



**İKLİM, ANAKAYA, TOPOGRAFYA VE YETİŞME
ORTAMI SINIFLARININ ORMANLARIN YAYILIŞI
ÜZERİNE ETKİLERİ (KARABÜK-KELTEPE
ORMANLARI)**

Büşra DOĞRU

**2021
YÜKSEK LİSANS TEZİ
DOĞAL KAYNAKLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR
PLANLANMASI VE YÖNETİMİ**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Cumhur GÜNGÖROĞLU**

**İKLİM, ANAKAYA, TOPOGRAFYA VE YETİŞME ORTAMI
SINIFLARININ ORMANLARIN YAYILIŞI ÜZERİNE ETKİLERİ
(KARABÜK-KELTEPE ORMANLARI)**

Büşra DOĞRU

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Planlanması ve Yönetimi Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Cumhuri GÜNGÖROĞLU**

**KARABÜK
Haziran 2021**

Büşra DOĞRU tarafından hazırlanan “İKLİM, ANAKAYA, TOPOGRAFYA VE YETİŞME ORTAMI SINIFLARININ ORMANLARIN YAYILIŞI ÜZERİNE ETKİLERİ (KARABÜK-KELTEPE ORMANLARI) ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Cumhuri GÜNGÖROĞLU
Tez Danışmanı, Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Planlanması ve Yönetimi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Planlanması ve Yönetimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 09/06/2021

<u>Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)</u>	<u>İmzası</u>
Başkan : Prof. Dr. Mücahit COŞKUN (KBÜ)
Üye : Doç. Dr. Cumhuri GÜNGÖROĞLU (KBÜ)
Üye : Doç. Dr. Celalettin DURAN (Kastamonu Üniv.)

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Büşra DOĞRU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İKLİM, ANAKAYA VE TOPOGRAFYA VE YETİŞME ORTAMI SINIFLARININ ORMANLARIN YAYILIŞI ÜZERİNE ETKİLERİ (KARABÜK-KELTEPE ORMANLARI)

Büşra DOĞRU

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Planlanması ve Yönetimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Cumhur GÜNGÖROĞLU

Haziran 2021, 147 sayfa

Ormanlar sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi ve planlanmasının en önemli tematik bileşenlerindedir. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde sürdürülebilir orman planlaması ve yönetimine yönelik çeşitli konsept ve prensipler belirlenmiştir. Doğal kaynak kullanımının sürdürülebilir olmasının temel prensiplerinden bir tanesi doğal kaynağın ekolojik taşıma kapasitesinin kendini yenileme eşiği aşılmadan kullanılmasıdır. Ormanların sürdürülebilir kullanımının ancak ormanların sahip oldukları ekosistem özelliklerini ortaya koyan ekolojik faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerle olan ilişkilerinin bir planlama yaklaşımıyla ele alınarak yönetilmesine bağlı olduğu günümüzde mevcut yaygın bir görüş olarak yer almaktadır.

Hazırlanan bu yüksek lisans tez çalışması ile lokal ölçekli oldukça engebeli bir ormanlık alanda iklim, anakaya ve topografyaya ait ekolojik önemi olan karakteristiklerin orman meşcere kuruluşlarının yayılışı üzerinde sahip oldukları

etkilerinin incelenmesi ve bu faktörlerin orman yetişme ortamları bağlamında sınıflandırılmasıyla ağaç türleri için oluşturdukları mekânsal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu etkilerin silvikültür, ağaçlandırma, orman planlaması ve yönetimi vb. ormancılık faaliyetlerine mekânsal veri şeklinde katkıda bulunması sağlanmaya çalışılmıştır.

Araştırma sahası olarak Karabük Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Eğriova ve Keltepe Orman İşletme Şefliklerinin içinde kalan, 208 – 1995 m arasında yükselti farklılığına sahip, Keltepe Dağı'nın zirvesine kadar uzanan bir sahada yayılış gösteren ormanlık alanlardır. Araştırma sahasının toplam ormanlık saha büyüklüğü 14.033.671 ha'dır. Araştırma sahasının iklim, anakaya, topografya ile orman meşcerelerinin yapısal özelliklerinin anlaşılabilmesi için sayısal ve sayısal olmayan veri, harita, plan ve bilimsel çalışmalar toplanmıştır. Meteorolojik verilerden sıcaklık ve yağış miktarlarının sahayı daha yüksek doğrulukla temsil edebilmesi için Lapse Rate ve Schreiber formüllerine CBS desteği oluşturulmuştur. Topografik verilerin elde edilmesinde 10 m yükselteli sayısal yükseklik verisi kullanılmıştır. Anakaya tipleri MTA'nın 1/100.000 ölçekli sayısal haritalardan çekilerek Prof. Dr. İbrahim Atalay'ın uzman görüşüyle gruplandırılmıştır. Orman meşcerelerinin yapısal özellikleri her iki orman işletme şefliğinin 2020 yılında uygulamaya sokulan orman amenajman planının sayısal meşcere haritalarından üretilmiştir. Çalışmada CBS hem ekolojik faktörlerin hem de orman meşcere verilerinin işlenmesinde, çakıştırılmasında, mekânsal istatistik analizlerinde ve haritalanmasında yoğun biçimde kullanılmıştır. Orman meşcere ve ekolojik faktörlerin birbirleriyle ilişkilerinin tespit edilmesinde korelasyon ve faktör analizi yapılmıştır. Her bir ekolojik faktör kendi sınıflarına uygun olarak 20 m'lik raster verisi olarak haritalanmış ve sınıf değerleri çizelgeler yardımıyla sunulmuştur. Ekolojik faktörler ve orman meşcerelerine ait yapısal özellikler CBS'nin mekânsal analiz yöntemleriyle birleştirilerek, her bir ekolojik faktörün meşcere oluşturan ağaç türü ve meşcere yapısal özellikleri üzerindeki etkileri saha büyüklükleri üzerinden değerlendirilmiştir.

Araştırma sahasında 11 adet orman ağaç türü meşcere kurmakta olup bunların içerisinde Karaçam ve Uludağ Göknarı ormanları sahanın %67'sini oluşturmaktadır. Bu iki ağaç türüne ait ormanlar yüksek dağlık ve dağlık bölgenin farklı ekolojik

faktörlerinde belirgin bir yayılış özelliklerine sahiptir. Kızılçamın başta tepelik alanlar olmak üzere 23 yetişme yöresinde irili ufaklı alanlarda yayılış yapmaktadır. Ağırlıklı olarak da Karabük Formasyonuna sahip sırt, vadi ve yamaçlarda yayılış yaptığı tespit edilmiştir.

Ekolojik faktörler orman yetişme ortamı sınıflandırma sistematğine uygun olarak gruplandırılmış ve sınıflandırılmıştır. Bunun sonucunda ilk sınıflandırma basamağında 7 adet orman yetişme bölgesi, ikinci sınıflandırma basamağında 23 adet orman yetişme yöresi ve üçüncü sınıflandırma basamağında ise 60 adet orman yetişme birimi haritalanmıştır. Uludağ Göknarı'nın yüksek dağlık, karaçamın dağlık ve kızılçamın ise tepelik orman yetişme sınıflarında belirgin bir üstünlüğü bulunmaktadır. Bunlardan kuzey bakılı ve çok eğimli asit kahverengi orman toprağına sahip Uludağ Göknarı ormanları 1038, 56 ha ile en geniş orman yetişme birimidir. Sayısal sınıflandırma sonucunda her bir yetişme ortamının kendi basamağında irili ufaklı alanlara sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Her bir ağaç türünün çeşitli yetişme ortamı basamaklarındaki saha yayılışına ait bilgiler çizelgeler halinde verilmiştir. Orman yetişme ortamı sınıflandırmasında faktör sayısı ve faktörlerin sınıf sayısına bağlı olarak küçük alanlı homojen alanlar ortaya çıkmıştır. Bu durum özellikle 3. basamakta gerçekleştirilen orman yetişme birimlerinde daha yoğun olarak meydana gelmiştir. Bu sayısal sınıflandırmanın doğası gereğı bu tür küçük alanlarla karşılaşılmasının muhtemel olduğu anlaşılmaktadır. Sonuç ve tartışma kısmında çalışmanın bulguları ile bölge ve ülke genelinde yapılan diğer çalışmaların sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu bölümde ayrıca araştırma sonuçlarının ormancılıkta kullanılabilmesine yönelik değerlendirme ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler : İklim, Anakaya, Topografya, Orman yetişme ortamı sınıfları

Bili Kodu : 120509

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

**THE EFFECTS OF CLIMATE, BEDROCK, TOPOGRAPHY AND SITE
GROWTH UNITS ON THE SPREAD OF FORESTS (KARABÜK-KELTEPE
FORESTS)**

Büşra DOĞRU

Karabük University

Institute of Graduate Programs

Department of Sustainable Management and Planning of Natural Resources

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Cumhur GÜNGÖROĞLU

JUNE 2021, 147 pages

Forests are one of the most important thematic components of sustainable natural resource management and planning. In recent years, various concepts and principles for sustainable forest planning and management have been determined in the world and in Turkey. One of the basic principles of sustainable use of natural resources is to use the ecological carrying capacity of the natural resource without exceeding the self-renewal threshold. It is a common view today that the sustainable use of forests depends on the determination of the ecological factors that reveal the ecosystem characteristics of the forests and the management of their relations with these factors with a planning approach.

In this graduate study, it was aimed to examine the characteristics of climate, bedrock and physiographic ecological characteristics on forest stand establishments in a very rugged forest area on a local scale and to determine the spatial characteristics that these

ecological factors create for tree species by classifying forest growth units. It has been tried to ensure that these effects contribute spatially to forestry activities such as silviculture, afforestation, forest planning and management.

As a research area, it is the forest areas that are located in Eğriova and Keltepe Forest Management Units which are affiliated to Directorate of Karabük Forestry Directorate and extend to the peak of Keltepe Mountain with altitude difference between 208 – 1995 m. The total forest area size of the research area is 14.033.671 ha. Numerical and non-numerical data, maps, plans and scientific studies were collected in order to understand the climate, bedrock, topography and structural characteristics of the forest stands of the research area. GIS support was created for Lapse Rate and Schreiber formulas in order to represent their temperature and precipitation amounts from meteorological data with higher accuracy. Topographic data was created from digital elevation data at 10 m altitude. The bedrock types were drawn from the 1/100000 scaled digital maps of the MTA and their formations grouped with the expert opinion of Prof. Dr. İbrahim Atalay. The structural features of the forest stands were produced from the digital stand maps of the forest management plan by the raster resolution in 20 m., put into practice in 2020 by both forest management directorates. In the study, GIS was used extensively in the processing, registration, spatial statistical analysis and mapping of both ecological factors and forest stand data. Correlation and factor analysis were used to determine the relationship between forest stand and ecological factors. Each factor was mapped in accordance with its own classes and class values were given with the help of charts. Ecological factors and structural features of forest stands were combined with spatial analysis methods of GIS, and the effects of ecological factors on stand characteristics were evaluated over field sizes. In the research area, 11 forest tree species establish stands, among which black pine and Uludağ fir forests constitute 67% of the area. The forests of these two tree species have distinctive distribution characteristics in different ecological factors of high mountain and mountainous regions. Turkish calabrian pine spreads in large and small areas of 23 growing regions, especially in hilly areas. It has been determined that it mainly spreads on ridges, valleys and slopes with Karabük formation. Ecological factors are grouped and classified in accordance with the forest site growth classification system. As a result, 7 forest growth sites were mapped in the first classification step, 23 forest

growth regions were mapped in the second classification step and 60 forest growth units were mapped in the third classification step. Uludağ fir has a distinct advantage in high mountain, black pine mountainous and red pine hilly forest growing classes. Uludağ fir forests with a north facing and very sloping acid brown forest soil are the largest forest growth unit with 1038.56 ha. As a result of numerical classification, it has been revealed that each site has large and small areas in its own step. Information on the field distribution of each tree species in various site growth steps is given in tables. In forest site classification, homogeneous areas with small areas emerged depending on the number of factors and the number of classes of factors. This situation was more intense especially in the forest growing units carried out which was classified in the 3rd step. Due to the nature of this numerical classification, it appears that such small areas are likely to be encountered. In the conclusion and discussion part, the results of the study were compared with the results of other studies conducted in the region and the country. In this section, evaluations and suggestions were made for the use of research results in forestry.

Keywords : Climate, Bedrock, Topography, Forest growth site

Science Code : 120509

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının konu belirlenmesinde ve her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle desteğini esirgemeyen tez danıőmanım Doç. Dr. Cumhuri GÜNGÖROğLU'na teşekkür ederim.

Faktör analizinin oluşturulmasında bana eşlik eden sayın Doç. Dr. Ufuk COŞGUN'a ve jeoloji haritasının hazırlanması için gerekli jeolojik formasyonların düzenlenmesinde katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. h. c. İbrahim ATALAY' a teşekkür ederim.

Çalışma boyunca manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan aileme hususen teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	x
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. ARAŞTIRMANIN KONU KAPSAMI.....	2
1.2. ARAŞTIRMANIN ALAN KAPSAMI	4
1.3. ARAŞTIRMANIN AMACI.....	6
1.4. MATERYAL ve METOT	7
1.4.1. Materyal.....	7
1.4.2. Metot.....	8
1.4.2.1. Meteorolojik Veriler	8
1.5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	24
1.5.1. Yetiştirme Ortamlarının Ağaç Türü Açısından Önemi	24
1.5.2. Ormanların Yapısal Özellikleri İle Ekolojik Faktörler Arasındaki İlişkiler	27
1.5.3. Orman İşletmeciliğinde Ekolojinin Önemi.....	35
1.5.4. Ekoloji Çalışmalarında CBS'nin Yeri ve Önemi.....	38
BÖLÜM 2	41
ORMANLARIN YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ ve SINIFLARI.....	41
2.1. YETİŞME ORTAMI FAKTÖRLERİ	41
2.1.1. İklim Özellikleri.....	41

	<u>Sayfa</u>
2.1.1.1. İklim Diyagramları.....	41
2.1.1.2. Yağış Miktarlarının Dağılımı.....	44
2.1.1.3. Sıcaklık Değişimleri.....	48
2.1.2. Topografya Özellikleri.....	50
2.1.2.1. Yükselti	50
2.1.2.2. Bakı	52
2.1.2.3. Eğim.....	54
2.1.2.4. Arazi Şekli	55
2.1.3. Anakaya Özellikleri	58
2.1.4. Toprak Özellikleri.....	60
2.1.4.1. Alüvyal Topraklar	60
2.1.4.2. Kolüvyal Topraklar	60
2.1.4.3. Asit Kahverengi Orman Toprakları	61
2.1.4.4. Kireçli Kahverengi Orman Toprakları.....	61
2.1.4.5. Rendzina Topraklar.....	61
2.2. YETİŞME ORTAMI SINIFLARI.....	63
2.2.1. Orman Yetiştirme Bölgeleri	63
2.2.2. Orman Yetiştirme Yörelere.....	65
2.2.3. Orman Yetiştirme Birimleri	68
BÖLÜM 3	74
ORMANLARIN MEŞCERE YAPISAL ÖZELLİKLERİ ve AĞAÇ TÜRÜ BİLEŞİMİ ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER.....	74
3.1. ORMANLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİ	74
3.1.1. Meşcere Ağaç Türlerinin Karışımı	74
3.1.2. Meşcere Kapalılığı.....	81
3.1.3. Meşcere Tabakalılığı	83
3.1.4. Meşcere Gelişim Çağları	85
3.2. AĞAÇ TÜR BİLEŞİMİ ÜZERİNDE ETKİLİ FAKTÖRLER.....	86
3.2.1. Ekolojik Faktörler	86
3.2.1.1. Yükseklik	86
3.2.1.2. Bakı	92

	<u>Sayfa</u>
3.2.1.3. Arazi Morfolojisi	94
3.2.1.4. Eğim.....	95
3.2.1.5. Aylık Yağış Miktarları.....	98
3.2.1.6. Yıllık Sıcaklık Değişim Miktarları	98
3.2.1.7. Jeoloji.....	102
3.2.2. Ağaç Türlerinin Yetiştirme Ortamı Sınıflarındaki Yayılışları.....	104
3.2.2.1. Orman Yetiştirme Bölgeleri	104
3.2.2.2. Orman Yetiştirme Yöreleri.....	106
3.3. ORMAN MEŞCERELERİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER	115
3.3.1. Ekolojik Faktörler.....	115
3.3.1.1. Ormanların Karışım Şekli	115
3.3.1.2. Kapalılık.....	117
BÖLÜM 4	120
İSTATİKSEL ANALİZLER.....	120
4.1. KORELASYON ANALİZİ.....	120
4.2. FAKTÖR ANALİZİ.....	125
BÖLÜM 5	131
SONUÇ ve TARTIŞMA	131
KAYNAKLAR	140
ÖZGEÇMİŞ	147

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Araştırma sahasının yer bulduru haritası.	5
Şekil 1.2. Araştırma sahası orman şeflik sınırları haritası.	6
Şekil 1.3. Karabük meteoroloji istasyonu klimogramı (Coşkun ve Coşkun, 2017)...	10
Şekil 1.4. Sayısal yükseklik modeli, mean center ve istasyonların konumları.	12
Şekil 1.5. Araştırma sahasının sayısal yükseklik haritası.	17
Şekil 1.6. Topografik pozisyon indeks konseptinin temel yaklaşımı (Jennes, 2013).18	
Şekil 1.7. 1/100 000 ölçekli sayısal jeoloji haritası.....	19
Şekil 2.1. Karabük meteoroloji istasyonu iklim diyagramı (a: istasyonun rakımı b: aylık maksimum yağış c: aylık maksimum sıcaklık n: aylık minimum sıcaklık).	421
Şekil 2.2. Yenice meteoroloji istasyonu iklim diyagramı (a: istasyonun rakımı b: aylık maksimum yağış c: aylık maksimum sıcaklık n: aylık minimum sıcaklık).	43
Şekil 2.3. Eskipazar meteoroloji istasyonu iklim diyagramı (a: İstasyonun rakımı b: aylık maksimum yağış c: Aylık maksimum sıcaklık n: Aylık minimum sıcaklık).	432
Şekil 2.4. Baklabostan meteoroloji istasyonu iklim diyagramı (a: İstasyonun rakımı b: aylık maksimum yağış c: Aylık maksimum sıcaklık n: Aylık minimum sıcaklık).	44
Şekil 2.5. Yağışın araştırma sahasında Schreiber formülü ve mean center uygulamasına göre dağılımı.	45
Şekil 2.6. İstasyonlardaki aylık yağış ortalamasının IDW ile dağılımını gösterir harita.....	46
Şekil 2.7. Aylık yağışın araştırma sahasında IDW yöntemine göre dağılımı.	46
Şekil 2.8. Rastlantısal doğrulama noktaları.....	47
Şekil 2.9. Araştırma sahasının sıcaklık dağılımı.	49
Şekil 2.10. İstasyonların kapsadığı sahanın IDW yöntemine göre sıcaklık verileri. .	49
Şekil 2.11. Araştırma sahasında IDW yöntemine göre sıcaklık verilerinin dağılımı.	50
Şekil 2.12. Araştırma sahasının 400 m ile sınıflandırılmış yükselti basamakları haritası.	51
Şekil 2.13. Araştırma sahasının 100 m'lik yükselti basamaklarındaki saha büyüklükleri.	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.14. Bakı sınıfları haritası.....	53
Şekil 2.15. Bakı sınıflarının sahaya göre dağılımı.	53
Şekil 2.16. Eğim sınıfları haritası.....	54
Şekil 2.17. Eğim sınıflarının sahaya göre dağılımı (ha).....	55
Şekil 2.18. TPI değerlerinin sahada dağılımı.	56
Şekil 2.19. TPI değerleri ve adetlerinin dağılımı.	57
Şekil 2.20. Araştırma sahasına ait morfolojik şekilleri gösterir harita.....	57
Şekil 2.21. Araştırma sahasına ait morfolojik şekilleri saha büyüklerinin dağılımı. .	58
Şekil 2.22. Düzelmiş jeolojik formasyonlara göre hazırlanan harita.	59
Şekil 2.23. Araştırma sahasında jeolojik formasyonların saha dağılımı.....	60
Şekil 2.24. Araştırma sahası toprak haritası.....	62
Şekil 2.25. Orman yetişme bölgeleri haritası.	64
Şekil 2.26. Orman yetişme yöreleri haritası.....	67
Şekil 2.27. Araştırma sahasının orman yetişme birimleri.	73
Şekil 3.1. Araştırma sahasındaki ormanların hâkim ağaç türüne göre dağılışı.....	75
Şekil 3.2. Araştırma sahasındaki ormanların karışım şekli.....	77
Şekil 3.3. Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı üzerindeki bc gelişme çağına sahip karaçamlar.....	78
Şekil 3.4. Orta yükseltilerdeki genç karaçam ormanları.	78
Şekil 3.5. Kireçtaşı üzerindeki göknar seçme ormanları.....	79
Şekil 3.6. Üst yükseltilerde farklı anakaya üzerinde Keltepe dağının zirvesine kadar uzanan saf ve karışık göknar ormanları.	79
Şekil 3.7. Göknar sarıçam seçme ormanları.....	80
Şekil 3.8. Düşük yükseltilerdeki ağaç türlerinin yayılışları.....	80
Şekil 3.9. Araştırma sahasındaki ormanların meşcere kapalılık sınıfları.....	81
Şekil 3.10. Normal veya grift kapalı (3 kapalı) ormanlar.	82
Şekil 3.11. Boşluklu kapalı ardıç ormanları.....	82
Şekil 3.12. Araştırma sahasındaki ormanların meşcere tabakalılık sınıfları.	83
Şekil 3.13. Üç tabakalı göknar karaçam seçme ormanı.	84
Şekil 3.14. Göknar kayın seçme ormanındaki farklı gelişme çağıları.	85
Şekil 3.15. Araştırma sahasındaki ormanların meşcere gelişme çağıları.....	86
Şekil 3.16. Üst dağlık bölgenin orman üst sınırındaki göknar ormanları.	89

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.17. Kireçtaşı üzerindeki c gelişme çağına sahip karaçamlar.	104
Şekil 3.18. Farklı ağaç türlerinin orman yetişme birimlerinde yayılışının gösterimi.	114
Şekil 4.1. Faktör analizine göre faktör grupları.	128

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Değerlendirmeye alınan meteoroloji istasyonlar ve bunlara ait veriler. ..	8
Çizelge 1.2. Emberger iklim sınıflandırmasına göre Karabük ilinin iklim tipi (Coşkun ve Coşkun, 2017).....	9
Çizelge 1.3. Thorntwaite iklim sınıflandırmasına göre Karabük-Safranbolu Havzası'nın iklim sınıflandırması (Coşkun ve Coşkun, 2017).	10
Çizelge 1.4. İstasyonların saha orta noktasına uzaklığının ağırlığı.....	12
Çizelge 1.5. Schreiber formülüne göre istasyonların bulunduğu yükseltiye bağlı yağış değerleri.....	13
Çizelge 1.6. İstasyonların bulunduğu yükseltiye bağlı yağış değerleri (Çizelge 1.5) ile saha coğrafik orta noktasına olan mesafe ağırlıklarına göre ortaya çıkan yağış değerleri, yükselti basamağı (m), Ypm (mm).....	14
Çizelge 1.7. Aylık yağış miktarlarının sınıf aralıkları.....	14
Çizelge 1.8. Araştırma sahasının sıcaklık değerlerinin tespit edilmesinde kullanılan veriler.	16
Çizelge 1.9. Sıcaklık miktarlarındaki değişim sınıfları.....	16
Çizelge 1.10. Düzenlenmiş formasyonlar listesi.	20
Çizelge 1.11. Yetiştirme ortamlarının sınıflandırılmasında kullanılan sınıflar.	23
Çizelge 2.1. IDW ve Schreiber formülünün mean center uygulaması ile gerçekleştirilen iki haritalamanın kappa istatistik değerleri.....	47
Çizelge 2.2. Araştırma sahasının 400 m aralıklı yükselti basamaklarındaki saha büyüklükleri.	51
Çizelge 2.3. Eğimin sınıflandırılması.	55
Çizelge 2.4. Ağaç türlerinin toprak türleri üzerinde dağılımı.	62
Çizelge 2.5. Orman yetiştirme bölgelerinin özellikleri.	63
Çizelge 2.6. Orman yetiştirme yörelerini açıklayıcı bilgiler.	65
Çizelge 2.7. Orman yetiştirme yöreleri ve onu oluşturan sınıflar.....	65
Çizelge 2.8. Orman yetiştirme birimlerini açıklayıcı bilgiler.....	68
Çizelge 2.9. Orman yetiştirme birimlerinin özellikleri.....	69
Çizelge 3.1. Araştırma sahasında meşcere kuran ağaç türleri.....	74
Çizelge 3.2. Meşcere oluşturan ağaç türlerinin saha büyüklüklerinin dağılımı.....	765
Çizelge 3.3. Meşcere karışım şekillerinin araştırma sahasındaki dağılımı.	77

Çizelge 3.4. Meşcere kapalılığının araştırma sahasına göre dağılımı.	81
Çizelge 3.5. Meşcere tabakalığının araştırma sahasına göre dağılımı.	83
Çizelge 3.6. Meşcere gelişim çağlarının araştırma sahasına göre dağılımı.	85
Çizelge 3.7. Ağaç türlerinin 100 m’lik yükselti basamaklarındaki saha büyüklükleri (ha).	90
Çizelge 3.8. Ağaç türlerinin yayılışlarının bakı sınıflarına dağılımı (ha).	93
Çizelge 3.9. Ağaç türlerinin yayılışlarının arazi morfolojisi üzerinde dağılımı.	96
Çizelge 3.10. Ağaç türlerinin eğim sınıflarına göre dağılımı.....	97
Çizelge 3.11. Araştırma sahasında ağaç türlerinin aylık yağış miktarlarına dayalı sınıflardaki saha büyüklükleri (ha).....	100
Çizelge 3.12. Araştırma sahasında ağaç türlerinin sıcaklık değişim miktarlarına dayalı sınıflardaki saha büyüklükleri.	101
Çizelge 3.13. Ağaç türlerinin anakaya sınıflarındaki saha yayılışları.....	102
Çizelge 3.14. Ağaç türlerinin orman yetişme bölgelerine göre saha dağılımı.	105
Çizelge 3.15. Orman yetişme yörelerinde ağaç türlerinin yayılışına yönelik genel bilgiler.	107
Çizelge 3.16. Bazı ağaç türlerinin orman yetişme yörelerinde yayılışına yönelik açıklayıcı bilgiler.....	108
Çizelge 3.17. Ağaç türlerine ait orman yetişme birimlerine ait açıklayıcı bilgiler. .	112
Çizelge 3.18. Ağaç türlerine ait orman yetişme birimlerinin farklı saha büyüklüğü sınıflarındaki dağılımı.	114
Çizelge 3.19. Ormanların karışım şekillerinin anakayaya bağlı dağılımları.....	115
Çizelge 3.20. Meşcerelerin ağaç türüne bağlı karışım şekilleri ile arazi morfolojisi.	116
Çizelge 3.21. Meşcerelerin kapalılık durumlarına göre yükselti sınıflarına dağılımı.	117
Çizelge 3.22. Kapalılığın bakıya göre saha dağılımı.	118
Çizelge 3.23. Kapalılığın eğime göre saha dağılımı.	119
Çizelge 3.24. Yağış miktarlarının (mm) kapalılık sınıflarına göre dağılımı(ha).	119
Çizelge 4.1. Değişkenlerin Pearson korelasyon katsayıları	122
Çizelge 4.2. Çalışma alanı orman yapısını oluşturan değişkenler.	125
Çizelge 4.3. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistik verileri.	125
Çizelge 4.4. KMO-Bartlett testi.	126
Çizelge 4.5. Toplam varyansın açıklanması.	127
Çizelge 4.6. Faktör analizi ve faktör grupları.	129

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ormanlar ve yetiştirme ortamı arasında bulunan ilişkiyi anlamak orman ekolojisi bakımından önemli görülmektedir. Bu ilişkinin anlaşılmasıyla orman dinamikleri daha iyi anlaşılacak ve buna bağlı olarak en geçerli faydalanma ve korumaya dayalı yönetim şekilleri ortaya konulabilecektir (Çepel, 1988).

Yağışın ziraat, ormancılık ve hidroloji gibi arazi kullanımlarında ürün verimliliği ve su kazancının belirlenmesinde belirleyici bir rolü bulunmaktadır. Orman ağaç türlerinin yayılışında iklim ve topografyanın önemli sınırlayıcı etkisi olduğu bilinmekte ve bunlar ormanların ekolojik yetiştirme ortamı özelliklerine bağlı sınıflandırılma çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Dorman vd., 2013, Mendez-Toribo vd., 2016). Yapılan bu çalışma ile iklim, anakaya ve fizyografik karakteristiklerin orman meşcere kuruluşları üzerinde sahip oldukları etkilerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Hazırlanan bu çalışma genel itibariyle literatür araştırması, gerekli kurum ve kuruluşlardan elde edilen verilerin CBS ortamında hazırlanan haritalardan oluşmaktadır. Birinci bölümde araştırmanın alan ve konu kapsamı, amacı, literatür araştırması, materyal ve metoda yer verilmiştir. İkinci bölümde ise ormanların yetiştirme ortamı faktörleri ve yetiştirme ortamı sınıfları incelenmiştir. Üçüncü bölümde ormanların yapısal özellikleri, ağaç tür bileşimi üzerinde etkili olan faktörler ve orman meşcerelerinin yapısal özellikleri üzerinde etkili olan faktörlere değinilmiştir. Elde edilen veriler dördüncü bölümde istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. Beşinci bölümde ise elde edilen sonuçlar, çalışmanın amacına uygun bir şekilde yorumlandırılarak sonuçlandırılmıştır.

1.1. ARAŞTIRMANIN KONU KAPSAMI

Ormanlar, sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi ve planlanmasına konu olan en önemli başlıklardan biridir. Dünyada arazi kullanımına dayalı doğal kaynakların yönetimine yönelik ekolojik konsept ve prensipler belirlenmekte ayrıca bu konudaki gelişmeler devam etmektedir (Dale vd. 2000). Biyolojik yenilenebilir doğal kaynak kullanımının sürdürülebilir olmasının en önemli temel prensiplerinden bir tanesi o doğal kaynağın kendini yenileme eşiği aşılmadan kullanılmasıdır (Goodland, 1995). Ormanların sürdürülebilir kullanımının ancak ormanların sahip oldukları ekosistem özelliklerini ortaya koyan ekolojik faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerle olan ilişkilerinin bir planlama yaklaşımıyla ele alınarak yönetilmesine bağlı olduğu günümüzde mevcut yaygın bir görüş olarak yer almaktadır (Pretzsch, 2008).

Orman ekolojisi bakımından ormanlarla yetişme ortamları arasındaki ilişkiyi incelemek önemli görülmektedir. Bu ilişki sayesinde orman dinamiklerinin daha iyi anlaşılması ve buna görede en geçerli faydalanma ve korumaya dayalı planlama ve yönetim şekillerinin ortaya konulması beklenmektedir (Çepel, 1988). Ağaç türlerinin hem birey hem de topluluk olarak gösterdikleri rekabet özellikle yetişme ortamlarının farklılığında kendini göstermektedir. Türkiye yetişme ortamı özellikleri açısından oldukça farklılaşmış sahalara sahiptir. Bunun en güzel göstergesi ağaç türü ve diğer bitki örtüsüne bağlı çeşitliliğin dağılımından anlaşılmaktadır (Bergmeier vd. 2018, Atalay ve Efe, 2010).

Türkiye’de bazı ağaç türlerinin yayılışı ile fizyografik ve/veya edafik yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkileri inceleyen bir çok araştırma literatürde bulunmaktadır(Kantarıcı, 1985: Özkan, 2004: Günlü vd ,2006: Göl vd., 2008: Çelik ve Özkan, 2015). İklim, anakaya, topografya gibi yetişme ortam faktörlerinin orman meşcere verimliliği (Durkaya ve Durkaya, 2003: Özkan ve Kuzugüdenli, 2010: Candel Perez vd., 2012: Hahm vd., 2014) ve ağaçların ormanlık alanlarda oluşturduğu yayılış deseni (Basnet , 1992: Schwarz vd., 2003: Acharya vd. , 2011:) inceleyen bir çok araştırma literatürde bulunmaktadır. Ülkemiz ormanlarında yetişme ortamı özellikleri ile genellikle; boy gelişimi ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler (Karataş ve Özkan, 2017) ya da bonitet sınıfları ile ilişkilendirilerek (Durkaya ve

Durkaya, 2003: Özkan ve Kuzugüdenli, 2010: Karatepe vd. 2014: Çelik ve Özkan, 2015) gerçekleştirilmektedir. Orman amenajman planlaması çalışmalarını düzenleyen yönetmeliğin 18. 19. ve 20. maddelerinde yetişme ortamı envanteri ve bonitet haritalaması üzerine hükümler yer almaktadır. Buna göre bu yönetmelikte ;

“yetişme ortamı envanteri; plan ünitesi içinde, verim gücü farklı alanlar ve uygulanacak silvikültürel işlemler yönünden benzerlik gösteren alanların tespiti amacıyla; bonitet, ekolojik toprak serileri, orman yetişme ortamı birimleri ve bitki sosyolojisi haritalarının düzenlenmesi işlerini kapsayacak şekilde tanımlanmıştır. Bunun yanında orman yetişme ortamı birimleri haritası, yetişme ortamı faktörlerinden fizyografik, edafik ve klimatik faktörler teker teker incelenerek ve toplanan bilgilere dayanılarak; Bitki sosyolojisi haritası, farklı orman topluluklarını ayırmaya yönelik ölçme, gözlem ve incelemelere dayanılarak düzenlenmektedir. Yetişme ortamı haritası bu iki haritanın birleştirilmesiyle elde edilir. Yetişme ortamı haritası mevcutsa plan yapımında altlık olarak kullanılır. Bu harita yapılmamış ise taslak bonitet haritası yapılır”

şeklinde belirtilmiştir.

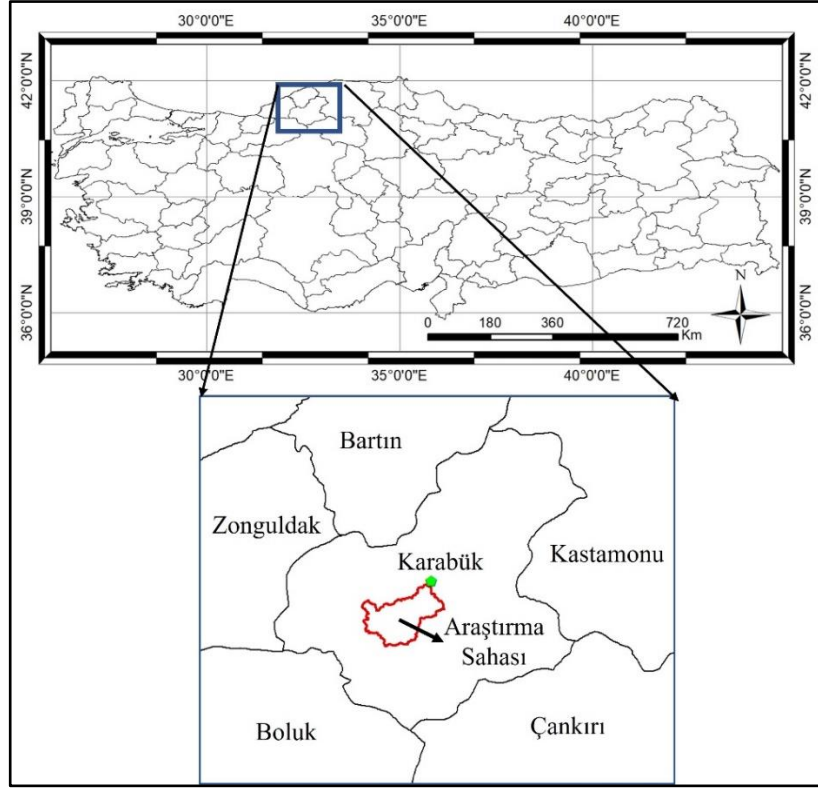
Başarılı bir ağaçlandırma yapılabilmesi için, ele alınan ağaç türünün yetişme ortamı istekleri hakkında yeterli bilgi donanımına sahip olmak gerekir. Türlerin verimliliğinin en üst seviyeye çıktığı sahalarda ağaçlandırma çalışmalarına öncelik verilmesi gerekir. Bazı ağaç türlerinin ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar literatürde mevcuttur (Özel vd. ,2010: Polat vd., 2014: Güner vd., 2016).

Ülkemizde yetişme ortamı haritacılığı sistematik olarak yapılmamaktadır. Bu haritalar bilimsel çalışmalar şeklinde çok sınırlı bir alanda mevcuttur. Bunun yerine kullanılacak diğer altlık haritalar yine aynı şekilde sistematik olarak ülkemizde üretilmemektedir. Bunun yerine eskiden beri kullanılan ağırlıklı olarak uzman görüşüne dayanan bonitet haritaları kullanılmaya devam etmektedir. Bonitet haritalamasında ise yetişme ortamı verimliliği, meşcere üst boyunun 100 yaş standardına sınıflandırılmasına uygun olarak gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde

meşcere üst boyu yetişme ortamı verim gücünün bir fonksiyonu olarak yaklaşmıştır. Bonitetler için hazırlanmış hasılat tablolarından da yararlanılarak ağaç hacmi ve hacim artımı hesaplanmaktadır (Asan, 1987). Böylece bir orman işletme şefliği sahasında, meşcere tiplerinin bonitet sınıfları sahanın tümü için 5 sınıfa ayrılmıştır. Ağaç servetinin ve artımının hesaplanmasında bonitet sınıflarına göre standartlaştırılmış hacim tabloları kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda hektarlarca geniş alana sahip ormanların verim gücünün tespitinde örnek alanlardan seçilen hâkim ağaç türlerin üst boy ortalaması dikkate alınmaktadır. Ormanlık alanların yayılışında başta fizyografik faktörler olmak üzere, anakaya ve iklim özellikleri sıklıkla değişmektedir. Buna göre yetişme ortamının verim gücü bu faktörlerin değişkenliğine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir.

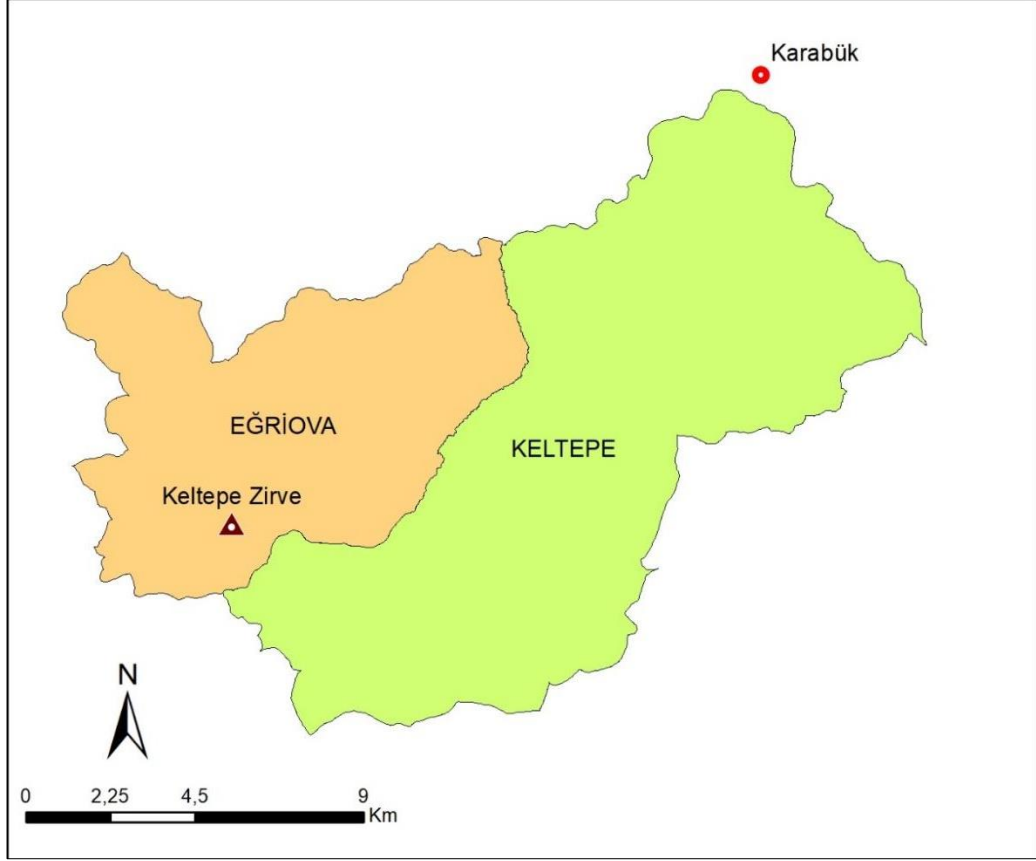
1.2. ARAŞTIRMANIN ALAN KAPSAMI

Araştırma sahası Karabük Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Eğriova ve Keltepe Orman İşletme şefliklerinin içinde kalan ve Keltepe dağının zirvesini kapsamakta olup, bu iki şeflikte yayılış gösteren ormanlar, çalışmanın alan kapsamını oluşturmaktadır (Şekil .1).



Şekil 1.1. Araştırma sahasının yer bulduru haritası.

Araştırma sahası $32^{\circ}24'2''.583$ ve $32^{\circ}40'24''.805$ doğu boylamları, $41^{\circ}2'13''.322$ ve $41^{\circ}11'32''.945$ kuzey enlemleri arasında bulunmakta olup, toplam saha büyüklüğü, ormansız alanlar dahil, 20.224.54 ha'dır. Ormanlık sahaların toplamı ise 14.033.671 ha'dır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Araştırma sahası orman şeflik sınırları haritası.

Araştırma sahası Eğriova ve Keltepe orman işletme şefliklerinden oluşmaktadır. Eğriova şefliğinin toplam alanı 7248,27 ha, Keltepe şefliğinin toplam alanı ise 13039,46 ha'dır. Araştırma sahasının toplam alanı 20287,73 ha'dır.

1.3. ARAŞTIRMANIN AMACI

Ülkemizde orman alanlarının yönetiminde uzun yıllardan beri sürdürülebilirlik prensibinin uygulanmasına yönelik kavramsal ve planlamaya dayalı gelişmeler yer almaktadır. Bu gelişmelerin sonunda ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama, ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama gibi yaklaşımlar model bazında geliştirilmesine (Sivrikaya vd. 2011) rağmen, orman amenajman planlarının hazırlanmasında yetişme ortamı özelliklerinin belirlenmesine yönelik iklim ve fizyografik faktörleri yeterince dikkate almayan eksik planlama atıkları hala mevcuttur.

Burada sunulan yüksek lisans tez çalışması ile Karabük Keltepe Dağı'nda lokal ölçekli yayılış yapan engebeli bir ormanlık alanda iklim, anakaya ve topografyaya ait faktörlerin orman meşcere kuruluşları üzerinde oluşturdukları karakteristik özelliklerinin ayrı ayrı incelenmesi ve bu ekolojik faktörlerin oluşturduğu yetişme ortamı sınıflarıyla meşcere kuran ağaç türlerinin mekânsal yayılış özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde özellikle, silvikültür, ağaçlandırma vb. ormancılık faaliyetlerinin uygulanmasında iklim, anakaya ve topografyaya ait faktörlere dikkat edilerek, yetişme ortamına uygun ormancılığın geliştirilmesine katkı sağlanması ayrıca hedeflenmektedir. Diğer taraftan ülkemizde meşcere üst boyunu dikkate alan bonitet sınıflandırmaları hacim ve artım hesaplamalarında kullanılmaktadır. Bu hesaplamalar ile planlama ünitelerinden alınan örnek alanların üst boyuna göre yetişme ortamı verimliliği standartlaştırılmaktadır. Bu şekilde yapılan orman verimliliği veya bonitet belirlenmesi çalışmalarında yetişme ortamı özelliklerinin geniş alanlarda benzer özellikler şeklinde göz önüne alınarak, yetişme ortamı sınıflarının kısa aralıklarla değişkenlik gösterebildiği gözden kaçırılmaktadır. Bu çalışma ile ayrıca bu değişkenliğin mekânsal olarak nasıl gerçekleştiği lokal ölçekli oldukça engebeli bir ormanlık alanda sunulmuştur.

1.4. MATERYAL ve METOT

1.4.1. Materyal

MTA'nın hazırladığı 1/100 000 ölçekli jeoloji haritasından F28 ve F29 paftasından araştırma sahasına ait jeoloji haritası hazırlanırken yararlanılmış, CBS programı kartografik malzemelerin hazırlanmasında kullanılmıştır.

2020 yılında uygulamaya giren orman anenajman planının sayısal meşcere haritalarından faydalanılarak Keltepe ve Karabük Orman İşletme Şefliklerinin orman meşcerelerinin yapısal özellikleri ve ağaç türleri ile ilgili haritalar ve çizelgeler üretilmiştir.

Meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilen veriler kullanılarak hazırlanmıştır.

1.4.2. Metot

Araştırma sahasının daha iyi anlaşılabilmesi için ilk olarak mevcut literatür taraması yapılmıştır. Sahaya ait verilerin temini ve bu verilerin hazırlanması için kullanılan yöntemler beş ana başlığa ayrılarak tetkik edilmiştir.

1.4.2.1. Meteorolojik Veriler

Bu çalışmada araştırma sahasının bulunduğu Keltepe Dağı'nın meteorolojik ve klimatolojik özelliklerinin anlaşılması, sahaya ait ağaç tür kompozisyonun oluşmasındaki mekânsal özelliklerin daha iyi anlaşılması açısından önemli görülmüştür. Meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den farklı zamanlarda temin edilen farklı istasyon verilerinden sağlanmıştır. Çalışmanın başlangıç aşamasında 13 istasyona ait veriler temin edilmiştir. Bu istasyonların bazıları; araştırma sahasına olan mesafe ve verilerin yeterince uzun yıl içerikli olmayışı (rasat süresi 2-5 yıl), Karabük genelinde 2014-2018 yılları arasında Otomatik Gözlem İstasyonlarına geçildiği ve buna bağlı olarak bazı istasyonların yerlerinin değiştirildiği anlaşılmış, bu sebeplerden dolayı çıkarılmıştır. Sahanın farklı doğrultularında, farklı yükseltilerde, daha uzun rasat yıllarına sahip olan 8 istasyon seçilmiştir. Değerlendirmeye alınan istasyonlar ve bunların bilgileri Çizelge 1.1'de verilmiştir.

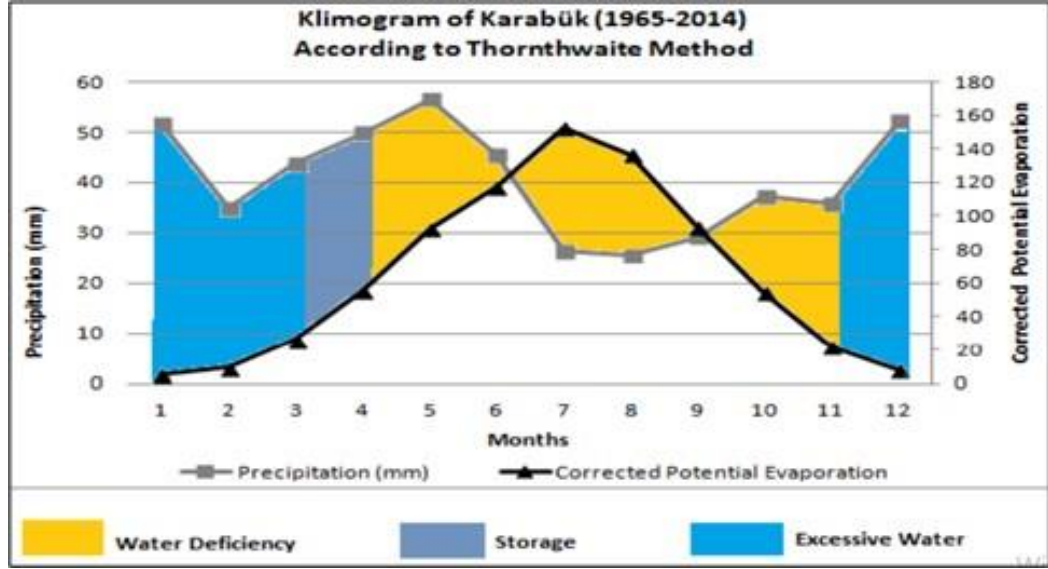
Çizelge 1.1. Değerlendirmeye alınan meteoroloji istasyonlar ve bunlara ait veriler.

N	İstasyon	Yıllık	Yıllık	Topl.	Rakım	N	E	Rasat
o	Adı	Ort. Sic.	Yağış (mm)	(m)	(m)			Süresi
1	Baklabostan	9,4	1151,6	860	41°16'27,89"	32°33'17.12"	1964-1991	
2	Devrek	14,3	823	100	41°12'59.7"	31°56'59.9"	1964-2018	
3	Eskipazar	11,1	453,3	757	40°56'39.1"	32°31'59.1"	1985-2018	
4	Karabük	13,4	487,5	269	41°11'45.9"	32°37'16.6"	1965-2014	
5	Ovacık	9,4	638,7	1100	41°4'40.1"	32°54'35.9"	2014-2018	
6	Pazarköy	10	636,3	740	40°55'59.8"	32°10'59.8"	1965-1995	
7	Safranbolu	12,4	500,5	400	41°15'	32°42'	1960-2004	
8	Yenice	13,93	700,4	150	41°12'	32°19'59.8"	1994-2018	

Coşkun ve Coşkun (2017)'un 1970-2015 yıllarını içeren Karabük Meteoroloji İstasyonu verilerine göre hazırladığı Emberger iklim sınıflandırmasına göre çalışma sahasının iklim tipi yaz mevsimlerinde sıcak ve kurak, kış mevsiminde ise soğuktur (Çizelge 1.2). Araştırma sahasının iklim tipi, Karadeniz kıyısındaki gibi nemli ve yağışlı değildir. Akdeniz'in ikliminin varlığının kanıtı olarak bölgede yetişen kızılçam ve maki bitki örtüsü gösterilmiştir. Coşkun ve Coşkun (2017) tarafından yapılan bu çalışmada Karabük meteoroloji istasyonuna ait verilerin Thornthwaite yöntemine göre klimogram (Şekil 1.3) ve iklim sınıflandırması oluşturulmuştur (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Emberger iklim sınıflandırmasına göre Karabük ilinin iklim tipi (Coşkun ve Coşkun, 2017).

Emberger İklim Sınıflandırmasına Göre Karabük İklim Tipi	
Pe: Yaz mevsimi yağışları toplamı	97,3
M: En sıcak ayın ortalama maksimum sıcaklığı (°C)	32,2
S: Değer	3
Sonuç:	Akdeniz İklimi
P: Yıllık Yağış Toplamı(mm)	488.5
m: En soğuk ayın ortalama minimum sıcaklığı (°C)	0.5
Q: Değer	51.7
Emberger metoduna göre Karabük ilinin iklim tipleri	
Q= 32-63; P=300-400 mm	Yarı Kurak Akdeniz İklimi
m=(-3)-(0)°C	Kışın Soğuk Akdeniz İklimi



Şekil 1.3. Karabük meteoroloji istasyonu klimogramı (Coşkun ve Coşkun, 2017).

Çizelge 1.3. Thorntwaite iklim sınıflandırmasına göre Karabük-Safranbolu Havzası'nın iklim sınıflandırması (Coşkun ve Coşkun, 2017).

Yağış İndeksi	C1:Yarı Kurak-Az Nemli
Sıcaklık İndeksi	B'2:Mezotermal (Orta Sıcak İklimler)
Yağış Rejimi	s:İkincil iklim türü

Yağış Verilerinin Sahaya Enterpolasyonu

İklim elemanlarından özellikle sıcaklık ve yağışın ziraat, ormancılık ve hidroloji gibi arazi kullanımlarında ürün verimliliği ve su kazancının belirlenmesinde belirleyici bir rolü bulunmaktadır. Orman ağaç türlerinin yayılışı üzerinde iklim ve topografyanın önemli sınırlayıcı etkisi olduğu bilinmekte ve buna bağlı olarak bu ikisine ait ortaya çıkan özellikler, ormanların ekolojik yetişme ortamı özelliklerine bağlı olarak sınıflandırılması çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Dorman vd., 2013; Mendez-Toribio vd., 2016). İklim elemanlarından olan yağış, orman ağaçlarının büyüme-iklim ilişkilerinde yükseltiye bağlı su mevcudiyetinin sağlanarak orman meşcerelerinin sıklık ve yaş yapısı ile toprak özellikleri gibi çeşitli abiyotik ve biyotik faktörleri üzerinde önemli rol oynamaktadır (Candel-Pérez vd., 2012). Coğrafik Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak meteorolojik istasyonların sıcaklık haritalarının çözünürlüklerinin

arttırılması (Demircan vd., 2011), farklı yükseltiyeye sahip alanlarda yağışın mekânsal dağılışının farklı enterpolasyon yöntemleri ile haritalanması (Ninyerola vd., 2007; Işık vd., 2018), topografik farklılaşmaya bağlı olarak ortaya çıkan sıcaklık ve yağışa bağlı iklimsel katmanların istatistiksel yöntemlerle haritalanması (Güler vd., 2007), su potansiyelinin belirlenmesi (Çiçek ve Ataol, 2009), istatistiksel ve jeostatistiksel yöntemlerle gerçekleştirilen yağış haritalamasının karşılaştırılmasına (Bostan vd., 2012) dair benzeri çalışmalar yapılabilmektedir. İklim özelliklerinden sıcaklığın ve yağışın meteorolojik istasyon değerlerine bağlı olarak farklı jeostatistiksel enterpolasyon yöntemleri ile haritalanmasına dair karşılaştırılmalı değerlendirmeler bulunmaktadır (Hartkamp vd., 1999; Ninyerola vd., 2007). Schreiber formülü ise yağışın topoğrafyaya bağlı değişimini ortaya koymada en çok tercih edilen formüllerinden biridir (Çiçek ve Ataol, 2009). Formüle göre her 100 metredeki yükselti artışına bağlı olarak yağış miktarı 54 mm artmaktadır. Bu formülün temelinde denizden daha yüksek kısımlara çıkıldıkça yağışın artması yaklaşımı bulunmaktadır. Formül bu haliyle yağış miktarı bilinmeyen sahaların yağış miktarını elde etmek için birçok çalışmada kullanılmaktadır (Çiçek ve Ataol, 2009; Işık vd., 2018). Saha genelinde yağış miktarının tespit edilebilmesi için Schreiber formülünün CBS'nin bazı uygulamaları ile geliştirilerek kullanılması bu çalışmada tercih edilmiştir. Diğer yandan geliştirilen bu yönteme ait sonuçların yağışın jeostatistiksel yöntemlerle haritalanmasında sıklıkla kullanılan IDW yönteminin sonuçlarıyla karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Schreiber formülüne göre oluşturulan yağış verilerinin sahaya enterpole edilmesinde aşağıdaki yöntem izlenmiştir. Öncelikle sahanın coğrafik ortalamasını temsil eden nokta (mean center) Arc Map 10.5 CBS uygulamasıyla bulunmuştur. Bu noktadan diğer istasyonların uzaklığını bulmak için mekânsal ağırlıklı matrix (Generate Spatial Weight Matrix) uygulaması kullanılmıştır. Matris içinde sahanın ortalamasını temsil eden noktadan diğer istasyonların uzaklığa bağlı ağırlıkları tespit edilmiştir (Çizelge 1.4). İstasyonların kapladığı sahanın sayısal yükseklik haritası 100 m'lik yükselti basamaklarını elde edebilmek için 10 m hücre büyüklüğünde üretilmiştir (Şekil 1.4). Daha sonra Schreiber formülüne uygun olarak her bir istasyonun toplam yağış miktarı bulunduğu rakım aralığına göre 54 mm aşağı veya yukarı olarak her bir 100 m. lik yükselti aralığına \pm olarak aşağıdaki eşitliğe uygun olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1.5).

Çizelge 1.5. Schreiber formülüne göre istasyonların bulunduğu yükseltiye bağlı yağış değerleri.

Yükselti (m)	Karabük	Eskipazar	Yenice	Bakla- bostan	Safranbolu	Pazarköy	Ovacık	Devrek
0-100	379,5	75,3	646,4	719,6	230,5	258,3	98,8	823
100-200	433,5	129,3	700,4	773,6	284,5	312,3	152,8	877
200-300	487,5	183,3	754,4	827,6	338,5	366,3	206,8	931
300-400	541,5	237,3	808,4	881,6	392,5	420,3	260,8	985
400-500	595,5	291,3	862,4	935,6	446,5	474,3	314,8	1039
500-600	649,5	345,3	916,4	989,6	500,5	528,3	368,8	1093
600-700	703,5	399,3	970,4	1043,6	554,5	582,3	422,8	1147
700-800	757,5	453,3	1024,4	1097,6	608,5	636,3	476,8	1201
800-900	811,5	507,3	1078,4	1151,6	662,5	690,3	530,8	1255
900-1000	865,5	561,3	1132,4	1205,6	716,5	744,3	584,8	1309
1000-1100	919,5	615,3	1186,4	1259,6	770,5	798,3	638,8	1363
1100-1200	973,5	669,3	1240,4	1313,6	824,5	852,3	692,8	1417
1200-1300	1027,5	723,3	1294,4	1367,6	878,5	906,3	746,8	1471
1300-1400	1081,5	777,3	1348,4	1421,6	932,5	960,3	800,8	1525
1400-1500	1135,5	831,3	1402,4	1475,6	986,5	1014,3	854,8	1579
1500-1600	1189,5	885,3	1456,4	1529,6	1040,5	1068,3	908,8	1633
1600-1700	1243,5	939,3	1510,4	1583,6	1094,5	1122,3	962,8	1687
1700-1800	1297,5	993,3	1564,4	1637,6	1148,5	1176,3	1016,8	1741
1800-1990	1351,5	1047,3	1618,4	1691,6	1202,5	1230,3	1070,8	1795
1900-2000	1405,5	1101,3	1672,4	1745,6	1256,5	1284,3	1124,8	1849

Her bir istasyonun yükselti aralığına bağlı yağış değerleri ile sahanın coğrafik orta noktasına bağlı mesafe ağırlık değerleri çarpılmıştır. Sahanın yükselti basamaklarına göre yağış değerlerinin bulunması için istasyonların sahanın coğrafik noktasına olan mesafeleri ve istasyon yağış değerlerinden yola çıkılarak aşağıdaki eşitlik düzenlenmiştir.

$$Y_{pm} = \sum [(İ_p \times İ_a) \pm İ_p]$$

Y_{pm} = Sahadaki yükselti basamağı yağış miktarı (mm)

$İ_p$ = İstasyonun bulunduğu yükseltideki yağış miktarı (mm)

$İ_a$ = İstasyonun saha coğrafik orta noktasına olan mesafenin ağırlığı

Yukarıdaki eşitliğe göre söz konusu tüm istasyonların Y_{pm} değerlerinin sahanın yükselti basamaklarına uygulandığında ortaya çıkan sonuç Çizelge 1.6'da verilmiştir. Bu şekilde çevre istasyonların sahanın coğrafik orta noktasına göre belirlenen mesafelerine göre ağırlıklandırılmış değerleri, Schreiber yöntemine göre yükselti

basamaklarına atanan yağış değerleri ile çarpılarak, her bir istasyonun o yükselti aralığına katkısı bulunmaya çalışılmıştır. İstasyonların mesafe ağırlık değerlerine göre belirlenen aylık yağış değerleri beraberce toplanmıştır. Böylece 100 m aralıklarla istasyonlara göre sahayı temsil eden yağış değerleri bulunmuştur. Aylık yağış miktarları max. Ve min. Değerleri arasında eşit aralıklı beş sınıf oluşturulmuştur (Çizelge 1.7).

Çizelge 1.6. İstasyonların bulunduğu yükseltiye bağlı yağış değerleri (Çizelge 1.5) ile saha coğrafik orta noktasına olan mesafe ağırlıklarına göre ortaya çıkan yağış değerleri, yükselti basamağı (m), Ypm (mm).

Yükselti	Karabük	Eski-pazar	Yenice	Bakla-bostan	Safran-bolu	Pazarköy	Ovacık	Devrek	Saha ΣYpm
0-100	75,8	12,1	96,7	103,2	28,2	21,9	8,1	47,5	393,4
100-200	86,5	20,7	104,8	110,9	34,8	26,4	12,6	50,6	447,4
200-300	97,3	29,4	112,8	118,7	41,5	31,0	17,0	53,7	501,4
300-400	108,1	38,0	120,9	126,4	48,1	35,6	21,4	56,8	555,4
400-500	118,9	46,7	129,0	134,2	54,7	40,2	25,9	60,0	609,4
500-600	129,7	55,4	137,1	141,9	61,3	44,7	30,3	63,1	663,4
600-700	140,4	64,0	145,2	149,7	67,9	49,3	34,7	66,2	717,4
700-800	151,2	72,7	153,2	157,4	74,5	53,9	39,2	69,3	771,4
800-900	162,0	81,3	161,3	165,2	81,1	58,4	43,6	72,4	825,4
900-1000	172,8	90,0	169,4	172,9	87,7	63,0	48,1	75,5	879,4
1000-1100	183,6	98,7	177,5	180,7	94,3	67,6	52,5	78,7	933,4
1100-1200	194,3	107,3	185,5	188,4	101,0	72,2	56,9	81,8	987,4
1200-1300	205,1	116,0	193,6	196,1	107,6	76,7	61,4	84,9	1041,4
1300-1400	215,9	124,6	201,7	203,9	114,2	81,3	65,8	88,0	1095,4
1400-1500	226,7	133,3	209,8	211,6	120,8	85,9	70,3	91,1	1149,4
1500-1600	237,5	141,9	217,9	219,4	127,4	90,5	74,7	94,2	1203,4
1600-1700	248,2	150,6	225,9	227,1	134,0	95,0	79,1	97,4	1257,4
1700-1800	259,0	159,3	234,0	234,9	140,6	99,6	83,6	100,5	1311,4
1800-1990	269,8	167,9	242,1	242,6	147,2	104,2	88,0	103,6	1365,4
1900-2000	280,6	176,6	250,2	250,4	153,9	108,7	92,4	106,7	1419,4

Çizelge 1.7. Aylık yağış miktarlarının sınıf aralıkları.

PRE	Yağış Miktarları (mm)	Göstergeler
1	41,79 - 57,09	Çok az yağışlı
2	57,09 - 72,39	Az yağışlı
3	72,39 - 87,89	Orta yağışlı
4	87,89 - 102,99	Yüksek yağışlı
5	102,99 - 118,20	Çok yüksek yağışlı

Sıcaklık Verilerinin Haritalanması

Meteorolojik istasyonların uzun yıllar aylık sıcaklık ortalamasının haritalanmasında CBS destekli Lapse Rate yöntemi kullanılmıştır. Lapse Rate, rakıma bağlı olarak hava sıcaklığını tahmin etmek için geliştirilmiştir. Lapse Rate, atmosferdeki adyabatik ısınma ve soğuma oranları olarak tanımlanır ve sıcaklığın yükseklikle değişmesi olarak açıklanır (Demircan vd.). Kuru havanın adyabatik LR oranı yaklaşık 100 metrede 1°C'dir. Fakat bununla birlikte genel tanımlayıcı amaçlar için 100 metrede 0.5°C azaldığı da varsayılır. Bu çalışmada, Demircan vd. (2013) tarafından Türkiye'de sıcaklığın 1x1 km grid aralığında ve her 100 m'de 0,5 °C değişimine uygun Lapse Rate yöntemiyle sıcaklık dağılımı ilk önce tespit edilmiştir. Demircan vd. (2013)'e uygun olarak bütün istasyonların yıllık ortalama sıcaklık değerleri aşağıdaki eşitliğe uygun olarak deniz seviyesine indirgenmiştir (Çizelge 1.8).

$$T_d = T_i + (h_i \times 0,005)$$

Bu eşitlikte T_d deniz seviyesi sıcaklık, T_i istasyonun sıcaklık ortalaması ve h_i ise istasyonun yüksekliğidir. Daha sonra bu çalışmaya özgü olarak istasyonların deniz seviyesine indirgenmiş sıcaklık değerleri, istasyonların araştırma sahasının mean center'ine olan mesafe ağırlık oranlarıyla çarpılmıştır. İstasyonların oranlanmış sıcaklık değerleri daha sonra toplanarak mean center'e ait deniz seviyesine indirgenmiş bir sıcaklık değeri elde edilmiştir. Daha sonra bu değer Demircan vd. (2013) yöntemine göre yukarıdaki eşitliğin tersinden mean center'in yükseltisine göre hesaplanarak, 843 m yükseltide bulunan mean center'in gerçek sıcaklık değeri 10,28 °C olarak bulunmuştur. Araştırma sahasının 100 m'lik yükselti basamaklarına 843 m'nin yükselti basamağından itibaren $\pm 0,5$ °C dağıtılmıştır. Son olarak CBS ile yapılan haritalamalara altlık olarak sıcaklık en yüksek ve en düşük sıcaklık arasındaki 8,5 °C fark eşit aralıklı beş sınıfa dönüştürülmüştür (Çizelge 1.9).

Çizelge 1.8. Araştırma sahasının sıcaklık değerlerinin tespit edilmesinde kullanılan veriler.

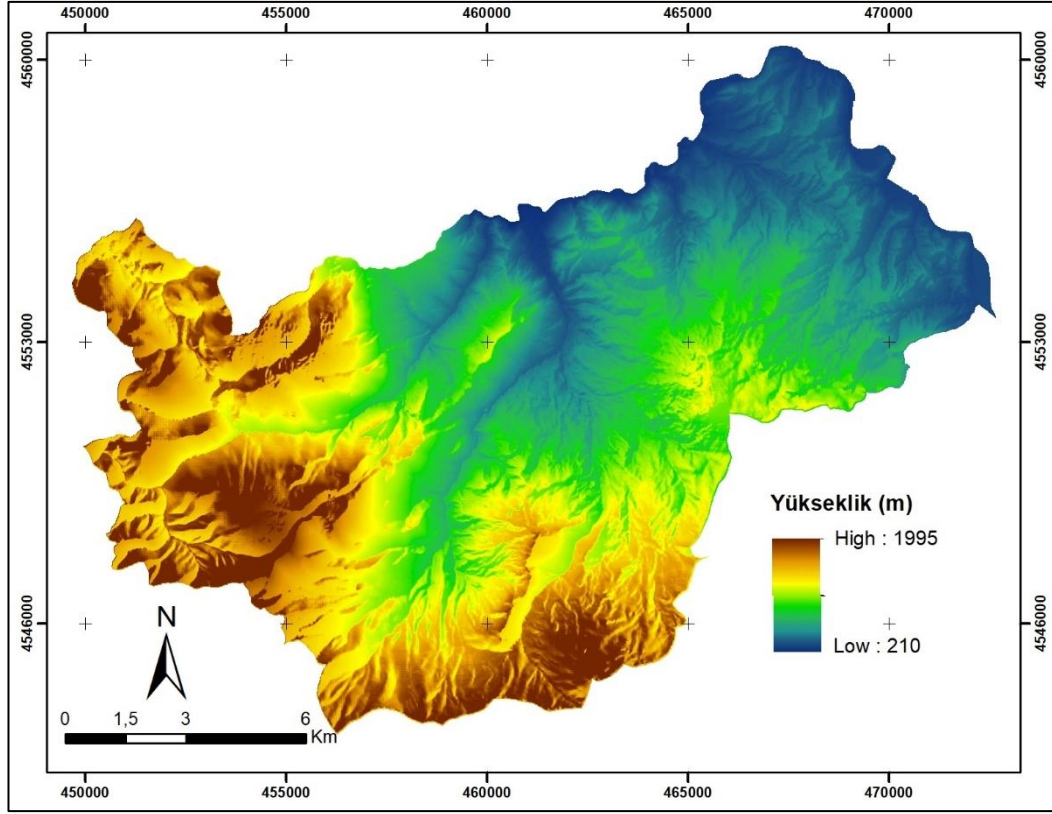
No	İstasyon	Yıllık	Yükseklik	Deniz	Mesafe	Mean
1	Baklabostan	9,4	860	13,70	0,14342482	1,96
2	Devrek	9,4	100	14,80	0,05770775	0,85
3	Eskipazar	11,1	757	14,89	0,1603411	2,39
4	Karabük	13,4	269	14,75	0,19961967	2,94
5	Ovacık	14,3	1100	14,94	0,08218561	1,22
6	Pazarköy	10	740	13,70	0,084671766	1,16
7	Safranbolu	12,4	400	14,40	0,12245193	1,76
8	Yenice	13,93	150	14,68	0,14958733	2,20
	Mean	10,3	843	14,97	1,00	14,97

Çizelge 1.9. Sıcaklık miktarlarındaki değişim sınıfları.

TEMP	Sıcaklık Aralığı (°C)	Göstergeler
1	13,28 - 11,58	çok sıcak
2	11,58 - 9,88	sıcak
3	9,88 - 8,18	ılık
4	8,18 - 6,48	soğuk
5	6,48 - 4,78	çok soğuk

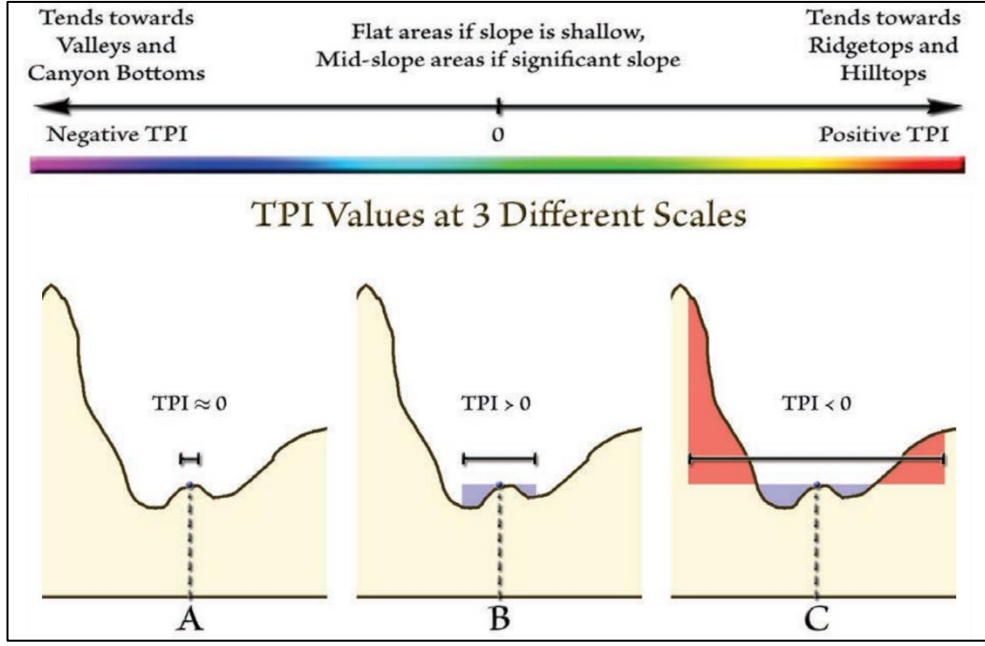
Topografik Veriler

Yükseklik, bakı, eğim ve arazi morfolojisine ait sınıflandırılmış haritalar sayısal yükseklik haritası (SYH) temel alınarak ArcMap 10.5 CBS yazılımının spatial analyst uygulaması ile üretilmiştir. SYH 10x10 m hücre büyüklüğüne sahip olarak 10 m eşyükselti eğrili shp haritasından üretilmiştir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Araştırma sahasının sayısal yükseklik haritası.

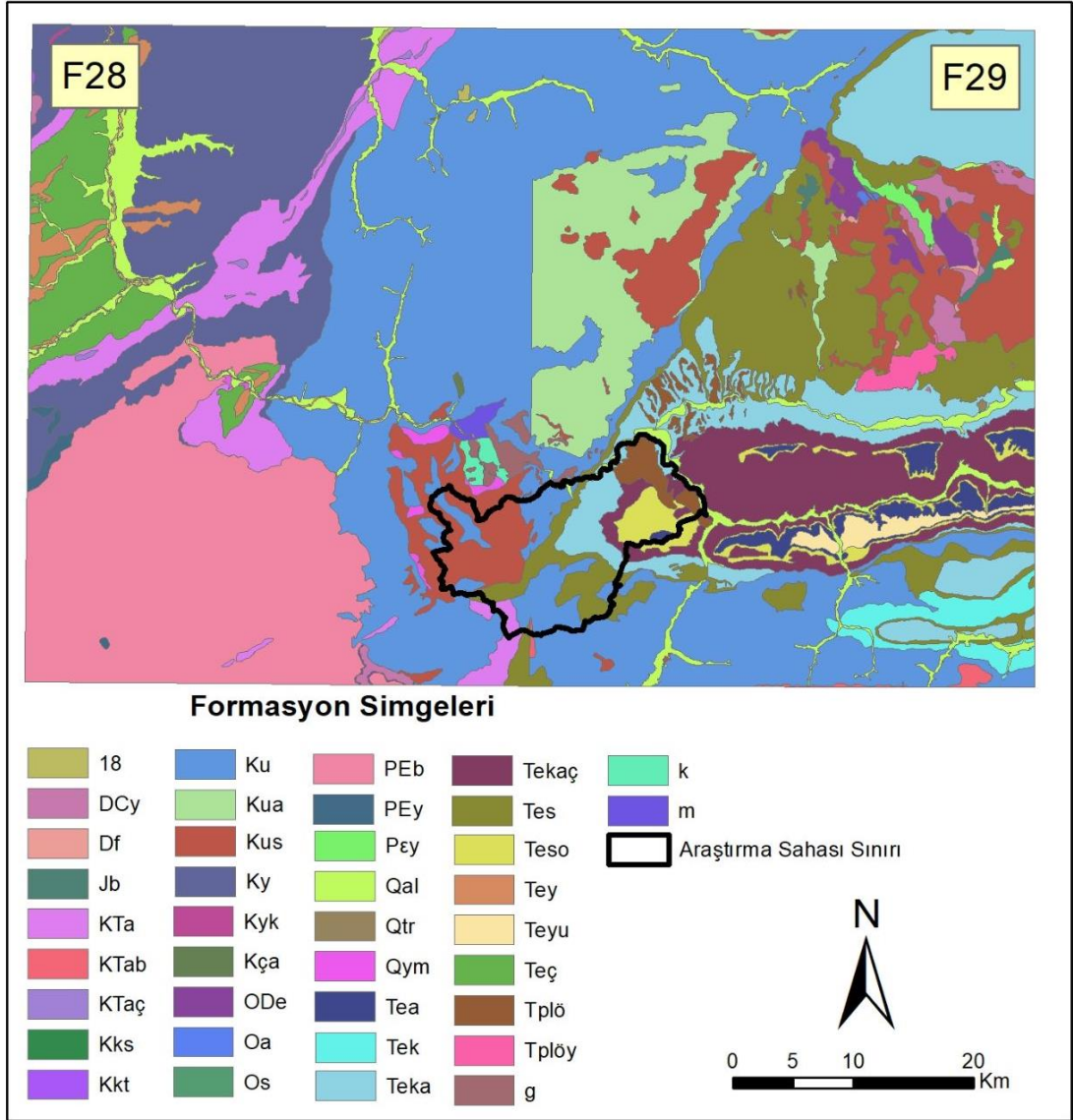
Baki haritası dört ana yönü ve düzlük alanları temsil edecek şekilde üretilmiştir. Eğim haritası ise ormancılık uygulamalarında kullanılan uygun olarak yedi sınıfta oluşturulmuştur. Arazi morfolojisi haritası, topoğrafik pozisyon indeksi (TPI) algoritması kullanılarak (topografik eğim konum sınıflarına göre oluşturulmuştur (De Reu vd., 2013). TPI'nin oluşturulmasındaki temel yaklaşım Şekil 1.6'da verilmiştir. Buna göre alçak, yüksek ve düz alanlar arasında bu değer değişmektedir. Değer 0'a ne kadar yaklaşırsa arazinin düz olması anlaşılmaktadır. TPI'de ortaya çıkan negatif değerler alçaltıları ve pozitif değerler ise yükseltileri ifade etmektedir.



Şekil 1.6. Topografik pozisyon indeks konseptinin temel yaklaşımı (Jennes, 2013).

Anakayaya Ait Veriler

MTA tarafından 1/100000 ölçekli oluşturulmuş sayısal jeoloji haritasındaki formasyonlara ait poligonlar (Şekil 1.7) Prof. Dr. h. c. İbrahim Atalay'ın uzman görüşüne başvurularak yeniden düzenlenmiştir (Çizelge 1.10).



Şekil 1.7. 1/100 000 ölçekli sayısal jeoloji haritası

Çizelge 1.10. Düzenlenmiş fomasyonlar listesi.

Düzenlenmiş Formasyonlar	Simge	Formasyonlar
Alüvyon	Qual	Alüvyon
Kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn	Teka	Kumtaşı, çakıltası, konglomera
Kireçtaşı	Teso	Neritik kireçtaşı, marn (Soğanlı formasyonu)
Kireçtaşı	Kus	Sunduk üyesi: kireçtaşı
Kireçtaşı	Tea	Dolomitik killi kireçtaşı, jört ve jips (Akçapınar formasyonu)
Kireçtaşı	Tes	Nummulitli kireçtaşı, marn
Kumtaşı, şeyl, konglomera, kireçtaşı	Ku	Kumtaşı, şeyl, konglomera, kireçtaşı
Kumtaşı, şeyl, konglomera, kireçtaşı	KTa	Yarı pelajik kireçtaşı, şeyl kalaranit, kumtaşı, konglomera
Fliş	g	Fliş
Fliş	Tekaç	Kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, konglomera tabakalı
Fliş	KTab	Bloklu fliş

Toprak Özelliklerine Ait Bilgilerin Elde Edilmesi

Sahayla ilgili toprak tipleri ve onlara ait özellikler Coşkun (2020) ve Dündar (2019)'dan tespit edilmiştir. Toprak tiplerinin özellikleri Dündar (2019) tarafından Karabük ve Safranbolu havzası toprak türleri haritalamasından araştırma sahasına ait harita verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için CBS ortamında Dündar (2019)'ın haritası araştırma sahasına çakıştırılarak, toprak türleri elde edilmiştir. Bunun yanında toprak türleri ve bunlara ait özellikler Coşkun (2020) ve Dündar (2019)'ın anakaya ya bağlı toprak özelliklerinden yola çıkılarak araştırma sahası bitki ve anakaya özelliklerine bağlı olarak uyarlanmıştır.

Orman Meşcere Verileri

Ormanların ağaç türü ve meşcere yapısal özellikleri 2020 yılında uygulamaya sokulan Eğriova ve Keltepe Orman İşletme Şefliklerinin sayısal meşcere verilerinden

üretilmiştir. Ağaç türlerinin yayılışı, kapalılık, meşcere gelişme çağları, tabakalılık ve karışım şeklini gösterir haritalar ayrı ayrı CBS yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Her bir haritalama ağaç türü, sınıf vb. özneliklerine göre kodlanmıştır. Bu haritalar daha sonra iklimsel ve fizyografik faktörlerle birlikte bir veri tabanına aktarılmıştır.

Bu araştırma kapsamında tek tabakalılık meşcere gelişme çağlarında tek bir çağın bulunması (örn. Çkb3), yarı tabakalılık aynı meşcere tipinde birbirine ardışık gelişme çağlarının bulunması (örn. Çkbc2) ve tam tabakalılık ise aynı ağaç türüne sahip meşcere içerisinde ardışık olmayan meşcere gelişme çağları (örn. Çkcd1/ab2) veya farklı ağaç türüne sahip değişik gelişme çağlarının olması (örn. Çkd2/Gb2) şeklinde karakterize edilmiştir. Bunun yanında seçme orman kuruluşlarının tamamı tam tabakalı ve 3 kapalı olarak haritalanmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Yapılan Çalışmalar

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) verilerin temin edilmesi, yeni verilerin koordinatlandırılarak, sayısallaştırılarak, çakıştırılarak ve raster-vektör verilerin dönüştürülmesi, analizi ve haritalanması aşamalarına entegre edilmiştir. Bu amaçla ArcGIS desktop uygulamasının ArcMap 10.5 modülü kullanılmıştır. Bu modülün analiz araçları, jeostatiksel analiz araçları, veri yönetimi araçları, mekânsal analiz uygulama araçları ile yetişme ortamını etkileyen faktörlerin elde edilmesi, ormanlık alanların sınıflandırılması ve her ikisinin analizinde kullanılmıştır. Bu çalışmada her bir ekolojik faktör ve ormanlık alan sınıfları 20x20 m büyüklüğünde oluşturulan raster (ızgara) hücre büyüklüğüne taşınarak, bu hücre büyüklüğünde bütün değerlere ait bir veri tabanı elde edilmiştir.

Yetişme Ortamı Birimlerinin Belirlenmesi

Araştırma sahasında yetişme ortamı birimlerinin haritalanması, iklim, anakaya ve topografyaya ait faktörlerin oluşturduğu homojen birimlerin coğrafi bilgi sistemine dayalı tekniklerle ayırt edilmesine dayanmaktadır. Coğrafi konumlu doğal kaynaklar konusunda faaliyette bulunan çeşitli meslek disiplinleri kendi bilimsel uğraşı alanlarına göre ekolojik faktörlerin en yüksek homojenliğinin arandığı saha bazında

sınıflandırmaları farklı adlarla ortaya koymaktadır. Örneğin peyzaj tipleri (Güngöroğlu vd. 2018b) veya peyzaj karakter analizi (Koç ve Yılmaz, 2020), ekotip ve ekolojik bölgeler veya yetişme ortamı sınıflandırmaları (Kantarci, 1985; Çepel, 1988) olarak literatürde görülmektedir. Araştırmanın konu ve saha kapsamı ormanlar olduğundan, bu çalışmada ormancılık alanında kullanılan yetişme ortamı sınıflandırılmasının içeriği temel alınmıştır. Bu yaklaşımla ormanların bir doğal kaynak olarak kullanılmasında planlama ve yönetim bakımından uygulanabilirliği yüksek sonuç ve öneriler ortaya çıkarması beklenmektedir. Orman yetişme ortamlarının sınıflandırılmasında en büyük taksonomik birimin veya en yüksek ekolojik birimin «yetişme bölgeleri» olduğu kabul edilmektedir. Yetişme bölgeleri, yetişme yöreleri gruplarına veya yetişme yörelerine, bunlar da yetişme birimlerine ayrılmaktadır. Orman ekosistemlerinin taksonomik olarak sınıflandırma işleminin en önemli kısmı bu üç birimin ayrılmasıdır. Orman ekosistemlerinin taksonomik olarak sınıflandırılmasında kullanılan birimler en yüksekinden en basitine doğru şu şekilde sıralanmaktadır (Çepel, 1988).

- Orman yetişme bölgeleri
- Orman yetişme yöreleri
- Orman yetişme birimleri

Araştırma sahasında yukarıda belirtilen taksonomik sınıflandırmayı temsil edecek alanların tespit edilmesi hedeflenmektedir. Bunun arkasında yatan sebepler aşağıda verilmiştir:

- Alanın saha büyüklüğü bakımından lokal olması
- Bunun yanında çok önemli bir yükselti farklılığı ve iklimsel özelliklerine sahip olarak ağaç tür değişiminin görülmesi
- Yükseltiye bağlı olarak topografik arazi şekilleri, bakı eğim özellikleri ile anakaya tiplerine bağlı olarak toprak tiplerinde görülen değişimlerin mekânsal olarak farklılaşması sayılabilmektedir.

Yukarıda belirtilen hususlar araştırma sahasında üç taksonomik yetiştirme ortamı sınıflarının iç içe geçirilmesinin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu noktada farklı yetiştirme ortamı faktörlerini çeşitli taksonomik sınıflandırma basamaklarında kapsayan bir sınıflandırma anahtarı aşağıda oluşturulmuştur (Çizelge 1.11).

Çizelge 1.11. Yetiştirme ortamlarının sınıflandırılmasında kullanılan sınıflar.

Sınıflandırma Basamağı	Taksonomi	Sınıflandırılan Faktörler
1	Orman yetiştirme bölgeleri	Yükselti, sıcaklık ve yağışın dağılımı
2	Orman yetiştirme yöreleri	Arazi şekli ve anakaya
3	Orman yetiştirme birimleri	Bakı, eğim ve toprak

Araştırma sahasında orman yetiştirme ortamlarının sınıflandırılması CBS ile gerçekleştirilecektir. Her bir basamaktaki faktörlere ait aynı sınıfların oluşturduğu alanlar o basamak için homojen alt birimler şeklinde haritalanmıştır. Sonuç olarak her bir basamağın haritası ortaya çıkarılmıştır. Bütün faktörleri bir arada kapsayan bir haritalamadan, ortaya çıkan ve anlamlandırılması zor olan çok küçük saha miktarları yüzünden vazgeçilmiştir. Bunun yerine her bir sınıflandırma basamağı sahip olduğu benzer sınıflar dikkate alınarak kendi içinde kodlanmıştır.

İstatistiksel Analizler

Araştırma sahasındaki orman alanlarının yapısal özelliklerine ait değişkenler olarak ağaç türü, kapalılık, tabakalılık ve meşcere gelişme çağları, ekolojik özelliklere ait değişkenler olarak yükselti, eğim, bakı, arazi morfolojisi, anakaya, sıcaklık ve yağış miktarları kullanılmıştır. Bu değişkenler korelasyon ve faktör analizine tabii tutulmuştur.

Korelasyon analiziyle iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin derecesi, korelasyon katsayısı yardımıyla ölçülmektedir. Bu şekilde iki değişkenin değişimlerinde, ne dereceye kadar uygunluk olduğunu tespit etmektedir. Buna karşılık korelasyon analiziyle hiç bir zaman neden - sonuç ilişkisi kurulmamaktadır. Bu istatistik yönteminde, değişkenlerden hangisinin bağımsız değişken, hangisinin bağımlı değişken olduğu dikkate alınmamaktadır (Gogtay ve Thatte, 2017). Bu tür ilişkilerin

derecesinin tespit edilmesinde oransal bir ölçü olarak korelasyon katsayısından yararlanılmaktadır. Korelasyon analizinde kullanılan Pearson korelasyon katsayısı değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal ve bağımsız olup olmaması ile değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığına dayalı varsayımlar kurmaktadır (Taylor, 1990).

Faktör analizi ile değişkenler arasında birbiri ile korelasyonu olanlar bir kategoriye toplanılarak, daha az sayıda faktör elde edilmesi ve değişken sayısının azaltılarak yani bir boyut indirgeme ile analizi yorumlama kolaylığı sağlanmaktadır. Sonuçta faktör analizi çok sayıdaki veri arasındaki ilişkileri (korelasyonları), faktör adı verilen ortak boyutlar altında toplayarak daha iyi bir şekilde açıklamak için bir analiz yapmaktadır (Yaşlıoğlu, 2017).

1.5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.5.1. Yetiştirme Ortamlarının Ağaç Türü Açısından Önemi

Altun vd. (2002) tarafından ülkemizde ilk defa Orman Yetiştirme Ortamı Haritacılığı'nın esasını oluşturan konumsal bilgilerin toplanması, verimliliğe etki derecelerine göre sentez edilip değerlendirilmesi ve ekolojik birimler olan orman yetiştirme ortamı birimlerinin ayrılarak CBS ile haritalanması gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Orman'ın 645 ha'lık bölümünde 216x216 m aralık-mesafe ile sistematik olarak arazide belirlenen 132 adet örnek alanda yetiştirme ortamı etmenleri yersel yöntemlerle tespit edildiği bildirilmiştir. Yetiştirme ortamına ilişkin orman toplulukları, toprak derinliği, taşlılık, toprak türü haritaları ile birlikte arazinin yeryüzü şekli, eğim grupları haritası ve yetiştirme ortamı birimleri haritası Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) sunduğu çeşitli coğrafi analiz ve değerlendirme yöntemleri ile elde edilmiştir. Sayısal elde edilen bilgilerin kullanılabilirliğinin etkin olmasıyla amenajman ve silvikültürel planlama çalışmaları için gerekli altlıkların kolaylıkla oluşturulabildiği bildirilmiştir.

Durkaya ve Durkaya (2003) tarafından Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Uludağ Göknarı – Sarıçam – Doğu Kayını karışık meşcerelerinin verim gücü ile bazı fizyografik ve edafik faktörler arasında bonitet belirlemede kullanılabilecek ilişkilerin

bonitet endeksi ile bakı, eğim ve yükselti arasındaki ikili ilişkiler, 31 deneme sahasından alınan sonuçlarla incelenmiştir. Bonitet endeksi bu çalışmada bağlı değişken olarak alınmış, yetişme ortamı özelliklerinin bonitet endeksini ne yönde etkilediği araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre yükselti, eğim, bakı ve arazi şekilleri çok farklılık gösteren sınıflarda olmadığı ve bonitet ile bir kısmının ilişki gösterdiği, bir kısmının ise hiçbir ilişki göstermediği tespit edilmiştir.

Günlü (2003) tarafından yüksek lisans tez araştırması kapsamında, Artvin Genya Dağı'nda yetişme ortamı birimlerinin haritalanması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda araziye sistematik örnekleme yöntemine göre aktarılan 112 adet örnek alan noktasında konum, toprak ve iklim etmenleri belirlenmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmaları ile belirlenen etmenlerden yükselti, bakı, eğim, arazi yüzü şekli gibi fizyografik etmenler; fizyolojik toprak derinliği, toprak taşlılığı ve toprakların faydalı su kapasitesi gibi edafik etmenlerin orman yetişme ortamı birimlerinin ayrılmasında en fazla etkili etmenler olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle belirtilen etmenler araştırma alanına ait orman yetişme ortamı birimlerinin ayırımında ayırım ölçütü olarak ele alınmışlardır. Araştırma alanı için yapılan iklim analizlerinde su açığı görülmesi nedeniyle orman yetişme ortamları su-hava ekonomisine göre ayrılmışlardır. Sonuç olarak araştırma alanında, 16 adet ekolojik toprak serisi ve yukarıda ayırım ölçütü olarak ele alındığı belirtilen etmenlerin en az bir tanesi bakımından farklılık gösteren 68 adet orman yetişme ortamı biriminin ayırımı yapılmış ve buna ilişkin harita düzenlenmiştir. Yapılan ayırma göre kuru, tazece, taze, nemli, kurak ve yan kurak olmak üzere araştırma alanının 6 ana orman yetişme ortamından oluştuğu ortaya konulmuştur.

Altun vd. (2007) çalışmalarında sarıçam, karaçam ve kızılçam ağaçlarının yetişme ortamı faktörlerinin bu ağaçların verimliliği üzerinde nasıl etkili olduğunu araştırmışlardır. Bu amaçla her bir ağaç türünün yayılış alanının büyüklüğü, bakı ve yükselti dikkate alınarak seçme örnekleme yöntemiyle toplam 50 adet örnek alınmıştır. Her bir örnek alanda enlem-boylam, bakı, yükselti, eğim vb. topografya özellikleri ve çap, boy, yaş ölçümleri yapılmıştır. Kızılçam verimliliğinin kum, toz, kil, organik madde ve faydalı su kapasitesi; Karaçamın verimliliğinin kum, toz, kil ve pH ve Sarıçamın verimliliğini ise organik madde, FSK ve P2O5 tarafından etkilendiği belirlenmiştir. Fizyografik değişkenlerle Murat Dağı yöresinde yayılış gösteren

Kızılçam, Karaçam ve Sarıçam meçerelerinin verimlilik endeksi arasında herhangi bir ilişki belirlenmemiştir.

Özkan ve Kuzugüdenli (2010) tarafından kızılçamın verimliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu çalışmada Isparta ili sütçüler yöresinde Kızılçamın boy gelişimi ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Araştırmada bağımsız değişkenler fizyografik, edafik, ve meşcere gelişimi şeklinde düzenlenmiştir. 3. ve 5. bonitet sınıfları da bağımlı değişken olarak değerlendirilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkiyi bulmak için bazı istatistik analizler uygulanmıştır. Diğer analizlerin içerisinde ayırım analiziyle yapılan değerlendirmede 5. bonitet sınıfına göre 3. bonitet sınıfı daha iyi sonuç vermiştir. Buna göre farklı ağaç türlerinde aynı tip bonitet sınıflandırılmasının anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır. Bu yüzden topografya, anakaya, iklim bağımsız değişkenler olarak orman yetişme ortamının ağaç türleri üzerindeki verim gücünü doğrudan etkilemektedir. Doğal ormanlık alanlarda ağaç türlerinin yayılışında etkili olan bu faktörlerin incelenmesiyle o alanların yetişme ortamına uygun ağaç türlerinin tespit edilebileceği anlaşılmaktadır. Buradan yola çıkarak bir ağaç türünün yoğunluk kazandığı alanlarda o ağaç türünün yüksek bonitete sahip olduğu hipotetik olarak belirtilebilir.

Karatepe vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada ise Batı Akdeniz'de farklı yetişme ortamı bölgelerinde kızılçam ormanlarının vejetasyon yapısındaki farklılıklar ekolojik olarak ele alınmıştır. Çalışma birbirinden farklı üç yetişme ortamı bölgeler grubunda 27 örnek alanda gerçekleştirilmiştir. Örnek alanlarda vejetasyon Braun-Blanquet yöntemi ile değerlendirilmiştir. Araştırmanın yapıldığı bu 3 farklı yetişme ortamı bölgeleri gruplarında, vejetasyonu oluşturan türler arasında çarpıcı farklar belirlenmiş, iklim karakteristiklerindeki değişim bu farklılığın nedeni olarak gösterilmiştir.

Şentürk vd. (2014) çalışmasında Aydınca yöresi (Amasya) ormanlarındaki saçlı meşe türünün dağılımı ile yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler ele almıştır. Bu yöreye ait sayısal yükseklik modelleri kullanılmış ve 453 örnek alandan 21 tane çevresel değişken verisi elde edilmiştir. Bu değişkenler ile sırasıyla lojistik regresyon analizi ve sınıflandırma ve regresyon ağacı teknikleri kullanılarak türün potansiyel dağılım alanları modellenmiştir. Araştırmanın neticesinde söz konusu yöredeki

yükselti farklılığın türün potansiyel dağılımına etki eden en önemli çevresel değişken olduğu ortaya koyulmuştur. Bu sonuca bağlı olarak türün potansiyel dağılım alanlarında özellikle yükseltiye bağlı olarak iklim özelliklerin de önemli etki ettiği fikri ortaya çıkmıştır.

Çelik ve Özkan (2015), Antalya Ovacık Dağı Yöresi'nde Kızılcım'ın gelişimi ve yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla, saf Kızılcım meşcerelerinden 70 adet örnek saha belirlenerek bir çalışma yapılmıştır. Örnek sahaların her birinde edafik ve fizyografik özellikler bunun yanı sıra bonitet endeksi belirlenmiştir. Örnek sahaların bonitet endeksi ile edafik ve fizyografik faktörler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi, faktör analizi ve regresyon ağacı yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, söz konusu ağacın boy gelişiminde en etkili değişkenler; sıcaklık indisi, boylam ve enlem olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla Kızılcım boy gelişiminde yetişme ortamı özelliklerden iklimin belirleyici rol oynadığı ortaya konmuştur.

Karataş ve Özkan (2017)'in Toros sediri ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak için ele aldığı çalışmasında Eskişehir, Afyonkarahisar ve Ankara illerinde birbirinden bakı, yükselti, yamaç konumu, eğim ve meşcere gelişimi açısından farklı 55 alanda örneklemeler yapılmış, örnek alanlar en az 15 ağacı kapsayacak büyüklükte seçilmiştir. Örnek alanların her birinde meşcere üst boyundaki bir ağaç kesilmiş ve toprak örnekleri alınmıştır. Bu toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri laboratuvar ortamında belirlenmiştir. Örnek alanlardaki ağaçların üst boy değerleri ile edafik, iklimik ve fizyografik faktörler arasındaki ilişkiler korelasyon, aşamalı regresyon ve regresyon ağacı yöntemleri ile değerlendirilmiş, boy gelişimi en iyi açıklayan regresyon ağacı tekniği olmuştur. Toros sedirinin boy gelişiminde daha fazla etkiye sahip olan yetişme ortamı özelliğinin ise iklim özellikleri olduğu belirlenmiştir.

1.5.2. Ormanların Yapısal Özellikleri İle Ekolojik Faktörler Arasındaki İlişkiler

Kantarcı (1985), Kızılcım ormanlarının yayılış gösterdiği sahalardaki iklim değerleri araştırıldığında, sıcaklık değerlerinin yağış değerlerine kıyasla daha önemli olduğu

ortaya çıkmaktadır. Yayılış sahasında Kızılçamın yükselti-iklim kuşaklarına göre beslenme-boylanma durumu üzerine yapılan çalışmada elde edilen ön neticeye göre yükseltiyle artan yağışın Kızılçamın gelişimi üzerinde pozitif etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Kızılçamın Akdeniz Bölgesinde 1200 m'ye kadar olan yayılış sahasında yıllık ortalama sıcaklığın 11.5°C'tan yüksek, dört yaz ayındaki ortalama sıcaklığın 20.5°C'tan yüksek, yılın en soğuk ayında (ocak) ortalama sıcaklığın ise 1.5°C'tan yüksek olduğu görülmektedir. Kızılçamın yatay yayılış alanının kuzey ucunda yer alan Karabük'te ise yıllık ortalama sıcaklık 13.9°C, dört yaz ayındaki ortalama sıcaklık 22.0°C, ocak ayında ise yıllık ortalama sıcaklık 3.6°C'dir.

Özkan (2004), çalışmasında Beyşehir Gölü Havzası'nda Karaçam (*Pinus nigra* Arnold)'ın yayılışı ile fizyografik yetişme ortamı etmenleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Nitelikler arası ilişki analizi, istatistiksel yöntemi kullanılmıştır. Nitelikler arası ilişki analizi sonucu, Karaçamın, Sultan Dağları Alt Bölgesinde traki-andezitlerden kaçındığı, arazi yüzünün engebeli olmadığı düz yerlerde yayılışının daha çok olduğu tespit edilmiştir. Dedegül Dağları Yetişme Ortamı Alt Bölgesi'nde, Karaçamın yayılışı ile pek derin topraklar, şist ve ofiyolit anakayaları arasında önemli pozitif; Gedikli Yetişme Ortamı Yöreler Grubu, 1121-1400 m yükselti grubu, çatlaklı kayalık arazi, pek sığ, sığ, orta derinlikteki topraklar ve kireçtaşı anakayasası arasında önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir.

Griffiths vd. (2009) tarafından Kuzey Amerika Oregon'da ki Cascade dağlarındaki ormanlık alanlarda yaptıkları bir çalışmada topografya (eğim, konum ve bakı)'nın yükselti ile birlikte, güneşlenme dönemindeki farklılaşmaların sıcaklık ve nem rejimlerinde farklılık göstermesinde önemli bir rol oynayarak mikro-iklimsel gelişmeleri etkilediği bildirilmiştir. Bu çalışmada artan yükselti ile birlikte, toprak nemi, ortalama yıllık yağış, toprak organik maddesi, kararsız C ve mineralleştirilebilir N, mikrobiyal aktiviteler, ekstrakte edilebilir amonyum ve denitrifikasyon potansiyellerini arttığı gözlemlenmiştir. Buna karşılık, biyokütle yoğunluğu, pH ve toprak sıcaklığı yüksek irtifalarda önemli ölçüde düşük çıkmıştır. Yükseltiye bağlı olarak toprak sıcaklığının azaldığı, bunun yanında azalan orman döküntü oranlarına, toprak organik madde ayrışma oranlarına ve N mineralizasyon oranlarına neden olduğu da belirtilmiştir. Bakının, yıllık ortalama sıcaklık ve yağış, toprak nemi ve

sıcaklığı, toprak organik maddesi, mineralleştirilebilir N, ekstrakte edilebilir amonyum, denitrifikasyon ve mikrobiyal aktiviteleri önemli ölçüde etkilediği gösterilmiştir.

Atalay ve Efe (2010) tarafından yapılan bir çalışmada Türkiye'deki orman ekosistemlerinin yapısal ve yayılışına bağlı özelliklerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Türkiye'nin çeşitli bitki örtüsü topluluklarının ve faunanın bulunduğu çok zengin ekosistem ve habitatlara sahip olduğu, bu zenginliğinde ülkenin coğrafi konumuna, farklı iklim bölgelerine, dağlık topoğrafik koşullara ve Pleistosen sırasında meydana gelen iklim değişikliklerine bağlanmıştır. Türkiye ormanlarının floristik kompozisyon, ormanların verimliliği ve iklim özellikleri açısından altı ana orman ekosistemine (Karadeniz bölgesi, Marmara geçiş bölgesi, Akdeniz bölgesi, Akdeniz geçiş bölgesi, İç ve Doğu Anadolu bölgesi, Güney anadolu bölgesi) ayrılabilceğini ortaya koymuşlardır. Türkiye'nin Karadeniz bölgesini ılıman-nemli ve soğuk-nemli iklimlerin hakim olduğu, 1000 m'ye kadar olan kıyı kuşağı boyunca ortalama yıllık sıcaklığın 14 ila 10 °C arasında, 1000-2000 m arasında ise ortalama sıcaklığın 10-6 C civarında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın araştırma sahasının da içinde bulunduğu bölgenin batı kısmının doğu kısmına göre daha az nemli ve yıllık ortalama yağışın 1.000 ila 1.500 mm arasında değiştiğini, tüm mevsimlerin yağışlı ancak mevsimlerdeki yağış miktarının değişken olduğunu da ayrıca belirtmişlerdir.

Özel vd. (2010), bu çalışmada Devrek-Akçasu yöresindeki karaçam ve sarıçam ağaçlandırma alanlarında, 1985-2006 yılları arasında ve iki farklı yükselti basamağında (420-720 m ve 720-1020 m) bir önceki yıl vejetasyon dönemine ait ortalama yüksek sıcaklık ve toplam yağış miktarının ağaçların bir yıl sonraki boy artımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma kapsamında yapılan korelasyon analizi sonucunda, birinci yükselti basamağında her iki türün boy artımı ve vejetasyon dönemi ortalama yüksek sıcaklık değişkeni arasında negatif bir ilişki tespit edilmiş, ikinci yükselti basamağında ise aynı değişkenler arasında pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, vejetasyon dönemi toplam yağış değişkeni ile türlerin ortalama boy artımı arasında her iki yükselti basamağında da pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre araştırma sahasında karaçamın, her iki

yükselti basamağında da sarıçama nazaran vejetasyon dönemindeki sıcaklık ve yağış değişkenlerinde meydana gelen değişimlere karşı daha duyarlı olduğu söylenebilir.

Atalay ve Efe (2012) tarafından Anadolu karaçamının [*Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana kuzu. (Holmboe)*] Türkiye'deki ekolojik özellikleri ve yayılışı incelenmiştir. Sonuç olarak, karaçamın Türkiye'de 6 ekolojik bölgesinin bulunduğu ve iklim, ana materyal, topografya, antropojenik faktörler, floristik kompozisyon, rekabetin karaçamın ülkedeki yayılışını belirleyen ekolojik faktörler olduğunu gösterilmiştir. Ancak yağış ve sıcaklık gibi iklim elemanlarının baskın faktörler olduğu ayrıca vurgulanmıştır. Her bölgenin karaçamın yetişmesini ve dağılımını etkileyen kendine has özelliklerinin olduğu, Türkiye'nin kuzey veya güney kıyı dağlarında denizlerden gelen nemli hava kütesini alan yarı nemli-yarı kurak alanlarda verimli karaçam ormanları bulunduğu belirtilmiştir. İç Anadolu'nun yarı kurak bölgelerinde karaçam, yarı kurak ve yarı nemli soğuk iklimlerde tüm derin yıpranmış anakaya materyallerinde yetişebildiği belirtilmiştir.

Candel Perez vd. (2012) tarafından İber yarımadasının bir bölgesinde bir arada yer alan *P. nigra*, *P. sylvestris* ve *P. pinaster* ormanlarında ağaçların uzun vadeli iklim değişikliğinden ne ölçüde olumsuz veya yararlı olarak etkilendiğini değerlendirmek için, bir arada bulunan bu üç çam türünde, farklı iklim koşulları altında, çap artımı değişkenliği, iklim büyüme ilişkileri ve kuraklık duyarlılıkları ve bunun yanında ise iklim-büyüme ilişkileri ve kuraklık duyarlılığının ormanın yaşı, yoğunluğu ve yükselti boyunca değişen toprak özellikleri tarafından ne ölçüde değiştirildiği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda alt yükseklik sınırında bulunan *P. nigra* meşcereleri, ortalama sıcaklık ile azalan büyüme eğilimleri arasındaki en önemli korelasyonu (negatif) göstermiştir. *P. nigra*'nın aksine, daha düşük rakımlarda bulunan *P. pinaster* popülasyonu, yağış ve potansiyel evaporasyon ilişkisinde daha yüksek ortalama büyüme ile yüksek korelasyonlar (pozitif) göstermiştir. Büyüme-iklim ilişkilerinin yanı sıra, toprak koşullarının ve meşcere yapısının (Göğüs yüzeyi çapı, yaş ve meşcere sıklığı) ağaç büyümesi ve iklim-büyüme tepkileri üzerinde önemli bir etkisinin de olduğu gösterilmiştir. Yaşlı *P. nigra* meşcereleri daha düşük ortalama büyüme gösterirken, orta yükselti kuşağında yer alan yaklaşık 130 yaşındaki seyreltilmiş meşcerelerin, kıştan bahara artan uygun sıcaklıklar ve daha yüksek toprak organik

madde içeriği ile pozitif büyüme eğilimleri göstermiştir. Düşük değerde toplam azot içeren topraklarda büyüyen *P. nigra* ve *P. sylvestris* ağaçlarının, yükselti artışıyla doğrusal bir tepki göstermesi beklenen kuraklık etkisinden daha fazla olumsuz etkilendiği görülmüştür. Özellikle daha alçak rakımlarda artan sıcaklıklar ve azalan yağış, *P. nigra*'nın kuraklık stresini ve büyümedeki düşüşünü daha da arttırdığı bulunmuştur.

Duran (2012) çalışmasında, Mersin ili orman alanlarının fizyografik özelliklere (eğim, bakı, yükseklik ve denize uzaklık) göre dağılımları incelenmiştir. Bu çalışmada ormanlar işletme sınıfına göre, verimli (normal koru) ve verimsiz (bozuk) ormanlar olarak ikiye ayrılmıştır. Fizyografik özelliklere göre verimli orman alanların daha çok eğimin arttığı, 500–1000 m yükselti kuşağında, kuzey bakılı yamaçlarda ve denizden 30 km ye kadar olan uzaklıklarda daha belirgin yayıldığı tespit edilmiştir. Verimsiz ormanlar ise genellikle verimli ormanların çevresinde ve diğer arazi kullanım sınıflarına geçiş sahalarında ortaya çıkmıştır. Verimsiz orman alanları, bütün eğim guruplarının güney bakılı yamaçlarında, daha çok 1000–1500 m yükselti kuşağında ve denizden 30–60 km mesafede daha geniş alanda yayıldığı belirlenmiştir. Orman alanları, arızalı arazi bölümlerinde daha verimli iken; güney bakılı yamaçlar ile aşınım düzlüklerinin bulunduğu yetişme ortamlarında, kurak şartlardan ve tahribattan dolayı verimsiz durumda olduğu bildirilmiştir.

Topaloğlu vd. (2013) araştırmasında yetişme ortamı faktörlerinden denizden yükseklik ve bakının Doğu Kayını'nın, odun-su ilişkileri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışma için Karadeniz Bölgesinde saf Doğu Kayını ormanlarının yoğun olduğu Batı Karadeniz Bölümünde yer alan Sinop Orman İşletme Müdürlüğü seçilmiştir. Deneme alanları 5 yükselti basamağı ve kuzey ve güney olmak üzere 2 bakı grubuna ayrılmış, İşletme müdürlüğü içerisinde 20 deneme sahası belirlenmiştir. Doğu Kayını odununun her bir yükselti basamağı ve bakı grubu için belirlenen odun özelliklerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve buna göre en düşük hacim yoğunluk ve lif doygunluk noktası rutubeti değerleri kuzey bakı birinci yükselti basamağında (0-200m), en yüksek değerler güney bakı üçüncü yükselti basamağında (400-600m) belirlenmiştir. Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, kuzey bakı üçüncü yükselti basamağında (400-600m) en düşük, güney bakı birinci yükselti

basamağında(0-200m) en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada araştırılan odun özellikleri üzerine bakının etkisi olmasına rağmen bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda daha çok denizden yüksekliğin etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda denizden yüksekliğin artması ile Doğu Kayını odununun hacim yoğunluk değeri, lif doygunluk noktası rutubeti, en yüksek su miktarı, daralma ve genişleme yüzdelerinin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği; bakı faktörünün ise liflere paralel daralma yüzdesi, radyal yönde ve hacimsel genişleme yüzdeleri üzerine etkisi olmadığı, diğer odun özellikleri üzerinde etkisi olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Hahm vd. (2014) tarafından farklı yetiştirme ortamı verimliliğine sahip ormanlık alanlarda anakaya jeokimyası ve orman verimliliği ölçümleri kullanılarak litoloji ve bitki örtüsü arasındaki bağlantılar araştırılmıştır. Araştırmada bitki temel besin maddelerinden önemli ve yardımcı elementler anakayanın jeokimyasal konsantrasyonuyla ilişkilendirilmiştir. Bitki örtüsü ve toprağı olmayan besin bakımından fakir alanlardaki aşınmanın, besin açısından zengin, toprak yapılı anakayalardan ortalama iki kat daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu, ana kaya jeokimyasının, birincil üretkenlik üzerinde içsel bir sınırlama ile arazi gelişimini etkileyebileceğini göstermektedir. Anakaya bileşimi ve yüzey aşınma işlemleri arasındaki bağlantılar, bitki örtüsünde görülebilen farklılıkları üretebilecek kadar güçlüdür ve dahası, bu etki iklim yükselti değişimlerinden kaynaklanan farklar kadar büyük olduğu belirtilmektedir. Hahm vd. (2014) ortaya koyduğu bu sonuçlar dağlık arazide bitki örtüsünün dağılımı ve çeşitliliği üzerindeki aşağıdan yukarıya litolojik kontrol ile tutarlı bulunmaktadır. Yine Hahm vd. (2014) tarafından anakayanın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin (litoloji) bitki örtüsü üzerinde olası kontrolleri aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır: (i) büyümeyi engelleyebilecek toksin konsantrasyonlar; (ii) regolitte gözeneklilik oluşumunu etkileyebilecek hızla hava alabilir mineral konsantrasyonlar; (iii) bitkide mevcut besinlerin ve suyun tutulmasını etkileyebilecek kil oluşturuucu primer mineral konsantrasyonlar; (iv) bitki büyümesini sınırlayabilen besin konsantrasyonları; ve (v) kökler için suya, besin maddelerine ve bağlantı noktalarına erişime neden olabilecek kırılma yoğunluğu. Bu özellikler, regolitin hidrolojisini veya kimyasını (veya her ikisini) etkiler ve bu nedenle de üstündeki bitki örtüsünün litolojik düzenlemesine katkıda bulunabilmektedir.

Polat vd. (2014) Mersin-Kadıncık Havzası'ndaki sedir ve karaçam türlerinin farklı yükselti kuşağı, bakı, anakaya ve farklı meşcere kuruluşlarındaki boy gelişmeleri değerlendirilerek yetiştirme ortamı etmenleri ile ilişkileri araştırılmıştır. Kuzboğazı Dere Havzası'nda sedir ve karaçamların üst boyu ile bakı, toprakların bir m³ hacimdeki değerlerinden kum miktarı, ince toprak miktarı, iskelet hacmi, organik karbon ve tüm azot miktarları arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde deniz etkisine açık, 1500-2000 m yükseltiler arasında bulunan, eğimin > % 40 olduğu, dolomitik kireç taşı ve kalkışist anakayalarından oluşmuş topraklarda yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında, kuzey bakılarda karaçam, güney bakılarda sedirin tercih edilmesi önerilmektedir.

Güner vd. (2016), ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri tespit etmek için yapılmıştır. Bu maksatla farklı bakı, yükselti, yamaç konumu, eğim ve bonitet sınıfından toplam 118 alandan örnekleme yapılmıştır. Örnek alanlardaki ağaçların üst boy değerleri ile anakaya, toprak, iklim ve fizyografik faktörler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi, aşamalı regresyon analizi ve regresyon ağacı yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Karaçam ağaçlandırmalarının boy gelişimi aşamalı regresyon analiziyle % 34,7 ve regresyon ağacı yöntemi ile % 54,4 oranında açıklanmıştır.

Lozano-García vd. (2016) tarafından Güney İspanya'da yapılan bir çalışmada topografik bakı ve orman vejetasyonun toprak organik karbon ve toplam azot miktarı üzerine olan değişimi farklı bakılara dağıtılmış 90 örnek alan üzerinden 25'er cm'lik üç derinlikte incelenmiştir. İncelenen tüm topraklarda toprak organik karbon miktarının derinlikle birlikte azaldığı, ama üst toprağın toplam toprak organik karbon miktarının % 59'unu içerdiğine dikkat çekilmiştir. Toprak organik karbon miktarı ve toplam azot miktarının, Güney ve Batı yönlerine kıyasla Kuzey ve Doğu yönlerinde daha yüksek değerlerde ortaya çıktığı bildirilerek, aradaki farkın oluşması topografik bakının etkisi olarak gösterilmiştir. Bu sonuç araştırmacılar tarafından, toprak nemini ve sıcaklık rejimlerini etkileyen güneşlenme miktarı ile ayrıca ilişkilendirilmiştir.

Coşkun ve Coşkun (2017) çalışmasında Karabük-Safranbolu havzasındaki maki bitki örtüsünün dağılımına yönelik yaptığı çalışmasında bölgenin farklı iklim

sınıflandırmalarını yaparak, iklim tipini belirlemiş ve buna bağlı olarak bitki örtüsünün dağılımını açıklamıştır. Araştırma sahasının kıyıda yaklaşık 110 km uzaklıkta olmasına rağmen alanda 10 farklı maki bileşeninin yaygın olarak yayıldığı tespit edilmiştir. Orman yangınları ve insan tahribatının sonrasında alçak rakımlarda maki alanlarının arttığı tespit edilmiştir.

Coşkun (2020) çalışmasında Karabük çevresindeki ormanlık sahalarda iklim, toprak faktörleri gibi değişkenleri göz önünde bulundurarak bitkilerin yetiştirme ortamı ve koşullarını değerlendirip ekolojik sınıflandırma yapmıştır. Çalışmada vejetasyon ekolojisini etkileyen faktörler detaylı olarak ele alınarak, çalışma sahasına ait iklim, topografya, ana materyal ve toprak verileri ışığında üç ekolojik bölge oluşturulmuştur. Bu bölgelerin iklim ve topografya kontrolü altında vejetasyon bileşeni incelenmiştir. Burada sunulan tez araştırma sahası Coşkun (2020)'in bu çalışmasında tespit edilen birinci bölge Karadeniz zonobiyom (Karadeniz Kıyı Dağları Bölgesi) nemli ılıman ve nemli soğuk bitki topluluklarının yayılış sahasında kalmaktadır. Karadeniz zonobiyom sahası nemli ılıman geniş yapraklılar ormanı ile temsil edildiği bildirilmektedir. Bu orman sahası ortalama 600 m ile 1300 m arasında yayılış göstererek, saha da doğu kayını (*Fagus orientalis*) (600-1600 m), ıhlamur (*Tilia tomentosa*) (600-1300 m), adi gürgen (*Carpinus betulus*) (650- 1400 m), doğu gürgeni (*Carpinus orientalis*) (650-1400 m), adi dişbudak (*Fraxinus excelsior*) (650-1300 m), Istranca meşesi (*Quercus hartwissiana*) (800-1350 m), sapsız meşe (*Quercus petraea*) (600-1350 m) gibi türlerin yayılışı bildirilmiştir. Karadeniz zonobiyom sahasında temsil eden diğer bir orman varlığı nemli-yarı nemli soğuk iğne yapraklılar ormanı olduğu ayrıca belirtilmiştir. Bu orman sahasının Karadeniz dağ kuşağında görülen ağaç türlerinden ladin dışındaki Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana*) (ortalama 800-1900 m), sarıçam (*Pinus sylvestris*) (ortalama 1300-1900 m), karaçam (*Pinus nigra*) (800-1600 m) tüm türleri içinde barındırdığı ayrıca belirtilmiştir. Aynı çalışmanın araştırma alanında tespit edilen ikinci ekolojik bitki coğrafyası bölgesi Akdeniz zonobiyom (Karadeniz ardı oluklar bölgesi) sahasıdır. Bu bitki vejetasyon sınıfının Karadeniz ardı kurakçıl orman bölümü olarak adlandırılmış ve Safranbolu-Karabük-Yenice (Yellikaya tüneline kadar) depresyonunda yoğun olarak kızılçam ve maki elemanları kapsadığı anlaşılmıştır.

1.5.3. Orman İşletmeciliğinde Ekolojinin Önemi

Çepel (1976), çalışmasında çok çeşitli fizyografik, edafik ve iklimik koşullarda yaşamını sürdürebilen ve dünya üzerinde yatay yayılışı geniş olan sarıçamın büyümesi ve yetiştirme faktörleri arasındaki ilişkileri kantitatif olarak ortaya çıkarabilmek amacıyla bir araştırma yapmıştır. Yapılan çalışmada eğim derecesi ile bonitet arasında sıkı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Eğimin %1-17 arasında olduğu yamaçlarda I. Bonitetteki meşcerelerin yayılış oranı %75 bulunmuştur. Sarıçam boy artımı ve çevre faktörleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için yapılan basit korelasyon analizinde yamacın üst kenarından olan uzaklığın da bonitet artımı üzerinde baskın etkisi olan bir faktör olduğu görülmüştür.

Asan (1987), Entansif ve ekonomik orman işletmeciliği, benzer yetiştirme ortamında mevcudiyet gösteren çeşitli ağaç türlerinin o yetiştirme ortamındaki verim güçlerinin her ağaç türü için ayrı olarak bilinmesini icap ettirmektedir. Bonitet tabloları, yetiştirme ortamı değişkenleri ölçüt alınarak veyahut , yaş veya çapın bir fonksiyonu halinde hacim, hacim artımı, çap veya boy gibi farklı meşcere niteliklerinden faydalanılarak yapılmaktadır. Standart yaştaki üst boy ölçüt alınarak yapılan bonitet tablolarında gösterge eğrileri anamorfik (harmonize edilmiş eğriler) veya polimorfik (değişik biçimli) metotlardan biriyle oluşturulmaktadır. Her iki metodun da dayandıkları temel ilkeler açısından sakıncalı tarafları bulunmaktadır.

Eler (2002), Bonitet, bir yerin ürün ve hizmet üretim gücü olarak tanımlanır. Bir alanın hem aktüel hem de potansiyel verim gücü vardır. Uygulamada, çeşitli kriterlere göre belirlenen, aktüel bonitetdir. Aktüel durum, gerçek verim potansiyelini göstermekten uzak kalabilir. Var olan meşcere, çeşitli etkenlerden olumsuz yönde etkilenmiş olabilir. Bonitet kavramı, bonitet göstergeleri ve indeksleri, verimli meşcereler için tespit edilmiş, kabul edilmiş bulunmaktadır. Fakat, bozuk meşcereler ve açıklık alanların bonitetlendirilmesinde, konu açıklığa kavuşturulamamıştır. Özellikle, kızılçam ağaçlandırma alanlarında, olumsuz tablolar gözlenmektedir. Bu durumun, bonitet uyumsuzluğundan kaynaklanabileceği düşünülebilir.

Günlü vd. (2006), çalışmasında Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Genya Dağı bölgesinde yayılış gösteren saf Doğu Ladini meşcerelerinde bonitet endeksi ile bazı edafik ve fizyografik özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenebilmesi için yapılmıştır. Bu maksatla sahada saf olarak yayılış gösteren Doğu Ladini meşcerelerinden 50 adet deneme alanı seçilmiş, her bir deneme alanına ilişkin fizyografik ve edafik özellikler tespit edilmiştir. Toprağa ilişkin özelliklerin belirlenebilmesi için toprak profilleri açılmış ve örnekler alınmıştır. Bunun yanısıra her bir deneme alanında meşcerelerin bonitet endeksi tespit edilmiş, meşcere bonitet endeksi ile edafik ve fizyografik faktörler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile sorgulanmıştır. Toprak ve hava neminin yüksek olması şartıyla, doğu ladinin boy gelişimi; eğim, fizyolojik ve mutlak toprak derinliği, Ah ve B horizonlarındaki kil ve kum miktarları tarafından etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Göl vd. (2008), çalışması Eskişehir Türkmen Dağı, Evkondu Tepe bölgesinde doğu kayının yetişme ortamı özellikleri ile toprak ve ölü örtü arasındaki ilişkileri belirlemek, ülkemizin geniş yapraklı ağaç türleri içerisinde bulunan ve odununun ekonomik değeri yüksek olan doğu kayınının yetişme ortamı koşulları ortaya konularak uygulamacılara katkı sağlanması amacıyla yapılmıştır. Araştırma sahasında doğu kayını ve karışık ormanlarında yükselti basamaklarına ve arazi yapısına bağlı kalarak 7 adet örnek alan belirenmiş ve bu alanlardan toprak ve ölü örtü örneklerinden alınan materyalden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda doğu kayını meşceresi altında bulunan en yüksek ve en düşük ölü örtü miktarı, organik madde ve toplam azot değerleri, toprak yapısı hakkında bilgilere ulaşılmıştır.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM)'in Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar (OGM, 2017)'da ana orman fonksiyonları ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel olarak üçe ayrılmaktadır. Bu ana fonksiyonlar altında Eraslan (1982)'a göre aşağıda gösterilen on adet genel orman fonksiyonu belirlenmiştir. Bunlar; orman ürünleri üretim fonksiyonu, doğayı koruma fonksiyonu, erozyonu önleme fonksiyonu, iklim koruma fonksiyonu, hidrolojik fonksiyon, toplum sağlığı fonksiyonu, estetik fonksiyon, ekoturizm ve rekreasyon fonksiyonu, ulusal savunma fonksiyonu ve bilimsel fonksiyondur. Bu yönetmeliğe

göre fonksiyonel planlamada orman fonksiyonlarının belirlenmesi önemlidir. Bu sebeple orman fonksiyonlarının gruplandırılması ne şekilde olursa olsun, fonksiyonel alanların ayrılmasında nihai hedef, bu alanların ayrı birer işletme sınıfı olarak değerlendirilmesine dayanmaktadır. Yönetmeliğin ana çatısını oluşturan “Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlama” yaklaşımının temel felsefesi bu değerlendirme içinde saklı olduğu için fonksiyonel alanların isabetli ayrımı hem işletme amaçları ve koruma hedefleri hem de buna bağlı olarak şekillenecek işletme sınıfı ayrımı açısından son derece önemlidir. Yönetmelikte, ormanın çeşitli fonksiyonlarını bir araya getirirken yetişme ortamı şartlarını, ormanın bugünkü ve gelecekteki kuruluşunu, toplumun bugünkü ve gelecekteki ihtiyaçlarını göz önünde tutmak, ortaya çıkacak fonksiyon ve amaç uyumsuzluklarını ve çelişkilerini gidermek, işletme tekniğinde yapılacak kısıtlamaları belirlemek gerektiğinden bahsedilmiştir. Orman fonksiyonu ile işletme amacı ve koruma hedefleri arasında sıkı bir ilişki vardır.

Yetişme ortamı şartları ve ulusal ormancılık amaçlarına göre işletme amaçları ve koruma hedefleri belirlendikten sonra işletme sınıflarının ayrımı gerçekleştirilmektedir. Doğal, bilimsel, estetik, biyolojik, ekolojik, jeolojik, tarihî, kültürel ve ender bulunma özelliklerinden dolayı değerli olan orman alanları ile yetişme ortamı şartlarındaki olumsuzluklar sebebi ile yapısı bozulmuş orman alanları koruma altına alınır. Bonitet, yetişme ortamının verim yeteneğini oluşturan iklim, coğrafi konum ve toprağın tüm özelliklerinin toplamı olup yetişme ortamı faktörlerine göre tanımlanabilir.

Keten (2019) tarafından Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında kızılçam ormanlarının verimliliği ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkilerin ortaya konulmasının amaçlandığı bir yüksek lisans tez çalışması tamamlanmıştır. Bu kapsamda insan baskısından uzak ve farklı yükseltilerde tespit edilen 51 adet doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcere alanlarında envanter çalışması yapılmıştır. Çalışmada her meşcere de 3 farklı plus ağaç (bonitet ağacı) seçilerek yaş ve boy ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 75 yaşa göre bonitet endeks değerleri hesaplanmıştır. Ardından kızılçamın verimlilik-çevre ilişkilerini ortaya koyabilmek için Pearson ve Spearman korelasyon analizleri uygulanmıştır. Model olarak aşamalı çoklu regresyon analizi, logistik regresyon analizi ve regresyon ağacı tekniği ile 3

farklı model elde edilmiştir. Ayrıca kızılçam türünün verimliliği için gösterge olabilecek bitki türlerini belirlemek amacıyla spearman korelasyon analizi uygulanmıştır. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre kum, alt yamaç ve düz arazi değişkenleri, logistik regresyon analizi sonuçlarına göre iskelet içeriği, alt yamaç, düz arazi, çakıltaşı değişkenleri ve regresyon ağacı tekniği sonucunda ise kum, düz arazi ve alt yamaç değişkenleri kızılçamın verimliliğini yapılandıran değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Tüm analizlerden elde edilen ortak sonuç, yörede kum değerlerinin %40'tan düşük, düz arazi yüzey formuna sahip ve alt yamaç arazilerin türün verimliliğine en uygun alanlar olduğudur.

1.5.4.Ekoloji Çalışmalarında CBS'nin Yeri ve Önemi

Ercanlı vd. (2008) tarafından Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ormanlarının verimliliğini etkileyen faktörler üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada 90 örnek parselden elde edilen verilere dayanılarak, topografik, edafik, toprak besinleri, iklimsel alt gruplar ve entegre tüm faktörler kullanılarak çoklu regresyon modelleri geliştirilmiştir. Yetiştirme ortamı faktörlerine ait farklı alt grupları içindeki tüm ekolojik değişkenlerle entegre edilen bir model, en iyi istatistiksel sonuçları sağlamıştır ve bu model, endeks varyasyonunun % 77'sini açıklamaktadır. Diğer yandan bu çalışmada ayrıca topografik, edafik, toprak besinleri ve iklimsel alt grup modelleri, ayrı ayrı analize sokulmuştur. Sonuçlar, entegre modelin her bir ekolojik değişken için ayrı ayrı geliştirilen modellerden daha başarılı olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, entegre model 12 farklı değişken içeriyordu ve bu nedenle bu model değişkenlerinden bazılarının değerlendirilmesi, örn. Toprağın element içeriği, potansiyel olarak zahmetli toprak analizleri ve maliyetli uygulamalar gerektirdiği bildirilmiştir. Bu nedenle, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile doğrudan sayısal haritalardan değerlendirilebilen yalnızca üç değişkenli topografik modelin geniş alanlara kolaylıkla uygulanabildiği için daha umut verici ve kullanışlı olduğu bildirilmiştir.

Minder ve vd. (2010), Engebeli arazideki sıcaklık dağılımını, özellikle sıcaklık ve yükseklik arasındaki ilişkiyi ölçmek, yağışların nerede yağmur veya kar olarak düştüğünü ayırt etmek, akarsu akışını ve ekosistem dağılımlarını doğru bir şekilde modellemek ve kar yığını ve buzul hacmindeki eğilimleri anlamak için önemlidir.

Bununla birlikte, dağlardaki uzun yıllara dayalı yüzey sıcaklık ölçümlerinin seyrekliği, don çukuru ve terselmeler gibi yerel faktörlerin etkileriyle birleştiğinde, yukarıda sayılan ölçümlerin alınmasını zorlaştırmaktadır. Dağlık arazide meydana gelen yüzey sıcaklığı modellerini iyi karakterize etmek için yüksek zamansal çözünürlüğe sahip yoğun meteorolojik istasyon ağları gereklidir. Bu tür gözlemler nadiren mevcut olduğundan, yüzey sıcaklığı ve yükselti arasındaki ilişkiler, istasyon verilerinin enterpolasyonuna yardımcı olmak için raster haritalamalar sıklıkla kullanılır. Raster analizler için, yüzey sıcaklıklarının, zamansal olarak sabit ve mekânsal olarak tekdüze bir lapse rate oranına göre, genellikle yükselme ile doğrusal olarak azaldığı varsayılır. Lapse rate oranları ve genel olarak dağlık alan sıcaklık modelleri üzerindeki kontrollerin daha iyi anlaşılması, iklimsel sıcaklık analizlerinin daha da iyileştirilmesi ve mevcut ve gelecekteki dağ iklimlerinin anlaşılması için önemli olacaktır.

Güngöroğlu (2011)'e göre CBS mekânsal verileri sayısal tespit edebilme ve üzerinde çalışılabilme, kaydedilebilme ve yeniden düzenleyebilme, modelleyebilme, analiz edebilme ve bunları alfa nümerik ya da grafik olarak sunabilme teknik ve yöntemlerine sahiptir. Bu özellik ekolojik çalışmalarda karmaşık-kompleks biçimde yer alan fenomenal yapı ve mekânsal ilişkilerin objektif ve ölçülebilir bir düzeye dönüştürülmesi bakımından büyük bir önem taşımaktadır. Türler ve onların yaşam alanlarının haritalanmasında türlerin yaşam alanı istekleriyle iklim, toprak, jeoloji, topografya vb. biyo-coğrafik özellikler arasında istatistiksel ilişkiye dayalı çıkarımlar yapılmaktadır. Mekânsal çıkarıma dayalı bu istatistiksel ilişkiler türlerin potansiyel yayılış alanları veya yaşam alanı uygunluğu olarak haritalanmaktadır. CBS ile biyo-coğrafik özelliklerin haritalanması ve bunlardan yeni özellikli haritaların çıkartılması (topografik nem endeksi, güneşlenme radyasyon endeksi, arazi pozisyon endeksi, toprak yüzeyi sıcaklığı vb.) bu çalışmaların önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Demircan vd. (2013), Türkiye için belirli yıllar arasındaki ortalama sıcaklık normallerinin yüksek çözünürlüklü grid veri setini üretmek için CBS tabanlı bir yöntem geliştirilmiştir. Yükseklik ve Lapse Rate değeri , 1 km çözünürlükteki grid noktalarının sıcaklık tahmincileri olarak kullanılmıştır. Çalışmasında, Türkiye genelinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 246 meteoroloji istasyonunda ölçülen yıllık ortalama sıcaklık değerleri, mekânsal dağılım, görselleştirilme ve

enterpolasyonda kullanılmıştır. Ortalama sıcaklık normalleri, 1981-2010 uzun dönem sıcaklık veri setinden elde edilmiştir. Yükseklik verileri ise CBS ile sayısal yükseklik modelinden (SYM) elde edilmiştir. 246 meteoroloji istasyonundan, 188 istasyonun sıcaklık verileri seçilerek ve çalışma sırasında kullanılmıştır. 58 istasyon ise doğrulama için ayrılmıştır. Yıllık ortalama sıcaklık (58 istasyon) gözlemleri ve tahmin edilen sıcaklık değerleri için maksimum minimum ve ortalama hatalar bulunmuştur.

Şahin (2014), çalışmasında Uludağ'da, iklim elemanları ile birlikte yeryüzü şekillerinden yükselti ve bakı faktörlerinin bitkilerin yayılışında etkisi ortaya koyulmuş daha sonra ormanlardan faydalanmanın düzenlenmesinin özellikle yükselti kuşakları ile ilişkisi irdelenerek planlamanın nasıl olması gerektiği tartışılmıştır. Orman İşletme Şefliklerinin orman amenajman planlarından faydalanılarak çalışma sahasının meşcere haritası oluşturulmuş ve bu harita, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programları kullanılarak poligona dönüştürülmüş 1/25000 ölçekli E00 eş yükselti eğrileri ile karşılaştırılarak her 100 m'lik yükseklik basamağında kalan meşcere tiplerinin alanları CBS programı yardımıyla belirlenmiş ve analiz edilmiştir. Orman kaynaklarının planlamasında, ağaç türlerinin dikey yayılışına etki eden en önemli faktörlerin başında, yükseltiye de bağlı olarak, iklim elemanlarının farklılaşması gelmektedir.

Güngöroğlu vd. (2018) tarafından araştırma sahasının Eğriova Orman İşletme Şefliği'nde Natura 2000 habitat tiplerinin CBS ile belirlenmesine yönelik bir proje yürütülmüştür. Bu projede yapılan çalışmalara EUNIS kodları sınıflandırmasına uygun olarak dokuz adet orman habitat tipi belirlenmiştir. Çalışmada tespit edilen habitat tipleri, sahada bulunan ormanların meşcere yapısal özellikleri ve orman vejetasyon tiplerinin EUNIS kodlarına uygun Natura 2000 habitat tiplerine atanması temelinde gerçekleştirilmiştir. Onların yaptığı bu çalışmada en geniş orman habitat tipi ormanlık alanların % 41,33'ünü kapsayan 94x1 kodlu Karadeniz Bölgesinin dağlık göknar ormanları (Montane Abies forests of the Black Sea region) gelmiştir. Daha sonrasında ise içinde karaçam ve sarıçam ormanlarının yer aldığı öksin yayılışlı dağlık çam ormanları (Montane Pinus forests with Euxine distribution) % 22,45 örtme alanı ile ikinci sırada yer almıştır. Eğriova'daki orman vejetasyonu temel olarak dağlık ve suböksin habitatlarla temsil edildiği belirtilmiştir.

BÖLÜM 2

ORMANLARIN YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ ve SINIFLARI

2.1. YETİŞME ORTAMI FAKTÖRLERİ

Araştırma sahası yetişme ortamı faktörleri iklim, topoğrafya, toprak, anakaya gibi ana başlıklara ayrılmış ve bu ana başlıklar alt başlıklara ayrılarak inceleme yapılmıştır.

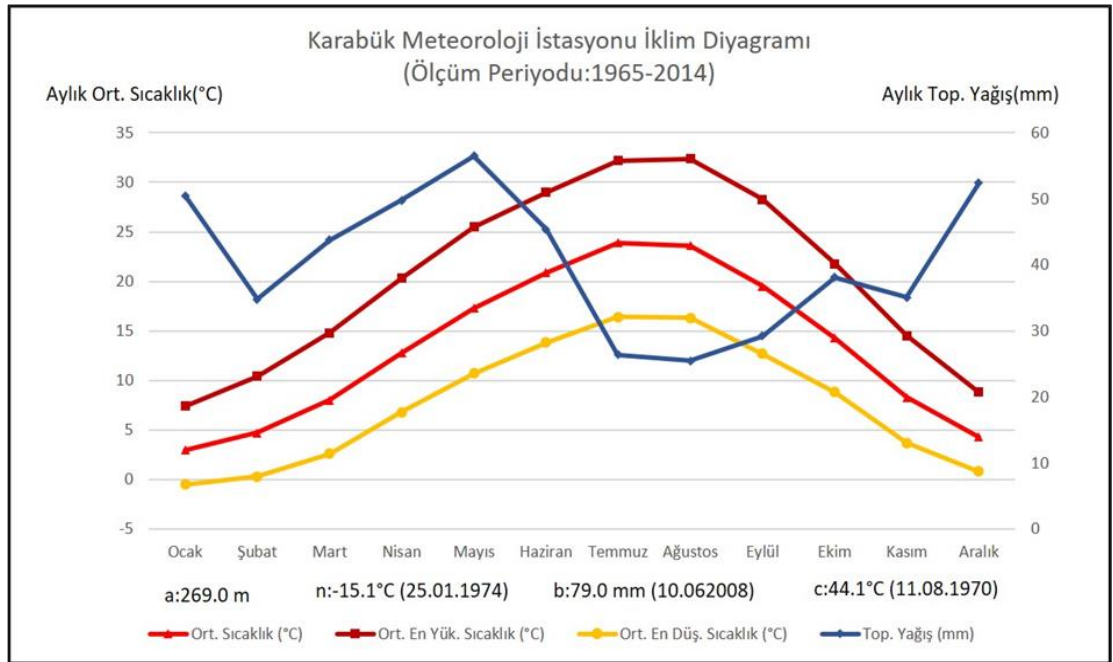
2.1.1. İklim Özellikleri

Sahaya ait iklimsel özellikler iklim diyagramları ve haritalar oluşturularak alt başlıklar halinde sunulmuştur.

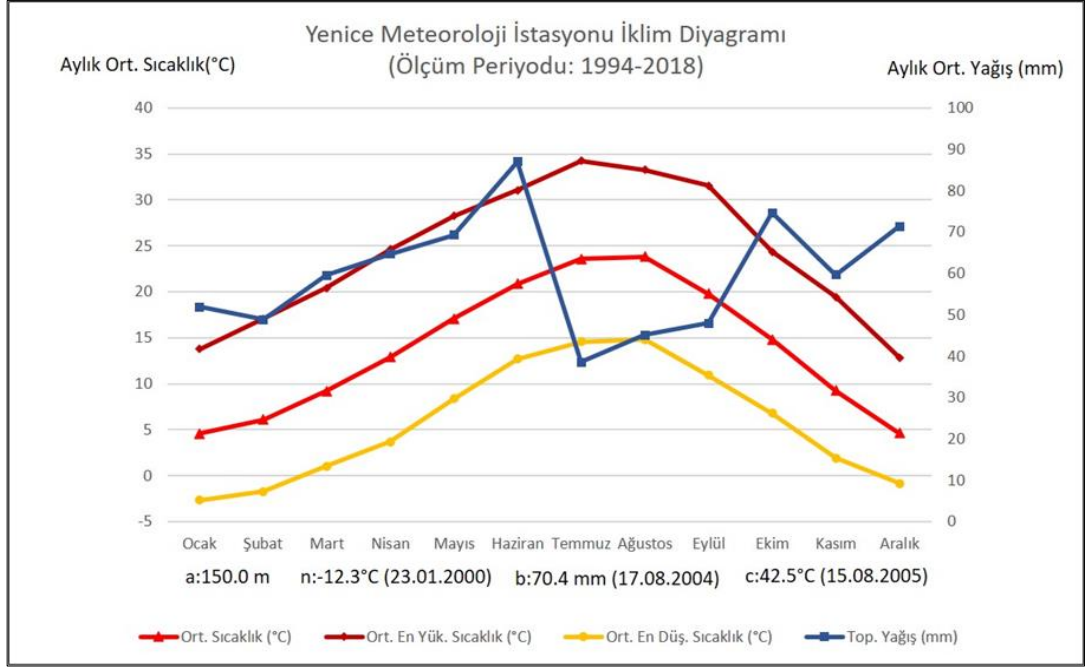
2.1.1.1. İklim Diyagramları

Sahaya en yakın mesafedeki Karabük, Yenice, Eskipazar ve Baklabostan meteorolojik istasyonlarının diyagramları aşağıda çıkarılmıştır. İklim diyagramlarına ilk bakışta su açığı bulunan ayların genelde Haziran – Ekim arasında yoğunlaştığı görülmekle birlikte sıcaklık ve yağış miktarlarında farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır. Ortalama yağışın en düşük olduğu istasyonun sırasıyla Eskipazar (Şekil 2.3), Karabük (Şekil 2.1), Yenice (Şekil 2.2) ve Baklabostan (Şekil 2.4) olduğu, buna karşılık ortalama sıcaklığın en düşük olduğu istasyonların sırasıyla Baklabostan, Eskipazar, Karabük ve Yenice olduğu anlaşılmaktadır. Baklabostan istasyonu 860 m. ile bunların arasında en fazla yükseltiye sahip iken ikinci sırada Eskipazar, sonrasında ise Karabük ve Yenice istasyonları gelmektedir. Yenice ve Baklabostan istasyonları Karadeniz kıyısına en yakın istasyonlar olarak, sahip oldukları yağış miktarları ile dikkat çekmektedir. Yenice istasyonunun bulunduğu Filyos Çayı Havzası'nın Karadeniz'e açılması sayesinde sıcak ve nemli havanın etkisi altında kaldığı görülmektedir.

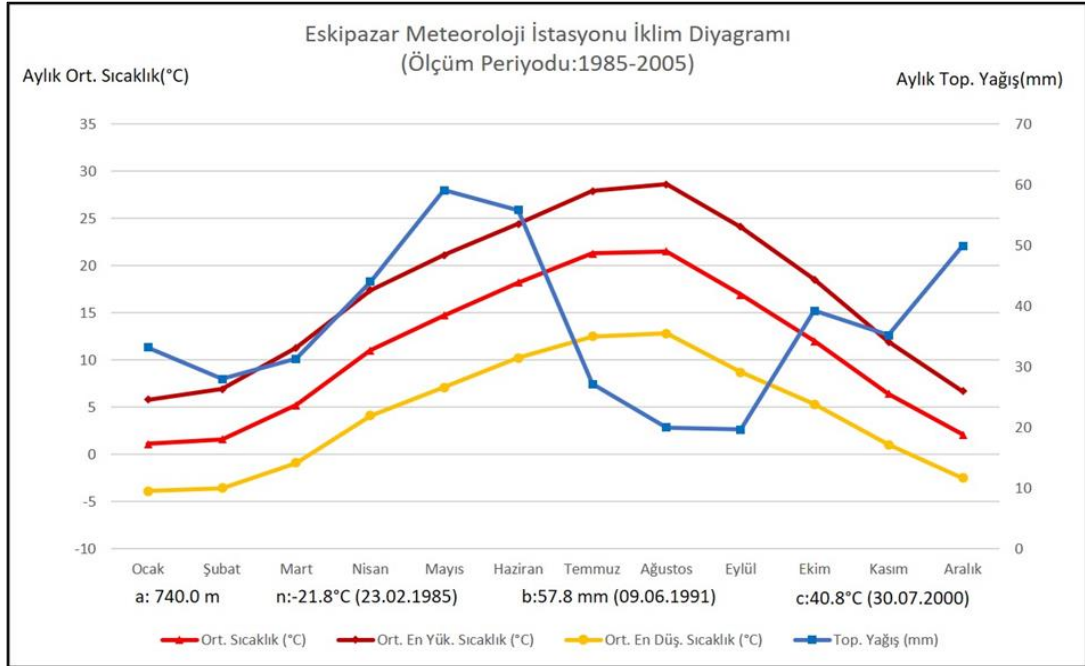
Baklabostan istasyonu Karabük'ün hemen kuzeyinde, bulunduğu yükselti özelliği ve Karadeniz nemli hava kütlelerinin biriktiği bir havzada yüksek yağış ve düşük sıcaklığa maruz kaldığı anlaşılmaktadır. Eskipazar istasyonun özellikle İç Anadolu Bölgesi'nin kurak ve soğuk hava akımlarına daha çok maruz kaldığı, Karabük istasyonunun ise Araç Çayı'nın ekseninde uzanan tektonik çöküntü alanında kalarak, sıcak ve kurak hava akımlarının daha çok etkisinde olduğu söylenebilmektedir.



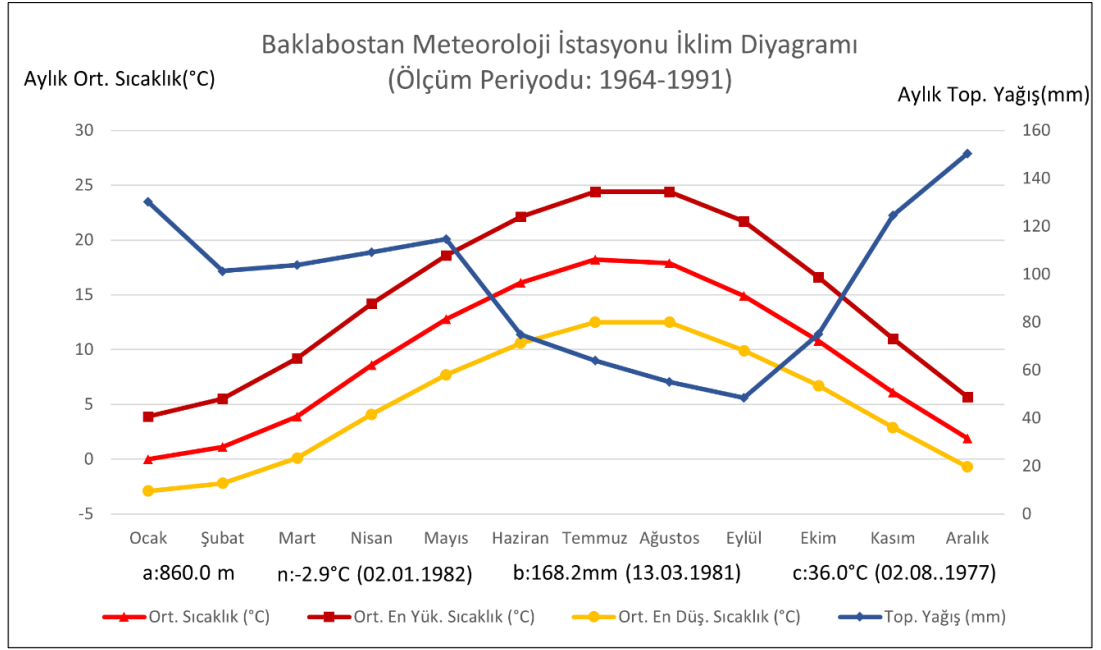
Şekil 2.1. Karabük meteoroloji istasyonu iklim diyagramı (a: istasyonun rakımı b: aylık maksimum yağış c: aylık maksimum sıcaklık n: aylık minimum sıcaklık).



Şekil 2.2. Yenice meteoroloji istasyonu iklim diyagramı (a: istasyonun rakımı b: aylık maksimum yağış c: aylık maksimum sıcaklık n: aylık minimum sıcaklık).



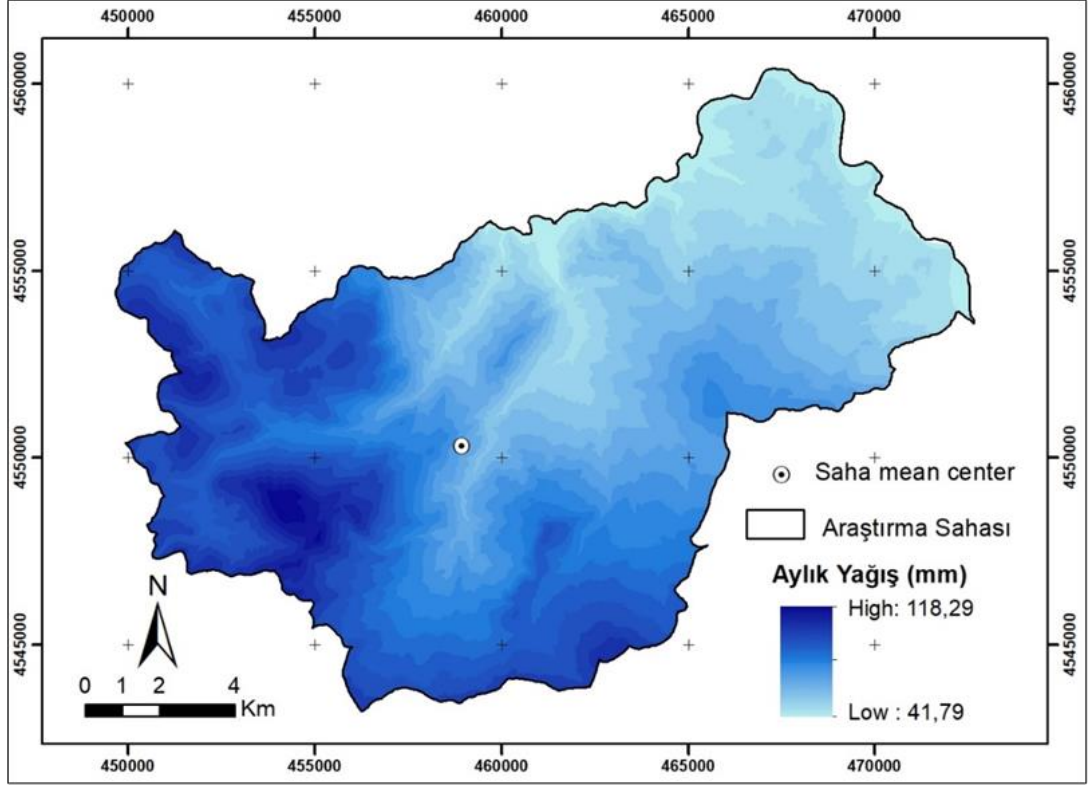
Şekil 2.3. Eskipazar meteoroloji istasyonu iklim diyagramı (a: İstasyonun rakımı b: aylık maksimum yağış c: Aylık maksimum sıcaklık n: Aylık minimum sıcaklık).



Şekil 2.4. Baklabostan meteoroloji istasyonu iklim diyagramı (a: İstasyonun rakımı b: aylık maksimum yağış c: Aylık maksimum sıcaklık n: Aylık minimum sıcaklık).

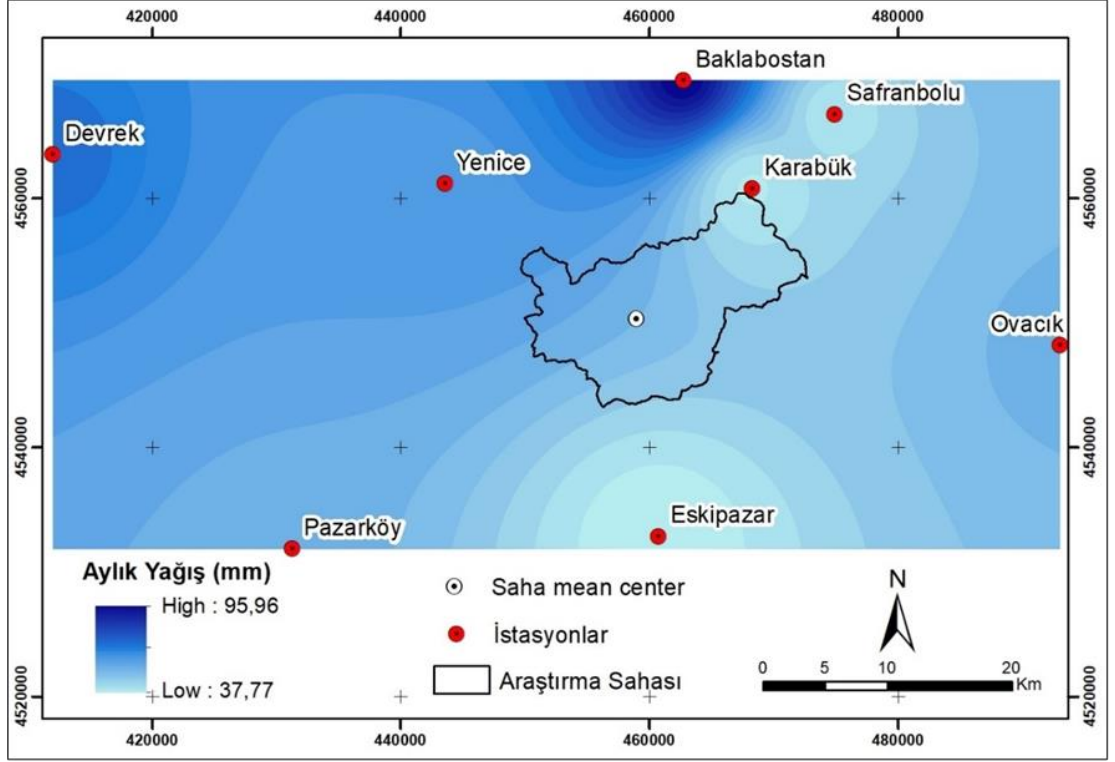
2.1.1.2. Yağış Miktarlarının Dağılımı

Schreiber formülü ve mean center uygulamasına dayalı geliştirilen çalışmanın saha genelindeki yağış miktarlarının değişimini gösterir harita Şekil 2.5' te verilmiştir.

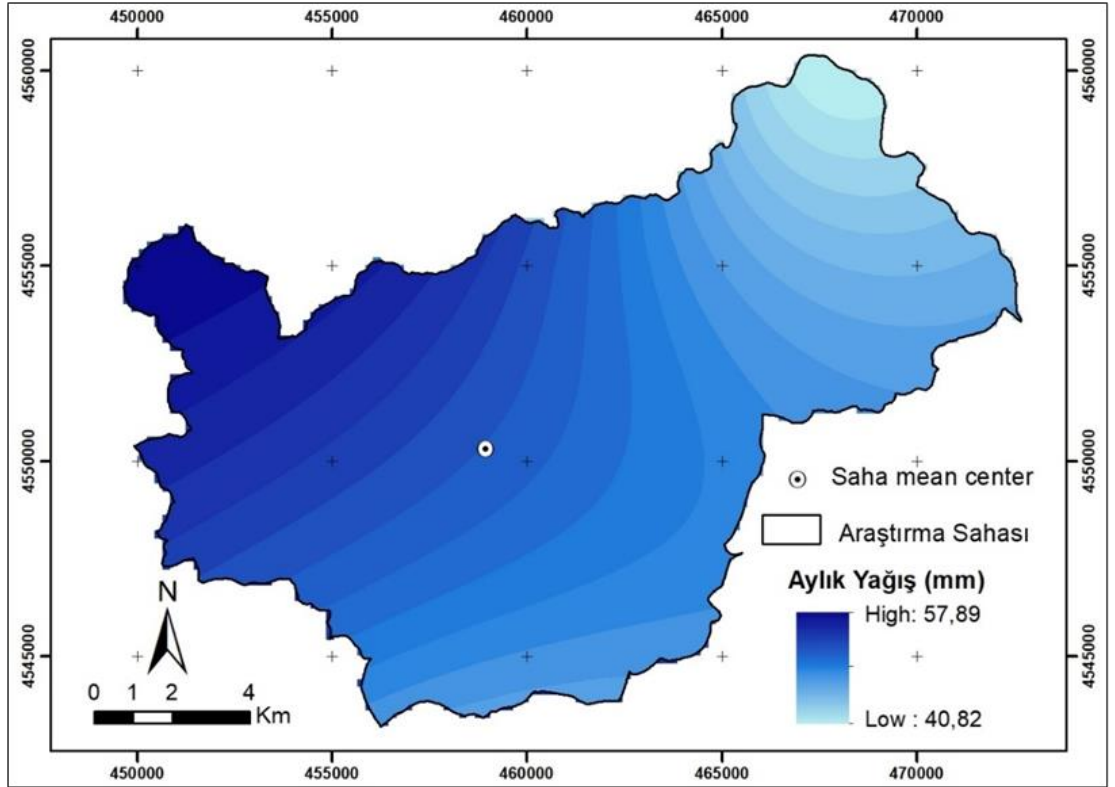


Şekil 2.5. Yağışın araştırma sahasında Schreiber formülü ve mean center uygulamasına göre dağılımı.

Yapılan bu çalışmayla civarda bulunan her bir istasyonun, sahaya olan mesafesine bağlı ortaya çıkan ağırlığı oranında yağış miktarlarının sahanın yükselti basamakları üzerindeki etkenliği bulunmaya çalışılmıştır. Bu yağış haritalaması yanında IDW yöntemine göre ayrı bir yağış haritalanması tüm istasyonları kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.6). Bu haritadan araştırma sahasının içerisinde kalan IDW yağış miktarları (Şekil 2.7) ile Schreiber formülünün mean center uygulamasına göre oluşturulan yağış miktarları arasında büyük bir farkın olduğu görülmüştür.

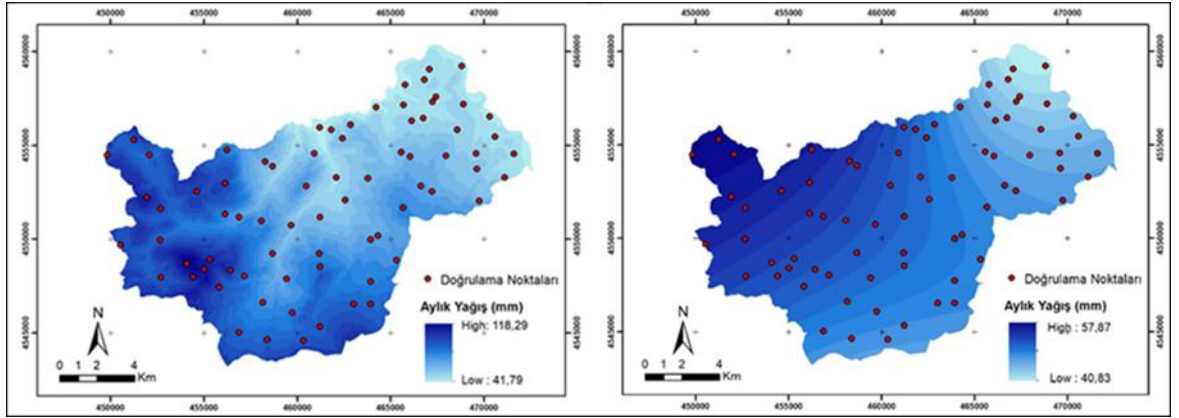


Şekil 2.6. İstasyonlardaki aylık yağış ortalamasının IDW ile dağılımını gösterir harita.



Şekil 2.7. Aylık yağışın araştırma sahasında IDW yöntemine göre dağılımı.

İki yöntemin araştırma sahasındaki sonuçları CBS programı ile saha üzerinde rastgele 75 adet accuracy points oluşturularak karşılaştırılmıştır (Şekil 2.8). Bu noktalar her iki yöntemin 18 sınıf aralığındaki yağış miktarı haritalarından extract edilmiştir. SPSS ile yapılan Crosstabulation uygulaması ile 18 sınıfa ait yağış miktarları matrix olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 2.1). Her iki yöntemin sınıf aralıklarının gerçek yağış miktarlarına göre gözden geçirilmiş ve düşük yağış aralıklarında sadece üç adet noktada eşleştikleri görülmüştür.



Şekil 2.8. Rastlantısal doğrulama noktaları.

Çizelge 2.1. IDW ve Schreiber formülünün mean center uygulaması ile gerçekleştirilen iki haritalamanın kappa istatistik değerleri.

		Value	Asymp. Std. Error ^a	Approx. T ^b	Approx. Sig.
Interval by Interval	Pearson's R	,662	,056	7,556	,000 ^c
Ordinal by Ordinal	Spearman	,673	,070	7,773	,000 ^c
Measure of Agreement	Kappa	,012	,029	,453	,651
N of Valid Cases		75			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

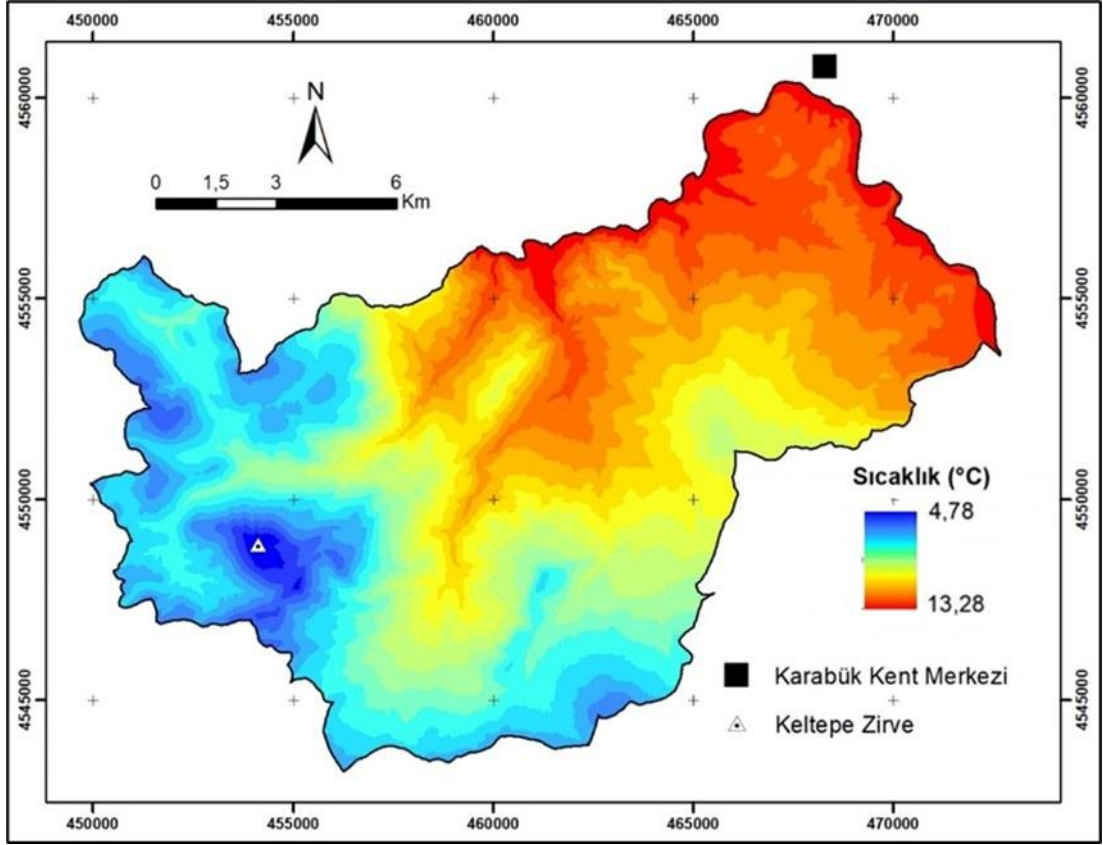
c. Based on normal approximation.

IDW yöntemi ile bu çalışmada gerçekleştirilen yöntemin karşılaştırılması sonucunda korelasyon katsayıları orta derecede çıkmasına rağmen kappa istatistik değeri önemsiz sayılabilecek düzeydedir. Her iki yöntemin gerçek ve beklenen yağış miktarları düşük yağış aralıklarda ortaya çıktığı görülmüştür. Burada kappa istatistik değerinin

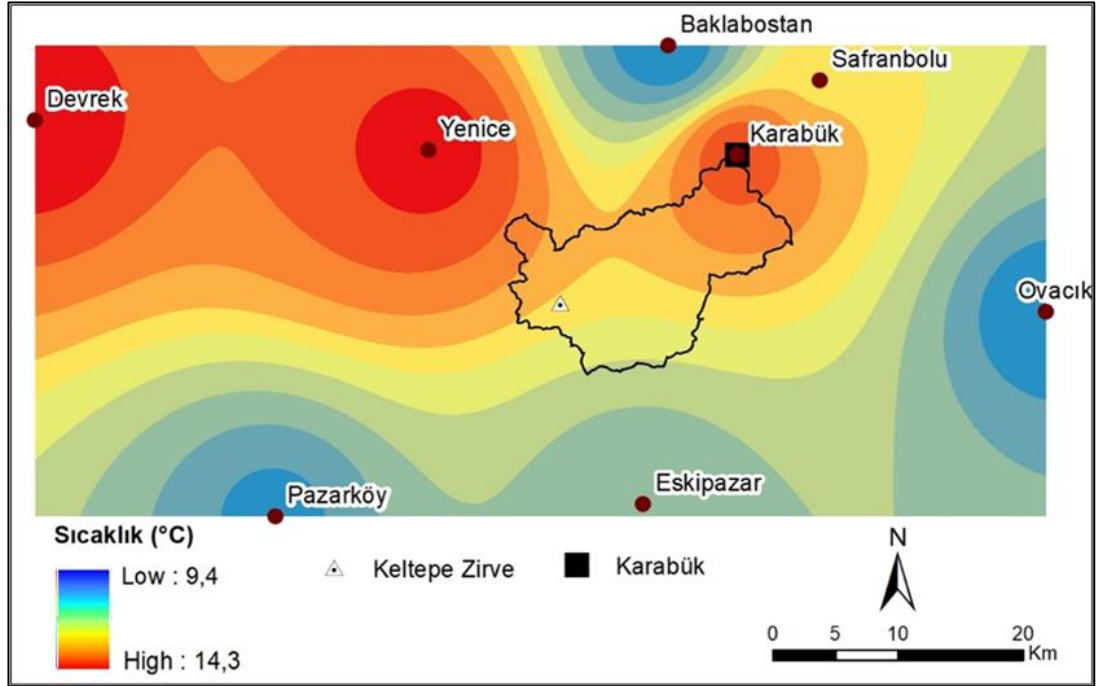
belirlenebilmesi için her iki haritalamadaki bütün sınıfların eşit sayıda olması ve rastlantısal nokta alınması istatistik açısından gerekli olmuştur. Asıl belirleyici olan ise her iki yöntemin yağış miktarlarının max. Ve min. Aralık değerlerinin farklı olmasıdır. Schreiber yönteminin devamında mean center uygulamasına göre yapılan haritalamada sahada 76,5 mm yağış farkı bulunurken IDW yöntemine göre bu fark 17,07 mm'dir.

2.1.1.3. Sıcaklık Değişimleri

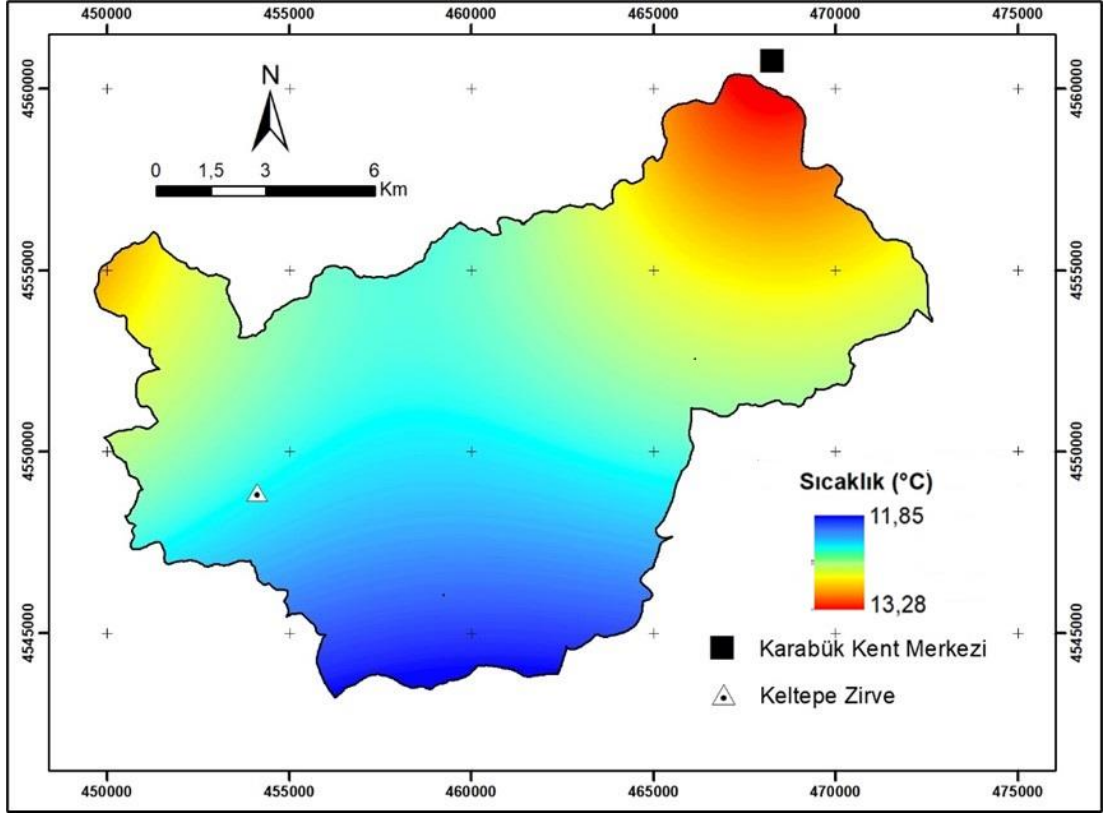
Lapse Rate formülü temelinde mean center uygulamasına göre elde edilen sıcaklık dağılımını gösterir harita Şekil 2.9'de verilmiştir. Bunun yanında IDW yöntemine göre sıcaklık haritası yapıldığında elde edilen sıcaklık dağılımı bütün istasyonlara göre şekil 2.10'da verilmiştir. IDW haritası araştırma sahasına göre kesildiğinde Keltepe zirvesinin 12,37 °C ve araştırma sahasının en düşük yükseltisinin sıcaklık farkı 13,38 °C bulunmuştur. Yani bu haritaya göre sahanın min. ve max. yükselteleri arasındaki sıcaklık farkı 1,01 °C'dir. Yükseltinin dikkate alındığı saha mean center uygulamalı Lapse Rate yönteminde ise Keltepe zirvesinin 4,63 °C ve sahanın en düşük yükseltisinin sıcaklığı 13,28 °C bulunmuş olup, bu iki yükselti arasındaki sıcaklık farkı 8,5 °C dir (Şekil 2.11).



Şekil 2.9. Araştırma sahasının sıcaklık dağılımı.



Şekil 2.10. İstasyonların kapsadığı sahanın IDW yöntemine göre sıcaklık verileri.

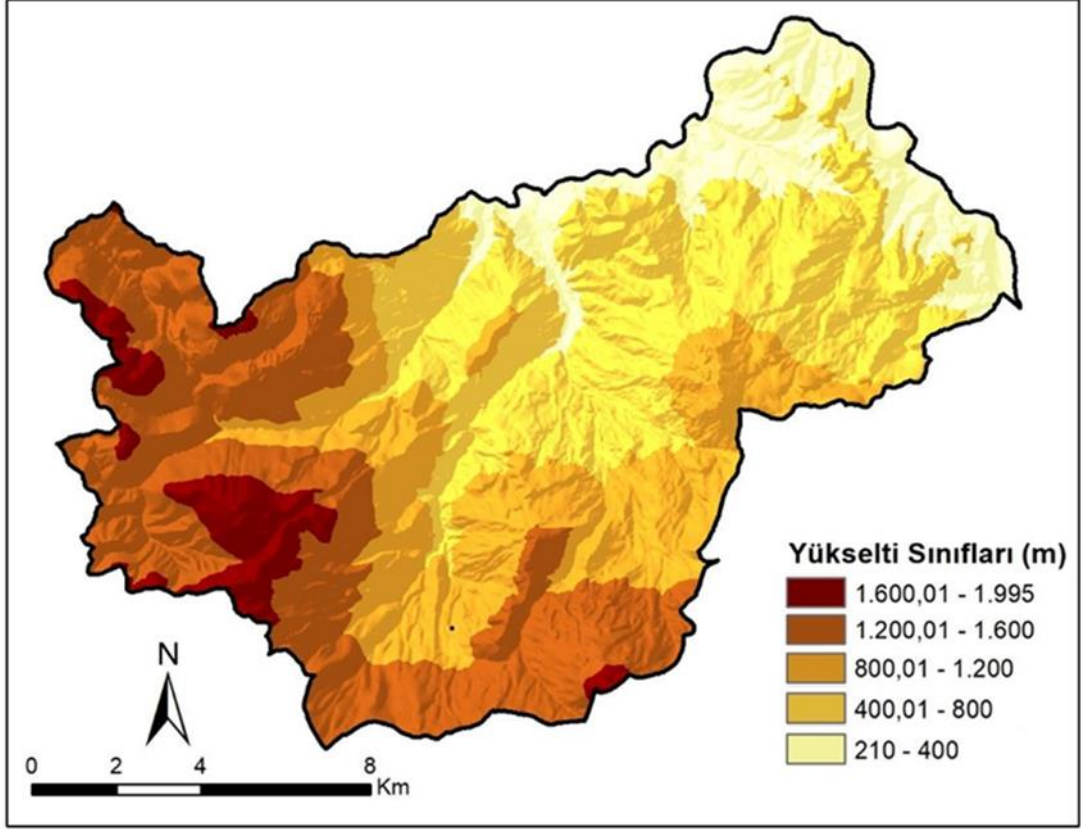


Şekil 2.11. Araştırma sahasında IDW yöntemine göre sıcaklık verilerinin dağılımı.

2.1.2. Topografya Özellikleri

2.1.2.1. Yükselti

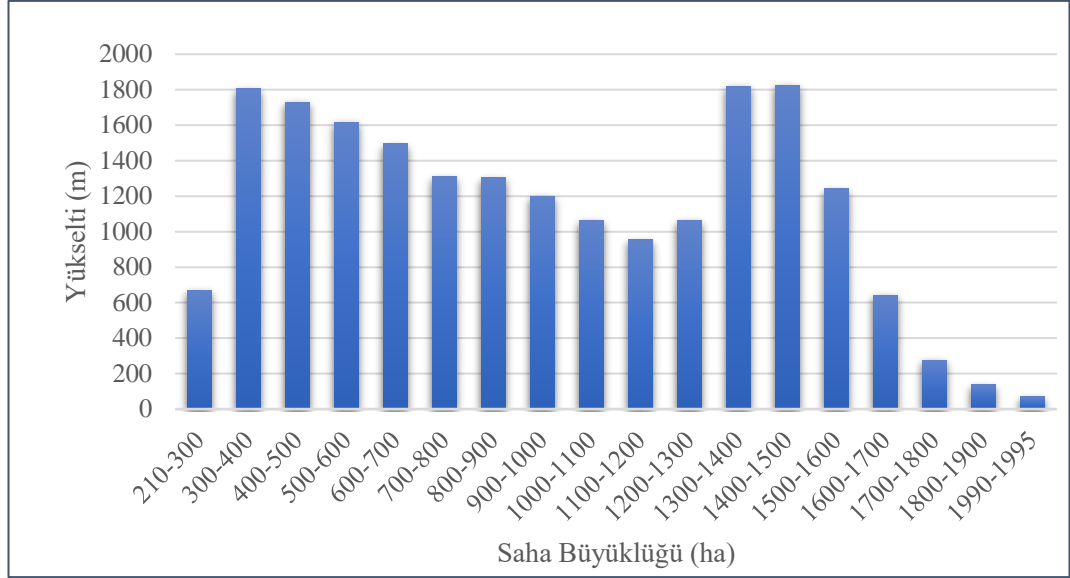
Topografyaya ait bulgular yükselti, bakı, eğim ve arazi morfolojisi şeklinde aşağıda verilmiştir. Yükselti 400 m aralıklarla sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre araştırma sahasının 400-800 m yükselti aralığının toplam sahanın %30,38'ni kapladığı görülmektedir (Çizelge 2.2). Bunun ardından 1200-1600 m'ler arasının %29,4 ile ikinci sırada gelmektedir. Genel olarak sahanın 400-1600 m'ler arasındaki yükseltisinin tüm sahanın %82,62'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 2.12). 100 m aralıklı oluşturulan Şekil 2.13 incelendiğinde yükselti basamaklarındaki saha büyüklüğünün 300 m'lerden itibaren daha geniş sahalardan başlayıp 1400 m'lere kadar giderek azaldığı, 1500 m'lerden itibaren tekrar genişlediği ve zirveye doğru iyice azaldığı görülmektedir. Bunda sahanın coğrafik yayılışının üst kesimlere doğru daha çok genişlemesinin etkisi olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 2.12. Araştırma sahasının 400 m ile sınıflandırılmış yükselti basamakları haritası.

Çizelge 2.2. Araştırma sahasının 400 m aralıklı yükselti basamaklarındaki saha büyüklükleri.

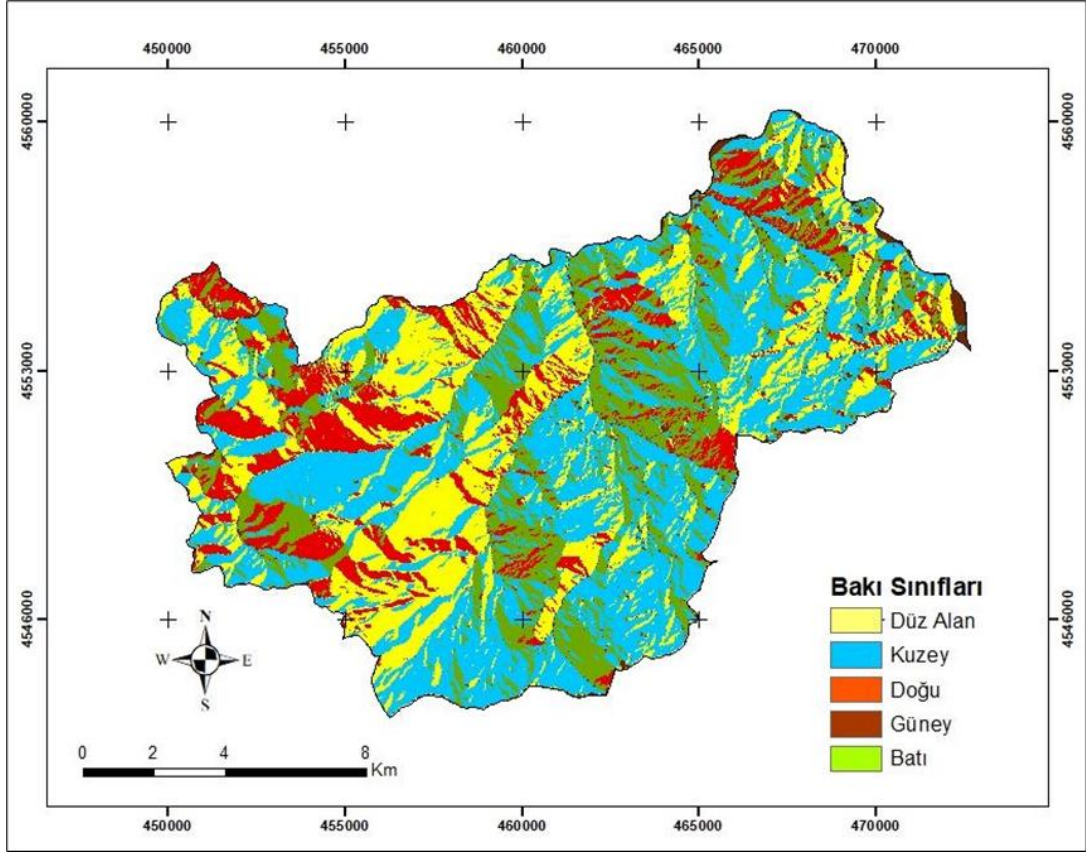
Yükselti Sınıfları (m)	Saha (ha)	Yüzde (%)
1600,01-1995	1135,708	5,60
1200,01-1600	5964,048	29,40
800,01-1200	4535,648	22,36
400,01-800	6164,078	30,38
210-400	2488,248	12,26
Toplam	20287,73	100,00



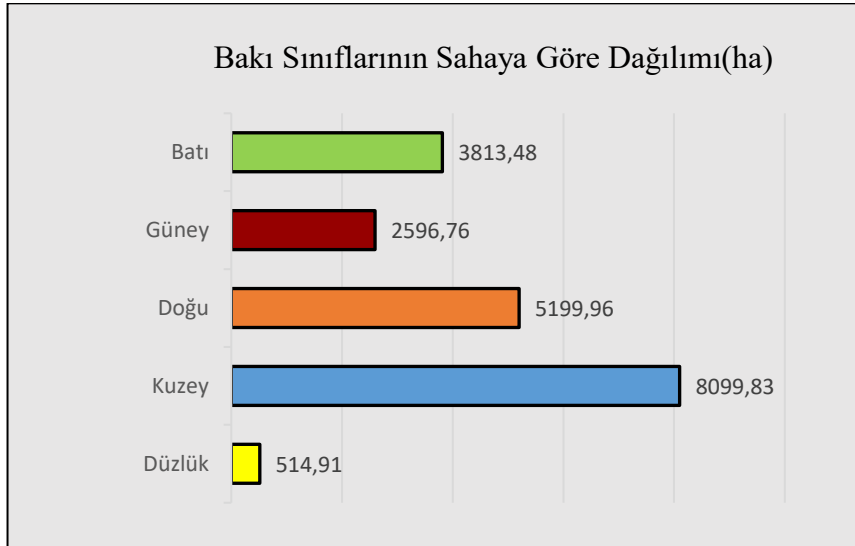
Şekil 2.13. Araştırma sahasının 100 m’lik yükselti basamaklarındaki saha büyüklükleri.

2.1.2.2. Bakı

Araştırma sahasının bakı sınıfları haritası ve bu sınıfların sahaya dağılımı Şekil 2.14 ve şekil 2.15 ‘te verilmiştir. Bu şekil incelendiğinde kuzey bakılı alanların 8099,83 ha ile sahanın %40’ını, bunu takiben doğu bakılı sahaların 5199,96 ha ile çalışma sahasının %26’sını oluşturduğu görülmüştür. Buna karşın düzlük sahaların kapladığı alan 514,91 ha ve %3 kaplama alanı ile sahanın en dar bakı sınıfını oluşturmaktadır. Batı bakılı ve güney bakılı alanlar ise 6410,24 ha ile sahada %31’lik bir dağılım göstermektedir.



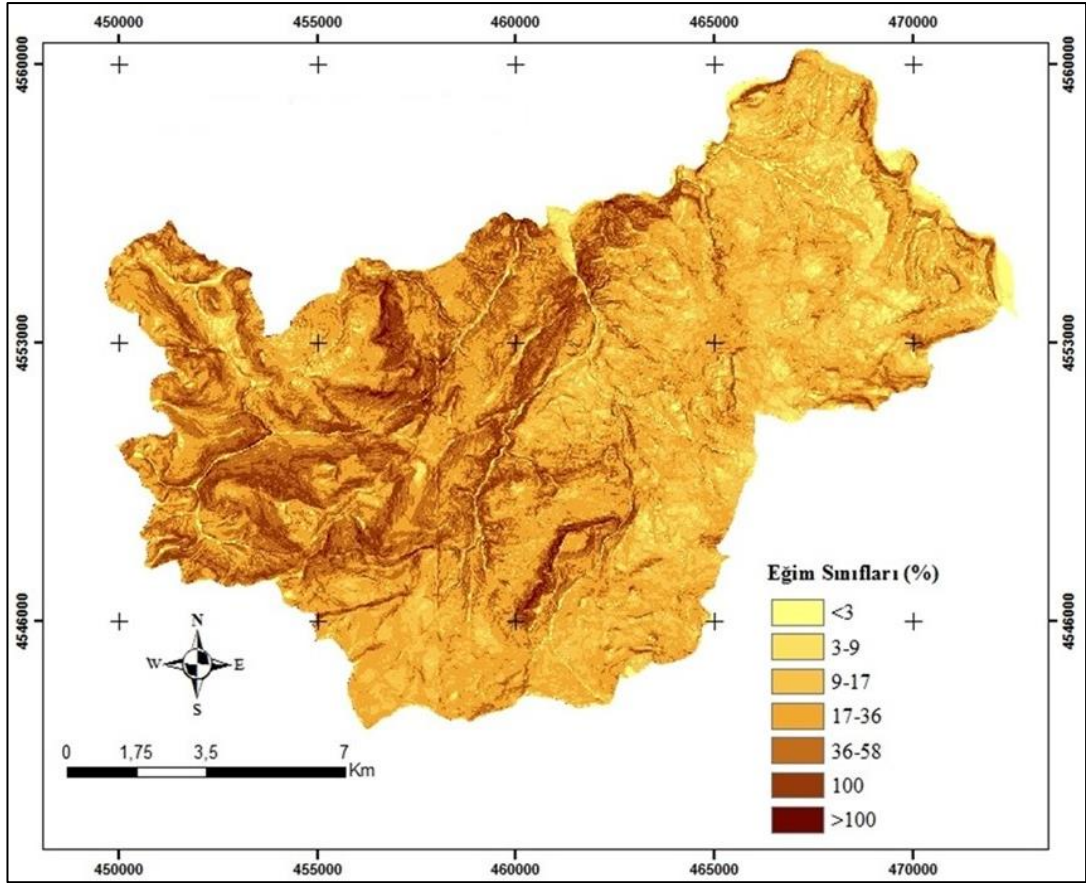
Şekil 2.14. Bakı sınıfları haritası.



Şekil 2.15. Bakı sınıflarının sahaya göre dağılımı.

2.1.2.3. Eğim

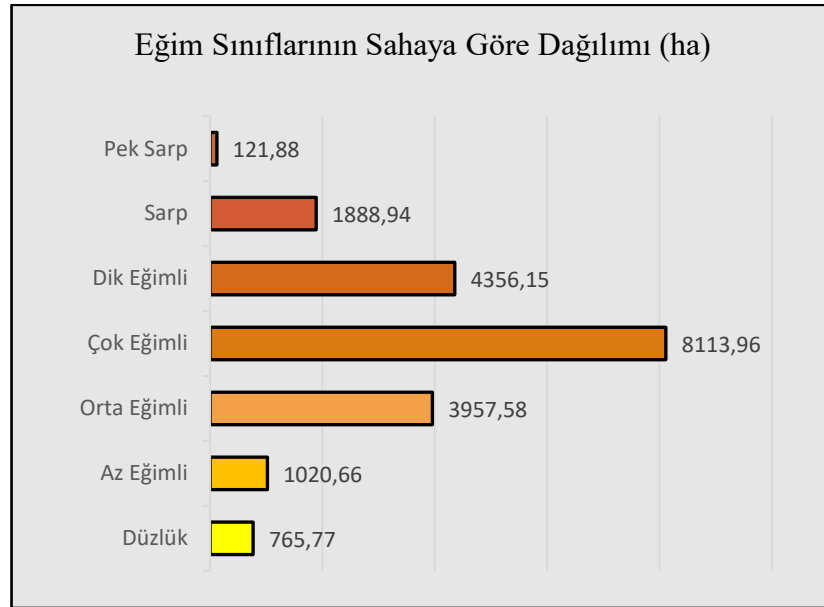
Araştırma sahasının eğim sınıfları Çizelge 2.3'te gösterilmiştir. Sahaya ait harita (Şekil 2.16) ve bu sınıfların sahada dağılımı incelendiğinde çok eğimli alanların 8113,96 ha olup, toplam sahanın %40'ını oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.17). Bunun ardından ise dik eğimli sınıf 4356,15 ha saha büyüklüğü ile gelmekte olup, saha genelinin % 22'sini oluşturmaktadır. Buna karşın pek sarp eğimli sahaların büyüklüğü 121,88 ha ve bu sahanın % 1 ile en dar eğim sınıfı yayılışını oluşturmaktadır. Saha genel olarak dar vadiler boyunca uzanan aşırı eğimli bir arazi yapısı göstermektedir.



Şekil 2.16. Eğim sınıfları haritası.

Çizelge 2.3. Eğimin sınıflandırılması.

Eğim Dereceleri (%)	Sınıf
< %3	Düzlük
%3-9	Az Eğimli
%9-17	Orta Eğimli
%17-36	Çok Eğimli
%36-58	Dik
%58-100	Sarp
>%100	Pek Sarp

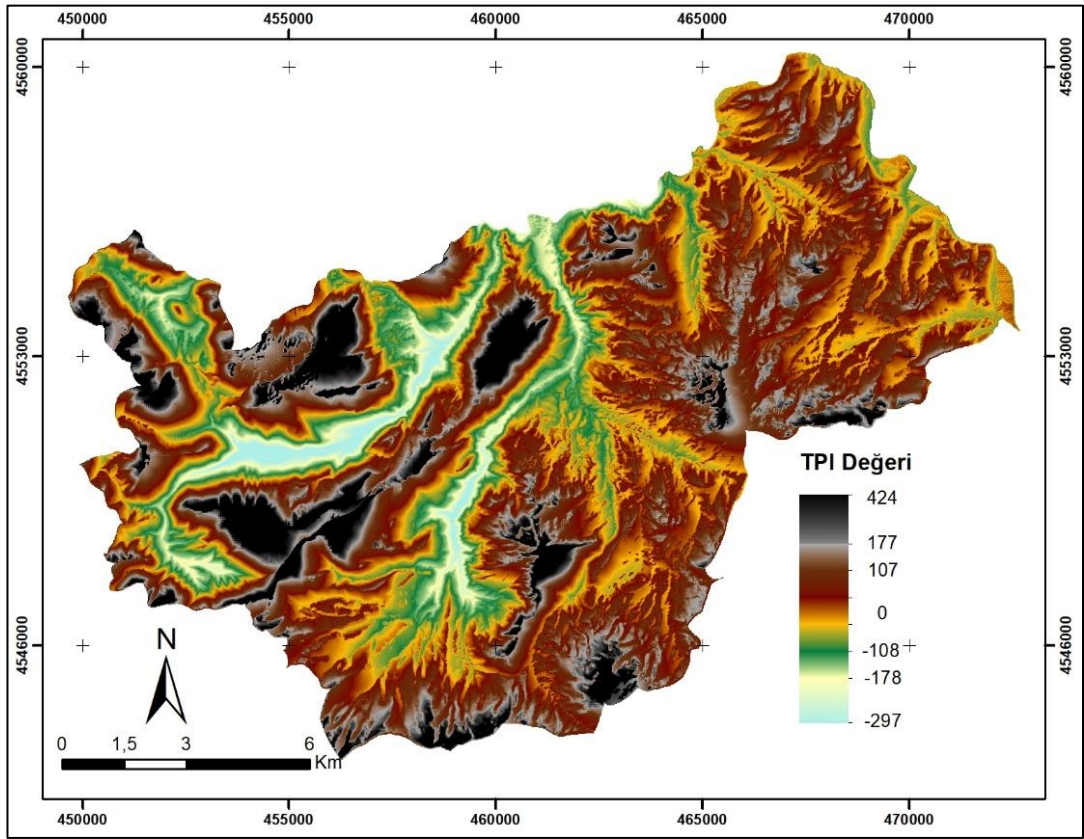


Şekil 2.17. Eğim sınıflarının sahaya göre dağılımı (ha).

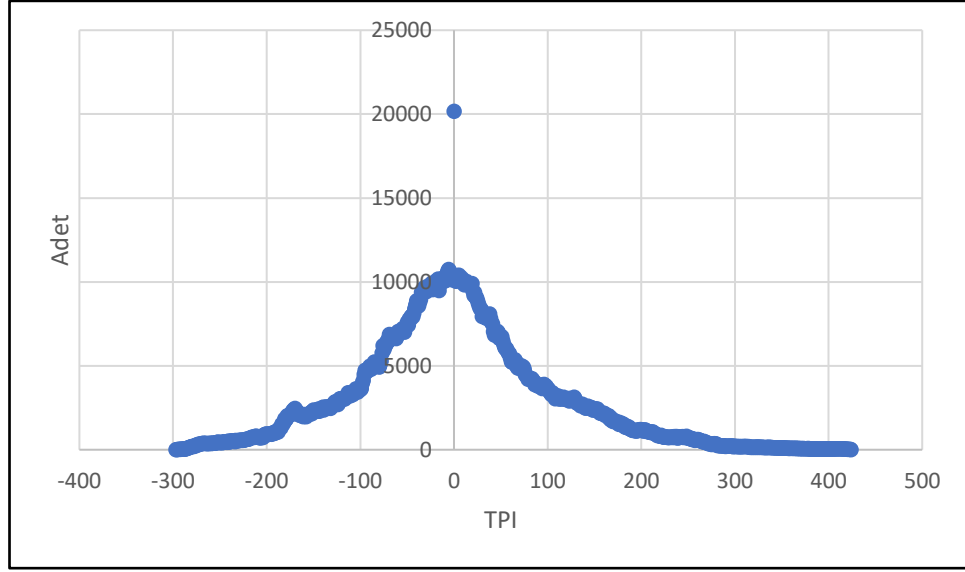
2.1.2.4. Arazi Şekli

Arazi şekli haritası oluşturmak için öncelikle 200 m hücre büyüklüğünde topografik pozisyon indeksi (TPI) oluşturulmuştur. TPI değerlerinin raster hücre miktarlarına dağılımları ise Şekil 2.19'da verilmiştir. Daha sonraki adımda ise dört sınıflı 200 m aralıklı eğim konumları haritası oluşturulmuştur (Şekil 2.18). 400-500 m'lerden itibaren oluşan arazi engebелiliğinin giderek artmaya başladığı ± 100 olan TPI değerlerinden anlaşılmaktadır. Özellikle Eğriova Orman İşletme Şefliği sınırları

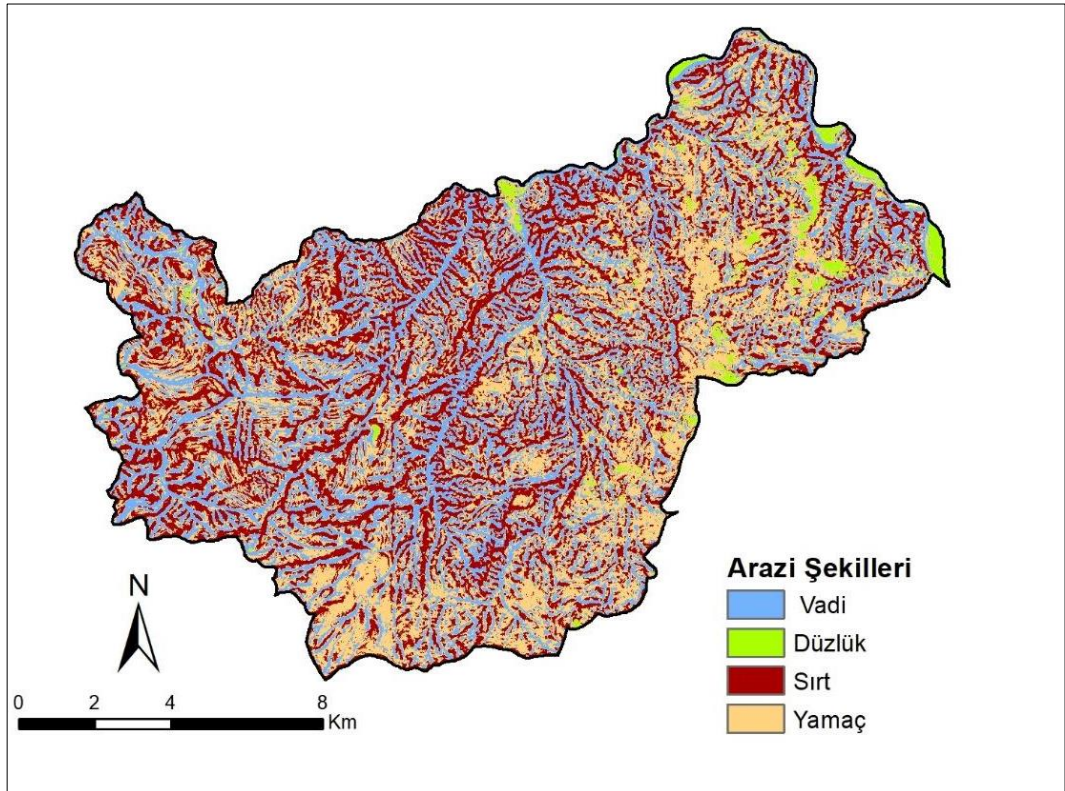
içerisinde kalan Keltepe zirvesinin etrafında bulunan üst dağlık kesimlerde dar ve derin vadi ve sırt oluşumlarının yoğunlaşmaya başlamasıyla anlaşılabilir (Şekil 2.20 ve Şekil 2.21). Saha genelinde yamaçların kapladığı saha büyüklüğü en yüksek çıkmasına rağmen, sırt ve vadilerin saha büyüklükleri bunu hemen takip etmektedir. Düzlüklerin ise diğerlerine göre oldukça düşük saha büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. Bu durum sahanın oldukça engebeli bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



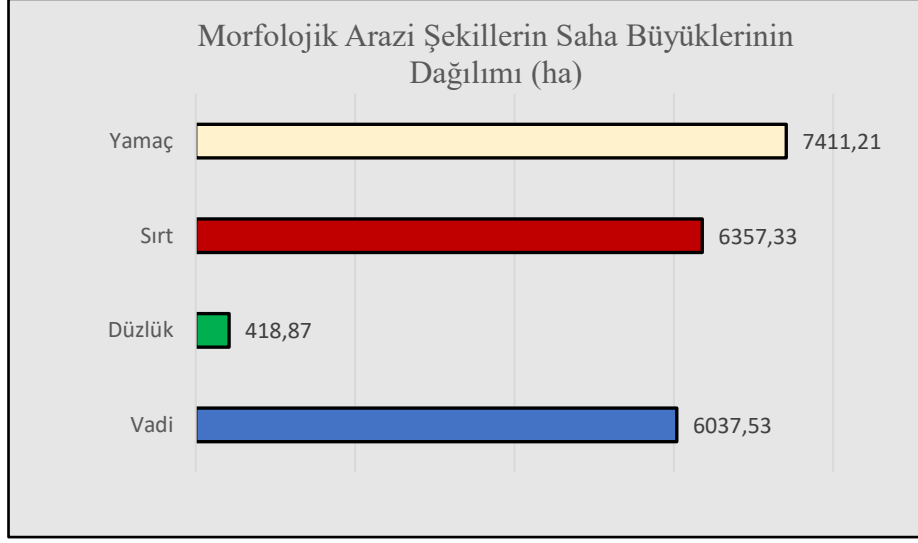
Şekil 2.18. TPI değerlerinin sahada dağılımı.



Şekil 2.19. TPI değerleri ve adetlerinin dağılımı.



Şekil 2.20. Araştırma sahasına ait morfolojik şekilleri gösterir harita.



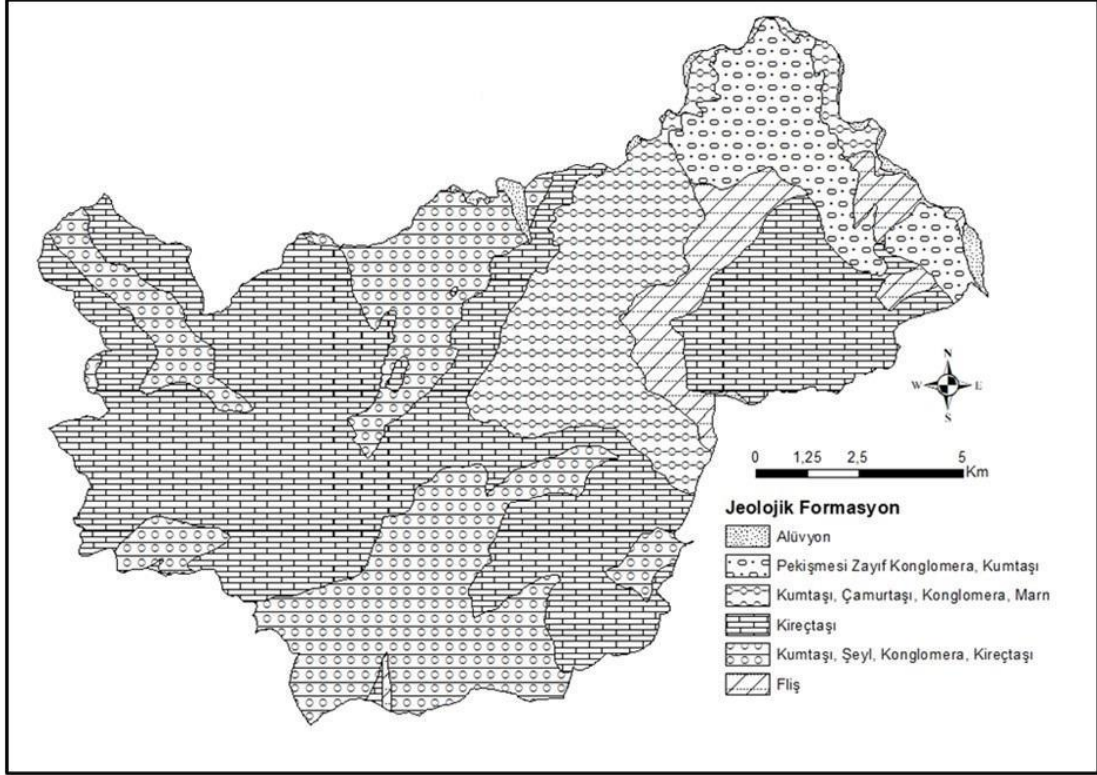
Şekil 2.21. Araştırma sahasına ait morfolojik şekilleri saha büyüklerinin dağılımı.

2.1.3. Anakaya Özellikleri

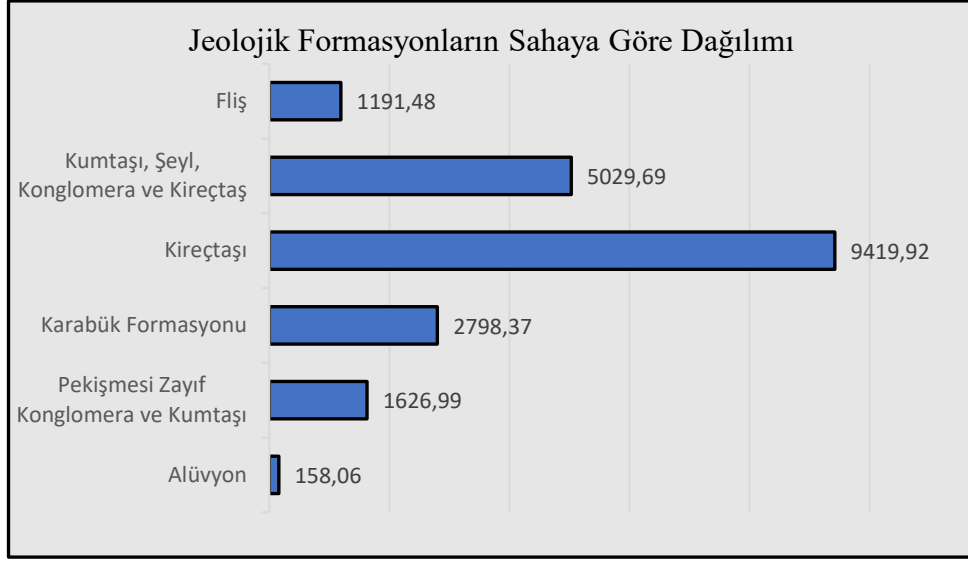
Tez araştırma sahası, Karabük-Safranbolu Tersiyer Havzası'nın güneybatısında yer almakta olup, bu havza batıda Bolu kuzeyinden başlayıp doğuda Kastamonu'ya değin uzanan, genişliği batıda 2-2,5 km den doğuda 30-35 km ye kadar değışen, yaklaşık KD-GB uzanımlı ve tamamıyla Eosen yaşlı tortul kayalarla doldurulmuş, huni biçimli bir alan olarak tanımlanmıştır (Koçyiğit, 1987). Prof. Dr. İbrahim Atalay'ın tavsiyesi ile yeniden düzenlenen jeoloji haritası Şekil 2.22'de verilmiştir. Araştırma sahasında en sık rastlanılan anakaya türü sahanın % 46'sını kaplayan kireçtaşı oluşumudur. Bu oluşum Üst Kretase ve Paleosen yaşlı kireçtaşları, Jura öncesi yaşlı metamorfitle ve asidik sokulum kayaları ile açıklanmaktadır ve Karabük-Safranbolu Tersiyer Havzası'nın bugünkü biçimi Üst Lütesiyen sonunda oluşmuş, dar bir havza niteliğinde olduğu ve Üst Pliyosen'den bu zamana kadar en az iki kez yükseldiği literatürde yer almaktadır (Koçyiğit, 1987). Bu formasyonun içerisinde yer alan Akçapınar Formasyonu beyaz, sarımsı gri renkli killi kireçtaşı, dolomitik ve çört bantları ile karakteristik bir istiftir.

İkinci sırada ise kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşından oluşan bir formasyon bulunmakta olup, Koçyiğit (1987) tarafından Karabük - Safranbolu Tersiyer Havzası ve tortulları olarak adlandırılmıştır. Üçüncü sırada Karabük formasyonu yer

almaktadır. Bu formasyon alt kesimleri çoğunlukla marnlardan oluşmuş olup, marnlar yer yer jipslidir. Üst kesimlere doğru ise kumtaşından oluşan ara katkıları artarak yer almaktadır. En üst kesimleri tamamen kumtaşı karakterinden oluşmuştur (Sinanoğlu, 2012).



Şekil 2.22. Düzelennmiş jeolojik formasyonlara göre hazırlanan harita.



Şekil 2.23. Araştırma sahasında jeolojik formasyonların saha dağılımı.

2.1.4. Toprak Özellikleri

Dündar (2019) tarafından Karabük Safranbolu Havzası için gerçekleştirilen toprak türleri haritası araştırma sahasını kapsamaktadır (Şekil 2.24). Bu haritalamanın araştırma sahasının içerisinde kalan toprak türleri aşağıda açıklanmıştır.

2.1.4.1. Alüvyal Topraklar

Alüvyal topraklar sahada Filyos Çayı boyunca dar bir şerit halinde sahada yer almaktadır. Bu topraklar sürekli şekilde yüzeysel akış ve erozyona uğrayarak horizonlaşmamaktadırlar. A horizonu sadece olgun alüvyal topraklarda gelişmektedir. Bu topraklar ince kumlu özellik göstermekte olup, taşkın zamanına bağlı olarak taşınan malzemelerin boyutunun daha büyük olduğu, diğer dönemlerde ise malzemelerin daha ince bünyede olduğu bildirilmiştir.

1.1.4.2. Kolüvyal Topraklar

Araştırma sahasındaki kolüvyal toprakların %80-85 arasında değişen bir kil oranına sahip olduğu ve bunun montmorillonit ve kaolin kili olduğu bildirilmiştir. Bu toprakların organik madde miktarının %1,5-2,5 arasındaki bir değerle düşük

seviyededir. Katyon değişme kapasitesinin 18 me/100 gr olduğu ve alkali bir reaksiyon gösterdiği bilinmektedir (Coşkun, 2020).

2.1.4.3. Asit Kahverengi Orman Toprakları

Coşkun (2020) tarafından araştırma sahasının Eğriova kesiminde yer alan göknar ve sarıçam ormanlarında ibrelerin birikmesinden oluşan 1 cm'nin üzerinde O horizonu meydana geldiği, bunun altında organik madde yönünden oldukça zengin A horizonu bulunduğu, ve bunun altında da ise asit reaksiyonlu kahverengi orman toprakları yer aldığı bildirilmiştir.

2.1.4.4. Kireçli Kahverengi Orman Toprakları

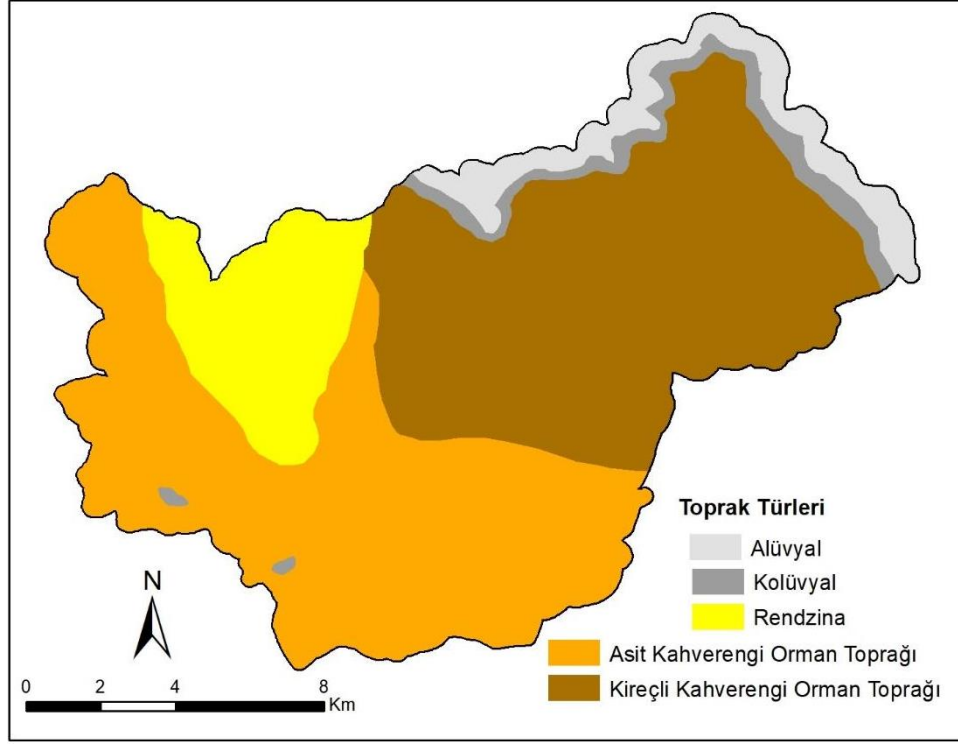
Araştırma sahasında aşınım düzlüklerine denk gelen meşe, sarıçam ve karaçam ormanlarının altında kahverengi orman toprakları yaygın olarak görölmektedir (Coşkun, 2020).

2.1.4.5. Rendzina Topraklar

Araştırma sahasının keltepe kesiminde ise A ve C horizonlarından meydana gelen rendzina topraklar, marn ve yumuşak kireçtaşları üzerinde kazık kök yapan karaçam sahalarında görölmektedir (Coşkun, 2020).

Dündar (2019)'ın Karabük Safranbolu Havzası için gerçekleştirdiği toprak türleri haritasının araştırma sahası ağaç türlerinin yayılışıyla karşılaştırılmasından elde edilen bulgular Çizelge 2.4' te verilmiştir.

Araştırma sahasında yayılış gösteren kahverengi orman toprakları, yıkanmanın nispeten fazla olduğu kesimlerde asit, az olduğu kesimlerde kireçli özelliktedir. Asit kahverengi orman topraklarının, kireçli kahverengi orman toprağından organik madde bakımından daha zengin olduğu belirlenmiş ve buna bağlı olarak ormanlık alanların asit kahverengi topraklar üzerinde daha yoğun bir gelişme gösterdiği görölmüştür (Dündar, 2019).



Şekil 2.24. Araştırma sahası toprak haritası.

Karaçam ağaçlarının yayılışını daha çok kireçli kahverengi orman toprakları ve asit kahverengi orman toprakları üzerinde yaptığı görülmektedir. Gök nar, kayın ve sarıçam ağaçları ise asit kahverengi orman toprağı ve rendzina üzerinde daha fazla yayılış göstermektedir.

Çizelge 2.4. Ağaç türlerinin toprak türleri üzerinde dağılımı.

Ağaç Türü	Alüvyal	Kolüvyal	Kireçli Kahverengi Orman Toprağı	Asit Kahverengi Orman Toprağı	Rendzina	Saha(ha)
Karaçam	99,38	114,23	2727,88	1598,00	343,61	4883,09
Gök nar	-	26,86	-	3462,13	1092,52	4581,51
Kayın	-	0,33	-	430,71	13,86	444,90
Sarıçam	-	17,38	-	991,29	187,24	1195,91
Kızılcıam	266,98	216,38	907,83	-	-	1391,18
Gür gen	2,08	1,50	70,68	241,01	272,45	587,71
Ardıç	-	-	22,81	89,27	40,32	152,40
Sapsız Meşe	28,15	40,70	310,12	127,15	213,78	719,90
Akça ağaç	-	-	-	4,01	31,73	35,74
Çınar	-	2,14	10,64	-	-	12,78
Kayacık	-	-	23,97	4,56	-	28,54
Saha Toplamı (ha)						14033,67

2.2. YETİŞME ORTAMI SINIFLARI

Yetiştirme ortamı sınıfları; orman yetiştirme bölgeleri, orman yetiştirme yöreleri ve orman yetiştirme birimleri olarak üç başlık altında incelenmiştir.

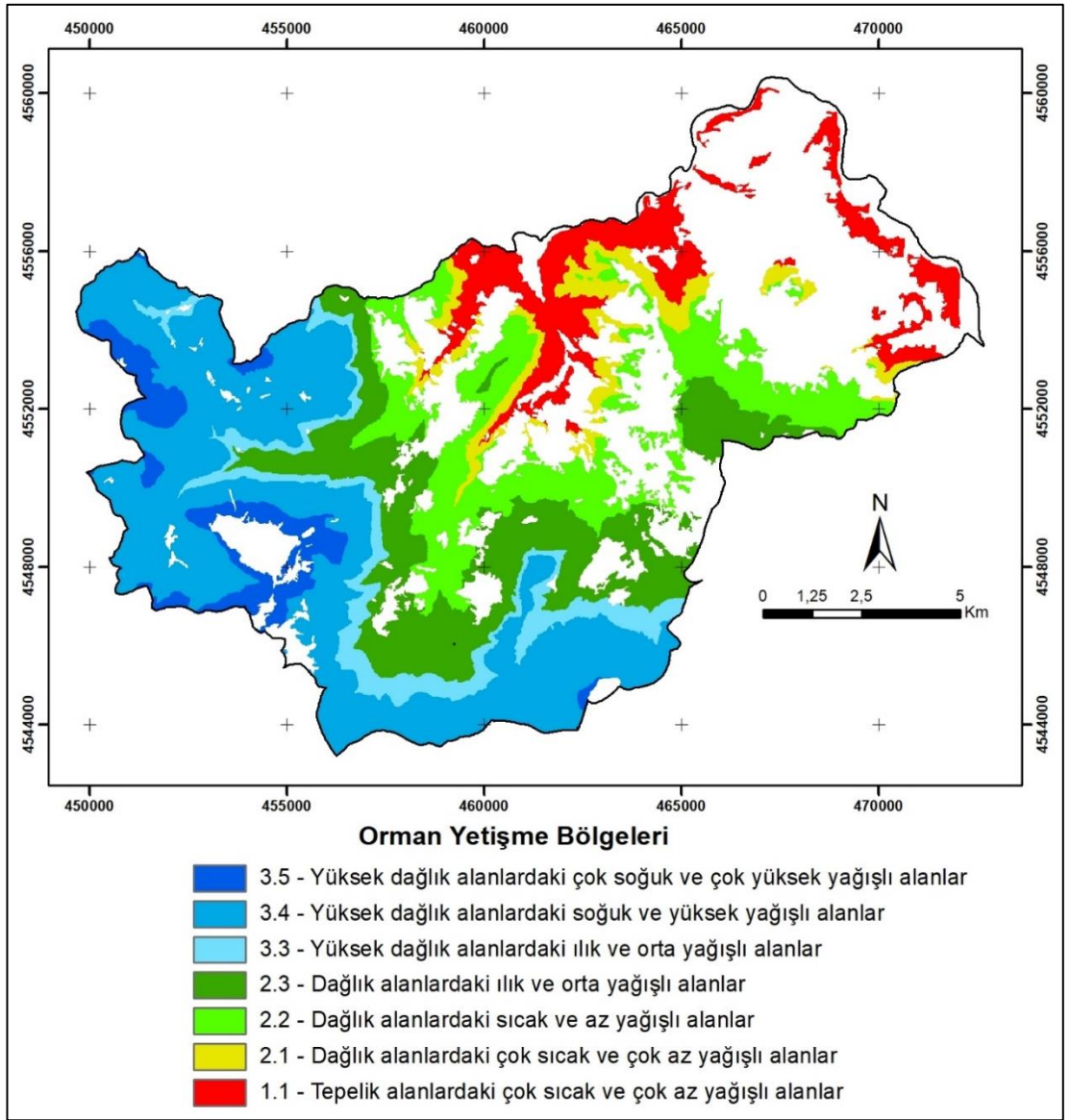
2.2.1. Orman Yetiştirme Bölgeleri

Araştırma sahasının ormanlık alanlarının yetiştirme ortamı sınıflarındaki ilk basamak olan orman yetiştirme bölgelerinde yükselti basamakları ile sıcaklık ve yağış miktarları sınıflarının homojen dağılımına göre 7 alt basamak ortaya çıkmıştır (Şekil 2.25). Orman yetiştirme bölgelerini esasen üst bölge ölçeğinde görmek daha anlamlı bir bakış açısı ortaya koymaktadır. Bu sınıflandırma sonuçlarının Batı Karadeniz bölgesi Uludağ göknarı, sarıçam, karaçam, kızılçam ağaç türlerinin yükselti ve iklim kuşaklarına dayalı yayılışları hakkında çok önemli altlıklar sağlayabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan kayın, meşe ve gürgen gibi yapraklı ağaçların denize daha uzak alt bölgeleri için önemli bir fikir sağlayacaktır. Burayla ilgili değerlendirmeler 2.2.1’de yapılmıştır.

Çizelge 2.5. Orman yetiştirme bölgelerinin özellikleri.

Yükselti Basamağı (m)	Sıcaklık (°C) ve Yağış (mm) Sınıf Aralıkları	Yükselti iklim tipi	Saha (ha)
3	5	Yüksek dağlık bölgelerdeki çok soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	811,36
3	4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	4781,92
3	3	Yüksek dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	1048,86
2	3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	2689,64
2	2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	2350,41
2	1	Dağlık bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı alanlar	787,32
1	1	Tepelik bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı alanlar	1564,16

Yüksek dağlık alanlardaki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar (3.4.) en yüksek saha genişliğine sahip olurken onun bir üstünde yer alan yüksek dağlık alanlardaki çok soğuk ve çok yüksek yağışlı alanlar (3.5.) en az saha büyüklüğüne sahip olmuşlardır (Çizelge 2.5). Genel olarak yüksek dağlık alanlar (3.) 6639, 24 ha ile en geniş yükselti sınıfı olurken kıvılcımın hakim olduğu tepelik alanlar (1.) 1564,16 ha ile en düşük yükselti sınıfı olarak ortaya çıkmıştır. Sıcaklık ve yağış miktarlarının ortak en yüksek değeri 4781,92 ha ile soğuk ve yüksek yağışlı alanlar olarak yüksek dağlık alanlarda (3.4.) ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.25. Orman yetiştirme bölgeleri haritası.

2.2.2. Orman Yetiştirme Yöreleri

Orman yetiştirme yörelerini açıklayıcı bilgiler Çizelge 2.6’da verilmiştir. Arazi şekli ve jeolojik formasyonların sınıflarına göre yapılan orman yetiştirme yöreleri sınıflandırmasında 23 tane yöre ortaya çıkmıştır (Çizelge 2.7). Şekil 2.26 incelendiğinde kireçtaşıdan oluşan bütün arazi şekilleri sahip oldukları saha büyüklüğüyle oldukça dikkat çekmektedir. Bunların içerisinde sırtlardaki kireçtaşı alanlar göze çarpmaktadır.. Kireçtaşı kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı formasyon bütün arazi şekillerinde bulunmaktadır. Bunların içerisinde yamaçlardaki formasyonun biraz daha fazla saha büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. Düzlük alanlardaki alüvyonlu sahalar ayrı bir sınıf olarak ortaya çıkmamıştır. Bu sınıfın diğer arazi şekillerinin alüvyonlu alanları şeklinde ortaya çıktığı görülmüştür.

Çizelge 2.6. Orman yetiştirme yörelerini açıklayıcı bilgiler.

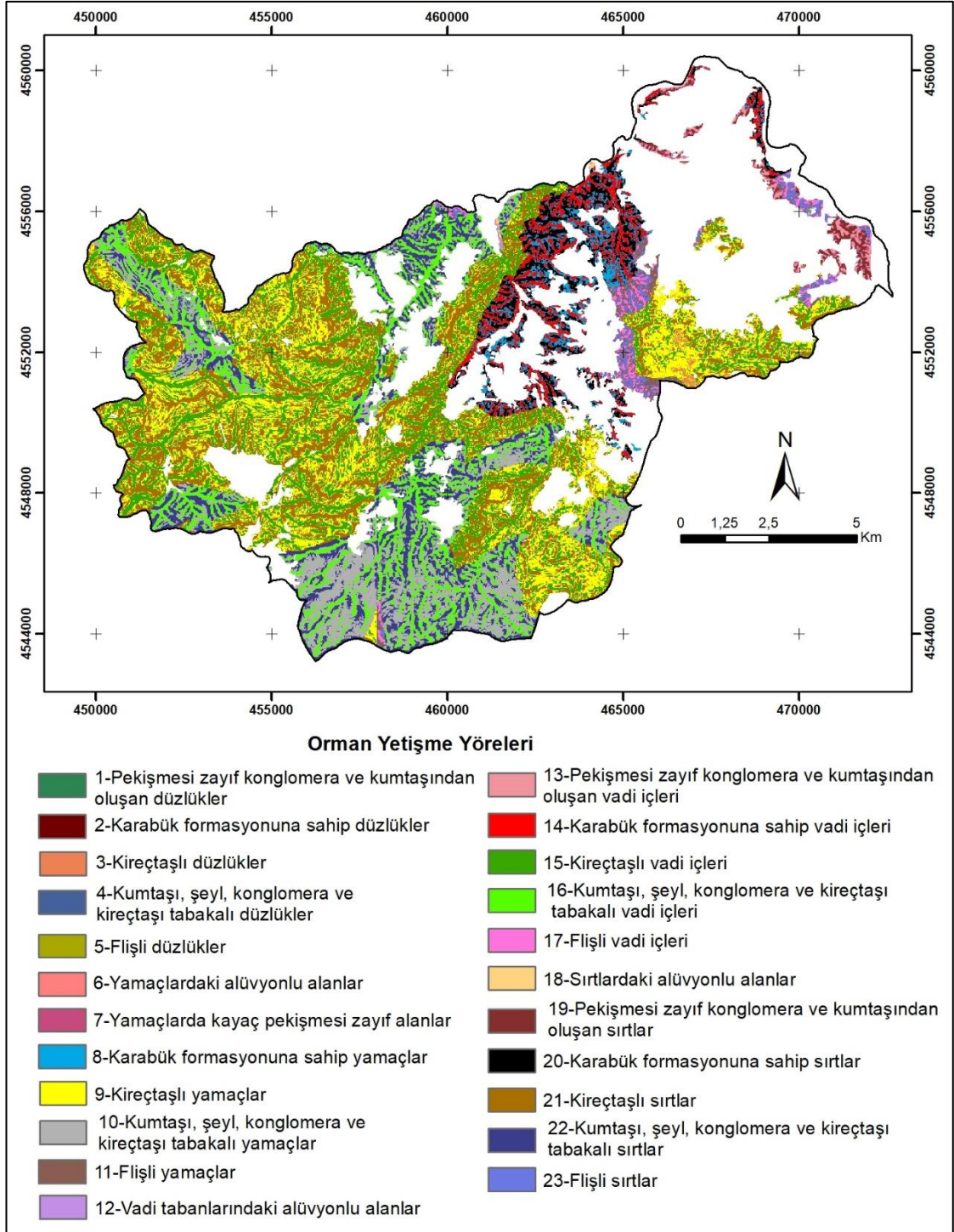
Birim Adedi	23	Sınıflar					
		1	2	3	4	5	6
Jeolojik Formasyon Sınıfı	6	Alüvyon	Pekişmesi Zayıf Konglomera ve Kumtaşı	Karabük Formasyonu	Kireçtaşı	Kumtaşı, Şeyl, Konglomera ve Kireçtaşı Tabakalı	Fliş
Arazi Şekli Sınıfı	4	Düzlük	Yamaç	Vadi	Sırt		
Min. Saha (ha)	0,72						
Max. Saha (ha)	2735,64						
Toplam saha (ha)	14033,67						

Çizelge 2.7. Orman yetiştirme yöreleri ve onu oluşturan sınıflar.

Yetiştirme Yöresi Kodu	Arazi Şekli Sınıfı	Jeolojik Formasyon Sınıfı	Orman Yetiştirme Yöresi	Saha (ha)
1	1	2	Pekişmesi zayıf konglomera ve kumtaşıdan oluşan düzlükler	0,72
2	1	3	Karabük formasyonuna sahip düzlükler	5,52
3	1	4	Kireçtaşı düzlükler	54,88

Çizelge 2.7. (devam ediyor).

4	1	5	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı düzlükler	16,6
5	1	6	Flişli düzlükler	4,84
6	2	1	Yamaçlardaki alüvyonlu alanlar	2,32
7	2	2	Pekişmesi zayıf konglomera ve kumtaşından oluşan yamaçlar	44,68
8	2	3	Karabük formasyonuna sahip yamaçlar	402,52
9	2	4	Kireçtaşı yamaçlar	2581,76
10	2	5	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı yamaçlar	1598,04
11	2	6	Flişli yamaçlar	154,6
12	3	1	Vadi tabanlarındaki alüvyonlu alanlar	6,28
13	3	2	Pekişmesi zayıf konglomera ve kumtaşından oluşan vadi içleri	75,72
14	3	3	Karabük formasyonuna sahip vadi içleri	501,37
15	3	4	Kireçtaşı vadi içleri	2428,6
16	3	5	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı vadi içleri	1246,32
17	3	6	Flişli vadi içleri	126,84
18	4	1	Sırtlardaki alüvyonlu alanlar	4,48
19	4	2	Pekişmesi zayıf konglomera ve kumtaşından oluşan sırtlar	93,72
20	4	3	Karabük formasyonuna sahip sırtlar	524,58
21	4	4	Kireçtaşı sırtlar	2735,64
22	4	5	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı sırtlar	1278,72
23	4	6	Flişli sırtlar	144,92



Şekil 2.26. Orman yetiştirme yöreleri haritası.

2.2.3. Orman YetiŖme Birimleri

YetiŖme ortamı sınıflandırmasının 3. basamağı olan yetiŖme birimlerinde eğim, bakı ve toprak sınıfları dikkate alınmasıyla 60 birim ortaya ıkarılmıŖtır (izelge 2.8 ve izelge 2.9). Bütün birimlerin ortalama saha büyüklüğü 233, 67 ha olup, ortalamanın üstünde kalan 16 birimin toplam saha büyüklüğü 11270, 08 ha'dır. Yapılan sınıflandırma sonucunda kuzey bakılı ve çok eğimli bir karakteristiğe sahip birimler 3870,12 ha ile en yüksek saha dağılımına sahiptir (izelge). Bu birimin içerisinde asit kahverengi orman toprağına sahip "gölgeli bakılı ve çok eğimli yamaçlardaki asit kahverengi orman toprağına sahip yetiŖme birimi" 2053,32 ha ile en yüksek saha yayılıŖı ile ön plana çıkmaktadır. Buna karŖın sarp eğime sahip alüvyonlu dere tabanları kenarlarının 0,52 ha ile en dŖk saha miktarına sahip olduğu grlmŖtir. Nitekim bu tip sarp alanlar içerisinde kalan böyle dere tabanlarının toplam sahası 15,48 ha ıkmıŖtır. Bu alanların 400 m² büyüklüğündeki 1'er raster ile temsil edildiği grlmŖtir. Eğim ve bakı sınıflarında anlamlı bir indirgenme yolu tercih edilerek, birim sayısının daha fazla oluŖmaması tercih edilmiŖtir. Çünkü birim sayısının artması homojenliği arttırmakla beraber çok daha kk fazla birimlerin ortaya çıkmasını sağlayacağı ve bununda birimler bazında yapılacak uygulamaların kullanıŖlılıđını azaltacağı ngrlmŖtir. Diğer taraftan yetiŖme birimlerinin kısa ve anlaşılır bir karakter tipini ifade etmesi de sağlanmaya alıŖılmıŖtır. Bu sınıflandırmada toprak sınıfları indirgenmeden kullanılmıŖtır.

Çizelge 2.8. Orman yetiŖme birimlerini açıklayıcı bilgiler.

Birim Adedi	60	Sınıflar				
		1	2	3	4	5
Bakı Sınıfı	4	Düzlük	Gölgeli	GneŖli		
Eğim Sınıfı	3	Eğimli	ok Eğimli	Dik Eğimli	Sarp	
Toprak sınıfı	5	Alüvyal	Kolüvyal	Kireçli Kahverengi Orman Toprağı	Asit Kahverengi Orman Toprağı	R e n d z i n a

Çizelge 2.8. (devam ediyor).

Min. Saha (ha)	0,52	
Max. Saha (ha)	2053,32	
Ort. Saha (ha)	233,67	
Toplam saha	14033,67	

Çizelge 2.9. Orman yetiştirme birimlerinin özellikleri.

Birim Kodu	Bakı	Eğim	Toprak	Saha (ha)
1	1	1	1	11,24
2	1	1	2	11,48
3	1	1	3	116,96
4	1	1	4	158,92
5	1	1	5	37,36
6	2	1	1	25,48
7	2	1	2	23,00
8	2	1	3	616,76
9	2	1	4	918,6
10	2	1	5	107,28
11	3	1	1	8,44
12	3	1	2	24,8
13	3	1	3	138,6
14	3	1	4	189,48
15	3	1	5	112,84
16	1	2	1	2,08
17	1	2	2	1,52
18	1	2	3	55,32
19	1	2	4	104,4
20	1	2	5	17,28
21	2	2	1	84,72
22	2	2	2	82,68
23	2	2	3	1225
24	2	2	4	2053,32
25	2	2	5	424,4
26	3	2	1	28,84
27	3	2	2	63,44
28	3	2	3	432,28
29	3	2	4	768,2
30	3	2	5	396,44
31	1	3	1	1,08

Çizelge 2.9. (devam ediyor).

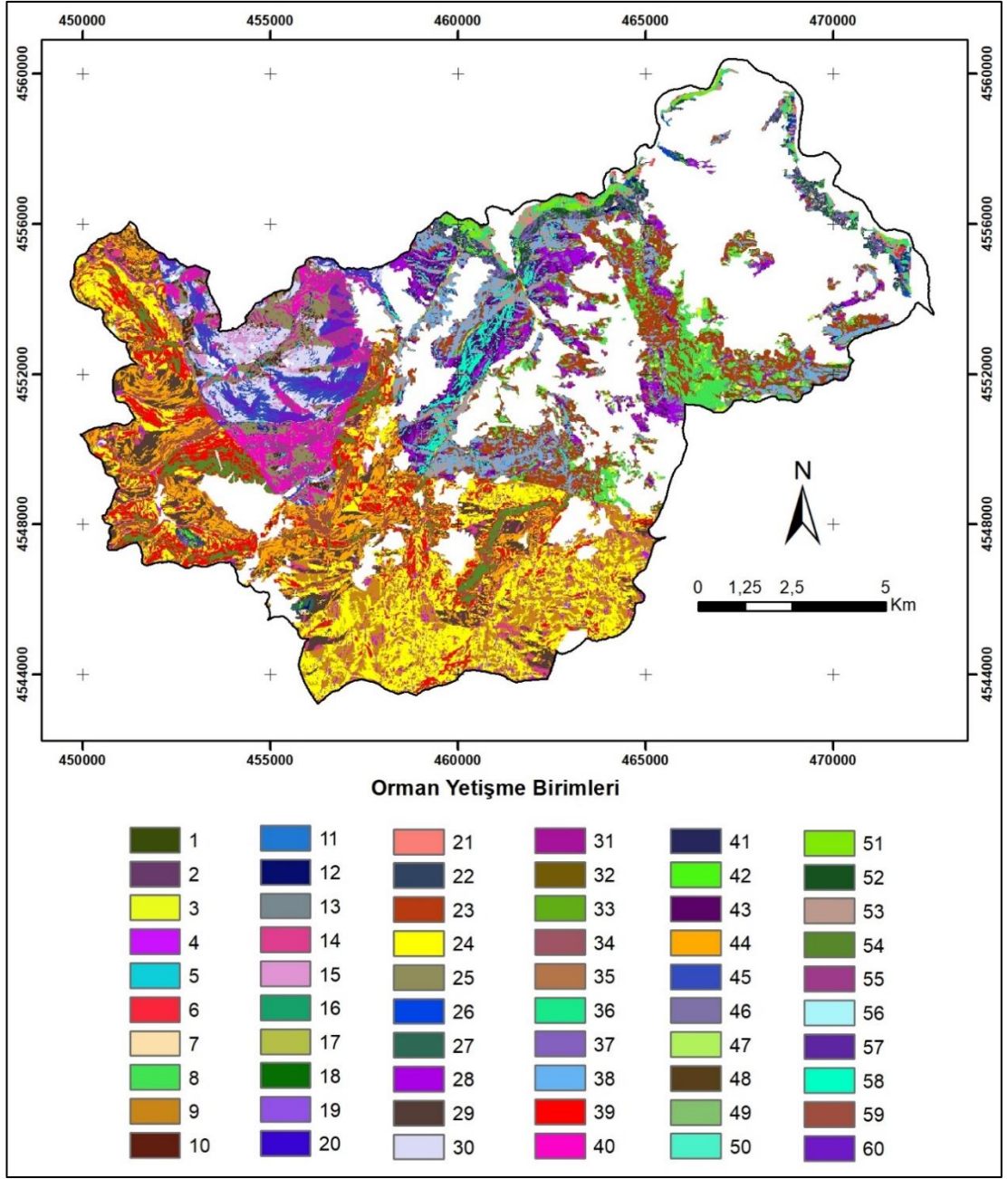
32	1	3	2	1,16
33	1	3	3	13,6
34	1	3	4	19,92
35	1	3	5	12,52
36	2	3	1	106,12
37	2	3	2	89,8
38	2	3	3	648,28
39	2	3	4	1044,92
40	2	3	5	367,96
41	3	3	1	24,4
42	3	3	2	37,32
43	3	3	3	375,56
44	3	3	4	808,2
45	3	3	5	321,28
46	1	4	1	0,52
47	1	4	2	0,56
48	1	4	3	2,44
49	1	4	4	7,28
50	1	4	5	4,68
51	2	4	1	85,76
52	2	4	2	64
53	2	4	3	232,8
54	2	4	4	503,64
55	2	4	5	211,68
56	3	4	1	10,96
57	3	4	2	20,2
58	3	4	3	214,16
59	3	4	4	365,24
60	3	4	5	182,8

Orman yetiştirme birimlerinin isimlendirilmesinde kullanılacak en önemli anahtar sınıf sayısı daha düşük olandan başlayarak sınıf sayısı en çok olan ile bitirmek şeklinde gerçekleştirilmiştir. Örneğin, gölgeli bakılı ve çok eğimli yamaçlardaki kireçli kahverengi orman topraklarına sahip yetiştirme birimi veya güneşli ve sarp yamaçlardaki rendzina topraklarına sahip yetiştirme birimi”

Orman yetiştirme birimlerini oluşturan üç faktöre ait sınıflarının kombinasyonlarını orman vejetasyonu açısından kurak – nemli alanlar şeklinde sınıflandırmak teorik olarak mümkün olmakla birlikte örnek alanlar alınarak doğruluk derecesinin gözden geçirilmesi önemli görülmektedir. Teorik olarak güney bakılı ve çok eğimliden sarp

alanlara kadar olan alanlarda toprak taşınımının fazla, yıkanmanın zayıf, evapotranspirasyonun fazla olması nedeniyle kurakçıl bir orman vejetasyonun daha fazla geliştiği yetişme birimlerinin ortaya çıkması gerektiği beklenmektedir. Silvikültürel açıdan ise ağaçların büyümesini etkileyen yetişme ortamı verim gücünün düşük olması gerekmektedir. Buna karşın kuzeyli bakılı ve daha az eğimli alanlarda nemcil karakterli bir orman vejetasyonun, yıkanmanın fazla ve evapotranspirasyonun düşük olması nedeniyle beklenmektedir. Ve buna bağlı olarak ise bu şekildeki birimlerin verim gücünün yüksek olması gerekmektedir. Ama bunların yanında yetişme birimlerinin orman vejetasyonu ve verim gücü üzerinde toprak tipleri ve bunların sahip olduğu, tekstür, strüktür, organik madde miktarı, pH vb. toprak oluşum özellikleri de ayrıca etkilidir. Yetişme ortamı sınıflandırmasında başta iklim olmak üzere, anakaya ve topoğrafik faktörlerin bir fonksiyonu olarak aynı toprak grubunda bile farklı toprak oluşum özellikleri ortaya çıkabilmektedir. Araştırma sahasında kahverengi orman toprakları ağırlıklı olarak daha geniş sahalarda görülmektedir. Kahverengi orman topraklarının yetişme bölgelerindeki organik maddece zengin ve yağış miktarı yeterli ancak B horizonun tam oluşumunu sağlayacak gerekli yıkanma yeterli bulunmamıştır (Dündar, 2019). Bu yüzden toprak içindeki çözünebilir tuzlar, kısmen kireç ve diğer bazı elementler az miktarda yıkanmaktadır. Araştırma sahasının yüksek dağlık ve dağlık alanlarındaki farklı yağış miktarlarına sahip yetişme bölgelerinde yağış miktarına bağlı olarak kireç az ya da çok yıkanmakta bunun sonucunda topraktaki asit değeri değişmektedir. Bu şekilde kireçli ve asit kahverengi orman toprağına sahip alanların ayrılabilir. Bu iki toprak tipinin organik madde ve kil miktarları da değişmektedir (Dündar, 2019). Asit kahverengi orman toprakları yüksek dağlık alanlardaki farklı sıcaklık ve yağış miktarına sahip yetişme bölgeleri ile dağlık alanların yağışlı yetişme bölgelerinde görülmektedir. Bu toprak tipi kireçtaşı ile kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı iki tip anakaya formasyonuna sahiptir. Dağlık ve tepelik alanların sıcak ve az yağışlı yetişme ortamı bölgelerinde kireçli kahverengi orman topraklarının etkili olduğu ve buralarda başta kireçtaşı olmak üzere kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı formasyon ile Karabük formasyonun ağırlıklı olduğu görülmektedir. Rendzina toprak tipine sahip yetişme ortamı birimleri ağırlıklı olarak yüksek dağlık ve dağlık alandaki yağışlı yetişme ortamı bölgelerindeki kireçtaşı anakaya üzerinde yer almaktadır.

Orman yetişme birimlerinin ormanların bir doğal kaynak olarak planlanması ve yönetiminde orman ekolojisi ve silvikültür açısından üzerinde durulması gereken önemli diğer bir husus ağaç türleri ile yetişme ortamı sınıflarına bağlı verimliliğin karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmada oluşturulan yetişme birimlerinde sıklıkla yer alan yer alan karaçam, göknar ve kızılçam gibi sahada geniş bir yayılış alanına sahip bu üç ağaç türünün farklı yetişme birimlerindeki sadece çap – boy gelişimi, organik madde miktarının örneklenerek araştırılması yetişme ortamı gücünün sınıflandırılması yani bonitet sınıflarının daha iyi ayrılmasına katkı sağlayacağı öngörülmektedir.



Şekil 2.27. Araştırma sahasının orman yetiştirme birimleri.

BÖLÜM 3

ORMANLARIN MEŞCERE YAPISAL ÖZELLİKLERİ ve AĞAÇ TÜRÜ BİLEŞİMİ ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

3.1. ORMANLARIN YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Ormanların yapısal özellikleri dört ana başlık altında incelenmiştir.

3.1.1. Meşcere Ağaç Türlerinin Karışımı

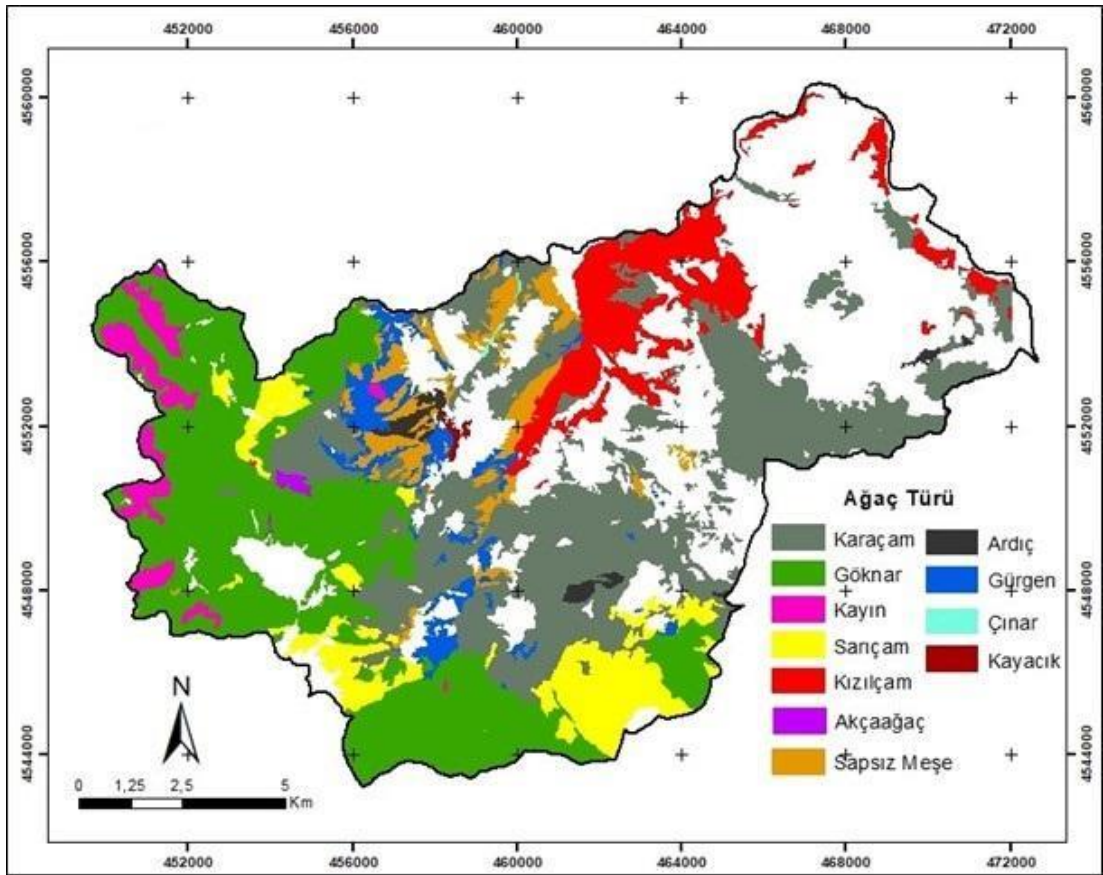
Araştırma sahasında meşcere kuran ağaç türlerinin saf ve hakim ağaç türü (Çizelge 3.1) ve yayılışı haritalandırılmış (Şekil 3.1) ve bunlara ait saha büyüklükleri çizelge 3.2’de verilmiştir

Çizelge 3.1. Araştırma sahasında meşcere kuran ağaç türleri.

Hakim Ağaç Türleri	Hakim Ağaç Türü (Latince)	Semboller
Akçaağaç	<i>Acer campestre ve negundo</i>	Ak
Ardıç	<i>Juniperus excelsa Bieb.</i>	Ar
Çınar	<i>Platanus orientalis</i>	Çn
Göknar	<i>Abies nordmanniana subsp. bornmulleriana mattf.</i>	G
Gürgen	<i>Carpinus betulus L.</i>	Gn
Karaçam	<i>Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana</i>	Çk
Kayacık	<i>Ostrya carpinifolia</i>	Ky
Kayın	<i>Fagus orientalis Lipsky</i>	Kn
Kızılçam	<i>Pinus Brutia Ten.</i>	Çz
Sapsız Meşe	<i>Quercus petrae subsp. iberica</i>	Mz
Sarıçam	<i>Pinus sylvestris Linnaeus</i>	Çs

Çizelge 3.2’ye göre karaçam, araştırma sahasında 4883,09 ha ile en yüksek saha yayılışına sahiptir. Bunu 4581,51 ha ile göknar takip etmektedir. Bu iki ağaç türü

meşcere hakim ağaç türü olarak ormanlık alanlara ait toplam sahanın % 67,44'ünü kaplamaktadır. Bu iki ağaç türünü % 9,91 ile kızılçam ve % 8,52 ile sarıçam takip etmektedir. Araştırma sahasındaki orman kuruluşlarının ibrelili ve yapraklı ağaç türlerine göre karışım şekilleri haritalandırılmıştır (Şekil 3.2). Bu haritadan elde edilen karışım şekillerine bakıldığında sadece ibrelili ağaç türlerinin oluşturduğu saf ve karışık ormanlar % 71,05 ile ön plana çıkmaktadır (Çizelge 3.3). Sadece yapraklılardan oluşan ormanların sahayı kaplama oranları % 8,35 şeklinde çıkmış olup, ibrelilere göre oldukça düşüktür.



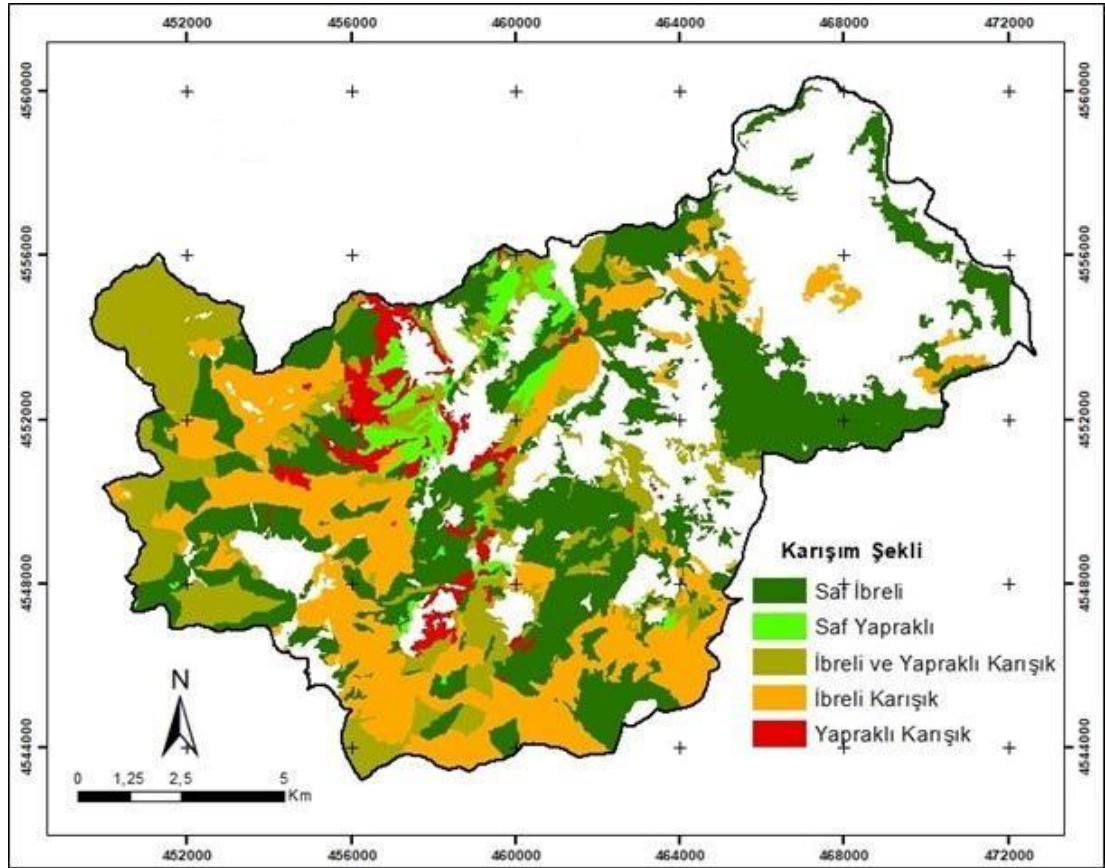
Şekil 3.1. Araştırma sahasındaki ormanların hakim ağaç türüne göre dağılışı.

Çizelge 3.2. Meşcere oluşturan ağaç türlerinin saha büyüklüklerinin dağılımı.

Hakim Ağaç	İkinci Ağaç Türü	Üçüncü Ağaç Türü	Saha (ha)	%
Karaçam	-	-	3524,32	25,11
Karaçam	Gök nar	-	79,52	0,57
Karaçam	Sarıçam	-	329,83	2,35
Karaçam	Kızılçam	-	82,50	0,59
Karaçam	Gür gen	-	71,48	0,51
Karaçam	Gür gen	Sapsız Meşe	222,50	1,59
Karaçam	Ardıç	-	63,80	0,45
Karaçam	Sapsız Meşe	-	509,14	3,63
Toplam			4883,09	34,8
<hr/>				
Gök nar	-	-	1221,46	8,70
Gök nar	Karaçam	-	314,37	2,24
Gök nar	Kayın	-	1093,41	7,79
Gök nar	Sarıçam	-	1850,12	13,18
Gök nar	Gür gen	-	58,71	0,42
Gök nar	Sapsız Meşe	-	25,39	0,18
Gök nar	Akçaağaç	-	18,05	0,13
Toplam			4581,51	32,65
Kayın	-	-	2,96	0,02
Kayın	Gök nar	-	441,94	3,15
			444,9	3,17
Sarıçam	-	-	481,36	3,43
Sarıçam	Karaçam	-	145,70	1,04
Sarıçam	Gök nar	-	510,40	3,64
Sarıçam	Gök nar	Gür gen	16,49	0,12
Sarıçam	Gür gen	-	41,96	0,30
Toplam			1195,91	8,52
Kızılçam	-	-	802,04	5,72
Kızılçam	Karaçam	-	458,26	3,27
Kızılçam	Ardıç	-	31,68	0,23
Kızılçam	Sapsız Meşe	-	99,20	0,71
Toplam			1391,18	9,91
Gür gen	-	-	80,36	0,57
Gür gen	Gök nar	-	24,89	0,18
Gür gen	Kayın	-	53,89	0,38
Gür gen	Sapsız Meşe	-	428,58	3,05
Toplam			587,72	4,19
Ardıç	-	-	74,67	0,53
Ardıç	Sapsız Meşe	-	77,73	0,55
Toplam			152,4	1,09
Sapsız Meşe	-	-	462,40	3,29
Sapsız Meşe	Karaçam	-	190,70	1,36
Sapsız Meşe	Gür gen	-	66,79	0,48
Toplam			719,89	5,13
Akçaağaç	Sapsız Meşe	-	35,74	0,25
Çınar	-	-	12,78	0,09
Kayacık	Gür gen	-	28,54	0,20
Genel Toplam			14033,66	100

Çizelge 3.3. Meşcere karışım şekillerinin araştırma sahasındaki dağılımı.

Karışım Şekli	Saha (ha)	Yüzde (%)
Saf İbrelî	6000,41	42,76
Saf Yapraklı	558,51	3,98
İbrelî ve Yapraklı	2891,60	20,60
İbrelî Karışık	3969,62	28,29
Yapraklı Karışık	613,54	4,37
Toplam	14033,68	100



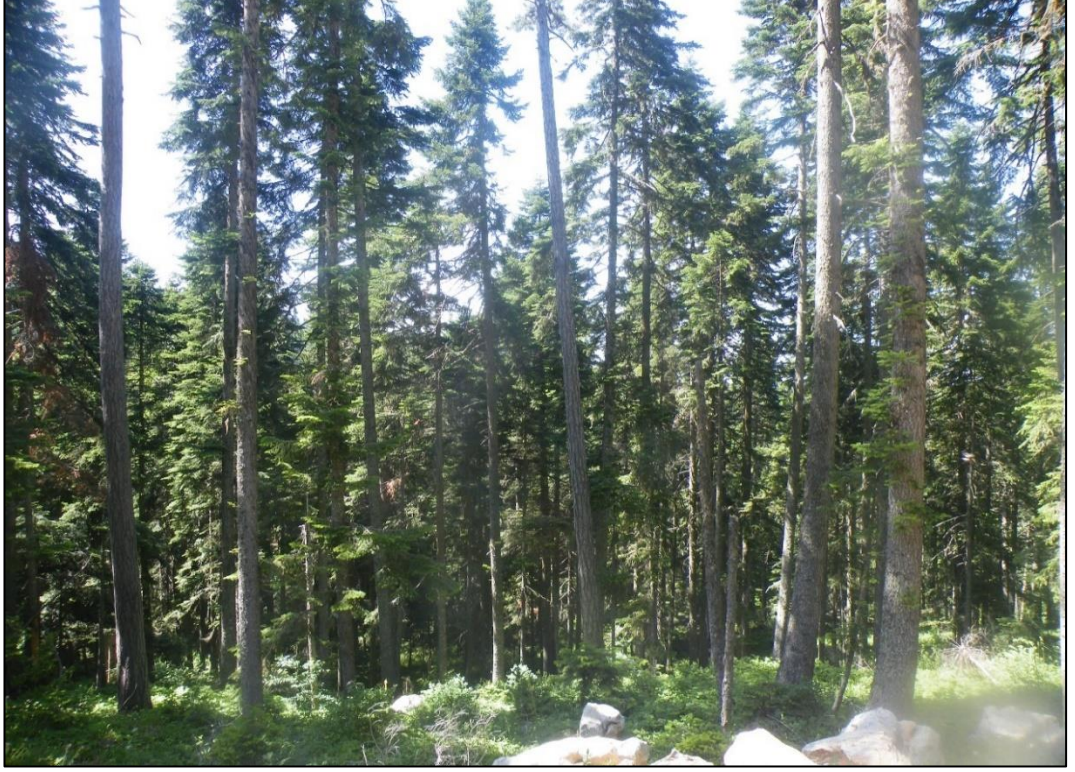
Şekil 3.2. Araştırma sahasındaki ormanların karışım şekli.



Şekil 3.3. Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı üzerindeki bc gelişme çağına sahip karaçamlar.



Şekil 3.4. Orta yükseltilerdeki genç karaçam ormanları.



Şekil 3.5. Kireçtaşı üzerindeki göknar seçme ormanları.



Şekil 3.6. Üst yükseltilerde farklı anakaya üzerinde Keltepe dağının zirvesine kadar uzanan saf ve karışık göknar ormanları.



Şekil 3.7. Göknar sarıçam seçme ormanları.



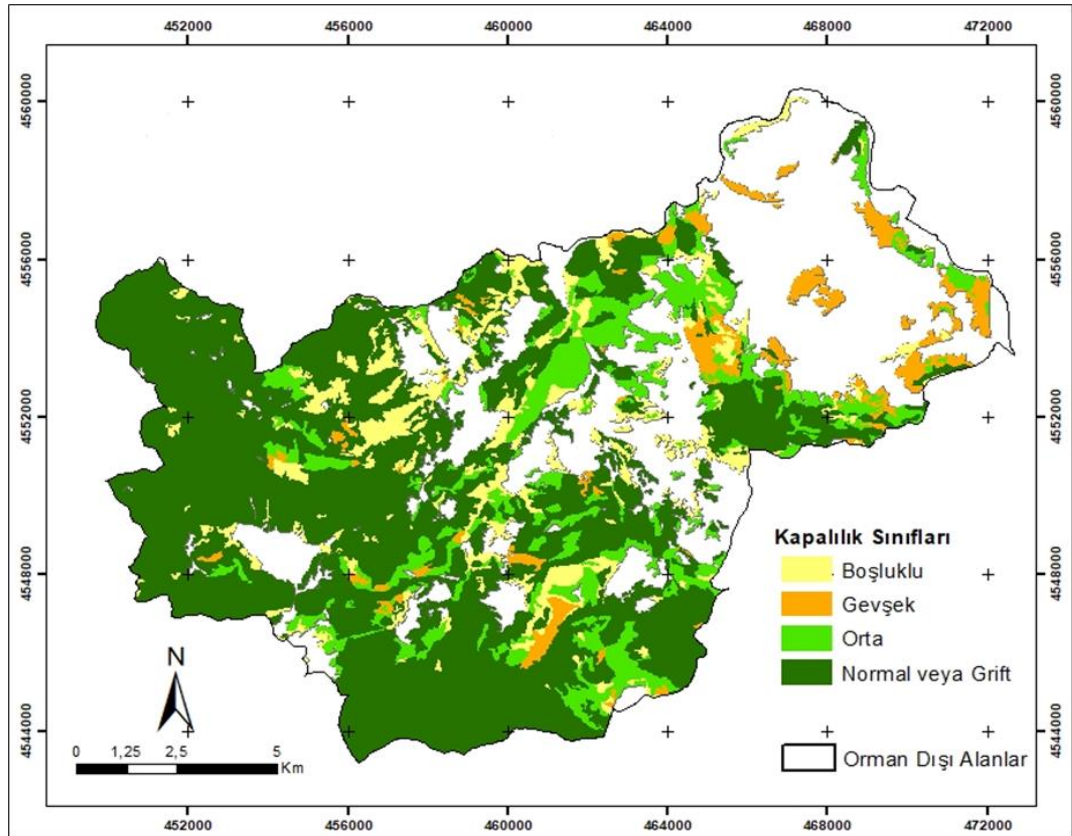
Şekil 3.8. Düşük yükseltilerdeki ağaç türlerinin yayılışları

3.1.2. Meşcere Kapalılığı

Çalışma sahasına ait meşcere kapalılığının saha dağılım çizelgesi incelendiğinde eski orman amenajman yönetmeliğinde 3 kapalı, yeni yönetmelikte normal veya grift kapalı ormanların en geniş yayılışa sahip olduğu buna karşılık 1 kapalı yani gevşek kapalı ormanların ise en dar yayılışa sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 3.4). Normal ya da grift kapalı ormanların sahanın güney ve güneybatısında yüksek rakımlı alanlarda yayılış gösteren ibrelî ormanlarda oluştuğu görülmüştür (Şekil 3.9).

Çizelge 3.4. Meşcere kapalılığının araştırma sahasına göre dağılımı.

Kapalılık	Saha (ha)	Yüzde (%)
Boşluklu Kapalı	1569,21	11,18
Gevşek Kapalı	831,61	5,93
Orta Kapalı	2198,43	15,67
Normal veya Grift Kapalı	9434,42	67,23
Toplam	14033,67	100



Şekil 3.9. Araştırma sahasındaki ormanların meşcere kapalılık sınıfları.



Şekil 3.10. Normal veya grift kapalı (3 kapalı) ormanlar.



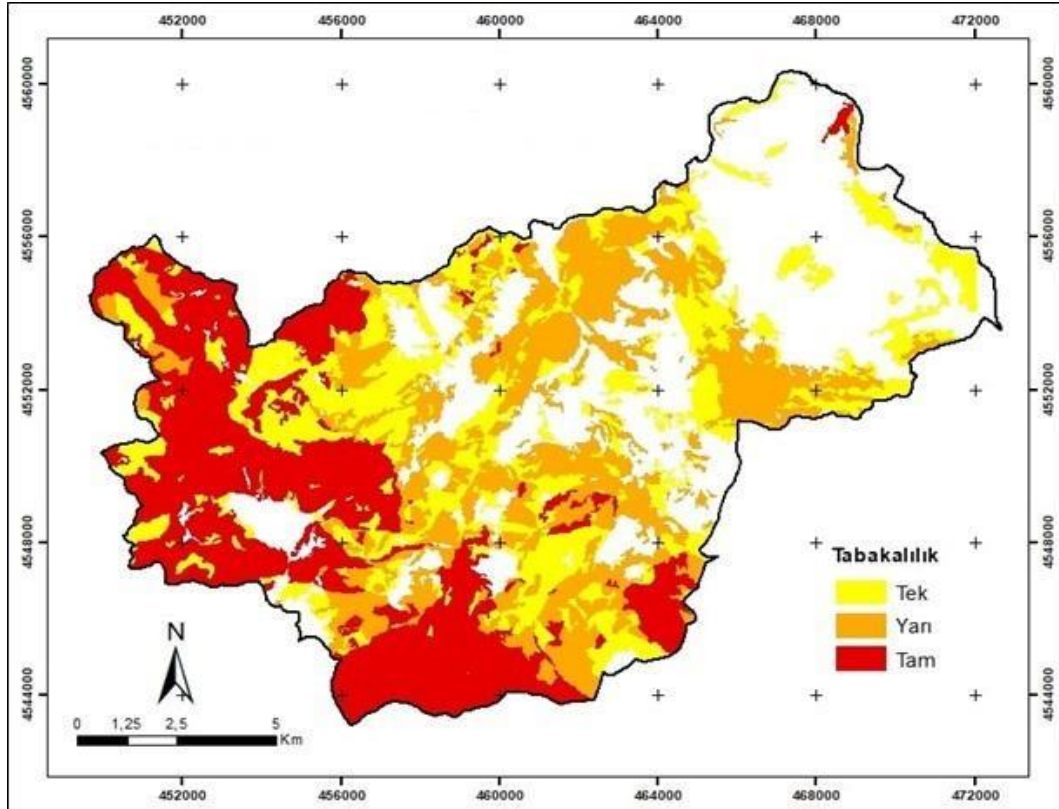
Şekil 3.11. Boşluklu kapalı ardıç ormanları.

3.1.3. Meşcere Tabakalılığı

Araştırma sahası meşcerelerin tabakalılık sınıfları arasında belirgin bir farklılığın olmadığı görülmektedir (Çizelge 3.5). Bu durum karışık seçme ormanlarındaki tabakalılığa ve seçmeden çıkarılmış ve hala tek tabakalılığa dönüşmemiş ormanların olduğunu bize göstermektedir. Tabakalılık sınıflarını gösterir harita incelendiğinde tam tabakalı ormanların sahanın güney ve güneybatısında bulunan yüksek kısımlarda yer aldığı görülmektedir (Şekil 3.12).

Çizelge 3.5. Meşcere tabakalılığının araştırma sahasına göre dağılımı.

Tabakalılık	Saha (ha)	Yüzde(%)
Tek Tabakalı	4405,70	31,39
Yarı Tabakalı	4644,47	33,10
Tam Tabakalı	4983,50	35,51
Toplam	14033,67	100



Şekil 3.12. Araştırma sahasındaki ormanların meşcere tabakalılık sınıfları.



Şekil 3.13. Üç tabakalı göknar karaçam seçme ormanı.

3.1.4. Meşcere Gelişim Çağları

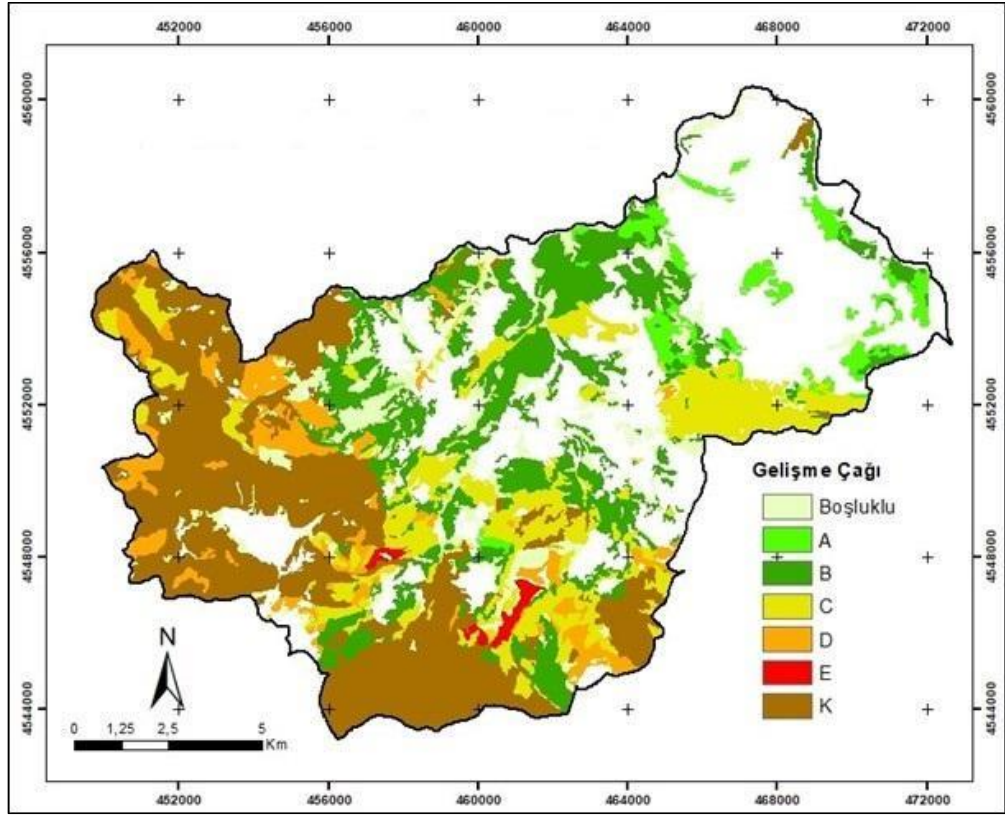
Araştırma sahasında orman meşcere tiplerine ait gelişme çağlarının saha dağılımlarını incelediğimizde seçme ormanlarının geniş saha büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3.14). Seçme ormanlarının genel olarak karışık yaşlı olması buna bağlanabilir. b ve c gelişme çağlı meşcerelerin seçme ormandan sonra daha yüksek oranda sahada dağıldığı görülmektedir (Çizelge 3.6). Buna karşılık e ve a çağlı meşcereler en düşük saha dağılımına sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 3.6. Meşcere gelişim çağlarının araştırma sahasına göre dağılımı.

Gelişim Çağları	Saha (ha)	Dağılımı (%)
Boşluklu	1569,21	11,18
A	669,33	4,77
B	3184,38	22,69
C	2370,21	16,89
D	1137,11	8,10
E	113,52	0,81
K (Seçme Orman)	4989,91	35,56
Toplam saha	14033,67	100



Şekil 3.14. Göknar kayın seçme ormanındaki farklı gelişme çağları.



Şekil 3.15. Araştırma sahasındaki ormanların meşcere gelişme çağları.

3.2. AĞAÇ TÜR BİLEŞİMİ ÜZERİNDE ETKİLİ FAKTÖRLER

Ekolojik faktörlerin ormanların ağaç türü bileşimi ve meşcere yapısal özelliklerine olan etkileri ekolojik faktörler ve yetiştirme ortamı birimleri özelliklerine ayrılarak verilmiştir.

3.2.1. Ekolojik Faktörler

Her bir ekolojik faktörün ağaç türleri üzerindeki etkisi alt başlıklara göre verilmiştir.

3.2.1.1. Yükseklik

Araştırma sahasındaki ağaç türlerinin 100 m'lik yükselti basamaklarındaki saha büyüklüklerinin dağılımına bakıldığında 500 m'ye kadar kızılçamın diğer ağaç türleri arasında ortalama % 63,3 ile en geniş yayılışa sahip olduğu anlaşılmaktadır (Bkz.

Çizelge 3.7). Bu aynı zamanda Akdeniz ikliminin bu yükseltiye kadar etkin olduğunu göstermektedir. Kızılcama bu yükseltelerde ikinci ağaç türü olarak ortalama % 26,48 ile karaçam eşlik etmektedir. Bu yükselti basamağında sırasıyla sapsız meşe, çınar, gürgen ve ardıç yayılışa sahiptir. Karaçamın 500-1200 m'ler arasında % 63,03 ortalama ile bariz bir hakimiyeti bulunmaktadır. Ama 500-600 m'ler arasında kızılcama karaçama çok yakın bir oranda eşlik etmektedir (Bkz. Şekil 3.8).

Araştırma sahasında en geniş yayılış alanına sahip karaçam ormanlarıdır. Karaçam, ülkemizde deniz kıyısından başlayarak iç kesimlerde 2000 m'yi aşmakla birlikte bölgelere göre dikey yayılış sınırları farklıdır. Karaçamın yükselti sınırını karasallık belirlemektedir. Karasallık ise deniz kenarından karaların iç kısımlarına doğru gidildikçe havadaki bağıl nemin düşmesine bağlı olarak yaz ile kış arasındaki sıcaklık farkının artması ve yazın havanın deniz kenarındaki kesimlere göre birkaç santigrad derece fazla ısınmasıyla karakterize edilir. Karaçamın, karasallığın çok yüksek olduğu bölgeler dışında bonitet itibariyle kuzeye bakan yamaçlarda 1000-1400 m arasında, güneye bakan yamaçlarda ise 1200-1600 m arasında optimum durumuna ulaştığı bildirilmektedir (Atalay ve Efe, 2010). Araştırma sahasında ise karaçamın 600-1200 m'ler arasında oldukça yüksek bir yayılış alanı bulunmaktadır. Bu düşük yükselti aralığı karaçamın sahada yazları yüksek neme sahip ve kışları ise yüksek soğuğa sahip olmayan Filyos havzasına bakan yamaçları öncelikle tercih ettiğini işaret etmektedir. Bu lokasyona dayalı bu özelliğin yanında üst bölgelerden desteklenen drenajla toprak ve organik madde neminin de kurak aylarda yeterli olacağı kanaatini oluşturmaktadır.

Literatürde Karadeniz Bölgesi'nde kıyı kesiminde tek tük ve küçük topluluklar şeklinde görülen karaçamların, sisin yoğun olmadığı kesimlerde 1500 m'nin üzerine kadar çıkabildiği, daha yükseklerde ise doğrudan güneş radyasyonu alan kısımlarda sarıçam, sisin yoğun olduğu yerlerde ise göknar ormanlarının hakim duruma geçtiği belirtilmektedir (Atalay ve Efe, 2010). Araştırma sahasındaki duruma bakıldığında ise karaçamın 1600 m'lere kadar hala meşcere kurabildiği, sarıçamın ise 1100-1900 m aralığında güney ve batılı yamaçlarda daha yoğun bir yayılışının olduğu görülmektedir. Göknar ise sarıçamla aynı yükselti aralığında başta kuzey bakılı olmak üzere diğer bütün bakılardaki yamaç, sırt ve vadi içlerinde yayılışının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Karabük ilinde Soğanlıçay ve Araç çayı havzalarında yayılış yapan kızılçam ormanlarının en geniş yayılışı 400-600 m arasında olduğu bilinmektedir. Kızılçam bu yükseltilerden sonra gelen 700-800 m'lerden sonra karaçamla karışık yer yer orman kurmakta olup, karaçamanın hakimiyetinin 800 m'lerden sonra başladığı görülmektedir (Güngöroğlu, 2018). Araştırma sahasında bu iki ağaç türünü bu yükseltiler arasında sırasıyla sapsız meşe, gürgen, ardıç ve kayacık eşlik etmektedir. Kızılçam 208 m ile 800 m arasında değişen miktarlarda bir yayılışa sahip olduğu görülmektedir. 1200-1995 m arasındaki yükseltilerde göknarın %69,92 gibi çok yüksek bir oranda hakimiyeti bulunmaktadır. Göknar 900 m'lerden başlayarak 1990 m'lere kadar yayılış yapmaktadır. Göknarın Batı Karadeniz bölgesinin kıyı hattının ardı bölgesindeki yüksek dağlık alanlarında olduğu gibi (Avcı, 1998) araştırma sahasında da 1500 m'ler üzerinde saf ve sarçamla birlikte karışık ormanlar kurduğu görülmektedir. Kayın ise 1000 – 1800 m'ler arasında görülürken en geniş yayılış alanı 1500 – 1700 m'ler arasında, araştırma sahasında Yenice sınırına yakın ve dolayısıyla Karadeniz'in oseyanik iklim etkisinin görüldüğü alanlarda en yüksek yayılışını yapmaktadır. Sarıçamın genel yayılış alanı 900 – 1900 m'ler arasında olup, en geniş yayılışını 1300 – 1600 m'lerde yapmaktadır. Daha yüksek kesimlerde göknarla karışık ormanlar halinde bulunmaktadır. Gürgen 210 – 1600 m'ler arasında görülürken 700 – 1100 m'lerde en yüksek yayılışını göstermektedir. Karabük Keltepe dağı 1995 m rakımı ile Filyos çayının Batı Karadeniz havzasındaki kıyıda içeriye doğru en yüksek zirvesini oluşturmaktadır. Ve sıradağ niteliği yerine kütle dağ formasyonu ile göze çarpmaktadır. Denizden yükseklik, bir yerin iklimi, toprak özellikleri ve vejetasyon yapısı üzerinde etkili olmaktadır. (Çepel, 1988). Denizden yükseldikçe her 100 m'de yağışın arttığı ve buna karşın da sıcaklığın düştüğü bilinmektedir. Bunun arkasında yatan en önemli sebep yüksekliğe bağlı olarak karasal radyasyonun artması ve bunun gece ve gündüz arasındaki soğuma ısınma süresinin hızlı olmasıdır. Denizden yükseldikçe düşük sıcaklık ve fazla nem toprak özellikleri üzerinde de etkili rol oynar. Topraktan bazlar yıkanır, reaksiyon asit olur ve örneğin podsolleşme meydana gelebilir. Bunun yanında toprakta biyolojik aktivite yavaşlar veya tamamen durma noktasına ulaşabilir. Bu durum ham humus halinde sürekli bir ölü örtünün toprak üzerinde birikmesine neden olur. Denizden yüksekliğin sıcaklık ve yağış iklimini yüksek derecede etkilemesi sonucu ormanlık dağ yamaçlarında ekolojik istekleri farklı orman bitki kuşaklarının basamaklar halinde birbirinin üzerinde yayılması düşey

orman zonları denilen yükselti-bitki örtüsü değişim alanlarını ortaya çıkarmaktadır (Çepel, 1988). Nitekim araştırma sahasında en düşük rakımdan en yüksek rakıma doğru kızılçam, karaçam ve göknar ormanları sahip oldukları saha büyüklüğü bakımından birbirlerini sırası ile takip ederek bir düşey orman zonu oluşturmaktadırlar. Diğer ağaç türleri bu üç ağaç türlerine farklı düşey zonlarda eşlik etmektedir. Araştırma sahasındaki her bir düşey zonunun sıcaklık ve nem içeriğinin yükseltiye göre değişmesiyle farklı mekanik ve kimyasal toprak gelişim sürecine ve toprak organik madde miktarına sahip olduğu kısaca belirtilebilir.



Şekil 3.16. Üst dağlık bölgenin orman üst sınırındaki göknar ormanları.

Çizelge 3.7. Ağaç türlerinin 100 m'lik yükselti basamaklarındaki saha büyüklükleri (ha).

Yükselti (m)	Karaçam	Gökmar	Kayın	Sarıçam	Kızılçam	Gürgen	Ardıç	Sapsız Meşe	Akçaağaç	Çınar	Kayacık
210-300	36,52	-	-	-	134,64	2,08	-	7,76	-	2,28	-
210-300	19,93%	-	-	-	73,46%	1,13%	-	4,23%	-	1,24%	-
300-400	189,68	-	-	-	361,64	3,36	4,56	64,84	-	6,32	-
300-400	30,09%	-	-	-	57,37%	0,53%	0,72%	10,29%	-	1,00%	-
400-500	220,52	-	-	-	444,08	2,48	12,96	65,84	-	4,24	-
400-500	29,40%	-	-	-	59,20%	0,33%	1,73%	8,78%	-	0,57%	-
500-600	364,44	-	-	-	328,12	21,84	8,36	63,68	-	-	0,88
500-600	46,29%	-	-	-	41,68%	2,77%	1,06%	8,09%	-	-	0,11%
600-700	429,64	-	-	-	105,52	19,92	11,72	81,20	-	-	3,48
600-700	65,95%	-	-	-	16,20%	3,06%	1,80%	12,46%	-	-	0,53%
700-800	555,08	-	-	-	14,52	74,08	17,24	112,12	-	-	11,92
700-800	70,71%	-	-	-	1,85%	9,44%	2,20%	14,28%	-	-	1,52%
800-900	716,52	-	-	-	-	89,16	11,68	88,00	-	-	6,52
800-900	78,58%	-	-	-	-	9,78%	1,28%	9,65%	-	-	0,72%
900-1000	726,84	10,24	-	2,12	-	102,44	9,16	73,56	-	-	5,68
900-1000	78,15%	1,10%	-	0,23%	-	11,01%	0,98%	7,91%	-	-	0,61%
1000-1100	528,44	133,24	1,60	37,68	-	89,24	15,84	63,64	0,24	-	-
1000-1100	60,75%	15,32%	0,18%	4,33%	-	10,26%	1,82%	7,32%	0,03%	-	-
1100-1200	361,16	278,28	1,68	100,64	-	47,84	23,12	42,04	30,96	-	-
1100-1200	40,78%	31,42%	0,19%	11,36%	-	5,40%	2,61%	4,75%	3,50%	-	-

Çizelge 3.7. (devam ediyor).

1200-1300	300,00	546,72	16,28	127,44	-	30,52	7,88	19,60	0,52	-	-
1200-1300	28,60%	52,12%	1,55%	12,15%	-	2,91%	0,75%	1,87%	0,05%	-	-
1300-1400	264,32	1027,44	89,80	340,60	-	39,92	21,96	11,24	-	-	-
1300-1400	14,72%	57,23%	5,00%	18,97%	-	2,22%	1,22%	0,63%	-	-	-
1400-1500	122,40	1213,68	86,84	276,32	-	53,72	7,16	15,28	0,48	-	-
1400-1500	6,89%	68,34%	4,89%	15,56%	-	3,02%	0,40%	0,86%	0,03%	-	-
1500-1600	63,72	758,60	144,96	216,56	-	11,08	-	12,44	1,88	-	-
1500-1600	5,27%	62,73%	11,99%	17,91%	-	0,92%	-	1,03%	0,16%	-	-
1600-1700	2,28	391,12	101,24	73,72	-	-	-	-	0,88	-	-
1600-1700	0,40%	68,71%	17,79%	12,95%	-	-	-	-	0,15%	-	-
1700-1800	0,04	183,08	2,44	16,40	-	-	-	-	0,92	-	-
1700-1800	0,02%	90,24%	1,20%	8,08%	-	-	-	-	0,45%	-	-
1800-1900	-	33,48	-	3,68	-	-	-	-	-	-	-
1800-1900	-	90,10%	-	9,90%	-	-	-	-	-	-	-
1900-1995	-	2,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1900-1995	-	100,00%	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2.1.2. Bakı

Araştırma sahasında ağaç türlerinin saha büyüklükleri ve bunların yüzdelerle dağılımları bakı sınıflarına dağıtılmıştır (Çizelge 3.8). Tüm bakı sınıflarında karaçam ve göknarın ağırlıklı olarak %60 - %75 aralığında yayılış yaptığı görülmektedir. Karaçamın başta batı olmak üzere tüm bakılarda % 31 ve %39 arasında yayılış yaptığı tespit edilmiştir. Göknar ise başta kuzey bakılarda 38,62% ve en az 24,89% ile batıda olmak üzere yayılmaktadır. Bunların dışında kızılçam güney, batı ve düzlük alanlarda üçüncü ağaç türü olarak yer almıştır. Sapsız meşenin ise özellikle doğu ve güneyli bakılarda daha yüksek yayılış yaptığı anlaşılmaktadır. Sarıçamın güney ve kuzey bakılarda, kayının ise kuzey ve güney bakılarda birbirine yakın olmak üzere diğer tüm bakılarda yaklaşık eşit miktarda yer aldığı görülmektedir.

Arazinin bakısı, bir yerin özellikle sıcaklık ve yağış iklimine dayalı karakteristikleri etkilemektedir. Ülkemizde içinde bulunduğu kuzey yarım küresinde güneşlenme süresi ve şiddetinin daha fazla oluşuna bağlı olarak gölgeli bakılar (kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu) daha serin, güneşli bakılar ise (güneydoğu, güney, güneybatı, batı) daha sıcaktır. Karadeniz'den nem getiren rüzgârlara bakan yamaçlar daha çok yağış alıp serin olduğu için evapotranspirasyon da daha az olacağından gölgeli bakılarda toprak, aynı bölgedeki güneşli yamaçlara kıyasla daha nemlidir (Çepel, 1988). Bu araştırma sahasının kuzeyinde Karadeniz'e coğrafik konum olarak daha yakın kayın ve akçağaç orman meşcerelerinin daha yaygın olmasını açıklamaktadır

Çizelge 3.8. Ağaç türlerinin yayılışlarının bakı sınıflarına dağılımı (ha).

Bakı Sınıfları	Karaçam	Gökmar	Kayın	Sarıçam	Kızılçam	Gürgen	Ardıç	Sapsız Meşe	Akçaağaç	Çınar	Kayacık
Düzlük (ha)	62,24	51,40	10,16	17,28	23,96	2,96	2,48	8,12	2,00	2,20	.
Düzlük	34,05%	28,12%	5,56%	9,45%	13,11%	1,62%	1,36%	4,44%	1,09%	1,20%	.
Kuzey (ha)	2074,40	2222,28	197,56	471,40	478,88	150,64	12,00	105,36	22,92	1,76	16,28
Kuzey	36,05%	38,62%	3,43%	8,19%	8,32%	2,62%	0,21%	1,83%	0,40%	0,03%	0,28%
Doğu (ha)	1181,04	1105,12	97,20	250,32	341,16	314,68	103,52	350,64	1,68	5,60	11,84
Doğu	31,39%	29,37%	2,58%	6,65%	9,07%	8,36%	2,75%	9,32%	0,04%	0,15%	0,31%
Güney (ha)	627,76	597,48	71,72	165,28	158,08	69,72	30,76	179,40	8,64	0,72	0,08
Güney	32,87%	31,29%	3,76%	8,66%	8,28%	3,65%	1,61%	9,39%	0,45%	0,04%	0,00%
Batı (ha)	936,16	601,68	68,20	290,88	386,44	49,68	2,88	77,72	0,64	2,56	0,28
Batı	38,73%	24,89%	2,82%	12,03%	15,99%	2,06%	0,12%	3,22%	0,03%	0,11%	0,01%

3.2.1.3. Arazi Morfolojisi

Karaçam vadi, sırt ve yamaçlarda %33 ve %36 oranları arasında değişen miktarlarda yer almaktadır. Gökmar aynı şekilde vadi yamaç ve sırtlarda %30 ve %37 dağılımında görülmektedir. Karaçam en yüksek yayılışını vadilerde gökmar ise yamaç tipi arazi şeklinde yapmaktadır (Çizelge 3.9). Kayın bütün arazi şekillerinde birbirlerine yakın olarak yayılış göstermektedir. Sarıçamın yamaç arazi şeklini tercih ettiği, kayının ise vadileri tercih ettiği görülmektedir. Kızılcım vadi ve sırtları daha çok tercih ettiği anlaşılmaktadır. Sapsız meşenin vadi ve sırt arazi şekillerinde yayılış yapmaktadır.

Sırt, yamaç ve vadi çukurluklarına dayalı arazi şekillerinde günlük ve yıllık sıcaklık değişimleri, ince toprak yıkanması, birikmesi ve hava akımları aynı yükseklikteki düz arazilerden farklılaşarak ayrı ekolojik özelliklere sahip olmaktadır. Ayrıca bu arazi şekillerinde toprak derinliği ana kayaya bağlı olarak çok değişir, buna bağlı olarak sırt ve sırta yakın yamaç kısımlarında topraklar iskelet bakımından zengin, sıg ve besin maddelerince fakir ve kurak olurlar. Bu yüzden orman ekosistemlerinin verim gücü ile yamaç üst kenarından olan uzaklıkları arasında sıkı ve önemli ilişkiler bulunmuştur (Çepel, 1988). Aynı şekilde vadi olukları şeklindeki çukur araziler ise yamaçlardan gelen ince toprak materyali, yamaç sızıntı suları veya yüzeysel akış suları ile doldurulmakta, hava daha nemli ve durgun olmakta, toprak ayrıca kök gelişimi için derin olup ince materyal ve bakımından da zengindir.

Araştırma sahasında karaçam ve gökmarın arazi şekillerine göre yayılış özelliklerini daha iyi anlamak için iklim ve yükseltiye dayalı yetiştirme ortamı özelliklerine göre ayrılmış yetiştirme ortamlarındaki arazi şekillerinin incelenmesi gerekmektedir. Kayının arazi şekillerine göre yayılışını anlamak ilk bakışta anlamak daha kolaydır. Kayın sahip olduğu yükselti özelliklerinin yanında sahanın 1400 m'ler den itibaren 1990 m'lerin denize daha yakın coğrafik lokasyonların bütün arazi şekillerinde kayını görmek mümkündür. Bunun yanında araştırma sahasında yayılış yaptığı 1400-1900 m arasındaki arazi şekillerinin çok keskin sırtlarla ayrılmış derin vadiler olmaması, bunun yerine engebeli bir plato görünümüne sahip olması da eklenebilir. Bu şekilde kayına ait alanların daha nemli bir hava etkisine sahip olduğunu ve belirli bir arazi şeklini tercih etmesine gerek kalmadığını ifade edilebilmektedir. Böylece kayına ait

bu coğrafik mekanların ayrı bir yetişme sınıfı olarak ayrılabilceğini ortaya koymaktadır.

3.2.1.4. Eğim

Çalışma sahasında ağaç türlerinin saha büyüklükleri ve yüzdelik dağılımlarının eğim sınıflarına dağılımı Çizelge 3.10'da gösterilmiştir. Karaçam tüm eğim sınıflarında en yüksek yayılışı göstermiştir. Ama bütün eğim sınıflarında özellikle az eğimli sahalarda 49,34% ile en geniş yayılışını yapmaktadır. Gökmar ise karaçama benzer şekilde bütün eğim sınıflarında yayılışı bulunmaktadır. En geniş yayılışını dik eğimli sahalarda oluşturmaktadır. Sarıçam'ın orta eğimli sahaları daha çok tercih ettiği buna karşın dik eğimli, sarp ve pek sarp sahalarda oldukça düşük yayılış yaptığı görülmüştür. Kızılcam, gürgen ve sapsız meşe'nin kendi yayılış alanlarında sarp ve pek sarp alanları kapladıkları anlaşılmaktadır.

Eğim derecesinin arttığı alanlarda yağış sularının yüzeysel akışı artmasıyla erozyon şiddetli artmakta ve toprak derinliği azalarak iskelet içeriği zengin, sık ve kurak toprakların oluşmaktadır. Böylece çok eğimli yamaçlarda besin maddesi ve su ekonomisinin elverişsizliğinden kurak ve fakir yetişme ortamları oluşmaktadır (Çepel, 1988). Karaçam az eğimli sahalarda daha iyi gelişim gösterdiği bildirilerek (Atalay ve Efe, 2010), araştırma sahasında ki az eğimli yamaçlarda en yüksek saha büyüklüğüne ulaşması bunu desteklemektedir.

Çizelge 3.9. Ağaç türlerinin yayılışlarının arazi morfolojisi üzerinde dağılımı.

Arazi Morfolojisi	Karaçam	Gök nar	Kayın	Sarıçam	Kızılçam	Gür gen	Ardıç	Sapsız Meşe	Akça ağaç	Çınar	Kayacık
Vadi (ha)	1498,60	1319,20	158,16	317,32	509,60	239,56	42,08	263,60	16,08	11,56	8,96
Vadi	34,18%	30,09%	3,61%	7,24%	11,62%	5,46%	0,96%	6,01%	0,37%	0,26%	0,20%
Düzlük (ha)	49,36	13,32	2,32	10,24	4,48	0,52	0,40	1,76	0,08	0,08	-
Düzlük	59,79%	16,13%	2,81%	12,40%	5,43%	0,63%	0,48%	2,13%	0,10%	0,10%	-
Sırt (ha)	1725,72	1482,32	154,64	329,80	521,28	181,72	69,40	302,00	2,04	0,40	9,92
Sırt	36,11%	31,02%	3,24%	6,90%	10,91%	3,80%	1,45%	6,32%	0,04%	0,01%	0,21%
Yamaç (ha)	1607,92	1763,12	129,72	537,80	353,16	165,88	39,76	153,88	17,68	0,80	9,60
Yamaç	33,64%	36,89%	2,71%	11,25%	7,39%	3,47%	0,83%	3,22%	0,37%	0,02%	0,20%

Çizelge 3.10. Ağaç türlerinin eğim sınıflarına göre dağılımı.

Eğim Sınıfları	Karaçam	Göknar	Kayın	Sarıçam	Kızılçam	Gürgen	Ardıç	Sapsız Meşe	Akçaağaç	Cınar	Kayacık
Düzlük (ha)	105,00	78,56	14,24	29,92	35,80	5,28	3,48	12,88	2,40	2,80	-
Düzlük	36,16%	27,06%	4,90%	10,30%	12,33%	1,82%	1,20%	4,44%	0,83%	0,96%	-
Az Eğimli (ha)	170,12	77,00	11,04	41,08	25,40	8,28	1,76	8,84	0,32	0,80	0,12
Az Eğimli	49,34%	22,33%	3,20%	11,92%	7,37%	2,40%	0,51%	2,56%	0,09%	0,23%	0,03%
Orta Eğimli (ha)	665,44	582,76	38,84	344,28	150,80	49,56	8,16	25,48	2,40	1,92	0,56
Orta Eğimli	35,58%	31,16%	2,08%	18,41%	8,06%	2,65%	0,44%	1,36%	0,13%	0,10%	0,03%
Çok Eğimli (ha)	2052,72	1902,80	204,04	606,28	523,68	223,80	42,12	145,56	23,20	4,36	11,72
Çok Eğimli	35,76%	33,15%	3,55%	10,56%	9,12%	3,90%	0,73%	2,54%	0,40%	0,08%	0,20%
Dik Eğimli (ha)	1351,64	1350,88	136,08	145,08	396,04	173,76	50,12	252,04	5,60	2,20	9,84
Dik Eğimli	34,90%	34,88%	3,51%	3,75%	10,22%	4,49%	1,29%	6,51%	0,14%	0,06%	0,25%
Sarp (ha)	496,32	573,40	39,24	27,28	242,88	114,84	40,48	246,64	1,88	0,76	5,92
Sarp	27,73%	32,04%	2,19%	1,52%	13,57%	6,42%	2,26%	13,78%	0,11%	0,04%	0,33%
Pek Sarp (ha)	40,36	12,56	1,36	1,24	13,92	12,16	5,52	29,80	0,08	-	0,32
Pek Sarp	34,40%	10,71%	1,16%	1,06%	11,86%	10,36%	4,71%	25,40%	0,07%	-	0,27%

3.2.1.5. Aylık Yağış Miktarları

Yağış miktarlarının ağaç türlerinin saha büyüklükleri üzerindeki dağılımları (Çizelge 3.11) incelendiğinde 57,09 – 87,89 mm yağış miktarı arasında karaçamın en yüksek yağışı gösterdiği, göknarın buna karşılık 87,89 ile 118,3 mm aylık yağış miktarları arasında olduğu görülmektedir. Karaçamın bütün yağış sınıflarında yayılışı bulunurken, göknarın 72 mm'den yüksek aylık ortalama yağış miktarlarında sahada yer almaktadır. Kayın, sarıçam ve akçaağaç aynı şekilde göknar'a aynı yağış miktarlarında eşlik etmektedir. Kayın en geniş yayılışını 102 mm'nin üstündeki sahalarda yaparken sarıçam için bu 87 mm'nin üzerindedir. Tipik bir Akdeniz iklimine ait ağaç türü olan Kızılcım 41,79 ile 57,09 mm yağış aralığında en geniş yayılış yapan ağaç türüdür. Gürgen, ardıç ve sapsız meşe 41,79 ile 103 mm arasında yağış yaptığı görülür iken gürgen biraz daha yüksek, sapsız meşe ise daha az yağış miktarlarını tercih ettiği anlaşılmaktadır.

Kızılcımın Akdeniz iklim tipine sahip geniş yayılış alanlarında 3-5 ay süren şiddetli kurak bir döneminin bulunduğu ve subtropik iklimi andıran oldukça yüksek sayılabilecek yıllık yağış miktarının çok kısa bir dönemde şiddetli sağanaklar biçiminde yıl içinde düzensiz düştüğü, uzun ve su noksanı açığının yüksek şiddetli yaz kuraklığına dayanabilmesini sağlayabilecek ekolojik uyum özelliklerini geliştirmiş bir ağaç türü olduğu bildirilmektedir (Neyişçi, 1987). Karabük-Safranbolu havzasındaki kızılcım ormanlarının her ne kadar yıllık toplam yağış miktarının diğer bölgelerin biraz altında olmasına rağmen yaz kuraklığının daha kısa olması ve düzenli olarak yaz aylarında belli bir yağış miktarına sahip olmasıyla diğer bölgelerdeki kızılcım ormanlarından ayrıldığı belirtilebilir (Güngöroğlu, 2018).

3.2.1.6. Yıllık Sıcaklık Değişim Miktarları

Araştırma sahasında sıcaklığın 1,7 °C aralıklarla 13,24 ile 6,48 °C arasında beş sınıfta değiştiği görülmüştür (Çizelge 3.12). Karaçam 13,24 ile 6,49 °C arasında yayılış yaparken 11,5 ve 8 °C arasında en geniş yayılışını yapmaktadır. Göknar, sarıçam ve akçaağaç ormanlarının yayılış alanları 11,5 ile 4,48 °C arasında değişmekle birlikte göknar 8,19 ve 6,49 °C arasında en geniş saha büyüklüğüne sahip olmaktadır. Buna

karşın sarıçamın en geniş saha yayılışı 9,88 ile 6,49 °C arasındadır. Sarıçama ait sıcaklık değerleri kayın içinde geçerli olduğu görülmüştür. Gürgen, ardıç ve sapsız meşe 6,48 ve 13,24 °C arasında yayılış göstermektedir. Yağışın dağılımında da olduğu üzere gürgen biraz daha soğuk, sapsız meşe ise daha sıcaklıklarda geniş yayılışı tercih etmektedir.

Kızılçam ülkemizin Akdeniz iklimine ait tipik bir orman ekosistemidir. Kızılçamın sıcaklık isteği yüksek, donlara hassas ve karasal iklimlerden kaçınan bir tür olduğu bildirilmektedir (Boydak vd., 2006). Kızılçamın doğal yayılış alanlarındaki yıllık ortalama sıcaklık Atalay vd., (1998) tarafından 12-20 °C, Neyişçi (1987) tarafından 10-25°C arasında verilmektedir. Kızılçamın araştırma sahasının 200-600 m'ler arasındaki yoğun yayılışının ortalama sıcaklığı 12,53 °C'dir. Bu değer yukarıda belirtilen çalışmalara göre değerlendirildiğinde kızılçamın bu sahada sıcaklık bakımından Türkiye'deki optimum yayılış alanlarına göre alt basamaklarda yer almaktadır. Bu noktada Karabük ili ilkbahar ve sonbaharda Antalya iline göre oldukça yüksek donlu saatlere sahip olması ve havzada üst rakımlara çıkıldıkça don riskinin ve kar yağışı etkisinin artmaktadır (Güngöroğlu, 2018). Bunun yanında sıcaklık terslemesinin etkisinin Araç çayı ve devamında yer alan Filyos çayı havzasında yer alarak kışın soğuk havanın etkisinin havzada oldukça yoğun olması söylenebilir (Atalay, 2002). Karaçamın araştırma sahasında %5'in üzerinde yayılış yaptığı 500-1400 m'lik yükselti basamaklarındaki ortalama sıcaklığı yaklaşık 9.5 °C'dir. Karaçamın Türkiye'deki yayılış alanlarının sıcaklık aralığı 12-6 °C olarak literatürde yer almaktadır (Atalay ve Efe, 2010)

Çizelge 3.11. Araştırma sahasında ağaç türlerinin aylık yağış miktarlarına dayalı sınıflardaki saha büyüklükleri (ha).

Yağış (mm)	Karaçam	Gökmar	Kayın	Sarıçam	Kızılçam	Gürgen	Ardıç	Sapsız Meşe	Akçaağaç	Çınar	Kayacık
41,79 - 57,09	318,04	.	.	.	702,68	5,72	4,96	89,00	.	7,08	.
41,79 - 57,09	28,21%	.	.	.	62,32%	0,51%	0,44%	7,89%	.	0,63%	.
57,09 - 72,39	1715,08	.	.	.	686,64	130,12	52,24	314,52	.	5,76	18,44
57,09 - 72,39	58,68%	.	.	.	23,49%	4,45%	1,79%	10,76%	.	0,20%	0,63%
72,39 - 87,89	2132,24	508,04	3,20	144,00	0,24	313,04	56,16	249,48	30,92	.	10,04
72,39 - 87,89	61,85%	14,74%	0,09%	4,18%	0,01%	9,08%	1,63%	7,24%	0,90%	.	0,29%
87,89 - 102,99	710,76	3488,96	336,84	948,28	.	138,84	38,28	68,52	3,2	.	.
87,89 - 102,99	12,40%	60,85%	5,87%	16,54%	.	2,42%	0,67%	1,20%	0,06%	.	.
102,99 - 118,2	6,72	583,84	105,56	103,08	.	.	.	.	1,76	.	.
102,99 - 118,3	0,84%	72,89%	13,18%	12,87%	.	.	.	.	0,22%	.	.

Çizelge 3.12. Araştırma sahasında ağaç türlerinin sıcaklık değişim miktarlarına dayalı sınıflardaki saha büyüklükleri.

Sıcaklık (°C)	Karaçam	Göknar	Kayın	Sarıçam	Kızılçam	Gürgen	Ardıç	Sapsız Meşe	Akçaağaç	Çınar	Kayacık
13,28-11,58	675,08	.	.	.	1183,44	21,8	24,12	180,2	.	12,84	0,36
13,28-11,59	32,18%	.	.	.	56,41%	1,04%	1,15%	8,59%	.	0,61%	0,02%
11,58-9,88	2382,04	1,16	.	0,92	206,12	259,96	48,32	358,28	.	.	28,12
11,58-9,89	72,51%	0,04%	.	0,03%	6,27%	7,91%	1,47%	10,91%	.	.	0,86%
9,88-8,18	1575,24	1621,72	92,04	489,44	.	224,48	64,12	153,64	31,72	.	.
9,88-8,19	37,04%	38,14%	2,16%	11,51%	.	5,28%	1,51%	3,61%	0,75%	.	.
8,18-6,48	251,48	2889,86	353,56	698,32	.	81,48	15,08	29,4	4,08	.	.
8,18-6,49	5,82%	66,84%	8,18%	16,15%	.	1,88%	0,35%	0,68%	0,09%	.	.
6,48-4,78	.	68,48	.	6,68	.	.	.	.	0,08	.	.
6,48-4,78	.	91,02%	.	8,88%	.	.	.	.	0,11%	.	.

3.2.1.7. Jeoloji

Araştırma sahasında ağaç türlerinin anakaya sınıflarında yaptığı yayılışları Çizelge 3.13’de verilmiştir. Sahanın % 46’sını kaplayan kireçtaşı üzerinde karaçam %20,17 ve göknar %19,81 şeklinde yayılış yapmaktadır. Bu iki ağaç türü kireçtaşı sahalarının %59,56’sını içermektedir. Kireçtaşı üzerinde dikkati çeken diğer ağaç türleri kayın, sarıçam, gürgen ve sapsız meşedir. Kızılcımın ise Karabük formasyonu olarak adlandırılan kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn içeriğine sahip alanlarda en geniş yayılışını yaptığı görülmektedir. Karaçam, göknar, kayın, sarıçam ve sapsız meşe kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı içeriğine sahip anakaya üzerinde dikkat çekici diğer önemli yayılışlarını yapmaktadırlar. Alüvyonlu sahalarda kızılcımın göze çarpan bir hakimiyeti bulunmaktadır.

Çizelge 3.13. Ağaç türlerinin anakaya sınıflarındaki saha yayılışları.

Ağaç Türü	Jeolojik Formasyon	ha	%
Karaçam	Alüvyon	0,32	0,00
Karaçam	Pekişmesi zayıf konglomera ve kumtaşı	131,40	0,94
Karaçam	Kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn	467,40	3,33
Karaçam	Kireçtaşı	2830,60	20,17
Karaçam	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	1143,40	8,15
Karaçam	Fliş	311,12	2,22
	Toplam	4884,24	
Göknar	Kireçtaşı	2779,60	19,81
Göknar	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	1777,64	12,67
Göknar	Fliş	23,60	0,17
	Toplam	4580,84	
Kayın	Kireçtaşı	333,72	2,38
Kayın	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	111,88	0,80
	Toplam	445,60	
Sarıçam	Kireçtaşı	632,00	4,50
Sarıçam	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	563,36	4,01
	Toplam	1195,36	
Kızılcım	Alüvyon	12,76	0,09
Kızılcım	Pekişmesi zayıf konglomera ve kumtaşı	83,68	0,60
Kızılcım	Kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn	939,48	6,69
Kızılcım	Kireçtaşı	233,12	1,66
Kızılcım	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	36,04	0,26
Kızılcım	Fliş	84,48	0,60
	Toplam	1389,56	

Çizelge 3.13. (devam ediyor).

Gürgen	Kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn	0,48	0,00
Gürgen	Kireçtaşı	357,96	2,55
Gürgen	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	228,96	1,63
Gürgen	Fliş	0,32	0,00
	Toplam	587,72	
Ardıç	Kireçtaşı	138,48	0,99
Ardıç	Kumtaşı, şeyl, konglomera, kireçtaşı	1,72	0,01
Ardıç	Fliş	11,44	0,08
	Toplam	151,64	
Sapsız Meşe	Kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn	26,44	0,19
Sapsız Meşe	Kireçtaşı	456,08	3,25
Sapsız Meşe	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	238,52	1,70
Sapsız Meşe	Fliş	0,48	0,00
	Toplam	721,52	
Akçaağaç	Kireçtaşı	32,28	0,23
Akçaağaç	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	3,60	0,03
	Toplam	35,88	
Çınar	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	12,84	0,09
Kayacık	Kireçtaşı	7,76	0,06
Kayacık	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı	20,72	0,15
	Toplam	28,48	



Şekil 3.17. Kireçtaşı üzerindeki c gelişme çağına sahip karaçamlar.

3.2.2. Ağaç Türlerinin Yetiştirme Ortamı Sınıflarındaki Yayılışları

Yetiştirme ortamı birimlerin oluşturan basamakların ormanların ağaç türü bileşimi özelliklerine olan etkileri bu bölümde verilmiştir.

3.2.2.1. Orman Yetiştirme Bölgeleri

Orman yetiştirme bölgeleri içerisinde yüksek dağlık bölgeler toplam sahanın % 47,34, dağlık bölgeler % 41,51 ve tepelik bölgeler ise % 11,15'ini oluşturmaktadır. Yüksek dağlık bölgeler içerisinde kalan soğuk ve yağışlı ormanlık yetiştirme alanları % 71,98'lik saha payı ile bütün bölgeler içerisinde en geniş saha büyüklüğüne sahiptir (Çizelge 3.14). Uludağ göknarı genel olarak yüksek dağlık bölgeyi temsil eden ağaç türü olarak ortaya çıkmıştır. Bu bölgenin diğer önemli ağaç türleri sırası ile sarıçam, karaçam ve kayındır. Sarıçam yüksek dağlık alanlardaki soğuk ve yüksek yağışlı alanlarda göknardan sonra en yüksek yayılışa sahip olmakla dikkat çekmektedir. Keza diğer yüksek dağlık yetiştirme bölgelerinde bu kadar geniş yayılış yapmamaktadır. Kayın ise

yüksek dağlık alanlardaki soğuk ve yüksek yağışlı alanlarda dikkati çeken bir yayılışa sahiptir. Karaçam dağlık alanlardaki yetiştirme bölgelerinin şüphesiz en çok yayılış yapan ağaç türüdür. Onu dağlık bölgelerdeki yetiştirme alanlarında üç ayrı ağaç türü takip etmektedir. Uludağ göknarı karaçamı dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı yetiştirme bölgelerinde takip ederken, dağlık bölgelerin sıcak ve az yağışlı yetiştirme alanlarında sapsız meşe, dağlık bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı yetiştirme alanlarında ise kızılçamın diğer önemli ağaç türü olduğu görülmüştür. Araştırma sahasında dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlardaki orman alanları meşcere oluşturan en yüksek ağaç türü sayısına sahip olması dikkat çekici bulunmuştur. Dağlık bölgelerdeki yetiştirme alanları incelendiğinde Uludağ göknarı ile kızılçamın aynı yetiştirme bölgesi içerisinde kalmadığı görülmektedir. Kızılçamın dağlık bölgelerin sıcak ve çok sıcak bölgelerini tercih ettiğini, asıl tercihinin tepelik bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı alanları olduğu açıkça ortaya çıkmıştır.

Çizelge 3.14. Ağaç türlerinin orman yetiştirme bölgelerine göre saha dağılımı.

Kodu	Orman Yetiştirme Bölgesi	Ağaç Türü	Saha (ha)
3.5	Yüksek dağlık bölgelerdeki çok soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	Göknar	609,76
		Kayın	103,68
		Sarıçam	93,8
		Karaçam	2,32
		Akçaağaç	1,8
		Toplam	811,36
3.4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	Göknar	3002,72
		Sarıçam	833,48
		Karaçam	450,44
		Kayın	321,6
		Gürgen	104,12
		Sapsız Meşe	38,32
		Ardıç	29,12
		Akçaağaç	2,36
Toplam	4782,16		
3.3	Yüksek dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	Göknar	546,72
		Karaçam	301,37
		Sarıçam	127,44
		Gürgen	30,52
		Sapsız Meşe	19,6
		Kayın	16,28
		Ardıç	7,88
Akçaağaç	0,52		

Çizelge 3.14. (devam ediyor).

		Toplam	1050,33
2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	Karaçam	1618,9
		Göknar	421,72
		Gürgen	239,52
		Sapsız Meşe	179,24
		Sarıçam	140,28
		Ardıç	48,12
		Akçaağaç	31,2
		Kayacık	5,68
		Kayın	3,28
		Toplam	2687,94
2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	Karaçam	1702,96
		Sapsız Meşe	281,24
		Gürgen	183,12
		Kızılcım	120,04
		Ardıç	40,64
		Kayacık	21,92
		Toplam	2349,92
2.1	Dağlık bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı alanlar	Karaçam	364,44
		Kızılcım	328,12
		Sapsız Meşe	63,68
		Gürgen	21,84
		Ardıç	8,36
		Kayacık	0,88
		Toplam	787,32
1.1	Tepelik bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı alanlar	Kızılcım	940,32
		Karaçam	446,72
		Sapsız Meşe	138,44
		Ardıç	17,52
		Çınar	12,84
		Gürgen	7,92
		Kayacık	0,88
		Toplam	1564,64
	Genel Toplam		14033,67

3.2.2.2. Orman Yetiştirme Yöreleri

Orman yetiştirme yörelерinin ağaç türlerinin yayılışları hakkında genel açıklayıcı bilgiler çizelge de, bunun yanında her bir ağaç türü özelindeki açıklayıcı bilgiler ise çizelge de verilmiştir. Araştırma sahasında ki 23 adet yetiştirme yöresinde ağaç türlerine bağlı 128 adet alt yetiştirme yöresi, ortalama 109, 64 ha saha büyüklüğü ile ortaya çıkmıştır

(Çizelge 3.15). Bununla birlikte ağaç türlerinin yayılış yaptığı en küçük ve en yüksek saha genişliğine sahip yetiştirme yöreleri verilmiştir. Çizelge 3.16’da ise her bir ağaç türüne ait yetiştirme yöreleri hakkında benzer bilgiler yer almıştır.

Çizelge 3.15. Orman yetiştirme yörelerinde ağaç türlerinin yayılışına yönelik genel bilgiler.

	Saha (ha)	Yetiştirme Yöresi	Adet
Toplam	14033,67		128
Ortalama	109,64		Ağaç Türü
max.	991,88	Kireçtaşı sırtlar	Gök nar
	975,04		Gök nar
	968,68	Kireçtaşı yamaçlar	Karaçam
	952,68		Gök nar
min.	0,04	Yamaçlardaki alüvyonlu alanlar	Karaçam
	0,04	Flişli düzlükler	Gök nar Sapsız Meşe
	0,04	Flişli yamaçlar	Gür gen
	0,04	Karabük formasyonuna sahip sırtlar	Gür gen

Araştırma sahasında karaçam, göknar, kayın ve sarıçam ormanlık alanları özellikle kireçtaşı arazi şekillerini tercih ettiği görülmüştür. Karaçam ormanlarının bütün irili ufaklı yetiştirme yörelerinde ve özellikle de dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı ile sıcak ve az yağışlı bölgelerde daha yoğun yayılış yaptığı görülmektedir. Uludağ göknarı ise sadece 12 yetiştirme yöresinde bilhassa yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı bölgelerde görülmektedir. Araştırma sahasında Uludağ göknarının 4577,68 ha olan toplam yayılış alanının 2995,00 ha bu yetiştirme bölgesindeki 12 yetiştirme yöresi ile temsil edilmektedir. Bu 12 yetiştirme yöresinin içerisinde her biri 500 ha üzerindeki kireçtaşı arazi şekillerinin oluşturduğu üç yörenin toplam saha büyüklüğü 1794,56 ha’dır.

Kızılcım ormanları sıcak ve kurak tepelik alanlarda yer alan alt–orta Eosen yaşı yer yer jipsli marn üzerinde kumtaşı ardalanmasından meydana gelen istiflerle karakterize edilen Karabük formasyonuna sahip kırık engebeli olarak adlandırılabilir kısa uzunluktaki dar sırt, yamaç ve vadilerde hakimiyet kurmaktadır. 23 yetiştirme yöresinde irili ufaklı alanlarda görülmekle beraber ağırlıklı olarak Karabük formasyonuna sahip sırt, vadi ve yamaçlarda ağırlıklı olarak yayılış yapmaktadır. Burada kumtaşı ve sıcaklığın ortaya koyduğu koşulların kızılçamın burada gelişmesine avantaj sağladığından bahsedilebilmektedir. Tepelik orman yetiştirme bölgesinin ikinci önemli ağaç türü karaçamdır. Karaçamın bu bölgede pekişmesi zayıf konglomera ve kumtaşı ile kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı yetiştirme yörelerini tercih ettiği görülmektedir. Bu tabakalı anakaya özelliklerinin tepelik sıcak ve kurak yetiştirme bölgesinde karaçamın kök gelişimini daha derin nemli alt tabakalara ulaşmasını mümkün kılarak, yaz kuraklığının daha rahat atlatılabilmesi ile açıklanabilmektedir.

Çizelge 3.16. Bazı ağaç türlerinin orman yetiştirme yörelerinde yayılışına yönelik açıklayıcı bilgiler.

	Saha (ha)	Ağaç Türü	Karaçam
Toplam	4886,64	Adet	23
Ortalama	222,12	Yetiştirme Yöresi	
min.	0,04	Yamaçlardaki alüvyonlu alanlar	
max.	978,04	Kireçtaşı yamaçlar	
Ortalamanın üstündeki yetiştirme yöresi	Orman Yetiştirme Bölgesi		
		Kodu	Adı
Kireçtaşı yamaçlar		2.3 2.4	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar, Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar
Kireçtaşı vadiler		2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar
Kireçtaşı sırtlar		2.3 2.4	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar, Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar
	Saha (ha)	Ağaç Türü	Gökmar
Toplam	4581,93	Adet	12
Ortalama	381,83	Yetiştirme Yöresi	
min.	0,04	Flişli düzlükler	
max.	953,68	Kireçtaşı yamaçlar	

Çizelge 3.16. (devam ediyor).

Ortalamanın üstündeki yetişme yöresi		Orman Yetiştirme Bölgesi	
		Kodu	Adı
Kireçtaşı yamaçlar	3.4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	
Kireçtaşı sırtlar			
Kireçtaşı vadiler			
	Saha (ha)	Ağaç Türü	Kayın
Toplam	445,14	Adet	8
Ortalama	55,64	Yetiştirme Yöresi	
min.	0,92	Kireçtaşı düzlükler	
max.	126,16	Kireçtaşı sırtlar	
Ortalamanın üstündeki yetişme yöresi		Orman Yetiştirme Bölgesi	
		Kodu	Adı
Kireçtaşı sırtlar	3.4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	
Kireçtaşı vadiler			
Kireçtaşı yamaçlar			
	Saha (ha)	Ağaç Türü	Sarıçam
Toplam	1195,00	Adet	8
Ortalama	149,375	Yetiştirme Yöresi	
min.	4,76	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı düzlükler	
max.	281,48	Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı yamaçlar	
Ortalamanın üstündeki yetişme yöresi		Orman Yetiştirme Bölgesi	
		Kodu	Adı
Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı yamaçlar	3.4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	
Kireçtaşı yamaçlar			
Kireçtaşı sırtlar			
Kireçtaşı vadiler			
	Saha (ha)	Ağaç Türü	Kızılçam
Toplam	1388,56	Adet	23
Ortalama	63,11	Yetiştirme Yöresi	
min.	0,08	Pekişmesi zayıf konglomera ve kumtaşından oluşan düzlükler	
max.	348,72	Karabük formasyonuna sahip sırtlar	

Çizelge 3.16. (devam ediyor).

Ortalamanın üstündeki yetişme yöresi	Orman Yetiştirme Bölgesi		
	Kodu	Adı	
Karabük formasyonuna sahip sırtlar	1.1	Tepelik bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı alanlar	
Karabük formasyonuna sahip vadiler			
Karabük formasyonuna sahip yamaçlar			
Kireçtaşı vadiler			
	Saha	Ağaç Türü	Gürgen
Toplam	587,04	Adet	13
Ortalama	45,15	Yetiştirme Yöresi	
min.	0,04	Flişli yamaçlar	
max.	148,88	Kireçtaşı vadiler	
Ortalamanın üstündeki yetişme yöresi	Orman Yetiştirme Bölgesi		
	Kodu	Adı	
Kireçtaşı vadiler	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
	2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	
Kireçtaşı sırtlar	3.4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	
	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
Kireçtaşı yamaçlar	3.4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	
Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı vadiler	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
	2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	
Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı sırtlar	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
	2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	
Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı yamaçlar	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
	Saha	Ağaç Türü	Sapsız Meşe
Toplam	720,52	Adet	45
Ortalama	16,01	Yetiştirme Yöresi	
min.	0,04	Kireçtaşı düzlükler	
max.	82,64	Kireçtaşı sırtlar	

Çizelge 3.16. (devam ediyor).

Ortalamanın üstündeki yetişme yöresi	Orman Yetiştirme Bölgesi		
	Kodu	Adı	
Kireçtaşı sırtlar	2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	
	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
Kireçtaşı vadiler	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı vadiler	1.1	Tepelik bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı alanlar	
Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı sırtlar			
Kireçtaşı yamaçlar	2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	
	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı yamaçlar	1.1	Tepelik bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı alanlar	
Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı vadiler	2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	
Kireçtaşı sırtlar	3.4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	
Kumtaşı, şeyl, konglomera ve kireçtaşı tabakalı sırtlar	2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	
	2.1	Dağlık bölgelerdeki çok sıcak ve çok az yağışlı alanlar	
	Saha	Ağaç Türü	Ardıç
Toplam	151,64	Adet	13
Ortalama	13,78	Yetiştirme Yöresi	
min.	0,04	Flişli düzlükler	
max.	63,48	Kireçtaşı sırtlar	
Ortalamanın üstündeki yetişme yöresi	Orman Yetiştirme Bölgesi		
	Kodu	Adı	
Kireçtaşı sırtlar	3.4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	
	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
	2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	
Kireçtaşı yamaçlar	3.4	Yüksek dağlık bölgelerdeki soğuk ve yüksek yağışlı alanlar	
	2.3	Dağlık bölgelerdeki ılık ve orta yağışlı alanlar	
Kireçtaşı vadiler	2.2	Dağlık bölgelerdeki sıcak ve az yağışlı alanlar	

3.2.2.3. Orman Yetiştirme Birimleri

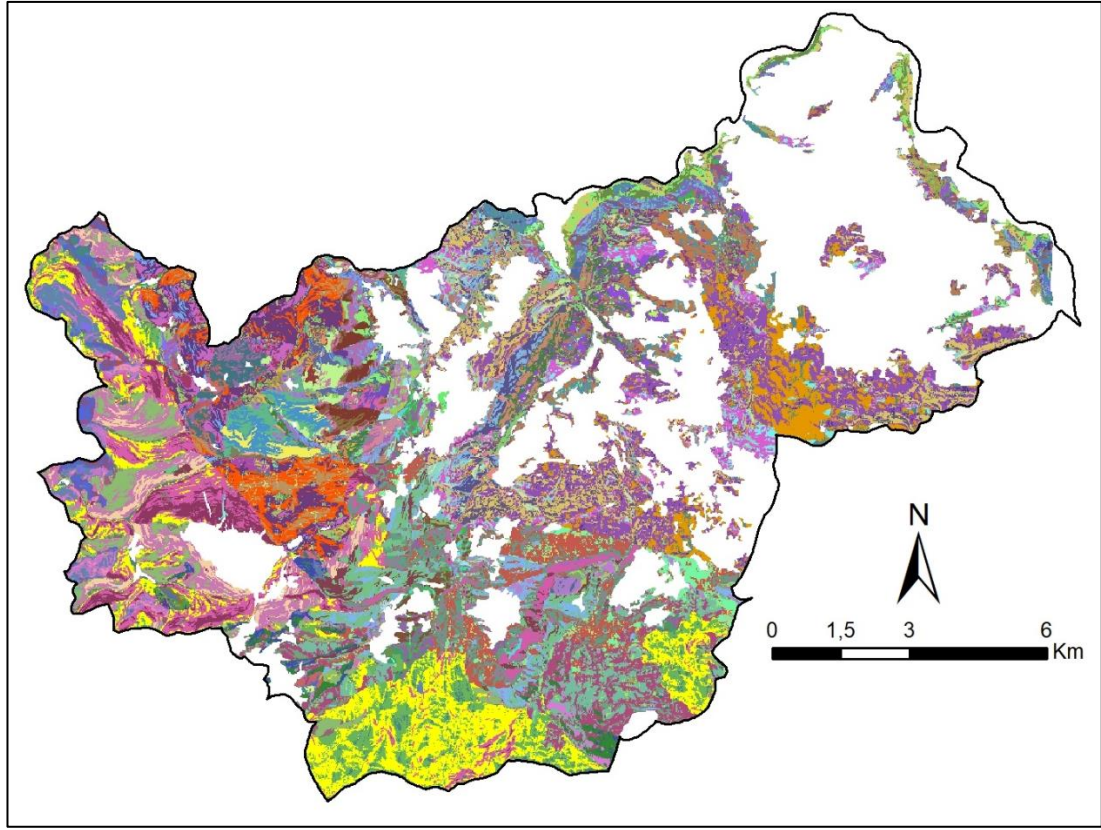
Meşcere oluşturan ağaç türleri ile 60 orman yetiştirme birimleri birlikte haritalandığında 359 birim alan ortaya çıkmıştır (Çizelge 3.17 ve Şekil 3.18). Bunların içerisinde araştırma sahasında kuzey bakılı ve çok eğimli asit kahverengi orman toprağına sahip Uludağ göknarı ormanları 1038,56 ha ve bunun ardından kuzey bakılı ve çok eğimli kireçli kahverengi orman toprağına sahip karaçam ormanları ise 941,68 ha ile ikinci sırada yer almaktadır. Ağaç türlerine ait orman yetiştirme birimlerinin farklı saha büyüklüğü sınıflarına dağıtılmıştır (Çizelge 3.18). Bunlardan 100 ha'ın üstünde kalanları incelediğimizde karaçam ve Uludağ göknarı orman yetiştirme birimleri araştırma sahasında en yüksek miktara sahip iken bunları kızılçam, sarıçam ve kayın ormanları takip etmektedir. Bu grupta yer alan Uludağ göknarına ait yetiştirme birimlerinin ortalama saha büyüklüğü 369,07 ha iken karaçam ait birimlerin ort. saha büyüklüğü 291,55 ha'dır. 100-10 ha arasındaki saha büyüklüklerine bakıldığında ise karaçam yine başta gelmekle birlikte bunu sapsız meşe, kızılçam, gürgen, sarıçam, akçaağaç, kayın ve ardıça ait orman yetiştirme birimleri gelmektedir. Orman yetiştirme birimlerinin daha küçük parçalara ayrıldığı 10-1 ha arasındaki saha büyüklüklerinde karaçam ve sapsız meşeye ait orman yetiştirme birimleri öne çıkmaktadır.

Çizelge 3.17. Ağaç türlerine ait orman yetiştirme birimlerine ait açıklayıcı bilgiler.

	Saha (ha)	Yetiştirme Birimi	Adet
Toplam	14033,67		359
Ortalama	39,09		Ağaç Türü
max.	1038,56	29- kuzey bakılı ve çok eğimli asit kahverengi orman toprağına sahip göknar ormanları	Uludağ Göknarı
	941,68	28- kuzey bakılı ve çok eğimli kireçli kahverengi orman toprağına sahip karaçam ormanları	Karaçam

Çizelge 3.17. (devam ediyor).

	541,6	46 - Kuzey bakılı ve çok eğimli asit kahverengi orman toprağına sahip göknar ormanları	Uludağ Göknarı
	505,72	10 - Kuzey bakılı ve eğimli kireçli kahverengi orman toprağına sahip karaçam ormanları	Karaçam
min.	0,04	20- düzlük ve az eğimli alüvyal alanlardaki ardıç ormanları	Ardıç
		40-dik eğimli alanlarda asit kahverengi orman toprağına sahip düzlüklerdeki akçaağaç ormanları	Akçaağaç
		22- çok eğimli alanlarda kireçli kahverengi orman toprağına sahip düzlüklerdeki çınar ormanları	Çınar
		23- çok eğimli alanlarda asit kahverengi orman toprağına sahip düzlüklerdeki kayacık ormanları	Kayacık



Şekil 3.18. Farklı ağaç türlerinin orman yetiştirme birimlerinde yayılışının gösterimi.

Çizelge3.18. Ağaç türlerine ait orman yetiştirme birimlerinin farklı saha büyüklüğü sınıflarındaki dağılımı.

Ağaç Türü	>100 ha	10-100 ha	1-10 ha
Karaçam	14	18	15
Göknar	11	12	6
Kayın	1	8	6
Sarıçam	3	11	9
Kızılçam	4	17	7
Gürgen	0	17	10
Ardıç	0	5	14
Sapsız Meşe	0	22	15
Akçağaç	0	9	9
Çınar	0	0	5
Kayacık	0	0	6
Toplam	33	119	102

3.3. ORMAN MEŞCERELERİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

Orman meşcerelerinin yapısal özellikleri üzerinde etkili olan ekolojik faktörler ve yetiştirme ortamı sınıfları burada verilmiştir.

3.3.1. Ekolojik Faktörler

Orman meşcerelerinin yapısal özellikleri üzerinde etkili olan ekolojik faktörlerin hepsi burada verilmemiştir. Buna karşın etkili olduğu düşünülenler burada gösterilmiştir.

3.3.1.1. Ormanların Karışım Şekli

Ormanların ağaç türlerinin ibrelili ve geniş yapraklı ağaç türleri şeklindeki karışım şekillerinin anakaya sınıfları üzerindeki saha dağılımı Çizelge 3.19’da verilmiştir. Saf ibreliler bütün anakaya sınıflarında görülmektedir. Kireçtaşı üzerinde % 58,76’lık bir yayılışları göze çarpmaktadır. Saf ibreliler içerisinde ikinci sırada Kumtaşı, Şeyl, Konglomera ve Kireçtaşı grubu gelmektedir. Saf yapraklılar Kireçtaşı ve Kumtaşı, Şeyl, Konglomera ve Kireçtaşı formasyonlarından oluşan iki anakaya sınıfı üzerinde yayılış yapmaktadır. Diğer karışım şekillerinin anakaya sınıfları saf ibrelilerinki ile benzerlik göstermektedir. Burada karışık meşcerelerin oluşumunda karaçam ve göknarın önemli bir etkisi hissedilmektedir.

Çizelge 3.19. Ormanların karışım şekillerinin anakayaya bağlı dağılımları.

Karışım Şekli	Jeolojik Formasyon	ha
Saf İbrelili	Alüvyon	12,68
Saf İbrelili	Pekişmesi Zayıf Konglomera ve Kumtaşı	215,08
Saf İbrelili	Kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn	816,44
Saf İbrelili	Kireçtaşı	3526,44
Saf İbrelili	Kumtaşı, Şeyl, Konglomera ve Kireçtaşı	1128,12
Saf İbrelili	Fliş	301,8
	Toplam	6000,56
Saf Yapraklı	Kireçtaşı	333,28
Saf Yapraklı	Kumtaşı, Şeyl, Konglomera ve Kireçtaşı	226,64

Çizelge 3.19. (devam ediyor).

	Toplam	559,92
İbrelili ve Yapraklı	Alüvyon	0,4
İbrelili ve Yapraklı	Kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn	187,96
İbrelili ve Yapraklı	Kireçtaşı	1426,64
İbrelili ve Yapraklı	Kumtaşı, Şeyl, Konglomera ve Kireçtaşı	1207,16
İbrelili ve Yapraklı	Fliş	67,84
	Toplam	2890
İbrelili Karışık	Kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn	428,92
İbrelili Karışık	Kireçtaşı	2108,2
İbrelili Karışık	Kumtaşı, Şeyl, Konglomera ve Kireçtaşı	1370,52
İbrelili Karışık	Fliş	61,48
	Toplam	3969
Yapraklı Karışık	Kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn	0,48
Yapraklı Karışık	Kireçtaşı	407,04
Yapraklı Karışık	Kumtaşı, Şeyl, Konglomera ve Kireçtaşı	206,24
Yapraklı Karışık	Fliş	0,32
	Toplam	614,08

Araştırma sahasında meşcerelerin ağaç türüne bağlı karışım şekilleri ile arazi morfoloji sınıfları (Çizelge 3.20) karşılaştırıldığında saf ibrelili ormanların arazi morfolojisi sınıflarında diğer meşcere türlerine göre %42.75'lik dağılım oranı ile daha fazla yayılış gösterdiği görülmektedir. Bunu ibrelili karışık ormanlar, ibrelili ve yapraklı karışık ormanlar, yapraklı karışık ormanlar, saf yapraklı ormanlar sırasıyla takip etmektedir. Saf ibrelili ormanların en fazla yayılış yaptığı arazi şeklinin ise sırt olmakla beraber yamaç arazilerde de buna çok yakın bir yayılış yapmaktadır.

Çizelge 3.20. Meşcerelerin ağaç türüne bağlı karışım şekilleri ile arazi morfolojisi.

Arazi Morfolojisi	Saf İbrelili	Saf Yapraklı	İbrelili ve Yapraklı Karışık	İbrelili Karışık	Yapraklı Karışık
Vadi (ha)	1790,57	222,6	977	1150,04	246,75
Vadi	12,76%	1,59%	6,96%	8,19%	1,76%
Yamaç (ha)	2013,56	124,56	891,84	1577,08	173,88
Yamaç	14,35%	0,89%	6,35%	11,24%	1,24%
Düzlük (ha)	52,52	0,48	10,28	18,56	0,72
Düzlük	0,37%	0,00%	0,07%	0,13%	0,01%
Sırt (ha)	2142,88	212,08	1009,72	1224,92	193,64
Sırt	15,27%	1,51%	7,19%	8,73%	1,38%

3.3.1.2. Kapalılık

Kapalılığın 100 m aralıklı yükselti basamaklarına göre değerlendirilmesi sonucunda 3 kapalı ormanların hemen hemen her bir basamakta diğerlerine göre daha geniş bir sahayı kapladığı görülmektedir(Çizelge 3.21). Normal kapalı yani tam kapalı orman meşcereleri 1200-1600 m'ler arasında toplam sahanın % 35,10'unu kaplamaktadır.

Çizelge 3.21. Meşcerelerin kapalılık durumlarına göre yükselti sınıflarına dağılımı.

Yükselti Sınıfları (m)	Boşluklu Kap.	Gevşek	Orta	Normal
210 - 300	64,68	26,28	43,52	48,8
211 - 300	0,46%	0,19%	0,31%	0,35%
300 - 400	110,92	174,08	154,48	190,92
301 - 400	0,79%	1,24%	1,10%	1,36%
400 - 500	135,88	108,96	255,28	250
401 - 500	0,97%	0,78%	1,82%	1,78%
500 - 600	135,64	108,16	272,32	271,2
501 - 600	0,97%	0,77%	1,94%	1,93%
600 - 700	173	116,76	176,53	188,33
601 - 700	1,23%	0,83%	1,26%	1,34%
700 - 800	142,72	78,44	175,6	388,56
701 - 800	1,02%	0,56%	1,25%	2,77%
800 - 900	119,4	18,08	154,68	619,72
801 - 900	0,85%	0,13%	1,10%	4,42%
900 - 1000	111,08	10,92	125,16	684,12
901 - 1000	0,79%	0,08%	0,89%	4,87%
1000 - 1100	92,24	25,96	170,96	583,85
1001 - 1100	0,66%	0,18%	1,22%	4,16%
1100 - 1200	119,28	27,16	141,56	597,72
1101 - 1200	0,85%	0,19%	1,01%	4,26%
1200 - 1300	50,52	58,76	87,56	852,12
1201 - 1300	0,36%	0,42%	0,62%	6,07%
1300 - 1400	75,48	42,6	112,2	1565
1301 - 1400	0,54%	0,30%	0,80%	11,15%
1400 - 1500	63,72	21,56	165,08	1525,52
1401 - 1500	0,45%	0,15%	1,18%	10,87%
1500 - 1600	96,12	9,24	120,16	983,72
1501 - 1600	0,68%	0,07%	0,86%	7,01%
1600 - 1700	45,76	4,16	41,88	477,44
1601 - 1700	0,33%	0,03%	0,30%	3,40%
1700 - 1800	25,28	-	3,16	174,44
1701 - 1800	0,18%	-	0,02%	1,24%

Çizelge 3.21. (devam ediyor).

1800 - 1900	6,32	-	-	30,84
1801 - 1900	0,05%	-	-	0,22%
1900 - 1995	-	-	-	2,08
1901 - 1995	-	-	-	0,01%

Kapalılık sınıflarının bakıya ait sınıflarla karşılaştırılması (Çizelge 3.22) sonucu normal ya da grift kapalılığın (3 kapalı) diğer orman kapalılık sınıflarına göre her bir bakıda en yüksek yayılışa sahip olduğu ve bunların içerisinde kuzey bakılardaki dağılımının % 31,05 ile en yüksek miktarda olduğu görülmektedir. Araştırma sahasında yoğun tepe kapalılığın hakim olduğu ve kuzey bakıların bunda çok yüksek bir payı olduğu ortaya çıkmaktadır. Burada araştırma sahasının Keltepe Dağı'nın kuzeyli kısmını kaplamasının rolü oldukça büyüktür.

Çizelge 3.22. Kapalılığın bakıya göre saha dağılımı.

Bakı Sınıfları	Boşluklu Kap.	Gevşek	Orta	Normal
Düzlük (ha)	35,12	14,72	29,08	104,08
Düzlük	0,25%	0,10%	0,21%	0,74%
Kuzey (ha)	306,42	283,96	806,96	4357,48
Kuzey	2,18%	2,02%	5,75%	31,05%
Doğu (ha)	464	234,88	609,06	2456,8
Doğu	3,31%	1,67%	4,34%	17,51%
Güney (ha)	374,08	141,12	334,88	1062,02
Güney	2,67%	1,01%	2,39%	7,57%
Batı (ha)	390,3	156,44	420,46	1451,8
Batı	2,78%	1,11%	3,00%	10,35%

Kapalılık sınıflarının eğime ait sınıflarla karşılaştırılması (Çizelge 3.23) sonucu normal ya da grift kapalılığın (3 kapalı) diğer orman kapalılık sınıflarına göre her bir eğim sınıfında en yüksek yayılışa sahip olduğu ve bunların içerisinde çok eğimli sınıftaki dağılımının % 27,84 ile en yüksek miktarda olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.23. Kapalılığın eğime göre saha dağılımı.

Eğim Sınıfları	Boşluklu Kap.	Gevşek	Orta	Normal
Düzlük (ha)	52,72	22,8	47,92	167,24
Düzlük	0,38%	0,16%	0,34%	1,19%
Az Eğimli (ha)	39,68	23,76	59,72	221,72
Az Eğimli	0,28%	0,17%	0,43%	1,58%
Orta Eğimli (ha)	160,12	129,68	342,16	1238,6
Orta Eğimli	1,14%	0,92%	2,44%	8,83%
Çok Eğimli (ha)	505,1	411,86	920,84	3907,18
Çok Eğimli	3,60%	2,93%	6,56%	27,84%
Dik Eğimli (ha)	407,6	188,76	556,76	2721,5
Dik Eğimli	2,90%	1,35%	3,97%	19,39%
Sarp (ha)	347,92	52,92	260,2	1129,58
Sarp	2,48%	0,38%	1,85%	8,05%
Çok Sarp (ha)	55,84	2,28	10,96	48,24
Çok Sarp	0,40%	0,02%	0,08%	0,34%

Kapalılık sınıflarının yağış miktarlarındaki dağılımına (Çizelge 3.24) bakıldığında 3 kapalı yani normal ya da grift kapalı ormanların 87 ve 103 mm'ler arasında saha genelinin % 34,42 'sini kapladığı görülmektedir. Bu 3 kapalı ormanların yüksek yağış miktarlarında görüldüğünü ve yağışın ağaç türlerinin yetişme ortamının verimliliği ile doğrudan ilişkili olduğunu doğrulamaktadır. Bunun karşıtı sayılabilecek boşluklu yani kapalılığı bozuk ormanların saha dağılımının en düşük yağış miktarında daha yüksek olması beklenirken onun üstündeki yağış miktarı sınıfında yüksek olduğu görülmektedir. Bu nokta diğer ekolojik faktörlerle olan ilişkilerinde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Çizelge 3.24. Yağış miktarlarının (mm) kapalılık sınıflarına göre dağılımı(ha).

Yağış miktarı (mm)	Boşluklu Kap.	Gevşek	Orta	Normal
41,79 - 57,09	223,12	257,72	285,64	361,00
41,79 - 57,09	1,59%	1,84%	2,04%	2,57%
57,09 - 72,39	563,92	369,32	842,84	1145,36
57,09 - 72,39	4,02%	2,63%	6,01%	8,16%
72,39 - 87,89	417,52	62,8	536,36	2433,44
72,39 - 87,89	2,98%	0,45%	3,82%	17,34%
87,89 - 102,99	286,88	137,64	478,52	4830,64
87,89 - 102,99	2,04%	0,98%	3,41%	34,42%
102,99 - 118,20	76,28	3,64	55,76	665,28
102,99 - 118,20	0,54%	0,03%	0,40%	4,74%

BÖLÜM 4

İSTATİKSEL ANALİZLER

4.1. KORELASYON ANALİZİ

Perason korelasyon katsayısının değişkenler arasındaki değeri ve ilişkinin yönüne bakıldığında (Çizelge 4.1) 400 m aralıklı yükselti basamaklarıyla (YUK) yağış miktarı (PRE) arasında 0,893 düzeyinde güçlü pozitif bir ilişkinin olduğu, ve bu yükselti (YUK) ile sıcaklık değişim aralıkları arasında (TEMP) -,943 düzeyinde negatif yönlü oldukça güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Sıcaklık (TEMP) ile yağış miktarları (PRE) arasında -,902 düzeyinde negatif yönlü oldukça güçlü bir ilişki göze çarpmaktadır. Bu üç değişken arasındaki ilişki aslında yükselti farklılığına dayalı yağış ve sıcaklık miktarlarının haritalarında görülmektedir.

Meşcere tabakalılığı (TAB) ile meşcere gelişme çağları (CAG) arasında ,759 düzeyinde güçlü bir pozitif ilişki dikkati çekmektedir. Bu ilişki meşcere tabakalılığının gelişme çağlarına göre sınıflandırılmasına bağlanabilir. Bunun yanında seçme ormanlarının tabakalı ormanlar sınıfına dahil edilmesi ve bunların meşcere gelişme çağlarının karışık olarak, diğer aynı yaşlı ormanların gelişme çağlarından ayrılması için, sınıflandırılmasına bağlanabilir. Meşcere kapalılığı (KAP) ve tabakalılığı (TAB) arasında 0,611 düzeyinde güçlü sayılabilecek pozitif bir ilişki vardır. Buradaki ilişkinin sebebini meşcere tabakalılığı ve kapalılığında tam tabakalı ve tam kapalı ormanların çoğunlukla yer almasına bağlamak mümkündür. Bu tam kapalı ormanların sahanın % 67,23'ünü kaplaması ve tabakalılığa ait üç sınıfın çok az farkla yer almasına bağlanabilir. Meşcere kapalılığı (KAP) ile meşcere gelişme çağları (CAG) arasında güçlü sayılabilecek pozitif bir ilişki (,683) bulunmaktadır. Buradaki ilişki meşcere

kapalılığında tam kapalı ormanların oldukça geniş bir yayılışa sahip olması (%66) ve bunun yanında seçme ormanlarının meşcere gelişme çağlarına göre sınıflandırılmasında karışık bir gelişme çağı sınıfına topluca atanmasına sebep gösterilebilir. Diğer çeken bir ilişki meşcere gelişme çağları (CAG) ve tabakalılık (TAB) ile yükselti (YUK), yağış (PRE) ve sıcaklık (TEMP) miktarları arasında orta derecede bir korelasyon ilişkisinin bulunmasıdır. Burada karaçam ve göknarın sahada hemen hemen bütün yükselti basamaklarında geniş yayılışa sahip olması ve her iki ağaç türünün tabakalılık ve meşcere gelişme çağlarına ait sınıflarının saha büyüklüklerinin eşit dağılmasıyla açıklanabilir.

Çizelge 4.1. Değişkenlerin Pearson korelasyon katsayıları

		AT1	TAB	KARS	CAG	KAP	Baki	Eğim	ARZ	YUK	PRE	TEMP	JEO
AT1	Pearson	1	-,212**	,254**	-,358**	-,201**	-,010	,073**	-,019**	-,172**	-,185**	,182**	-,078**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,127	,000	,005	,000	,000	,000	,000
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479
TAB.	Pearson	-,212**	1	,130**	,759**	,611**	-,034**	-,011	-,018**	,315**	,324**	-,322**	,063**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000	,113	,008	,000	,000	,000	,000
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479
KARS	Pearson	,254**	,130**	1	,087**	,162**	-,028**	,017*	-,034**	,156**	,173**	-,165**	,082**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000	,011	,000	,000	,000	,000	,000
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479
CAG	Pearson	-,358**	,759**	,087**	1	,683**	-,030**	-,014*	-,017*	,486**	,498**	-,492**	,152**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000	,042	,013	,000	,000	,000	,000
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479
KAP	Pearson	-,201**	,611**	,162**	,683**	1	-,062**	,006	-,017*	,235**	,265**	-,248**	,088**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000	,371	,011	,000	,000	,000	,000
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479

Çizelge 4.1. (devam ediyor).

Baki	Pearson	-,010	-,034**	-,028**	-,030**	-,062**	1	,145**	,000	,009	,008	-,007	-,009
	Sig. (2-tailed)	,127	,000	,000	,000	,000		,000	,984	,184	,217	,316	,191
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479
Egim	Pearson	,073**	-,011	,017*	-,014*	,006	,145**	1	-,012	-,073**	-,056**	,050**	-,002
	Sig. (2-tailed)	,000	,113	,011	,042	,371	,000		,064	,000	,000	,000	,711
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479
ARZ	Pearson	-,019**	-,018**	-,034**	-,017*	-,017*	,000	-,012	1	,028**	,022**	-,029**	-,017*
	Sig. (2-tailed)	,005	,008	,000	,013	,011	,984	,064		,000	,001	,000	,013
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479
YUK	Pearson	-,172**	,315**	,156**	,486**	,235**	,009	-,073**	,028**	1	,893**	-,943**	,192**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,184	,000	,000		,000	,000	,000
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479
PRE	Pearson	-,185**	,324**	,173**	,498**	,265**	,008	-,056**	,022**	,893**	1	-,902**	,205**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,217	,000	,001	,000		,000	,000
	N	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479

Çizelge 4.1. (devam ediyor).

TEMP	Pearson	,182**	-,322**	-,165**	-,492**		-,248**	-,007	,050**	-,029**	-,943**	-,902**	1	-,194**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000	,316	,000	,000	,000	,000		,000
	N	22479	22479	22479	22479		22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479
JEO	Pearson	-,078**	,063**	,082**	,152**		,088**	-,009	-,002	-,017*	,192**	,205**	-,194**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000	,191	,711	,013	,000	,000	,000	
	N	22479	22479	22479	22479		22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479	22479

** . Correlation is significant at the 0.01 level

* . Correlation is significant at the 0.05 level

4.2. FAKTÖR ANALİZİ

Çalışma alanındaki orman yapılarının oluşumunda etkili olduğu kabul edilen 12 değişken incelenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Çalışma alanı orman yapısını oluşturan değişkenler.

Sıra No	Rumuz	Değişkenler	Değişken Sayısı
1	AT1	Ağaç Türü	11
2	TAB	Tabakalılık	3
3	KARS	Karışım Şekli	5
4	CAG	Çağ	13
5	KAP	Kapalılık	4
6	Baki	Bakı	5
7	Egim	Eğim	7
8	ARZ	Arazi Şekli	4
9	YUK	Yükselti	18
10	PRE	Yağış	5
11	TEMP	Sıcaklık	5
12	JEO	Jeolojik Formasyon	6

Çalışma alanındaki orman yapılarının oluşumunda etkili olduğu kabul edilen 12 değişkene ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistik verileri.

	Mean	Std. Deviation	Analysis N
AT1	3,00	2,293	22479
TAB	1,80	,780	22479
KARS	2,43	1,413	22479
CAG	2,88	2,059	22479

Çizelge 4.3. (devam ediyor).

KAP	2,14	1,153	22479
Baki	3,27	1,207	22479
Egim	3,95	1,575	22479
ARZ	2,36	1,273	22479
YUK	2,46	1,059	22479
PRE	2,98	1,104	22479
TEMP	3,38	1,085	22479
JEO	4,25	,809	22479

Barlett küresellik testi (Barlett Test of Sphericity) sonucu elde edilen değer 140227,897 ve önem seviyesi 0,000'dır. Bu durumda, test istatistiği değeri yüksek ve önem seviyesi düşük olduğundan ana kitle korelasyon matrisinin birim matris olduğu hipotezi reddedilmekte ve bundan dolayı da faktör analizinin kullanılması mümkün olmaktadır (Coşgun, 2005).

Faktör analizi sonucunda elde edilen KMO değeri (Kaiser-Meyer- Oklin Measure of Sampling Adequacy) değeri 0,793 bulunmuştur. Bu değer aslında faktör analizi yapılabilmesi için gerekli olan en alt sınırdaki örnek yeterliliği değerinin (0,50) üzerinde bir değerdir. Faktör analizinde en yaygın teknik olması nedeniyle PC (Principal Components Analysis) modeli ve VARİMAX extraction" ve "Kaiser Normalization" yöntemi kullanılmıştır.

Çizelge 4.4. KMO-Bartlett testi.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,793
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	140227,897
	df	66
	Sig.	,000

Değişkenlerin toplam varyansı açıklama dağılımına Çizelge 4.5’de yer almaktadır. Çalışmada incelenen değişkenlerden ilk dördü toplam varyansın yaklaşık olarak %66’sını açıklamaktadır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5. Toplam varyansın açıklanması.

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,895	32,458	32,458	3,895	32,458	32,458	3,023	25,194	25,194			
2	1,588	13,234	45,691	1,588	13,234	45,691	2,443	20,354	45,549			
3	1,265	10,538	56,23	1,265	10,538	56,23	1,276	10,63	56,178			
4	1,14	9,504	65,734	1,14	9,504	65,734	1,147	9,555	65,734			
5	0,999	8,323	74,057	.	.	.	.	.	.
6	0,937	7,811	81,868	.	.	.	.	.	.
7	0,832	6,932	88,799	.	.	.	.	.	.
8	0,601	5,005	93,804	.	.	.	.	.	.
9	0,386	3,218	97,022	.	.	.	.	.	.
10	0,185	1,539	98,561	.	.	.	.	.	.
11	0,116	0,969	99,53	.	.	.	.	.	.
12	0,056	0,47	100	.	.	.	.	.	.



Şekil 4.1. Faktör analizine göre faktör grupları.

Orman yapılarının oluşumunda etkili olacağı düşünülen 13 ölçüt faktör analiziyle analiz edildiğinde 4 “Faktör Grubu” oluşmuştur (Şekil 4.1). Yapılan analizde Temel bileşenler analizi ile faktör analizi için “Varimax With Kaiser Normalization” dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Bu dönüşüm sonrası 4 faktör grubunun oluştuğu görülmüştür (Çizelge 4.6). Birinci faktörde sırasıyla; sıcaklık, yükseklik ve yağış ölçütleri yer almıştır. İkinci faktör grubunda; tabakalılık, kapalılık ve çağ grupları yer aldığı görülmektedir. Üçüncü faktör grubunda; karışım şekli ve dördüncü grupta ise bakı ve eğim ölçütleri yer almıştır .

Çizelge 4.6. Faktör analizi ve faktör grupları.

Rotated Component Matrix^a

	Component			
	1	2	3	4
TEMP	-,951			
YUK	,950			
PRE	,932			
TAB		,857		
KAP		,857		
CAG		,847		
KARS			,799	
Baki				,765
Eğim				,745

TEMP, YUK ve PRE korelasyon analizinde de aralarında oldukça yüksek bir ilişki katsayısının olduğu görülmüştür. Burada istatistiksel veri bağlamında YUK ağaç türlerinin yükseltiye bağlı olarak gradient bir yayılış gösterdiğini ve dolayısıyla TEMP ve PRE'nin de YUK ile birlikte etkili bir faktör olarak ortaya çıktığı hemen söylenebilmektedir. TAB, KAP ve CAG ağaç türlerine bağlı orman kuruluşlarının fonksiyonu olarak etkili olması doğal olarak beklenmekle birlikte, bu üç yapısal özelliğe ait sınıfların birlikte eşit saha büyüklüklerine yakın bağlı bir dağılım göstermesi de buna eklenebilir. Keza seçme orman kuruluşları diğer orman kuruluşlarına göre sahip oldukları heterojen yapısal özelliklerine buna önemli katkıda bulunduğu belirtilebilir. Meşcere karışımı (KARS) ibrelili ve yapraklı ağaç türlerinin homojen ve heterojen birlikteliğine bağlı olarak aynı şekilde etkili olmaktadır. Araştırma sahası örneğinde ibrelili ağaçların saf ve karışımlarının saha genelinde en yüksek yayılışa sahip olması bu faktörün etkili olmasını sağladığı anlaşılabilir. Karaçam ve göknar, eğim ve bakıya ait bütün sınıflarda en yüksek saha büyüklüğüne sahip olmasıyla dördüncü bir etkili faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilindiği üzere faktör analizinin sonucunda ortaya çıkarılan birinci faktör, sistemde yer verilen bütün değişkenler arasındaki toplam varyansın en büyük kısmını açıklar, bunu sırasıyla diğerleri takip eder ve faktör sayısı arttıkça da, her ilave faktörün açıkladığı

toplam varyans azalır. Bu açıdan bakıldığında araştırma sahasında yükselti ve buna bağlı oluşan yağış ve sıcaklık miktarlarına bağlı olarak 202-400 m'lerde kızılçam, 500-600 m arasında karaçam ve kızılçam, 600-1100 m'lere kadar karaçam, 1200 m'den itibaren ise Uludağ Göknarı'nın belirgin bir hakimiyeti bulunmuştur. Bu değişimler yükseltinin fonksiyonu olarak sıcaklık ve yağışın ağaç türlerinin yayılışını önemli derecede etkilediğini ortaya koymaktadır.

BÖLÜM 5

SONUÇ ve TARTIŞMA

İklim, Anakaya ve Topografya ve Yetiştirme Ortamı Sınıflarının Ormanların Yayılışı Üzerine Etkileri (Karabük – Keltepe Ormanları) başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında ekolojik faktörler (iklim, fizyografik ve anakaya)'in ve orman yetiştirme sınıflarının Karabük ilinde yer alan ve Batı Karadeniz Bölgesinin en yüksek dağlarından biri olan Keltepe'deki ormanların yapısal özellikleri (ağaç türleri, kapalılık, meşcere gelişme çağları, tabakalılık, meşcere karışım şekilleri) üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma sahası Karabük Orman İşletme Müdürlüğü Keltepe ve Eğriova Orman İşletme Şeflikleri içerisinde kalan ormanlık alanları kapsamaktadır.

Ekosistem tabanlı sürdürülebilir orman amenajman planlanması ve yönetimi yaklaşımları geliştirilmeden öncesi yetiştirme ortamı birimleri ve sonrasında ekosistem prensiplerinin oluşturulması, silvikültür, ağaçlandırma vb. ormancılık faaliyetlerinin uygulanmasında iklim, anakaya ve fizyografik faktörlere dikkat edilerek, yetiştirme ortamına uygun ormancılığın geliştirilmesi gerekli görülmeyle birlikte, bu faktörlerin mekânsal olarak ormanların yayılışı üzerindeki etkilerine dair lokal ölçekli çalışmalar yeterli bulunmamaktadır. Literatürde daha önceleri yer alan orman yetiştirme ortamı birimleri (Kantarıcı, 1982; Altun vd., 2002; Özkan, 2003), orman biyotop tipleri (Güngöroğlu vd., 2008) vb. haritalaması çalışmalarına rastlanılmakla birlikte, orman idaresince bunların sistematik yapılmasına dair bir politika izlenmediğinden, bunlar birkaç örnek çalışma ile sınırlı kalmıştır. Orman amenajmanının aktüel ve optimal orman işletme amaçlarının belirlenmesi doğrultusunda yapılan bonitet veya ormanların verimliliği temelinde yetiştirme ortamlarına dair çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Altun vd., 2007; Keten, 2019). Bu tür çalışmalar meşcere üst boyunu dikkate alan bonitet sınıflandırmaları hacim ve artım hesaplamaları için

genellikle kullanılmaktadır. Bu hesaplamalar ile planlama ünitelerinden alınan örnek alanların üst boyuna göre yetiştirme ortamı verimliliği standartlaştırılmaya çalışılmaktadır. Halbuki ormanlık yetiştirme ortamı birimleri başta iklim, anakaya ve fizyografik faktörlerin bir fonksiyonu olarak kısa aralıklarla değişkenlik gösterebilmekte (Çepel, 1988) ve bu şekilde binlerce hektarlık alanlarda standartlaştırılarak, ormancılık yapılması sağlanmaya çalışılmaktadır. Diğer taraftan günümüzde iklim değişikliği ve buna bağlı olarak biyolojik çeşitliliğin korunması ile orman ekosistemlerinden sağlanan ürün ve hizmetlerin korunarak devamlılığının sağlanabilmesi sorunsal karşımıza çıkmaktadır. Giderek önemi artan bu sorunun çözümü için orman ekosistemlerinin yetiştirme ortamı özelliklerinin mekânsal değişkenliğinin artık çok küçük ölçeklerde yüksek doğrulukla elde edilmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde değişimi zorlayan statükonun anlaşılması ve buna göre uygun ormancılık teknik ve yöntemlerinin belirlenmesi artık gereklidir. Buradaki tez çalışmasıyla 14000 ha'lık bir ormanlık sahada, oldukça değişken bir iklim ve topografya şartlarında ormanların yapısal özelliklerindeki değişimlerin ortaya çıkarılmasına önem verilmiştir.

Yağış ve sıcaklık miktarlarının bilinmesi, ormanlık alanlardaki büyüme-iklim ilişkileri, toprak organik maddesinin birikmesi ve ayrışma hızı, erozyon ve su tutma kapasitesine bağlı olarak (Farley vd., 2004; Candel-Pérez vd., 2012) sürdürülebilir ormancılık yönetimi ve planlamalarına hidrolojik fonksiyona ait altlık verilerin elde edilmesi (Keleş 2019) bakımından önemlidir. Sıcaklık ve yağış miktarının araştırma sahası için oluşturulmasında arazinin engebeliliği göz önünde bulundurularak topografya temel alan Lapse Rate ve Schreiber formülleri kullanılmıştır (Çiçek ve Ataol, 2009; Demircan vd., 2013). Bu iki formülün sahanın genelinde doğruluklarını arttırmak için CBS destekli bir yöntem geliştirilmiştir. ArcMap'in mekânsal istatistik uygulaması olan mean center ile sahanın coğrafik orta noktası bulunarak, bu noktadan itibaren \pm yükseltilere Lapse Rate ve Schreiber formüllerinin hesaplamaları yapılmıştır. Her iki yöntemle yapılan çalışmalar sıcaklık ve yağışın jeostatistiksel enterpolasyon teknikleriyle haritalanmasında çok kullanılan IDW yönteminin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yükseltinin dikkate alındığı saha mean center uygulamalı Lapse Rate yönteminde 208 m ve 1995 m yükselti arasındaki yıllık ortalama sıcaklık farkı 8,5 °C bulunurken, IDW yöntemiyle bu fark 1,01 °C

gerçekleşmiştir. Aylık yağış ortalamasının bu çalışma için haritalanmasında aynı yükselti aralığında sahada 76,5 mm yağış farkı bulunurken IDW yöntemine göre bu fark 17,07 mm'dir. Lapse Rate ve Schreiber formüllerinin doğruluğunu sahada arttırmak için geliştirilen CBS destekli yöntemle saha civarındaki her bir gerçek meteorolojik sıcaklık ve yağış miktarları saha içerisindeki bir noktaya etki eden doğrusal bir kombinasyonun sonucu olarak ortaya çıkan ortalama bir değer olarak değerlendirilebilir. Bu, ortalama mekânsal sıcaklık ve yağışın aynı zamanda saha civarında yapılan gözlemlerin doğrusal bir kombinasyonu olduğu anlamına gelir (Laborde, 2010). Sıcaklık ve yağışın haritalanmasında sıklıkla kullanılan jeostatistiksel yaklaşım oldukça karmaşık görünmekle birlikte ve yağışın fiziksel yapısı ile pek ilgisi yoktur ve global olarak adlandırılan CBS tekniklerindedir. Bu çalışmada ise sıcaklık ve yağışın haritalanmasında CBS'nin daha çok lokal coğrafik yaklaşımı uygulanmıştır (Lloyd, 2011). Sıcaklık ve yağış miktarlarının sahaya dağılımında topografyanın çok önemli etkisi bulunmakta olup, bu iki iklim elemanı ve yükseltinin bazı meşcere yapısal özelliklerinin sahadaki yayılışları üzerindeki etkilerine dair ip uçları korelasyon analizi ve faktör analizinde ortaya çıkararak, değerlendirmeler için önemli atlıklar sağlamışlardır. Meşcere gelişme çağları ve tabakalılık ile yükselti, yağış ve sıcaklık miktarları arasında orta derecede bir korelasyon ilişkisi göze çarpmaktadır. Ağaç türleri üzerindeki ekolojik faktörlerin etkisinin tahmin edilmesi için uygulanan faktör analizinde yükselti, yağış ve sıcaklık sınıfları ilk faktör grubu olarak yüksek bir ilişki katsayısına sahip olarak bütün değişkenler arasındaki toplam varyansın en büyük kısmını açıklamaktadır. Bu açıdan bakıldığında araştırma sahasında yükselti ve buna bağlı oluşan yağış ve sıcaklık miktarlarına bağlı olarak 202-400 m'lerde kızılçam, 500-600 m arasında karaçam ve kızılçam, 600-1100 m'lere kadar karaçam, 1200 m'den itibaren ise Uludağ Göknarı'nın belirgin bir hakimiyeti bulunmuştur. 1100-1300 m'ler arasında bu iki ağaç türüne sarıçamda eşlik etmektedir. Sarıçamın 900 m'lerden başlayıp, 1900 m'lere kadar uzanan yükseltiye bağlı bir yayılışı bulunmaktadır. Kayın ise daha çok Yenice'ye bağlı Kavaklı Orman İşletme Şefliği sınırlarında yani Karadeniz'e daha yakın coğrafik konumlarda 100-1800 m aralığında sahada bulunmaktadır. Yukarıda sayılan ağaç türlerine göre yayılışları saha büyüklüğü bakımından daha az olan ama bu ağaç türlerine yükselti basamaklarında eşlik eden diğer bazı ağaç türleri de belirlenmiştir. Bunlardan en öne çıkan gürgen ve sapsız meşe ormanlarıdır. Bu iki ağaç türü 208 ile 1600 m'ler arasında yayılış yapmakta olup,

Gürgen biraz daha üst meşe ise biraz daha alt yükseltilerde yoğunlaşmaktadır. Ardıç ise boşluklu kapalı yani eski tabirle bozuk nitelikli ormanlarla saha da yer almakta olup, 300-1500 m’lerde anakayanın ortaya çıktığı, toprak verimliliği ve su tutma kapasitesi düşük alanlarda görülmektedir. Yükseltiye bağlı bu değişimler yükseltinin fonksiyonu olarak sıcaklık ve yağışın ağaç türlerinin yayılışını önemli derecede etkilediğini de ortaya koymaktadır. Ağaç türü, kapalılık, tabakalılık ve meşcere gelişme çağlarının topografik faktörlerle ilişkisine bakıldığında kızılçam, karaçam ve göknarın kendi yükselti basamaklarında belirleyici bir rolü bulunmaktadır. Çünkü bu ağaç türlerinin saha büyüklüklerinin toplamı araştırma sahasındaki toplam ormanlık alanın %75,97’si oluşturmaktadır. Bu yüksek saha miktarı orman ağaç türlerinin yapısal özelliklerinin topografik faktörlere dağıtılmasında bir ağırlıklarının oluşmasını sağladığı öngörülmektedir. Karaçamın başta batıya bakan, sarp olmayan sırt, vadi ve yamaç tipi arazi şekillerinde olmak üzere diğer tüm arazi şekillerinin farklı bakılarında birbirine yakın oranlarda yayılış yaptığı görülmüştür. Gökmar ise başta dik eğimli ve sarp kuzey bakılı yamaç arazilerde daha çok ve batı yamaçlara sahip vadi içlerinde daha az yayılış yapmaktadır. Bunların dışında kızılçam özellikle alçak yükseltilerde sarp güney ve batı vadi içi ve sırtlarda üçüncü ağaç türü olarak yer almıştır. Kızılçam araştırma sahasının en düşük yükseltisinde akan Filyos çayını oluşturan Soğanlıçay ve Araç çaylarının vadi tabanlarından itibaren sarp ve çok dik eğimli 500 m yükseltilere kadar saf ormanlar oluşturduğu bilinmektedir (Güngöroğlu, 2018). Sapsız meşenin ise özellikle doğu ve güneyli bakılara sahip sarp vadi ve sırt arazi şekillerinde daha yüksek yayılış yaptığı bu çalışmadan anlaşılmaktadır. Sarıçamın ise araştırma sahasında orta eğimli ve batıya bakan yamaç tipi arazi şekillerinde daha çok yer aldığı görülmektedir.

MTA’dan temin edilen 1/100000 sayısal ölçekli jeoloji haritasındaki formasyonların irili ufaklı çokluğu karşısında bunların bir uzman tarafından gruplandırılması gereği ortaya çıkmıştır. Bu amaçla Karabük Üniversitesi Coğrafya bölümünde öğretim üyesi olan Prof. Dr. İbrahim Atalay’ın uzmanlık bilgisine başvurularak, 12 olan formasyon 6 gruba indirgenmiştir. Araştırma sahasında kireçtaşı formasyon grubunun sahanın % 46’sını kapladığı, bu formasyon grubunun yaklaşık % 60’ının da karaçam ve göknardan oluştuğu görülmüştür. Kızılçamın ise Eosen yaşlı Karabük formasyonu olarak adlandırılan kumtaşı, çamurtaşı, konglomera, marn içeriğine sahip alanlarda en geniş yayılışını yaptığı ortaya çıkmıştır. Güngöroğlu (2018) tarafından Karabük İlinde

yayılış yapan kızılçam ormanların ekolojisini hedefleyen çalışmada da aynı formasyonda kızılçam sahalarının yaklaşık %59 oranında yayılış yaptığı belirlenmiştir.

Bu noktada araştırma sahasının iklim, topografya ve anakayaya bağlı coğrafik konumsal özellikleri ile Batı Karadeniz bölgesindeki benzer yörelerdeki karaçam, göknar ve kızılçam ormanlarının özelliklerinin karşılaştırılmasında yarar bulunmaktadır. Bu bağlamda Ilgaz Dağı örneği öne çıkmaktadır. Ilgaz dağı ormanları saf göknar ve göknar ağırlıklı karışık meşcerelerden oluşmaktadır. Dere kenarları ve Ilgaz Dağ'ı eteklerinde, başlıca talvegler, ayrıca 1000–1300 metreler arası önemli yaprak döken ağaç türleri tarafından örtülmüş olup, burada gürgen veya kayın egemendir (Ünal vd., 2007). Bu genel orman formasyonu sahanın çeşitli kesimlerinde, yetişme şartlarına göre farklı özellikler kazandığından nemli orman ve kuru orman formasyonu olarak ikiye de ayrılabilir. Nemli ve kurak ormanlarının oluşmasının en önemli sebeplerinden biri yetişme ortamı faktörlerinin çeşitliliğine bağlanmaktadır. Nemli ormanların esas yayılış alanları dağlık kesimlerin kuzeye açık yüzleridir. Ilgaz dağları ve devamında yer alan kütlelerin kuzey yamaçlarının 750-1000 m. nin üzerindeki kesimlerinde bir kuşak halinde yayılış yapan nemli ormanlar özellikle kuzeye açık havzalarda ve vadi içlerinde tam bir gelişme göstererek, güney bakılara da sarkarlar. Yükseltinin elverişli olduğu yerlerde nemli ormanları meydana getiren türler, yağış ve sıcaklık şartlarına göre belirgin bir kademelenmede gösterirler(Avcı, 1998). Ilgaz dağlarının coğrafik konumu (denize uzaklığı ve Karadeniz ile İç Anadolu arası) ve iklimi göknar, karaçam ve sarıçamın vadi etkisinin azaldığı 1000 m'lerden üst yükseltilerde daha yüksek bir karasallık etkisine bağlı olarak hakimiyetlerinin arttığı ve bu şekilde kurak ormanları oluşturduğu anlaşılmaktadır. Yüksek lisans tezin araştırma sahasındaki durum ise benzer görünmekle birlikte karaçam ve göknarın bulunduğu çoğu yükseltide kayın, gürgen ve akçaağaç'ın hakim olduğu meşcerelerde yayılış yapmaktadır. Özellikle kayın, gürgen ve akçaağacın oluşturduğu saf meşcerelerin Karadeniz'e daha yakın coğrafik lokasyonlarda yoğunlaştığı, gürgen'in sapsız meşe oluşturduğu karışık meşcerelerin kızılçamın üst katında yer aldığı görülmektedir. Ağaç türlerinin yükseltiye bağlı değişimi ile iklimin ilişkilendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Karadeniz'den yüksek atmosfere bağlı olarak doğrudan gelen oseyanik iklimin Keltepe dağının kuzey

ve kuzeydoğu kesimine kadar etki gösterebildiği, bunun yanında Araç - Filyos çayı havzası boyunca alt seviyelerde Akdeniz iklimi özelliklerinin hakim olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü Emberger iklim sınıflandırmasına göre Zonguldak ve Bartın istasyonlarının oseyanik, Devrek istasyonunun sub-Akdeniz ve Karabük istasyonunun ise Akdeniz (Demirörs ve Kurt, 2005) ya da kurak Akdeniz (Coşkun ve Coşkun, 2017) ikliminin etkisinde kalmaktadır. Eskipazar ve Bolu- Gerede hattından soğuk karasal iklimin Keltepe dağının dağlık bölgesinden zirveye kadar rahatlıkla sokulabildiği göknar ve karaçamın geniş yayılışından anlaşılmaktadır. Benzer sonuçlar Coşkun (2020) tarafından gerçekleştirilen “Karabük ve çevresinin vejetasyon ekolojisi” çalışmasında Karadeniz zonobiyom ve Akdeniz zonobiyom (Karadeniz ardı oluklar bölgesi) sahasında belirtilen ağaç türlerinin yayılışlarıyla uyumlu olduğu görülmektedir. Aynı benzer sonuçlar Atalay ve Efe (2010 ve 2012) tarafından yayımlanan Türkiye orman ekosistemlerinin yapısal ve yükseltiye bağlı özellikleri ve karaçamın Türkiye’de yayılışını içeren çalışmalarındaki, Batı Karadeniz ormanlarının tanımlanmasında da yer almaktadır.

Sahaya en yakın mesafedeki Karabük, Yenice, Eskipazar ve Baklabostan meteorolojik istasyonlarının diyagramları incelendiğinde su açığı bulunan ayların genelde Haziran – Ekim arasında yoğunlaştığı, sıcaklık ve yağış miktarlarında ise farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır. Ortalama yağışın en düşük olduğu istasyonun sırasıyla Eskipazar, Karabük, Yenice ve Baklabostan olduğu, buna karşılık ortalama sıcaklığın en düşük olduğu istasyonların sırasıyla Baklabostan, Eskipazar, Karabük ve Yenice’dir. Baklabostan istasyonu ise bunların arasında en yüksek rakıma sahip iken ikinci sırada Eskipazar, sonrasında ise Karabük ve Yenice istasyonları gelmektedir. Yenice ve Baklabostan istasyonları Karadeniz kıyısına en yakın istasyonlar olarak, sahip oldukları yağış miktarları ile dikkati çekmektedir. Yenice istasyonunun bulunduğu Filyos çayı havzasının Karadeniz’e açılması sayesinde sıcak ve nemli havanın etkisi altında kaldığı söylenebilir. Baklabostan istasyonu Karabük’ün hemen kuzeyinde, bulunduğu yükselti özelliği ve Karadeniz nemli hava kütlelerinin biriktiği bir havzada yüksek yağış ve düşük sıcaklığa maruz kaldığı anlaşılmaktadır. Eskipazar istasyonunun özellikle İç Anadolu Bölgesi’nin kurak ve soğuk hava akımlarına daha çok maruz kaldığı, Karabük istasyonunun ise Araç çayının ekseninde uzanan tektonik çökelti alanında

kalarak (Coşkun, 2013), sıcak ve kurak hava akımlarının daha çok etkisinde olduğu belirtilebilir.

Araştırma sahasının kuzeye doğru Filyos çayına ulaşan mini havzaları Karabük-Safranbolu havzasına bağlanmaktadır. Bu büyük havzanın jeolojik özelliklerine bakılacak olursa, başlangıçta erken Eosen sırasında oluşan tektonik bir havza olarak adlandırılabilir. Erken Senozoik (Eosen) döneminde, Karabük-Safranbolu havzası, Eosen Denizi'nin sığ havzasında biriken karbonat tortusunun bulunduğu resif koşulunun altında kalmıştır. Jeolojik yapı, özellikle litoloji ve tektonik hareketler farklı yer şekillerinin oluşmasına katkıda bulunmuştur. Topoğrafik formlar özellikle dağ sırasının ve depresyonun yönleri farklı ekolojik biyomlar yaratmıştır. Karadeniz'den gelen nemli hava kütesini alan dağların kuzey yamaçları, nemli ılıman geniş yapraklı yaprak döken orman ve iğne yapraklı karışık ormanların olduğu nemli ortamlara sebep olmuştur. Karabük havzası Karadeniz'e bakan bu dağ kütesinin arkasında kalarak, bu havzada Akdeniz kserofitik bitki örtüsü oluşmuştur. Kireçtaşı üzerinde geliştirilen karstik yer şekillerinin saflık derecesi yüksektir. Alp orojenezinden sonra meydana gelen dikey tektonik hareketler havzanın oluşmasına ve topoğrafyanın oluşmasına neden olmuştur (Coşkun, 2013). Bu son açıklama ile birlikte araştırma sahasında karaçam ve göknarın sahada hemen hemen bütün yükselti basamaklarında geniş yayılışa sahip olmasında iklimin yanında kireçtaşı formasyonlarının bolluğu ile dikey tektonik dağlık bölge yükselmelerine bağlı olarak 1200 m'lerin üstündeki dağlık kütlelerin geniş saha büyüklüğüne sahip olmasının etkili olduğunu belirtmek gerekir.

Yukarıdaki bu açıklama orman meşcerelerinin kapalılık, tabakalılık ve meşcere gelişme çağlarına ait sınıfların saha büyüklüklerinin neden birbirine eşit olarak dağıldığını açıklamaya yardımcı olmaktadır. Araştırma sahasındaki iklim, yükselti ve anakaya özelliklerinin karaçam, göknar ve kızılçam için ideal bir yetiştirme ortamı şartları sağladığı anlaşılmaktadır. Diğer ağaç türlerinden sarıçam, gürgen ve sapsız meşenin'de sahanın kendi yetiştirme ortamlarına özgü bakı, arazi morfoloji şekilleri ve eğime bağlı alt yetiştirme ortamlarında şans bulabildikleri anlaşılmaktadır. Araştırma sahasının Eğriova sahasında son yenilenen orman meşcere haritasında bulunmayan, %3'lük bir alan kaplayan ve akçakesme (*Phillyrea latifolia*), sandal (*Arbutus andrachne*), kocayemiş (*Arbutus unedo*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), kızılçık

(*Cornus mas*), kermes meşesi (*Quercus coccifera*) ve tüylü meşe (*Q. pubescens*) türlerinden oluşan diğer karışık geniş yapraklı orman tipleri (Dya) de bulunmaktadır (Coşkun ve Coşkun, 2017: Güngöroğlu vd., 2018: Coşkun, 2020).

Yetiştirme ortamı terimi, ağaç büyümesini etkileyen çok sayıda çevresel faktörü birleşik bir sınıflandırmada birleştiren soyut bir kavramı tanımlar. Türlerin sahaya uygunluğunu ve verimliliğini etkileyen biyolojik ve yönetsel faktörler olmasına rağmen, büyümeyi en çok etkileyenler iklim, topografya ve toprak gibi ekolojik faktörlerdir (Farrelly vd., 2009). Orman yetiştirme ortamı sınıflandırması ise, orman yetiştirme ortamının farklı bileşenlerini (iklim, topografya, toprak ve bitki örtüsü gibi) toplayan, bölen, sınıflandıran, sentezleyen ve/veya sınıflara entegre eden yöntemleri kullanarak biyotik ve/veya abiyotik arazi özelliklerini katmanlaştıran herhangi bir sınıflandırma sistemi olarak tanımlanmaktadır (Quichimbo vd., 2017). Bu araştırmada ekolojik faktörler orman yetiştirme ortamı sınıflandırma sistematğine uygun olarak gruplandırılmış ve sınıflandırılmıştır. Bunun sonucunda ilk sınıflandırma basamağında 7 adet orman yetiştirme bölgesi, ikinci sınıflandırma basamağında 23 adet orman yetiştirme yöresi ve üçüncü sınıflandırma basamağında ise 60 adet orman yetiştirme birimi haritalanmıştır. Her bir ağaç türünün bütün ekolojik faktörler dikkate alınarak beraberce sınıflandırılması sonucu 5000'e yakın birimin ortaya çıktığı görülmüştür. Bu noktada sayısal bir sınıflandırmanın doğası gereği 400 m²'lik birimlerin ortaya çıkmasıyla karşılaşmıştır. Burada her bir sınıflandırma basamağındaki faktörlerin sınıf sayısı önemli bir rol oynadığı görülmüştür. Bu yüzden her bir basamak düzeyinde daha geniş sahaları kaplayan anlamlı sınıfların dikkate alınması önerilmektedir. Diğer küçük saha büyüklüğüne sahip sınıfların en yakın sınıfa atanmasına yönelik yaklaşımlarda bulunulması yerinde olacaktır. Bu noktada önerilebilecek yaklaşım, her bir basamağa ait sınıfların ayrı ayrı açıklayan tabloların hazırlanmasıdır. Bu şekilde uygulayıcıya yol gösterici pratik sonuçlar yansıtılmış olacaktır.

Yetiştirme ortamı faktörleri, doğal ve plantasyon ormanlarının verimliliği üzerinde en büyük ve genellikle en uzun süreli etkiye sahiptir. Bu açıdan mekân ve zamana bağlı olarak silvikültürel tedbirlerin uygunluğunun belirlenmesinde çok önemli bir altlık sunmaktadır. Yetiştirme ortamı sınıflandırması öncelikle orman verimliliğinin belirlenmesi ve bunun devamında odun üretim alanlarının tespitinde orman

işletmeciliği açısından çok önemli bir rol oynarken aynı zamanda koruma için öne çıkan orman alanlarının belirlenmesinde de etkili olmaktadır (Farrelly vd., 2009). Ağaç türlerinin büyüme tepkileri farklı sahalarda farklılık gösterdiğinden, her bir silvikültürel uygulamanın uygulanmasıyla elde edilen artan veya azalan büyümenin tahmin edilebilmesi için saha büyüklüğü bakımından anlamlı olan yetişme ortamı sınıflarının büyüme ve verim bilgilerine sahip olunması gerekmektedir. Bu yüzden yetişme ortamı sınıflarındaki büyümeyi etkileyen ve sahada tespit edilebilen toprak özellikleri ve yetişme ortamını karakterize eden bitki örtüsünün belirlenmesinde fayda bulunmaktadır. Bu şekilde ormanların yetişme ortamının verim gücüne bakılmaksızın aynı miktarlarda tam alanda odun üretiminin önüne geçilmesi sağlanmış olunacaktır. Böylece yetişme ortamı haritalamasıyla orman işletmeciliğinin sürdürülebilir doğal kaynak yönetimine uygun ekoloji temelli olarak optimize edilebileceği belirtilebilir. Bu alışmada Keltepe dağının kuzeyli bakılarında yer alan ormanların iklim, topografya ve anakayaya dayalı yetişme ortamı şartları değerlendirilmiştir. Değerlendirme rnek alanlar üzerinden değil, sahanın tümünün değerlendirilmesine dayanmaktadır. Çalışmada ekolojik faktörlerle ormanın yapısal özelliklerinin değerlendirilmesi CBS ile poligon ve raster haritaların point ortamında birleştirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada doğrusal istatistik yöntemlerin kullanılmasının ihtiyaı karşılamadığı test edilerek belirlenmiştir.

Bu araştırmada orman yetişme ortamları çeşitli basamaklarda farklı ekolojik özellikler göz önüne alınarak çoklu faktör yöntemiyle sınıflandırılmıştır. Ülkemizde ve dünyada orman yetişme ortamları bir mekânsal ölçek yaklaşımında çeşitli basamaklarda iklim, yükselti, anakaya, topografya, toprak ve vejetasyon özellikleri dikkate alınarak çoklu faktör özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda iklime ait özelliklerin daha geniş bir coğrafyayı kaplaması nedeniyle ilk basamakta bölge özelliklerini yansıttığı, dağlık alanlarda yükselti farklılığının buna eşlik ettiği, lokal ölçek olan son basamakta ise topografik ve toprak özelliklerinin yer aldığı görülmektedir (Farrelly vd., 2009; Dindaroğlu ve Vermez, 2019). Bu sınıflandırmalarda sadece bitki örtüsü veya toprak serilerinin özelliklerine dayanılarak tek faktörlü bir sınıflandırmada gerçekleştirilebilmektedir (Farrelly vd., 2009). Bitki rts genelde orman alanının verimlilik ve nem durumunun bir göstergesi olarak kullanılabilirken bunun yanında iklim değişikliği bağlamında, karaçam ve göknarın

yükseltiye bağlı geniş yayılışını garanti altına almak için iklim ve yükseltiye bağlı yetiştirme ortamı sınıflarındaki verimliliklerinin, hastalık durumlarının uzun yıllara dayalı gözlemlenmesi önerilmektedir. Bu iki ağaç türünün yanında kızılçam, gürgen ve sapsız meşenin bu sahada iklimsel değişimlere yüksek adaptasyon kapasitesine sahip yükselti çeşitliliği potansiyellerinden dolayı bu türlerin iklim değişikliğine karşı korunması, ya da işletme şekillerinin daha düşük şiddetli bakım ve aralamalar içermesine dikkat edilmesi ve bunların biyokütle ve toprak organik madde değişimlerinin gelecekteki iklim verileriyle izlenmesi önerilmektedir.

Doğal kaynak yönetiminde uygulayıcıları zorlayan karmaşık mekânsal model ve süreçleri anlamamanın ve mekânsal göstergelerin gelişiminin sayısal kanıta dayalı olarak belirlenmesi karar verme süreçlerini kolaylaştırmaktadır (Ostendorf, 2011). Bu tez çalışmasında ormanların sürdürülebilir planlanması ve yönetiminde ekolojik tabanlı karar verme sürecini kolaylaştıracak yeni bakış açılarını destekleyici mekânsal veriler temin edilmeye çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Usta, A., Yılmaz, M., Bakkaloğlu, M., “Murat dağı (Uşak) Yöresinde Yayılış Gösteren Ağaç Türlerinin (Kızılçam, Karaçam ve Sarıçam) Verimliliğini Etkileyen Kimi Ekolojik Etmenlerin Araştırılması“, *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 71-92 (2007).

Altun, L., Başkent, E.Z., Yılmaz, M., Kalay, Z., Turna, İ., K.T.Ü. “Orman Fakültesi Araştırma Ormanında Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Haritalanması“, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 52 (2), 51-72 (2002).

Anonim, “Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlaması Dairesi Başkanlığı, Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar” Tebliğ no.:299 (2017).

Asan, Ü., “Batı ve Orta Karadeniz Yöresindeki Doğu Kayını Ormanlarında Bonitet Araştırmaları”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 37: 105-130 (1987).

Atalay, İ., “Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri”. Orman Bakanlığı Yayınları No. 163, Meta Basımevi, İzmir. 266 S. (2002).

Atalay, İ., Sezer, L. İ., Çukur, H., “Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması”. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayını. No:4, Ankara (1998).

Atalay, İ., ve Efe R., “Structural and Distributional Evaluation of Forest Ecosystem in Turkey”, *Journal Environment Biology* 31: 61-70 (2010).

Atalay, İ., Efe R., “Anadolu Karaçamı [Pinus nigra Arnold subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe]'nın Ekolojisi ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 4, Ankara (2010).

Atalay, İ., Efe, R., “Ecological attributes and distribution of Anatolian black pine (Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana Lamb. Holboe) in Turkey”, *Journal Environment Biology*, 33: 509-519 (2012).

Avcı, M., “İlgaz Dağları ve Çevresinin Bitki Coğrafyası II: Bitki Örtüsünün Coğrafi Dağılışı”, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 6: 275-344, İstanbul (1998).

Bergmeier, E., Walentowski, H., Güngöroğlu, C., “Türkiye Orman Habitat Tipleri - AB Habitatları Direktifi Temelinde Geliştirme Önerileri İçeren Ayrıntılı Bir Taslak. Güngöroğlu, C. (ed.). Türkiye Ormanlarında AB Natura 2000 Konseptinin Uygulanabilirliği, 134-292 s., Türkiye Ormancılar Derneği, Yayın No.44, Ankara (2018).

Bostan, P.A., Heuvelink ,G.B.M., Akyurek, S.Z., “Comparison of regression and kriging techniques for mapping the average annual precipitation of Turkey”, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 19: 115-126 (2012).

Boydak, M., Dirik, H. Çalikoğlu, M. “Kızılçamın (Pinus brutia Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü”. OGEM-VAK yayınları, Ankara, 364 S (2006).

Candel-Pérez, D., Linares, J.C., Viñepla, B., Lucas-Borja, M.E., “Assessing climate–Growth Relationships Under Contrasting Stands of co-occurring Iberian Pines Along an Altitudinal Gradient”, *Forest Ecology and Management*, 274: 48–57 (2012).

Coşgun, U., “Batı Karadeniz Bölgesi orman içi köylerin sosyo-ekonomik yapısı ve bu köylerin kalkındırılmasında etkili olan aoyeo-ekonomik faktörlerin çoğul sayısal analiz yöntemleriyle belirlenmesi”, *Batı Karadeniz ormancılık araştırma enstitüsü teknik bülten*, 11, Bolu (2005).

Coşkun, M., Coşkun, S., “An Analysis on the Distribution of Maquis-Shrubland: Karabük-Safranbolu Basin”, *International Journal of Sciences*, 6 (06): 63-70, (2017).

Coşkun, M., “The Geomorphology of Karabük-Safranbolu basin, NW of Turkey. Biodiversity and Cultural Heritage, Atalay, İ. and EFE, R. (Ed.). Proceedings. *The 9 th Turkish-Romanian Geographical Academic Seminar*, Antalya - Safranbolu – Amasra, 91-101 (2013).

Coşkun, S., “Karabük Çevresinin Vejetasyon Ekolojisi ve Sınıflandırılması” *İKSAD*, Karabük (2020).

Çelik, H., Özkan, K., “Antalya Ovacık Dağı Yöresi'nde kızılçam (Pinus brutia Ten.)'ın gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (2) : 190-197 (2015).

Çepel, N., “Orman Ekolojisi”. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No.3518, O.F. Yayın No. 399. 3. Baskı. Gençlik Matbaası, İstanbul, 536 S. (1988).

Çepel, N., “Türkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerindeki Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etkenler Arasındaki İlişkiler”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 26: 25-64 (1976).

Çiçek, İ., Ataol, M., “Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7 (1): 51-64 (2009).

Dale, V.H., Brown, S., Haeuber, R.A. vd., “Ecological Principles and Guidelines for Managing the Use of Land”. *Ecological Applications*, 10 (3): 639-670 (2000).

Demircan, M., Sensoy, S., Ekici, M., “İklim normalleri ve 1981-2010 sıcaklık normallerinin coğrafi bilgi sistemleri ile topografya kullanarak yüksek çözünürlüklü grid veri setinin üretilmesi” *6th Atmospheric Science Symposium*, (2013).

De Reu, J., Bourgeois, J., Bats, M., Zwertvaegher, A., Gelorini, V., De Smedt, P., ..., Van Meirvenne, M.) “Application of the topographic position index to heterogeneous landscapes”, *Geomorphology*, 186: 39-49 (2013).

Demirörs, M., Kurt, F., “Zonguldak-Karabük ve Bartın Arasında Kalan Bölgenin Florasına Katkıları”, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13 (2): 555-560 (2005).

Dindaroğlu, T., Vermez, Y., “Karstik Ekosistemlerde Bazı Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin Sınıflandırılması Ve Haritalanması (Kahramanmaraş-Andırın Sarımsak Dağı Örneği)”, *Turkish Journal of Forest Science*, 3(1), 60-83, (2019).

Dorman, M., Svoray, T., Perevolotsky, A., “Homogenization in Forest Performance Across an Environmental Gradient – The Interplay Between Rainfall and Topographic aspect”, *Forest Ecology and Management*, 310: 256–266 (2013).

Duran, C., “Mersin ili orman alanlarının fizyografik özelliklere göre dağılımı”, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9 (1): 1-19 (2012).

Durkaya, B., Durkaya, A., “Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Uludağ Göknarı-Sarıçam-Doğu Kayını Karışık Meşcerelerinin Verim Gücü ile Bazı Fizyografik ve Edafik Faktörler Arasındaki İkili İlişkiler”, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 5: 96-101 (2003).

Dünder, Ö., “Karabük- Safranbolu Havzası’nda güncel ve paleosol toprakların belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Karabük, 1-132 (2019).

Eler, Ü., "Bonitetin Önemi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2 (A), 1-10 (2002).

Ercanlı, İ., Günlü, A., Altun, L., Başkent, E.Z., “Relationship Between Site Index of Oriental Spruce [*Picea orientalis* (L.) Link] and Ecological Variables in Maçka, Turkey”, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23 (4): 319-329 (2008).

Farrelly, N., Fealy, R.M., Radford, T., “The use of site factors and site classification methods for the assessment of site quality and forest productivity in Ireland”. *Irish forestry*, 66. 21-38, (2009).

Gogtay, N.J., Thatte U.M., “Principles of Correlation Analysis”, *Journal of Association of Physicians of India*, 65: 78-81 (2017).

Goodland, R., “The Concept of Environmental Sustainability”. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26: 1-24, (1995).

Göl, C., Çelik, N., Çakır, M., Gül, E., “Türkmen Dağı (Evkondu Tepe) Doğu Kayını (Fagus Orientalis Lipsky.) Ormanlarının Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 1, 48-60 (2008).

Griffiths, R.P., Madritch, M.D., Swanson, A.K., “The effects of topography on forest soil characteristics in the Oregon Cascade Mountains (USA): Implications for the effects of climate change on soil properties”, *Forest Ecology and Management*, 257: 1–7 (2009).

Guler, M., Cemek, B., Gunal, H., “Assessment of some spatial climatic layers through GIS and statistical analysis techniques in Samsun Turkey”, *Meteorological Applications*, 14: 163–169 (2007).

Güner, Ş.T., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, R., Çelik, Nejat., “Türkiye’deki karaçam ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66 (1): 159-172 (2016).

Güngöroğlu, C., “Ekoloji tabanlı envanter, planlama ve yönetim uygulamalarında CBS’nin kullanılması”, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Antalya (2011).

Güngöroğlu, C., Türkiş, S., Bergmeier, E., “Natura 2000 Habitat Sınıflandırmasının Türkiye Ormanlarında Uygulanması (Karabük-Yenice Örneği)”, Güngöroğlu, C. (ed.). Türkiye Ormanlarında AB Natura 2000 Konseptinin Uygulanabilirliği., *Türkiye Ormancılar Derneği*, Ankara, 38-76 (2018a)

Güngöroğlu, C., Kavgacı, A., Coşgun, U., Çalikoğlu, M. Örtel, E. Balpınar, N. (2018b). Applicability of European landscape typology in Turkey (Çakırlar Watershed case/Antalya). *Landscape Research*, vol. 43 (6), 831–845.

Güngöroğlu, C., “Batı Karadeniz Bölgesi kızılçam ormanlarının bazı ekolojik özelliklerinin belirlenmesi (Karabük örneği)”, *Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi*, KBÜ-BAP-15/1-DS-020, Karabük (2018).

Güngöroğlu, C., Musaoğlu, N., Türkkan, M., Yöntem, O., Yılmaztürk, A., Çayır, G., “CBS destekli uzaktan algılama teknikleri kullanılarak biyotop tiplerinin sınıflandırılması ve haritalanması (Köprülü Kanyon Milli Parkı Örneği)” T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 354, Müdürlük Yayın No: 039, ISSN: 1302- 3624, Antalya (2008).

Günlü, A., “Artvin Genya Dağı orman yetiştirme birimlerinin ayrılması ve haritalanması üzerine araştırılması (Artvin Bölge Müdürlüğü)” Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 1-226 (2003).

Günlü, A., Yılmaz, M., Altun, L., Ercanlı, İlker., Küçük, M., “Artvin Genya Dağı bölgesinde saf doğu ladini (Picea Orientalis (L) Link.) meşcerelerinin verimliliği ile

bazı edafik ve fizyografik faktörler arasındaki ilişkiler”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 1, 1-10 (2006).

Hahm, J. W., Riebe, C.S., Lukens, C.E., Araki, S., “Bedrock composition regulates mountain ecosystems and landscape evolution”, *PNAS*, 111 (9): 3338–3343 (2014).

Hartkamp, A.D., De Beurs K., Stein, A., White J.W. “Interpolation Techniques for Climate Variables”, *NRG- Geographic Information Systems Series*, Mexico, D.F.: CIMMYT, (1999).

Işık, F., Bahadır, M., Çağlak, S., “Artvin İlinde Yağışın Mekânsal Dağılışı Üzerine Bir Deneme, Schreiber Formülü”, *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, Artvin, 391-403 (2018).

Jenness, J., Brost, B., Beier, P. “Land Facet Corridor Designer: Extension for ArcGIS; Jenness Enterprises, Flagstaff, AZ, USA, 1-110 (2013).

Kantarcı, M.D., “Akdeniz Bölgesinde Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırmasının Yorumu”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 35: 59-82(1985).

Kantarcı, M. D., “Akdeniz Bölgesinde doğal ağaç ve çalı türlerinin yayılışı ile bölgesel yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler”, *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını*, No. 3054/330, 105 (1982).

Karataş, R., Özkan, K., Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler, *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 4 (1): 12-21 (2017).

Karatepe, Y., Özçelik, R., Gürlevik, N., Yavuz, H., Kırış, R. “Batı Akdeniz’de farklı yetiştirme ortamı bölgelerindeki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarının vejetasyon yapısının ekolojik değerlendirilmesi”, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 15:1-8 (2014).

Keten, İ., “Doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde orman yetiştirme ortamlarının verimlilik modellemesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Isparta, 1-94 (2019).

Koç, A., Yılmaz, S., “Peyzaj karakter analizi ve değerlendirmesi: Pasinler-Köprüköy (Erzurum) İlçeleri Örneği”, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51 (2): 126-139 (2020).

Koçyiğit, A., “Karabük-Safranbolu Tersiyer Havzası kuzey kenarının stratigrafisi ve niteliği”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 30: 61-69 (1987).

Laborde, J. P., “Geographical Information and Climatology for Hydrology”, P. Carega (ed.) *Geographical Information and Climatology*, ISTE Ltd., London, 195-232 (2007).

Lozano-García, B., Parras-Alcántara, L., Brevik, E.C., “Impact of topographic aspect and vegetation (native and reforested areas) on soil organic carbon and nitrogen

budgets in Mediterranean natural areas” *Science of the Total Environment*, 544: 963–970 (2016).

Lloyd, C. D., Local models for spatial analysis, 2 th edition. CRC Press, Taylor Francis Group, Boca Raton, (2011).

Mendez-Toribio, M., Meave, J. A., Zermeno-Hernandez, I., Ibarra-Manriquez, G., “Effects of slope aspect and topographic position on environmental variables, disturbance regime and tree community attributes in a seasonal tropical dry forest”, *Journal of Vegetation Science*, 27: 1094–1103 (2016).

Minder, J.R., Mote, P. W., Lundquist, J.D., “Surface temperature lapse rates over complex terrain: Lessons from the Cascade Mountains” *Journal of geophysical research*, 115, (2010).
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2009JD013493>

Neyişçi, T. “Kızılçamın Ekolojisi. Kızılçam El Kitabı Dizisi-2”, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Dizisi:52, 23-56, Ankara (1987).

Ninyerola M., Pons, X., Roure, J.M., “Monthly precipitation mapping of the Iberian Peninsula using spatial interpolation tools implemented in a Geographic Information System”, *Theoretical and Applied Climatology*, 89: 195–209 (2007).

Ostendorf, B., “Overview: Spatial information and indicators for sustainable management of natural resources”. *Ecological Indicators*, 11: 97–102, (2011).

Özkan, K., “Beyşehir gölü havzasında anadaolu karaçamının (Pinus Nigra Arnold) yayılışı ile fizyografik yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2 (A): 30-47 (2004).

Özkan, K., “Beyşehir Gölü Havzası’nın Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Sınıflandırılması”, Doktora Tezi (Basılmamış) , *İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul (2003).

Özkan, K., Kuzugüdenli, E., “Akdeniz bölgesi sütçüler yöresinde kızılçamın (Pinus brutia Ten.) verimliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Isparta, 16-29 (2010).

Özel, H.B., Ertekin, M., Tufanoğlu, G.Ç., “Devrek-Akçasu yöresindeki karaçam (Pinus Nigra Arnold. SSP. Pallasiana (LAMB.) Holmboe) ve sarıçam (Pinus Sylvestris L.) ağaçlandırmalarında boy artımı ile bazı iklim faktörleri arasındaki ilişkinin incelenmesi” *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5 (4): 376-389 (2010).

Quichimbo, P., Jiménez, L., Veintimilla, D., “Forest Site Classification in the Southern Andean Region of Ecuador: A Case Study of Pine Plantations to Collect a Base of Soil Attributes”, *Forests*, 8, 473, (2017).

Polat, S., Polat, O., Kantarcı, M.D., Tüfekçi, S., Aksay, Y., “Mersin-Kadıncık Havzası’ndaki sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler”, *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 1 (1) : 22-37 (2014).

Pretzsch, H., Grote, R., Reineking, B., Rötzer, T., Seifert, S., Models for forest ecosystem management: A European perspective. *Annals of Botany*, 101(8), 1065-1087, (2008).

Sinanoğlu, D., “Safranbolu Havzası (Karabük) Eosen Yaşlı Çökellerin Foraminifer Biyostratigrafisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ (2012).

Sivrikaya, F., Küçükler, D.M., Demir, O., “Orman amenajman planlarının ETÇAP klasik programı ile hazırlanması: Akseki-İbradı planlama birimi örneği”, *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, Kahramanmaraş, 116-172 (2011).

Şahin, A., “Orman kaynaklarının planlanmasında, ağaç türlerinin dikey yayılışının ve yetiştirme ortamı faktörlerinin etkisi: Uludağ örneği”, *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, Isparta, 154-169 (2014).

Şentürk, Ö., Gülsoy, S., Tümer, İ., “Aydınca yöresi (Amasya) ormanlarında saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) türünün dağılımı ile yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkileri” *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (2): 13-21 (2014).

Taylor, R., “Interpretation of the correlation coefficient: a basic review”, *JMDS*, 1:35-39 (1990).

Topaloğlu, E., Ay, N., Altun, L., “Denizden yükseklik ve bakının Doğu Kayını’nın (*Fagus orientalis* Lipsky.) odun-su ilişkileri üzerine etkisi”, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14:180-190 (2013).

Ünal, S., Sıvacıoğlu, A., Ayan, S., Öner, N., “İlgaz Dağları Ormanlarındaki Fırtına Devrikleri ve Entomolojik Sonuçları”, *Ulusal Çevre Sempozyumu*, Çiftlikköy Kampüsü, Mersin (2007).

Yaşlıoğlu M. M., “Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46: 74-85 (2017).

ÖZGEÇMİŞ

Büşra DOĞRU ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Asım Ülker Çok Programlı Lisesi'nden mezun oldu. 2013 yılında Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü'nde öğrenime başlayıp 2018 yılında mezun oldu. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Planlanması ve Yönetimi Anabilim Dalı'nda başladığı öğrenimine devam etmektedir.