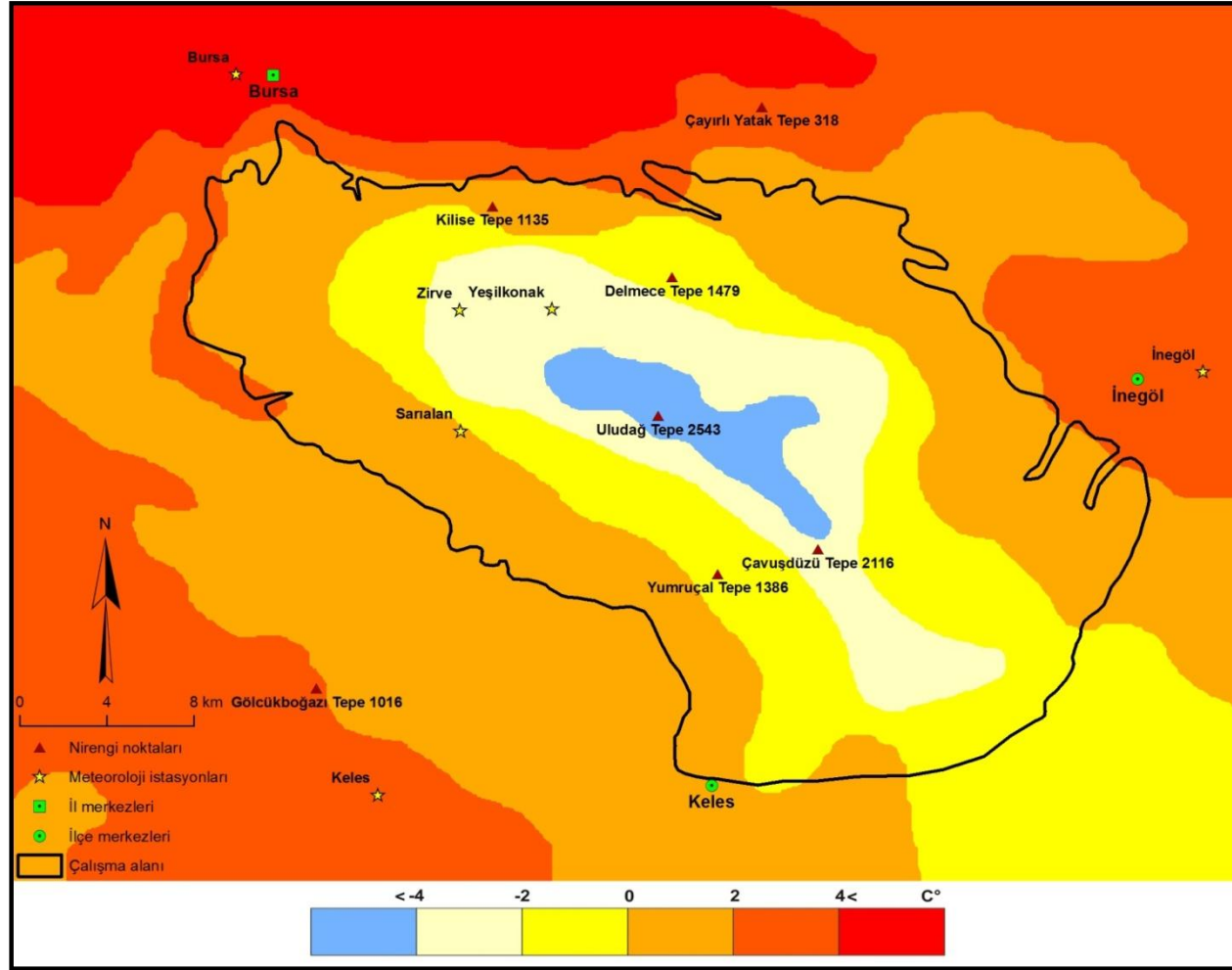
Tablo 6: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonlarda yetiştirme devresi ortalama sıcaklıkları (°C)

İstasyonlar	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	Yetiştirme Ortalama.	Yıllık
Bursa (1928-2005)	10,6	12,7	17,4	21,8	24,3	24	20	15,3	17,5	17,5	14,4
İnegöl (1975-2000)	10,4	10,2	13,9	16,6	20	20,2	16,7	12,4	9,2	14,4	8
Yeşilkonak (1963-1985)		9,3	13,3	16,9	18,7	18,3	15,6	12,1		14,8	10,4
Keles (1975-2005)			13,2	16,6	19,1	18,8	15,2	10,9	8,2	14,5	9,5
Sarıalan (1968-1985)		6,8	8,8	11,8	13,3	13,2	10,8	8,3		10,4	5,5
Zirve (1969-2005)				11,7	13,9	13,7	10,5	8,5		11,6	4,8

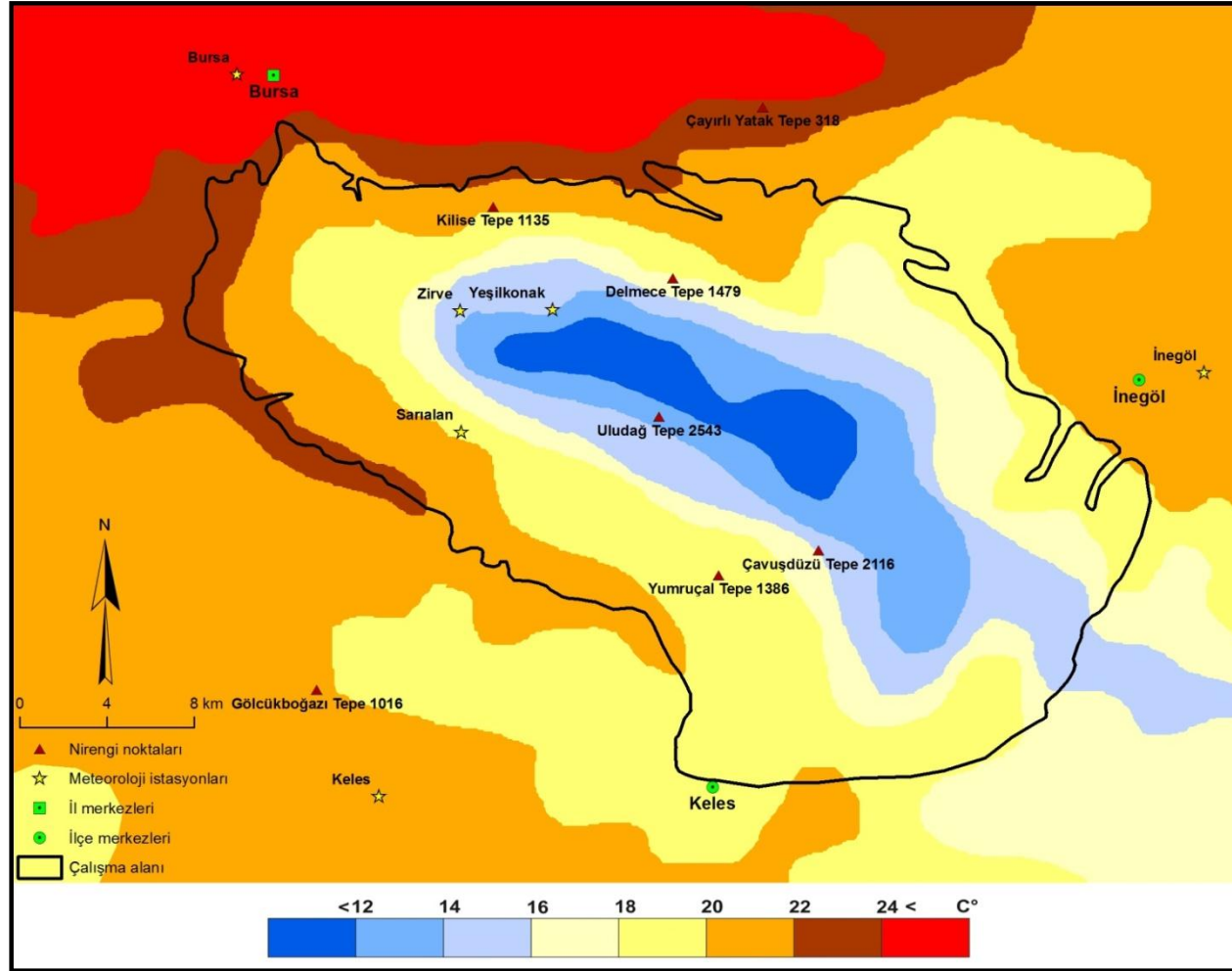
Tablo 7: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların ortalama sıcaklıkları

	Rasat Süresi	Yükselti (m)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Bursa	77	100	5,2	5,9	8	12,7	17,4	21,8	24,3	24	20	15,3	10,9	7,3	14,4
İnegöl	25	335	2,7	3,5	6	10,2	13,9	16,6	20	20,2	16,7	12,4	7,7	4,4	11,2
Yeşilkonak	22	1025	1,5	2,5	4,7	9,2	13,3	16,9	18,7	18,3	15,6	11,8	8,2	4,4	10,4
Keles	30	1063	0,4	0,6	3,5	8,1	12,8	16,6	19,1	18,8	15,2	10,9	5,9	2,1	9,5
Sarıalan	17	1620	-2,8	-2,8	0,1	4	8,8	11,8	13,3	13,2	10,8	7,1	3,2	-0,7	5,5
Zirve	36	1878	-3,3	-3,8	-1,1	2,8	7,7	11,4	13,9	13,7	10,5	6,4	1,6	-2,1	4,8

Çalışma sahasında yıllık ortalama sıcaklıklar yanında mevsimler arasında sıcaklıklarda meydana gelen değişimleri inceleyebilmek için sahanın yaz ve kış sıcaklıklarını gösteren sıcaklık haritaları üretilmiştir (Şekil 18; Şekil 19). Kış durumunu göstermek için Ocak, yaz durumunu göstermek için Temmuz ayı sıcaklıkları esas alınmıştır. Çalışma alanında Ocak ayı sıcaklıkları 5,2°C ile -3,2°C arasında değişkenlik göstermektedir. 100 metrelerde yer alan Bursa ve çevresi yine 350 metrelerde yer alan İnegöl ovası Ocak ayında sıcaklığın en yüksek olduğu bölgelerdir. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi İnegöl'ün çevresinin yüksek kütlelerle çevrili olması bu durumu ortaya çıkartan nedendir. Bu bölgelerde sıcaklık 2°C ile 5,2°C arasında değişmektedir. Ovadan yani alçak alanlardan dağın yamaçlarına doğru çıkıldıkça yükseltiye bağlı olarak sıcaklık değerlerinde düşmeler meydana gelir. En düşük sıcaklıkların görüldüğü zirve kesimlerinde sıcaklıklar -3,2°C ye kadar düşmektedir. Çalışma alanı ve çevresinde Temmuz ayı sıcaklıkları ise 24,3°C ile 12,6°C arasında değişmektedir. Sahada yaz aylarında en yüksek sıcaklıkların görüldüğü yerler yükseltisi az olan yerlerdir. Buna göre Bursa ovası ve çevresi yine İnegöl ovası yüksek sıcaklıkların görüldüğü alanlardır. Buralarda sıcaklıklar 20°C ile 24,3°C arasında değişmektedir. Kütlenin zirve kesimlerine doğru çıkıldıkça sıcaklıklarda düşmeler meydana gelir. 2500 metre yüksekliğinde Temmuz ayı sıcaklık ortalamasınının 12,5°C civarında olması beklenir.



Şekil 18: Çalışma sahası ve çevresinin Ocak ayı ortalama sıcaklık haritası (°C).

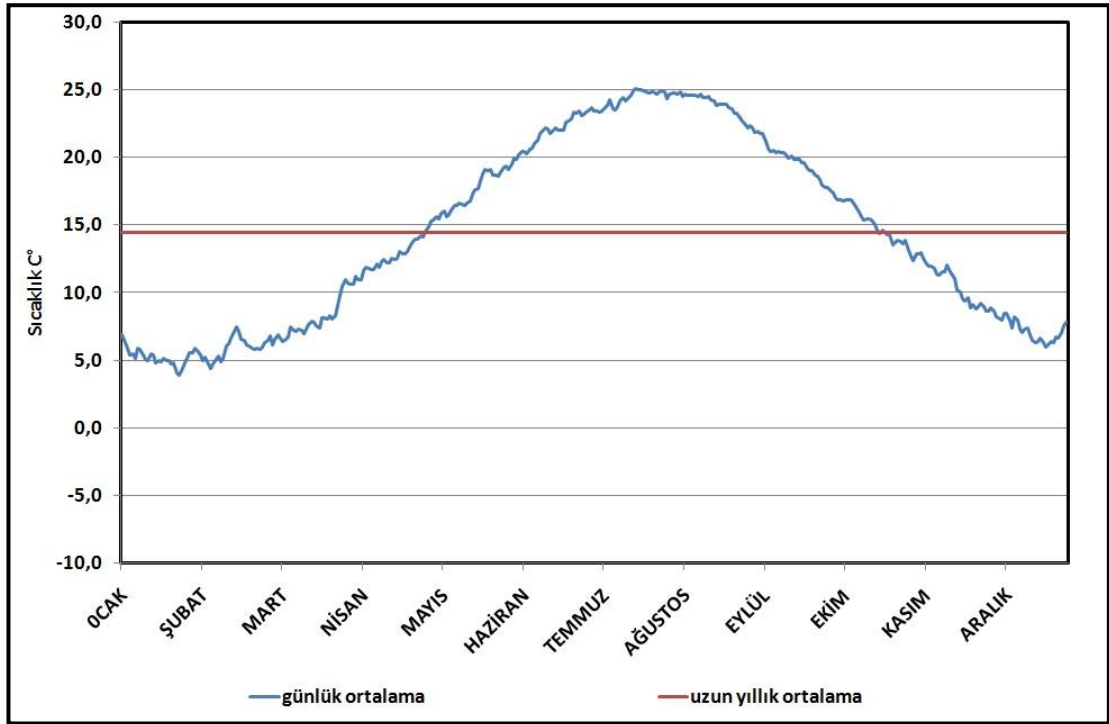


Şekil 19: Çalışma sahası ve çevresinin Temmuz ayı ortalama sıcaklık haritası (°C)

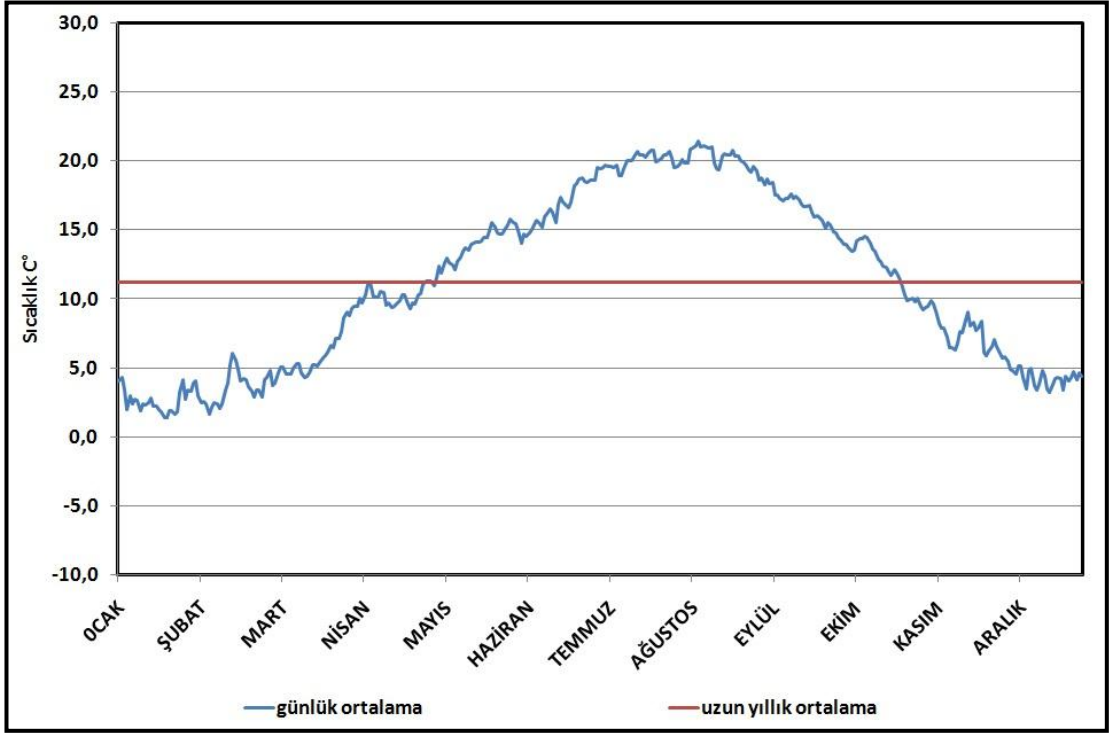
Çalışma sahasında yer alan istasyonların günlük ortalama sıcaklıkları incelendiğinde en soğuk ay olarak Ocak ayı dikkati çeker (Şekil 20; Şekil 21; Şekil 22; Şekil 23; Şekil 24; Şekil 25). Bursa ve İnegöl meteoroloji istasyonlarında Ocak ayı sıcaklıkları 0°C'nin altına düşmezken, Zirve, Sarıalan ve Yeşilkonak'ta sadece iki gün olmak üzere (14-15 Ocak) bu ayda sıcaklıklar 0°C'nin altına iner. Bundan dolayı Ocak ayı Zirve ve Sarıalan'da daha soğuk geçmektedir. Aralık ayında günlük ortalama sıcaklıklar Bursa, İnegöl, Yeşilkonak ve Keles'te 0°C'nin üstündedir. Zirve'de 26 Kasım'dan ve Sarıalan'da 29 Kasım'dan itibaren günlük ortalama sıcaklıklar 0°C'nin altına düşmektedir. Bu günden sonra 0°C'nin altında seyreden sıcaklıklar Zirve'de 26 Mart tarihine gelindiğinde 0,9°C ile ve Sarıalan'da 21 Mart'a ise 1,3°C ile artı değere çıkmaktadır. Keles'te bu değer Ocak ve Şubat ayı içinde devamlılık göstermeden sadece birkaç günde 0°C altına düşmektedir (15-16-19-21-22-23 Ocak, 1-2-3-3-20 Şubat). Aynı şekilde Yeşilkonak'ta da 14-15 Ocak tarihlerinde günlük ortalama değerler 0°C'nin altına düşer. Kasım-Mart döneminde görülen en düşük sıcaklıklar Bursa'da 3,9°C (23 Ocak), İnegöl'de 1,4°C (19 Ocak), Yeşilkonak'ta -0,1°C (14-15 Ocak), Keles'te -1,2°C (4 Şubat), Sarıalan'da -5,6°C (14 Ocak) ve Zirve'de -5,0°C (22 Ocak) dır. Çalışma sahasında kış aylarında günlük ortalama sıcaklıkların bu özellikleri, kış aylarının çalışma sahasında daha çok yüksek kesimlerde daha soğuk ve daha uzun geçtiğini göstermektedir.

Günlük ortalama sıcaklıklar Zirve ve Sarıalan'da 21 ve 26 Mart tarihi itibariyle 0°C'nin üstüne gerçekleşirken, 8°C'nin üstüne ise Zirve'de 16 Mayıs ve Sarıalan'da 8 Mayıs tarihlerinde çıkmaktadır. Bu değerler Bursa'da 19 Mart, İnegöl'de 27 Mart ve Yeşilkonak'ta 28 Mart tarihlerinde görülür. Sıcaklık değerlerinin 15°C'nin üzerinde gerçekleşmesi Bursa'da Nisan sonuna doğru iken, İnegöl, Yeşilkonak'ta Mayıs ortalarında, Keles'te Mayıs sonuna doğru bu değere erişmektedir. Yükseltinin çok daha fazla olduğu Sarıalan ve Zirve'de ise günlük ortalama sıcaklıklar en sıcak ay olan Temmuz ayında bile 15°C ve üzerine çok az erişmektedir. Bursa'da günlük ortalama sıcaklıklar Mayıs ortasından itibaren 20°C'nin üzerine çıkmakta ve bu durum Eylül başına kadar devam etmektedir. İnegöl'de ise günlük ortalama sıcaklıklar ancak Temmuz ayından sonra 20°C'nin üzerine çıkmakta ve hiçbir zaman değerler 25°C'ye erişmemektedir. Yine Yeşilkonak ve Keles'te de günlük ortalama sıcaklıklar yaz aylarında ancak birkaç gün 20°C'nin üzerinde seyretmektedir. Haziran ayı sıcaklık ortalamaları Bursa'da 19,9-23,5°C, İnegöl'de 14-18,8°C, Yeşilkonak'ta 15-18,4°C, Keles'te 13,8-18,2°C, Sarıalan'da 10,1-13,6°C ve Zirve'de

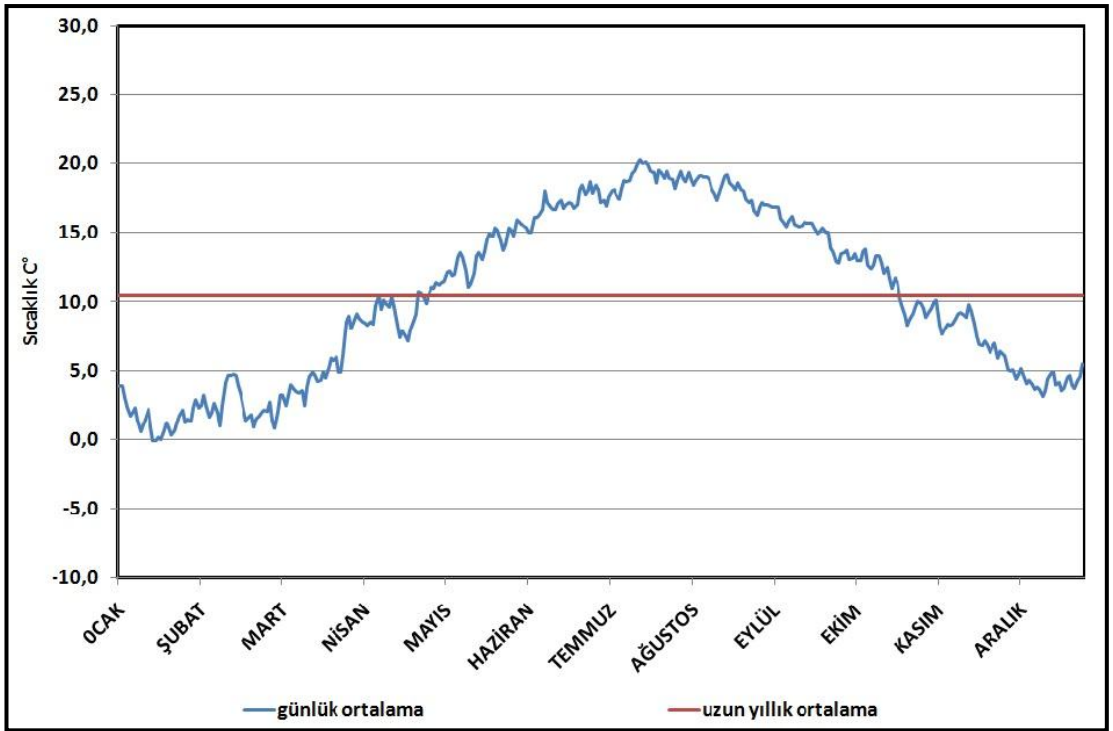
8,3-13,2°C arasında seyrederek. Temmuz ayı, İnegöl hariç diğer tüm istasyonlarda en sıcak aydır. Bursa'da 23,3-25,1°C, Yeşilkonak'ta 17-20,2°C, Keles'te 18,2-20,2°C, Sarıalan'da 11,4-15,1°C ve Zirve'de 12,7-15°C arasında seyrederek. Yeşilkonak'ta ise bu durum Ağustos ayında görülür. Ortalama sıcaklıklar 17-20,1°C arasında değişir. Günlük ortalama sıcaklık değerlerine baktığımızda çalışma sahasında yaz döneminin alçak kesimlerde daha sıcak geçtiği görülmektedir.



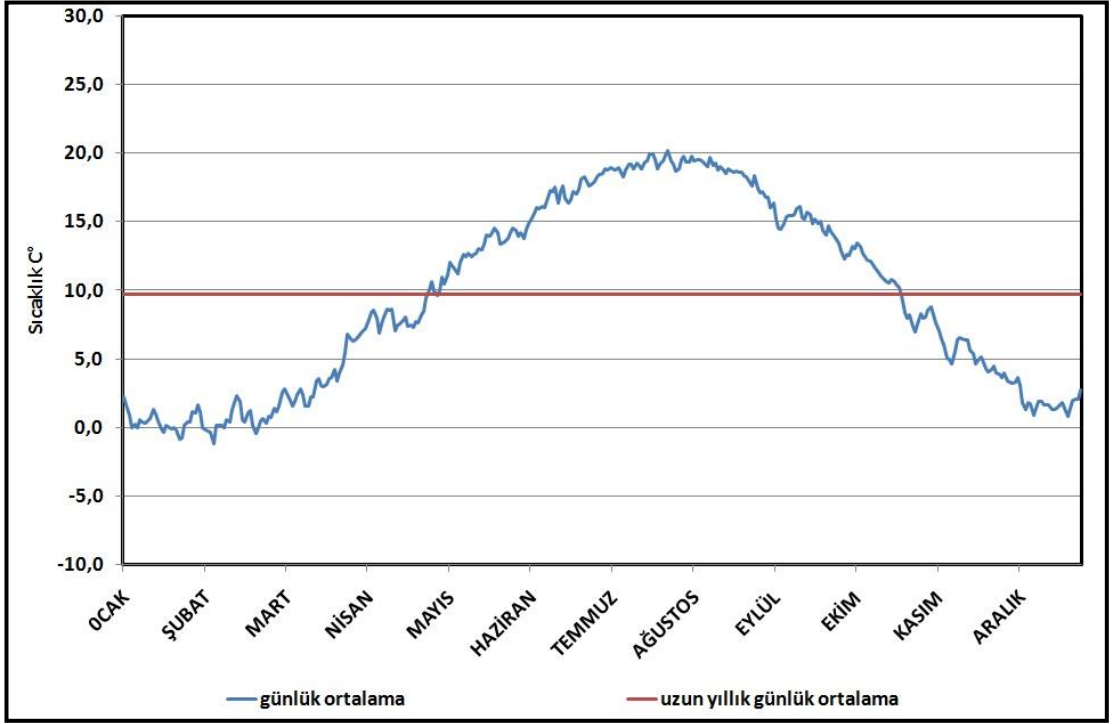
Şekil 20: Bursa'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı



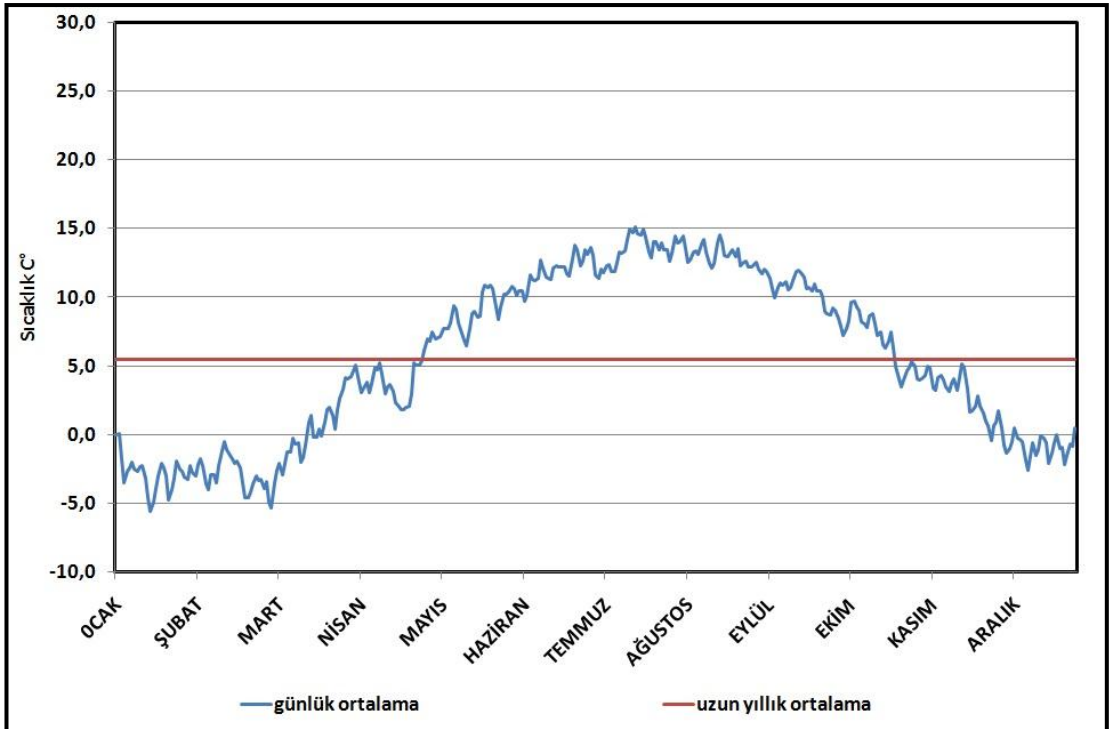
Şekil 21: İnegöl'de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı



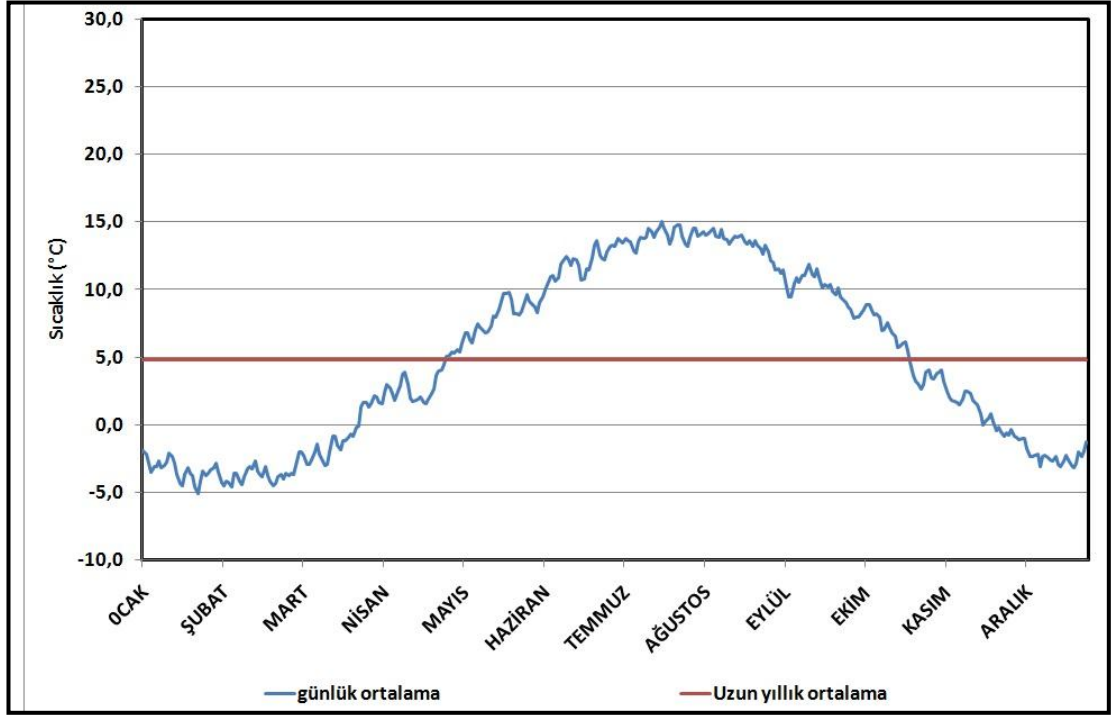
Şekil 22: Yeşilkonak'ta günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı



Şekil 23: Keles'te günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı



Şekil 24: Sarıalan'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı



Şekil 25: Zirve’de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içinde dağılışı

Çalışma sahasında ve çevresinde yer alan istasyonların günde üç defa yapılan sıcaklık ölçüm (saat 7.00, 14.00 ve 21.00) sonuçları incelenmiş ve sıcaklık frekansları ortaya konulmuştur. Buna göre Bursa’da 1928-2005 yılları arasında ölçülen 84348 gerçek sıcaklık değerinin % 3,3’ü 0°C’nin altında, % 45,5’i 9-21°C’ler arasında, % 4,3’ü 30°C’nin üstünde; İnegöl’de 1975-2000 yılları arasında ölçülen 26089 değerden % 7,5’i 0°C’nin altında, % 45,8’i 9-21°C’ler arasında, % 3,1’ü 30°C’nin üstünde, Yeşilkonak’ta 1963-1985 yılları arasında ölçülen 24015 değerden % 10’u 0 °C’nin altında, % 49,2’i 9-21°C’ler arasında, % 0,5’i 30°C’nin üstünde, Keles’te 1975-2005 yılları arasında ölçülen 33968 değerden % 13,4’ü 0°C’nin altında, % 43’ü 9-21°C’ler arasında, % 0,6’ü 30°C’nin üstünde, Sarıalan’da 1968-1985 yılları arasında ölçülen 18390 değerden % 22,8’i 0°C’nin altında, % 37,1’i 9-21°C’ler arasında, Zirve’de 1969-2005 yılları arasında ölçülen 40218 değerden % 27,2’si 0°C’nin altında, % 33,8’i 9-21°C’ler arasındadır. Sarıalan ve Zirve’de 30°C’nin üstünde sıcaklık değerleri bulunmamaktadır (Tablo 9; Tablo 10; Tablo 11; Tablo 12; Tablo 13; Tablo 14).

Tablo 8: Uludağ'da yetiştirme devresi içindeki sıcaklıkların durumu

	0°C'nin altı (%)	9-21°C (%)	30°C'nin üstü (%)
Bursa	3,3	45,5	4,3
İnegöl	7,5	45,8	3,1
Yeşilkonak	10	49,2	3,1
Keles	13,4	43,0	0,6
Sarıalan	22,8	37,1	0
Zirve	27,2	33,8	0

Bu durum yetiştirme devresi bakımından son derece önemli kabul edilen 9-21°C'ler arasındaki sıcaklıkların (DÖNMEZ, 1979) frekansının tüm istasyonlarda oldukça yüksek olduğunu da göstermektedir. Zirve ve Sarıalan dışında 9-21°C'ler arasındaki gerçek sıcaklık değerlerinin oranı %40'ın üzerindedir. Burada özellikle Yeşilkonak meteoroloji istasyonunun belirtilen sıcaklık aralıklarındaki oranının ise çok daha yüksek olması (%49,2), incelenen rasat süresinin kısalığı ile de ilgili olabileceğini düşündürmektedir. 30°C'nin üzerindeki sıcaklıkların frekansı da son derece düşüktür. Bu oranlar %5'in üzerine çıkmamaktadır. Dolayısıyla bitki hayatını kesintiye uğratabilecek boyutlarda yüksek sıcaklıklardan söz etmek mümkün olmaz. Buna karşılık 0°C'nin altındaki sıcaklıkların frekansı özellikle yüksek kesimlere doğru gidildikçe dikkati çekecek ölçüde artmaktadır. 0°C'nin altındaki gerçek sıcaklıkların oranı Zirve'de %27'nin üzerine çıkmaktadır. Bursa'da ise bu oran %3,3'dür. Anlaşılabileceği gibi düşük sıcaklıklar Uludağ'ın yüksek kesimlerine doğru çıkıldıkça bitki hayatı üzerinde daha etkili olmaktadır (Tablo 8). Bu durum Uludağ'da yüksek alanlara gidildikçe özellikle düşük sıcaklıklara daha dayanıklı konifer ağaçlarının yaygın olmasını da açıklamaktadır.

Tablo 9: Bursa'da 1928-2005 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
(-33) - (-30,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-30) - (-27,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-27) - (-24,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-24) - (-21,1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
(-21) - (-18,1)	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
(-18) - (-15,1)	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
(-15) - (-12,1)	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15
(-12) - (-9,1)	11	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	29
(-9) - (-6,1)	55	44	9	0	0	0	0	0	0	0	1	7	116
(-6) - (-3,1)	185	164	45	0	0	0	0	0	0	0	11	77	482
(-3) - (-0,1)	687	619	333	31	0	0	0	0	0	2	117	363	2152
(0) - (2,9)	1529	1201	887	95	0	0	0	0	0	48	392	997	5149
(3) - (5,9)	1572	1419	1542	456	6	0	0	0	2	197	726	1404	7324
(6) - (8,9)	1376	1260	1536	1164	99	0	0	0	36	552	1210	1604	8837
(9) - (11,9)	847	721	1065	1598	630	19	0	6	288	1148	1512	1289	9123
(12) - (14,9)	497	498	734	1303	1532	188	12	45	829	1560	1232	684	9114
(15) - (17,9)	284	368	459	942	1822	1040	216	427	1508	1413	787	473	9739
(18) - (20,9)	82	145	308	635	1296	1981	1286	1553	1479	890	575	220	10450
(21) - (23,9)	10	53	167	390	797	1472	2270	1899	978	655	289	26	9006
(24) - (26,9)	0	8	60	204	554	945	1248	1153	758	420	63	4	5417
(27) - (29,9)	0	0	12	87	297	723	884	818	635	207	11	0	3674
(30) - (32,9)	0	0	4	20	96	411	893	892	334	55	1	0	2706
(33) - (35,9)	0	0	0	5	27	127	293	303	73	11	0	0	839
(36) - (38,9)	0	0	0	0	2	23	53	50	9	3	0	0	140
(39) - (41,9)	0	0	0	0	0	1	5	14	1	0	0	0	21
(42) - (44,9)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
(45) - (47,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	7149	6528	7161	6930	7158	6930	7161	7161	6930	7161	6927	7152	84348

Tablo 10: İnegöl'de 1928-2005 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
(-33) - (-30,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-30) - (-27,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-27) - (-24,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-24) - (-21,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-21) - (-18,1)	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
(-18) - (-15,1)	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
(-15) - (-12,1)	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15
(-12) - (-9,1)	26	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	53
(-9) - (-6,1)	72	45	10	0	0	0	0	0	0	0	6	33	166
(-6) - (-3,1)	149	124	53	0	0	0	0	0	0	2	63	96	487
(-3) - (-0,1)	383	302	156	1	0	0	0	0	0	10	120	274	1246
(0) - (2,9)	635	448	338	65	3	0	0	0	2	85	271	485	2332
(3) - (5,9)	444	409	405	208	21	1	0	0	30	160	371	463	2512
(6) - (8,9)	280	261	383	369	120	2	0	2	129	343	438	368	2695
(9) - (11,9)	173	166	248	437	341	42	7	40	277	480	377	235	2823
(12) - (14,9)	103	131	175	314	547	225	118	201	402	468	234	165	3083
(15) - (17,9)	42	71	134	222	446	532	430	519	474	258	199	94	3421
(18) - (20,9)	8	33	78	151	214	458	612	486	266	179	124	18	2627
(21) - (23,9)	2	6	51	116	207	231	375	349	150	146	33	2	1668
(24) - (26,9)	0	0	11	67	156	179	181	169	229	116	13	0	1121
(27) - (29,9)	0	0	3	21	68	167	244	261	184	62	1	0	1011
(30) - (32,9)	0	0	0	8	14	106	181	205	92	14	0	0	620
(33) - (35,9)	0	0	0	1	2	17	67	64	15	2	0	0	168
(36) - (38,9)	0	0	0	0	0	5	16	7	0	0	0	0	28
(39) - (41,9)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
(42) - (44,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(45) - (47,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	2325	2034	2046	1980	2139	1965	2232	2304	2250	2325	2250	2239	26089

Tablo 11: Yeşilkonak'ta 1963-1985 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
(-33) - (-30,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-30) - (-27,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-27) - (-24,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-24) - (-21,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-21) - (-18,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-18) - (-15,1)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
(-15) - (-12,1)	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19
(-12) - (-9,1)	33	51	2		0	0	0	0	0	0	0	1	87
(-9) - (-6,1)	101	112	30	1	0	0	0	0	0	0	4	25	273
(-6) - (-3,1)	228	192	140	9	0	0	0	0	0	0	29	108	706
(-3) - (-0,1)	395	260	263	49	0	0	0	0	0	4	86	266	1323
(0) - (2,9)	420	314	403	181	5	0	0	0	5	50	200	394	1972
(3) - (5,9)	327	339	352	335	54	0	0	0	8	208	284	371	2278
(6) - (8,9)	337	262	312	371	280	28	0	5	95	365	396	406	2857
(9) - (11,9)	153	194	269	380	456	199	73	72	338	405	444	334	3317
(12) - (14,9)	31	79	157	273	471	446	281	372	469	398	295	107	3379
(15) - (17,9)	8	36	69	188	352	487	547	528	401	269	162	26	3073
(18) - (20,9)	0	15	37	129	222	324	464	381	246	174	60	6	2058
(21) - (23,9)	0	4	8	43	139	259	259	198	234	121	18	1	1284
(24) - (26,9)	0		3	18	49	147	216	227	128	39	2		829
(27) - (29,9)	0	0	1	3	15	59	158	121	46	13	0	0	416
(30) - (32,9)	0	0	0	0	3	29	39	41	10	0	0	0	122
(33) - (35,9)	0	0	0	0	0	1	9	5	0	0	0	0	15
(36) - (38,9)	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	4
(39) - (41,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(42) - (44,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(45) - (47,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	2046	1866	2046	1980	2046	1980	2046	1953	1980	2046	1980	2046	24015

Tablo 12: Keles'te 1975-2005 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
(-33) - (-30,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-30) - (-27,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-27) - (-24,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-24) - (-21,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-21) - (-18,1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
(-18) - (-15,1)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
(-15) - (-12,1)	16	28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	50
(-12) - (-9,1)	59	79	23	0	0	0	0	0	0	0	7	25	193
(-9) - (-6,1)	178	182	70	3	0	0	0	0	0	0	31	102	566
(-6) - (-3,1)	393	350	222	16	0	0	0	0	0	1	80	258	1320
(-3) - (0,1)	584	497	471	82	1	0	0	0	0	29	264	494	2422
(0) - (2,9)	710	573	577	339	22	0	0	0	0	127	403	660	3411
(3) - (5,9)	509	456	566	546	140	5	0	0	36	357	550	639	3804
(6) - (8,9)	299	248	405	623	375	38	1	2	203	568	616	478	3856
(9) - (11,9)	111	133	260	466	682	273	47	99	513	643	409	174	3810
(12) - (14,9)	21	61	136	326	661	664	384	438	714	436	231	41	4113
(15) - (17,9)	2	17	111	182	443	705	829	847	473	288	118	9	4024
(18) - (20,9)	0	1	30	137	294	509	633	556	261	195	66	1	2683
(21) - (23,9)	0	0	7	46	181	274	386	274	248	147	14	0	1577
(24) - (26,9)	0	0	1	23	70	219	275	329	223	64	1	0	1205
(27) - (29,9)	0	0	0	1	14	89	238	240	100	27	0	0	709
(30) - (32,9)	0	0	0	0	0	13	72	77	17	1	0	0	180
(33) - (35,9)	0	0	0	0	0	0	17	21	2	0	0	0	40
(36) - (38,9)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
(39) - (41,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(42) - (44,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(45) - (47,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	2883	2628	2883	2790	2883	2789	2883	2883	2790	2883	2790	2883	33968

Tablo 13: Sarıalan'da 1968-1985 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları

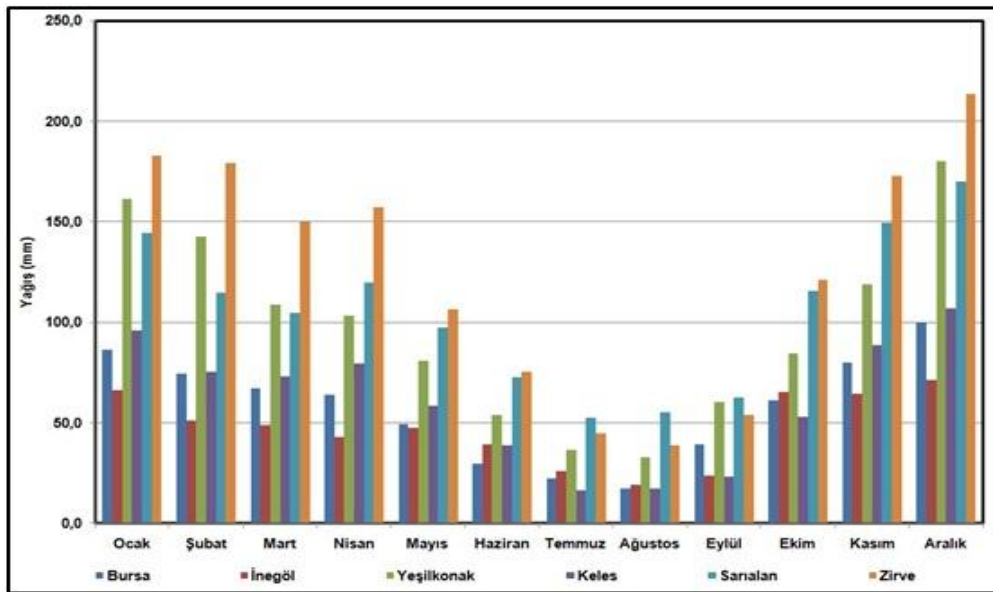
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
(-33) - (-30,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-30) - (-27,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-27) - (-24,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-24) - (-21,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-21) - (-18,1)	1	6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
(-18) - (-15,1)	18	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
(-15) - (-12,1)	42	71	26	0	0	0	0	0	0	0	0	4	143
(-12) - (-9,1)	114	116	52	2	0	0	0	0	0	0	13	38	335
(-9) - (-6,1)	213	151	103	19	0	0	0	0	0	0	61	128	675
(-6) - (-3,1)	284	184	182	87	2	0	0	0	2	15	86	212	1054
(-3) - (-0,1)	377	368	332	242	18	0	0	0	6	90	166	339	1938
(0) - (2,9)	365	292	386	318	96	4	1		40	198	341	429	2470
(3) - (5,9)	125	136	279	309	269	88	13	17	118	299	393	203	2249
(6) - (8,9)	39	48	131	228	403	248	163	148	268	374	292	58	2400
(9) - (11,9)	3	8	53	175	349	408	383	406	437	307	114	19	2662
(12) - (14,9)	0	2	10	97	267	380	445	477	370	173	51	1	2273
(15) - (17,9)	0	0	1	34	126	247	331	302	185	94	7	0	1327
(18) - (20,9)	0	0	1	9	37	109	167	158	81	15	0	0	577
(21) - (23,9)	0	0	0	1	14	37	51	53	20	4	0	0	180
(24) - (26,9)	0	0	0	0	0	8	25	16	3	0	0	0	52
(27) - (29,9)	0	0	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0	7
(30) - (32,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(33) - (35,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(36) - (38,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(39) - (41,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(42) - (44,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(45) - (47,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	1581	1404	1557	1521	1581	1530	1581	1581	1530	1569	1524	1431	18390

Tablo 14: Zirve'de 1969-2005 devresindeki günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
(-33) - (-30,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-30) - (-27,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-27) - (-24,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-24) - (-21,1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
(-21) - (-18,1)	4	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
(-18) - (-15,1)	38	65	16	0	0	0	0	0	0	0	4	10	133
(-15) - (-12,1)	133	171	77	4	0	0	0	0	0	0	23	70	478
(-12) - (-9,1)	258	255	182	21	0	0	0	0	0	1	97	197	1011
(-9) - (-6,1)	403	388	314	88	1		0	0	0	18	173	340	1725
(-6) - (-3,1)	608	548	479	210	18	1	0	0	4	72	263	546	2749
(-3) - (0,1)	933	829	759	549	108	5	0	0	22	241	451	947	4844
(0) - (2,9)	668	549	787	789	347	35	2		119	431	816	967	5510
(3) - (5,9)	206	190	490	640	655	258	60	61	323	699	851	282	4715
(6) - (8,9)	45	59	213	452	825	607	297	309	600	816	428	62	4713
(9) - (11,9)	1	9	97	289	716	806	657	659	895	600	165	10	4904
(12) - (14,9)	0	1	23	141	446	746	876	956	687	340	55	1	4272
(15) - (17,9)	0	0	3	46	219	506	827	776	438	149	4		2968
(18) - (20,9)	0	0	0	11	72	247	446	458	179	50	0	0	1463
(21) - (23,9)	0	0	0	0	26	96	191	159	54	6	0	0	532
(24) - (26,9)	0	0	0	0	2	21	63	58	8	0	0	0	152
(27) - (29,9)	0	0	0	0	0	2	18	5	1	0	0	0	26
(30) - (32,9)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
(33) - (35,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(36) - (38,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(39) - (41,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(42) - (44,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(45) - (47,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	3297	3081	3441	3240	3435	3330	3438	3441	3330	3423	3330	3432	40218

3.2.Yağış

Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların yağış verileri incelendiğinde, sahada sıcaklık üzerinde etkili olan yükselti faktörü yağışın da dağılımını belirleyen en önemli etkidir. Bunun yanında yağışın dağılımı üzerinde etkili olan diğer faktör ise bakıdır. Çalışma sahası ve çevresinde yağışın dağılımını incelemek için yağış haritası çizilmiştir. Ayrıca aylara göre yağış dağılımını gösteren grafik oluşturulmuştur. Buna göre uzun yıllık ortalama yağışlara baktığımızda 100 m yükseltiye sahip Bursa'da 692,1 mm, 335 m İnegöl'de 566,4 mm, 1025 m Yeşilkonak'ta 1164,5 mm, 1063 m Keles'te 726,5 mm, 1620 m Sarıalan'da 1259,7 mm ve çalışma sahasının en yüksekte yer alan meteoroloji istasyonu 1878 m Zirve'de 1495,5 mm yağış düşmektedir. Yağışların aylara göre dağılımı incelendiğinde çalışma sahası ve çevresinde en fazla yağış alan aylar Aralık ve Ocak, en az yağış alan aylar ise Temmuz ve Ağustos'tur. Keles, Temmuz ayında 16,2 mm ve Ağustos ayında 17,2 mm ile en az yağış alan istasyondur. 1063 m'de yer alan Keles'in 1025'de yer alan İnegöl'e göre daha az yağış almasının sebebi Keles'in güney yamaçlarda yağmur gölgesinde kalan bir konuda yer almasıdır. Benzer durum yetiştirme devresindeki yağışların oranına da yansımaktadır. Yıllık yağışların İnegöl'de %48,2'si, Keles'te ise %28,7'si yetiştirme devresinde düşmektedir. Zirve ise Aralık ayında 213,5 mm ve Ocak ayında 182,7 mm yağış ile çalışma sahasının en fazla yağış alan yeridir (Şekil 26; Tablo 15).



Şekil 26: Çalışma sahası ve çevresinde ortalama yağışların aylara göre dağılımı

Tablo 15: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların ortalama yağışları (mm)

	Rasat Süresi	Yükselti (m)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	Ek	K	A	Yıllık
Bursa	77	100	86,5	74,6	67,3	63,9	49,2	29,9	22,3	17,5	39,2	61,5	80,2	100,1	692,1
İnegöl	25	335	66,5	51,3	48,8	43,0	47,4	39,1	25,9	19,3	23,9	65,4	64,6	71,1	566,4
Yeşilkonak	26	1025	161,4	142,7	108,6	103,5	81,0	53,9	36,5	32,8	60,3	84,7	119,0	180,1	1164,5
Keles	30	1063	96,0	75,3	73,2	79,7	58,5	39,0	16,2	17,2	23,2	52,8	88,5	106,9	726,5
Sarıalan	17	1620	144,2	114,6	104,7	119,7	97,4	72,8	52,5	55,5	62,7	115,7	149,6	170,2	1259,7
Zirve	36	1878	182,7	179,1	149,8	157,3	106,3	75,5	44,6	38,7	54,0	121,1	172,9	213,5	1495,5

Tablo 16: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonlarda yetiştirme devresindeki yağışlar (mm)

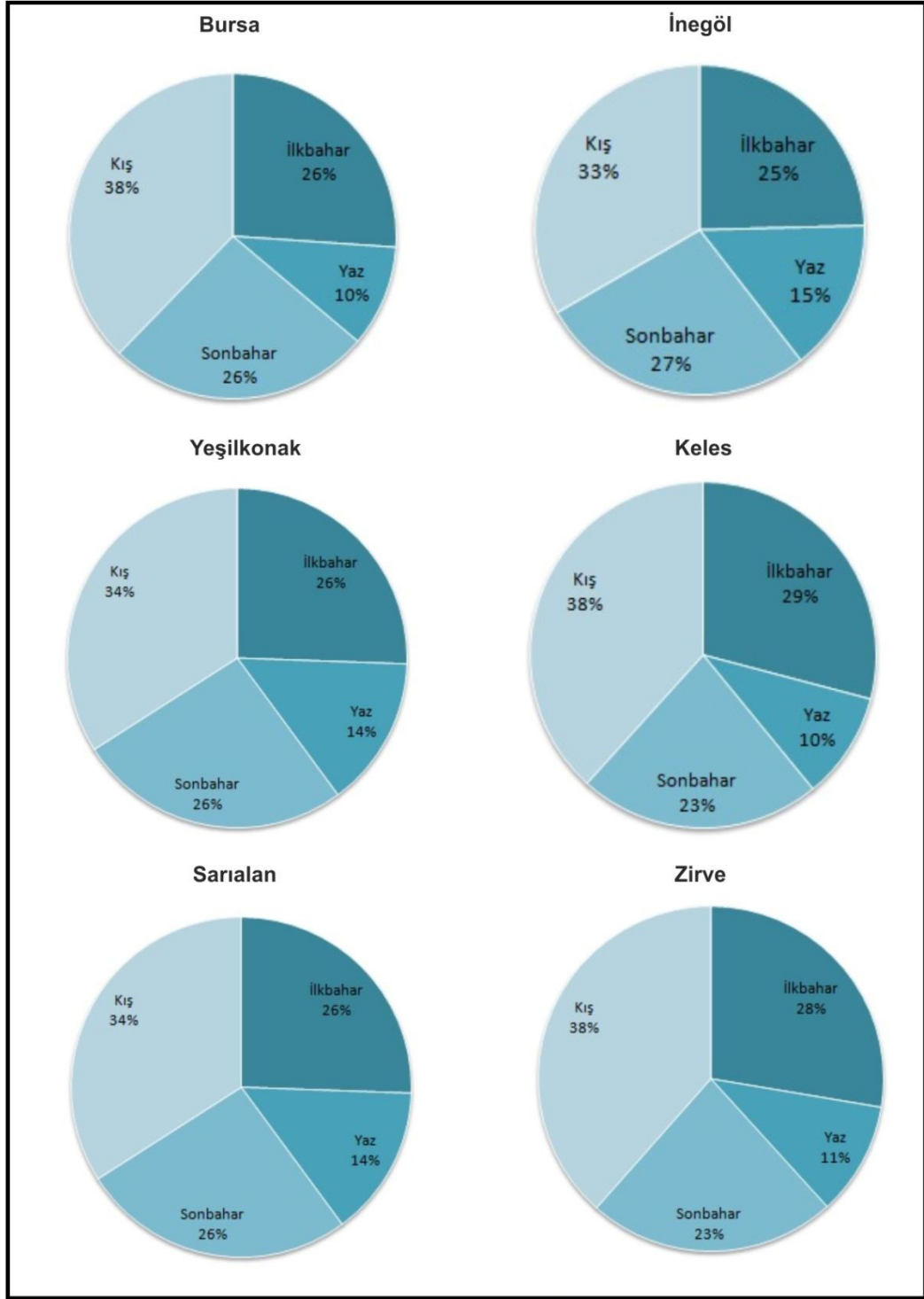
İstasyon Adı	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Yetiştirme Devresi Toplamı	Oranı (%)	Yıllık
Bursa (1928-2005)	8,0	63,9	49,2	29,9	22,3	17,5	39,2	61,5	38,1	329,6	47,6	692,1
İnegöl (1975-2000)	8,3	43,0	47,4	39,1	25,9	19,3	23,9	65,4	0,9	273,2	48,2	566,4
Yeşilkonak (1963-1985)		87,3	81,0	53,9	36,5	32,8	60,3	74,6		426,4	36,6	1164,5
Keles (1975-2005)			49,2	39,0	16,2	17,2	23,2	52,8	11,5	209,1	28,7	726,5
Sarıalan (1968-1985)		2,2	97,4	72,8	52,5	55,5	62,7	62,4		405,5	32,1	1259,7
Zirve (1969-2005)				61,6	44,6	38,7	54,0	2,7		201,6	13,4	1495,5

Araştırma alanında yağışların yıl içinde dağılımlarını daha iyi inceleyebilmek için mevsimlere göre yağış dağılımını gösteren tablo ve grafikler oluşturulmuştur (Tablo 17; Şekil 28). Buna göre araştırma alanı ve çevresindeki tüm istasyonlarda kış yağışlarının toplam yağış içindeki oranı daha fazladır. Bu oran yazın en aza iner. İlkbahar ile sonbahardaki yağışların oranları ise hemen hemen birbirine yakındır. Kış yağışları araştırma sahasındaki bütün istasyonlarda % 35'in üzerindedir.

Tablo 17: Çalışma sahası ve çevresinde yağışların mevsimlere göre dağılımı (%)

	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Bursa	26,1	10,1	26,1	37,7
İnegöl	24,5	15	27,2	33,3
Yeşilkonak	25,2	10,5	22,7	41,6
Keles	29,1	10	22,6	38,3
Sarıalan	25,5	14,4	26	34,1
Zirve	27,6	10,6	23,3	38,5

Araştırma sahasında yaz yağışları % 10'un altına hiçbir istasyonda düşmemektedir. Bu durum yaz mevsimindeki yüksek sıcaklıkların etkisini hafifletmektedir. Yaz yağışlarının düşük olması ilkbahar yağışlarının önemini artırmaktadır. Yetiştirme devresinin başlangıcı olan ilkbahar da yağışların toplam yağış içindeki oranı % 25' in altına inmez. Bu oran da toplam yağışın yaklaşık 1/4'üne karşılık gelmektedir. Buna göre ilkbahar yağışlarının fazla olması, büyümeyi olumlu yönde etkileyen önemli bir faktördür.

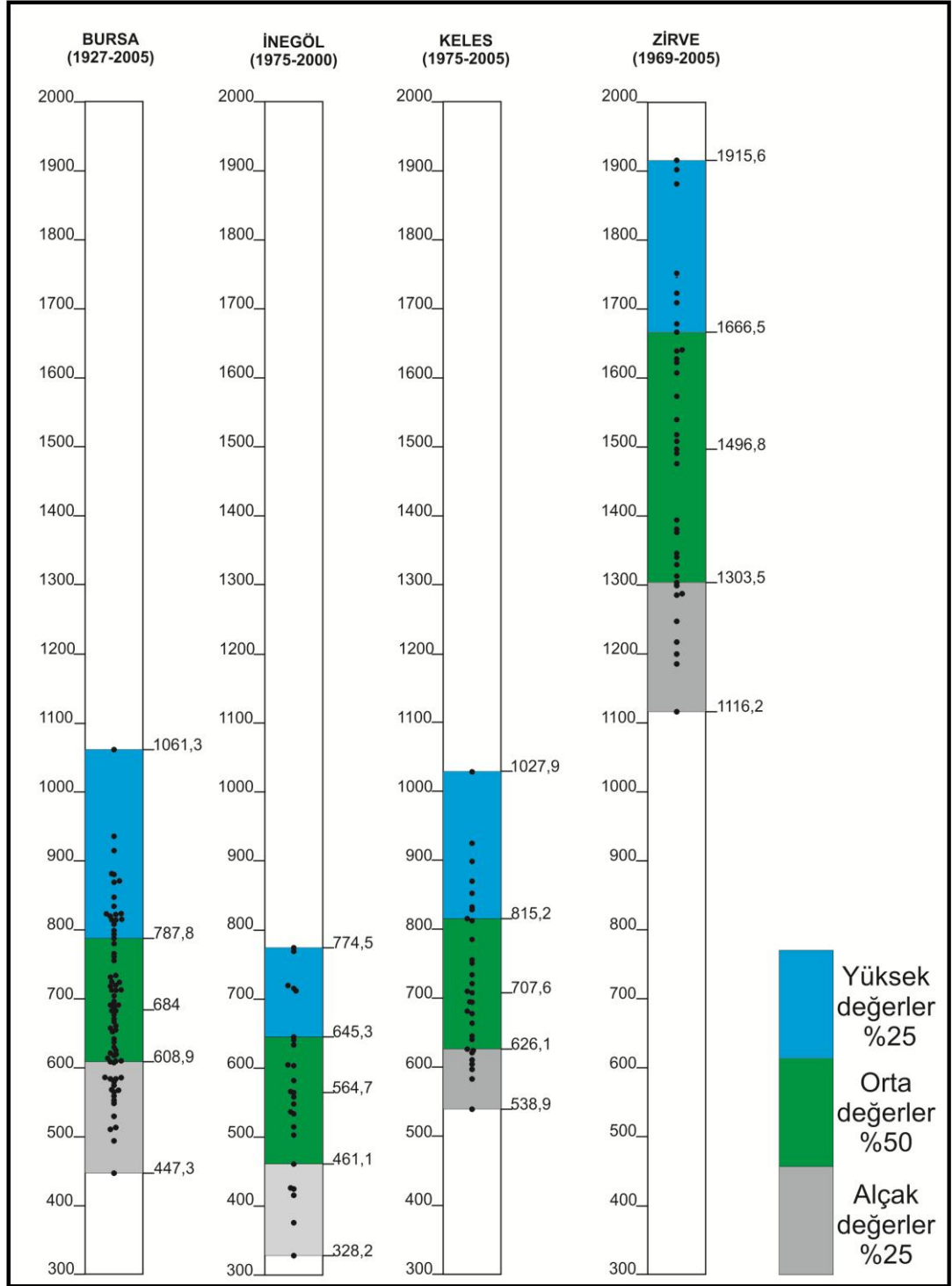


Şekil 28: Çalışma sahası ve çevresinde meteoroloji istasyonlarına ait yağışın mevsimlere göre dağılışı

Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların yağış miktarlarında yıldan yıla meydana gelen değişiklikleri ortaya koyabilmek için muhtemel yağış diyagramları çizilmiştir. Ancak, Yeşilkonak ve Sarıalan meteoroloji istasyonlarının yağış verileri kısa ve eksik olduğundan yağış diyagramları oluşturulmamıştır (Şekil 29).

Bu diyagramlara göre yağışın yıllar arasında büyük değişikliğe uğradığı dikkati çekmektedir. Bursa'da yıllık yağışlar arasındaki fark (en fazla yağışın düştüğü yılki yağış miktarı 1061,3 mm ile en az yağışın düştüğü yılki yağış miktarı 447,3 mm arasındaki fark) 614,0 mm'dir. Bursa'da 1927-2005 yılları arasındaki yağışların %50'si 608,9-787,8 mm' ler arasında, %25'i 787,8-1061,3 mm' ler arasında alçak değerler olarak ayrılan diğer %25' lik kısmı da 447,3-608,9 mm arasında toplanmaktadır. Keles'de ise 1975-2005 yılları arasındaki yıllık yağışların %50'si 626,1-815,2 mm' ler arasında, %25'i 815,2-1027,9 mm'ler arasında alçak değerler olarak ise %25' lik kısmı da 538,9-626,1 mm arasında toplanmaktadır. İnegöl'de yıllık yağışların %50'si 461,1-645,3 mm'ler arasında, %25'i 645,3-774,5 mm'ler arasında diğer %25' lik kısmı ise 328,2-461,1 mm arasında toplanmaktadır. Zirve istasyonunun yıllık yağış toplamları (1965-2005 arasındaki) 1116,2 mm ile 1915,6 mm arasında değişmektedir. Bu yağışların %50'si 1303,5-1666,5 mm arasında, %25'i 1666,5-1915,9 mm arasında toplanmaktadır. %25'lik alçak değerler grubundaki yağışlar ise 1116,2 mm-1303,5 mm arasındadır.

Yıllık yağış toplamlarında ortaya çıkan bu değişimler son derece önemlidir. Tüm bu özellikler uzun yıllık yağış ortalaması 700 mm'ye yakın olan Bursa'da yağışların bu ortalamanın oldukça altına inme ihtimalinin %50 civarında olduğunu ifade etmektedir. Keles'teki durumda Bursa'ya benzerdir. Keles'in 700 mm altında yağış olma olasılığı %50'dir.



Şekil 29: Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların muhtemel yağış diyagramları

Çalışma alanının yağış karakterini ortaya koyabilmek için ortalama yağışlar yanında sağanak yağışlar da incelenmiştir. Sağanak yağış özelliklerini belirlemek için daha öncede bitki coğrafyası çalışmalarının çoğunda kullanılan ayırımı Yamanlar (1956) tarafından yapılan kriterler esas alınmıştır (AVCI, 1998a). Bu kritere göre 25 mm'nin üzerinde olan günlük yağışlar sağanak yağış olarak kabul edilmiştir.

Çalışma sahası ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonları arasında rasat sürelerindeki farklılıklar sağanak yağış karakterlerinin ortaya konulmasında karşılaştırmayı zorlaştırmıştır. Bu nedenle sahada yer alan en uzun rasat sürelerine sahip olan Bursa (1927-2005) ve Zirve (1969-2005) meteoroloji istasyonlarının sağanak değerleri ele alınmıştır. Bununla birlikte diğer meteoroloji istasyonlarının verileri de değerlendirmelerde göz önünde bulundurulmuştur.

1969-2005 arasındaki 36 yıllık rasat devresine sahip Zirve, sağanak yağış frekansı en fazla olan istasyondur. Bunu takiben Bursa, Yeşilkonak, Sarıalan, Keles ve İnegöl gelmektedir. İstasyonların geneline baktığımızda hepsinde yılın her ayında 25 mm'nin üzerinde yağış görülmektedir.

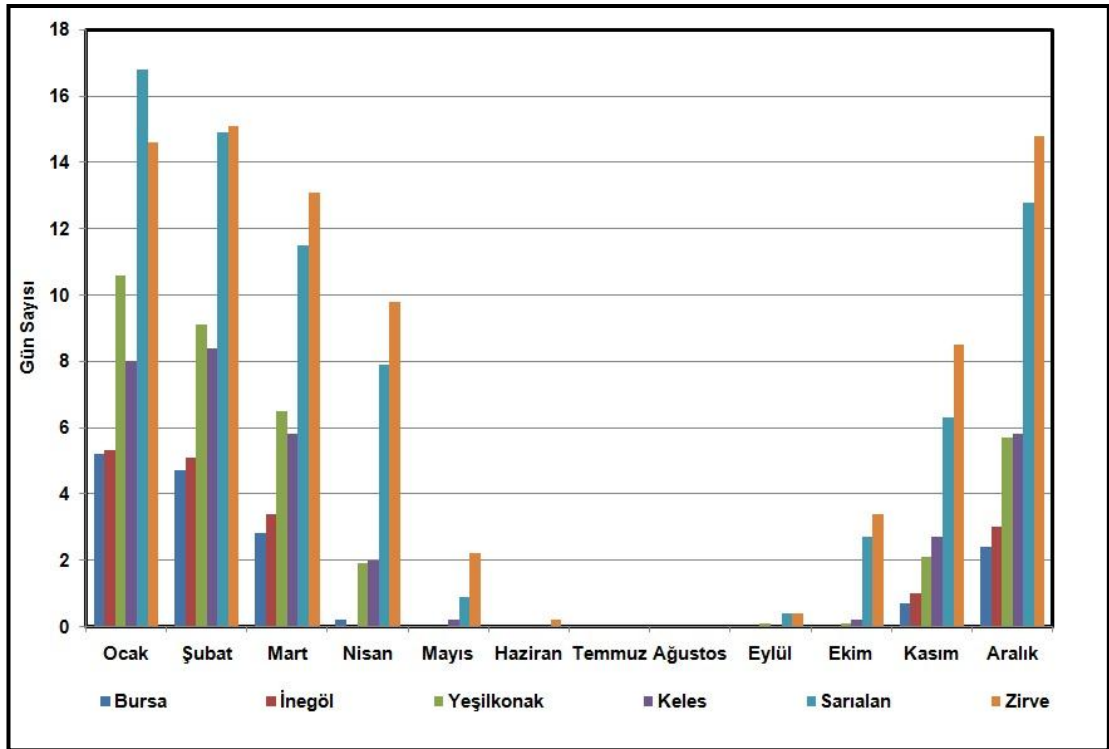
Tablo 18: Çalışma sahasında sağnak yağışların toplam sağnak yağışlara oranı (%)

		25-50 mm	50-100 mm.	100 mm.den çok
Zirve	1969-2005	78,5	20	1,4
Bursa	1027-2005	90,1	9,3	0,5
Yeşilkonak	1959-1985	82,1	16,8	1
Sarıalan	1968-1985	76,2	21,7	2
Keles	1975-2005	95,3	3,8	0,7
İnegöl	1975-2005	91,5	8,4	

25-50 mm arasındaki az şiddetli sağanak yağışlar çalışma sahasında toplam sağanak yağışlar içinde en fazla paya sahip olan aralıktır. Yağışların Keles'te % 95,3'ü, İnegöl'de % 91,5'i, Bursa'da %90,1'i, Yeşilkonak'ta %82,1'i, Zirve'de % 78,5'i ve Sarıalan'da % 76,2'si 25-50 mm arasındaki az şiddetli sağanaklardır. 50-100 mm arasındaki sağanak yağışlar ise en fazla Zirve (%20), Sarıalan (21,7) ve Yeşilkonak'ta (%16,8) yükseltinin fazla olması nedeniyle daha dikkat çekicidir. 100 mm'nin üzerindeki yağışların İnegöl'de hiç görülmezken diğer istasyonlarda % 2'lik oranın üstüne çıkmamıştır (Tablo 18).

3.2.1. Kar Yağışlı ve Karla Örtülü Günler

Çalışma sahasında yıl içinde kar yağışlı gün sayısının en fazla olduğu yer Zirve'dir (80,1 gün). Daha sonra 72,9 gün ile Sarıalan, 33,1 gün ile Keles, 35,1 gün ile Yeşilkonak, 17,1 gün ile İnegöl ve kar yağışlı gün sayısının en az olduğu yükselti bakımından da en alçakta yer alan 16 gün ile Bursa gelmektedir (Şekil 30; Tablo 19).



Şekil 30: Çalışma sahası ve çevresinde kar yağışlı günlerin aylara göre dağılışı

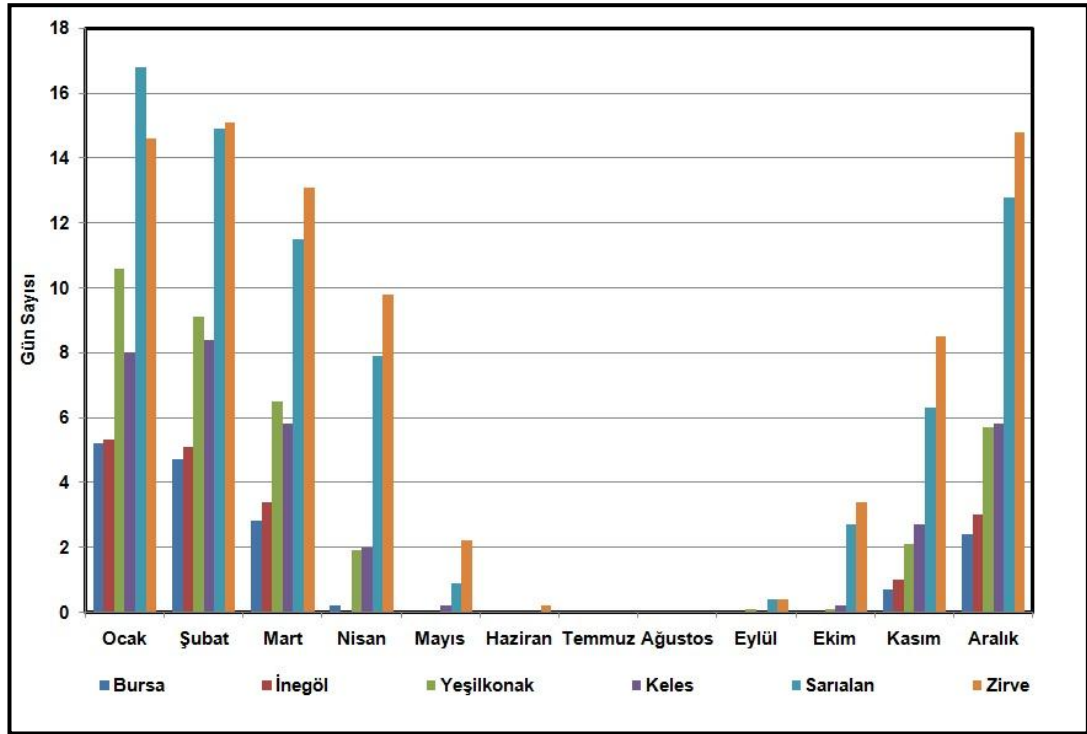
Tablo 19: Çalışma sahası ve çevresinde kar yağışlı günlerin aylara göre dağılışı

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Bursa	5,2	4,7	2,8	0,2							0,7	2,4	16
İnegöl	5,3	5,1	3,4								1	3	17,1
Yeşilkona	10,6	9,1	6,5	1,9					0,1	0,1	2,1	5,7	35,1
Keles	8	8,4	5,8	2	0,2					0,2	2,7	5,8	33,1
Sarıalan	16,8	14,9	11,5	7,9	0,9				0,4	2,7	6,3	12,8	72,9
Zirve	14,6	15,1	13,1	9,8	2,2	0,2			0,4	3,4	8,5	14,8	80,1

Çalışma sahası ve çevresinde kar örtülü günler baktığımızda karın yerde kalma süresiyle yükselti arasında doğru orantı olduğunu görebilmekteyiz. Yükseltisi en fazla olan Zirve meteoroloji istasyonunda yıl içerisinde kar örtüsü 80 gün yerde kalırken yükseltinin azalmasına bağlı olarak Sarıalan'da 72 gün, Yeşilkonak'ta 35 gün, Keles'te 33 gün, İnegöl'de 17 gün ve Bursa'da 16 gün kar örtüsü yerde kalmaktadır (Tablo 20: Şekil 31).

Tablo 20: Çalışma sahası ve çevresinde karla örtülü günlerin aylara göre dağılışı

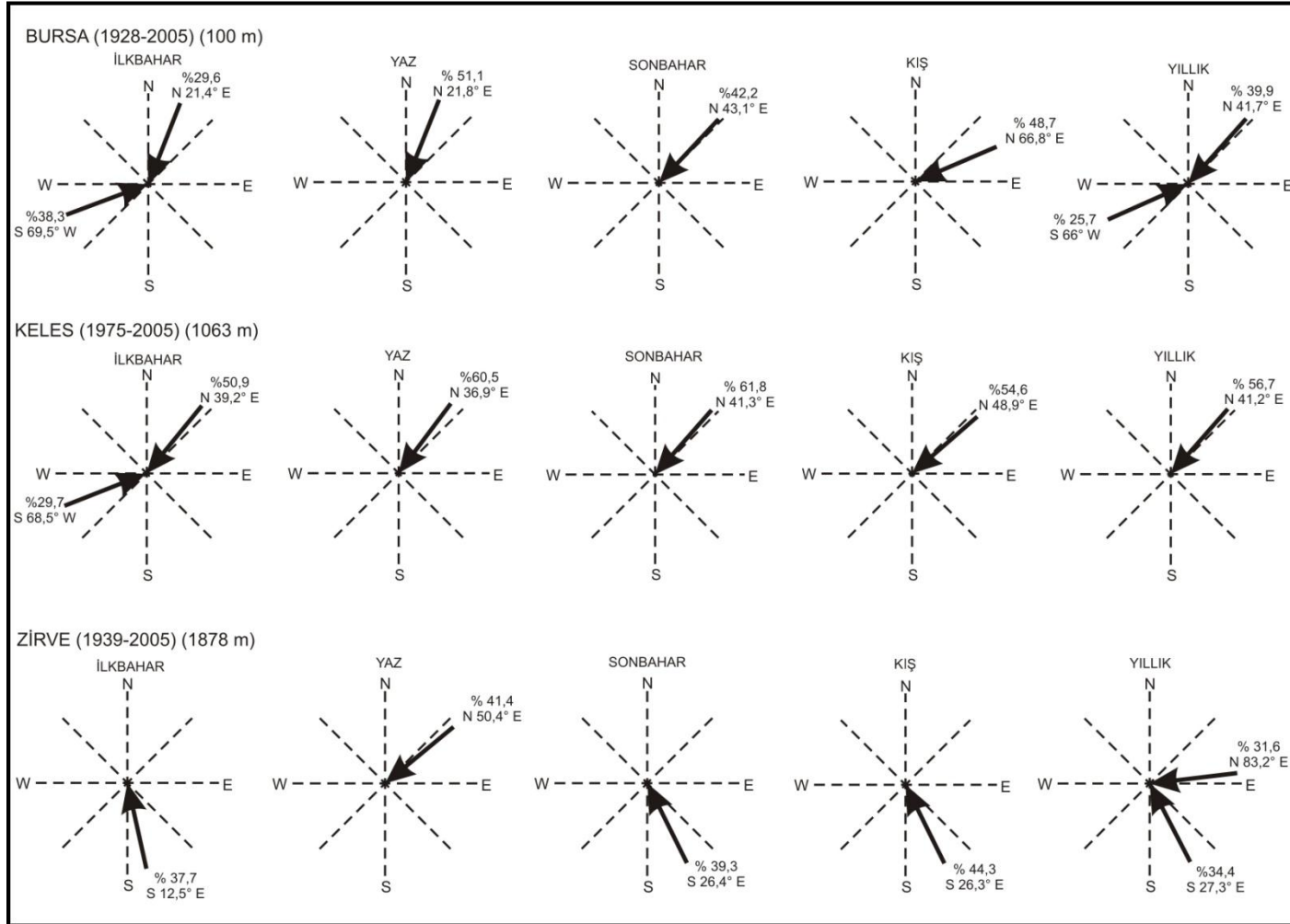
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Bursa	5,2	4,7	2,8	0,2							0,7	2,4	16
İnegöl	5,3	5,1	3,4								1	3	17,1
Yeşilkona	10,6	9,1	6,5	1,9					0,1	0,1	2,1	5,7	35,1
Keles	8	8,4	5,8	2	0,2					0,2	2,7	5,8	33,1
Sarıalan	16,8	14,9	11,5	7,9	0,9				0,4	2,7	6,3	12,8	72,9
Zirve	14,6	15,1	13,1	9,8	2,2	0,2			0,4	3,4	8,5	14,8	80,1



Şekil 31: Çalışma sahası ve çevresinde karla örtülü günlerin aylara göre dağılışı

3.3. Rüzgâr

Çalışma sahasının rüzgâr özelliklerini ortaya koyabilmek için Bursa (1928-2005), Keles (1975-2005) ve Zirve (1939-2005) meteoroloji istasyonlarının rüzgâr verileri değerlendirilmiştir. Diğer istasyonların (Sarıalan, Yeşilkonak ve İnegöl) rüzgâr ölçümleri eksiktir. Bundan dolayı sadece yukarıda verilen üç istasyonun rüzgâr verileri kullanılarak çalışma alanının rüzgâr özellikleri ortaya konulmuştur. Bu istasyonların verilerine baktığımızda Bursa ve Keles'te ilkbahar dışında diğer tüm mevsimlerde tek hakim rüzgâr yönü vardır. Zirve istasyonunda ise bütün mevsimlerde tek hakim rüzgâr yönü vardır. Bursa'da rüzgârlar ilkbahar mevsiminde S 69,5° W'dan %38,3 frekansla, yaz mevsiminde N 21,8° E'dan %51,1 frekansla, sonbahar mevsiminde N 43,1° E'dan %42,2 frekansla ve kış mevsiminde ise N 66,8° E'dan %48,7 frekansla eserler. Keles'te rüzgârlar ilkbahar mevsiminde N 39,2° E'dan %50,9 frekansla, yaz mevsiminde N 36,9° E'dan %60,5 frekansla, sonbahar mevsiminde N 41,3° E'dan %61,8 frekansla ve kış mevsiminde ise N 48,9° E'dan %54,6 frekansla eserler. Zirve meteoroloji istasyonunun verilerine göre ise Uludağ da rüzgârlar ilkbahar mevsiminde S 12,5° E'dan %37,7 frekansla, yaz mevsiminde N 50,4° E'dan %41,4 frekansla, sonbaharda S 26,4° E'dan %39,3 ve kış mevsiminde ise S 26,3° E'dan %44,3 frekansla eserler. Zirve, hakim rüzgâr yönü bakımından Bursa ve Keles'ten farklılık göstermektedir. Bursa ve Keles'te hakim rüzgâr yönü kuzeydoğu iken, zirve de rüzgâr daha çok güneydoğu karakterlidir (Şekil 32).



Şekil 32: Mevsimlik, yıllık hakim rüzgar yönleri ve frekansları

3.4.Nem

Sıcaklık gibi nem de terlemeyi etkileyen bir diğer iklim elemanlarından biridir. Özellikle bağıl nem ile bitki yaşamı arasında önemli ilişki vardır. Bağıl nem miktarının az veya çok olmasına bağlı olarak buharlaşma miktarında da değişimler meydana gelir. Sıcaklığın artmasıyla bağıl nem miktarı azalacağından buharlaşma da aynı oranda artmaktadır ve bu durum bitkilerin su kaybına neden olmaktadır (AVCI, 1998a: 180).

Çalışma sahası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının verilerine baktığımızda yıllık bağıl nem miktarı İnegöl' de % 70 iken, Yeşilkonak' ta % 69' a, Sarıalan' da % 68' e, Bursa' da, % 67' ye, Uludağ' da (Zirve) % 64' e ve Keles' de % 62' ye iner (Tablo 21).

Tablo 21: Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonlarda bağıl nem miktarı (%)

	Rasat Süresi	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Bursa	79	73	72	70	69	68	61	58	60	65	71	74	73	67
İnegöl	26	76	72	69	67	69	66	65	67	69	75	75	76	70
Yeşilkonak	27	74	71	70	64	68	67	67	69	70	72	67	71	69
Keles	32	70	67	65	63	60	57	54	54	56	62	66	71	62
Sarıalan	18	76	76	71	69	66	64	64	63	62	66	70	75	68
Uludağ (Zirve)	42	70	72	69	66	63	60	57	56	57	63	66	73	64

İklim elemanlarının yıllık halkalar üzerindeki etkileri bitkilerin yetiştirme devresinde meydana gelir. Bu yüzden bağıl nemin yıllık değerlerinin dışında bitkilerin yetiştirme devresi içindeki değerleri daha fazla önem göstermektedir. Çalışma sahasında yetiştirme devresinin genel olarak Nisan-Ekim aylarını kapsayan dönem olduğunu düşünürsek, bu dönem içindeki bağıl nem miktarları yine İnegöl' de en yüksek miktara ulaşır (% 68.2). Yeşilkonak' ta % 68.1' e , Sarıalan' da % 64.8' e, Bursa' da % 64.5' e, Uludağ' da (Zirve) % 60.2' ye ve Keles' de % 58' e inmektedir. Yüksek sıcaklıkların görüldüğü yaz aylarında bağıl nemin % 50' nin altına düşmemesi çalışma sahası içinde yer alan bitkilerin üzerinde olumlu etki yapmaktadır.

3.5. Açık, Bulutlu ve Kapalı Günler

Bir yerin güneşlenme süresi ve ısınması üzerinde bulutluluk derecesi de önemli bir faktördür. Buna göre havanın açık veya kapalı oluşu hem güneşlenme süresini hem de ısınma derecesini etkilemektedir. Bulutluluk derecesi, gökyüzünün bulutlarla kapalı olan kısmının, gökyüzünün tamamına oranıdır. Bu oran 0,0-1,9

arası ise açık günleri, 2,0-8,0 arası ise bulutlu günleri ve 8,1-10,0 arası ise kapalı günleri ifade etmektedir (DÖNMEZ, 1979: 149 ve AVCI, 1998: 243).

Uludağ'da açık günlerin sayısı Yeşilkonak ve Sarıalan meteoroloji istasyonlarının haricindeki tüm istasyonlarda 4 aydan azdır. Bulutlu günlerin sayısı ise 5-6 ay arasında değişmektedir. Kapalı günler ise İnegöl'de 4 ayı bulurken diğer istasyonlarda 3 aydan azdır (Tablo 22).

Tablo 22: Uludağ'da açık, bulutlu ve kapalı günler sayısı

	Açık Günler	Bulutlu Günler	Kapalı Günler
Bursa	102,7	180,9	76,8
İnegöl	88,7	153,2	121,3
Yeşilkonak	136,2	145,3	83,7
Keles	105,7	182,3	77,5
Sarıalan	120,7	166,1	77,8
Zirve	116,1	168,1	80,4

3.6. Thornthwaite Yöntemine Göre İklim Tipleri ve Erinç Yağış Etkinlik İndisi

Çalışma sahası ve çevresindeki istasyonların Thornthwaite metoduna göre iklim tipleri belirlenmiştir (Şekil 33: Şekil 34: Şekil 35: Şekil 36: Şekil 37: Şekil 38: Tablo 23: Tablo 24: Tablo 25: Tablo 26: Tablo 27: Tablo 28).

Thornthwaite'in iklim tasnifi, esas olarak yağışla evapotranspirasyon ve sıcaklıkla evapotranspirasyon arasındaki ilişkilere dayalı iklim tiplerini belirleme yöntemidir. Thornthwaite göre yağışın evapotranspirasyondan devamlı olarak fazla olduğu yerlerde toprak doymuş haldedir ve bu alanlarda bir su fazlalığı vardır. Yağışın evapotranspirasyondan devamlı az olduğu yerlerde ise toprakta su birikmemekte ve bu topraklar bitkiler için gerekli olan suyu bitkiye verememektedir. Dolayısıyla bu alanlarda bir su noksanı söz konusu olmaktadır (DÖNMEZ, 1990: 257).

Bu metoda göre; **Bursa** ($C_2 B'_2 s_2 b'_3$) yarı nemli, ikinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve nispeten denizel şartlara yakın iklim tipine; **İnegöl** ($C_1 B'_1 s_1 b'_4$) kurak ve az nemli, birinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde orta derecede su fazlası olan ve kısmen denizel şartlara yakın iklim tipine; **Yeşilkonak** ($B_4 B'_1 s_4 b'_4$) dördüncü dereceden nemli,

birinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde orta derecede su noksanı olan ve kısmen denizel şartlara yakın iklim tipine; **Keles** ($B_1 B'_1 s_2 B'_3$) birinci dereceden nemli, birinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve kısmen denizel şartlara yakın iklim tipine; **Sarıalan** ($A C'_2 r B'_3$) çok nemli, ikinci dereceden mikrotermal, su noksanı olmayan ya da çok az olan ve kısmen denizel şartlara yakın iklim tipine; **Zirve** ($A C'_2 r B'_2$) çok nemli, ikinci dereceden mikrotermal, su noksanı olmayan ya da çok az olan ve kısmen denizel şartlara yakın iklim tipine girmektedir.

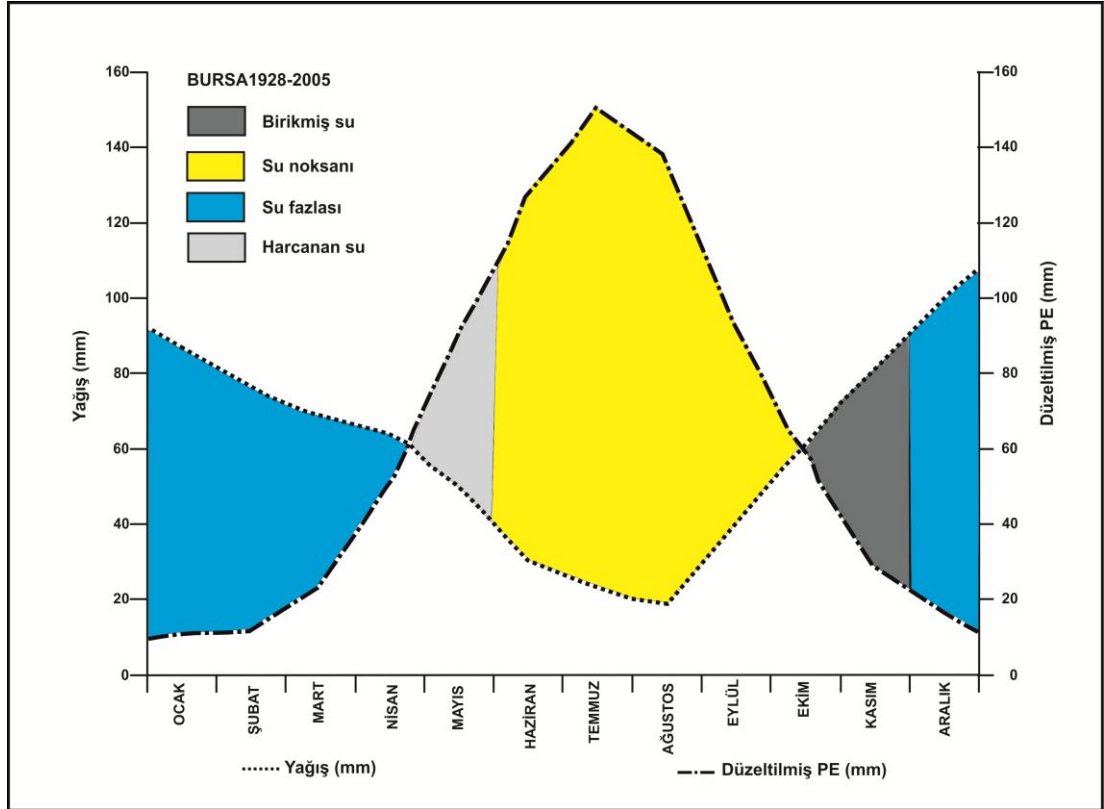
Su bilançosu tablolarına ve grafiklerine baktığımızda, Bursa ve İnegöl'de Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında su noksanı söz konusu olurken Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan aylarında su fazlası gözükmektedir. Yeşilkonak ve Keles'de su noksanı Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında; su fazlası ise Keles'de Yeşilkonak'tan bir ay geç başlamak üzere Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında vardır. Zirve ve Sarıalan'da yılın hiçbir ayında su noksanı görülmez. Sarıalan'da yılın 8 ayında (Kasım, aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs) su fazlası vardır. Zirve'de ise bu süre yükseltiye bağlı olarak yağışın artmasından dolayı daha uzun olur ve yılın 11 ayı (Eylül, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz) su fazlası görülür.

Yukarıdan anlaşıldığı gibi çalışma sahası ve çevresinde su noksanlığını ve fazlalığını belirleyen faktör sıcaklık, yağış ve yükseltidir. Genel itibariyle alçak sahalarda yer alan bölgeler su noksanlığını yaz aylarında ve su fazlalığını kış aylarında yaşamaktadır. Yaz aylarında sıcaklığın artmasına bağlı olarak buharlaşma miktarının fazla olması ve düşen yağışın da bu miktarı karşılayamamasından dolayı çalışma sahasında su noksanlığı görülmektedir. Kış aylarında ise düşen yağış miktarının buharlaşmadan fazla olmasından dolayı su fazlalığı ortaya çıkar. Yüksek sahalarda ise düşen yağış miktarının buharlaşmayı karşılamamasından dolayı su noksanlığı belirmez. Ancak sıcaklığın arttığı dönemlerde bir iki aylık süreçte topraktaki su harcanmaktadır.

Tablo 23: Bursa'nın su bilançosu

$C_2 B'_2 s_2 b'_3$

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	EK	K	A	YILLIK
SICAKLIK	5,3	5,9	8,1	12,8	17,5	21,9	24,3	24	20	15,4	10,9	7,4	14,46
SICAKLIK İNDİSİ	1,09	1,28	2,08	4,15	6,66	9,36	10,95	10,75	8,16	5,49	3,25	1,81	65,04
DÜZELTİLMEMİŞ PE	11,73	13,8	22,32	44,7	71,85	100,98	118,24	116,03	87,99	59,18	35,03	19,46	701,3
DÜZELTİLMİŞ PE	9,83	11,45	22,99	49,62	89,22	126,41	150,16	137,13	91,51	56,81	29,01	15,73	789,87
YAĞIŞ	86,7	74,7	68,2	63,5	49,6	30,2	22,6	17,7	39,3	60,6	80,6	98,9	692,6
B. SUYUN AYLIK DEĞ.	0	0	0	0	-39,6	-60,38	0	0	0	3,79	51,59	44,62	
BİRİKMİŞ SU	100	100	100	100	60,38	0	0	0	0	3,79	55,38	100	
GERÇEK EVAPO.	9,83	11,45	22,99	49,62	89,22	90,58	22,6	17,7	39,3	56,81	29,01	15,73	454,84
EKSİK SU	0	0	0	0	0	35,83	127,56	119,43	52,21	0	0	0	335,03
FAZLA SU	76,87	63,25	45,21	13,88	0	0	0	0	0	0	0	38,55	237,76

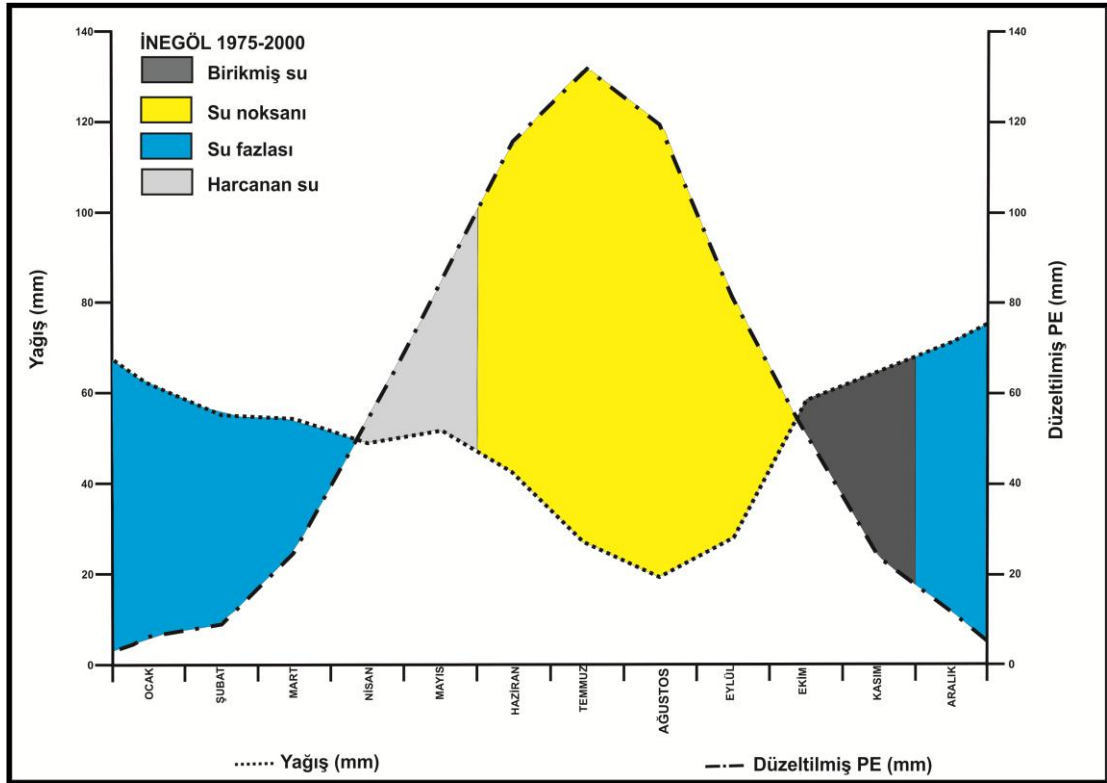


Şekil 33: Bursa'nın su bilançosu grafiği

Tablo 24: İnegöl'ün su bilançosu

$C_1 B_1 s b_4$

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	EK	K	A	YILLIK
SICAKLIK	2,8	3,8	7	12	15,7	19,8	21,6	21,2	17,4	12,9	8	4,7	12,24
SICAKLIK İNDİSİ	0,42	0,66	1,66	3,76	5,65	8,03	9,16	8,91	6,61	4,2	2,04	0,91	52,02
DÜZELTİLMEMİŞ PE	7,1	10,6	23,61	47,87	68,08	92,29	103,44	100,93	77,91	52,63	28,13	14,01	626,59
DÜZELTİLMİŞ PE	5,96	8,8	24,32	53,13	84,48	115,43	131,36	119,18	81,02	50,52	23,32	11,33	708,87
YAĞIŞ	61,7	55	54,2	49	51,8	42,1	26,3	19,2	27,8	58,3	64,9	70,9	566,4
B. SUYUN AYLIK DEĞ.	0	0	0	-4,13	-32,7	-63,19	0	0	0	7,78	41,58	50,65	
BİRİKMİŞ SU	100	100	100	95,87	63,19	0	0	0	0	7,78	49,35	100	
GERÇEK EVAPO.	5,96	8,8	24,32	53,13	84,48	105,29	26,3	19,2	27,8	50,52	23,32	11,33	440,46
EKSİK SU	0	0	0	0	0	10,14	105,06	99,98	53,22	0	0	0	268,41
FAZLA SU	55,74	46,2	29,88	0	0	0	0	0	0	0	0	8,92	140,74

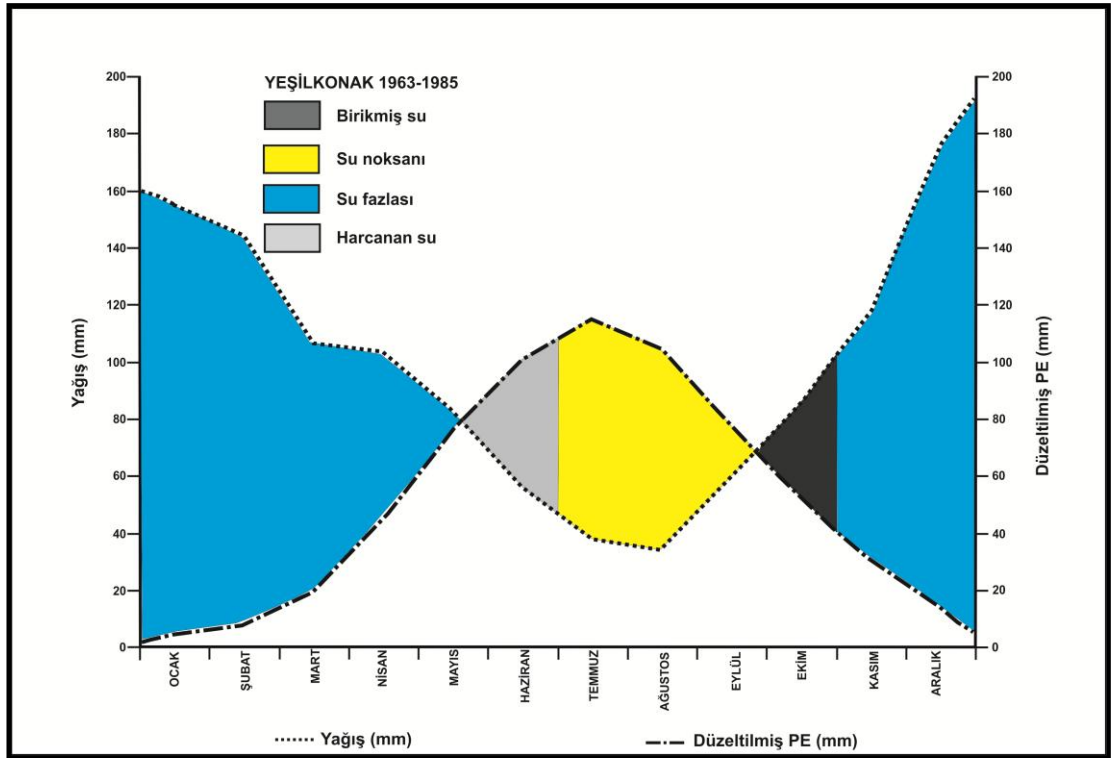


Şekil 34: İnegöl'ün su bilançosu grafiği

Tablo 25: Yeşilkonak su bilançosu

$B_4 B'_1 s b'_4$

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	EK	K	A	YILLIK
SICAKLIK	1,6	2,5	4,7	9,2	13,3	16,9	18,7	18,3	15,6	11,8	8,4	4,4	10,45
SICAKLIK İNDİSİ	0,18	0,35	0,91	2,52	4,4	6,32	7,37	7,13	5,6	3,67	2,19	0,82	41,46
DÜZELTİLMEMİŞ PE	5,35	8,94	18,48	40,04	61,2	80,63	90,59	88,36	73,53	53,33	36,06	17,13	573,65
DÜZELTİLMİŞ PE	4,49	7,42	19,04	44,45	75,96	100,88	115,05	104,37	76,47	51,19	29,89	13,86	643,06
YAĞIŞ	155,1	143,7	106,2	103,4	82,2	55,5	37,7	34,1	59,3	86	117,4	176,1	1164,5
B. SUYUN AYLIK DEĞ.	0	0	0	0	0	-45,38	-54,62	0	0	34,81	65,19	0	
BİRİKMİŞ SU	100	100	100	100	100	54,62	0	0	0	34,81	100	100	
GERÇEK EVAPO.	4,49	7,42	19,04	44,45	75,96	100,88	92,32	34,1	59,3	51,19	29,89	13,86	532,89
EKSİK SU	0	0	0	0	0	0	22,73	70,27	17,17	0	0	0	110,17
FAZLA SU	150,6	136,3	87,16	58,95	6,24	0	0	0	0	0	22,32	162,2	623,81

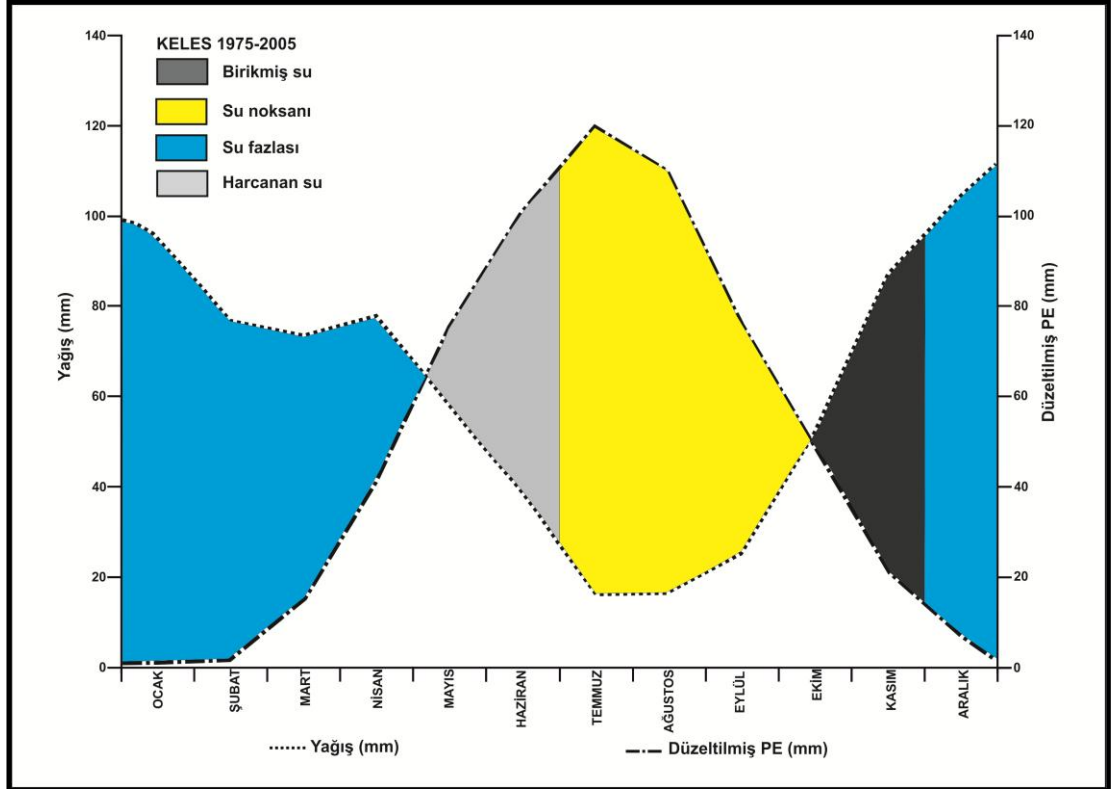


Şekil 35: Yeşilkonak su bilançosu grafiği

Tablo 26: Keles su bilançosu

$B_1 B_2 S_2 B_3$

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	EK	K	A	YILLIK
SICAKLIK	0,4	0,5	3,5	8,2	12,8	16,6	19,1	18,9	15,2	10,9	5,8	2,1	9,5
SICAKLIK İNDİSİ	0,02	0,03	0,58	2,11	4,15	6,15	7,61	7,49	5,38	3,25	1,25	0,27	38,31
DÜZELTİLMEMİŞ PE	1,32	1,69	14,48	37,06	60,59	80,72	94,23	93,15	73,24	50,74	25,29	8,24	540,75
DÜZELTİLMİŞ PE	1,11	1,41	14,92	41,14	75,08	100,83	119,6	109,91	76,17	48,71	21,01	6,68	616,56
YAĞIŞ	95,2	76,7	73,5	77,9	57,5	38,8	16,2	16,7	24,9	52,2	87,2	104,3	726
B. SUYUN AYLIK DEĞ.	0	0	0	0	-17,6	-62,03	-20,4	0	0	3,49	66,19	30,32	
BİRİKMİŞ SU	100	100	100	100	82,42	20,4	0	0	0	3,49	69,68	100	
GERÇEK EVAPO.	1,11	1,41	14,92	41,14	75,08	100,83	36,6	16,7	24,9	48,71	21,01	6,68	389,08
EKSİK SU	0	0	0	0	0	0	83	93,21	51,27	0	0	0	227,48
FAZLA SU	94,09	75,29	58,58	36,76	0	0	0	0	0	0	0	67,29	332,02

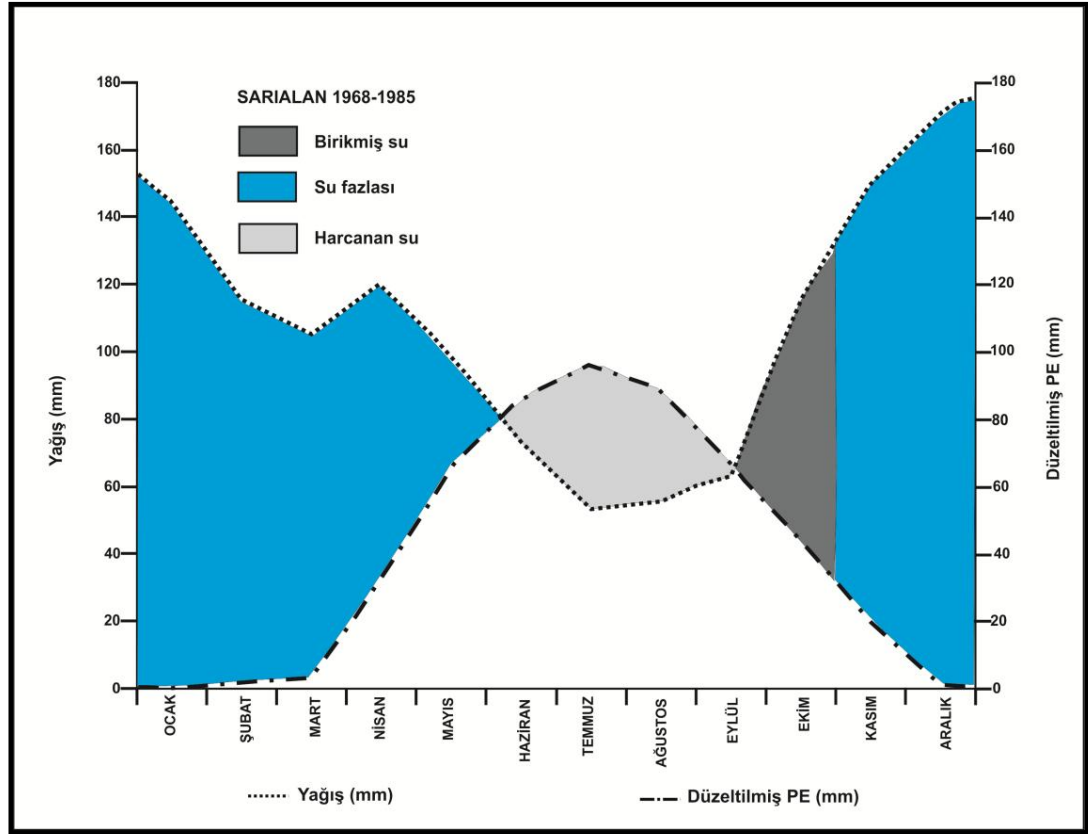


Şekil 36: Keles su bilançosu grafiği

Tablo 27: Sarialan su bilançosu

A C₂ r B₃

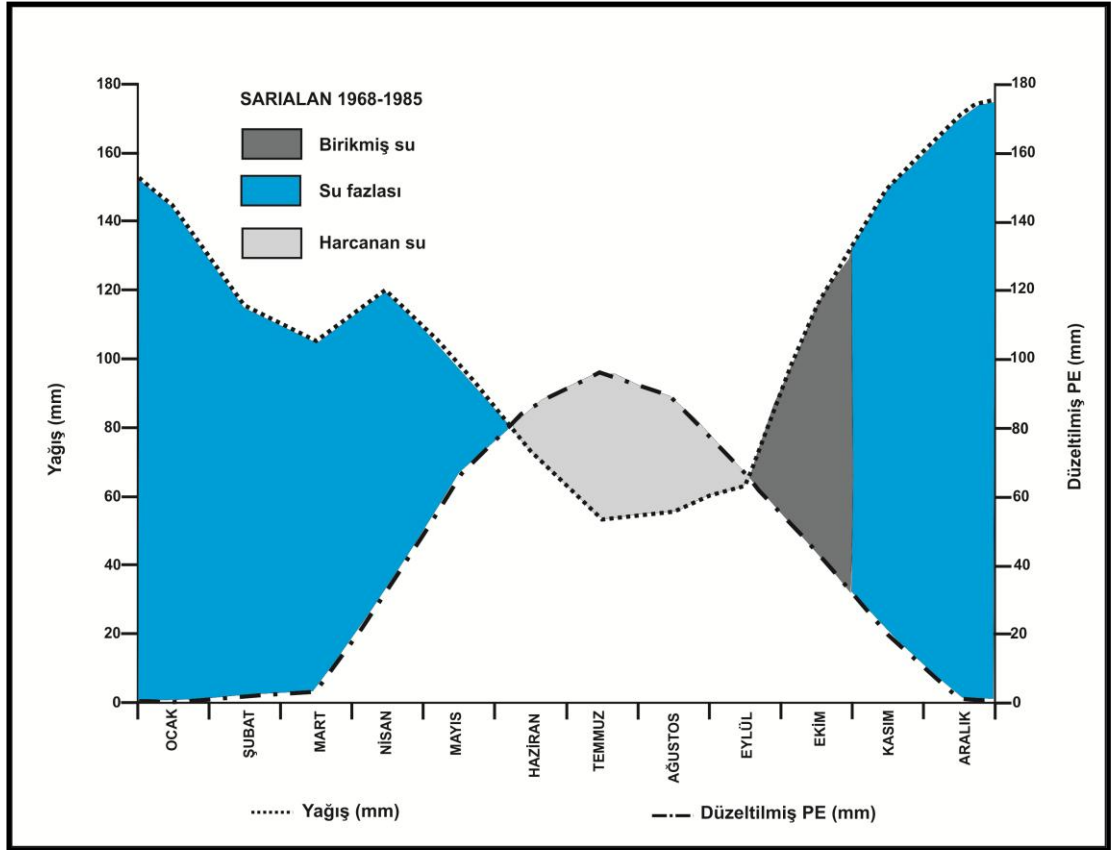
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	EK	K	A	YILLIK
SICAKLIK	-2,8	-2,8	0,2	4,1	8,6	11,8	13,3	13,2	10,8	7,2	3,2	-0,6	5,52
SICAKLIK İNDİSİ	0	0	0,01	0,74	2,27	3,67	4,4	4,35	3,21	1,74	0,51	0	20,89
DÜZELTİLMEMİŞ PE	0	0	2,23	28,18	52,47	68,42	75,65	75,17	63,52	45,2	22,88	0	433,71
DÜZELTİLMİŞ PE	0	0	2,3	31,27	65,09	85,57	96,07	88,75	66,06	43,39	18,98	0	497,49
YAĞIŞ	144,3	114,6	104,7	119,7	97,5	72,8	52,5	55,5	62,7	115,7	149,6	170,2	1,259,80
B. SUYUN AYLIK DEĞ.	0	0	0	0	0	-12,77	-43,57	-33,25	-3,36	72,31	20,64	0	
BİRİKMİŞ SU	100	100	100	100	100	87,23	43,66	10,41	7,05	79,36	100	100	
GERÇEK EVAPO.	0	0	2,3	31,27	65,09	85,57	96,07	88,75	66,06	43,39	18,98	0	497,49
EKSİK SU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FAZLA SU	144,3	114,6	102,4	88,43	32,41	0	0	0	0	0	110	170,2	762,31



Şekil 37: Sarialan su bilançosu grafiği

Tablo 28: Zirve su bilançosu
A C₂ r B₂

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	EK	K	A	YILLIK
SICAKLIK	-3,6	-4	-1,4	2,7	7,7	11,4	13,8	13,7	10,5	6,4	1,7	-2,1	4,73
SICAKLIK İNDİSİ	0	0	0	0,39	1,92	3,48	4,65	4,6	3,07	1,45	0,2	0	19,77
DÜZELTİLMEMİŞ PE	0	0	0	20,67	48,9	67,51	78,99	78,52	63,1	42,01	14,13	0	413,82
DÜZELTİLMİŞ PE	0	0	0	23,01	61,29	85,29	100,58	93,43	65,62	40,19	11,59	0	481
YAĞIŞ	84,8	90,5	90,2	108,7	75,3	100,5	168,8	73,3	64,2	187,2	131,6	128,6	1495,5
B. SUYUN AYLIK DEĞ.	0	0	0	0	0	0	0	-20,13	-1,42	21,56	0	0	
BİRİKMİŞ SU	100	100	100	100	100	100	100	79,87	78,44	100	100	100	
GERÇEK EVAPO.	0	0	0	23,01	61,29	85,29	100,58	93,43	65,62	40,19	11,59	0	481
EKSİK SU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FAZLA SU	84,8	90,5	90,2	85,69	14,01	15,21	68,22	0	0	125,5	120	128,6	822,7



Şekil 38: Zirve su bilançosu grafiği

Uludağ'da yağış ile sıcaklık arasında ilişkiyi ortaya koyabilmek için Erinç'in yağış etkinlik indisinden faydalanılmıştır. Bu yöntemi uygularken toplam yağış değerleri ile maksimum ortalama sıcaklıklar esas alınmıştır. Aylık değerlerin indisteki karşılığını bulmak için 12 ile çarpılması gerekmektedir. Buna göre ortaya çıkan indis değerlerinin 8'de küçük olduğu yerler tam kurak, 8-15 arası kurak, 15-23 arası yarı kurak, 23-40 arası yarı nemli, 40-55 arası nemli, 55'ten fazla olan yerler ise çok nemli olarak kabul edilmektedir (ERİNÇ, 1996: 485-486). Bu yöntem kullanılarak Uludağ'da yer alan istasyonların yağış etkinlikleri belirlenmiştir (Tablo 29: Şekil 39). Buna göre Bursa'da Kasım-Mart, İnegöl'de Aralık-Şubat, Yeşilkonak'ta Ekim-Nisan, Sarıalan'da Ekim-Mayıs, Keles'te Kasım-Nisan arası çok nemlidir. Nemlilik derecesine baktığımızda yükselti arttıkça çok nemli dönemim uzadığını görebilmekteyiz. Kütlenin en yüksek kesiminde yer alan Zirve istasyonuna baktığımızda ise çok nemli dönem Ekim ayından başlayıp Aralık ayının sonuna kadar devam etmektedir. Ocak ve Şubat aylarında topraktaki suyun düşük sıcaklıklar nedeniyle donması sonucunda fizyolojik kuraklık nedeniyle çok nemli dönem kesintiye uğramaktadır. Bu iki ayda tam kurak devre yaşanmaktadır. Mart ayından Haziran ayının sonuna kadar Zirve çok nemlidir. Bu istasyonda yaz aylarında diğer istasyonların aksine tam kurak devre görülmemektedir. Bursa ve İnegöl'de Ağustos ayı tam kurak olurken, Keles'te Temmuz ve Ağustos ayları tam kurak yaşanmaktadır. Keles'in aksine Bursa ve İnegöl'de Temmuz ayı kurak, Yeşilkonak'ta yarı kurak, Sarıalan ve Zirve'de yarı nemli dönemdir.

Tablo 29: Uludağ'da istasyonların Erinç Yağış Etkinlik İndis Formülüne göre aylık ve indis değerleri

		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Bursa	Yağış (mm)	86,5	74,6	67,3	63,9	49,2	29,9	22,3	17,5	39,2	61,5	80,2	100,1	692,1
	Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	9,3	10,5	13,5	18,8	23,7	28,2	30,7	30,7	27,1	22	16,5	11,5	20,2
	Indis	111,6	85,3	59,8	40,8	24,9	12,7	8,7	6,9	17,3	33,5	58,3	104,4	34,2
İnegöl	Yağış (mm)	66,5	51,3	48,8	43,0	47,4	39,1	25,9	19,3	23,9	65,4	64,6	71,1	566,4
	Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	7,7	9,3	13,4	19	23	27,3	29,5	29,5	26,6	20,9	14,5	9,6	19,2
	Indis	103,6	66,1	43,7	27,2	24,7	17,2	10,6	7,9	10,8	37,6	53,4	88,9	29,5
Yeşilkonak	Yağış (mm)	161,4	142,7	108,6	103,5	81,0	53,9	36,5	32,8	60,3	84,7	119,0	180,1	1164,5
	Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	5,4	6,1	9,2	14,3	19,1	23	25,2	25,2	22,2	17,6	13,1	8,4	15,7
	Indis	358,7	280,7	141,7	86,8	50,9	28,1	17,4	15,6	32,6	57,7	109,0	257,2	74,0
Sarıalan	Yağış (mm)	144,2	114,6	104,7	119,7	97,4	72,8	52,5	55,5	62,7	115,7	149,6	170,2	1259,7
	Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	0,7	1	4	8,2	12,9	16,3	17,9	18	15,8	11,6	7	2,8	9,7
	Indis	2472,6	1375,0	314,1	175,2	90,6	53,6	35,2	37,0	47,7	119,7	256,5	729,3	130,1
Keles	Yağış (mm)	96,0	75,3	73,2	79,7	58,5	39,0	16,2	17,2	23,2	52,8	88,5	106,9	726,5
	Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	4,9	5,5	9,3	14	18,9	22,9	26	26,4	22,9	17,7	11,4	6,4	15,5
	Indis	235,1	164,3	94,4	68,3	37,2	20,4	7,5	7,8	12,1	35,8	93,1	200,4	46,8
Zirve	Yağış (mm)	182,7	179,1	149,8	157,3	106,3	75,5	44,6	38,7	54,0	121,1	172,9	213,5	1495,5
	Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	-0,4	-0,5	2,4	6,5	11,8	15,6	18,1	18,1	15	10,4	5	0,6	8,6
	Indis	0,0	0,0	749,1	290,4	108,1	58,1	29,6	25,7	43,2	139,8	414,9	4269,8	173,9

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Bursa	111,6	85,3	59,8	40,8	24,9	12,7	8,7	6,9	17,3	33,5	58,3	104,4	34,2
İnegöl	103,6	66,1	43,7	27,2	24,7	17,2	10,6	7,9	10,8	37,6	53,4	88,9	29,5
Yeşilkonak	358,7	280,7	141,7	86,8	50,9	28,1	17,4	15,6	32,6	57,7	109,0	257,2	74,0
Sarıalan	2472,6	1375,0	314,1	175,2	90,6	53,6	35,2	37,0	47,7	119,7	256,5	729,3	130,1
Keles	235,1	164,3	94,4	68,3	37,2	20,4	7,5	7,8	12,1	35,8	93,1	200,4	46,8
Zirve	0,0	0,0	749,1	290,4	108,1	58,1	29,6	25,7	43,2	139,8	414,9	4269,8	173,9

Tam Kurak
 Kurak
 Yarı Kurak
 Yarı Nemli
 Nemli
 Çok Nemli

Şekil 39: Erinç formülüne göre Uludağ'daki istasyonlarda kurak-nemli aylar

4.BÖLÜM: ULUDAĞ GÜNEYİNDEN İKİ ÖRNEK ALANDAN DENDROKRONOLOJİK ANALİZLER VE YORUMLANMASI

4.1. Oluşturulan Kronolojiler

4.1.1. KET Yöre Kronolojisi

Ket yöre kronolojisinin oluşturulmasında 12 ağaca ait 24 kalem örnek kullanılmıştır. Bu örnekler LINTAB-TSAP ölçüm sistemiyle 0,01 mm duyarlılıkla ölçülerek TSAP-WIN programında *.rwl uzantılı dosyalar halinde kaydedilmiştir. 24 kalem örneğe ait yıllık halka genişliklerini gösteren grafikler oluşturulmuştur ve herbir örneğin kaç yıl zaman aralığına sahip olduğu grafiklerde gösterilmiştir. Buna göre 01A örneği 1814-2009 (195 yıl) ile 01B örneği 1818-2009 (191 yıl) arasında en uzun zaman aralığına sahip örneklerdir. En kısa zaman aralığına sahip örnekler ise 06A ile 06B örnekleridir. 06A örneği 1890-2009 (119 yıl) ve 06B örneği 1888-2009 (121 yıl) yılları arasındadır.

Tablo 30: KET yöresinden alınan örneklere ait bilgiler.

Örnek numaraları	Zaman Aralığı	Yıl
01A	1814-2009	195
01B	1818-2009	191
02A	1876-2009	133
02B	1876-2009	133
03A	1848-2009	161
03B	1848-2009	161
04A	1872-2003	131
04B	1884-2009	125
05A	1836-2009	173
05B	1864-2009	145
06A	1890-2009	119
06B	1888-2009	121
07A	1840-2009	169
07B	1838-2009	171
08A	1836-2009	173
08B	1836-2009	173
09A	1853-2009	156
09B	1854-2009	155
10A	1866-2009	143
10B	1866-2009	143
11A	1860-2008	148
11B	1861-2008	147
12A	1882-2009	127
12B	1879-2009	130

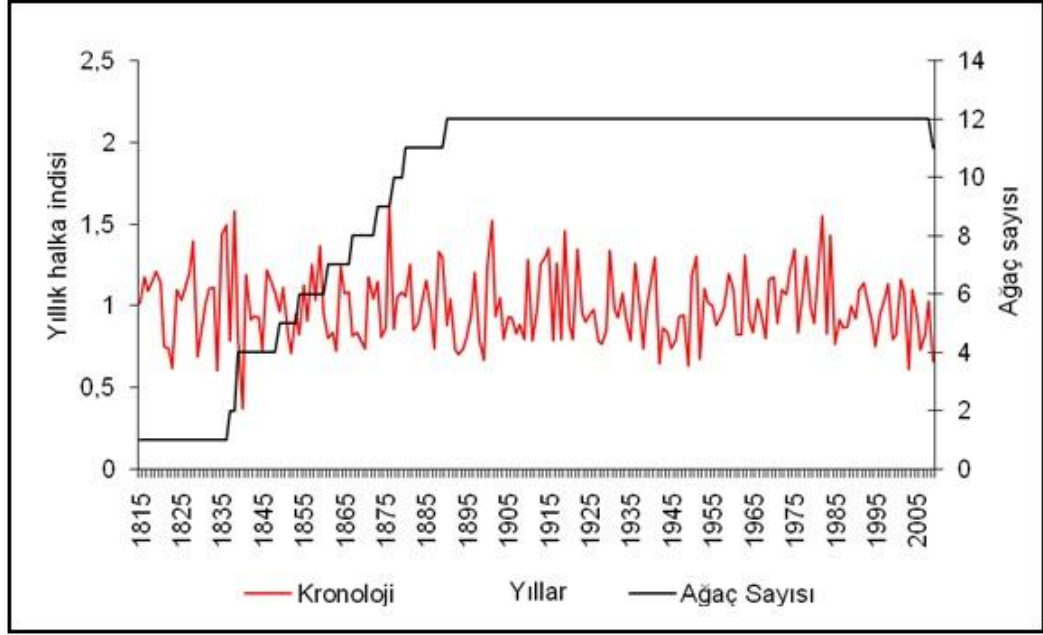
Herbir örnekten elde edilen yıllık halka genişliklerinde meydana gelen hataların giderilmesi için COFECHA programıyla eşleştirme yapılmış daha sonra ARSTAN programı kullanılarak standart ve residual kronolojiler elde edilmiştir. Standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistiksel bilgiler tabloda verilmiştir (Tablo 31). 1891 – 2003 (113 yıl) yıllarını kapsayan ortak zaman aralığı istatistikleri tabloda verilmiştir (Tablo 32). Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı, tüm veriler içinde değerlendirilen verinin oranı, ortalama korelasyonlar ve birinci özvektörün varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. 1814 -2009 yıllarını kapsayan 196 yıl uzunluğundaki KET yöre kronolojisi gösterilmiştir (Şekil 40).

Tablo 31: Soğukpınar'daki karaçamlar için oluşturulan standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler ("t" son halkanın olduğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual(AR2)
Ortalama	0,9867	0,9953
Medyan	0,9828	0,9702
Ortalama duyarlılık	0,2104	0,2339
Standart sapma	0,2339	0,2156
Çarpıklık katsayısı	0,4926	0,3501
Basıklık katsayısı	0,4036	-0,1749
Otokorelasyonlar		
t-1	0,4584	-0,0205
t-2	-0,0054	-0,1033
t-3	0,0724	0,0902

Tablo 32: : Soğukpınar'daki karaçamlar için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikler

	Standart	Residual
Ortalama Korelasyonlar		
Tüm Kalemler Arasında	0,405	0,459
Ağaçlar Arasında	0,392	0,449
Ağaçların İçinde	0,688	0,686
Ortalama İle Kalemler Arasında	0,653	0,692
Sinyal/Gürültü oranı	7,733	9,785
Populasyon kronolojisiyle uyum	0,885	0,907
Birinci özvektörün varyansı	44,73%	49,17%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0,975	0,989
Kronoloji ortak aralık standart	0,243	0,207



Şekil 40: Soğukpınar'dan alınan karaçam örneklerinin yöre kronolojisi

4.1.2. TEP Yöre Kronolojisi

TEP yöre kronolojisinin oluşturulmasında 11 ağaca ait 22 kalem örnek kullanılmıştır. Bu örnekler içinden hataları fazla olduğu için TEP06A-06B-09B örnekleri ile TEP08B örneğinin 1924 yılından önceki kısmı problemlili olduğu için bu örnekler çıkartılmış ve toplam 21 kalem örnekten yöre kronolojisi elde edilmiştir. Bu örnekler LINTAB-TSAP ölçüm sistemiyle 0,01 mm duyarlılıkla ölçülerek TSAP-WIN programında *.rwl uzantılı dosyalar halinde kaydedilmiştir. 21 kalem örneğe ait yıllık halka genişliklerini gösteren grafikler oluşturulmuş ve herbir örneğin kaç yıl zaman aralığına sahip olduğu grafiklerde gösterilmiştir. Buna göre 09A örneği 1740-2008 (268 yıl) yılları arasında en uzun zaman aralığına sahip örnektir. En kısa zaman aralığına sahip örnek ise 08B örneğidir. 08B örneği 1924-2007 (83 yıl) yılları arasındadır (Tablo 33).

Tablo 33: TEP yöresinden alınan örneklere ait bilgiler.

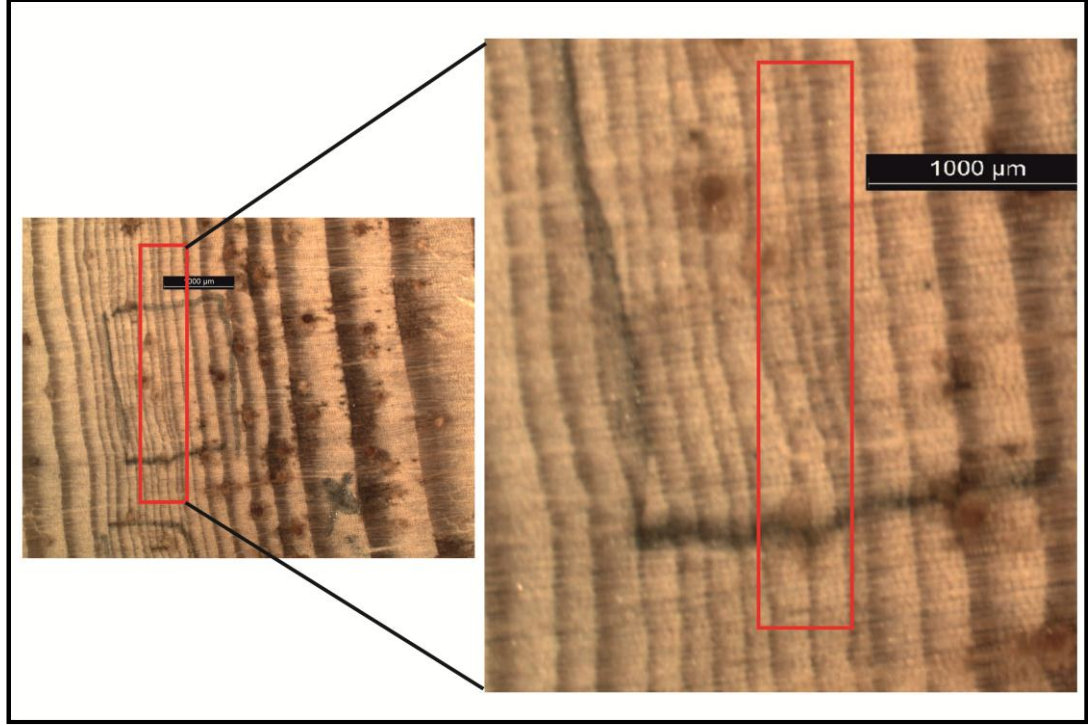
Örnek numaraları	Zaman Aralığı	Yıl
01A	1849-2002	153
01B	1849-2009	160
02A	1851-2008	157
02B	1851-2008	157
03A	1793-2008	215
03B	1793-2008	215
04A	1821-2008	187
04B	1821-2009	188
05A	1811-2008	197
05B	1820-2007	187
07A	1816-2009	193
07B	1815-2008	193
08A	1810-2008	198
08B	1924-2007	83
09A	1740-2008	268
10A	1825-1980	155
10B	1823-1984	161
11A	1802-2008	206
11B	1861-2009	207
12A	1830-2008	178
12B	1830-2008	178

Kısmi halkalar (portial ring ya da discantiuous ring), gövdenin çepeçevre tamamında değil, bazı kısımlarında oluşan halkaları ifade etmektedir. Ancak bazen bu halkalar ağacın tüm çevresi boyunca da yer yer olabilmektedir (AVCI, 2007). Bu halkalar kambiyumun bir veya birkaç yerinden yaralanması ya da baskı altında kalarak beslenme yetersizliği nedeniyle faaliyet gösterememesi durumunda oluşur. Bu halkalar yaş belirlenmesinde ve halka genişliği ölçümlerinde yanıltıcı olabilirler (ERDİN ve BOZKURT, 2000: 192). Ölçüm sırasında TEP08B oluşumunu tam tamamlayamamış, yarısından sonra bir önceki yıllık halkanın yaz odunuyla birleşen 1873, 1928 yıllarının kısmi halka olduğu farkedilmiştir (Şekil 41; Şekil 42).

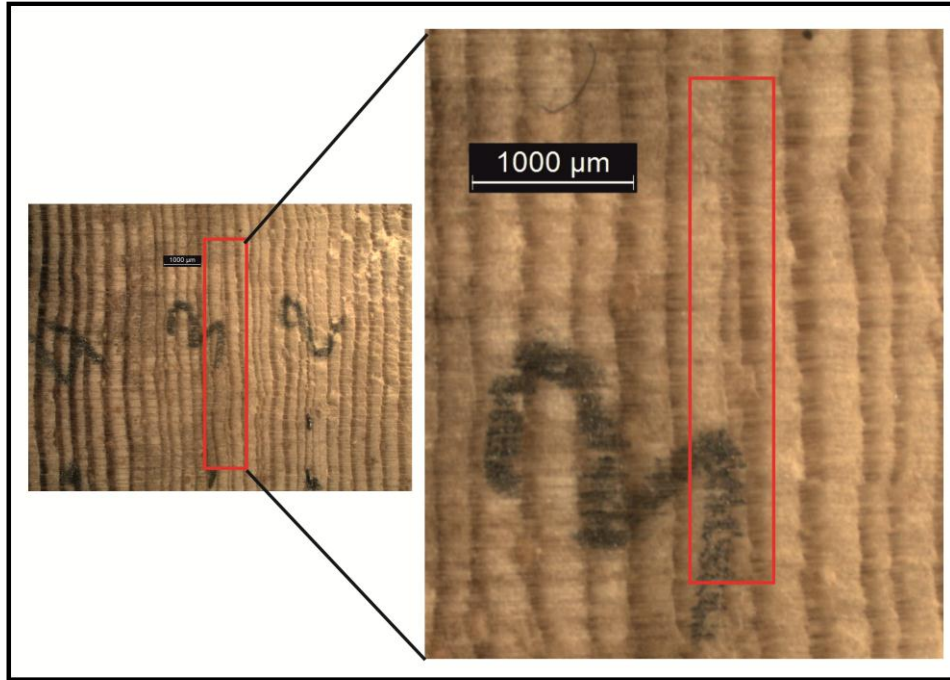
Standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistiksel bilgiler (Tablo 34) ve 1857 – 2002 (146 yıl) yıllarını kapsayan ortak zaman aralığı istatistikleri aşağıdaki tablolarda (Tablo 35) verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı tüm veriler içinde değerlendirilen verinin oranı, ortalama korelasyonlar ve birinci özvektörün varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. 1740 -2009 yıllarını kapsayan 270 yıl uzunluğundaki TEP yöre kronolojisi gösterilmiştir (Şekil 43).

Residual kronoloji (fark kronolojisi), yıllık halka genişliği grafiği çizildikten ve bunun üzerinden regresyon eğrisi yani büyüme eğrisi geçirildikten sonra her bir yıla

ait halka genişliği ile aynı yıldaki regresyon değeri arasındaki farkların kronolojisidir (AKKEMİK 2004: 231).



Şekil 41: TEP08B örneğinde 1873 yılında kısmi halka oluşumu



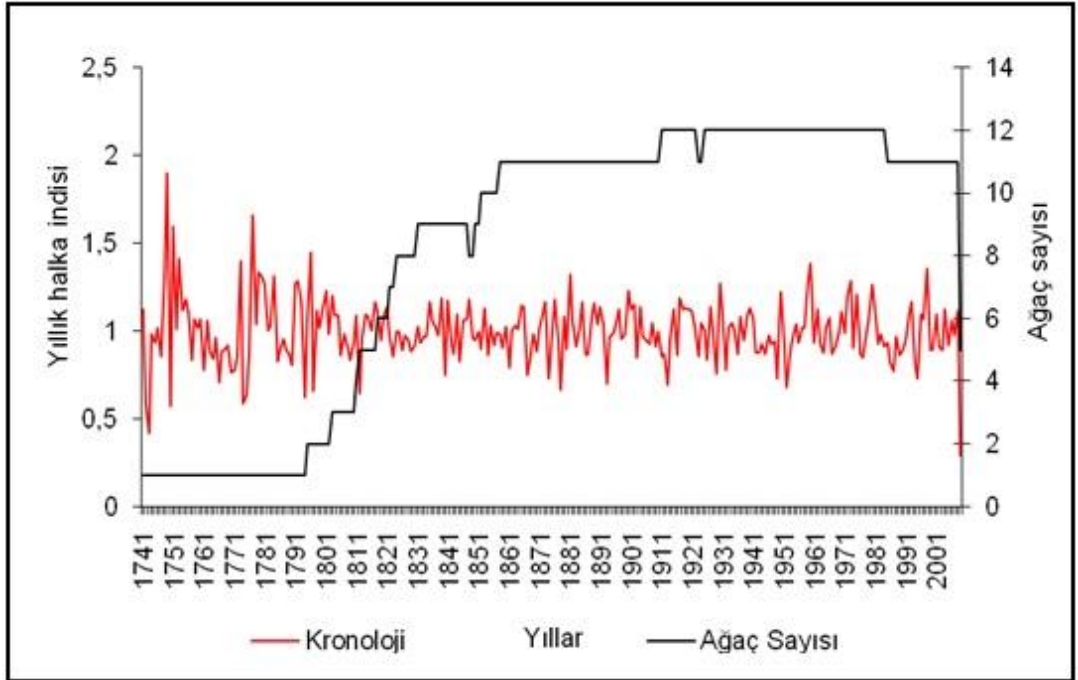
Şekil 42: TEP08B örneğinde 1928 yılında kısmi halka oluşumu

Tablo 34 Boğaz ova'daki karaçamlar için oluşturulan standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler ("t" son halkanın olduğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 2)
Ortalama	0,9931	0,9970
Medyan	0,9807	0,9859
Ortalama duyarlılık	0,1527	0,1826
Standart sapma	0,2114	0,1825
Çarpıklık katsayısı	0,5218	0,4495
Basıklık katsayısı	1,8612	3,4977
Otokorelasyonlar		
t-1	0,5090	0,0017
t-2	0,0519	0,0292
t-3	0,0453	0,0713

Tablo 35: Boğaz ova'daki karaçamlar için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikler

	Standart	Residual
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler arasında	0,362	0,356
Ağaçlar arasında	0,345	0,340
Ağaçların içinde	0,597	0,579
Ortalama ile kalemler arasında	0,622	0,619
Sinyal/Gürültü oranı	4,221	4,120
Populasyon kronolojisiyle uyum	0,808	0,805
Birinci özvektörün varyansı	41,00%	40,19%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0,983	0,994
Kronoloji ortak aralık standart sapması	0,188	0,142



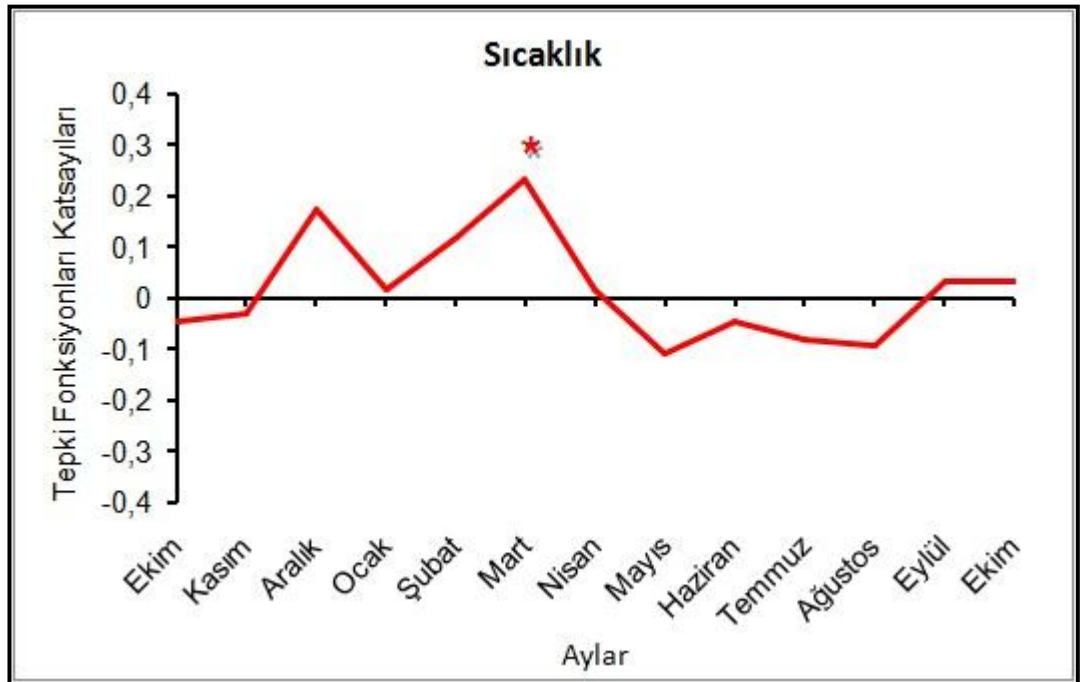
Şekil 43: Boğazova'dan alınan karaçam örneklerinin yöre kronolojisi

4.2. Tepki Fonksiyonları

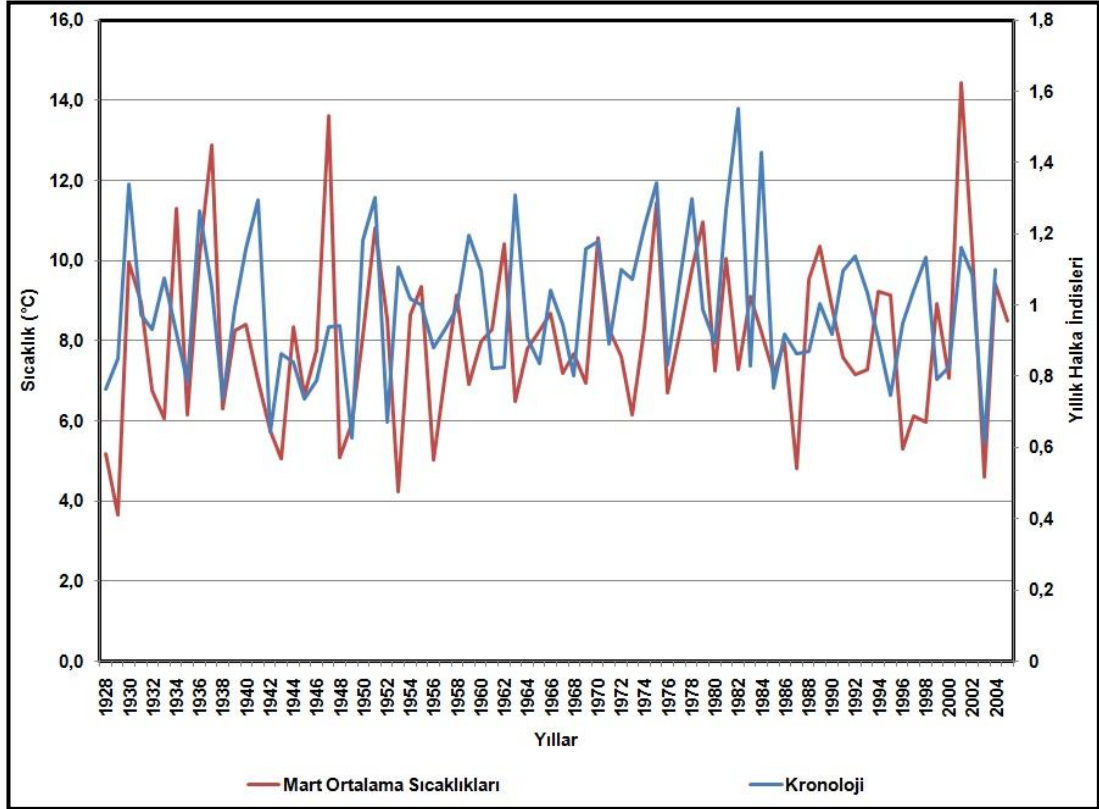
4.2.1. KET Yöre Kronolojisine Ait Tepki Fonksiyonları

KET yöre kronolojisinin tepki fonksiyonlarının ortaya konulabilmesi için en uzun veri aralığına sahip olan Bursa meteoroloji istasyonunun sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır.

KET yöresine ait residual kronoloji sonuçları, sıcaklık ve yağış verileriyle DENDROCLIM programı kullanılarak ilişkilendirilmiştir. Buna göre bu yörede yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasında anlamlı ilişki ortaya çıkmıştır (Şekil 44; Şekil 46). Sıcaklığın bir önceki yılın Ekim, Kasım ayları ile halka oluşum yılının Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında yıllık halka oluşumunu negatif, önceki yılın aralık ve halka oluşum yılının Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Eylül, Ekim aylarında pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Sıcaklığın yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisini gösterdiği ay Mart'tır. Yağışın önceki yılın Ekim, Kasım, Aralık ayı ile halka oluşum yılının Ocak, Nisan ve Mayıs aylarında halka oluşumunu pozitif, halka oluşum yılının Şubat, Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında negatif yönde etkilediği görülmektedir. Halka oluşum yılının Mayıs ayında yağışlarda meydana gelen artışın yıllık halka genişliğini arttırdığı görülmektedir.

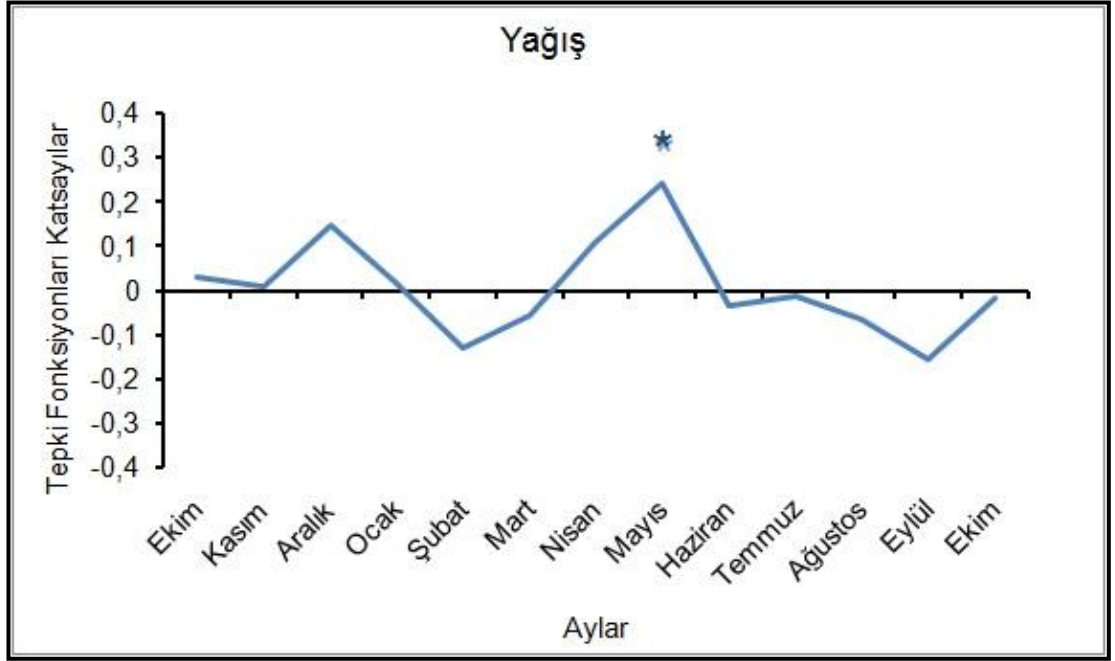


Şekil 44: KET yöre kronolojisine ait sıcaklık tepki fonksiyonu. * işareti 0,95 güven düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

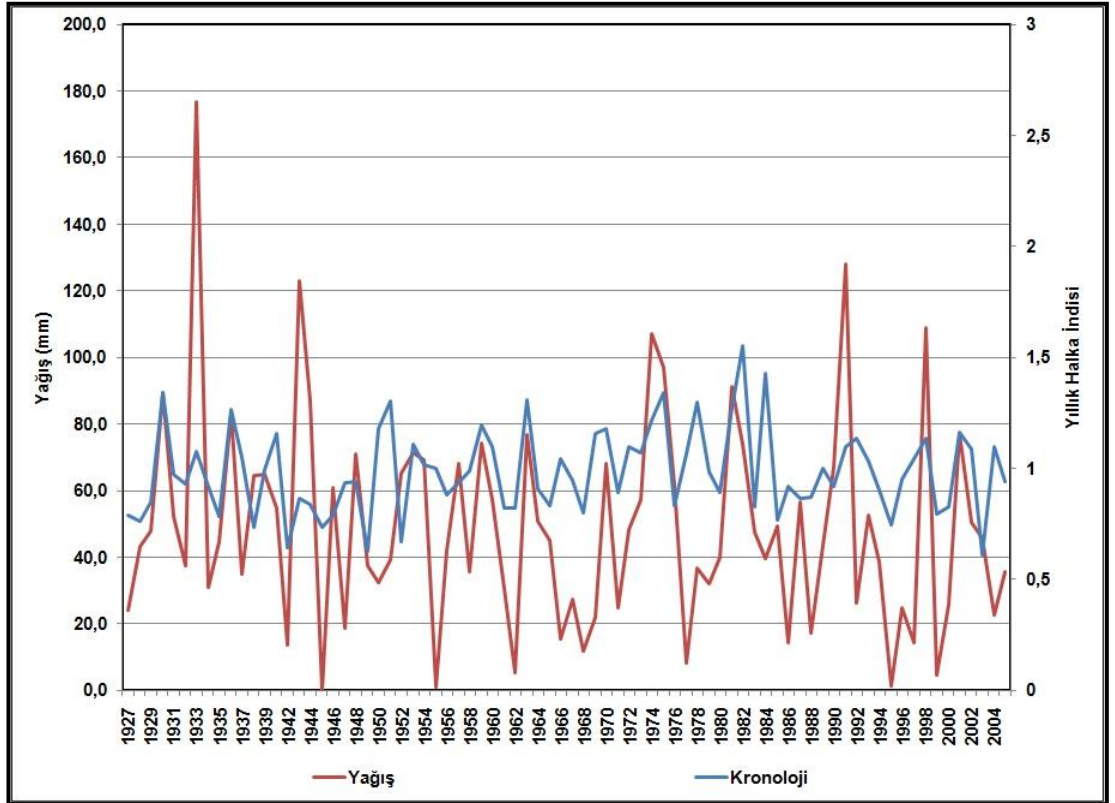


Şekil 45: KET yöre kronolojisi ile Mart ayı ortalama sıcaklıklarının karşılaştırılması

Tepki fonksiyonu sonuçlarına göre yıllık halka gelişimi üzerinde anlamlı etkiye sahip olan Mart ayı ortalama sıcaklıklarının KET yöre kronolojisi yıllık halka indisleriyle karşılaştırdığımız grafikte değerlendirildiğinde, gerçekten de Mart sıcaklıkları ile halka gelişimi arasında bir uyum olduğu görülmektedir. Yetiştirme döneminin başlangıcı olan bu ayda yüksek sıcaklıklar halka gelişimini arttıracığı için, grafikte de genel itibariyle sıcaklığın arttığı yıllarda halka gelişimi artmış, azaldığı yıllarda ise halka gelişimi azalmıştır (Şekil 45).



Şekil 46: KET yöre kronolojisine ait yağış tepki fonksiyonu. * işareti 0,95 güven düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 47: KET yöre kronolojisi ile Mayıs ayı toplam yağışlarının karşılaştırılması

Tepki fonksiyonu sonuçlarına göre yıllık halka gelişimi üzerinde anlamlı etkiye sahip olan Mayıs ayı toplam yağışlarının KET yöre kronolojisi yıllık halka indisleriyle karşılaştırdığımız grafikte de, yıllık halka gelişimi üzerinde Mayıs yağışlarının etkili olduğu görülmektedir. Genel olarak yağışın arttığı dönemlerde yıllık halka gelişimi olumlu yönde etkilenmiş yani gelişim artmış, yağışın azaldığı dönemler ise tam tersi yönde halka gelişimini yavaşlatmıştır (Şekil 47).

Bursa meteoroloji istasyonu haricinde güney yamaçlarda yer alan Keles meteoroloji istasyonu ile kütle üzerinde yükseltisi en fazla olan Zirve meteoroloji istasyonunun yağış ve sıcaklık özelliklerinin KET yöre kronolojisiyle ilişkisini ortaya koyabilmek için korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak anlamlılığını denetlemek için t testi kullanılmıştır.

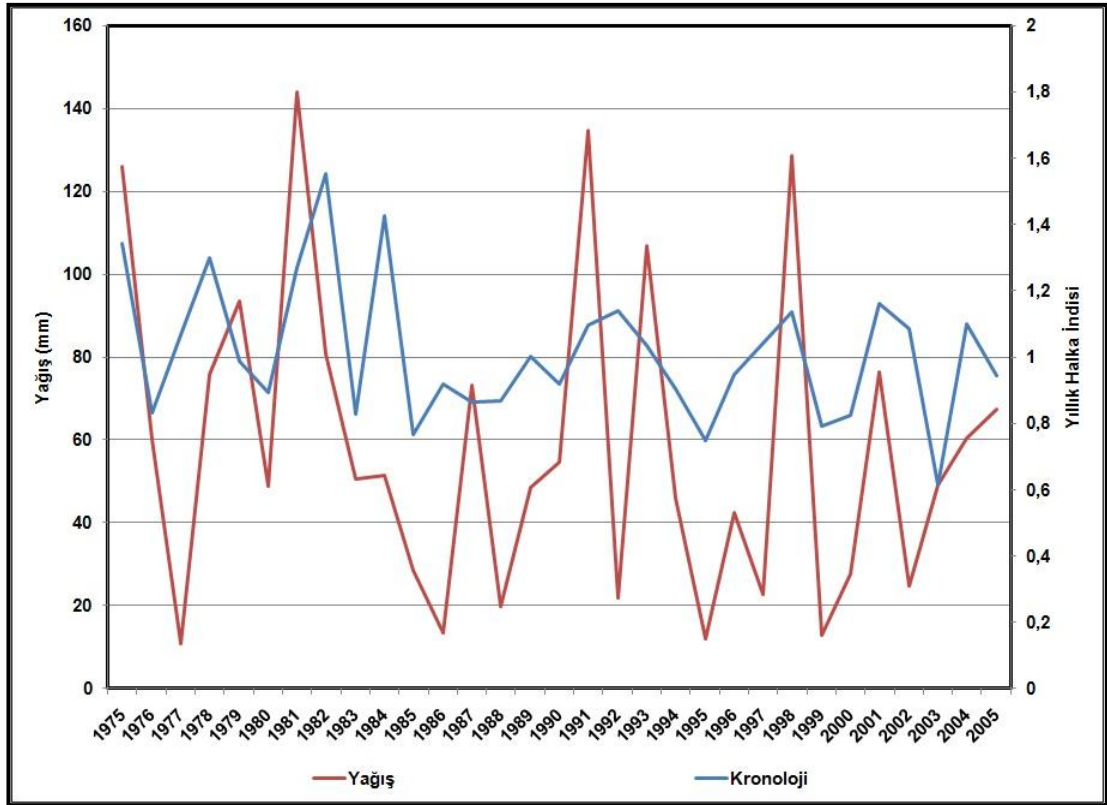
Korelasyon katsayılarını incelediğimizde yağışın daha yüksek değerler verdiğini görebilmekteyiz. Ayrıca yağış ile kronoloji arasında t değerlerine göre daha yüksek güven düzeyinde anlamlılık çıkarken, sıcaklıkta ise sadece Bursa ve Keles istasyonlarında 0,95 güven düzeyinde bir anlamlılık görülmektedir (Tablo 36: Tablo 37).

Tablo 36: Korelasyon katsayıları

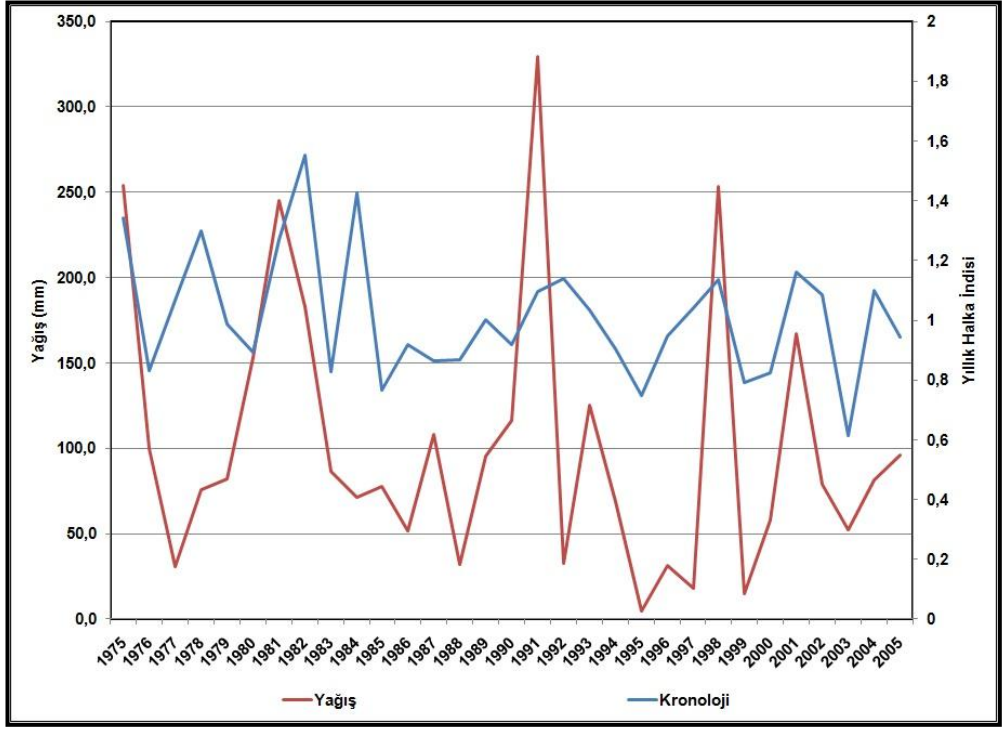
KET	Mayıs (Yağış)	Mart (Sıcaklık)
Bursa	0,3	0,2
Keles	0,4	0,1
Zirve	0,4	0,1

Tablo 37: t değerleri (*0,95, **0,99, ***0,999 güven düzeyinde)

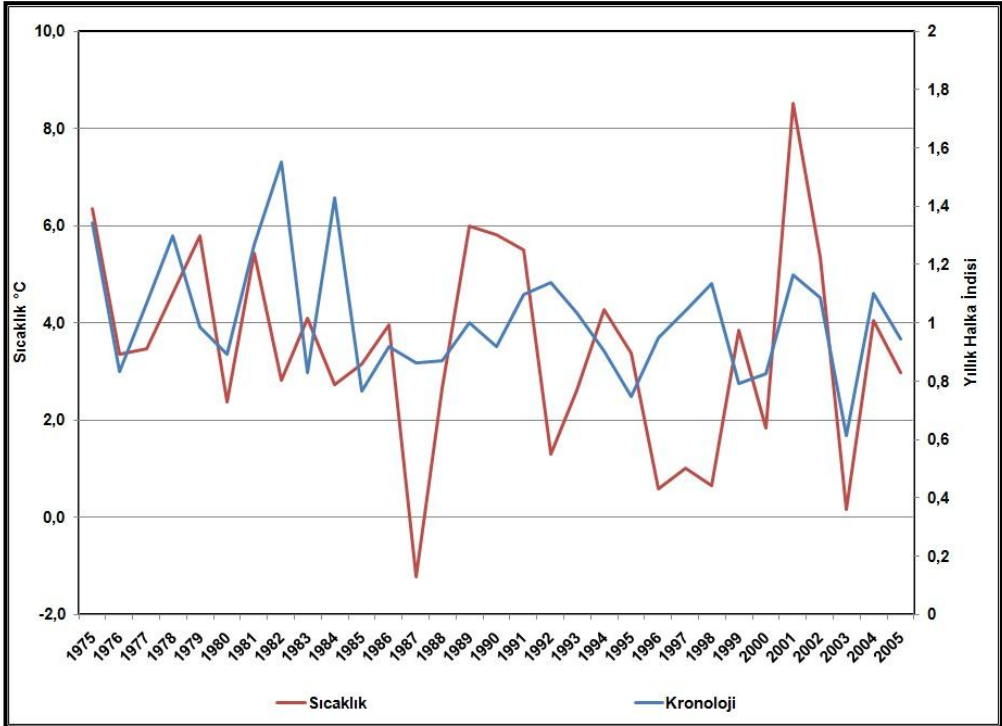
KET	Mayıs (Yağış)	Mart (Sıcaklık)
Bursa	2,705306***	1,755942*
Keles	3,754363***	1,755942*
Zirve	3,754363***	0,864566



Şekil 48: KET yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun Mayıs ayı yağış değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 49: KET yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun Mayıs ayı yağış değerlerinin karşılaştırılması

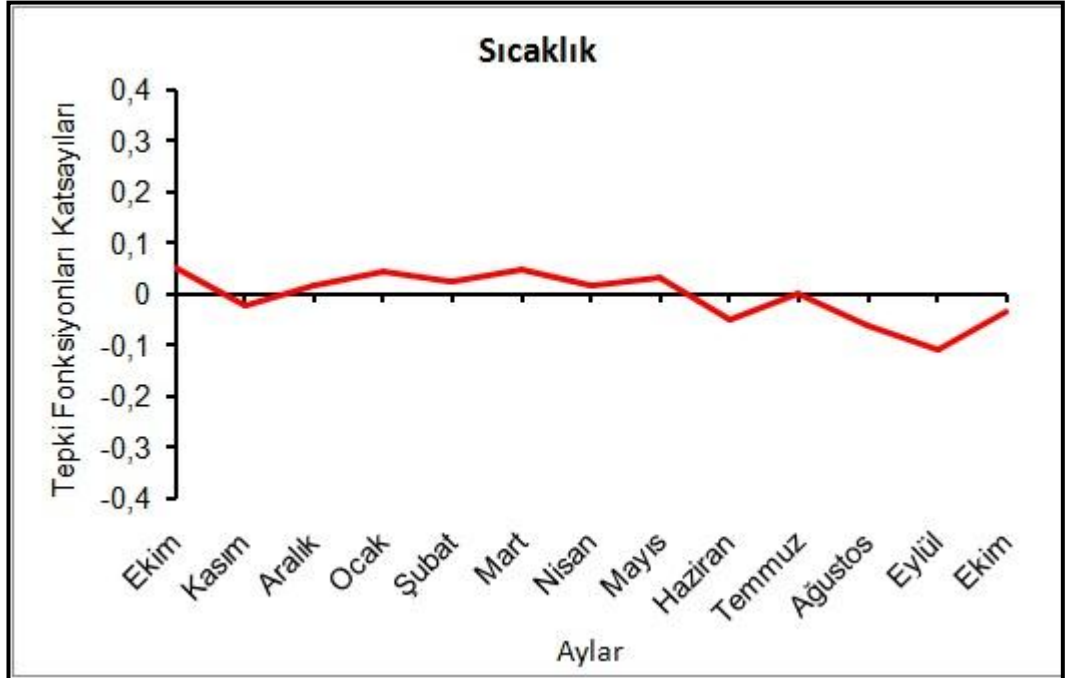


Şekil 50: KET yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun Mart ayı sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması

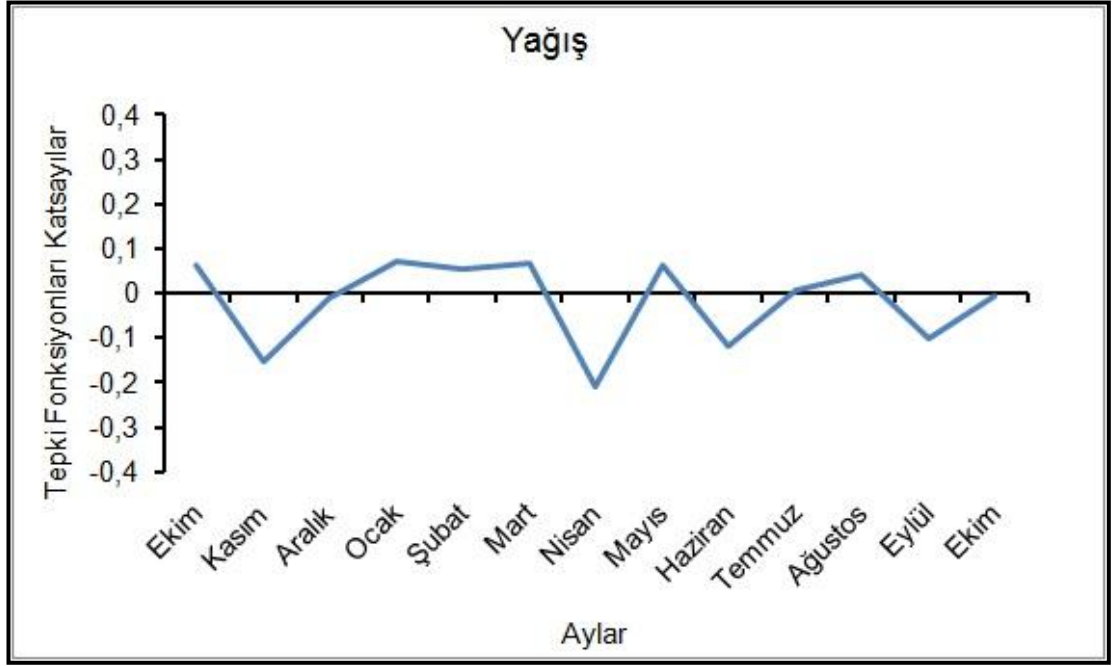
4.2.2. TEP Yöre kronolojisine Ait Tepki Fonksiyonları

TEP yöre kronolojisinin tepki fonksiyonlarının ortaya konulabilmesi için en uzun veri aralığına sahip olan Bursa meteoroloji istasyonunun sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır.

TEP yöresine ait residual kronoloji sonuçları, sıcaklık ve yağış verileriyle yine aynı şekilde DENDROCLIM programı kullanılarak ilişkilendirilmiştir. Bu sonuçlara göre yörede yıllık halkaların sıcaklık ve yağış ile anlamlı ilişkisi ortaya çıkmadığı görülmektedir (Şekil 51; Şekil 52). Sıcaklığın bir önceki yılın Ekim ve Aralık ayları ile halka oluşum yılının Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında yıllık halka oluşumunu pozitif, bir önceki yılın Kasım ayında, halka oluşum yılının Haziran, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında negatif yönde etkilediği görülmektedir. Yağışın bir önceki yılın Ekim, halka oluşum yılının Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında yıllık halka gelişimini pozitif ve bir önceki yılın Kasım, Aralık halka oluşum yılının Nisan, Mayıs, Eylül ve Ekim aylarında negatif yönde etkilediği görülmektedir.



Şekil 51: TEP yöre kronolojisine ait sıcaklık tepki fonksiyonu.



Şekil 52: TEP yöre kronolojisine ait yağış tepki fonksiyonu.

KET kronolojisinde sıcaklık ve yağışa tepki veren ayların TEP kronolojisiyle, korelasyon katsayıları ve t değerleri hesaplanarak karşılaştırılması yapılmıştır (Tablo 38: Tablo 39).

Tablo 38: Korelasyon katsayıları

TEP	Mayıs (Yağış)	Mart (Sıcaklık)
Bursa	0,06	0,07
Keles	0,1	-0,1
Zirve	-0,05	-0,2

Tablo 39. t değerleri (*0,95, **0,99, ***0,999 güven düzeyinde)

TEP	Mayıs (Yağış)	Mart (Sıcaklık)
Bursa	0,517071	0,603644
Keles	0,864566	0,86457
Zirve	0,430655	1,75594

4.3. Yıllık Halka Kronolojileri ve Genişlikleri İle Yağış ve Sıcaklık Koşullarının Karşılaştırılması

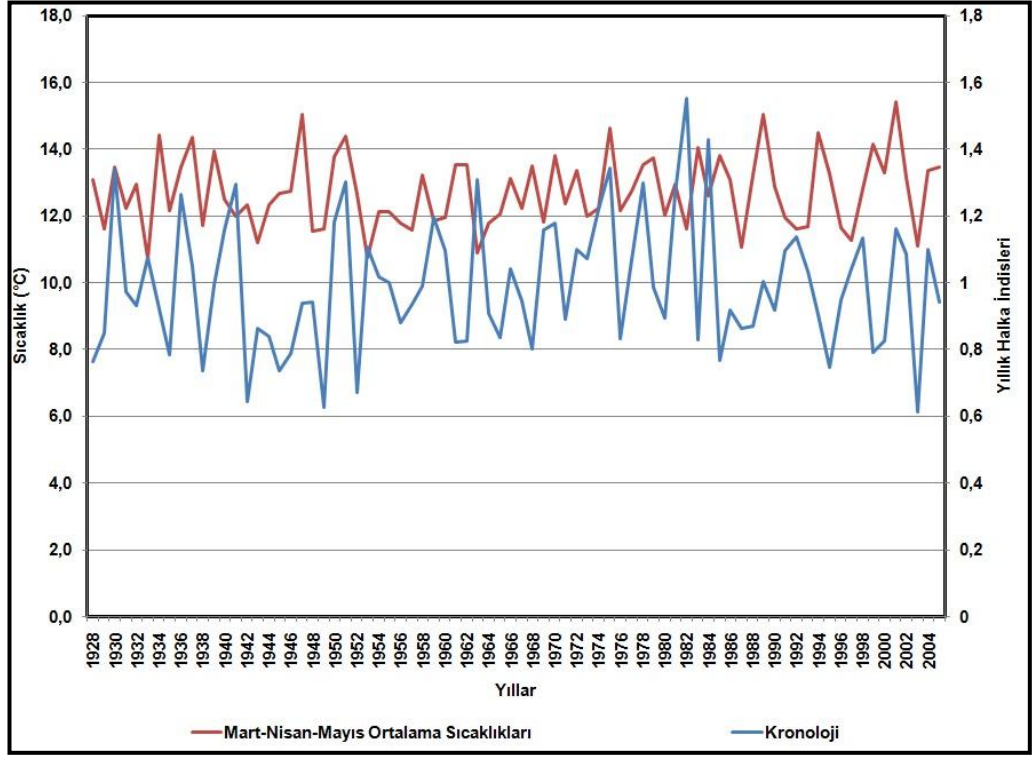
4.3.1. Yıllık Halka Kronolojileri ile Sıcaklık Şartlarının İlişkisi

Sıcaklık şartlarının yıllık halkalar üzerinde özellikle yetiştirme devresi başlangıcında ve sonunda önemli etkiye sahip olduğuna yukarıda değinilmiştir. Yetiştirme devresinin başlangıç ve bitişindeki 8 °C sıcaklıkların erken gerçekleşmesi ve geç sona ermesi yıllık halka gelişiminin daha fazla olmasına neden olmaktadır. Bu kısımda sıcaklık şartlarının yıllık halkalar üzerinde etkisini ortaya koyabilmek için Mart, Nisan, Mayıs (bahar sıcaklıkları) ile Haziran, Temmuz, Ağustos aylarının ortalama sıcaklıkları (yaz sıcaklıkları) ve ortalama sıcaklıklar KET ve TEP yöre kronolojileriyle karşılaştırılıp yorumlanmaya çalışılmıştır (Tablo 40; Tablo 41).

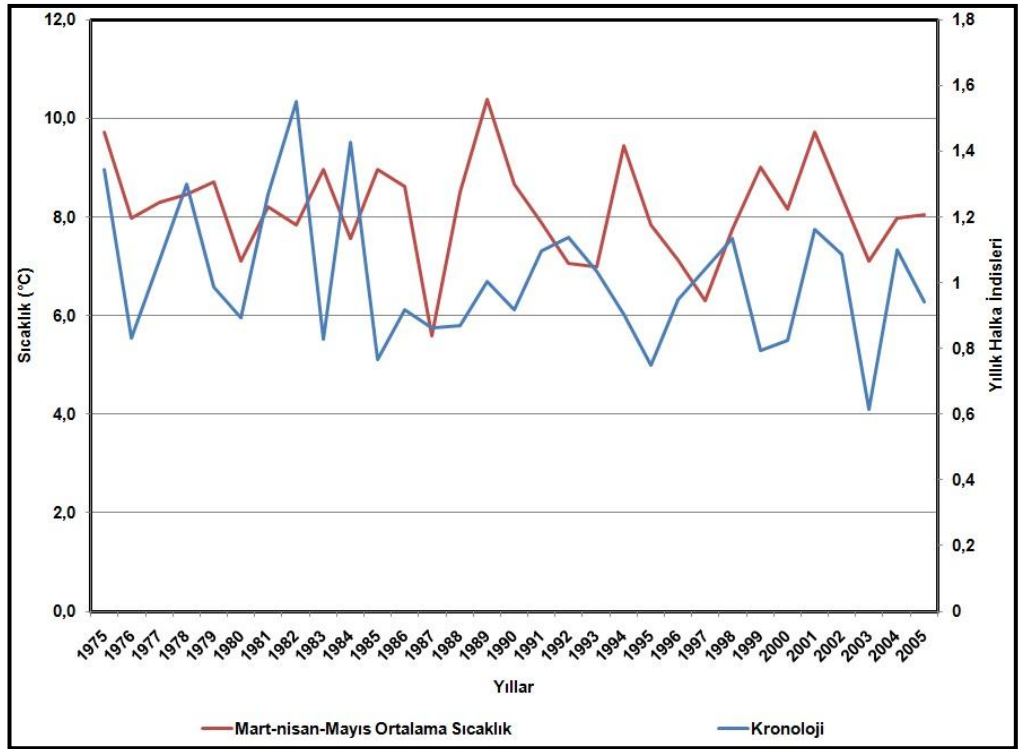
Yetiştirme devresinin başlangıcına denk gelen bahar dönemindeki yüksek sıcaklıklar yıllık halka gelişimi üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Mart, Nisan ve Mayıs aylarının ortalama sıcaklıklarıyla KET yöre kronolojisini karşılaştırdığımız grafiklere baktığımızda üç istasyon için yıllık halka gelişiminin etkilendiği ortak yılların varlığı dikkati çekmektedir. 1982, 1975 yıllarında pozitif yönde etki görülürken; 1976, 1980 ve 2003 yıllarında negatif yönde etki ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde TEP yöre kronolojisinde de ortak yıllar belirginleşmektedir. Buna göre 1975 yılı pozitif yönde; 1976 ve 2003 yılları ise negatif yönde etkili olan yıllardır (Şekil 53; Şekil 54; Şekil 55; Şekil 56; Şekil 57; Şekil 58).

Tablo 40: Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait Mart-Nisan-Mayıs aylarının ortalama sıcaklıkları

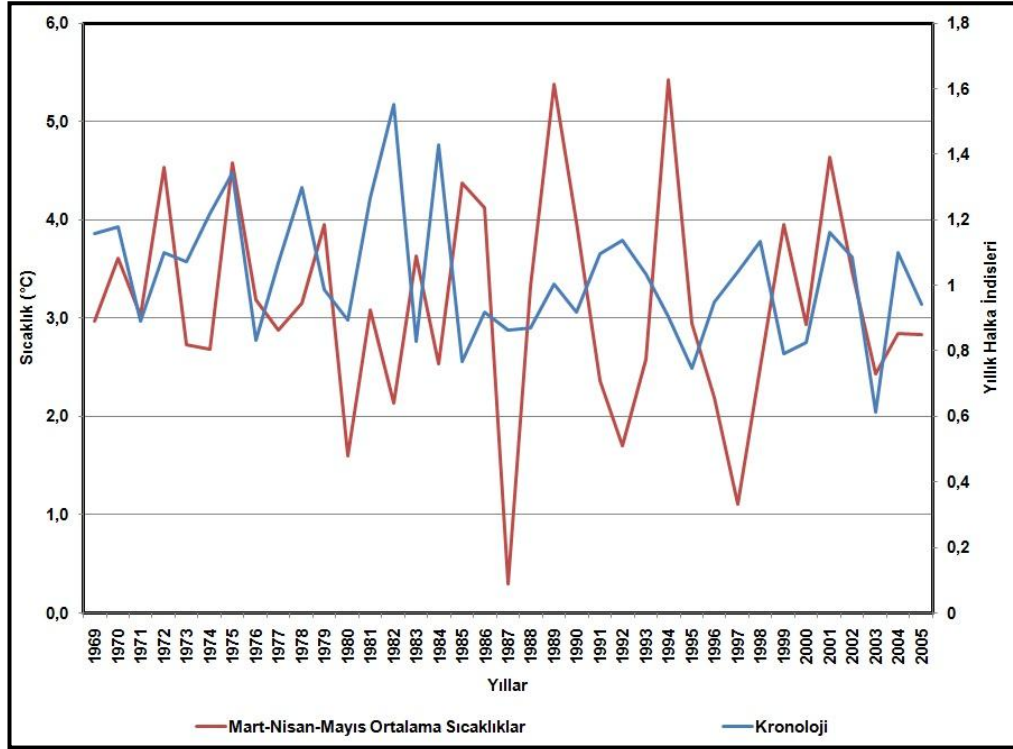
	Bursa	Keles	Zirve
1928	13,1		
1929	11,6		
1930	13,5		
1931	12,2		
1932	12,9		
1933	10,7		
1934	14,4		
1935	12,2		
1936	13,4		
1937	14,4		
1938	11,7		
1939	14,0		
1940	12,5		
1941	12,0		
1942	12,3		
1943	11,2		
1944	12,3		
1945	12,7		
1946	12,7		
1947	15,0		
1948	11,5		
1949	11,6		
1950	13,8		
1951	14,4		
1952	12,6		
1953	10,8		
1954	12,1		
1955	12,1		
1956	11,8		
1957	11,6		
1958	13,2		
1959	11,9		
1960	11,9		
1961	13,5		
1962	13,5		
1963	10,9		
1964	11,8		
1965	12,0		
1966	13,1		
1967	12,2		
1968	13,5		
1969	11,8		3,0
1970	13,8		3,6
1971	12,4		3,0
1972	13,3		4,5
1973	12,0		2,7
1974	12,2		2,7
1975	14,6	9,7	4,6
1976	12,2	8,0	3,2
1977	12,8	8,3	2,9
1978	13,5	8,5	3,1
1979	13,7	8,7	3,9
1980	12,0	7,1	1,6
1981	12,9	8,2	3,1
1982	11,6	7,8	2,1
1983	14,1	9,0	3,6
1984	12,6	7,6	2,5
1985	13,8	9,0	4,4
1986	13,1	8,6	4,1
1987	11,1	5,6	0,3
1988	13,2	8,5	3,3
1989	15,0	10,4	5,4
1990	12,9	8,7	4,0
1991	12,0	7,9	2,4
1992	11,6	7,1	1,7
1993	11,7	7,0	2,6
1994	14,5	9,4	5,4
1995	13,2	7,8	2,9
1996	11,6	7,1	2,2
1997	11,3	6,3	1,1
1998	12,8	7,7	2,5
1999	14,2	9,0	4,0
2000	13,3	8,2	2,9
2001	15,4	9,7	4,6
2002	13,1	8,4	3,5
2003	11,1	7,1	2,4
2004	13,4	8,0	2,8
2005	13,5	8,0	2,8



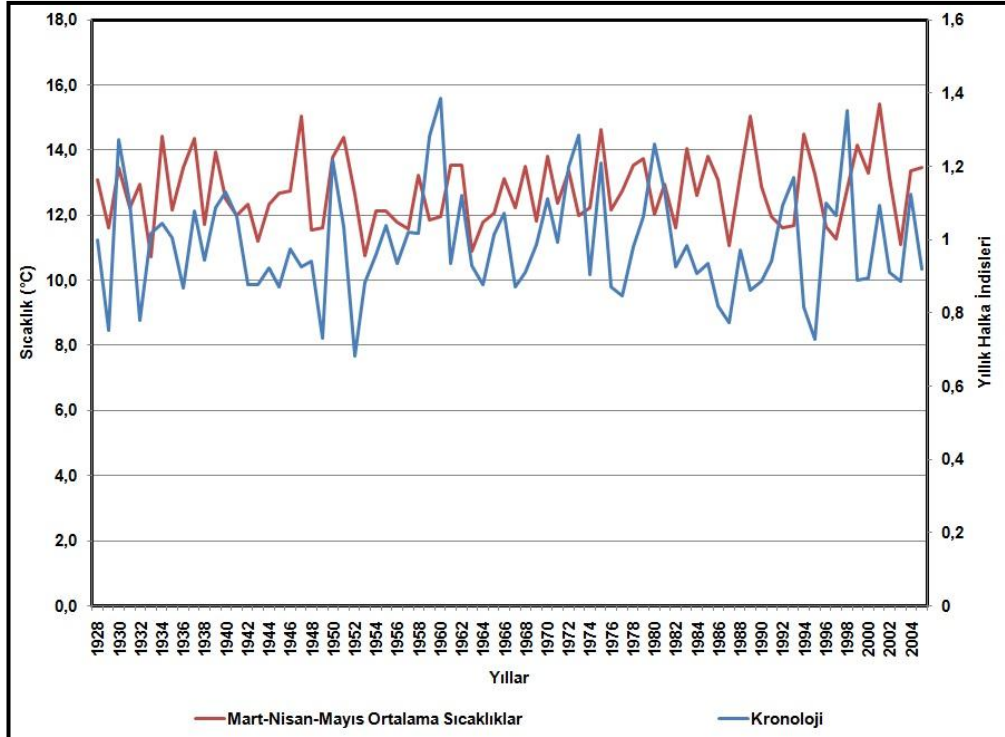
Şekil 53: KET yöre kronolojisi ile Bursa Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması



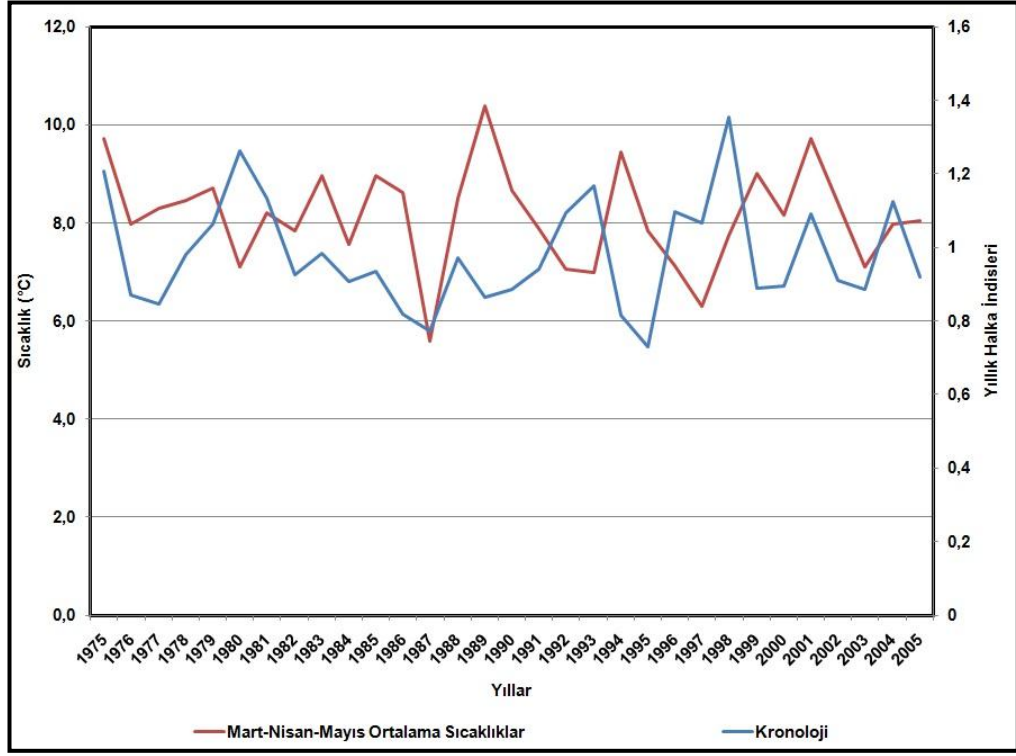
Şekil 54: KET yöre kronolojisi ile Keles Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması



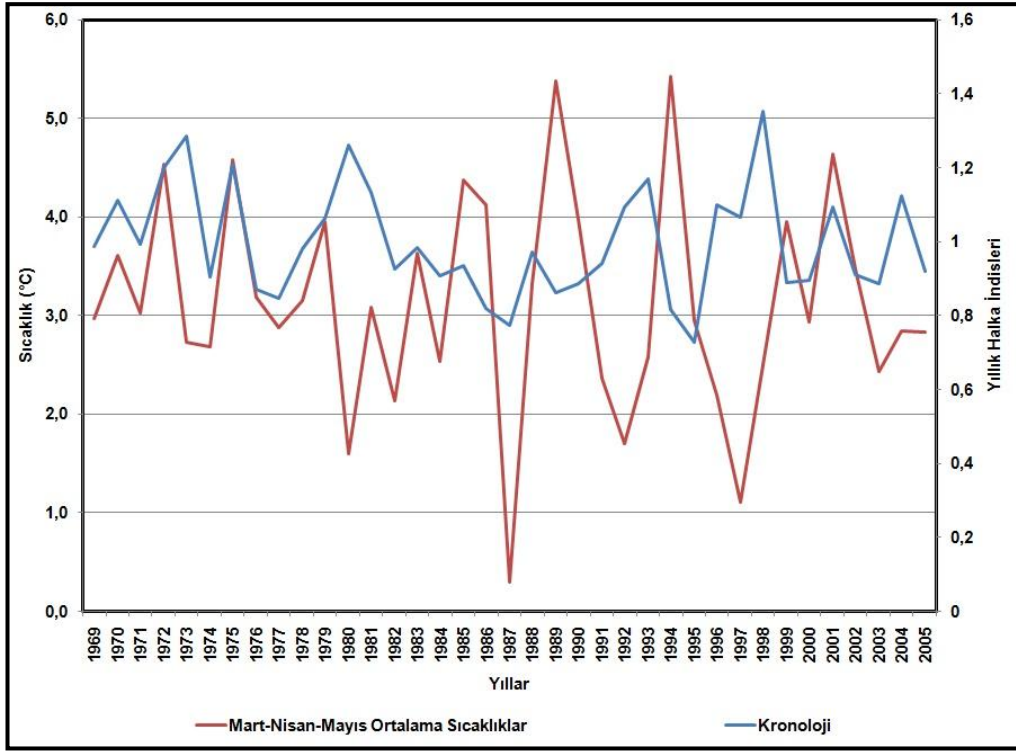
Şekil 55: KET yöre kronolojisi ile Zirve Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması



Şekil 56: TEPE yöre kronolojisi ile Bursa Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması



Şekil 57: TEP yöre kronolojisi ile Keles Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması

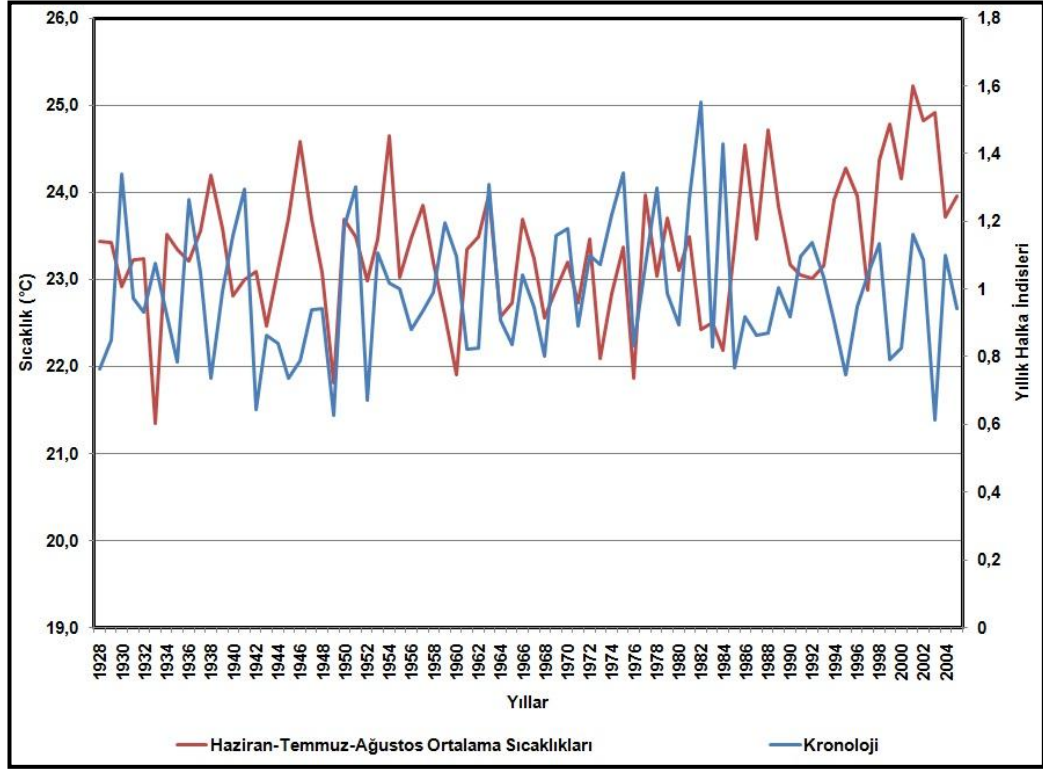


Şekil 58: TEP yöre kronolojisi ile Zirve Meteoroloji istasyonuna göre bahar sıcaklıklarının karşılaştırılması

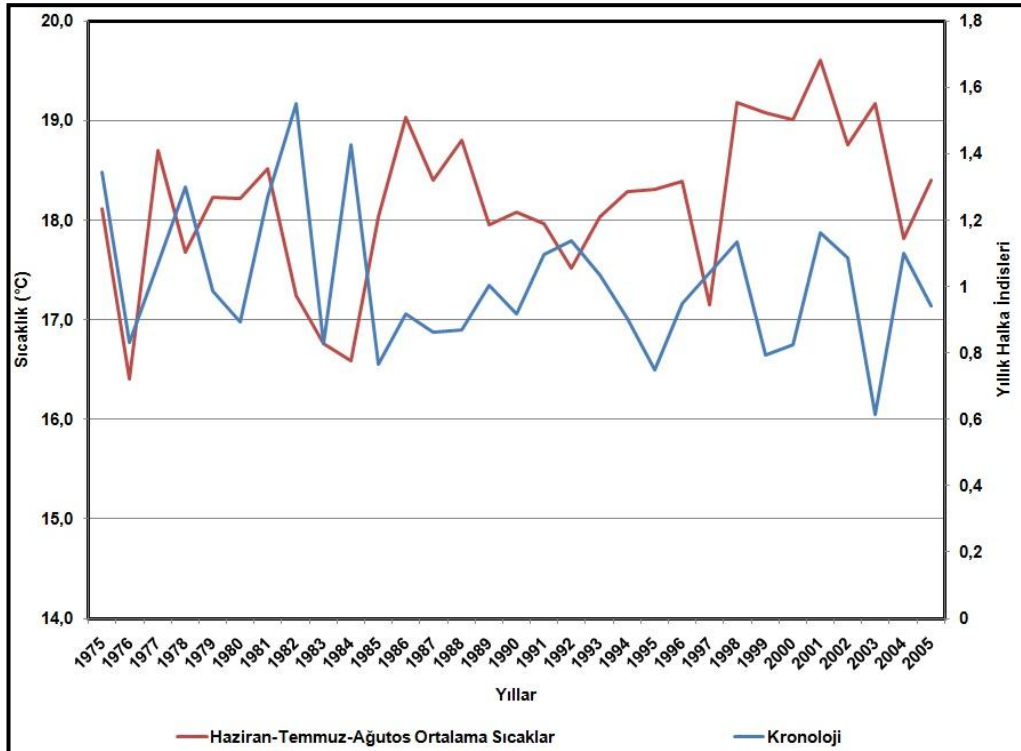
Yaz sıcaklıkları ile yıllık halka gelişimi arasında ilişki incelendiğinde; yaz sıcaklıklarının yüksek olması halka gelişimini olumsuz yönde etkilemekte, yani gelişimi yavaşlatmaktadır. Bundan dolayı yıllık halkalar üzerinde yaz aylarında çok yüksek sıcaklıkların etkisi fazladır. Yıllık halkalar ile yaz sıcaklıkları arasında ilişkiyi ortaya koyabilmek için Haziran-Temmuz-Ağustos aylarının ortalama sıcaklık değerleri ile yıllık halka indislerinin karşılaştırılması yapılmıştır. (Şekil 59; Şekil 60; Şekil 61; Şekil 62; Şekil 63; Şekil 64).

Tablo 41: Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarının ortalama sıcaklıkları

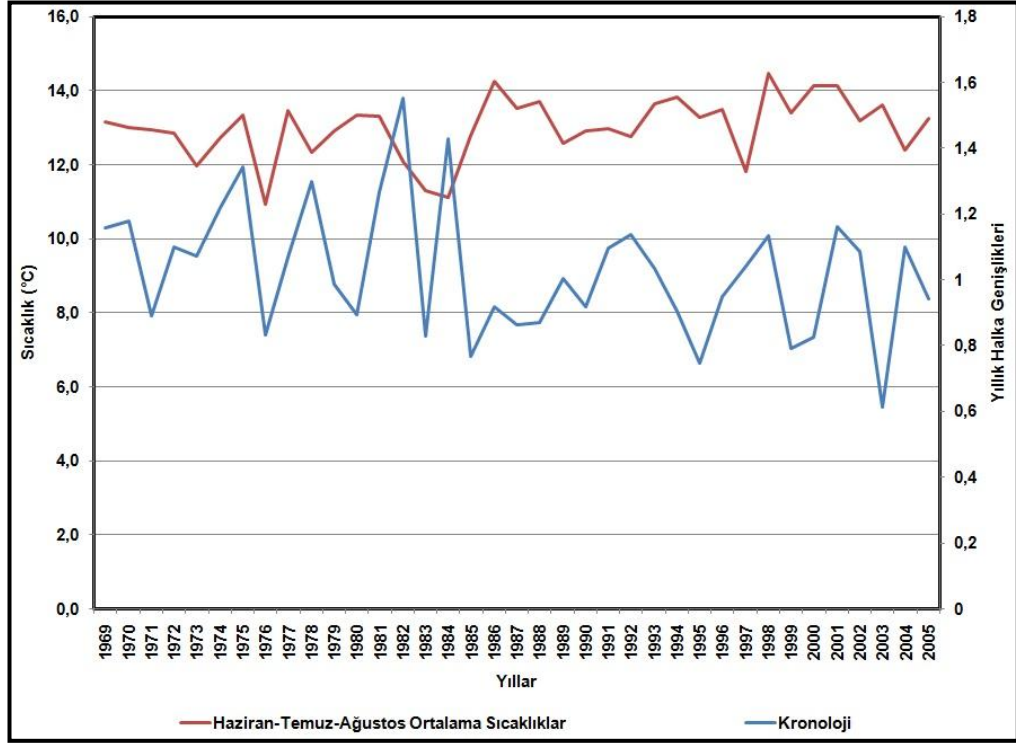
	Bursa	Keles	Zirve
1928	23,4		
1929	23,4		
1930	22,9		
1931	23,2		
1932	23,2		
1933	21,3		
1934	23,5		
1935	23,3		
1936	23,2		
1937	23,6		
1938	24,2		
1939	23,6		
1940	22,8		
1941	23,0		
1942	23,1		
1943	22,5		
1944	23,1		
1945	23,7		
1946	24,6		
1947	23,7		
1948	23,1		
1949	21,8		
1950	23,7		
1951	23,5		
1952	23,0		
1953	23,5		
1954	24,7		
1955	23,0		
1956	23,5		
1957	23,8		
1958	23,2		
1959	22,6		
1960	21,9		
1961	23,3		
1962	23,5		
1963	24,0		
1964	22,6		
1965	22,7		
1966	23,7		
1967	23,2		
1968	22,6		
1969	22,9		13,2
1970	23,2		13,0
1971	22,7		12,9
1972	23,5		12,9
1973	22,1		12,0
1974	22,8		12,7
1975	23,4	18,1	13,3
1976	21,9	16,4	10,9
1977	24,0	18,7	13,5
1978	23,0	17,7	12,3
1979	23,7	18,2	12,9
1980	23,1	18,2	13,3
1981	23,5	18,5	13,3
1982	22,4	17,2	12,1
1983	22,5	16,8	11,3
1984	22,2	16,6	11,1
1985	23,4	18,0	12,8
1986	24,5	19,0	14,2
1987	23,5	18,4	13,5
1988	24,7	18,8	13,7
1989	23,8	17,9	12,6
1990	23,2	18,1	12,9
1991	23,1	18,0	13,0
1992	23,0	17,5	12,8
1993	23,2	18,0	13,6
1994	23,9	18,3	13,8
1995	24,3	18,3	13,3
1996	24,0	18,4	13,5
1997	22,9	17,1	11,8
1998	24,4	19,2	14,5
1999	24,8	19,1	13,4
2000	24,2	19,0	14,1
2001	25,2	19,6	14,1
2002	24,8	18,8	13,2
2003	24,9	19,2	13,6
2004	23,7	17,8	12,4
2005	24,0	18,4	13,2



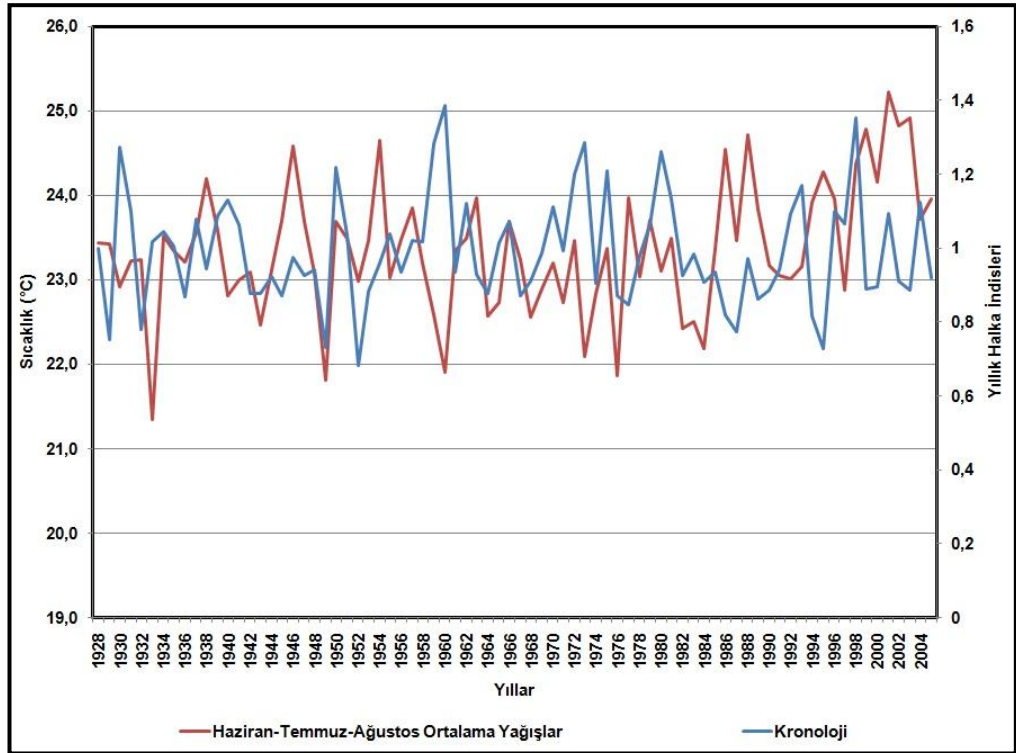
Şekil 59: KET yöre kronolojisi ile Bursa Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması



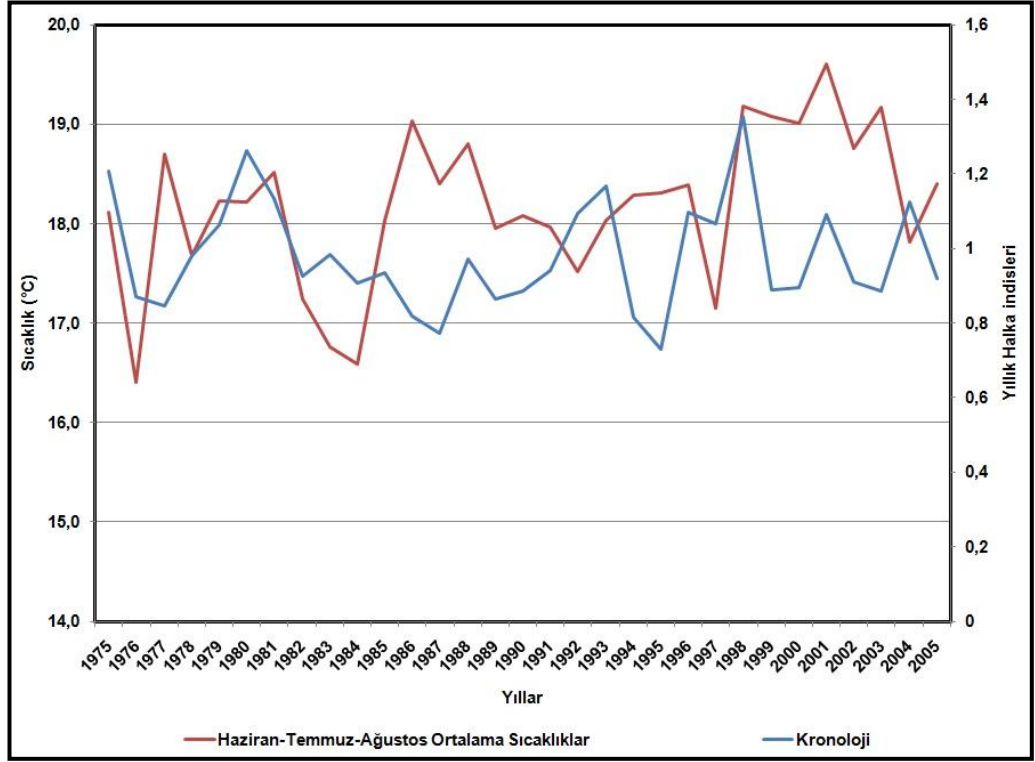
Şekil 60: KET yöre kronolojisi ile Keles Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması



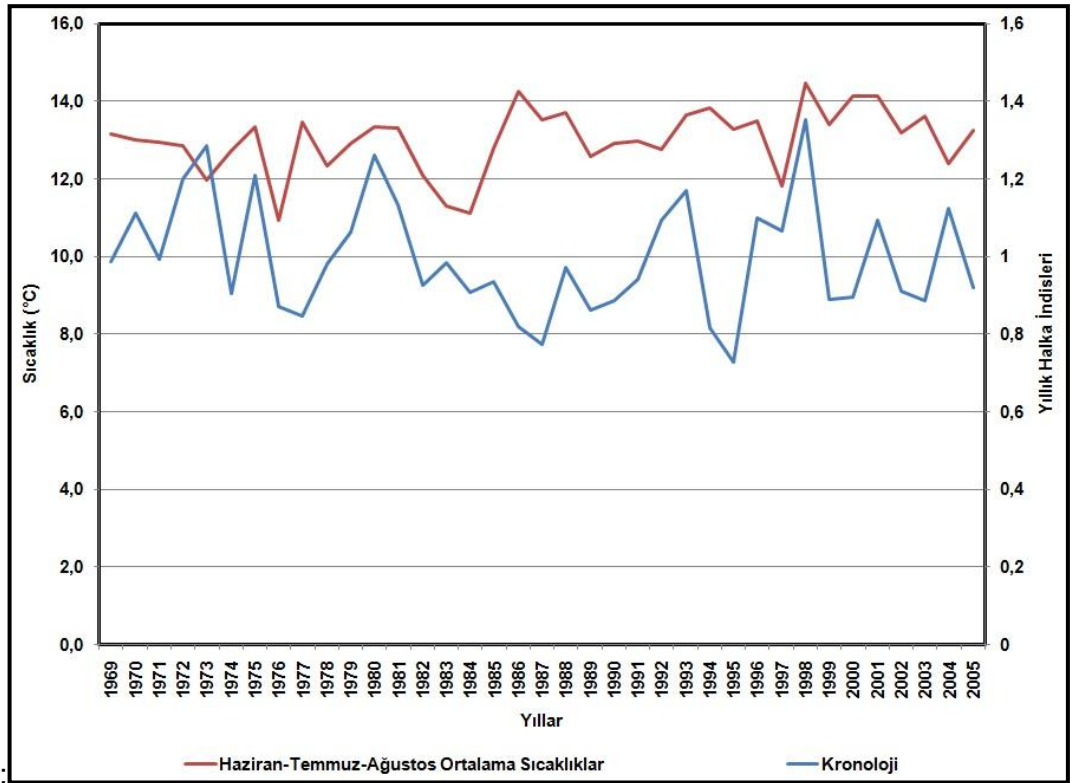
Şekil 61: KET yöre kronolojisi ile Zirve Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması



Şekil 62: TEP yöre kronolojisi ile Bursa Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması



Şekil 63: TEP yöre kronolojisi ile Keles Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması



Şekil 64: TEP yöre kronolojisi ile Zirve Meteoroloji istasyonuna göre yaz sıcaklıklarının karşılaştırılması

4.3.2. Yıllık Halka Kronolojileri ile Yağış Koşullarının İlişkisi

Yağış şartları yıllık halka gelişimi üzerinde çok etkili olmaktadır. Özellikle büyüme dönemi içinde düşen yağışlar halka yıllık genişliklerini etkilemektedir. Ülkemizde yaz mevsiminde yağış şartları ağaç gelişimi üzerinde olumlu ya da olumsuz etkiye sahiptir. Genel olarak yaz mevsiminde yağışların azalmasına bağlı olarak yıllık halka gelişimi azalmaktadır. Dolayısıyla bu bölümde özellikle yöredeki yaz yağış toplamları ile yıllık halka gelişimleri arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla her istasyon için (Bursa, Zirve ve Keles) Haziran, Temmuz, Ağustos aylarına yağış toplamları alınarak yıllık halka indisleri ve yıllık halka genişlikleri ile karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda uzun yıllık toplam yağışlar ve büyüme döneminin başlangıcı olan Mart, Nisan ve Mayıs aylarının toplam yağışları alınarak yıllık halka indisleri ve yıllık halka genişlikleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca bu üç istasyonun ortak rasat yıllarının yağış ortalamaları kullanılarak aynı karşılaştırmalar yapılmış ve yorumlanmıştır.

Yaz yağışlarının yıllık halka indisleri ve yıllık halka genişlikleri ile ilişkilerini ortaya koyabilmek için Haziran, Temmuz, Ağustos aylarının toplam yağışlarını ve kronolojilerle ilişkilerini gösteren grafikler üretilmiştir.

Her üç istasyonda da yaz yağışlarına baktığımızda, yükselti faktörüne bağlı olarak bir artış gözlenmektedir. Buna göre en alçakta yer alan Bursa istasyonunun yaz yağışları daha az, yükseltisi Bursa'dan daha fazla olan Keles'te biraz daha fazla ve en yüksekte yer alan Zirve istasyonunda yaz yağışları diğer iki meteoroloji istasyonuna göre daha fazladır (Tablo 42).

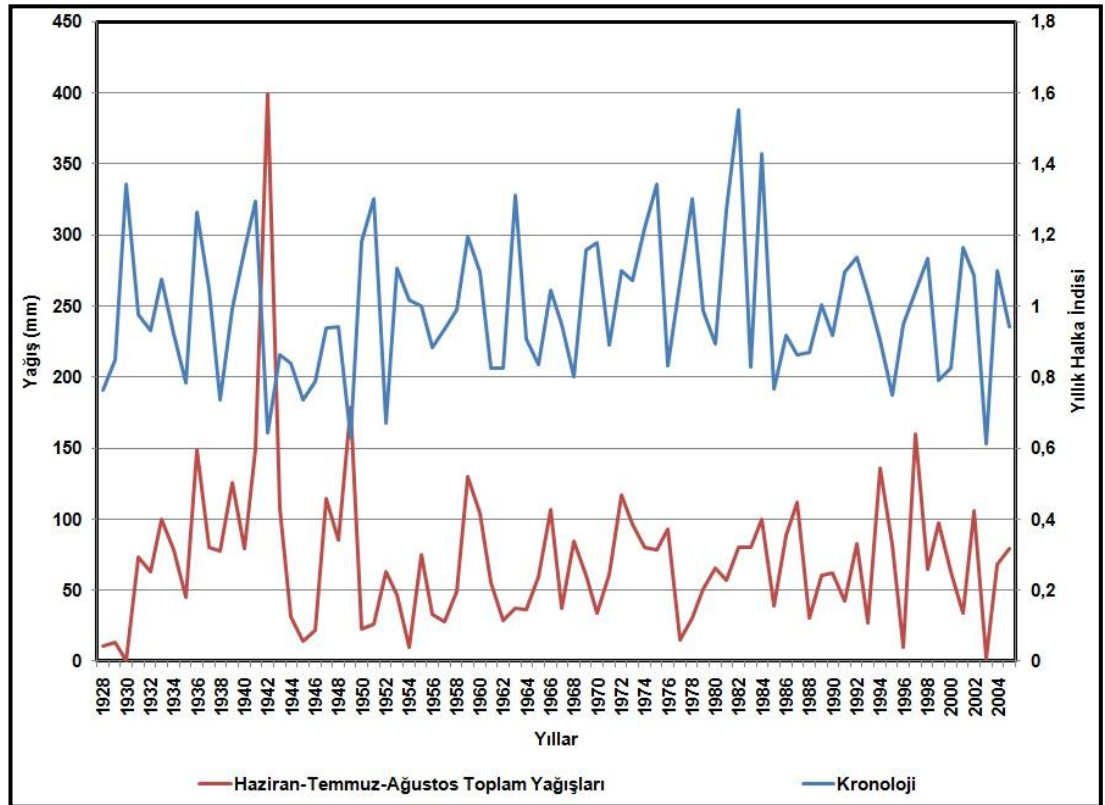
Meteoroloji istasyonlarına göre yaz yağışlarının kronolojilerle ilişkisine baktığımızda öncelikle Bursa'nın 1927-2005, Keles'in 1975-2005 ve Zirve'nin 1969-2005 yılları arasındaki yağış verileri ile aynı yıllara ait KET yöre kronolojisinin yıllık halka indisleri karşılaştırılmıştır (Şekil 65; Şekil 66; Şekil 67). Buna göre, yaz yağışlarının yıllık halka gelişimi üzerinde pozitif ve negatif yönde etkili olduğu yıllar saptanmıştır. Bursa istasyonunda 1933, 1935, 1959, 1984, 1992 ve 2004 yıllarında bir önceki yıla göre yağışların artmasına bağlı olarak yıllık halka gelişimi de pozitif yönde etkilenmiştir. Buna göre bu yıllarda yıllık halka gelişimi daha fazla olmuş ve bir önceki yılın halkasına göre daha geniş halkalar meydana gelmiştir.

Tablo 42: Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarının toplam yağışları

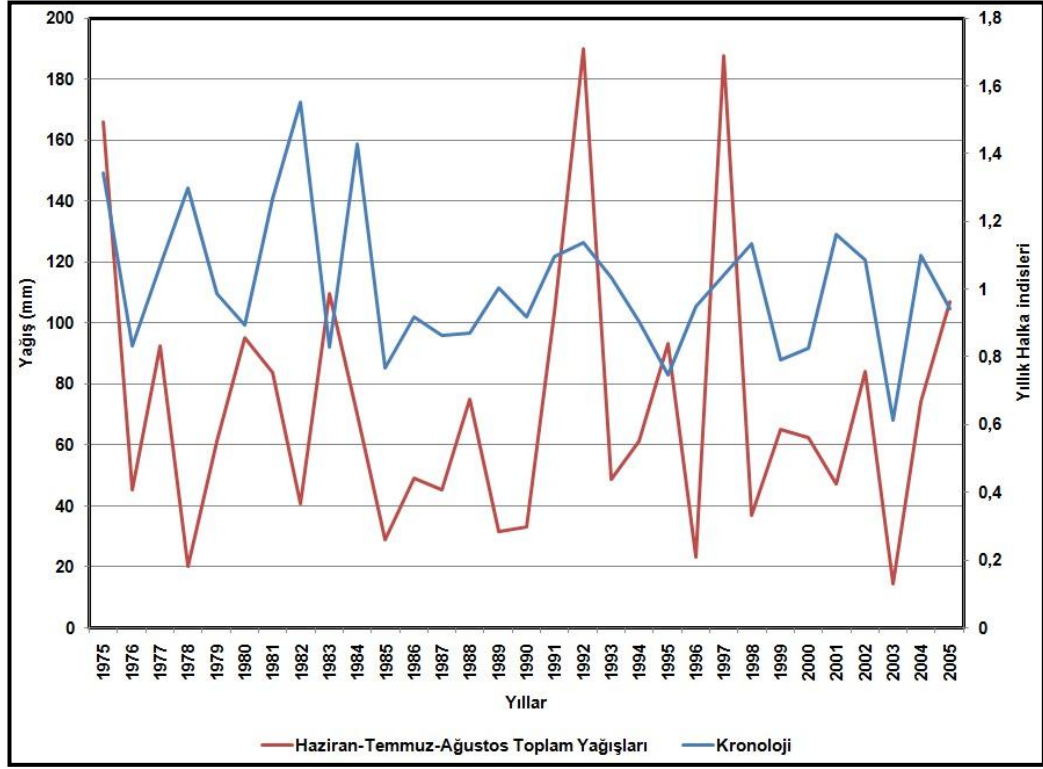
	Bursa	Keles	Zirve	Ortak Rasat Yılları Ortalama
1927	7,6			
1928	10,5			
1929	13,4			
1930	0,0			
1931	73,5			
1932	63,0			
1933	100,1			
1934	78,2			
1935	44,6			
1936	148,4			
1937	80,5			
1938	77,4			
1939	126,0			
1940	79,4			
1941	150,0			
1942	399,1			
1943	107,4			
1944	31,0			
1945	13,8			
1946	21,9			
1947	114,6			
1948	85,7			
1949	179,0			
1950	22,6			
1951	26,3			
1952	63,4			
1953	47,0			
1954	9,5			
1955	74,8			
1956	32,8			
1957	27,5			
1958	49,3			
1959	129,5			
1960	103,8			
1961	55,1			
1962	28,3			
1963	37,0			
1964	36,3			
1965	59,7			
1966	107,1			
1967	37,5			
1968	84,4			
1969	60,8		421,2	
1970	33,7		467,8	
1971	61,4		533,5	
1972	116,6		513,6	
1973	96,2		476,2	
1974	80,2		587,5	
1975	78,4	308,2	628,6	338,4
1976	93,0	169,5	348,1	203,5
1977	14,9	125,3	332,2	157,5
1978	30,8	296,3	512,6	279,9
1979	50,8	212,9	301,2	188,3
1980	65,5	215,3	603,6	294,8
1981	56,9	272	403,1	244,0
1982	80,1	302	554,3	312,1
1983	80,2	116,8	262,1	153,0
1984	100,1	285	497,3	294,1
1985	38,7	125,8	238,8	134,4
1986	88,3	67,9	148,9	101,7
1987	111,7	201	411	241,2
1988	30,6	227,4	370	209,3
1989	60,4	109,5	203,8	124,6
1990	62,1	187,1	364,9	204,7
1991	42,1	263,6	717,7	341,1
1992	82,4	179,9	332,1	198,1
1993	27,3	212	323,2	187,5
1994	135,9	128,7	217,1	160,6
1995	81,8	234,4	530,9	282,4
1996	10,0	232,6	367,3	203,3
1997	159,9	246	408,8	271,6
1998	65,1	262,8	539,8	289,2
1999	97,5	156,4	235,1	163,0
2000	62,8	322,8	564,6	316,7
2001	34,0	229,1	482,8	248,6
2002	106,2	210,8	374,7	230,6
2003	2,4	195,4	301,5	166,4
2004	68,3	216,2	314,7	199,7
2005	79,1	240,7	406,1	242,0

Aynı durum 1986, 1992, 2002 ile 2004 yıllarında Keles'te ve 1982, 1984, 1986, 1989, 1991, 1992, 2004 yıllarında Zirve istasyonlarında görülmektedir. Yıllık halka gelişimi ile yaz yağışları arasında negatif yönde paralellik gösteren yıllar ise Bursa'da 1934, 1976, 1985, 1991, 1996 ve 2003, Keles'te 1976, 1985, 1987 ve 2003, Zirve'de ise 1971, 1976, 1985, 1990 ve 2003 yıllarıdır. Bu üç istasyonun ortak yılları olan 1986, 1992, 2002, 2004 yıllarında yağış ile yıllık halkalar arasında pozitif bir ilişki ortaya çıkarken, 1976, 1985, 1993 ve 2003 yıllarında negatif bir ilişkidenden söz edilebilmektedir.

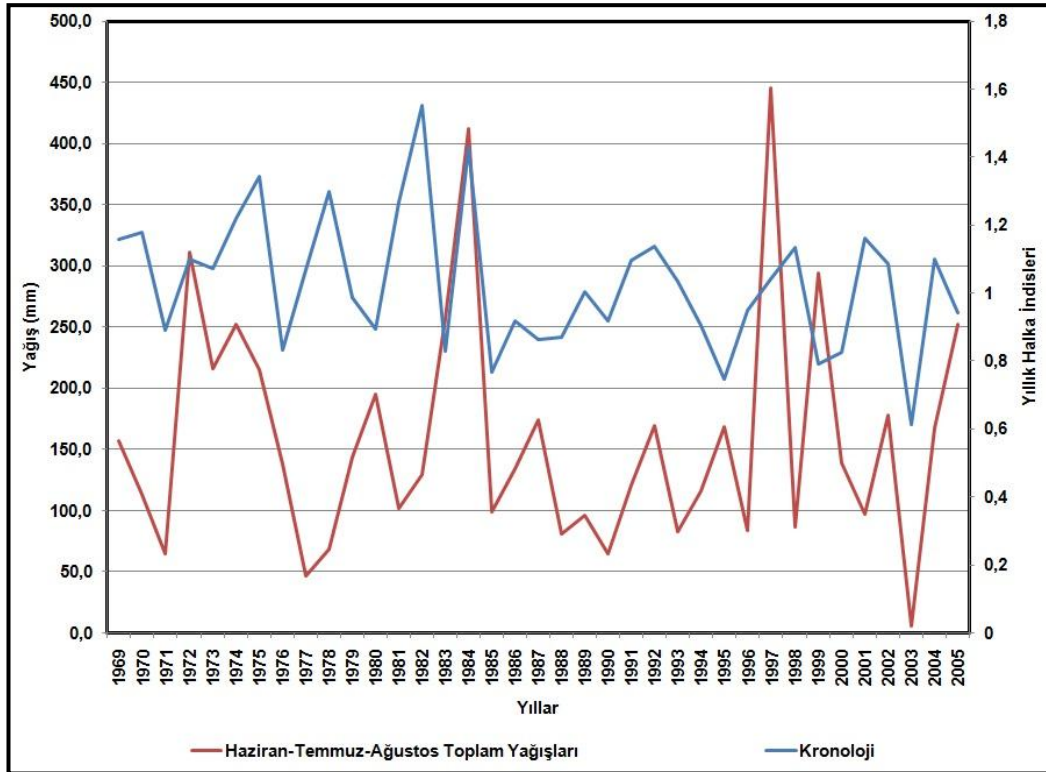
TEP yöre kronolojisi ile yaz yağışları arasındaki ilişki ele alındığında Bursa'da 1934, 1937, 1955, 1959, 1966, 1992, 2004, Keles'te 1988, 1992, 2004 ve Zirve'de ise 1972, 1978, 1979, 1980, 1992, 2004 yıllarında yağışların artmasına bağlı olarak yıllık halka gelişiminde de artış görülmektedir, 1935, 1936, 1938, 1956, 1961, 1967, 2003 yıllarında, Keles'te 1976, 1987, 1989, 2003 yıllarında, Zirve'de ise 1971, 1976, 1977, 1981, 2003 yıllarında yağışların azalmasına bağlı olarak yıllık halka gelişiminde de azalmanın meydana geldiği söylenebilir (Şekil 68; Şekil 69; Şekil 70).



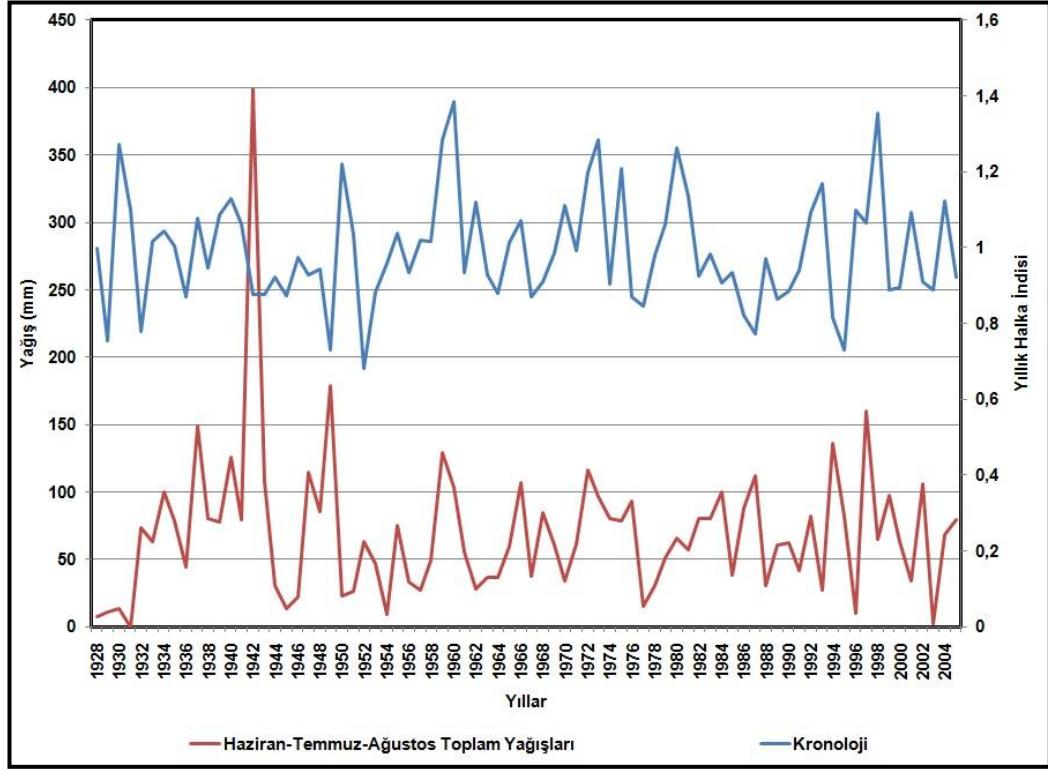
Şekil 65: KET yöre kronolojisi ile Bursa meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması



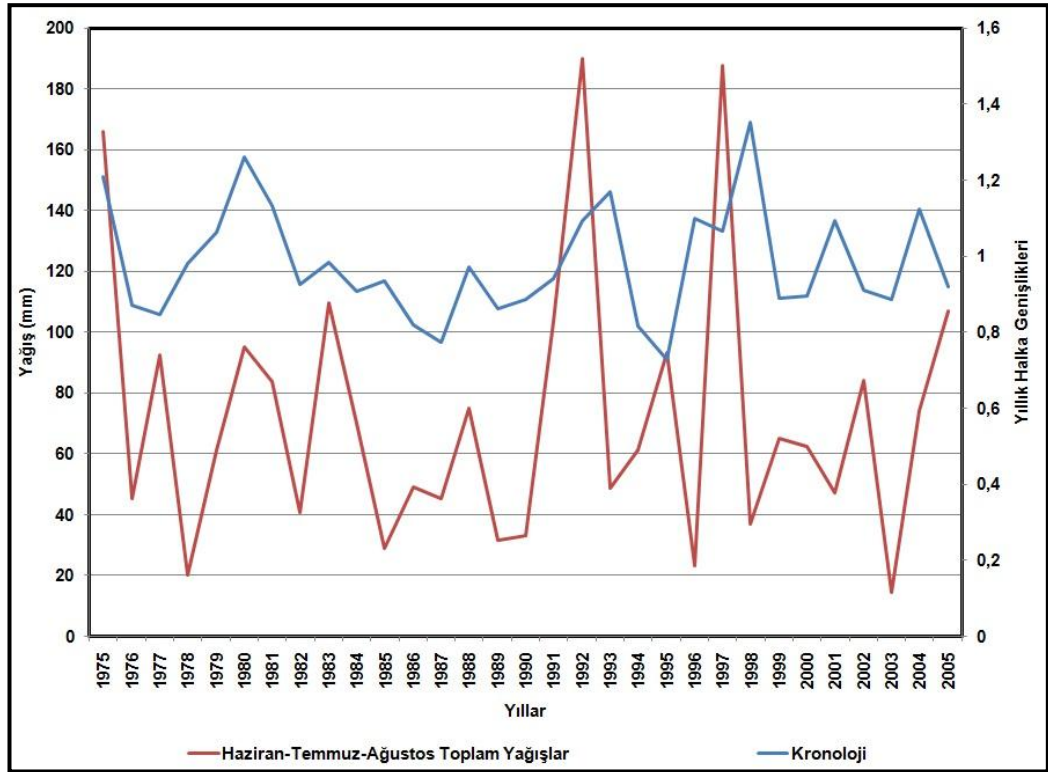
Şekil 66: KET yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması



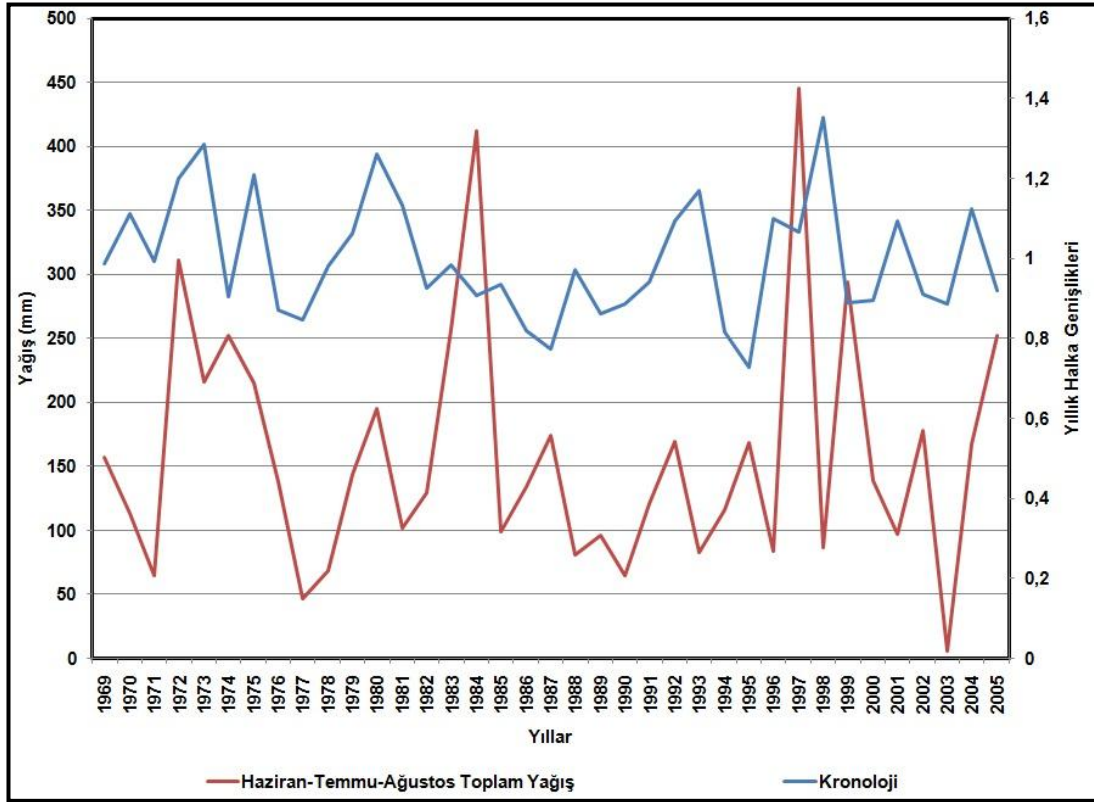
Şekil 67: KET yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması



Şekil 68: TEP yöre kronolojisi ile Bursa meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması



Şekil 69: TEP yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması



Şekil 70: TEP yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun yaz yağışlarının karşılaştırılması.

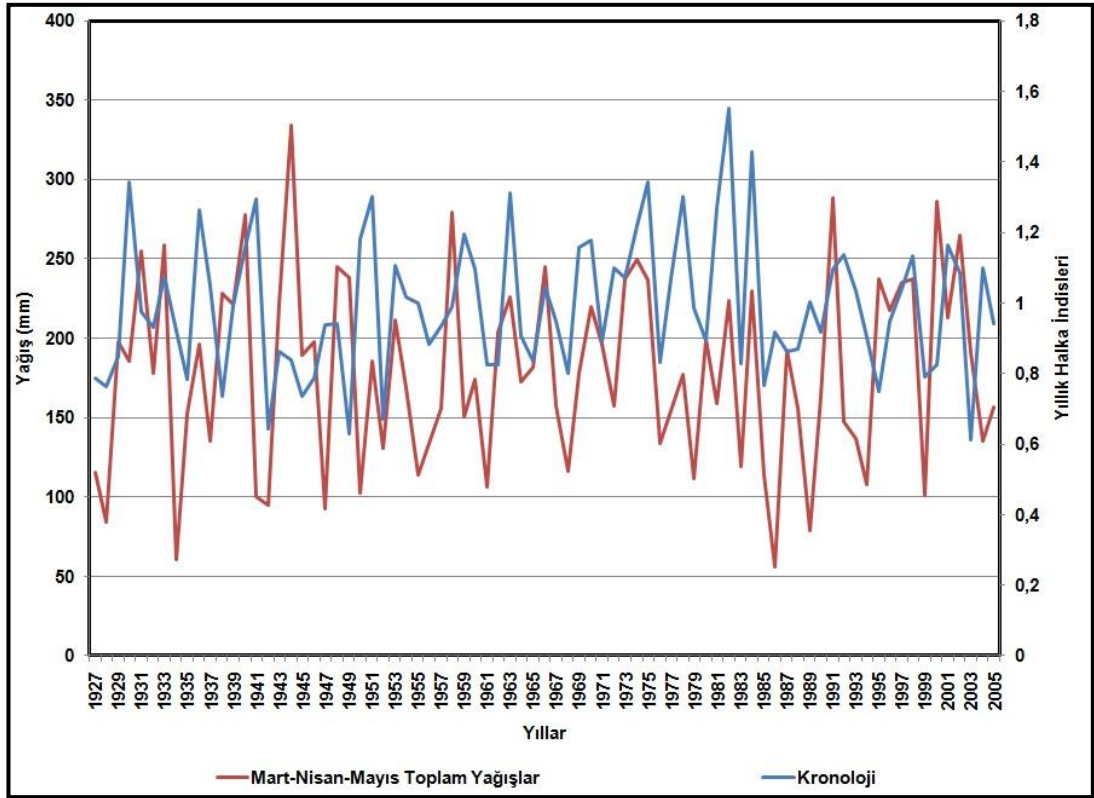
Yıllık halka gelişimi üzerinde yaz yağışları kadar yetiştirme devresinin başlangıcı olan bahar yağışlarının da önemi çok büyüktür. Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi yetiştirme devresinin başlangıcında meydana gelen yağışların miktarının fazla olması büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir. Bundan dolayı bahar yağışlarının yıllık halka genişlikleri üzerindeki önemi artmaktadır. Bahar yağışlarının yıllık halka genişlikleri ve yıllık halka genişlikleri ile ilişkilerini ortaya koyabilmek için Mart, Nisan, Mayıs aylarının toplam yağışlarını ve kronolojilerle ilişkilerini gösteren grafikler üretilmiştir (Tablo 43).

Meteoroloji istasyonlarına göre bahar yağışlarının kronolojilerle ilişkisini göstermek üzere öncelikle Bursa'nın 1927-2005, Keles'in 1975-2005 ve Zirve'nin 1969-2005 yılları arasındaki yağış verileri ile aynı yıllara ait KET yöre kronolojisinin yıllık halka genişlikleri ele alınmıştır (Şekil 71; Şekil 72; Şekil 73). Buna göre, bahar yağışlarının yıllık halka gelişimi üzerinde pozitif ve negatif yönde etkili olduğu yıllar saptanmıştır. Yıllık halka gelişimi üzerinde pozitif yönde etkili olan bahar yağışlarının fazla olduğu yıllara baktığımızda, yağışın artmasına bağlı olarak büyümenin de arttığı gözlenmektedir.

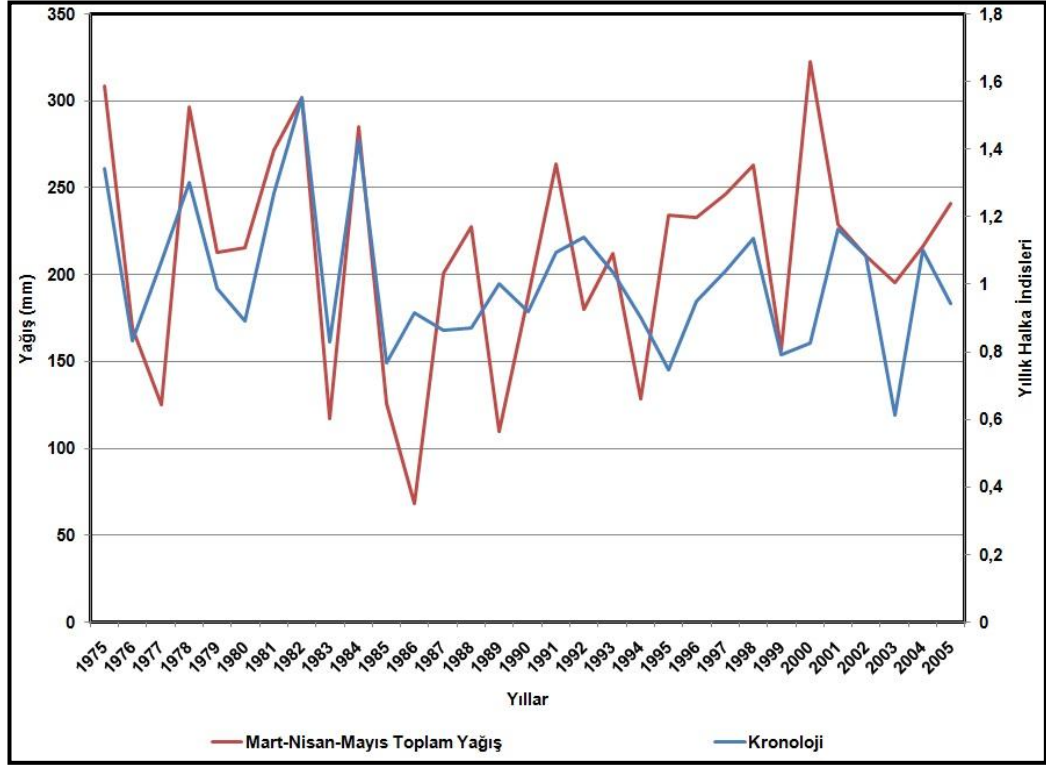
Tablo 43: Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait Mart, Nisan ve Mayıs aylarının toplam yağışları

	Bursa	Keles	Zirve
1927	115,5		
1928	84,2		
1929	197,6		
1930	185,4		
1931	255,0		
1932	178,0		
1933	258,4		
1934	60,4		
1935	153,0		
1936	195,9		
1937	135,1		
1938	228,5		
1939	221,6		
1940	278,0		
1941	100,0		
1942	95,0		
1943	221,7		
1944	333,8		
1945	189,0		
1946	197,9		
1947	92,2		
1948	245,2		
1949	238,1		
1950	102,4		
1951	185,6		
1952	130,6		
1953	211,7		
1954	169,0		
1955	113,8		
1956	134,1		
1957	155,8		
1958	279,5		
1959	150,8		
1960	173,9		
1961	106,5		
1962	204,0		
1963	226,0		
1964	172,4		
1965	181,4		
1966	244,7		
1967	157,2		
1968	116,1		
1969	178,1	421,2	
1970	220,2	467,8	
1971	196,5	533,5	
1972	157,2	513,6	
1973	237,2	476,2	
1974	249,4	587,5	
1975	236,3	308,2	628,6
1976	134,1	169,5	348,1
1977	154,6	125,3	332,2
1978	177,4	296,3	512,6
1979	111,4	212,9	301,2
1980	199,0	215,3	603,6
1981	158,8	272	403,1
1982	223,4	302	554,3
1983	119,3	116,8	262,1
1984	229,6	285	497,3
1985	114,0	125,8	238,8
1986	55,9	67,9	148,9
1987	192,3	201	411
1988	155,9	227,4	370
1989	78,9	109,5	203,8
1990	163,8	187,1	364,9
1991	288,5	263,6	717,7
1992	147,1	179,9	332,1
1993	137,0	212	323,2
1994	108,2	128,7	217,1
1995	237,7	234,4	530,9
1996	217,8	232,6	367,3
1997	235,2	246	408,8
1998	237,1	262,8	539,8
1999	101,3	156,4	235,1
2000	286,2	322,8	564,6
2001	213,3	229,1	482,8
2002	264,9	210,8	374,7
2003	190,9	195,4	301,5
2004	135,3	216,2	314,7
2005	156,5	240,7	406,1

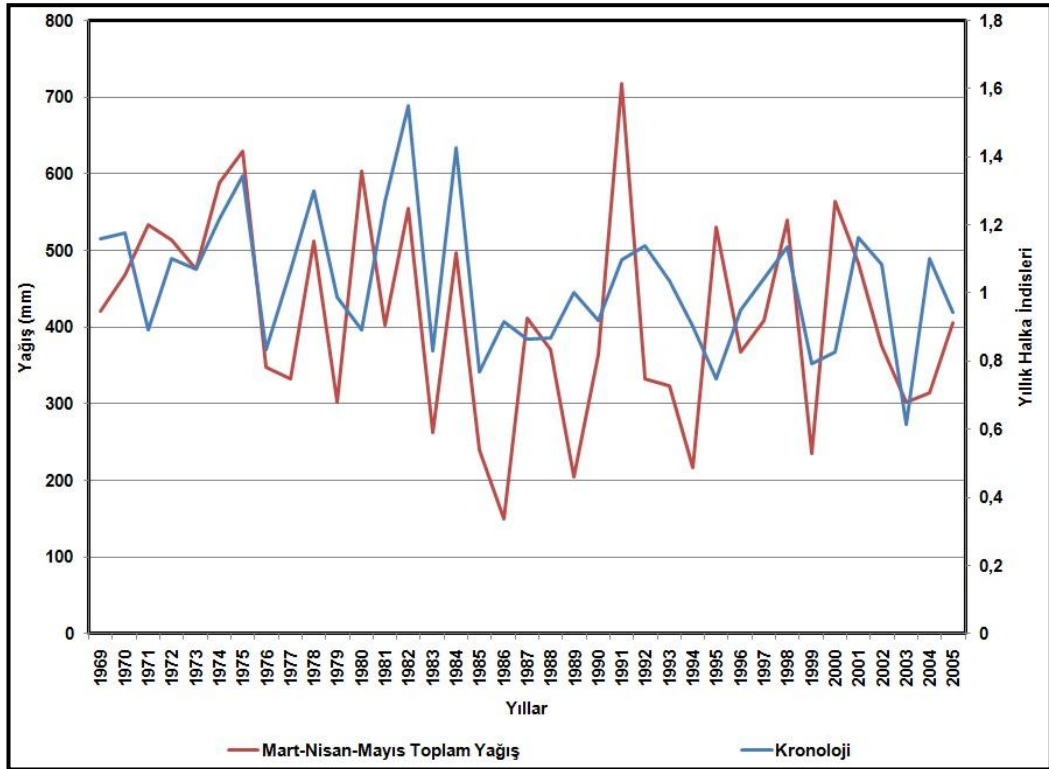
Bunlar, Bursa'da 1929, 1933, 1936, 1953, 1963, 1966, 1969, 1970, 1978, 1984, 1991, 1998 yılları, Keles'te 1982, 1991, 1998, 2004 yılları ve Zirve'de 1975, 1978, 1982, 1984, 1998 yıllarıdır. Yağışın azalmasına bağlı olarak büyümenin negatif yönde etkilendiği yani yıllık halka gelişiminin azaldığı yıllar ise Bursa'da 1928, 1932, 1937, 1942, 1952, 1961, 1964, 1968, 1971, 1976, 1983, 1985, 1999, 2003, Keles'te 1976, 1980, 1983, 1999, 2003 ve Zirve'de 1973, 1976, 1979, 1983, 1985, 1999 ve 2003 yıllarıdır.



Şekil 71: KET yöre kronolojisi ile Bursa meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.

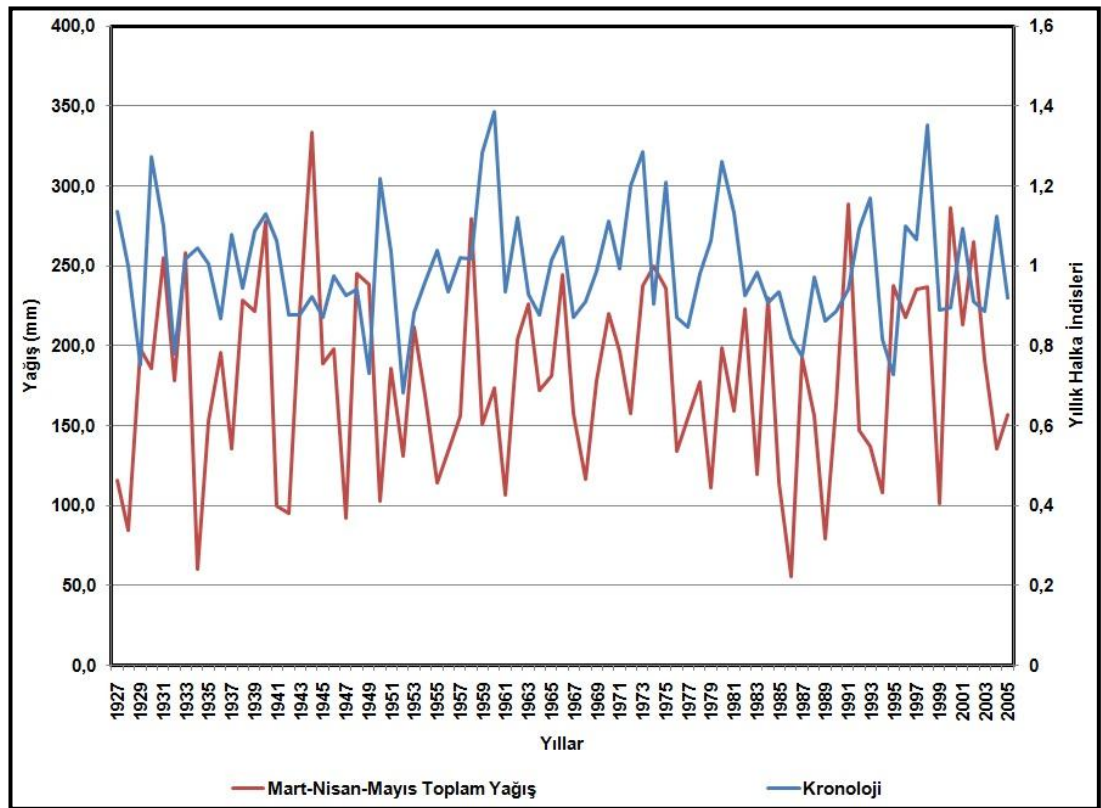


Şekil 72: KET yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.

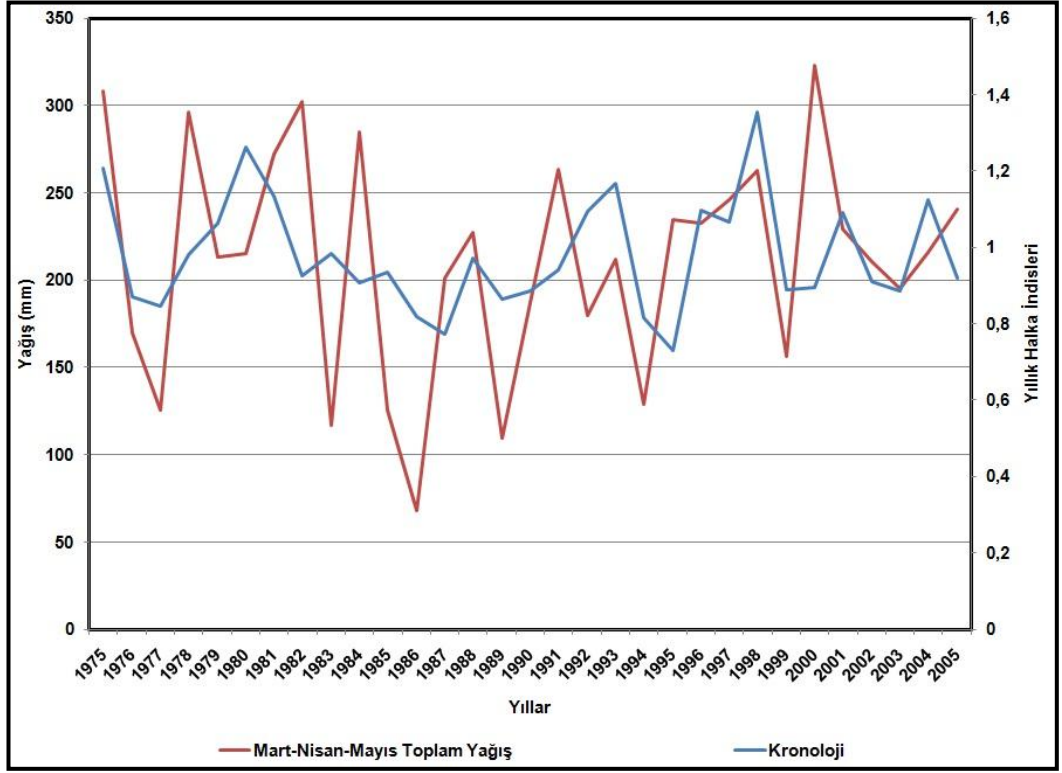


Şekil 73: KET yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.

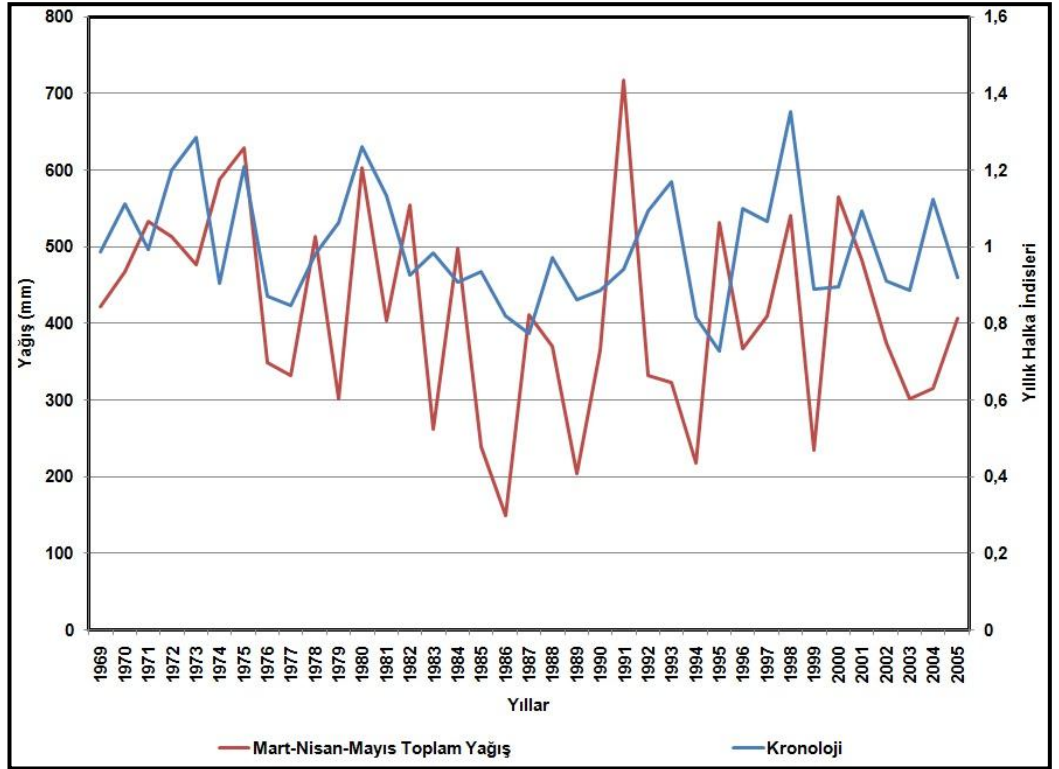
TEP yöre kronolojisinin yıllık halka indisleri ile bahar yağışları arasındaki ilişki değerlendirildiğinde Bursa'da 1933, 1940, 1953, 1970, 1978, 1990, 1991, Keles'te 1978, 1988, 1990, 1991, 1993, 1998 ve Zirve'de 1975, 1978, 1980, 1998 yıllarında yağışın artmasına bağlı olarak yıllık halka gelişimi daha fazla olduğu ortaya çıkar. Yıllık halka gelişimini sınırlayan yağış azlığı Bursa'da 1932, 1952, 1967, 1971, 1989, 1994, 1999, 2003, Keles'te 1976, 1977, 1989, 1994, 1999, 2003 ve Zirve'de 1976, 1977, 1981, 1989, 1999, 2003 yıllarında ortaya çıkmıştır (Şekil 74; Şekil 75; Şekil 76).



Şekil 74: TEP yöre kronolojisi ile Bursa meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.



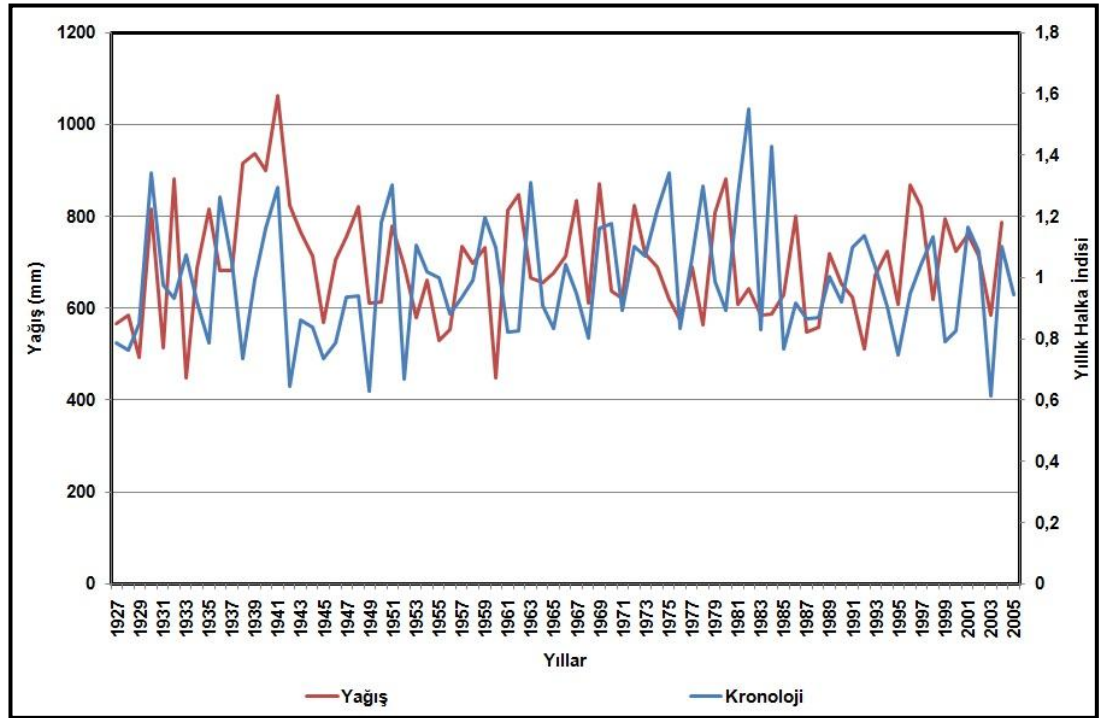
Şekil 75: TEP yöre kronolojisi ile Keles meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.



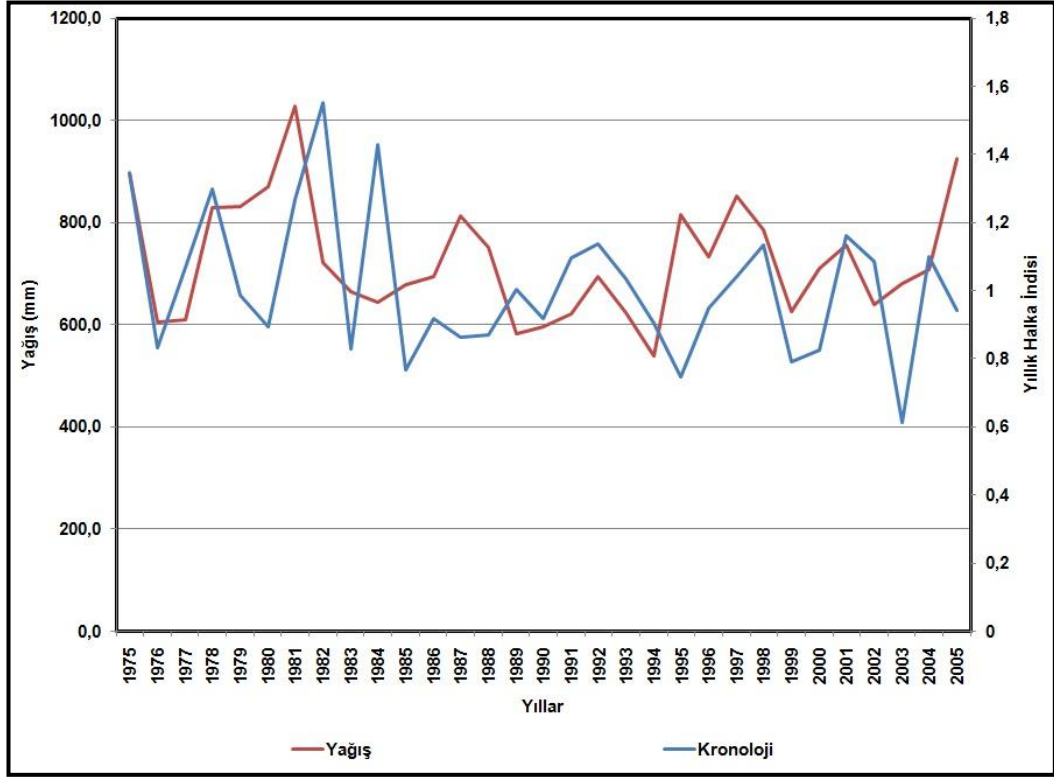
Şekil 76: TEP yöre kronolojisi ile Zirve meteoroloji istasyonunun bahar yağışlarının karşılaştırılması.

Yaz ve bahar yağışları dışında, halkalar üzerinde yılın tamamında düşük yağışın etkisini de ortaya koyabilmek için Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait yıllık toplam yağış verileri ile KET ve TEP yöre kronolojilerinin yıllık halka indisleri karşılaştırılmıştır (Şekil 77; Şekil 78; Şekil 79; Şekil 80; Şekil 81; Şekil 82).

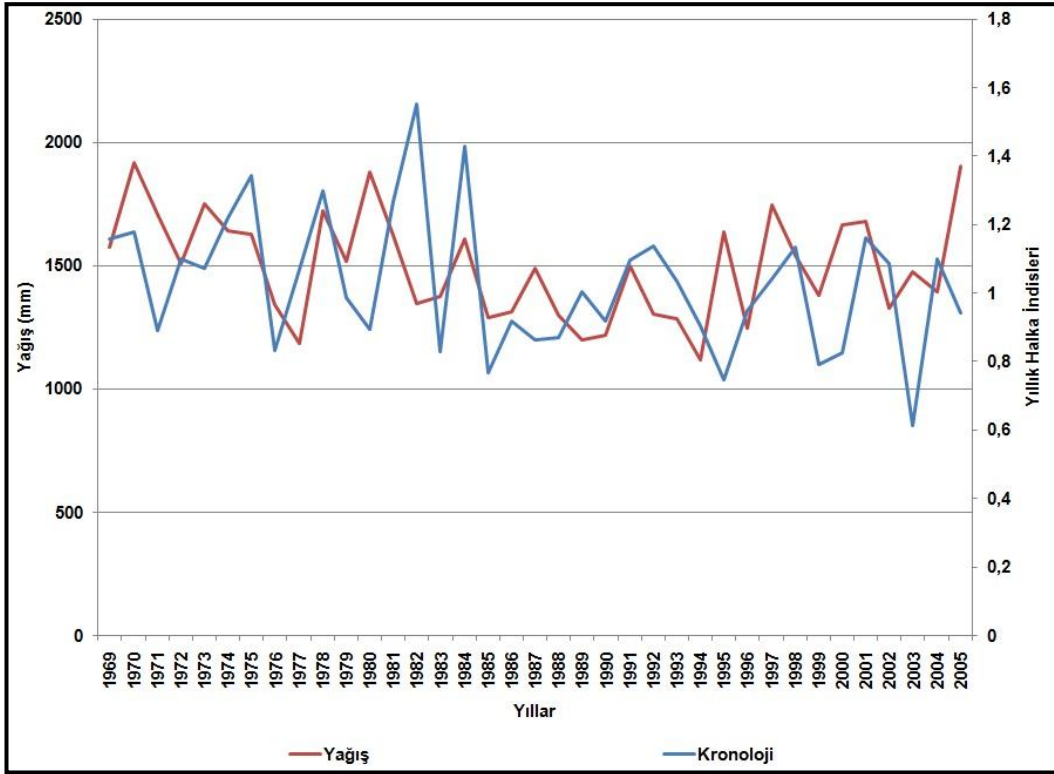
KET yöre kronolojisi ile yıllık toplam yağışlarının karşılaştırıldığı grafiklerde yağış ile yıllık halka gelişimi arasında bir ilişki görmekteyiz. Yağışın azaldığı dönemlerde yıllık halka gelişimi olumsuz etkilenmiş yani yavaşlamış, fazla olduğu dönemlerde ise yıllık halka gelişimi olumlu yönde etkilenmiş ve gelişim artmıştır. Bursa meteoroloji istasyonunun yağış verilerine göre 1930, 1941, 1945, 1948, 1951, 1963, 1969, 1970, 1978, 1989, Keles'te 1975, 1992 ve Zirve'de 1975, 1978, 1982, 1984, 1998 yıllarında yağışların genel itibariyle artmış, genellikle aynı yıl ve bir sonraki yılı takiben yıllık halka gelişimlerinde artış meydana gelmiştir.



Şekil 77: KET yöre kronolojisi ile Bursa meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması

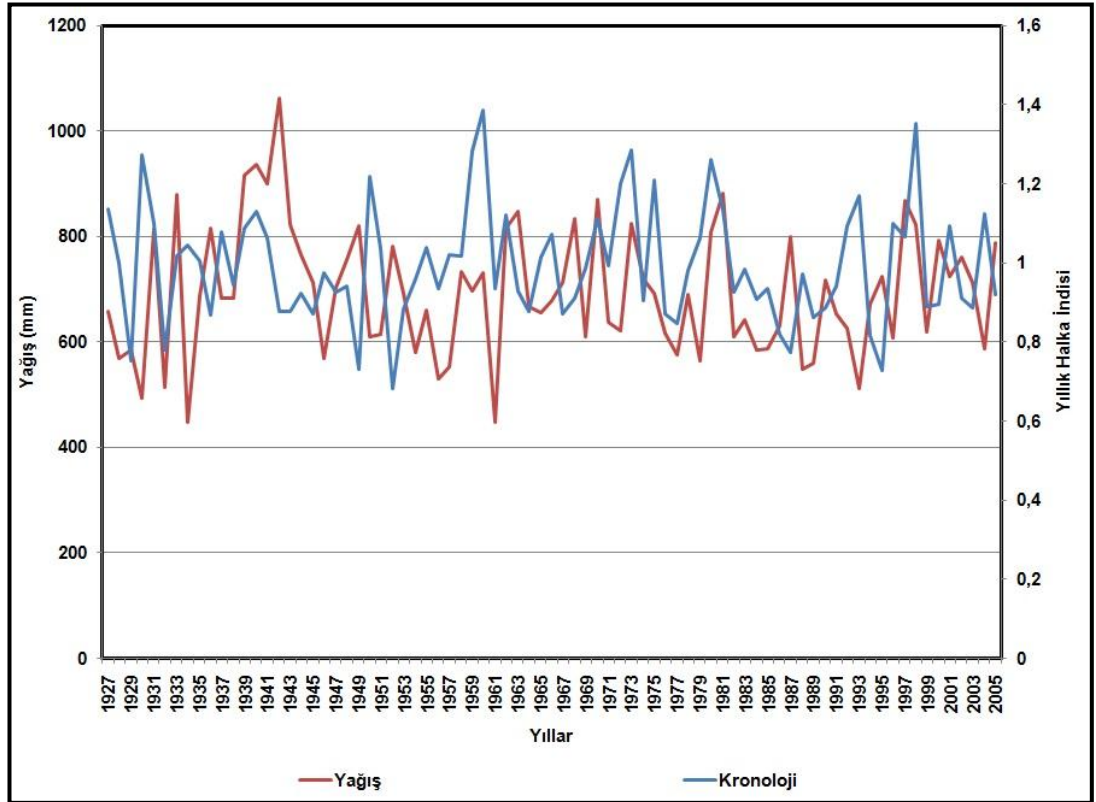


Şekil 78: KET yöre kronoloji ile Keles meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması

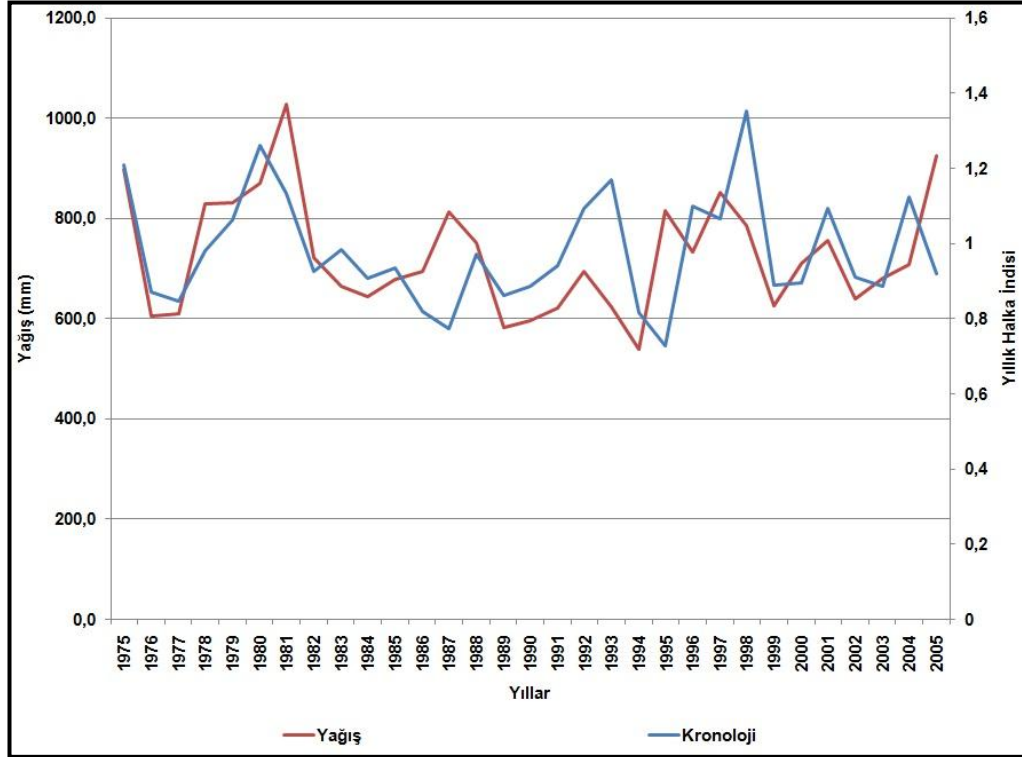


Şekil 79: KET yöre kronoloji ile Zirve meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması

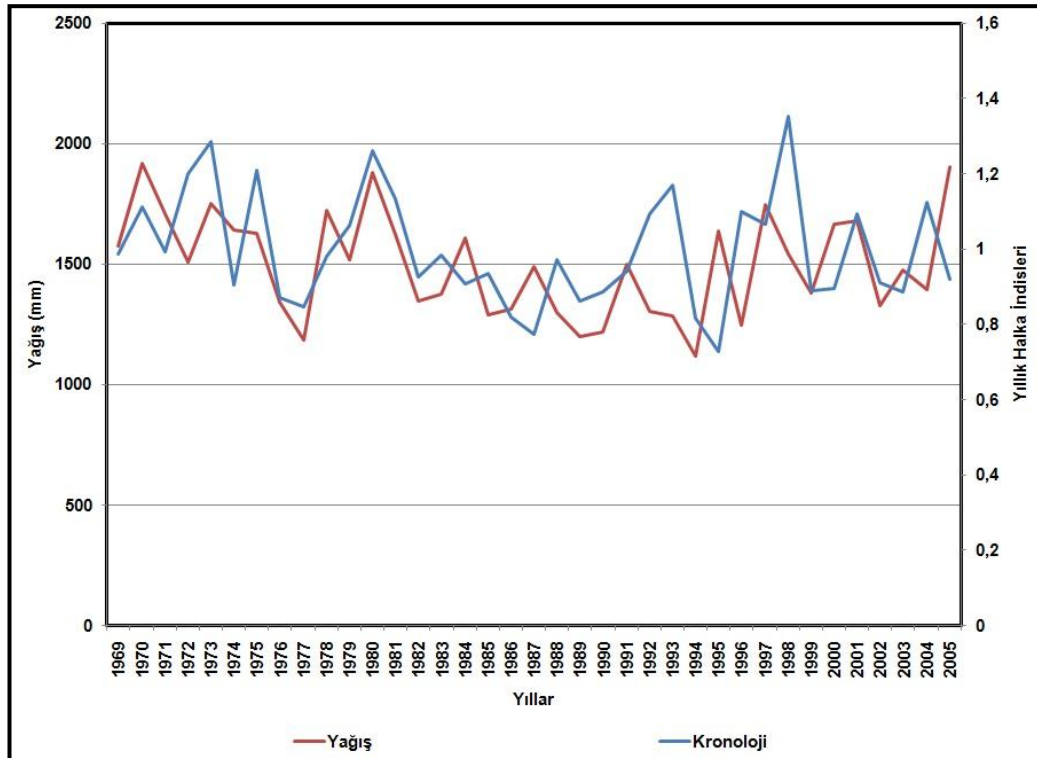
TEP yöre kronolojisinin yıllık halka indisleriyle toplam yağışları incelendiğinde yıllık halka gelişimi ile yağışlar arasındaki ilişki belirginleşmektedir. Özellikle bu ilişki yağışın bir önceki yıla göre çok fazla azaldığı yıllarda daha belirgin ortaya çıkmaktadır. Bu yıllarda yıllık halka gelişimi yavaşlamış ve takip eden yılda yağışın artmasına bağlı olarak halka gelişiminin de o oranda artmıştır. Özellikle Bursa'nın verilerine baktığımızda 1932 yılında yağış az, yıllık halka gelişimi az, daha sonraki yılın 1933'te yağışın fazla olması sonucunda halka gelişimi de fazladır. Yine bu durum 1955, 1956, 1961, 1962, 1982, 1983, 1984 yıllarında aynı şekildedir. Bunun dışında halka gelişimini 1977, 1999, 2003 yıllarında yağıştan negatif yönde etkilenmiş, 1933, 1973, 1998 yıllarında ise pozitif bir etki yapmıştır. Keles'te, yıllık halka gelişiminin yağışlardan 1976, 1982, 1999, 2003 yıllarında negatif olarak etkilendiği, Zirve'de ise 1970, 1973, 1980, 2001 yıllarında negatif, 1977, 1982, 1981, 1999, 2003 yıllarında ise pozitif etkilendiği görülmektedir.



Şekil 80: TEP yöre kronoloji ile Bursa meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması



Şekil 81: TEP yöre kronoloji ile Keles meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması



Şekil 82: TEP yöre kronoloji ile Zirve meteoroloji istasyonunun toplam yağışlarının karşılaştırılması

4.4. Türkiye’de Daha Önce Yapılan Karaçam kronolojileri İle Tez İçin Oluşturulan Kronolojilerin Karşılaştırılması

Burada, Türkiye’de çeşitli araştırmalar için daha önce yapılan karaçam kronolojileriyle bu çalışmada oluşturulan kronolojilerin eğrilerin uyum yüzde değerleri (EUY) ve korelasyon katsayıları karşılaştırılarak kronolojiler arasında bir uyumun olup olmadığı denetlenmeye çalışılmıştır. Karabük, Bolu, Afyon, Denizli, Ankara, Eskişehir, Bilecik ve Kütahya dolaylarından toplam 18 yöreye ait kronolojiler araştırma sahasından elde edilen kronolojilerle karşılaştırılmıştır (Tablo 44). Bu işlem TSAP programında yapılmıştır.

Tablo 44: Referans kronolojilere ait bilgiler

	Yöre Adı	Yöre Kodu	Tür	Yükselti (m)	Enlem (N)	Boylam (E)	Zaman Aralığı	Kaynak
Kastamonu	Pınarbaşı-Kurtgirmez ormanı		PINI	950	41,37	33,13	1791-2000	Akkemik vd, 2005
Karabük	Karabük, Keltepe Ormanı		PINI	1200	41,05	32,28	1791-2000	Akkemik vd, 2005
Karabük	Dikmen, Avdan Yaylası	AVD	PINI	1560	41,0586	32,7580	1575-2003	Köse, 2007
	Dikmen, Kapaklı Tepe	KAP	PINI	1508	41,0339	32,7213	1630-2003	Köse, 2007
Bolu	Mengen, Yalakkuz Eğri Ova Yaylası Yolu	YAL	PINI	1380	41,00325	32,22139	1431-2005	Köse, 2007
	Mudurnu, Gürse Kızaklı Yaylası	KIZ	PINI	1400	40,37516	30,57420	1665-2005	Köse, 2007
Afyon	Akdağ	AKD	PINI	1776	38,20700	29,559693	1643-2004	Köse, 2007
Denizli	Honaz Dağı	HON	PINI	1420	37,42590	29,16624	1561-2004	Köse, 2007
Ankara	Tekke Dağı	TEK	PINI	1535	40,15164	31,57515	1787-2004	Köse, 2007
Eskişehir	Mihalıççık, Beşpınar, Akarca Pınarı	AKA	PINI	1686	39,9292	31,3079	1642-2003	Köse, 2007
	Fırınlık Kalesi	FIR	PINI	1553	39,9564	31,1132	1744-2003	Köse, 2007
	Seyitgazi/Küçük Türkmen Baba	TUR	PINI	1723	39,4384	30,3865	1732-2003	Köse, 2007
Bilecik	Muratdere	ERC	PINI	1240	39,5320	29,49900	1721-2008	Güner, 2010
Bolu	Seben	SEB	PINI	1441	40,29455	31,352372	1630-2008	Güner, 2010
	Yukarı Baltalı Köyü	YUB	PINI	1250	40,43250	31,505103	1802-2008	Güner, 2010
Eskişehir	Mihalıççık, Tanaçlar	TAN	PINI	1577	40,1509	31,10020	1533-2005	Güner, 2010
	Mihalıççık, Savaş	SAV	PINI	1558	39,573390	31,114790	1630-2005	Güner, 2010
	Ekşielma	EKS	PINI	681	40,21700	31,113600	1641-2008	Güner, 2010
Kütahya	Ahmetin Yaylası	AHM	PINI	1593	39,15240	28,455100	1583-2009	Güner, 2010
	Simav Alt Rakım	SİA	PINI	1122	39,134521	28,414469	1776-2008	Güner, 2010

Referans kronolojiler ile tez için üretilen kronolojiler arasındaki eğrilerin uyum yüzdesi değerlerine baktığımızda 0,999 güven düzeyinde anlamlı değerlerin ortaya çıktığını görebilmekteyiz (Tablo 45). Ayrıca korelasyon katsayıları da incelendiğinde kronolojiler arasında anlamlı sonuçlar çıkmaktadır (Tablo 46). KET yöre kronolojisi TEP'e göre EUY değerleri ve korelasyon katsayıları bakımından daha yüksek değerler vermektedir. Bu da KET yöre kronolojisinin referans kronolojilerle daha uyumlu olduğunu göstermektedir.

Tablo 45: Referans kronolojiler ile yöre kronolojileri arasında EUY değerleri (%)

		BURSA	
		KET	TEP
Bursa	KET	100	
	TEP	62 ^{***}	100
Karabük	AVD	65 ^{***}	61 ^{***}
	KAP	62 ^{***}	62 ^{***}
BOLU	YAL	69 ^{***}	70 ^{***}
	KIZ	69 ^{***}	69 ^{***}
	SEB	71 ^{***}	67 ^{***}
	YUB	71 ^{***}	61 ^{***}
AFYON	AKD	68 ^{***}	60 ^{***}
DENİZLİ	HON	65 ^{***}	62 ^{***}
ANKARA	TEK	68 ^{***}	65 ^{***}
ESKİŞEHİR	AKA	67 ^{***}	64 ^{***}
	FIR	67 ^{***}	61 ^{***}
	TUR	67 ^{***}	64 ^{***}
	TAN	69 ^{***}	69 ^{***}
	SAV	67 ^{***}	69 ^{***}
	EKS	67 ^{***}	66 ^{***}
BİLECİK	ERC	71 ^{***}	63 ^{***}
KÜTAHYA	AHM	71 ^{***}	64 ^{***}
	SİA	73 ^{***}	60 ^{***}

**** işaretleri 0,999 güven düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir

Tablo 46: Referans kronolojiler ile yöre kronolojileri arasında korelasyon katsayıları

		BURSA	
		KET	TEP
Bursa	KET	1	
	TEP	0,42	1
Karabük	AVD	0,44	0,26
	KAP	0,39	0,22
BOLU	YAL	0,48	0,39
	KIZ	0,48	0,43
	SEB	0,53	0,34
	YUB	0,52	0,33
AFYON	AKD	0,40	0,20
DENİZLİ	HON	0,38	0,15
ANKARA	TEK	0,50	0,42
ESKİŞEHİR	AKA	0,53	0,28
	FIR	0,42	0,25
	TUR	0,45	0,29
	TAN	0,54	0,35
	SAV	0,47	0,37
	EKS	0,52	0,31
BİLECİK	ERC	0,59	0,34
KÜTAHYA	AHM	0,53	0,33
	ŞİA	0,47	0,17

SONUÇ

Tez kapsamında, Uludağ'ın güney yamaçlarından iki alan araştırma konusu için seçilmiştir. Seçilen alanlardan artım burgularıyla alınan kalem örnekler ile kesilmiş ağaçlardan alınan disk örnekler dendrokronolojik analizler için kullanılmıştır. KET yöresinden alınan 12 ağaca ait 24 kalem örnek ve TEP yöresinden alınan 11 ağaca ait 21 kalem örnek ile toplamda 32 kalem örnekten 2 yöre kronolojisi oluşturulmuştur.

Uludağ'ın güneyinde Soğukpınar'da yer alan Ketenek mevkiinden alınan 24 kalem örnekten 1814-2009 yıllarını kapsayan 196 yıl uzunluğunda KET yöre kronolojisi oluşturulmuştur. Yine Uludağ'ın güneyinde Boğazova'da yer alan Tepel mevkiinde 11 ağaçtan alınan 21 kalem örnekten ise 1740-2009 yıllarını kapsayan 268 yıl uzunluğunda TEP yöre kronolojisi elde edilmiştir.

Kronolojiler arasında benzerlikleri saptamak için korelasyon katsayıları ve EUY değerleri hesaplanarak anlamlılıkları denetlenmiştir. Buna göre kronolojiler arasında EUY değerlerinin 62^{***} ile 0,999 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Korelasyon katsayıları da 0,42 ile 0,999 güven düzeyinde anlamlı çıkmıştır.

KET ve TEP yöre kronolojilerinin iklime duyarlılıkları incelendiğinde, Ketenek mevkiinden oluşturulan karaçam kronolojisinin ortalama duyarlılık katsayısının 0,2339 ile yüksek olduğu görülmektedir. Tepel mevkiinden oluşturulan karaçam kronolojisinin ortalama duyarlılık katsayısına baktığımızda ise 0,1826 gibi bir değerle KET yöre kronolojisine göre daha az duyarlı olduğunu söyleyebiliriz (Tablo 47).

Tablo 47: Kronolojilerin ARSTAN programında elde edilen özet istatistikleri

Site Adı	Kronoloji Kodu	Toplam Kronoloji				Ortak Aralık		
		Standart Sapma	Çarpıklık Katsayısı	Basıklık Katsayısı	Ortalama Duyarlılık	Zaman Aralığı	Tüm Kalemler Arasında Ortalama Korelasyon	Brinci Özvektörün Varyansı (%)
Uludağ, Soğukpınar	KET	0,2156	0,3501	-0,1749	0,2339	1924-2007	0,459	49,17
Uludağ, Boğazova	TEP	0,1825	0,4495	3,4977	0,1826	1740-2009	0,356	40,19

Tepki fonksiyonu sonuçları, her yöre kronolojisi için ayrı ayrı hesaplanan tepki fonksiyonu katsayılarının anlamlılıkları dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Tepki fonksiyonu katsayıları sonuçları ve işaretleri ((+) pozitif (-) negatif) tablo 48'te verilmiştir. Buna göre, KET yöre kronolojisi ile sıcaklık ve yağış verilerinin tepki fonksiyonu sonuçlarına göre Mart ayında sıcaklık yıllık halka gelişimini pozitif yönde etkilemektedir. Yine Mayıs ayında yağışın yıllık halka gelişimini pozitif yönde etkilediğini görmekteyiz. TEP yöre kronolojisine baktığımızda ise yıllık halka indisleri ile sıcaklık ve yağış verileri arasındaki tepki fonksiyonu sonuçları anlamlı çıkmamıştır. TEP yöre kronolojisinin duyarlılık katsayısı ile karşılaştırıldığında tepki fonksiyonu sonucunun anlamlı olmaması normaldir. Çünkü bu kronolojinin duyarlılık katsayısı düşüktür.

Tablo 48: KET ve TEP yöre kronolojileri için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayılarının özeti. Boyalı kutular %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir.

Aylar	KET		TEP	
	Sıcaklık	Yağış	Sıcaklık	Yağış
Ekim	-	+	+	+
Kasım	-	+	-	-
Aralık	+	+	+	-
Ocak	+	+	+	+
Şubat	+	-	+	+
Mart	+	-	+	+
Nisan	+	+	+	-
Mayıs	-	+	+	+
Haziran	-	-	-	-
Temmuz	-	-	+	+
Ağustos	-	-	-	+
Eylül	+	-	-	-
Ekim	+	-	-	-

KET ve TEP yöre kronolojileri ile Bursa, Keles ve Zirve meteoroloji istasyonlarına ait sıcaklık ve yağış değerlerinin karşılaştırmasını yapmak ve aralarındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için korelasyon katsayıları bulunmuş ve t değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlere göre KET yöre kronolojisi ile Mayıs yağışları arasında 0,999 güven düzeyinde anlamlılık çıkmıştır. Ayrıca Bursa ve Keles istasyonlarında 0,95 güven düzeyinde bir anlamlılık ortaya çıkmıştır.

TEP yöre kronolojisine baktığımızda hiçbir ayda yıllık halka indisleri ile sıcaklık ve yağış değerleri arasında bir tepki ortaya çıkmamıştır. Ayrıca korelasyon

katsayıları ile t değerlerinin sonuçlarına da baktığımızda sıcaklık ve yağış ile yıllık halka indisleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir.

KET yöresinde yıllık halkaların, Mart ayı sıcaklıklarına ve Mayıs ayı yağışlarına pozitif yöndeki tepkilerini daha iyi görebilmek için yıllık halka indisleriyle bu aylara ait sıcaklık ve yağış değerlerini gösteren grafikler oluşturulmuştur. Buna göre özellikle Mart ayındaki sıcaklıklarla yıllık halka indisleri arasında doğru orantı olduğu görülmektedir. Sıcaklığın arttığı dönemde yıllık halka gelişiminin arttığını görebilmekteyiz. Yine Mayıs ayındaki yağışların da yıllık halka gelişimi üzerindeki pozitif etkisi olduğunu söyleyebiliriz.

Yöre kronolojileri ile bahar (Mart, Nisan, Mayıs) ve yaz (Haziran, Temmuz, Ağustos) aylarına ait sıcaklık ve yağış verilerinin karşılaştırıldığı grafiklerin yanında bu verilerin korelasyon katsayıları hesaplanarak aralarındaki ilişki ortaya konulmuştur (Tablo 49: Tablo 50). Buna göre özellikle yağış ile yıllık halka genişlikleri arasında yüksek korelasyonların çıktığı görülmektedir. KET yöre kronolojisinde bahar yağışlarının korelasyon katsayıları oldukça yüksektir. Yine TEP yöre kronolojisinde Bursa meteoroloji istasyonu haricinde diğer iki istasyonda da korelasyon katsayıları yüksektir.

Tablo 49: Bahar ve Yaz sıcaklıklarının yöre kronolojileri arasındaki korelasyon katsayıları

	KET		TEP	
	Bahar Sıcaklıkları	Yaz Sıcaklıkları	Bahar Sıcaklıkları	Yaz Sıcaklıkları
Bursa	0,085443	-0,15463	0,095007	-0,11003
Zirve	0,0572	-0,24179	-0,09374	0,044024
Keles	0,064522	-0,28746	-0,10038	0,047714

Tablo 50: Bahar ve Yaz yağışlarının yöre kronolojileriyle arasındaki korelasyon katsayıları

	KET		TEP	
	Bahar yağışları	Yaz Yağışları	Bahar Yağışları	Yaz Yağışları
Bursa	0,23944	-0,09161	0,064814	0,10839
Zirve	0,443584	0,204644	0,317726	0,084477
Keles	0,532543	0,190142	0,372675	0,235642

Sonuç olarak; Uludağ'ın güney yamaçlarından elde edilen yöre kronolojileri sonucunda yıllık halka gelişimi üzerinde sıcaklık ve yağış özelliklerinin etkili olduğunu belirtebiliriz. Özellikle KET yöre kronolojisine ait yıllık halka indisleriyle sıcaklık ve yağış arasında paralellik vardır. Sıcaklığın yükseldiği ve yağışın arttığı zaman yıllık halka gelişiminin arttığını, sıcaklığın düştüğü ve yağışın azaldığı dönemde ise yıllık halka gelişiminin azaldığı açık olarak görülmektedir.

Dolayısıyla özellikle iklim elemanlarının vejetasyonun gelişimi açısından önemi, ağaçların yıllık halkalarına belirgin şekilde yansımaktadır. Bu durum dendrokronolojinin özellikle paleoklimatoloji çalışmaları açısından önemini de gösteren bir kanıttır.

KAYNAKÇA

- AKKEMİK, Ü., 1997. **Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki *Pinus nigra Arn.* ve *Abies cilicica Carr.* Taksonları Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar**, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- AKKEMİK, Ü., 2000a. Dendrochronological Investigations in Two Monumental *Pinus nigra Arn.* Stands Near Antalya (Turkey), **International Scientific Conference - 75 Years University Forestry Education in Bulgaria, 15-16 June 2000**, Sofia-Bulgaria Proceeding Book, 179-187.
- AKKEMİK Ü., 2000b, Dendroclimatology of Umbrella Pine (*Pinus pinea L.*) İstanbul (Turkey), **Tree-Ring Bulletin 56**: 17-20.
- AKKEMİK, Ü., 2000c. Tree-ring Chronology of *Abies cilicica Carr.* in the Western Mediterranean Region of Turkey and its Response to Climate, **Dendrochronologia 18**: 73-81.
- AKKEMİK, Ü., 2004. **Dendrokronoloji**, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul
- AKKEMİK, Ü. ve ARAS, A., 2005. Reconstruction (1689-1994) of April-August precipitation in Southwestern part of Central Turkey, **International Journal of Climatology 25**: 537 548.
- AKKEMİK, Ü. D'ARRIGO, R. CHERUBINI, P. KÖSE, N. C, G, JACOBY., 2008. **Tree-ring reconstruction of precipitation and streamflow for North-western Turkey**. International Journal of Climatology. 28: 173-183
- ARDEL, A., 1944. Uludağ Morfolojik Etüt, **Türk Coğrafya Dergisi 05-06**: 35-37.
- ARSLANOĞLU, M., Özçelik, M., 2005. Sayısal Arazi Yükseklik Verilerinin İyileştirilmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. **Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 28 Mart - 1 Nisan 2005**, Ankara.
- ATALAY, İ., 1976. Türkiye'de Vejetasyon Sürelerinin Dağılışı, **Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi 7**: 247-279
- ATALAY, İ., 1982. Türkiye Jeomorfolojisine Giriş, **Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını**, İzmir.

- ATALAY, İ., 2006. **Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası**, Çevre Orman Bakanlığı Yayını, Meta Basım, İzmir
- ATALAY, İ., 2008. **Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası**, Meta Basım Evi, İzmir.
- AVCI, M., 1993. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonali' ne Coğrafi Bir Bakış, **Türk Coğrafya Dergisi 18**: 225-248
- AVCI, M., 1998a. Ilgaz Dağları ve Çevresinin Bitki Coğrafyası I (Bitki Örtüsünün Coğrafi Şartları), **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi 6**: 137-217.
- AVCI, M., 1998b. Paleoklimatolojik Göstergelere Günümüz Florasından Bir Örnek, **Türk Coğrafya Dergisi 33**: 437-446.
- AVCI, M., 2004. **Çatalağzı Termik Santralının Yarattığı Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerine Etkileri**, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri 1780/21122001
- AVCI, M., 2005. Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi 13**: 27-55.
- AVCI, M., 2007a. Dendrokronoloji ve Coğrafyacıların Kuvaterner Çalışmaları Açısından Önemi, **Türkiye Kuvaterner Sempozyumu 16-18 Mayıs 2007**, 116-134 İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- AVCI, M., 2007b. **Coğrafyacılar İçin Dendrokronoloji**, Çantay Kitapevi, İstanbul.
- AVCI, M., 2008. *Juniperus oxycedrus f. yaltirikiana* (Cupressaceae) A New Form from NW Turkey, **Phytologia Balcanica 14 (1)**: 37-40.
- AVCI, S., 1998. Filyos Çayı Havzasının (Karabük-Filyos Arası) Coğrafi Etüdü I: Fiziki Şartlar, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi 6**: 217-274
- AYTUĞ, B. ve KILIÇ, A., 1993. Contribution D'Une Étude Dendrochronologique à la Constatation de l'Âge du lac Sülük (Bolu), **Proceed. 5th Optima Meeting 8-15 September 1986 İstanbul**, 219-233.
- BAYTOP, T., 1950. Uludağın Tıbbi Bitkileri, **Fermakolog 20 (1)**: 14-27

- BACHRACH, T., JACOBSEN K., KINNEY, J., NISHIMURA, P., REYES, A., LAROQUE, C.P. ve SMITH, D.J. 2004. "Dendrogeomorphological Assessment of Movement at Hilda Rack Glacier, Banff National Park, Canadian Rocky Mountains", **Geografiska Annaler 86 A**: 1-9.
- BENITO, M.D., CHERUBINI, P., DEL RIO, M., CANELLAS, I. 2008. "Growth Response to Climate And Drought In *Pinus nigra* Arn. Trees of Different Crown Classes", **Trees 22**: 363-373
- BENITO, M.D., DEL RIO, M., CANELLAS, I. 2010. "Black Pine (*Pinus nigra* Arn.) Growth Divergence Along A Latitudinal Gı Mountains", **Annals of Forest Science 67**: 401
- BİLGİN, T., 2001. **Genel Kartografya II**, Filiz Kitapevi, İstanbul.
- BOZKURT, Y., ERDİN, N., 2000. **Odun Anatomisi**, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- COOK, R, E., 1987. The Decomposition of Tree-Ring Series for Environmental Studies, **Tree Ring Bulletin 47**: 37-59.
- COOK, E., SHIYATOV, S. ve MAZEPA, M., 1990. **Estimation of the Mean Chronology, Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences**, (Ed. E. R. Cook ve L. A. Kairiukstis), Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- ÇEPEL, N., 1988. **Orman Ekolojisi**, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3518, Orman Fakültesi Yayını, İstanbul.
- DAVIS, P. H., 1965. **Flora of Turkey and the East Aegean Iskand**, Volume One, Edinburg at the University Press, Edinburg
- DAVIS, P. H., 1971. **Distribution Patterns in Anatolia with Particular Reference to Endemism Plant Life of South-West Asia** (Ed. P. H. Davis, P. C. Harper, I. C. Hedge) 15-28, Published by The Botanical Society of Edinburgh, Edinburgh.
- DAĞDEVİREN, N., 2002, Kazdağları'n da Doğal Yetişen Gymnospermae Taksonları Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.

- DAĞDEVİREN, N., AKKEMİK, Ü. ve DALFES, H. N., 2004. Dendroklimatolojik Analizlerde Tepki Fonksiyonunun Kullanımı, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, B 54(2)
- DÖNMEZ, Y., 1979a. **Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları**, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul
- DÖNMEZ, Y. 1979b. **Kocaeli Yarımadasının Bitki Coğrafyası**, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- DÖNMEZ, Y., 1985. **Bitki Coğrafyası**, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını, İstanbul
- ECKSTEIN, D. ve BAUCH, J., 1969. Beitrag Zur Rationalisierung Eines Dendrochronologischen Verfahrens und Zur Analyse Seiner Aussagesicherheit, **Forstwissenschaftliches Centralblatt**, 88 (4): 230-248.
- ERİNÇ, S., 1948–1949. Uludağ Üzerinde Glasiyal Morfoloji Araştırmaları, **Türk Coğrafya Dergisi** 11–12: 79–92
- ERİNÇ, S., 1957. Uludağ Periglasiyalı Hakkında, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi** 08: 91–94
- ERİNÇ, S., 1977. **Vejetasyon Coğrafyası**, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü yayını, İstanbul
- ERİNÇ, S., 2001. **Jeomorfoloji II**, (Güncelleştirenler; T.A. Ertek, C. Güneysu) Der Yayınları, İstanbul.
- ERİK, S. ve TARIKAHYA, B., 2004. Türkiye Florası Üzerine, **Kebikeç** 17: 139-163.
- FELIKSIK, E ve WILCZYNSKI, S., 2009. The Effect Of Climate on Tree-Ring Chronologies of Native and Nonnative Tree Species Growing Under Homogenous Site Conditions, **Geochronometria** 33: 49-57.
- FRITTS, H. C., 1976. **Tree Rings and Climate**, Academic Press London.
- FRITTS, H. C., 2001. **Tree Rings and Climate**, The Blackburn Press, New Jersey, U.S.A.

- FULE, Z.P., RİBAS, M., GUTIERREZ, E., VALLEJO, R., KAYE, W.M., 2008. Forest Structure And Fire History In An Old *Pinus nigra* Forest, Eastern Spain, **Forest Ecology And Management** 255: 1234-1242.
- GASSNER, G. ve CHRISTIANSEN-WENIGER, F., 1942, **Anadolu Çamlarında Yıl Halkaları Gelişmesi Üzerinde Dendroklimatolojik Araştırmalar**, (Çeviren: Kerim Ömer Çağlar), Ticaret Dünyası Basımevi, İstanbul.
- GARTNER, H., 2006. Glacial Landforms, Tree rings: Dendrogeomorphology, **Tree Rings in Archeology, Climatology and Ecology** (Ed. I. Heinrich, H. Gartner, M. Monbaron ve G. Schleser) Vol I: 120-124
- GARTNER, H., 2007a. Glacial Landforms, Tree Rings: Dendrogeomorphology, **Encyclopedia of Quaternary Sciences II** (Ed. S.A. Elias): 979-988, Elsevier, Oxford.
- GARTNER, H., 2007b. Tree Roots-Methodological Review and New Development in Dating and Quantifying Erosive Process, **Geomorphology** 86: 243-251
- GERVAIS, B.R., 2006. A Three-Century Record of Precipitation and Blue Oak Recruitment from the Tehacapi Mountains, Southern California, USA, **Dendrochronologia** 24: 29–37.
- GÜNGÖRDÜ, M., 1988-92. Uludağ ve Çevresinin İklim ve Bitki Örtüsü Özellikleri, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi** 3: 123-153
- GÜNER, H.T., 2010. Sakarya Havzası Akım Verilerinin Dendroklimatolojik Yöntemlerle Rökonstrüksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- GÜLERYÜZ, G., MALYER, H., 1998. Three *Verbascum* L. Species Endemic to Uludağ (Bursa): *Verbascum bombyciferum* Boiss., *Verbascum prusianum* Boiss., *Verbascum olympicum* Boiss. (Scrophulariaceae). **The Karaca Arboretum Magazine IV(3)**: 135-142
- GÜLERYÜZ, G., 2000. **Uludağ'ın alpin çiçekleri**, Bursa Valiliği yayını, Bursa
- GÜNAL, N. 1997. **Türkiye'de Başlıca Ağaç Türlerinin Coğrafi Yayılışları, Ekolojik ve Floristik Özellikleri**, Çantay, İstanbul.

- GRISSINO-MAYER, H.D., 2001. Research Report Evaluating Crossdating Accuracy: A Manual and Tutorial for the Computer Program Cofecha, **Tree-Ring Research** 57(2): 205-221, The University of Arizona, U.S.A.
- HOŞGÖREN, M.Y., 1974-1977. İnegöl Havzasında Arazi Kaymaları İle İlgili Gözlemler, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi** 20-21: 223-243
- HOLMES R. L., 1983. Computer-Assisted Quality Control in Tree-Ring Data And Measurements, **Tree-ring Bulletin** 43: 69-78.
- KALIPSIZ, A., 1963. **Türkiye’de Karaçam Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar**, T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları 349 (8): 18-19
- KAYNAK, G. ve TUYJI, O., 1991. Bursa ve Çevresi Eğreltileri Üzerinde Korolojik İncelemeler, **Doğa, Turkey Journal of Botany**, 15: 227-235.
- KÖSE, N., 2007, Batı Anadolu’da İklim Değişkenliği ve Yıllık Halka Gelişimi, Doktora tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- KÖSE, N. AKKEMİK, Ü. ve DALFES, H. N., 2005. Anadolu’nun İklim Tarihinin Son 500 Yılı: Dendroklimatolojik İlk Sonuçlar, **Türkiye Kuvaterner Sempozyumu-TURQUAV**, 02-03 Haziran 2005, Bildiriler Kitabı, 136-142, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- KÖSE, N. AYDIN, A. AKKEMİK, Ü. YURTSEVEN, H. GÜNER, T., 2010. **Using tree-ring signals and numerical model to identify the snow avalanche tracks in Kastamonu, Turkey**. *Natural Hazards*. 54(2): 435-449.
- KUNIHOLM, P. I., 1977. Dendrochronology at Gordion and on the Anatolian Plateau, Unpublished Ph.D.Dissertation, **University of Pennsylvania**.
- KUNIHOLM, P. I., 1991. A 1503 Year Chronology for the Bronze and Iron Ages: 1990-1991 Progress Report of the Aegean Dendrochronology Project, **VII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı**, 27-31 Mayıs 1991, 121-130, Çanakkale

- KUNIHOLM, P. I., 1992. Dendrochronological Wood from Anatolia and Environs, Trees and Timber in Mesopotamia, **Bulletin on Sumerian Agriculture**, VI, 97-98.
- KUNIHOLM, P. I., 1995a. Dendrochronology, **American Journal of Archaeology**, 99, 99-102.
- KUNIHOLM, P. I., 1995b. **Aegean Dendrochronology Project**, December 1995, Progress Report, Cornell University.
- KUNIHOLM, P. I., 1996. Long Tree-Ring Chronologies for the Eastern Mediterranean, *Archaeometry* 1994, **The Proceedings 29 th International Symposium on Archaeometry**, 401-409, Ankara
- KOZLOV, V. KOZUBOV, G. ve KISTERNAYA, M., 2001. "Global Radiation Disasters and Tree Rings", **International Conference Tree Rings and People Poster Abstracts**, September 22-26, 2001 Davos, Switzerland.
- KETİN, İ., 1983. **Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış**, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.
- KHGM, 1995. **Bursa İli Arazi Varlığı**, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, İl Rapor No: 16, Ankara.
- LAFON, C.W., 2005. "Reconstructing fire history: An exercise in Dendrochronology", **Journal of Geography** 104: 127- 137
- LOUIS, H., 1939. **Dos Natürliche Pflanzenkleid Anatoliens**, Geographisch, Gesehen, Stuttgart
- LINARES, C.J., TISCAR, A.P., 2010. "Climate Change Impacts and Vulnerability of The Southern Populations of *Pinus nigra subsp. salzmannii*. **Tree Physiology**: 1-12
- MATER, B., 1998. **Toprak Coğrafyası**, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- MCCARTHY, D.P. LUCKMAN, B.H., 1993. Estimating Ecesis for Tree-Ring Dating of Moraines: A Comparative Study From the Canadian Cordillera, **Arctic and Alpine Research** 25: 63–68
- MALIK, I., 2005. Rates of Lateral Channel Migration Along the Mala Panew River (Southern Poland) Based on Dating Riparian Trees and Coarse Woody Debris, **Dendrochronologia** 23: 29–38.

- MARTINELLI, N., 2004. "Climate from dendrochronology: Latest developments and results", **Global and Planetary Change** 40: 129-139
- MTA., 1964. 1/500.000 Ölçekli İstanbul ve İzmir Jeoloji Paftaları, Ankara.
- ÖZTÜRK, M.Z., 2009. Uludağ'daki Periglasiyal Süreçlerin, Periglasiyal Yerçekillerinin ve Bunları Denetleyen Etmenlerin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), **Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Bilim Dalı**, Çanakkale
- PHILIPSON, A. Kleinasien. Handbuch der Reg. Geologie, V. 2, 1918, s. 78–79.
atfen Ardel, A., 1944. Uludağ morfolojik etüt, **Türk Coğrafya Dergisi** 5–6: 35–57
- REYMENT R. ve JORESKOG K.G.,1993. **Applied Factor Analysis in the Natural Sciences**, University of Cambridge.
- SEVİM, M., 1962. Türkiye'de Orman Yetiştirme Mühitinin Tabii Esaslarına Genel Bir Bakış, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi** B XII: 2
- STOKES, M. A. SMILEY, T. L., 1996. **An Introduction to Tree-Ring Dating**, The University of Arizona Press, Tuscon.
- SOLOMINA, O., WİLES, G., SHIRAIWA, T and D'ARRIGO, R., 2007. Multiproxy Records of Climate Variability for Kamchatka for the Past 400 Years, **Climate of the Past** 3: 119–128
- SMITH, D. ve LEWIS, D., 2007. Dendroglaciology. **Encyclopedia of Quaternary Sciences II** (Ed. S.A. Elias): 988–994, Elsevier, Oxford.
- STOFFEL, M., BOLLSCHWEILER, M. and HASSLER, G., 2006. Differentiating Past Events on a Cone Influenced By Debris-flow and Snow Avalanche Activity-a Dendrogeomorphological Approach. **Earth Surface Process and Landforms** 31: 1424-1437
- STRUNK, H.,1997. **Dating of Geomorphological Process Using Dendrogeomorphological Methods**, Catena 31: 137-151.
- SCHWEINGRUBER, F.H., 1988. **Tree Rings Basics and Applications of Denrochronolohy**, Kluwer Academic Publishers, Holland.

- SCHWEINGRUBER, F.H., 1996. Tree **Rings and Environmental Dendroecology**, Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Berne, Stuttgart, Vienna, Haupt,
- STOFFEL, M., 2005. Spatio-temporal Analysis of Rockfall Activity Into Forests – results From Tree Ring Analysis and Modeling Approaches, Department of Geosciences, Geography, University of Fribourg, **GeoFocus 12**: 1–188.
- TAVUKÇUOĞLU, S., KAYNAK, G., TUYJI, O., 1996. Uludağ'da Yayılışı Olan Thymus L. Türleri Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Araştırmalar, **Turkish Journal of Botany 20**: 59-71.
- TESSIER, L., GUİBAL, F., SCHWEINGRUBER, F.H., 1997. Research Strategies in Dendroecology and Dendroclimatology in Mountain Environments. **Kluwer Academic Publishers 36**: 499–517, Netherlands.
- TINNER, W. Ve THEURILLAT, J., 2003. "Uppermost Limit, Extend and Fluctuations of Lake Timberline and Treeline Ecocline in the Swiss Central Alps During The Past 11500 Years", **Arctic, Antarctic and Alpine Research 35 (2)**: 158-169
- TRENARD, Y., 1982. Making Wood Speak: An Introduction to Dendrochronology, **CFS Forestry Abstracts 43**: 12.
- TÜRKEŞ, M., ÖZTÜRK, M.Z., 2008. Uludağ'ın Periglasiyal Jeomorfolojisi, **Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu**, 20-23 Ekim 2008. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Troia Kültür Merkezi, Çanakkale.
- TOUCHAN, R., GARFIN, G.M., MEKO, D.M., FUNCHOUER, G., ERKAN, N., HUGHES, M.K. ve WALLIN, B.S., 2003. Preliminary Reconstruction of Spring precipitation in Southwestern Turkey From Tree Ring Width, **International Journal of Climatology 23**, 157-171.
- TOUCHAN, R., FUNKHOUSER, G., HUGHES, M.K. ve ERKAN, N., 2005b. Standardized Precipitation Index Reconstructed From Turkish Ring Widths, **Climatic Change**, 72, 339-353.
- TUROĞLU, H., ve ÖZDEMİR, H., 2005. **Bartın'da Sel ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri**, Çantay Kitabevi, İstanbul.

- UZUN, Ali., 1995. Uludağ'da tor oluşumu, **Türk Coğrafya Dergisi** 30: 53–65.
- VERSTAPPEN, H. Th., 1983. **Applied Geomorphology**, ITC Enschede, The Netherlands.
- YALTIRAK, C., C. GAZİOĞLU, H. SELİM, Z. YÜCEL., 2004. Uludağ Nasıl Yükseliyor, **Aktif Tektonik Araştırma Grubu 8. Toplantısı** (ATAG-8), Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Elazığ.
- YALTIRIK, F. 1988. **Dendroloji I**, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- WIMMER, R., 2002. Wood Anatomical Features in Tree-Rings As Indicators of Environmental Change, **Dendrochronologia** 20 (1-2): 21-36

<http://gis2.cevreorman.gov.tr/mp/> (son erişim tarihi: 10.05.2010)

<http://hurricane.ncdc.noaa.gov/pls/paleo/ftpsearch.treering> (son erişim tarihi: 01.11.2010)