YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN HİDROKLİMATOLOJİSİ

Emre DUMAN - Atilla KARATAŞ

gece kitaplığı

YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN HİDROKLİMATOLOJİSİ

Emre Duman-Atilla Karataş

İmtiyaz Sahibi • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni • Eda Altunel
Kapak & İç Tasarım • Begüm Pelin Mutlu
Kapak Görseli • shutterstock.com

Birinci Basım • Ekim 2022 / ANKARA
ISBN • 978-625-430-405-7

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı
Adres: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt
No: 22/A Çankaya/ANKARA Tel: 0312 384 80 40
www.gecekitapligi.com
gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt
Bizim Buro
Sertifika No: 42488

YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN HİDROKLİMATOLOJİSİ

Emre DUMAN - Atilla KARATAŞ

gece kitaplığı

İÇİNDEKİLER

ÖZET IX
ABSTRACT XI
ÖNSÖZ XIII
GİRİŞ 1
I. Araştırmanın Amacı 2
II. Materyal ve Metot 3
III. Konu ve Kapsam 6
IV. Literatür Özeti 6
BÖLÜM I 9
1. YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ 9
1.1 Araştırma Sahasının Coğrafi Konumu ve Sınırları 9
1.2 Genel Jeolojik ve Tektonik Yapı 12
1.2.1 Tektonik 12
1.2.2 Stratigrafi 17
1.2.2.1 Paleozoyik 17
1.2.2.2 Mezozoyik 19
1.2.2.3 Tersiyer 20
1.2.2.4 Kuvaterner 22
1.3 Jeomorfoloji 22
1.3.1 Jeomorfolojik Birimler 22
1.3.1.1 Dağlar 23
1.3.1.2 Platolar/Aşınım Yüzeyleri 28
1.3.1.3 Ovalar 29
1.3.1.4 Elemanter Yer Şekilleri 34
1.4 Toprak 38
1.4.1 Büyük Toprak Grupları 38
1.4.1.1 Zonal Topraklar 41
1.4.1.2 İntrazonal Topraklar 42
1.4.1.3 Azonal Topraklar 42
1.4.2 Toprak Taksonomisi 44
1.4.3 Erozyon 46
1.5 Bitki Örtüsü 49
1.5.1 Orman Formasyonu 51

1.5.2 Çalı Formasyonu 53
1.5.3 Ot Formasyonu 54
1.6 Nüfus Özellikleri 57
1.6.1 Nüfus Yapısı 57
1.7 Yerleşme 63
1.7.1 Şehir Yerleşmeleri 63
1.7.2 Kır Yerleşmeleri 67
1.8 Ekonomik Faaliyetler 68
1.8.1 Tarım ve Hayvancılık 68
1.8.3 Ulaşım 72
1.8.4 Turizm 74
1.9 Arazi Kullanımı 76
1.9.1 Arazi Kabiliyet Sınıfları 76
1.9.2 Arazi Kullanım Deseni 81
BÖLÜM II 87
2. YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN TOPOGRAFİK ANALİZLERİ 87
2.1 Yüzeysel Analizler 87
2.1.1 Yükselti 87
2.1.2 Bakı Durumu 91
2.1.3 Eğim Özellikleri 92
2.1.4 Rölyef Oranı 94
2.1.5 Nispi Alan 94
2.1.6 Nispi Yükselti 95
2.1.7 Hipsometrik Eğri ve İntegral 95
2.1.8 Yamaç Yüzeyi Kıvrımlılığı 96
2.1.9 Gravelius İndeksi 97
2.1.10 Asimetri Faktörü 97
2.1.11 Vadi Profilleri 98
2.2 Alansal Parametreler 105
2.2.1 Havza Alanı 105
2.2.2 Havza Çevresi, Dairesellik Oranı ve Havza Uzunluk Oranı ... 106
2.2.3 Yoğunluk Oranı, Biçim Faktörü ve Biçim Katsayısı 106
2.2.4 Vadi Yoğunluğu 107
2.2.5 Akarsu Sıklığı 107
2.2.6 İnfilitrasyon Sayısı 107

2.2.7 Birleşik Şekil Faktörü 108
2.2.8 Havza Şekil Faktörü 108
2.2.9 Tektstür Oranı 108
2.3. Çizgisel Parametreler 109
2.3.1 Havza Uzunluğu, Havza Genişliği, Ana Akarsu Uzunluğu 110
2.3.2 Ortalama Akarsu Yoğunluğu 110
2.3.3 Ortalama Akarsu Uzunluğu 110
2.3.4 Çatallanma Oranı 110
2.3.5 Akarsu Uzunluk Oranı 111
BÖLÜM III 113
3. YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN KLİMATOLOJİK ANALİZLERİ 113
3.1 İklim Özellikleri 113
3.1.1 İklimi Etkileyen Faktörler 114
3.1.1.1 Küresel Faktörler 114
3.1.1.2 Yerel Faktörler 114
3.1.2 İklim Elemanları 115
3.1.2.1 Sıcaklık 118
3.1.2.2 Nemlilik ve Yağış 121
3.1.2.3 Basınç ve Rüzgârlar 128
3.1.2.4 İklim Tipi ve Yorumu 131
3.2 İklim İndisleri 136
3.3 Kuraklık Analizleri 142
3.3.1 Standart Yağış İndeksi (SPI) 142
3.3.2 Normalin Yüzdesi İndeksi(PNI) 160
3.3.3 Aydeniz Metodu 166
3.4 Trend Analizleri 167
3.4.1 İklim Trendleri 168
3.4.1.1 Sıcaklık Trendleri 169
3.4.1.2 Yağış Trendler 174
3.5 İklime Dair Gelecek Projeksiyonları 177
BÖLÜM IV 179
4. YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN HİDROGRAFİK ANALİZLERİ 179
4.1 Hidrografya 179
4.1.1 Yeraltı Suyu 179

4.1.2 Yüzey Suları....180
4.1.2.1 Akarsular....180
4.1.2.2 Göller ve Barajlar 187
4.2 Su Bilançosu 190
4.2.1 Havzanın Su Girdisinin Hesaplanması 190
4.2.1.1 SCS Curve Number 191
4.2.1.3 Turc Metodu....201
4.2.1.4 Karataş Yöntemi 204
4.3 Su Bütçesi 216
4.3.1 Su Kullanımının Sektörel Dağılışı....217
4.3.1.1 Zirai Faaliyetlerde Su Tüketimi....217
4.3.1.2 Sanayi ve Üretimde Su Tüketimi....218
4.3.1.3 Gündelik Kullanımda Su Tüketimi....219
4.3.2 Su Kullanımındaki Fırsatlar ve Tehditler 219
4.4 Katastrofik Değerlendirme....221
4.4.1 Taşkınlar....221
4.4.1.1 Gumbel Metodu....223
4.4.1.2 Log Pearson Type III Metodu....226
BÖLÜM V 229
5. HİDROKLİMATOLOJİ....229
5.1 Hidroklimatolojik Tespitler ve Analizlerin Değerlendirilmesi 229
5.1.1 Hidrografya Üzerinde Etki Eden Unsurlar 229
5.1.1.1 İklim Elemanları-Akım Etkileşimi 229
5.1.1.2 Yapısal Unsurlar-Akım Etkileşimi....235
5.1.1.3 Arazi Kullanımı-Akım Etkileşimi....237
5.1.1.4 Beşeri Faaliyetler-Akım Etkileşimi 239
Sonuç ve Değerlendirme....240
KAYNAKÇA 245

ÖZET

YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN HİDROKLİMATOLOJİSİ

Bu çalışmada inceleme sahası olarak belirlenen Yukarı Yeşilırmak Havzası Türkiye'nin önemli akarsularından birisi olan Yeşilırmak'ın alt havzasıdır. Yeşilırmak ve Çekerek Çayı'nın birleşim noktasının su toplama sahasından Çekerek Havzası haricinde kalan kesim araştırma sahasıdır. Araştırma sahasının konumu Türkiye'nin kuzeyinde, Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nün iç kesiminde, Köse Dağları ve Sakarat Dağı güneyinde, Deveci Dağları'nın kuzeyinde yer almakta ve kabaca doğu-batı istikametinde uzanmaktadır. Araştırma sahası Tokat, Sivas ve Amasya il sınırları dâhilinde yer almaktadır.

Çalışmanın temel amacı araştırma sahasının hidroklimatolojik özelliklerini tespit etmektir. Bu maksatla öncelikle havanın genel coğrafi özellikleri ortaya konulmuştur. Daha sonra da klimatolojik ve hidrografik analizler yapılmıştır. Hidroklimatoloji bilimi daha önceden yapılan çalışmalara göre en kısa tanımla iklimin hidrografya üzerindeki etkisini ifade etmektedir. Yapılan çalışmalarda genel itibariyle iklim elemanları ile akarsu akımları arasındaki bağlantı incelenmiştir. Bununla birlikte iklim dışında hidrografik özellikleri etkileyen litoloji, toprak özellikleri, eğim özellikleri gibi yapısal unsurlar ve beşeri unsurlar olan diğer coğrafi özellikler de bu çalışmada ortaya konulmuş ve değerlendirilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın genel coğrafi özellikleri ele alınmıştır. Bu maksatla havzanın konumu, genel jeolojik yapısı, jeomorfolojisi, toprak özellikleri, bitki örtüsü özellikleri, nüfus özellikleri, yerleşme özellikleri ve ekonomik coğrafya özellikleri ortaya konulmuştur.

İkinci bölümde ise havzanın topografik analizleri yapılmış ve 25'den fazla parametre değerleri tespit edilmiştir. Bu analizler neticesinde havza özelliklerinin tektonik hareketlerden etkilendiği görülmektedir. Yine girintili çıkıntılı bir yapıya sahip olması durumu da havzada flüvyal süreçlerin etkili olduğuna işaret etmektedir. Yine topografik analizler neticesinde havza hipsometrik eğrisi aşağı kesimleri düz, orta kesimleri iç bükey, yüksek kesimleri ise dış bükey olarak şekillenmiştir. Buna göre aşağı kesimlerde biriktirme faaliyetleri etkin, orta kesimlerde aşındırma faaliyetleri ileri safhada ve yüksek kesimlerde henüz aşındırma faaliyetleri erken safhadadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ise klimatolojik analizler yapılmıştır. Bu başlık altında havzanın iklim özellikleri, iklim indis değerleri, kuraklık

analizleri ve iklim trendleri ortaya konulmuştur. Araştırma sahasında yer alan meteoroloji istasyonlarının verileri indirgeme yöntemi ile havza geneline yayılmıştır. Havzada yağış miktarı ilkbahar aylarında azami, yaz aylarında ise asgari düzeydedir. İklim indisleri değerlerine göre havza iklimi yarı kurak olarak tasnif edilmektedir. Yapılan kuraklık analizleri havzada belli dönemlerde kuraklık değerlerinin artığına işaret etmektedir. Meteoroloji verilerine göre sıcaklık değerlerinde artış eğilimi, yağış değerlerinde ise azalma eğilimi mevcuttur.

Dördüncü bölüm hidrografik analizleri oluşturmaktadır. Bu başlık altında havzanın hidrografik özellikleri, su bilançosu ve taşkın durumu işlenmiştir. Havzanın su bilançosunu ortaya koymak maksadı ile çeşitli yöntemler uygulanmıştır. Araştırma sahasının yegâne su kaynağı meteorik sulardır. Yapılan hesaplamalar neticesinde havza yıllık meteorik su potansiyeli 4.556.783.000 m^3'tür. Bu değer Türkiye geneli uzun dönem yıllık ortalama toplam yağış miktarının %1'ine tekabül etmektedir (Yaklaşık Değer: 450 milyar m^3) (Hidrometeoroloji Şube Müdürlüğü, 2022). Bu değerin büyük bir miktarı evapotranspirasyon vasıtası ile tekrar atmosfere dönmektedir. Akış/akım yöntemleri ile yapılan hesaplamalar AGİ değerleri ile karşılaştırıldığında gerçeğe en yakın değeri Karataş (2018) yöntemi vermiştir.

Çalışmanın son bölümü olan hidroklimatoloji başlığı altında ise önceki bölümlerden elde edilen sonuçlara göre havzanın hidroklimatolojik özellikleri ortaya konulmuştur. Klimatolojik analizler havza su girdisinin azalacağına işaret etmektedir. Bu durum havza akış/akım değerleri üzerinde negatif etki oluşturacaktır. Yine havzadaki beşeri faaliyetler de suya olan ihtiyacın giderek artacağını işaret etmektedir. Havzanın hidroklimatolojik durumunun incelenerek geleceğe yönelik planlamalar yapılması elzemdir.

Anahtar Kelimeler: Hidroklimatoloji, Yeşilırmak, İklim, Hidrografya.

ABSTRACT

HYDROCLIMATOLOGY OF THE UPPER YEŞİLIRMAK BASIN

The Upper Yeşilırmak Basin, which was determined as the study area in this study, is the sub-basin of Yeşilırmak, one of the important rivers of Turkey. The section outside of the Çekerek Basin, from the catchment area of the junction point of Yeşilırmak and Çekerek River, is the research area. The location of the research area is located in the north of Turkey, in the inner part of the Central Black Sea Part of the Black Sea Region, in the south of the Köse Mountains and Sakarat Mountain, in the north of the Deveci Mountains and extends roughly in the east-west direction. The research area is located within the provincial borders of Tokat, Sivas and Amasya.

The main purpose of the study is to determine the hydroclimatological characteristics of the research area. To do that, first of all, the general geographical features of the basin were revealed. Then, climatological and hydrographic analyzes were carried out. According to previous studies, the science of hydroclimatology expresses the effect of climate on hydrography with the shortest definition. In general, the connection between climatic elements and stream flows has been examined in the studies. In addition to the climate, structural elements such as lithology, soil characteristics, slope characteristics, and other geographical features, which are human elements, which affect hydrographic features, are also revealed and evaluated in this study.

In the first part of the study, the general geographical features of the Upper Yeşilırmak Basin were discussed. For this purpose, the location, general geological structure, geomorphology, soil characteristics, vegetation characteristics, population characteristics, settlement characteristics and economic geography characteristics of the basin were revealed.

In the second part, topographic analyzes of the basin were made and more than 25 parameter values were determined. As a result of these analyzes, it is seen that the basin features are affected by tectonic activities. The fact that it has an indented structure also indicates that fluvial processes are effective in the basin. And also, as a result of topographic analysis, the lower parts of the basin hypsometric curve were shaped as flat, the middle parts as concave, and the higher parts as convex. Accordingly, deposition activities are active in the lower sections, erosion activities are at an advanced stage in the middle sections, and erosion activities are still at an early stage in the high sections.

In the third part of the study, climatological analyzes were made. Under this title, the climatic characteristics of the basin, climate index values, drought analyzes and climate trends are presented. The data of the meteorological stations in the research area have been spread throughout the basin by the degradation method. The amount of precipitation in the basin is maximum in spring and minimum in summer. The basin climate is classified as semi-arid according to the values of the climate indices. Drought analyzes indicate that drought values increase in certain periods in the basin. According to meteorological data, there is an increasing trend in temperature values and a decreasing trend in precipitation values.

The fourth chapter consists of hydrographic analyses. Under this title, the hydrographic features of the basin, the water balance and the flood situation are discussed. Various methods have been applied in order to reveal the water balance of the basin. The only water source of the research area is meteoric waters. As a result of the calculations, the annual meteoric water potential of the basin is 4.556,783,000 m^3 which is about 1% of Turkey according to General Directorate of Meteorological Affairs. A large amount of this value is returned to the atmosphere by evapotranspiration. When the calculations made with flow/flow methods were compared with the Flow Observation Station values, the Karataş (2018) method gave the closest value to the reality.

Under the title of hydroclimatology, which is the last part of the study, the hydroclimatological characteristics of the basin are revealed according to the results obtained from the previous chapters. Climatological analyzes indicate that the basin water input will decrease. This will have a negative effect on the basin flow/runoff values. Again, human activities in the basin indicate that the need for water will gradually increase. It is essential to make future plans by examining the hydroclimatological condition of the basin.

Keywords: Hydroclimatology, Yeşilırmak, Climate, Hydrography.

ÖNSÖZ

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın hidroklimatolojik özelliklerinin ortaya konulması maksadıyla hazırlanan bu çalışmada öncelikli olarak ilgili araştırma sahasına yönelik klimatolojik ve hidrografik analizler üzerinde durulmuş, ayrıca diğer coğrafi özelliklerin de tespiti hususunda analizler, uygulamalar yapılmış ve haritalandırılmıştır. Hidroklimatoloji kavramı yeni kullanılan bir kavram olmamakla birlikte konu hakkında yapılan çalışma sayısı azdır. Mevcut çalışmalarda ise hidroklimatoloji analizleri genel itibariyle klimatolojik veriler ile hidrografik verilerin analizi ve etkileşimleri şeklindedir. Bu çalışmada alansal metodolojiye katkı sağlayacak şekilde suyun bulunuş ve dağılışına etki eden diğer coğrafi unsurlar da araştırmaya dâhil edilmiş ve planlamalara dayanak olabilecek bir veri seti ortaya konulmuştur.

Çalışmanın her aşamasında daima yol gösterici olup yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Atilla KARATAŞ'a teşekkürü borç bilirim. Yine çalışma süresince desteklerini esirgemeyip fikirlerini sunan Prof. Dr. Nuriye GARİPAĞAOĞLU ve Prof. Dr. Barbaros GÖNENÇGİL'e şükranlarımı sunarım. Çalışmada kullanmış olduğum verileri sağlayan MGM, DSİ, Tarım Bakanlığı, MTA, Alos-Palsar kurumlarına ve doktora öğrenimim süresi boyunca burs desteği sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

"Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın Hidroklimatolojisi" başlıklı bu eser Emre DUMAN tarafından Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilimdalı bünyesinde ve Doç. Dr. Atilla KARATAŞ danışmanlığında yapılan doktora çalışmasından ibarettir.

GİRİŞ

Coğrafyanın alt bilim alanlarından olan klimatoloji veya iklim bilimi belli bir bölgede uzun bir süreçte meydan gelen hava olaylarını inceleyen bilim dalıdır. Dünya'daki iklimleri, mevcut iklimlerin kökenini, dağılışlarını ve doğal çevreyi etkileyen bir etmen olarak bu etkideki yerini araştıran bilimdir (Ardel 1973; Dönmez 1984;Erinç 1984; Erol 2014; Türkeş 2017). Meteoroloji ve klimatolojinin temel farkı her iki bilim dalının da meteorolojik kayıtları kaynak olarak kullanmasıyla birlikte iklim bilimi uzun süreli olarak bu kayıtları kullanmaktadır. Bununla birlikte meteoroloji bilimi coğrafyanın alt dalı olmayıp iklim bilimi fiziki coğrafyanın alt dalıdır (Atalay 2013; İzbırak 1992). İklim birçok açıdan belli bir bölgenin özelliklerini etkilemektedir. Bir bölgenin jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri, toprak özellikleri, hidrografya özellikler bitki örtüsü dağılışı, iklimi ile doğrudan ilişkilidir. Sadece fiziki coğrafya unsurları ile kalmayıp beşerî ve ekonomik coğrafya unsurları üzerinde de iklimin büyük etkisi mevcuttur. Bir bölgenin tarımsal faaliyetleri, turizm faaliyetleri, ulaşımı vs. gibi özellikleri belli oranlarda iklimden etkilenmektedir. Coğrafyanın bilim alanlarından bir diğeri olan hidrografya ise yer kürede mevcut bulunan suları her açıdan inceleyen bilimdir. Kısaca sular coğrafyası olarak tanımlayabileceğimiz hidrografya Yunanca kelimeler olan hydor (su) ve grapho (tasvir) kelimelerinden oluşmaktadır. Daha kapsamlı bir tanım yapmak gerekirse hidrografya tüm ortamlarda yer alan suyun tüm nitelikleri ile birlikte bulunuş, dağılış ve hareketini incelemekte, bununla birlikte ekosistemin bütün unsurları ile etkileşimi açısından da ele almaktadır (Karataş, 2019). Bu kapsamda Dünya'da yer alan suları yapı bakımından ve hidrolojik döngü içerisindeki yer bakımından başta olma üzere birçok açıdan ele alan hidrografya coğrafya bilimin ana bilim alanları içerisinde yer almakta olup yaşam açısından en önemli unsurlardan biri olan su konusunu her yönden incelemektedir. Hiç şüphe yok ki iklim ve hidrografya karşılıklı olarak büyük etkileşim içerisindedir. Gerek iklim özellikleri bir bölgenin hidrografik özelliklerini etkilemekte, gerekse de hidrografik özellikler bir bölgenin iklim özelliklerini etkilemektedir. Bir bölgenin iklim özelliklerinin veya hidrografik özelliklerinin dış unsurlarca değiştirilmesi neticesinde aynı şekilde her iki alanda da değişiklikler meydana gelecektir. Hidrografik özellikler nispeten iklim özelliklerine daha fazla bağlı olduğu için iklim özelliklerindeki değişiklikler bölgenin hidrografik özelliklerini hızlı bir şekilde etkileyecektir.

Hidroklimatoloji kavramı ilk olarak Amerikan bilim adamı Walter Langbein tarafından tanımlanmıştır. Langbein (1967)'e göre hidroklimatoloji iklimin yer kürede mevcut olan suların üzerindeki etkisinin çalışmasıdır (Mather, 1991). Shelton (2009)'a göre ise hidroklimatoloji nemin/suyun atmosfer ve yer yüzündeki üç halinin çalışılması, hidroloji ve

klimatolojinin kesişim noktasıdır. Bir başka araştırmacı Wendland (1987) ise hidroklimatoloji hidrometeorolojinin yanı sıra buharlaşma, akış, yeraltı suyu yeniden doldurma ve durdurma gibi yüzey ve yüzeye yakın su süreçlerini içeren bilim dalı olarak tanımlamaktadır. Hirschboeck (1988) de hidroklimatoloji çapraz bir disiplin olarak kabul etmiş ve hidrolojiyi iklimsel bağlamda inceleyen bir bilim dalı olarak adlandırmıştır. Kilmartin (1980) hidroloji, meteoroloji, klimatoloji, oşinografi ve istatistik gibi yakından ilişkili alanlar arasındaki bazı boşlukları ortadan kaldırmak ve çalışmaya yeni analiz yöntemlerini uygulamak için yeni bir hidroklimatoloji disiplinine ihtiyaç olduğunu öne sürmüştür (Mather, 1991).

Kelime anlamı olarak hidroklimatoloji su bilimi olan hidrografya ve iklim bilimi olan klimatoloji kavramlarının birleşiminden ortaya çıkmıştır. Kısa tanımı, iklim ve hidrografyanın etkileşimini inceleyen bilim dalı şeklinde yapılabilecek olan hidroklimatolojinin detaylı bir tanımlamasını yapmak gerekirse; hidrografik unsurların başta iklim elemanları (yağış, sıcaklık, nem vs.) olmak üzere doğal unsurlar olan jeoloji ve jeomorfolojik özellikler (kayaç yapısı, topografik özellikler), toprak özellikleri (su geçirgenliği, akışa etki gibi), vejetasyon durumu (tür ve yoğunluk), arazi örtüsü ile beşeri unsurlar olan su tüketimi, su yapıları, nüfus, yerleşme, ekonomik faaliyetler vb. den ne şekilde etkilendiğini ortaya koyan bilimdir.

I. **Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmada Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın hidroklimatolojik özelliklerinin ortaya konulması temel amaç olarak belirlenmiştir. Temel amacın yanı sıra yine araştırma sahasının genel coğrafi özellikleri de ortaya konulmaktadır. Çalışmanın konusu fiziki coğrafya alanında iklim ve hidrografya konularını doğrudan ihtiva etmekle birlikte, diğer konu başlıkları ile de dolaylı yoldan ilintilidir. Daha önce de belirtildiği üzere su canlı yaşamı için büyük önem taşımaktadır. Nüfusun, tüketimin artması ve buna karşılık olarak da küresel iklim değişmelerine bağlı su kaynaklarının azalması sebebiyle kaynaklar üzerindeki baskı artmaktadır. İlerleyen süreçte de bu baskı artarak devam edecektir. Bu sebeple su kaynaklarının kullanımın bir plan dâhilinde ve sürdürülebilir olması gerekmektedir. Hidroklimatolojik çalışmalar gerek iklim özelliklerini gerekse de hidrografya özelliklerini ortaya koymakta ve aradaki bağlantıyı irdelemektedir. Bu çalışmada da aradaki bu bağlantı incelenmekte ve sadece iklimin su kaynakları üzerindeki etkisi değil, diğer coğrafi unsurların da etkisi dikkate alınmaktadır. Su yönetimi açısından bu değerlendirmeler önemlidir.

Hidroklimatolojik özelliklerin belirlenmesi için ilk olarak klimatolojik analizler yapılmıştır. Havzanın genel iklim durumu, iklim tipi, iklim elemanlarının havza geneline göre değerleri gibi analizler ilk aşamayı

oluşturmaktadır. Yine iklim çalışmaları için önemli olan trend analizleri de ortaya konularak iklim elemanlarının eğilimleri tespit edilecektir. Hidrografik özelliklerin tespiti için çeşitli yöntemler vasıtasıyla da havzanın yüzeysel akış/akım durumları ortaya konulacaktır. Yine hidroklimatolojik çalışmalar için önemli olan kuraklık analizleri ve taşkın durum analizleri yapılacaktır. Bunlar dışında havzanın topografik analizleri de yapılacaktır. Son olarak da gerek genel coğrafi özellikler gerekse de hidroklimatolojik özellikler birlikte değerlendirilecek ve çıkarımlar yapılacaktır.

II. **Materyal ve Metot**

Hidroklimatoloji konusunda yapılan çalışmalarda detaylı olarak taranmış ve bu çalışmanın ana hattını oluşturmaktadır. Coğrafi çalışmalar açısından büyük önem arz eden arazi-gözlem çalışmaları da bu çalışmanın önemli veri kaynaklarından birisidir.

Yine coğrafi çalışmalardaki önemli materyallerden olan ve çeşitli kurumlar tarafından hazırlanmış olan haritalardan faydalanılmıştır. Bu amaçla ilk olarak bölgenin jeolojik özelliklerinin belirlenmesinde MTA kurumunun hazırlamış olduğu ve araştırma sahasına tekabül eden 1/100.000 ölçekli G-35, G-36, H-35, H-36, H-37, H-38, H-39 jeoloji paftalarından faydalanılmıştır. Jeomorfolojik özellikler konusunda yine aynı ölçekli ve isimli paftalarla birlikte bölgeye tekabül eden 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından faydalanılmıştır. Bunlara ek olarak da jeomorfolojik özelliklerin saptanmasında sayısal yükselti verileri kullanılmıştır. Bölgenin iklim özelliklerinin belirlenmesinde MGM verileri ve hidrografik özelliklerin belirlenmesinde DSİ verileri kullanılmıştır. Toprak Özellikleri için Toprak Reformu Müdürlüğü verileri ve bitki örtüsü için OGM verileri kullanılmıştır. Beşeri coğrafya unsurlarından nüfus özellikleri için TÜİK verileri yerleşme özellikleri içinde uydu görüntüleri ve belediyelerden temin edilen sayısal veriler kullanılmıştır. Bölgenin ekonomik coğrafya özelliklerini ortaya koymak için yine ilgili kurum ve kuruluşlardan sağlanan veriler kullanılmıştır.

Çalışmanın analiz kısmının icra edilmesinde klimatoloji ve hidrografya yöntemleri kullanılmıştır. Kullanılan bu uygulamaların büyük çoğunluğu da Coğrafi Bilgi Sistemleri vasıtasıyla yapılmış olup elde edilen sonuçlar tablo, grafik ve haritalar halinde ortaya konulmuştur.

Sahanın iklim özelliklerinin belirlenmesi maksadıyla MGM'den elde edilen meteorolojik veriler tasnif edilerek maksada uygun kullanılabilir hale getirilmiştir. İlk olarak bölgede mevcut bulunan meteoroloji istasyonlarının verileri tüm havzayı temsil edecek şekilde düzenlenmiştir. Bu maksatla araştırma sahasında yer alan 3 adet istasyonun havza alanını temsil durumu Thiessen Poligonları vasıtasıyla belirlenmiştir. Thiessen

Poligonlar yöntemi ile noktasal değerlere sahip olan verilerin alana dağılışını ortaya koymaktadır. CBS uygulamaları vasıtasıyla elde edilen Thiessen Poligonları verisi incelendiğinde çalışma alanına yönelik tam bir dağılışı temsil etmediği görülmüştür. Bu durumun ortaya çıkmasındaki temel sebep bu yöntemin alanı düz kabul etmesi, engebe durumunu değerlendirememesidir. Elde edilen verilerdeki hata payını en aza indirmek için mevcut Thiessen Poligonları araştırma sahasının topografik durumuna göre tadil edilmiş ve meteoroloji istasyonlarının etki alanlarını daha doğru şekilde ortaya koyan poligonlar oluşturulmuştur. Sonraki aşamada iklim elemanlarının yükselti durumuna göre değişimini ortaya koymak için ilk olarak her bir istasyonun temsil ettiği alanlar temel alınarak ayrı ayrı izohips değerleri oluşturulmuştur. Çalışma sahasında yer alan Zile, Turhal ve Tokat istasyonlarının tadil edilmiş Thiessen Poligonları yöntemi ile elde edilen temsil alanlarının izohips değerlerine gerek sıcaklık gerekse de yağış değerleri klimatoloji yöntemleri ile belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerini tespit için her 100 metrede 0,6 °C değişimi, yağış değerleri için de Erinç (1984)'in 100 metrede 45mm değişim formülleri kullanılmıştır. Yine bu izohipslerin yağış ve sıcaklık değerleri kullanılarak evapotranspirasyon ve akış (Thornthwaite) formülleri uygulanmıştır. Sonraki aşamada bu izohips değerleri noktasal veriye aktarılmıştır. Elde edilen noktasal veriler kullanılarak enterpolasyon yapılmış ve havzanın iklim verileri alansal olarak elde edilmiştir.

İklim çalışmaları içerisinde önemli bir yeri olan iklim trendlerini tespit etmek için Mann-Kendall parametrik olmayan trend testi uygulanmıştır. Araştırma sahasında yer alan Zile, Turhal ve Tokat meteoroloji istasyonlarının iklim elemanlarının eğilimleri Mann-Kendall testi ile tespit edilmiştir.

İklim indisleri bir bölgenin iklim tipinin belirlenmesi maksadıyla ortaya konulmuş yöntemlerdir Araştırma sahasının iklim tipinin belirlenmesi maksadıyla çeşitli iklim indisleri tatbik edilmiştir. Meteoroloji istasyonlarının değerleri kullanılarak araştırma sahasının iklim tipi Köppen, De Martonne, Peltier, Wilson, Tanner ve Summerfield yöntemlerine göre belirlenmiştir.

Hidroklimatolojik çalışmaların bir bölümünü oluşturan kuraklık analizleri çeşitli yöntemlerle yapılarak bir bölgenin kuraklık durumu tespit edilmektedir. Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın kuraklık analizleri araştırma sahasında yer alan iklim istasyonlarının verileri kullanılarak yapılmıştır. Havzanın kuraklık durumunu ortaya koymak için Standartize Yağış İndeksi (SPI), Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI) ve Aydeniz Metodu kullanılmıştır.

Taşkın analizleri de yine kuraklık analizleri gibi hidroklimatoloji çalışmalarının diğer bir alt başlığıdır. Araştırma sahasının taşkın durumunu belirlemek maksadıyla Akım Gözlem İstasyonları verileri kullanılarak Gumbell ve Log Pearson Yöntemleri uygulanmıştır.

Araştırma sahası olarak hidrografik bir havza olarak seçilen Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın sınırlarının tespit edilmesi için ilk olarak Sayısal Yükselti Modeli verisi Coğrafi Bilgi Sistemleri- Hidroloji uygulamaları vasıtası ile analiz edilmiş ve neticede başta çalışmanın tamamında kullanılacak olan havza alanı ve drenaj ağı elde edilmiştir.

Araştırma sahasının yüzeysel akış değerlerini tespit etmek amacıyla çeşitli metotlar uygulanmıştır. Bu metotlardan ilki olan SCS Curve Number yöntemi hidrografik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem genel itibariyle küçük ölçekli havzalarda daha net sonuçlar vermekte olup nispeten büyük bir alana sahip olan Yukarı Yeşilırmak Havzası için değerlendirmeye uygun sonuçlar ortaya koymamıştır. İkinci olarak kullanılan ve meteoroloji istasyonlarının değerlerine yönelik yapılan Thornthwaite Su Bilançosu yöntemi de yine hidrografya çalışmalarında kullanılmakta olup araştırma sahasına yönelik kullanılabilir değerler ortaya koymamıştır. Her iki yöntemin de uygulanması neticesinde akış değerlerinin 0 olduğu tespit edilmiştir. Daha önce belirtildiği üzere her iklim istasyonunun temsil alanlarına göre yükseltiye göre oluşturulan sıcaklık ve yağış değerleri kullanılarak her izohipsinin Thornthwaite değeri hesaplanmış daha sonra bu değerler noktasal veriye aktarılmıştır. Noktasal veriden de CBS uygulamaları vasıtasıyla Enterpolasyon yapılarak havzanın yüzeysel akış değerleri hesaplanmıştır. Yüzeysel akış hesaplama yöntemlerinden bir diğeri de Turc yöntemi olup yine klimatolojik verilerden formül vasıtası ile yüzeysel akış hesaplanması şeklindedir. Bu yöntem de yine Thornthwaite yöntemi gibi her meteoroloji istasyonunun temsil ettiği izohipslerin klimatolojik değerlerine göre hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde noktasal veriye dönüştürülerek enterpolasyon yöntemi ile alansal veri elde edilmiştir. Araştırma sahasının yüzeysel akış durumunu tespit etmek maksadıyla son olarak Karataş yöntemi kullanılmıştır. Karataş Yöntemi, Turc ve Thornthwaite yöntemlerinden farklı olarak sadece klimatolojik veriler üzerinden akış hesaplaması yapmamakta olup diğer coğrafi unsurlar olan arazi kullanımı, litoloji, eğim değerleri gibi unsurları da yağış ve potansiyel evapotranspirasyon yanında kullanmaktadır. Bu yöntemlerden elde edilen sonuçlar neticesinde de gerçeğe en yakın değerlerin Karataş Yöntemi ile elde edildiği belirlenmiş son bölümdeki değerlendirmeler de buna göre yapılmıştır.

III. **Konu ve Kapsam**

"Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın Hidroklimatolojisi" başlıklı bu çalışmanın amacı genel bir ifade ile inceleme sahası olan bölgenin coğrafi özelliklerini ve hususi olarak da hidroklimatolojik özelliklerini ortaya koymaktır. Coğrafya ilmi temelde beşeri ve fiziki coğrafya dalları olarak iki kısma ayrılır ve bu iki bölüm de kendi içerisinde çeşitli konuları ihtiva eder. Coğrafi çalışmalarda özellikle de bir araştırma sahası belirlenerek yapılan çalışmalarda seçilen sahanın ilk olarak çok fazla detaya inmeden genel coğrafi özellikleri ele alınmakta, daha sonrasında ise asıl konu üzerinde detaylı çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmada da yine aynı şekilde yapılacak olup beşeri coğrafya konuları olan nüfus, yerleşme ve ekonomik coğrafya konuları ile çalışma ile daha fazla alakası bulunan fiziki coğrafya konuları ele alınacaktır. Fiziki coğrafya başlığı altında araştırma sahasının jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik, pedolojik, hidrolojik ve edafik özellikleri ele alınacaktır. Çalışmanın birinci ve ikinci bölümlerini oluşturacak olan bu konular sonrasında ise çalışmanın asıl maksadı olan hidroklimatoloji konusu ayrıntılı bir şekilde işlenecek ve araştırma sahasının hidroklimatolojik özellikleri ortaya konulacaktır. Coğrafi özelliklerin bir bütün olarak birbirini etkilemesi sebebiyle ve doğal olarak araştırmanın asıl konusunun da diğer coğrafi unsurlardan etkilenecek olması sebebiyle araştırma sahasının genel coğrafi özelliklerinin belirlenmesi gerekecektir.

IV. **Literatür Özeti**

Yüksek Öğretim Kurumunun tez merkezinde hidroklimatoloji başlığı altında yalnızca 3 adet tez çalışması yer almakta olup, bu 3 çalışma da doktora seviyesinde ve inşaat mühendisliği bölümlerindeki araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Bunlar; Rızwan (2018). Türkiye Üzerindeki Hidroklimatolojik Değişkenlere İklim Durağansızlıklarının Etkileri; Arıkan (2018). Kuraklık İndislerinin Hidroklimatolojik Verilere Dayalı Tahmini ve Cengiz (2005). Türkiye Göl Seviyelerinin Hidroklimatolojik Analizi. Coğrafya, klimatoloji ve ya hidrografya alanında herhangi bir hidroklimatoloji tez çalışması yer almamaktadır.

Yabancı araştırmacılar hidroklimatoloji alanında çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Bunlardan en önemlisi de bu konudaki en temel kaynak olarak değerlendirebileceğimiz Shelton (2018) tarafından hazırlanmış olan "Hydroclimatology: Perspectives and Applications" adlı çalışmadır. Yazar bu kitapta hidroklimatolojinin temel prensiplerini, amacını, yöntemlerini ve kaynaklarını ortaya koyarak bu alanda yapılacak olan çalışmalara yönelik bir altyapı oluşturmuştur. Bunun dışında diğer bir önemli çalışma ise Karamouz, Nazif, Falahi (2012) tarafından hazırlanmış olan "Hydrology and Hydroclimatology: Principles and Applications" adlı eserdir. Bu çalışmada araştırmacılar hidroloji ve hidroklimatoloji konularını birlikte

ele almışlardır. Bu kitap da hidroklimatoloji çalışmaları açısından kaynak teşkil edecek bir eserdir. Bu iki kitap dışında hidroklimatoloji hakkında herhangi bir kaynak kitap bulunmamakla birlikte çeşitli makale çalışmaları yer almaktadır. Bunlardan bazıları;

Khan, S.I. vd. (2011). Hyroclimatology of the Lake Viktoria Region Using Hydrology Model and Satellite Remote Sensing Data başlıklı çalışmada Viktorya Gölü bölgesinin hidroklimatolojik incelemesini yapmışlardır. Çalışmada kuraklık ve selin potansiyel etkilerini anlamayı amaç edinmişlerdir. Çalışmada 20 yıllık rasat verileri ve uydu verileri kullanılmıştır.

Marcella, P.M. vd. (2008). The Hydroclimatology of Kuwait: Explaining The Variability of Rainfall at Seasonal and Interanual Time Scales adlı çalışmada Kuveyt'teki yağışların mekânsal, mevsimsel ve yıllara göre değişimlerini analiz etmişlerdir.

Pichard, G. vd. (2017) Hydro-climatology of the Lower Rhone Valley: Historical Flood Reconstruction(AD 1300-2000) Based on Documentary and Instrumental Sources adlı çalışmada Aşağı Rhone Vadisi'nde meydana gelen sel olaylarını geniş bir tarihsel dönem içerisinde incelemişlerdir. Uzun yıllık taşkın verilerine göre yapılan analizlerle taşkın salınımlarını değerlendirmişlerdir.

Sankarasubramanian, A.,Vogel, R. M. (2003). Hyroclimatology of the Continental United States adlı çalışmada klimatolojik ve hidrografik veriler kullanılarak iklimin akışlar üzerindeki etkisini, akışların iklim duyarlılığını ABD örneğinde incelemişlerdir.

McGregor, G. (2017). Hydroclimatology, Modes of Climatic Variability and Stream Flow, Lake and Groundwater Level Variability adlı çalışmasında iklm elemanları, akarsu akışı, yeraltı suyu ve göl değişkenliği gibi konuları araştırmışır

Tekleab, S. (2013). Hydroclimatic Trends in the Abay/Upper Blue Nile Basin, Ethiopia adlı çalışmasında Abay Nehri Havzası'nı çalışma alanı olarak belirlemiştir. Bu çalışmalarda da çalışma alanı olarak seçilen bölgelerin hidroklimatolojik özellikleri çeşitli açılardan incelenmiştir.

Araştırma sahasını tamamen kapsayan veya doğrudan bu çalışmada belirlenen sınırları inceleyen herhangi bir çalışma olmamakla birlikte saha dâhilindeki belli bölgeler/yerleşmeler coğrafyacılar tarafından gerek tez çalışması olarak, gerek kitap şeklinde, gerekse de makale&bildiri şeklinde çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda araştırma sahasına tekabül eden bölgeye yönelik 1 adet kitap çalışması, 3 adet doktora tez çalışması ve 4 adet de yüksek lisans tez çalışması coğrafyacılar tarafından yapılmıştır.

Ünal (2004), "Şehir Coğrafyası Açısından Tokat" adlı eserinde Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda yer alan tek il merkezi olan Tokat'ın başta şehir coğrafyası özellikleri olmak üzere bunun yanında diğer coğrafi özelliklerini incelemiştir.

Özçağlar (1988), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde yapmış olduğu "Kazova'nın Coğrafyası" başlıklı doktora tez çalışmasında bu çalışmanın da en önemli jeomorfolojik unsurlarından birisi olan Kazova hakkında coğrafi bilgi ve belgelere yer vermiştir.

Akkurt Çağlar (2014), "Zile İlçesinin Beşeri Ve Ekonomik Coğrafyası" başlıklı doktora tezinde araştırma sahası dâhilinde bulunan Tokat'ın Zile ilçesinin beşeri ve ekonomik coğrafya özelliklerini ele almıştır. Yapılacak olan bu çalışmada Zile ilçesinin idari sınırların tamamı araştırma sahası dâhilinde olmamakla birlikte önemli bir bölümü ve Zile ilçe merkezi sınırlar içerisinde yer almaktadır. Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde yapılmıştır.

Çakar (2014) "Turhal (Tokat) Şehir Coğrafyası başlıklı doktora çalışmasını Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde yapmıştır Bu çalışmada araştırma sahasında Tokat il merkezinden sonraki en fazşa nüfuslu yerleşme olan Tokat'ın Turhal ilçesi, şehir coğrafyası açısından çalışılmıştır.

Uzun (2008), Tokat Şehrinde Mala Karşı İşlenen Suçlar (2006): Coğrafi Bir Yaklaşım konu başlıklı yüksek lisans tez çalışması Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde yapmıştır. Araştırmacı bu çalışmada, 2006 yılında Tokat şehir merkezindeki gerçekleşen suç olaylarının coğrafi perspektif ile incelemiştir.

Gök (2021), Turhal (Tokat) İlçesi'nde Nüfus Ve Yerleşme konu başlıklı çalışmasında Turhal ilçesine yönelik yapılan diğer bir çalışmadır. Eserde Turhal ilçesinin nüfus ve yerleşme özellikleri ile bunların yanı sıra diğer coğrafi özellikler de incelenmiştir.

Akyüz (2018) "Şehir coğrafyası açısından bir araştırma: Geçmişten günümüze Tokat" başlıklı çalışmasını Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırlanmıştır. Eserde Tokat'ın şehir coğrafyasını tarihsel açıdan incelemektedir.

Özbakır, A. (2010). Zile' de Şehirsel Gelişme başlıklı yüksek lisans tez çalışması Abdurrahman Özbakır tarafından İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırlanmıştır.

BÖLÜM I

1. YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN GENEL COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

1.1 Araştırma Sahasının Coğrafi Konumu ve Sınırları

Bu çalışmada araştırma sahası olarak belirlenmiş olan Yukarı Yeşilırmak Havzası Karadeniz Bölgesi-Orta Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde olup, 35°42'50"-37°55'30" doğu boylamları ile 40°1'20"-40°36'11" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Konum itibariyle Türkiye'nin orta-kuzey kesiminde yer alan Yukarı Yeşilırmak Havzası alan olarak çoğunlukla Tokat il sınırları dâhilinde olup, Amasya ve Sivas illerinin sınırları kapsamına da girmektedir (Harita 1). Çalışma sahası içerisinde 1 il merkezi, 5 ilçe merkezi ve 400'e yakın köy/mahalle bulunmaktadır.

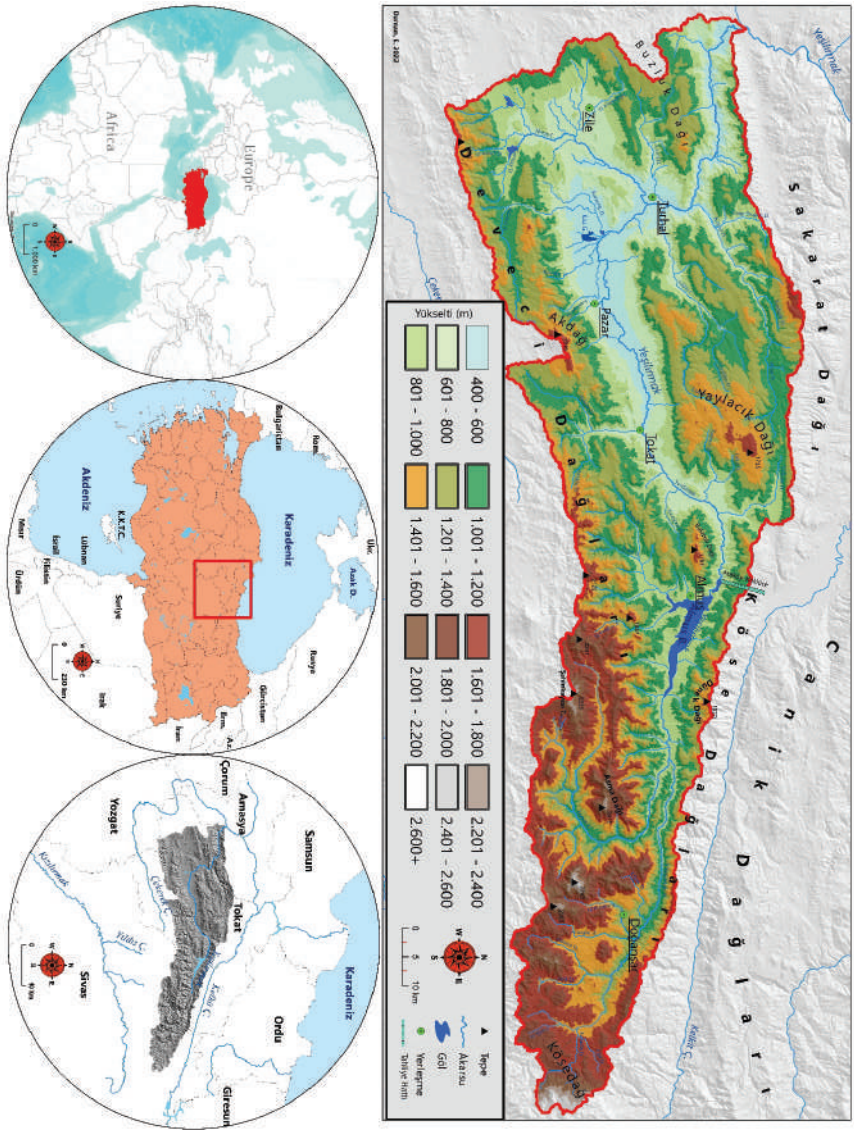
Yeşilırmak Türkiye'de yer alan ana akarsulardan birisi olup uzunluğu 519 km'dir. Akarsu kaynağını Sivas il sınırları içerisinde yer alan Köse Dağı'ndan almaktadır. Köse Dağı'nın batı yamacından başlayarak kabaca kuzeybatı istikametine doğru akan Yeşilırmak Sivas'ın Zara ve Doğanşar ilçelerini geçerek Tokat'ın Almus ilçesi sınırlarına doğudan girmektedir. Belli bir mesafe yol aldıktan sonra güney istikametinden kaynağını alan Tozanlı Çayı Yeşilırmak'a katılmakta ve sonrasında Almus Baraj Gölü gelmektedir. Barajdan sonra Kazova ve Turhal ovalarını geçen akarsu dar ve derin bir vadinden geçerek Amasya Ovası'na ulaşmaktadır. Amasya Ovası'nın güneyinde nehrin ana kollarından birisi olan Çekerek Çayı Yeşilırmak'a bağlanmaktadır (Fotoğraf 1). Kuzeye doğru devam ederek Amasya il merkezinden geçen nehir sonrasında doğuya yönelerek Taşova'ya ulaşmakta devamında ise Erbaa Ovası'nın kuzeyinde diğer bir ana kolu olan Kelkit Çayı'nı bünyesine almaktadır. Buradan itibaren kuzeye yönelen Yeşilırmak boğaz vasıtasıyla Canik Dağları'nı aşarak Çarşamba Ovası'na ulaşmakta ve ovanın kuzeyinden Karadeniz'e dökülmektedir. Nehir sularını Karadeniz'e boşalttığı mevkide delta oluşturmuştur. Türkiye'nin önemli ziraat alanlarından birisi olan Çarşamba Ovası, Yeşilırmak Nehri deltasında yer almaktadır. Yeşilırmak Nehri Havzası yaklaşık olarak 39.000 km²'lik alanı ile Türkiye arazisinin %5'lik bir kısmını oluşturmaktadır. Yeşilırmak ana kol, Kelkit Çayı ve Çekerek Çayı olmak üzere üç büyük akarsudan oluşmaktadır.

Yukarı Yeşilırmak Havzası olarak adlandırılan çalışma sahasının belirlenmesinde üç büyük koldan müteşekkil olan Yeşilırmak Nehri'nin ana kolu olan ve muhtelif eski kaynaklarda Tokat Çayı ve ya Tozanlı Irmağı olarak adlandırılan fakat günümüzde Yeşilırmak olarak kabul gören ana kol dikkate alınmıştır. Yeşilırmak Nehri ana kolu Yeşilırmak Havzası'nı

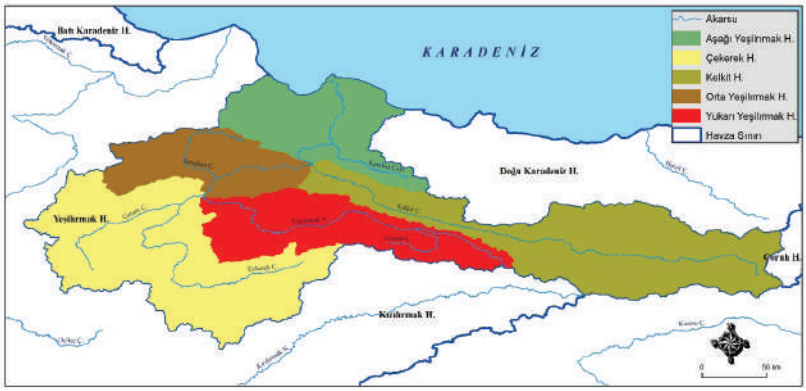
oluşturan diğer bir nehir olan Çekerek Irmağı ile Amasya ili sınırları içerisinde birleşmekte olup, Yukarı Yeşilırmak Havzası bu birleşme yerinden başlayarak Çekerek Nehri havzası haricinde kalan bölümü oluşturmaktadır. Fotoğraf 1' de iki akarsuyun Amasya Ovası'nda birleştiği nokta görülmektedir. Belirlenmiş olan havza ve adlandırma daha önce DSİ tarafından yapılmış çalışma ile de büyük ölçüde uygunluk göstermektedir. DSİ tarafından "Yukarı Yeşilırmak Havzası Projesi Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu" adlı çalışmanın inceleme sahası olarak Turhal'ın kuzeyinde yer alan Sütlüce AGİ havzası belirlenmiştir (Aşçıoğlu & Uzuner, 1973). Türkiye'de yer alan 26 havzadan 14 numaralı havza olarak adlandırılan Yeşilırmak Havzası bünyesindeki alt havzalar genel olarak Aşağı Yeşilırmak, Orta Yeşilırmak, Yukarı Yeşilırmak, Kelkit ve Çekerek Havzaları şeklinde tasnif edilmektedir. Araştırma sahası olarak belirlenen Yukarı Yeşilırmak Havzası kuzeyden Kelkit Çayı Havzası, güneyden Kızılırmak Nehri Havzası ile güneybatı ve batıdan Çekerek Çayı Havzası ile sınırlanmaktadır (Harita 2).



Fotoğraf 1: Yeşilırmak ve Çekerek Çayı'nın Birleşim Noktası(Bakış Yönü: Güneybatı).



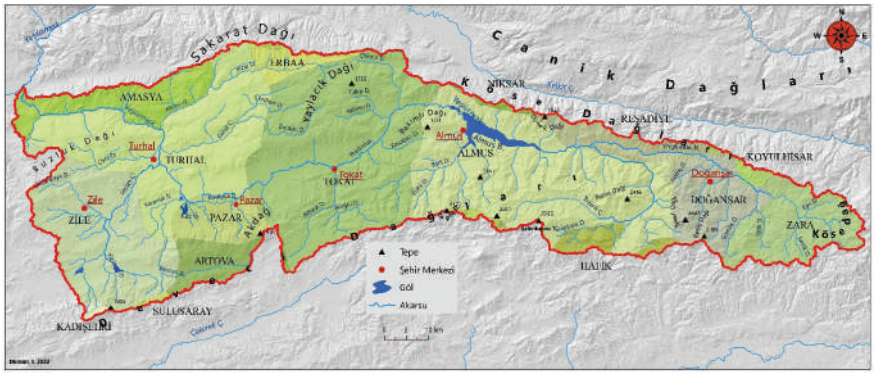
Harita 1: Yukarı Yeşilırmak Havzası Lokasyonu ve Yükselti Basamakları Haritası.



Harita 2: Yukarı Yeşilırmak Havzası'na Komşu Havzalar.

Büyük bir kısmı Tokat olmak üzere Amasya ve Sivas illeri ile çok küçük bir alan olarak da Yozgat ili sınırları dâhilinde yer alan araştırma sahası 6392 km^2'lik alana sahiptir. Araştırma sahasında yer alan il/ilçe sınırları Harita 3'te verilmiştir. Sahanın doğu-batı doğrultusunda kuş uçuşu uzunluğu yaklaşık olarak 190 km olup kuzey-güney doğrultusundaki kuş uçuşu mesafe havzanın genişlediği batı kesiminde 60 km'ye kadar ulaşmakta olup doğuda 10 km'ye kadar düşmektedir.

Araştırma sahası sınırları 1/100.000'lik G35, G36, G37, H35, H36, H37, H38, H39 paftalar dâhilinde yer almaktadır.



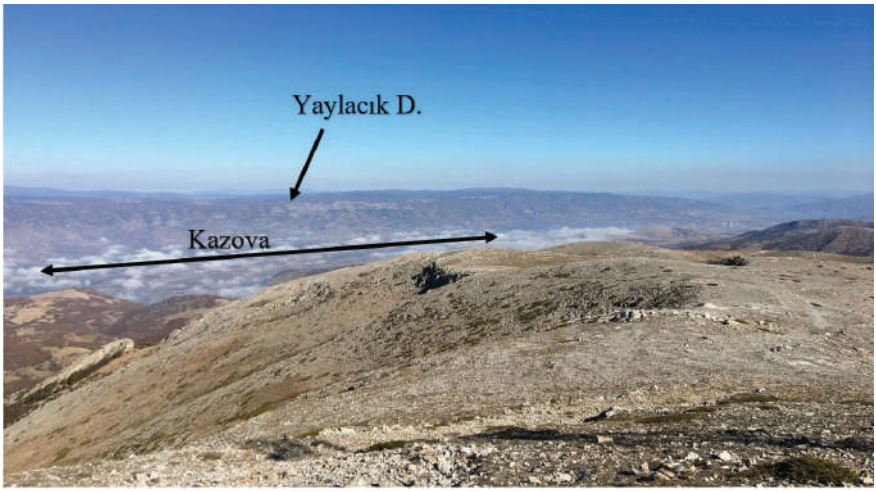
Harita 3: Yukarı Yeşilırmak Havzası İdari Sınırlar Haritası.

1.2 Genel Jeolojik ve Tektonik Yapı

1.2.1 Tektonik

Araştırma sahası Kuzey Anadolu Dağ sırasının iç sırasında yer almakta ve paleotektonik dönemden itibaren levha sıkıştırma hareketlerine

maruz kalmıştır. Bu levha sıkıştırma hareketleri neticesinde bölge yükselmiş olup dağlık görünüm kazanmıştır. Bölgede masif kütle bulunması ve Lütesiyen'den itibaren aktif olan KAF sistemi etkisiyle kırıklı bir yapı görülmektedir (Atalay 2017: 262-263). Araştırma sahasında yer alan Kazova, Zile Ovası, Turhal Ovası ve Gözova bu faylanmalar neticesinde oluşan tektonik çanakların akarsular tarafından doldurulması neticesinde oluşmuştur (Fotoğraf 2).



Fotoğraf 2: Akdağ Zirveden Tokat Masifi Faylanmasına Bağlı Oluşan Kazova'nın Görünümü (Yükselti: 1906m, Yön: Kuzeydoğu).

Araştırma sahası daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) etkisindedir. Kuzey Anadolu Fay sisteminin tali kolları ile bölgede mahallî faylar bulunmaktadır. Araştırma sahasındaki en önemli fay, Ezinepazar fayı olarak adlandırılan ve KAF'ın güneyine doğru oluşmuş tali bir koludur. Ezinepazar Fayı Niksar'ın 10 kilometre güneyinden KAF'tan ayrılarak batıya doğru Ezinepazar, Amasya, Sungurlu'dan geçerek Delice'ye kadar 250 kilometrelik bir hat çizer. Niksar-Ezinepazar hattı boyunca net bir şekilde belli olan ve topoğrafya üzerinde de etkisini bariz bir şekilde gösteren fay hattı araştırma sahasının kuzeyinde, doğu-batı yönlü gidişlidir. Ezinepazar fayı, KAF'a uyumlu olarak sağ yanal atımlıdır (AFAD 2020).

Araştırma sahasında Ezinerpazar fayı dışında küçük ölçekli faylar yer almaktadır. Araştırma sahasında yer alan faylar çoğunlukla düşey atımlı ve doğrultu atımlı faylar olup uzanış yönleri doğu-batı istikametindedir. Bölgede yer alan bindirmeler Artova Ofiyolitli Karışı ile Tokat Metamorfitleri arasında gelişmiştir. Artova Ofiyolitli Karmaşığı Eosen öncesi hareketler neticesinde Tokat Metamorfitleri birimi üzerine bindirmiştir.

Sahanın doğu kesiminde yine Artova Ofiyolitli Karmaşığı, Doğanşar ve Boztepe Formasyonları üzerine bindirmiştir (Sümengen 2013a; Sümengen 2013b).

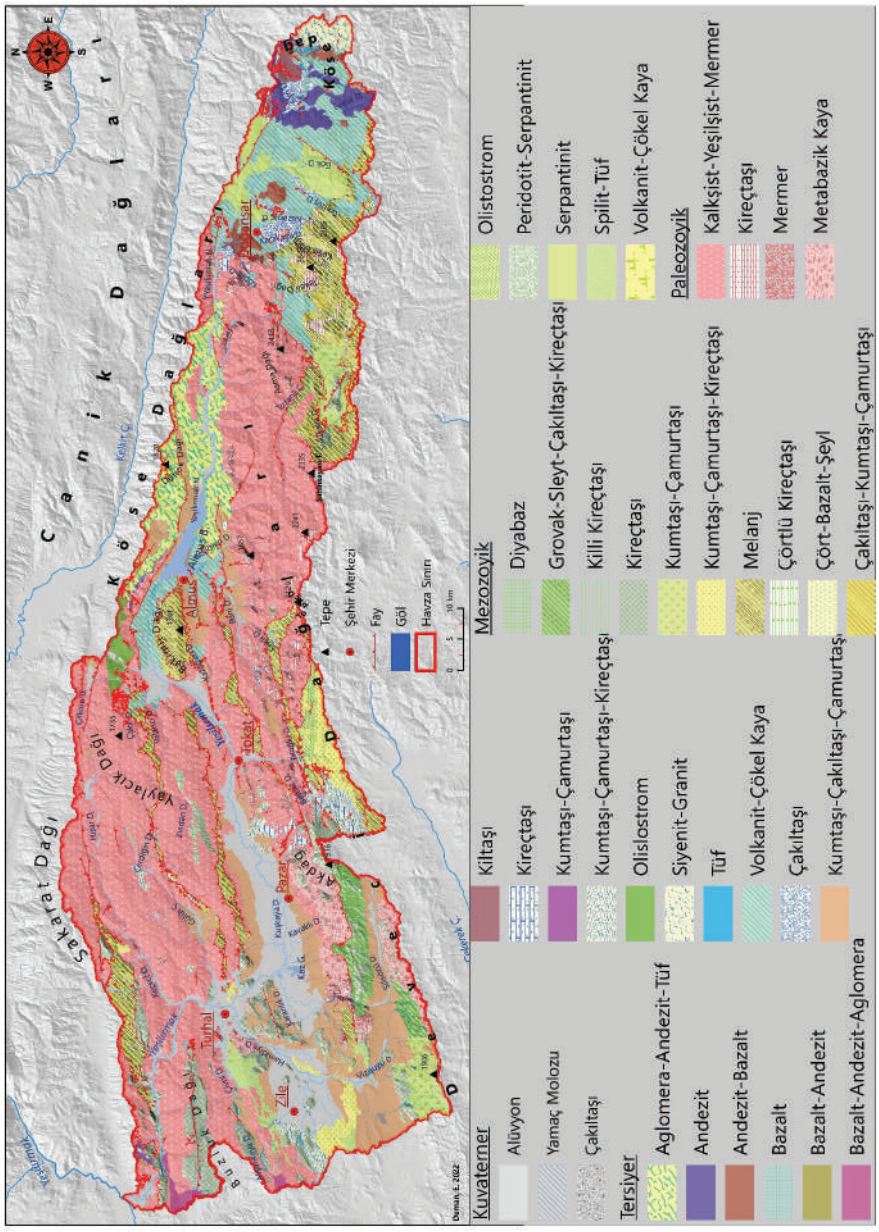
Araştırma sahasının önemli morfolojik birimi olan Kazova'ya yönelik yaptığı çalışmada Özçağlar (1988) Kazova çevresinde bazı küçük ölçekli fayları tespit edip isimlendirmiştir. Buna göre Kazova'nın kuzeyinde batıdan itibaren Arzupınarı, Akbuğday-Necip, Büyükyıldız-Bozatalan F, Yayladalı-Şenköy faylarıdır. Kazova'nın güneyinde ise yine batıdan doğuya doğru Ütük, Çayıraltı, Üzümören, Kaledere fayları ile Tokat fayı yer almaktadır (Özçağlar 1988: 28-29).

Şahin (1998), bir kısmı araştırma sahası dâhilinde yer alan Canbolat-Köklüce fay hattını tespit etmiş ve adlandırmıştır. Bu fay hatta araştırma sahasının kuzeyinde Canbolat köyü yakınlarında yer almakta olup, araştırma sahası dışında yer alan ve Niksar Depresyonu dâhilinde olan Köklüce köyüne kadar uzanmaktadır.

Yukarı Yeşilırmak Havzası Anatolitler tektonik ünitesi üzerinde yer almaktadır. Anatolitler ile Pontitlerin ayrılma bölümü olan Kelkit dislokasyon hattının güneyinde bulunmaktadır (Aşçıoğlu, Uzuner 1973). Transform fay hattı özelliği gösteren Kuzey Anadolu Fayı (KAF) bu dislokasyon hattındadır (Lutgens vd. 2017: 377). Kuzey Anadolu fay hattı araştırma sahasının hemen kuzeyinde yer almakta olup, bu fay sistemine ait küçük ölçekli faylar araştırma sahası dâhilinde yer almaktadır.

Türkiye'de tüm jeolojik zamanlara ait birimler yer almaktadır. Ayrıca Türkiye arazileri tüm dağ oluşumu hareketlerinde etkilenmiştir (Şahin, 2005, : 13; Atalay, 2011, : 3). Araştırma sahasında da genel olarak tüm zamanlara ait birimler yer almaktadır.

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda muhtelif formasyonlar bulunmakta olup bu formasyonlara ait çeşitli türde kayaçlar yer almaktadır. Volkanik kayaçlar, tortul kayaçlar ve metamorfik kayaçlar havzada mevcuttur (Harita 4).

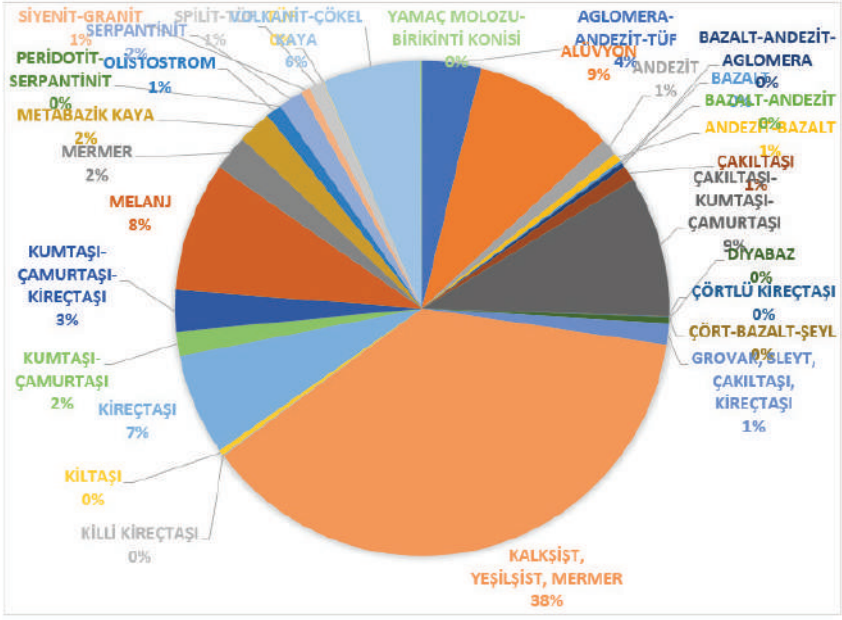


Harita 4: Yukarı Yeşilırmak Havzası Jeoloji Haritası (Aktimur vd. 1990a; Aktimur vd. 1990b; Sümengen 2013a; Sümengen 2013b; Sevin, Uğuz 2014)

Araştırma sahası jeoloji haritası incelendiğinde havzada ilk olarak göze çarpan ve Tokat Metamorfitleri olarak adlandırılmış olan kayaç grubudur. Kalkşist, yeşilşist ve mermerden oluşan bu grup doğudan Tokat il merkezine kadar olan bölgede Yeşilırmak'ın güney kesiminde, Tokat il merkezinin batısından itibaren ise çoğunlukla Yeşilırmak'ın kuzeyinde yer almaktadır. Tokat Masifi olarak da adlandırılan bu birime ait kayaçlar Paleozoyik yaşlıdır.

Araştırma sahasında diğer yaygın olan grup melanjlardır. Bölge jeolojik açıdan birçok sistemi bünyesinde barındırması, jeolojik mazide çökelme ortamı olması ve ayrıca derin deniz volkanizma hareketlerinin bölgede görülmesi sebebiyle birçok kayaç grubu karmaşık halinde iç içe bulunmaktadır. Burada bu durumu en güzel temsil eden birim Artova Ofiyolitli Karmaşığı olup bünyesinde volkanik, tortul ve metamorfik kayaçların yer aldığı melanj mevcuttur.

Araştırma sahasındaki bir diğer yaygın grup da alüvyonlardır. Alüvyon alanlar bölgede geniş yer kaplamakta olup bölgedeki tarımsal faaliyetlerin yaygın olmasında önemlidir. Dere yataklarında, vadi tabanlarında ve bölgedeki tektonik çanaklarda akarsu biriktirmesine bağlı olarak alüvyon saha yaygın olarak görülmektedir. Bölgedeki litolojik yapı formasyon gruplarına göre detaylı olarak Stratigrafi başlığı altında verilmiştir.



Şekil 1: Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda Kayaç Türlerinin Oransal Dağılımı.

1.2.2 Stratigrafi

Araştırma sahasında Sakarya Zonu ile İzmir-Ankara-Erzincan Zonu'na ait birimler yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Bu zonlara ait birimler araştırma sahasının temelini oluşturmakta olup, bu birimleri uyumsuz şekilde örten Örtü kayaçları yer almaktadır (Sümengen 2013a: 4; Sümengen2013b: 4).

Bölgedeki Sakarya Zonuna ait birimler; Tokat Formasyonu, Devecidağ Karmaşığı, Ferhatkaya Kireçtaşları, Carcurum Formasyonu, Helvacı Formasyonu, Karakaya Formasyonu, Bilecik Kireçtaşı, Soğukçam Formasyonudur.

İzmir-Ankara-Erzincan Zonu grubunda ise Artova Ofiyolit Karmaşığı, Boztepe Formasyonu ve Helvacı Formasyonu birimlerine ait kayaçlar yer almaktadır.

Temelde yer alan Sakarya Zonu ve İzmir-Ankara-Erzincan Zonu üzerinde de Boztepe, Haydaroğlu, Boyunpınar, Yoncalı, Çalarasın, Gökdere ve Doğanşar Birimleri yer almaktadır.

1.2.2.1 *Paleozoyik*

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın en önemli jeolojik birimlerinden olan Tokat Metamorfitleri Paleozoyik yaşlıdır. Bununla birlikte Artova Ofiyolitli Karmaşığı da Paleozoyik yaşlı birimlerdendir.

Tokat Metamorfitleri

Sakarya Zonu birimlerinden olan ve araştırma sahasında en geniş yer tutan Tokat Metamorfitleri doğuda Doğanşar'ın batısından başlayarak havzanın batı sınırına kadar uzanış göstermektedir. Birimin bir kısmı Doğanşar'ın batısından itibaren başlayarak Almus ve Tokat il merkezinin güneyindeki alanı kapsamaktadır. Bu kısım küçük parçalar halinde Pazar'a kadar uzanmaktadır. Birimin diğer kısmı ise Tokat il merkezinin kuzeyinden başlayarak Kazova ve Turhal Ovalarının da kuzeyini sınırlayacak şekilde havzanın kuzey kesimini kapsamaktadır (Harita 3). Tokat Metamorfitleri farklı araştırmacılar tarafından muhtelif şekillerde adlandırılmış olup bunlar; Baykal (1947) –Paleozoyik Metamorfitleri, Blumenthal (1950) –Tokat Kristalin Masifi, Okay (1955)–Paleozoyik Metamorfitleri, Ketin(1962)–Tokat Masifi, Alp (1972) –Silüryen Öncesi Temel Kayaçlar, Seymen (1975) –Tozanlı Grubu, Özcan vd. (1980)–Turhal Grubu, Gökçe (1983) –Turhal Metamorfitleri, Temiz vd. (1993) –Tokat kompleksi şeklinde adlandırılmıştır. Birim doğuda Erzincan kuzeyinden batıda Amasya'ya kadar uzanmaktadır (Üstintaş, İnceöz 1999).

Tokat Metamorfitleri Paleozoyik yaşta olup bölgenin temelini oluşturmaktadır. Kalkşist, yeşilşist, killişist, kuvarslı fillat, fillit, mermer,

metatüf, metaaglomera, metaasidik ve metabazik istif şeklinde olan Tokat Metamorfitleri çeşitli parçalar şeklinde farklı adlarla da incelenmiş (Turhal Grubu, Tokat Grubu, Tokat Masifi, Tozanlı Grubu, Çilehane Metamorfitleri, Tokat Kompleksi) olup bu incelemelerin hepsi Tokat Metamorfitleri adı altında birleştirilmiştir. Tokat Metamorfitlerini oluşturan kayaçlar derin deniz ortamında çökelmiş ve bu alanda bazik volkanizma etkili olmuştur (Sevin, Uğuz 2014: 7; Aşçıoğlu, Uzuner 1973: 10). Araştırma sahasının batı kesiminde yer alan kısımda daha önceli çalışmalarda Turhal Grubu adı altında incelenen birim mermer-kristalize kireçtaşları blokları ve Permiyen kireçtaşlarından müteşekkildir. Birimde kalkşist, yeşilsişt meta-volkanit ve amfibolit ardalanması görülmektedir (Aktimur, Tekirli, Yurdakul 1990: 5; Aktimur vd. 1990: 6) (Fotoğraf 3).



Fotoğraf 3 : Tokat Metamorfitleri Bünyesinde Kalsit Barındıran Yeşilşistler (Amasya-Keçili Köyü) .

Artova Ofiyolitli Karmaşığı

Araştırma sahasının kayaç yapısının tanımlanmasında önemli bir yer tutan Artova Ofiyolitli Karmaşığı İzmir-Ankara-Erzincan Zonu bünyesinde yer alan bir birimdir. Birim adını araştırma sahasının hemen güneyinde yer alan Artova Boğazı'ndan almaktadır. Serpantinit, başta olmak üzere kumtaşı, aglomera ve tüften oluşan birim içerisinde farklı farklı boyut ve yaşlarda tortul kaya, magmatit, volkanit ve metamorfik kayaçlar Karmaşığı yer almaktadır. Birim yeşil beyaz ve mor alacalı renktedir. Bünyesinde birçok türde kayaç bulundurmaktadır (Sümengen 2013: 10) .Birim küçük

parçalar halinde araştırma sahasının geneline yayılmakta olup daha çok güneydoğu kesimlerde yoğunluk göstermektedir.

Artova Ofiyolitli Karmaşığı bünyesinde gri-koyu gri renkli ve alt tarafları masif üst kesimleri katmanlı kireçtaşı özelliği gösteren Permiyen yaşlı Permiyen Kireçtaşı Blokları; kırmızı, alacalı, grimsi renkli katmanlı kalsit damarlı Senomanien Kireçtaşı Blokları; yeşilimsi, mavimsi renkli olup kırılgan-milonitleşmiş serpantinit Blokları; bordo-kırmızı renkli, ince-orta katmanlı, kalsit damarları içeren radyolarit blokları; yeşilimsi-kahverengimsi kırılgan, ofitik dokulu Diyabaz Blokları; benekli yeşilimsi ve açık gri renkli hem masif hem katmanlı halde olan Gabro Blokları ve koyu yeşilimsi-kahverengimsi Peridotit Blokları yer almaktadır (Sümengen 2013: 10-11).

1.2.2.2 *Mezozoyik*

Devecidağ Karmaşığı

Araştırma sahasındaki Sakarya Zonuna ait birimlerden birisi olan Devecidağ Karmaşığı Turhal ilçesinin güneybatısında ve Pazar ilçesinin güneybatısı ile doğusunda bulunmaktadır. Volaknit-grovak-sleyt karışımı şeklinde hamuru olan Devecidağ Karmaşığı Silüryen, Karbonifer, Permiyen ve Triyas yaşlı kireçtaşı bloklarını içermekte olup birimin yaşı Triyas olarak belirlenmiştir (Sümengen 2013: 7).

Devecidağ Karmaşığı üç alt üye içermektedir;

Karasenir Grovak Üyesi: Feldispatlı grovaklardan müteşekkil olan bu birim araştırma sahasının güneybatı kesiminde küçük bir alan kaplamaktadır. Grovaklar kırıntılı plajiyoklaz, alkali feldspat, kuvars ve volkanik tanelidir.

Hamidiye Volkanik Üyesi: Birim diyabaz, spilitik diyabaz, tüf ve aglomeralardan oluşmaktadır. Kazova'nın güney kesiminde yer alan birimin tip kesiti Hamidiye Boğazı olup, başka birkaç noktada da yüzeylenmektedir.

Kireçtaşı Blokları: Devecidağ Karmaşığı bünyesinde yer alan ve Silüryen, Karbonifer, Permiyen ve Triyas yaşlı kireçtaşı blokları ayrı bir birim olarak adlandırılmıştır.

Carcurum Formasyonu

Carcurum formasyonu radyolaryalı, çörtlü, mikritik kireçtaşlarından müteşekkil olup araştırma sahasında Tokat Metamorfitlerini uyumsuz bir şekilde üzerlemektedir. Birimdeki fosillerin incelenmesi neticesinde birimin yaşı Geç Jura-Erken Kretase olarak tespit edilmiştir (Sümengen 2013: 10). Birim araştırma sahasında Turhal ilçe merkezinin güneyinde

ve Turhal-Amasya arasında yer almaktadır. Birim Sakarya Zonu bünyesindedir.

Boztepe Formasyonu

Boztepe Formasyonu çakıltaşı, kumtaşı, şeyl, pelajik kireçtaşı, neritik kireçtaşı ve olistostromdan oluşmaktadır. Birimin yaşı Kampaniyen-Maastrihtiyen olarak belirlenmiş olup araştırma sahasında küçük parçalar halinde Tokat il merkezi ve Turhal ilçe merkezinin güneyinde yer almaktadır. Birim pelajik ve neritik ortamlarda çökelmiş olup Artova Ofiyolitli Karmaşığı ve Tokat Metamorfitleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (Sümengen 2013: 13). Boztepe Formasyonu gerek İzmir-Ankara-Erzincan Zonu grubunda gerekse de örtü kayaları grubunda yer almıştır.

Ferhatkaya Kireçtaşları

Adını Amasya'daki Ferhatkaya Tepesi'nden alan bu birim sığ denizel oolitik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Açık gri, gri-bej renkli ve orta-kalın tabakalı, genellikle tanetaşı ve istiftaşı şeklinde olan birimdeki kireçtaşlarının en yaygın bileşen taneleri oolitlerdir (Sümengen 2013: 9). Birim araştırma sahasının takribi olarak kuzeybatısında-havzanın aşağı kesiminde yer almakta olup, Turhal ilçesi dolaylarındadır. Ferhatkaya Kireçtaşları Sakarya Zonu bünyesinde yer almaktadır.

1.2.2.3 ***Tersiyer***

Haydaroğlu Formasyonu

Birim çakıltaşı, kumtaşı, volkanik ve piroklastik kayaçlardan oluşmaktadır. Birimde muhtelif türlerde fosiller içeren başta kırıntılı kireçtaşı olmak üzere çamurtaşı, silttaşı, çakıltaşı bulunmaktadır. Birimdeki volkanik kayaçlar sınıfında andezit türevleri, piroklastik kayaçlar olarak da aglomera ve tüfler yer almaktadır. Birimde epiklastik kayaçlar olarak volkanik kumtaşı ve çakıltaşları bulunmaktadır (Sümengen 2013: 13-14). Haydaroğlu formasyonuna ait birimler araştırma sahasında özellikle Zile'nin güney kesimlerinde yaygın olarak görülmektedir. Yine Kazova'nın kuzey ve güneyinde hat şeklinde Haydaroğlu Formasyonuna ait kayaçlar yer almaktadır. Almus Barajı çevresinde de birime ait kayaçlar bulunmaktadır.

Doğanşar Formasyonu

Araştırma sahasının doğusunda, Doğanşar ilçesi dolaylarında yer alan Doğanşar Formasyonu bünyesinde kumtaşı, killi-kumlu kireçtaşı, çakıltaşı, tüfit, aglomera, andezitik ve bazaltik lav ardalanmaları yer almaktadır. Lütesiyen yaşlı olan birim, neritik ortamda çökelmiştir. Doğanşar formasyonu Pusat Çakıltaşı Üyesi ve Çatpınar Üyesi olarak iki alt

segmente sahiptir. Çatpınar üyesi serpantinit örneği Fotoğraf 4'te görülmektedir (Sümengen 2013: 18).



Fotoğraf 4: Çatpınar Üyesi›ne Ait Serpantinit Örneği (Çatpınar Köyü-Doğanşar Arası).

Almus Formasyonu

Almus *Formasyonu* çakıltaşı, kumtaşı ve kireçtaşından müteşekkil bir birim olup erken Miyosen olarak yaşlandırılmıştır. Almus formasyonu Haydaroğlu formasyonu üzerine açısal uyumsuzlukla gelmektedir (Sümengen 2013: 22). Almus Formasyonu araştırma sahasında Almus Barajı'nın kuzey ve güney kesimlerinde yer almaktadır.

Kargın Formasyonu

Birim çakıltaşı, kumtaşı, kiltaşı ve çakıllı kumtaşından oluşmaktadır. Birim Artova Ofiyolitli Karmaşığı ve Boztepe Formasyonu üzerine açısal uyumsuzlukla gelmektedir. Karasal ortam koşullarında çökelmiş olan birimin yaşı Geç Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir (Sümengen 2013: 23).

Boyunpınar Formasyonu

Karasal istif olan ve bünyesinde çakıltaşı, kumtaşı, kireçtaşı ve traverten bulunduran Boyunpınar Formasyonu araştırma sahasında küçük parçalar halinde bulunmaktadır. Boyunpınar Formasyonu adını aldığı Boyunpınar köyünde en iyi şekilde görülmektedir. Bu formasyon Tokat Me-

tamorfitleri, Boztepe Formasyonu ve Artova Ofiyolitli Karmaşığında türemiştir. Bu formasyonun yaşı konusunda farklı araştırmacılar tarafından farklı dönemler kabul edilmekle birlikte bu çalışmada Miyosen-Pliyosen olarak belirlenmiştir (Sümengen 2013: 14).

1.2.2.4 *Kuvaterner*

Araştırma sahasında yer alan Kuvaterner birimleri çoğunlukla Kazova, Zile Ovası, Gözova ve Turhal Ovasına tekabül eden alanlardaki alüvyon dolgu sahalarıdır. Kazova çevresinde yer alan dağların yamaçlarında taşınmış materyalden oluşan birikinti yelpazeleri (Fotoğraf 5) de Kuvaterner yaşlı alanlardır. Bu alanlar haricinde yine akarsu vadilerinde yer alan alüvyonlar ile çok az da olsa yamaç molozu birimleri bulunmaktadır.

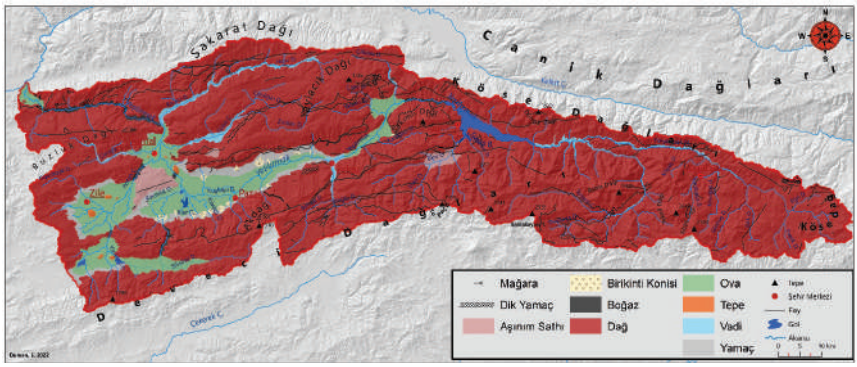


Fotoğraf 5: Birikinti Yelpazesi Depolarından Bir Görünüm (Çarıksız Köyü Kuzeyi-Turhal).

1.3 **Jeomorfoloji**

1.3.1 Jeomorfolojik Birimler

Araştırma sahasında ana jeomorfolojik birimler söz konusu olduğunda dağlar, ovalar ve plato/aşınım yüzeyleri mevcuttur. Dağlar en geniş alanı kaplayan jeomorfolojik birimdir (Harita 5).



Harita 5: Yukarı Yeşilırmak Havzası Morfoloji Haritası.

1.3.1.1 ***Dağlar***

Araştırma sahasında en fazla alan kaplayan jeomorfolojik ünite dağlardır. Önceki bölümlerde de belirtildiği üzere saha kıvrım hareketlerine maruz kalmış ve bu kıvrımlar neticesinde dağlık alanlar ortaya çıkmıştır. Sahada yer alan masif araziler birinci jeolojik zamandaki kıvrım hareketlerine maruz kalmıştır. Yine daha sonraki dönemde gerçekleşen Alpin kıvrımlar da gerek Paleozoyik yaşlı araziler gerekse de daha yeni yaşlı araziler üzerinde orojenik faaliyetler gerçekleştirmiştir.

Sakarat Dağı: Batıda Amasya il merkezinden başlayarak doğuda Niksar ilçesine kadar uzanan yaklaşık 90 kilometrelik bir hat şeklinde olan Sakarat Dağı'nın kabaca yarısını oluşturan doğu kısmı araştırma sahasının kuzey sınırını oluşturmaktadır. Kuzey Anadolu Dağları bünyesinde bulunan Sakarat Dağı, Canik Dağları'nın güneyindeki ikinci orografik hattı oluşturmaktadır. Geniş ölçüde Paleozoyik formasyonlardan müteşekkil olan Sakarat Dağı'ndaki metamorfik araziler Hersiniyen orojenezinden etkilenmiştir (Şahin 1998: 86-87). Amasya-Ezinepazar'dan itibaren doğuya doğru dağın güney yamaçları Yukarı Yeşilırmak Havzası drenaj sahasında yer almaktadır. Bu kesime düşen yağış Keçeci ve Çilkoru dereleri vasıtasıyla Yeşilırmak'a drene edilmektedir. Belirtilen noktadan itibaren batıda yer alan kesim ise Orta Yeşilırmak Havzası dâhilindedir ve bu alan düşen yağış, Deliçay vasıtası ile Yeşilırmak Nehri'ne dökülmektedir. Dağın kuzey yamaçlarının bir kısmı yine Orta Yeşilırmak Havzası drenaj sahasında yer almakta olup Erbaa İlçesi'nden itibaren doğu kısmı Kelkit Çayı havzasına dâhildir. Sakarat Dağı'nın en yüksek noktası 1956 metre yükselti ile Cami Tepesi olup ayrıca araştırma sahasının en kuzey noktasıdır (Harita 9) (Fotoğraf 6).



Fotoğraf 6: Sakarat Dağı Doğu Kısmı (Bakış Yönü: Kuzey).

Yaylacık Dağı: Turhal ilçesi yakınlarında yer alan Mercimek Dağı ile bir bütün olarak değerlendirilebilecek olan Yaylacık Dağı Kazova'nın kuzeyinde Tokat Masifi'nin bir bölümünü oluşturmaktadır. Paleozoyik metamorfitler-şişt, mermerlerden müteşekkil olan bu kütle üzerinde yer yer mezozoypaleik yaşlı ofiyolitik seri ve Jura-Kretase kalkerleri ile nadiren Eosen filişleri yer almaktadır (Özçağlar 1988: 18-19) (Fotoğraf 7-8).



Fotoğraf 7: Yaylacık Dağı-Plato Sahası

Yaylacık Dağı güneyden faylanmalara bağlı olarak Kazova tarafından sınırlanmıştır. Kırılmalara bağlı olarak dağın güney yamacı ile Kazova arasında fay basamakları yer almaktadır. Yaylacık Dağı kuzeyde Çilkoru Deresi vadisi ve Özcağlar (1988) tarafından Gülüt Senklinali olarak adlandırılan senklinal tarafından Sakarat Dağı'ndan ayrılmıştır. En yüksek noktası 1735 m olan Yaylacık Dağı'nın yüksek kesimleri çoğunlukla plato görünümündedir. Dağın yüksek kesimleri Zindan, Çakır ve Eğrisu dereleri tarafından parçalanarak plato görünümüne sahip olmuştur.



Fotoğraf 8: Yaylacık Dağı (Bakış Yönü: Kuzeybatı).

Akdağ: Kazova'nın güneyinde yer alan Akdağ, Deveci Dağları bünyesinde yer alan dağlardır. Bu dağlık kütle Tokat Metamorfitleri'ni içermektedir. Yaygın olarak şistler ve metabazik kayaçlar ile mermerler ve rekristalize kireçtaşları bu dağlık kütleyi oluşturan kayaçlardır. Bunlar haricinde Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları ile yamaçlarda Eosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı bulunmaktadır. Çoğunlukla karstik kayaçlardan oluşması sebebiyle bu dağlık kütlede mağara dolin, lapyalar ve karstik kaynaklar yaygındır (Zeybek 2003).



Fotoğraf 9: Akdağ'da Yer Alan Karstik Oluşumlardan Örnek Bir Dolin.

Daha önceki bölümlerde belirtilen Ütük, Çayıraltı, Üzümören, Kaledere fayları ile Tokat fayı Akdağ'ı kuzeyden sınırlamakta ve Kazova'dan ayırmaktadır. Akdağ'ın kuzeyinde yer alan Kazova'nın yükseltisi 600 m dolaylarında olmakla birlikte güney kesiminde yer alan depresyonların yükseltisi 1100 m dolaylarındadır. Dağın zirve noktası 1916 m'dir (Fotoğraf 9 – 10).



Fotoğraf 10: Akdağ'ın Kazova ile Birlikte Görünümü (Bakış Yönü Güney).

Deveci Dağları: Araştırma sahasının güneyinde yer alan Deveci Dağları, Bozok Platosu'nun kuzeydoğusunda başlayarak araştırma sahsında yer alan Almus Barajı'nın doğusunda kadar GB-KD doğrultusunda bir hat

şeklinde uzanmaktadır. Yozgat ve Tokat illeri sınırları içerisinde yer alan Deveci Dağları kuzeydoğu kesiminde Yeşilırmak Nehri'nin oluşturduğu vadi vasıtasıyla Köse Dağları'ndan ayrılmaktadır. Güneyi ve batısı Yeşilırmak Nehri'nin kolu olan Çekerek Çayı tarafından sınırlanmış olan Deveci Dağları, kuzeyden; batıda Akdağ, Tokat il merkezinin doğusundan itibaren de Yeşilırmak Nehri tarafından sınırlanmaktadır. Deveci Dağları'nın en yüksek noktası olan Deveci Tepesi 1907 m yükseltiye sahip olup dağ silsilesinin orta kesiminde yer almaktadır. Dağ kütlesinin merkezi yüksek olup merkezden doğu ve batıya gidildikçe yükselti azalmaktadır (Fotoğraf 11).



Fotoğraf 11: Deveci Dağları'ndan Bir Görünüm (Arka planda Yıldız Dağı, Bakış Yönü: Güneydoğu).

Köse Dağları: Araştırma sahasının doğu-kuzeydoğu kesimini oluşturan Köse Dağları, Niksar (Tokat) ile Suşehri (Sivas) arasında uzanmaktadır. Kuzey Anadolu Dağları'nın iç sırasında ve Canik Dağları'nın güneyinde yer alan Köse Dağları, kuzeyde Kelkit Depresyonu, güneyde ise Yeşilırmak Nehri'nin oluşturduğu vadi ile sınırlanmaktadır (İzbırak 1983: 41). Kuzeybatı-güneydoğu yönlü uzanan Köse Dağları'nın yükseltisi doğuya gidildikçe artmaktadır. Kösedağ 2812 m yüksekliğe sahip olup Köse Dağları'nın en yüksek yeridir. Ayrıca Yeşilırmak Nehri'nin kaynak kısmı bu bölgede yer almaktadır (Fotoğraf 12).



Fotoğraf 12: Köse Dağları'nın Doğu Kesimi (Doğanşar Batısı, Bakış Yönü: Kuzey)

1.3.1.2 ***Platolar/Aşınım Yüzeyleri***

Araştırma sahasının genel yapısı itibariyle plato/aşınım yüzeyi geniş yer kaplamamakta olup çoğunlukla dağlık alanlar ve ovalar ana yer şekillerini oluşturmaktadır. Bununla birlikte belli başlı yüksek kesimler/dağların zirveleri aşınıma bağlı olarak plato özelliği taşımaktadır. Araştırma sahasının kuzeyinde yer alan Yaylacık Dağı'nın zirve kesimleri aşınım yüzeyi özellikleri göstermektedir. En yüksek noktası 1735 m olan Yaylacık Dağı'nın ortalama 1650 m yükseklikte yer alan kesimleri akarsu aşındırmasına bağlı olarak plato görünümü kazanmıştır (Fotoğraf 13).



Fotoğraf 13: Yaylacık Dağı (Rakım: 1450m).

Araştırma sahasında aşınım yüzeyine örnek alanlardan bir diğeri ise Özçağlar (1988)'ın çalışmasında Ayranpınar Yüksek Alanı olarak belirmiş olduğu birimdir. 800-850 m yüksekliğe sahip olan bu alan Kazova-Turhal Ovası ve Zile Ovasının arasında yer almakta olup Kazova'yı batıdan sınırlamaktadır. Bu aşınım yüzeyi yaklaşık olarak 30 km^2'lik bir alan kapsamakta olup araştırma sahasına nispeten oldukça küçüktür (Fotoğraf 14).



Fotoğraf 14:Ayranpınar Yükseliminin Doğu Kesimi (Ütük Köyü, Bakış Yönü: Kuzey).

1.3.1.3 *Ovalar*

Araştırma sahası genel itibariyle dağlık alanlardan oluşmakla birlikte ovalar da geniş alan kaplamakta olan önemli jeomorfolojik birimlerdir. Araştırma sahasında yer alan ovalar tektonik çukurlukların akarsular tarafında alüvyon ile doldurulması neticesinde oluşmuşlardır. Araştırma sahasında yer alan ovalar alan itibariyle büyükten küçüğe sırasıyla Kazova, Zile Ovası, Turhal Ovası ve Gözova'dır. Bu ovalara ek olarak Amasya Ovasının çok küçük bir kısmı (yaklaşık 10km^2) da havzanın aşağı kesiminde araştırma sahasında yer almaktadır.

Kazova

Tektonik çukurluğun akarsuların alüvyonla doldurması neticesinde oluşan Kazova'da mevcut alüvyonu Yeşilırmak nehrinden ziyada çevrede yer alan dağlardan gelen akarsuların taşıdığı kanısına varılmıştır. Arazide yapılan inceleme neticesinde Yeşilırmak Nehri yatağının çok yakınlarında dahi yeterli miktarda ırmak kumu malzemesinin bulunmaması bu düşünceye itmiştir. Önceki bölümlerde de belirtildiği üzere araştırma sahası olan Yukarı Yeşilırmak Havzası Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun etki alanında yer almakta olup buna bağlı olarak tektonik birimler yer almaktadır. Özçağlar (1988)'a göre Alpin Orojenezi Kazova'nın oluşumu sağlayan ilk tektonik hareketlerdir. Jeoloji bölümünde bahsedildiği üzere bölgenin jeolojik temelini oluşturan Tokat Masifi Paleozoyik yaşta olup Hersiniyen Orojenezine maruz kalması sebebiyle esnekliğini yitirmiştir. Bununla bir-

likte Eosen devri itibariyle etkili olan Alpin hareketlerhareketleri neticesinde sert olan bu temel kıvrılamamış ve kırıklı yapı meydana gelmiştir. Kırılmalara bağlı olarak bölgede çökmeler meydana gelmiş ve neticede tektonik çukurluk oluşmuştur. Gerek Yeşilırmak Nehri'nin gerekse de ovanın kuzey ve güneyinde yer alan akarsuların aşındırmış olduğu malzemeyi bu tektonik çukurlukta biriktirmesiyle Kazova günümüzdeki halini almıştır (Fotoğraf 15).



Fotoğraf 15: Kazova (Bakış Yönü:Güney)

Doğu-Batı yönünde uzanan Kazova alan itibariyle araştırma sahasında yer alan en geniş ova konumundadır. Ovanın doğusunda Tokat şehir merkezinin de yer aldığı dar bir vadi bulunmaktadır. Batısı sınırını ise Kazova'yı Zile Ovası'ndan ayıran Ayranpınar yükselimi ile Turhal Ovası'nda ayıran Katmerkaya Boğazı oluşturmaktadır. Kazova kuzeyden ve güneyden dağlar tarafından sınırlanmakta olup kuzeyde Yaylacık Dağı, güneyde ise Akdağ yer almaktadır. Ova alanı yaklaşık olarak 230 km^2 olup doğu-batı istikametinde uzunluğu 40 km civarındadır. Ovanın genişliği doğudan batıya doğru artmaktadır. Tokat şehir merkezinin hemen batısında kuzey-güney doğrultusunda 2 km kadar olan ova genişliği batı kesimde 11 kilometreye kadar artmaktadır. Batıdan doğuya doğru yükseltisi artan Kazova'yı kabaca 600 m izohipsi sınırlamaktadır. En doğuda 600 m olan yükselti Yeşilırmak'ın ovadan çıkış noktası olan Katmerkaya Boğazı'nda 540 m'ye kadar düşmektedir. Bununla birlikte ovanın güneybatısında yer alan Kaz Gölü mevki 540 m'nin de altına düşmekte olup bu duruma sebep olarak da bölgede güneybatı yönlü bir çarpılma veya çökmenin olduğu görülmektedir (Fotoğraf 16).



Fotoğraf 16: Akdağ'dan Kazova'nın Görünümü (Bakış Yönü: Kuzeybatı,1900 m).

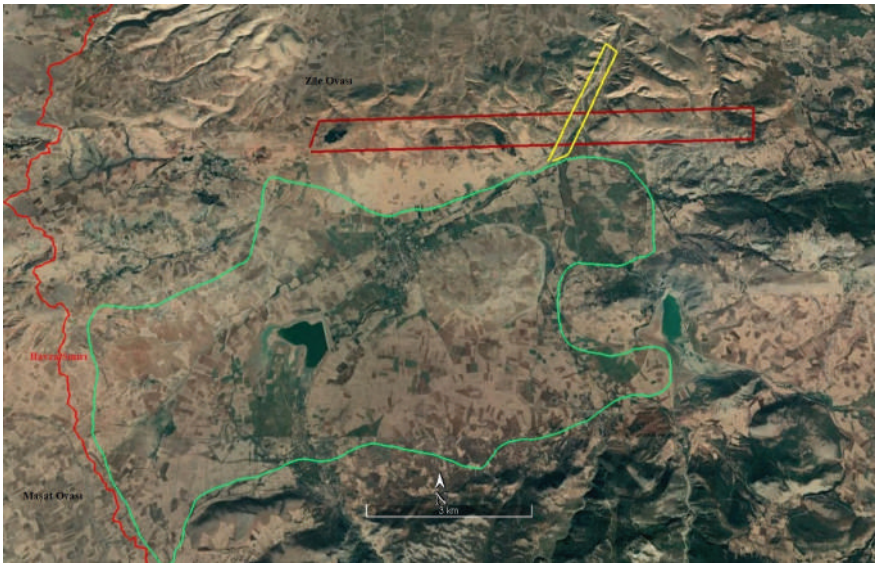
Zile Ovası

Zile ilçesinin de yer aldığı Zile Ovası araştırma sahasındaki alan bakımında Kazova'nın ardından ikinci büyük ova konumundadır (Fotoğraf 17). 61 km^2'lik bir alana sahip olan Zile ovasının ortalama yükseltisi 700 m civarında olup güney kesimlerinde 750 metrelere kadar çıkmaktadır. Kuzey kesimlerinde ise yükselti 600 metrelere kadar düşmektedir. Araştırma sahasının güneybatısında yer alan Zile Ovası güneyden ve batıdan 800-850 metre yükseltilere varan bir eşik ile araştırma sahası dışındaki Çekerek Nehri havzasında yer alan Maşat Ovası'ndan ayrılmaktadır. K-G uzunluğu yaklaşık olarak 10 km olan ovanın D-B yönlü genişliği takriben 7 km dolaylarındadır. Ovanın kuzey kesiminde küçük bir sahada yeni alüvyon dolgu olmakla birlikte ova genelinde Pliyo-kuvaterner dolgular bulunmaktadır (Özçağlar 1989).



Fotoğraf 17: Zile Ovası(Bakış Yönü: Kuzey)

Ovanın net sınırlarının belirlenmesi hususunda kaynaklar farklılık göstermektedir. Bazı kaynaklarda Zile Ovası'nın büyüklüğü 120 km^2 (Özçağlar 1989) olduğu belirlenmiş olup bazı kaynaklarda da 60 km^2 kadar olduğu tespit edilmiştir (Tokat Tarım Orman Müdürlüğü, 2021). Yine belirtilen kaynakta incelenen haritada ise Zile Ovasının güneyinde Boztepe Üyük, Yeni Derbent ve Çeltik Köyleri dolaylarında yer alan ve yaklaşık 30 km^2'lik alana sahip olan ova ise Maşat Ovası'na dâhil edilmiştir. Jeomorfolojik birim olarak incelendiğinde bu alan ile Maşat Ovası arasında çok hafif bir yükselim oluğundan Maşat Ovası ile birleşik gibi görünmektedir. Fakat havza bazlı incelendiğinde Maşat Ovası Çekerek Nehri havzasında yer almakta olup bu alan araştırma sahası olan Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda yer almaktadır. Belirtilen bu alanın Zile Ovası dâhilinde olduğu kabul edilmektedir (Harita 6).



Harita 6: Zile Ovası Güney Bölümünün Uydu Görüntüsü (Yeşil Çizgi ile Sınırlanmış) (Kaynak: Google Earth).

Turhal Ovası

Araştırma sahasının kuzeybatısında yer alan Turhal Ovası, Turhal ilçe merkezinin bulunduğu ve yaklaşık olarak 38 km^2'lik alana sahip olan bir ovadır. Turhal Ovası'nın etrafını çoğunlukla paleozoyik kökenli dağ kütleleri çevrelemiştir. Bu dağ kütleleri bazı yerlere alüvyon sahaya bunun şeklinde girinti yapmıştır. Birkaç noktada ise adaya benzer şekilde alüvyon deponun ortasından yükselmektedir (Blumental 1950: 60–61). Turhal Ovası şekil itibariyle kareye benzemekte olup çevreden gelen derelerin olduğu yerlerde hafif dere yataklarına doğru sokulmuştur. Yine küçük bir çanak olmakla birlikte gerek Yeşilırmak'ın gerekse de diğer derelerin aşındırmasına bağlı olarak biraz genişlemiş, aynı akarsuların getir-

diği alüvyonların depolanmasıyla çevresinde yer alan Paleozoyik yüksek birimlerin ortasında (Tokat Masifi) ova halini almıştır (Özçağlar 1989). Ovanın büyük bir kısmını Turhal İlçe Merkezi yerleşmesi kaplamaktadır. Turhal Ovası güneydoğudan Katmerkaya Boğazı ile Kazova'dan ayrılmaktadır. Yine Yeşilırmak da Katmerkaya Boğazı'nda Turhal Ovasına giriş yapmaktadır. Ova güneyden Hamidiye Boğazı vasıtasıyla da Zile Ovası'ndan ayrılmakta olup batıda Çivril Deresi doğrultusunda bir miktar dere yatağı boyunca sokulmaktadır. Kuzey istikametinde ise Kuruçay Deresi' yatağına kadar ince bir hat şeklinde uzanmaktadır (Fotoğraf 18).



Fotoğraf 18:Turhal Ovası'nın Buzluk Dağı'ndan Görünümü. (Bakış Yönü Doğu)

Gözova

Omala Ovası olarak da bilinen Gözova 30 km^{2}lik bir alana sahiptir. Tokat-Niksar istikametinde yer alan Gözova Tokat il merkezinin doğusunda yer almaktadır. Zile Ovasına benzer bir durum Gözova'da da bulunmakla birlikte gerek aynı havza içerisinde bulunması gerekse de nispeten daha geniş bir boğaz vasıtası ile iki parçanın birbirine bağlanması sebebiyle Gözova'da ayrı jeomorfolojik birim olarak kabul edilmemiştir. Doğu kısımlarında ovanın yükseltisi 700 m'nin üzerine çıkmakla birlikte batı kesiminde 600 metrelere kadar düşmektedir. Gözova'da oluşum açısından bölgedeki ovalarla aynı özellikleri göstermektedir. Yine tektonik bir çanak olan bölge Yeşilırmak ve bölgedeki derelerin taşımış olduğu alüvyonun bu çukurluğa dolması neticesinde oluşmuştur. Ovada ve ova

çevresinde yer alan yerleşmelerdeki nüfus açısından önemli bir ziraat bölgesidir (Fotoğraf 19).



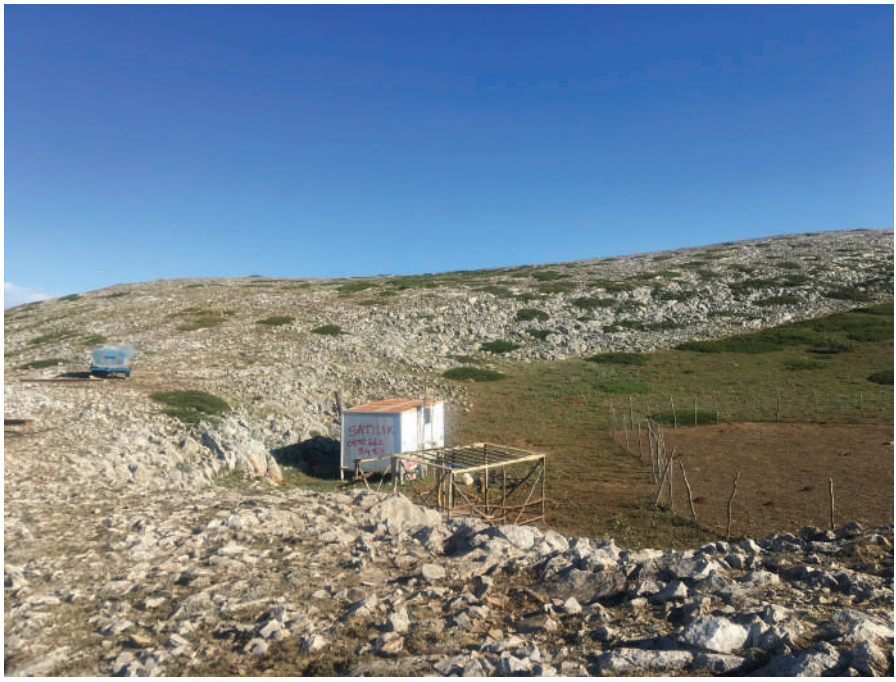
Fotoğraf 19: Bakımlı Dağı Doğu Yamacından Gözova'nın (Omala Ovası) Görünümü (Bakış Yönü Batı).

1.3.1.4 *Elemanter Yer Şekilleri*

Araştırma sahasında yer alan başta Tokat Metamorfitleri biriminde olmak üzere karstik birimlerde elemanter şekiller olarak lapya, dolin ve mağara şekilleri yaygın olarak bulunmaktadır. Lapyalar çeşitli yerlerde değişik tip ve örnekleriyle dikkat çekmektedirler (Fotoğraf 20). Bununla birlikte dolin ve mağaralar özellikle Akdağ'da yaygındır.



Fotoğraf 20: Oluklu ve Delikli Lapya Örnekleri (Akdağ).



Fotoğraf 21: Akdağ'da Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetleri İçin Kullanılan Dolin.

Akdağ'ın zirvesinde irili ufaklı yirmiden fazla dolin mevcuttur. Bu dolinlerin bazıları yöre insanı tarafından küçükbaş hayvanların kalması için yaz aylarında kullanılmaktadır (Fotoğraf 21-22).



Fotoğraf 22: Akdağ Zirve Kesiminde Dolin Örneği.

Araştırma sahasında elemanter unsurlar olarak bulunan karstik yapılardan bir diğeri de mağaralardır. Yine bu açıdan Akdağ-Kestavur Dağı zengindir. Bölgede yer alan ve turizm faaliyetleri açısından önemli olan Ballıca Mağara'sı Akdağ yamaçlarında Pazar ilçe merkezinin güneyinde yer almaktadır. Mağara UNESCO Geçici Miras listesinde yer almaktadır. Ballıca Mağarası 8 salonlu, 680 m uzunlukta ve 95 m yüksekliğe sahiptir. Ballıca Mağarası oluşum itibariyle 3.4 milyon yaşına sahip olduğu düşünülmektedir. Mağara içerisinde yer alan makarna ve pırasa biçimli sarkıtlar, soğan sarkıtlar, dikitler, sütunlar, havuzlar, damlataşları, mağara incileri, mağara gülleri ve ebruları ilgi çekmektedir (Fotoğraf 23). Özellikle soğan şekilli sarkıtlar sadece bu mağaraya has yapılardır (Yeşil, Yeşil, & Yılmaz, 2008; Tokat Valiliği, 2022) (Fotoğraf 24).



Fotoğraf 23: Ballıca Mağarası'nın İç Kesiminde Galerilerin ve Karstik Oluşumların Görünümü.

Bölgede yer alan bir diğer mağara ise Bahçebaşı Mağarası'dır. Mağara Kestavur Deresi vadisinin doğu yamacında yer almaktadır. Mağaranın uzunluğu 79 m alanı ise ise yaklaşık 350 m²'dir (Zeybek, 2001).



Fotoğraf 24: Ballıca Mağarası (tokat.gov.tr.)

Araştırma sahasında yer alan bir diğer elemanter yer şekilleri türü de özellikle Kazova'nın kuzey ve güneyindeki dağların yamaçlarında bulunan birikinti konileri ve yelpazeleridir. Yine araştırma sahasındaki yüksek kesimlerde buzul şekillerinden moren, sirk ve hörgüç kayalar gibi buzul jeomorfolojisine ait birimler yer almaktadır (Bayraktar, 2018).

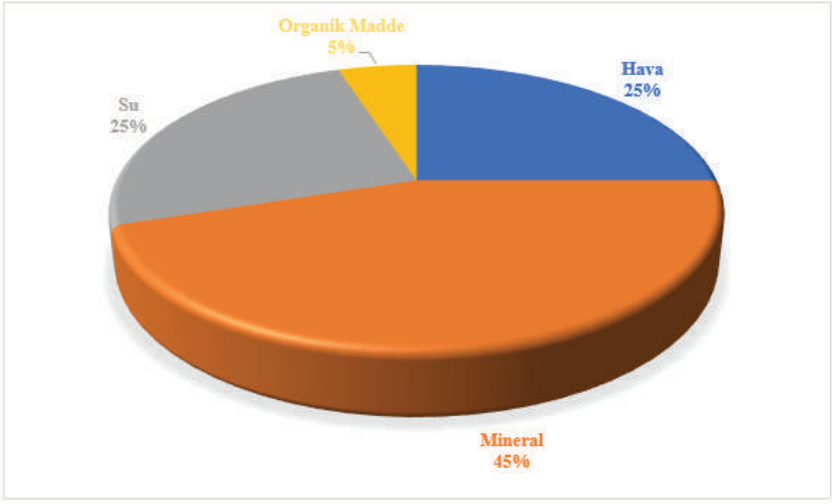
1.4 Toprak

1.4.1 Büyük Toprak Grupları

Toprak oluşumunda gereken ilk şart ana materyalin parçalanmasıdır. Fiziki açıdan parçalanıp ufalanan ana materyalin daha sonra kimyasal yollarla mineralleri de ayrışmaktadır. Daha sonra da gerek toprak canlıları gerekse de bitki örtüsü bu alana yerleşir ve canlı bir ortam açığa çıkar. Bu durum neticesinde toprak oluşumu gerçekleşmiş olur. İnorganik maddeler, organik maddeleri, toprak canlıları, su ve hava toprağın yapı maddelerini oluşturmaktadır (Kılıç, Brohi & Durak 1991; Atalay 2011:1–2).

Toprak yapısı incelendiğinde bu yapıyı oluşturan organik veya inorganik kökenli katı maddeler ve bu maddeler arasındaki boşlukların olduğu görülmektedir. Toprak yapısındaki bu boşluklar ise hava ve ya su ile dolmaktadır. Bunlara ek olarak toprak içerisinde canlı organizmalar da yer almaktadır. Toprak yapısındaki katı materyal olan mineral maddeler gerek kimyasal yapı gerekse de büyüklük bakımında değişiklik göstermektedir. Toprak yapısında bulunan mineral maddeler ana kayanın parçalanması ve ayrışması neticesinde oluşmuştur. Bu maddelerin mukavemet

durumuna göre ya ana materyaldeki durumunu korumuş (kuvars gibi) veya yapısında belli oranda değişiklik olmuştur(kil). Toprak yapısında bulunan organik madde bitki ve hayvan atıklarının toprak yapısında birikmesi neticesinde oluşmaktadır. Toprak organik maddesi çeşitli organik asitleri, yağları ve farklı organik maddeleri ihtiva etmektedir. Toprak suyu, toprağın içerisinde yer alan boşluklarda serbest halde dolaşır şekilde veya toprağın katı maddelerini oluşturan zerrelerin etrafına yüzey kuvveti ile bağlı olarak bulunmaktadır. Toprak boşluklarında yer alan diğer bir unsur olan havanın bileşimi atmosfer bileşiminden farklı olup daha yoğun karbondioksit ve diğer gazları içermektedir. Toprak havasının ve suyunun miktarı birbirlerine zıt olarak değişim göstermektedir. Toprak yapısında mevcut olan boşluklar su veya havanın miktarına göre bu iki materyali barındırmaktadır. Su miktarı arttıkça topraktaki hava oranı düşmekte, azaldıkça da tam tersi durum ortaya çıkmaktadır (Ergene 1987: 8–10; Mater 1998: 6–8) (Şekil 2).



Şekil 2: Bitki Gelişimine Elverişli Siltli, Tınlı Bir Toprakta Dört Yapı Maddesinin Hacim Oranları (Ergene, 1987).

Araştırma sahasına ait toprak verisi Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan temin edilmiş olup Büyük Toprak Grupları (Harita 7) ve Erozyon Şiddeti (Harita 9) haritaları bu veri vasıtasıyla hazırlanmıştır.

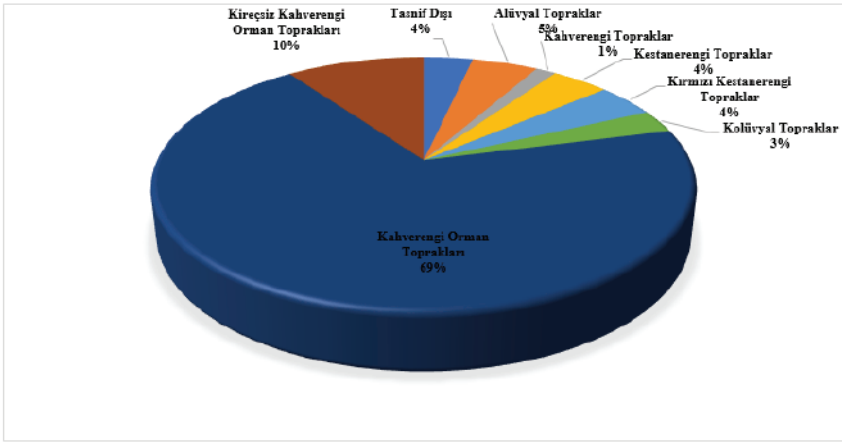
Toprak türlerinin tasnifinde ilk aşama olarak türlere göre büyük toprak grupları sınıfları kullanılmaktadır (Garipağaoğlu 2015: 345). Tablo 1'de araştırma sahasının büyük toprak grubu tasnifine göre toprak türleri ve alansal dağılışları verilmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı-Toprak Reformu Birimi'nden temin edilen verilere göre Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda bulunan büyük toprak grubu sınıfları kapladığı alana göre sırasıyla;

kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, alüvyal topraklar, kırmızı kestanerengi orman topraklar, kestanerengi orman topraklar, kolüvyal topraklar, tasnif dışı arazi(su yüzeyi, yerleşmeler, altyapı unsurları, ana kaya unsuru…) ve kahverengi topraklardır.

Tablo 1: Büyük Toprak Grupları.

Büyük Toprak Grubu	Alan	Oran(%)
Tasnif Dışı	164	3,5
Alüvyal Topraklar	301	4,7
Kahverengi Topraklar	93	1,5
Kestanerengi Topraklar	263	4,1
Kırmızı Kestanerengi Topraklar	273	4,3
Kolüvyal Topraklar	186	2,9
Kahverengi Orman Toprakları	4479	69,1
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	632	9,9

Tablo 1 incelendiğinde araştırma sahasında büyük toprak grubuna göre %70'e yakın yer kaplayan kahverengi orman topraklarıdır. Yaklaşık %10'luk değere sahip olan kireçsiz kahverengi orman toprakları ise ikinci sırada bulunmaktadır. Araştırma sahasındaki zirai faaliyetler için önem arz eden, akarsuların taşıdığı alüvyonların tektonik çanaklarda birikmesi neticesinde oluşan ovalık alanlardaki alüvyal topraklar %5'e yakın değere sahiptir. Kestanerengi ve kırmızı kestanerengi topraklar ise toplamda yaklaşık %8'lik bir alanı kaplamaktadır. Gerek ova kenarındaki yamaçlarda gerekse de vadi yamaçlarındaki hafif eğimli arazilerde yer alan ve özellikle bah-bahçe tarımı açısından önemli olan kolüvyal toprakların %3'lük alanı mevcuttur. Sahada yer alan baraj-göl, sulak alan, yerleşme, kayalık-çıplak arazi, altyapı unsurları(yollar, hava alanları, yapılar) gibi tasnif dışı araziler ise %3,5'lik alan kapsamaktadır (Şekil 3).



Şekil 3:Büyük Toprak Grupları Oransal Dağılımı.

1.4.1.1 ***Zonal Topraklar***

Zonal topraklar veya yerel topraklar olarak adlandırılan topraklar oluşumunda büyük ölçüde iklim ve bitki örtüsünün etkili olduğu topraklardır. Bu toprak türü bulunduğu bölgenin coğrafi özelliklerini taşımaktadır. Toprak horizonları zonal topraklarda belirgin bir şekilde gelişmiştir ve Türkiye'de en yaygın olarak görülen topraklar zonal topraklardır (Atalay 2011: 483; Ertek 2016: 159).

Araştırma sahasında yer alan büyük toprak gruplarından kahverengi topraklar, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kestanerengi topraklar ve kırmızımsı kestanerengi topraklar zonal topraklar grubuna girmektedir (Atalay, 2011) ve neredeyse havzanın tamamını kapsamaktadır. Bu grupta yer alan toprakların toplam alandaki payı %93,6 oranındadır. Bu grup içerisinde Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda en yaygın olan büyük toprak grubu %69,1'lik oranla Kahverengi Orman Topraklarıdır. Bu büyüklükte bir dağılış alanına sahip olması sebebiyle Kahverengi Orman Toprakları araştırma sahasının hemen her bölgesinde yer almaktadır.

İkinci sırada en fazla dağılış alanına sahip olan büyük toprak grubu ise Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarıdır. Havzada %9,9'luk alana sahip olan bu grup Başta Yaylacık Dağı'nda olmak üzere Tokat Şehir merkezinin doğusunda geniş bir alanda ve Almus Barajı'nın güneyinde dağılış göstermektedir.

Bu toprak grupları dışında araştırma sahasında küçük oranlarda Kırmızımsı Kestanerengi Topraklar, Kestanerengi Topraklar ve Kahverengi Topraklar yer almaktadır.

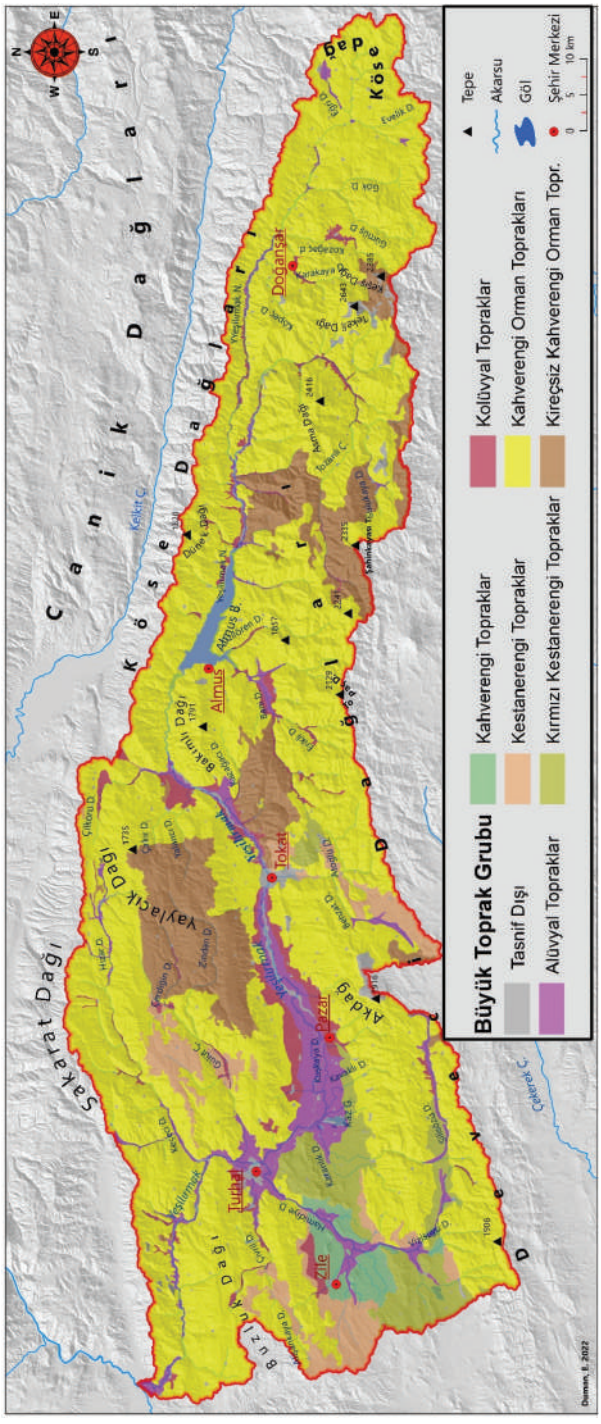
1.4.1.2 **İntrazonal Topraklar**

Türkiye'de eğimli alanlarda devamlı aşınmaya bağlı olarak toprak oluşumunun sürekli en başa dönmesi ana materyalin yüzeyde yer almasına ve toprak özeliklerini doğrudan etki etmektedir. Bu tür zayıf oluşumlu topraklar intrazonal topraklar olarak adlandırılmaktadır (Atalay, 2011, s. 413). Araştırma sahasında intrazonal grubunda toprak türü yer almamaktadır.

1.4.1.3 ***Azonal Topraklar***

Oluşum sürecini çeşitli coğrafi etmenler sebebiyle tamamlayamamış genç topraklardır. Bu toprak türlerinde profil gelişimi yeterli aşamaya gelmemiştir. Aşındırma-biriktirme faaliyetleri vasıtasıyla bu tür topraklar uluşmaktadır (Garipağaoğlu, 2015). Araştırma sahasında azonal toprak grubundan alüvyal ve kolüvyal topraklar yer almaktadır. %4,7'lik orana sahip olan alüvyal toprakların bulunduğu başlıca alanlar havzada yer alan tektonik çukurlukların akarsular tarafından doldurulduğu alanlardır. Kazova, Gözova, Turhal ve Zile ovaları ile akarsu yatakları alüvyal toprakların bulunduğu alanlardır.

Kolüvyal topraklar yamaçlardan akan akan çakıllı-kumlu malzemelerin eteklerde birikmesi ile oluşan topraklardır (Atalay, 2011, s. 437). Araştırma sahasında kolüvyal toprakların başlıca dağılış gösterdiği alanlar Kazova'yı çevreleyen dağların yamaçları, dar-derin akarsu vadileri, Zile ve Turhal ovalarının çevreleridir.



Harita 7: Yukarı Yeşilırmak Havzası Büyük Toprak Grupları Dağılış Haritası

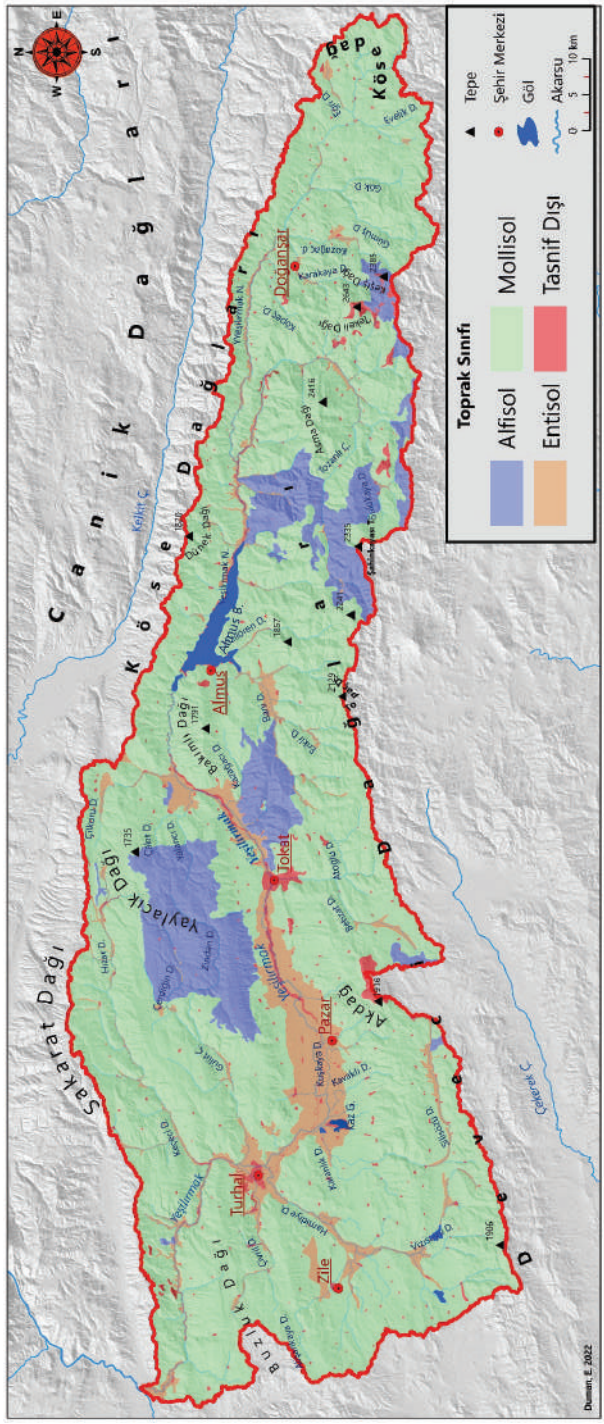
1.4.2 Toprak Taksonomisi

Toprak sınıflandırma sistemi hususunda bazı dönemlerde revizyonlar yapılmış ve yeni sınıflandırma sistemi ortaya konulmuştur. ABD Toprak Koruma Servisi-Toprak Araştırma Başkanlığı tarafından 1950'li yıllarda toprak tasnifine yönelik araştırmalar yapılmaya başlanmış ve 1960 yılında yapılan 7.Uluslar Toprak Kongresi'nde yeni toprak sınıflandırma sistemi ortaya konulmuştur. İlerleyen dönemde araştırmalar devam etmiş ve çeşitli revizyonlarla 1970 yılında Toprak Taksonomisi adı altında bu sistem ortaya konulmuştur. Bu sistem toprağın morfolojisini, fiziksel özelliklerini ve kimyasal özelliklerini ayırt etmeye yönelik bir sistem olup 6 kategoride en genelden özele doğru; 1-Ordo, 2-Alt Ordo, 3-Büyük Grup, 4-Alt Grup, 5-Familya ve 6-Seri olarak belirlenmiştir. Bu sistemde toprak sınıflandırılmasında ölçülebilir değerlerin kullanılabilmesi husus esas alınmıştır (Atalay 1982: 221, Ergene 1987: 86–88).

Tablo 2: Toprak Taksonomisi Sınıfları

Toprak Taksonomisi	Alan	Oran(%)
Tasnif Dışı	224	3,5
Entisol	487	7,6
Mollisol	5048	79,0
Alfisol	632	9,9

Toprak Taksonomisi sistemine göre Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda yer alan toprak sınıfları ve alansal dağılışları Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre araştırma sahasında en geniş yer kaplayan toprak sınıfı Mollisollerdir. Mollisoller, mollik epipedon olarak adlandırılan derin ve koyu renkli, divalan katyonlarının yaygın bir şekilde bulunduğu üst horizon ile karakterize edilmektedir. Mollisoller çoğunlukla prairi vejetasyonu altında oluşan topraklardır (Ergene 1987: 91). Araştırma sahasında bulunan kestanerenkli topraklar, kahverengi topraklar, kırmızı kestanrengi topraklar ve kahverengi orman toprakları mollisoller grubuna girmektedir. Araştırma sahasında bulunan toprakların %79'luk bölümü mollisollerdir. Araştırma sahasında ikinci yaygın sınıf olan alfisoller yaklaşık %10'luk bir alan kaplamaktadır. Orta veya yüksek baz satürasyonlu, griden kahverengine kadar değişen bir üst horizon ve içinde silikat killerinin biriktiği bir illüvyyal horizon bulunan topraklar alfisol olarak tanımlanmıştır. Doğal genetik zonların oluşmadığı veya başlangıç seviyesinde olduğu toprak grubu Entisoller olarak adlandırılmaktadır.(Ergene 1987: 91). Araştırma sahasında yer alan alüvyal ve kolüvyal topraklar entisol sınıfına dâhil olan topraklardır. Entisoller araştırma sahasında %7,6'lık bir alan kaplamaktadır. Harita 7'de toprak taksonomisi sınıfları dağılışı, Tablo 2'de de sınıfları oranları verilmiş, Harita 8' de dağılışları gösterilmiştir.



Harita 8: Toprak Taksonomisi'ne Göre Toprak Sınıflarının Dağılışı.

1.4.3 Erozyon

Canlı yaşamının devamlılığı için temel unsurlardan birisi olan toprağın oluşumu bir bölgenin coğrafi koşullarına göre yüzlerce veya binlerce yılı kapsayan bir süreçtir. Hâlihazırda mevcut olan toprağın çeşitli nedenlerle yok olması neticesinde tekrardan oluşmasını beklemek bir insan hayatına sığmayacak kadar uzun bir süre almaktadır. Gerekli süreç geçse dahi geçmişte oluşan coğrafi şartların tekrar mevcut olmaması durumunda bir bölgede kaybedilen toprağın tekrar oluşumu hiçbir zaman gerçekleşmeyecektir. Bu durumda mevcut toprakların ideal bir şekilde kullanılıp korunması büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle gerek toprağın yapısının bozulmaması gerekse de toprağın taşınmasının önüne geçilmesi önemlidir.

Erozyon toprak kaybına sebebiyet veren bir durumdur. Bir araziyi örten toprakların su, rüzgâr, buzul, yer çekimi, insan aktiviteleri tarafından taşınması durumuna toprak erozyonu adı verilmektedir. Toprak erozyonu doğal süreçler neticesinde ortaya çıkmakla birlikte insan etkisi ile bu doğal süreçler hızlanmakta ve toprak kaybı artmaktadır (Ergene 1987: 236).

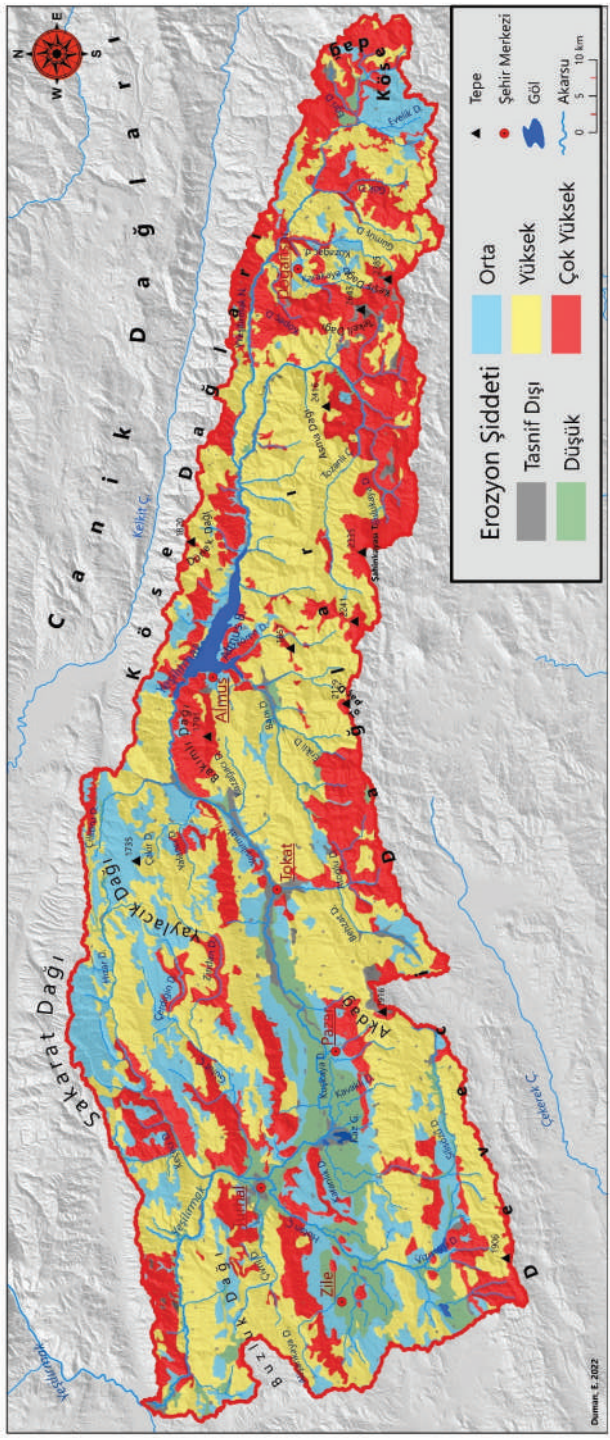


Fotoğraf 25: Şiddetli Erozyon Alanları (Almus Barajı Kuzeyi).



Fotoğraf 26: Şiddetli Erozyon Alanları (Doğanşar Batısı).

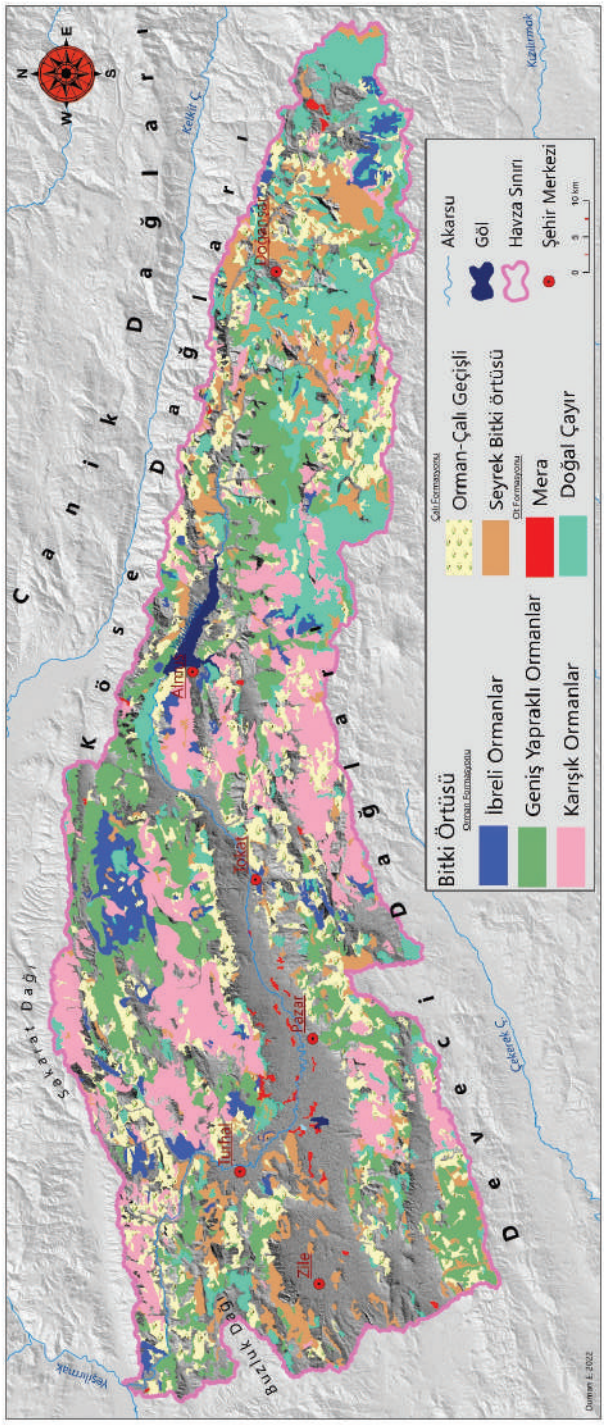
Araştırma sahasının erozyon şiddeti haritası incelendiğinde Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın büyük oranda erozyon problemi ne maruz kaldığı görülmektedir. Havzanın geniş bir bölümünün 3. derecede erozyon şiddetine sahip alanların olduğu görülmektedir (Harita 9). Yine 4. derece erozyon şiddetine sahip olan alanlar da geniş yer kaplamaktadır. 3 ve 4 derece erozyon şiddetine sahip alanlar çoğunlukla dağlık alanlar ve eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlardır. Erozyon sorunu olmayan 1. derecedeki alanlar ise ova alanlarıdır (Fotoğraf 25-26).



Harita 9: Yukarı Yeşilırmak Havzası Erozyon Şiddeti Haritası.

1.5 **Bitki Örtüsü**

Bitki örtüsü dünyadaki canlı hayatın temelini oluşturmaktadır. Besin zincirinde ilk sırada olan bitkiler diğer türleri de yaşamı açısından oldukça önemlidir. Bir bölgedeki bitki örtüsünün dağılışı-şekillenmesi, bitki türleri vs. gibi özellikleri o bölgenin iklim, toprak yapısı ve rölyefi ile ilişkilidir (Dönmez 1979: 17; Atalay 1994: 1). Daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere Yukarı Yeşilırmak Havzası nemli Karadeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş özelliğine sahiptir. Bu durumda bitki örtüsünün oluşmasında en önemli faktör olan iklimin bölgedeki etkisi görülmektedir. Buna göre bölgede hem nemli iklime uyum sağlayan ağaçlar ile hem yarı nemli iklime uyum sağlayan ağaç ve çalılar hem de karasal iklimin stepleri mevcuttur. Yine bölgede beşerî etkiye bağlı olarak antropojen step alanları da mevcuttur. Araştırma sahasının bitki örtüsü haritaları hazırlanması maksadıyla hem Orman Genel Müdürlüğü 1/25.000'lik meşcere haritaları hem de CORINE verileri temin edilmiş ve haritalar hazırlanmıştır. Orman Genel Müdürlüğü'nden temin edilen veride ağaç türleri yer almaktadır. Fakat bu veride sadece yoğun olarak orman varlığının bulunduğu alanlar bulunmakta olup seyrek sahalar, bozuk korular yer almamaktadır. CORINE verisinde ise tür bazlı ayrım olmayıp genel örtü hakkında bilgi yer almaktadır. Yapılan arazi gözlemlerinden de orman genel müdürlüğün verilerinin nispeten eksik olduğu, araştırma sahasında özellikle orman alanlarının veriye göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Harita 16'da görüldüğü üzere Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın geniş bölümü orman alanları ile kaplıdır. Özellikle dağlık alanlar ve araştırma sahasını yüksek kesimleri orman alanları ile kaplıdır. Yine haritada dağların yüksek kesimleri ve ağaç bulunmayan alanlar doğal çayırlar olarak görülmektedir. Haritada seyrek bitki örtüsü olarak görünen alanlar step alanlarıdır. Havzada step alanları çoğunlukla güneybatı kesimlerde ve doğuda yaygın olarak görülmektedir. Bu alanlar araştırma sahasının kurak kesimleridir. Doğal bitki örtüsünün olmadığı geniş alanlar tarım yapılan ova alanları ve ova çevreleridir (Harita 10).



Harita 10: Yukarı Yeşilırmak Havzası Doğal Bitki Örtüsü Dağılış Haritası

1.5.1 Orman Formasyonu

Araştırma sahasının gerek karasal ve nemli iklimler arasında geçişli bir karaktere sahip olması gerekse de havza içinde rölyefin sıcaklık ve yağışa etki etmesi sebebiyle çeşitli iklim türlerine uyum sağlayan ağaç türleri mevcuttur. Hem geniş yapraklı ağaç türleri hem de ibreli ağaç türleri havzada mevcut olup bazı alanlarda tek bir tür bazı alanlarda da geçişli olarak her iki türden ağaçlar bulunmaktadır. Haritalar incelendiğinde ağaç türlerinin çoğunlukla yüksek kesimlerde özellikle de 1000 m ve üzerinde görülmektedir (Harita 11). Bu durum hem yüksek kesimlerin daha fazla yağış alması ile hem de beşerî etki ile olmaktadır.



Fotoğraf 27: Kayın, Sarıçam ve Meşe Türlerinin Yaygın Olduğu Dumanlı Yaylası Dolayları (Bakış Yönü: Güneybatı, Rakım: 1800-1900m).

Kayın (fagus orientalis); nemli bölge ağacı olan kayınlar Türkiye'de özellikle Karadeniz Bölgesi'nde yaygındır (Saya, Güney 2014: 149; Atalay 1994: 135). Araştırma sahasında kayınlar özellikle dağların yüksek kesimlerinde yağış ve nem değerlerinin fazla olduğu alanlarda bulunmaktadır. Kayın türünün geniş dağılış gösterdiği iki alan vardır. Bunlardan birincisi Yaylacık Dağının yüksek kesimleridir. Bu alana Sakarat Dağı'nın bir bölümü de dâhildir. Bu alanlar genel itibariyle 1300 metre ve üzerinde yüksekliğe sahiptir. Bu yükselti yağış miktarının fazla olmasını etkilemekle birlikte yine bu alan araştırma sahasının Karadeniz'e en yakın ve nemli havadan en çok etkilenen kesimidir. Kayın ormanlarının geniş dağılış gösterdiği diğer bölge ise Almus Barajı'nın güneyinde yer alan 1500

m üstü yükseltiye sahip olan alandır (Fotoğraf 27). Bu bölgenin bir diğer hususiyeti de bakı etkisine bağlı olarak daha fazla nem ve daha az sıcaklık değerlerine sahip olmasıdır. Bölgede kayın ağaçlarının bulunduğu alanlarda orman altı tür olarak az miktarda sarı ormangülü (Rhododendron luteum) bulunmaktadır.

Meşe (Quercus sp.), ormanları araştırma sahasında en yaygın tür olarak bulunmaktadır. Nispeten alçak kesimlerde palamut meşesi, yüksek kesimlerde saplı meşe türü yaygındır. Orman Genel Müdürlüğü verileri temel alınarak hazırlanan ağaç türleri haritasında nispeten daha az alanda dağılış gösterdiği görülen meşe türü havzada oldukça geniş alanlarda bulunmaktadır. Yaylacık Dağı'nda geniş alanlarda, Akdağ'da haritaya göre daha fazla alanda meşe ağacı yaygın olarak bulunmaktadır. Yine havzayı kuzeyden sınırlayan Köse Dağları'ın güney yamaçlarında belli aralıklarla kesintilere uğramakla birlikte meşe ağaçları dağılış göstermektedir (Fotoğraf 28).



Fotoğraf 28: Deveci Dağları Kuzey Yamaçlarında Yer Alan Meşe (Quercus) Ormanları (Almus-Doğanşar Arası, Bakış Yönü: Güney, Yükselti: 850 m).

Çam (Pinus), araştırma sahasında sarıcam (pinus sylvestris), kızılçam (pinus brutia) ve karaçam (pinus nigra) türleri bulunmaktadır. Çam türleri içerisinde en fazla dağılış gösteren sarıçamlardır. Özellikle düşük sıcaklıkları seven bir tür olan sarıçamlar Yaylacık Dağının zirve kesimlerinde gerek tek tür olarak gerekse de kayınlarla karışık olarak bulunmaktadır.

Sarıçam türünün dağılış gösterdiği diğer bölge ise Almus Barajı'nın güneyinde yer alan yüksek dağlık bölgedir. Burada da kimi alanlarda tek tür olarak bulunmakla birlikte kayınlarla karıştığı alanlar da bulunmaktadır. Sarıçam ve Karaçam türleri Sakarat ve Yaylacık Dağları arasındaki Keçeci Deresi vadisinde karışık olarak bulunmaktadır. Bu alan dışında karaçam türü dağılış göstermemektedir. Yine kızılçam türü de çok küçük alanlarda birkaç noktada bulunmaktadır (Fotoğraf 29).



Fotoğraf 29:Sarıçam (Yaylacık Dağı, 1500 m, Bakış Yönü: Güney)

Gürgen (carpinus) türü araştırma sahasında bulunan diğer geniş yapraklı ağaç türüdür. Havzada belirli bir bölgede tek dağılış göstermeyen gürgen türü genellikle diğer türlerle birlikte karışık oluşturmaktadır. Çoğunlukla meşe ormanları içerisinde gürgen ağaçları yer almaktadır.

Göknar (abies), türü havzada sadece bir bölgede meşe türü ile karışık bir şekilde bulunmaktadır. Turhal Ovası'nın kuzeyini sınırlayan yükselimlerin kuzey yamaçlarında göknar türü bulunmaktadır.

1.5.2 Çalı Formasyonu

Araştırma sahasında çalı formasyonu parça parça olarak birçok alanda dağılış göstermektedir. Bazı bölgelerde çalı formasyon ile orman formasyonu geçişli olarak yer almaktadır. Araştırma sahasında özellikle yağış değerlerinin düşük olduğu ve karasal iklimin etkisinin fazla oldu-

ğu alanlarda çalı formasyonu görülmektedir. Yine bazı alanlarda orman alanlarının tahrip edilmesi sebebiyle çalı formasyonu gelişmiştir.

Çalı formasyonu içerisinde bölgede ardıç türleri belli bölgelerde dağılış göstermektedir. Özellikle Akdağ'ın yüksek kesimlerinde ve Zile Ovası'nın çevresinde yer alan yükseltilerde ardıç türünün dağılış gösterdiği görülmektedir (Fotoğraf 30).



Fotoğraf 30: Akdağ Zirvede Çalı Fornasyonu Türleri (Juniperus).

1.5.3 Ot Formasyonu

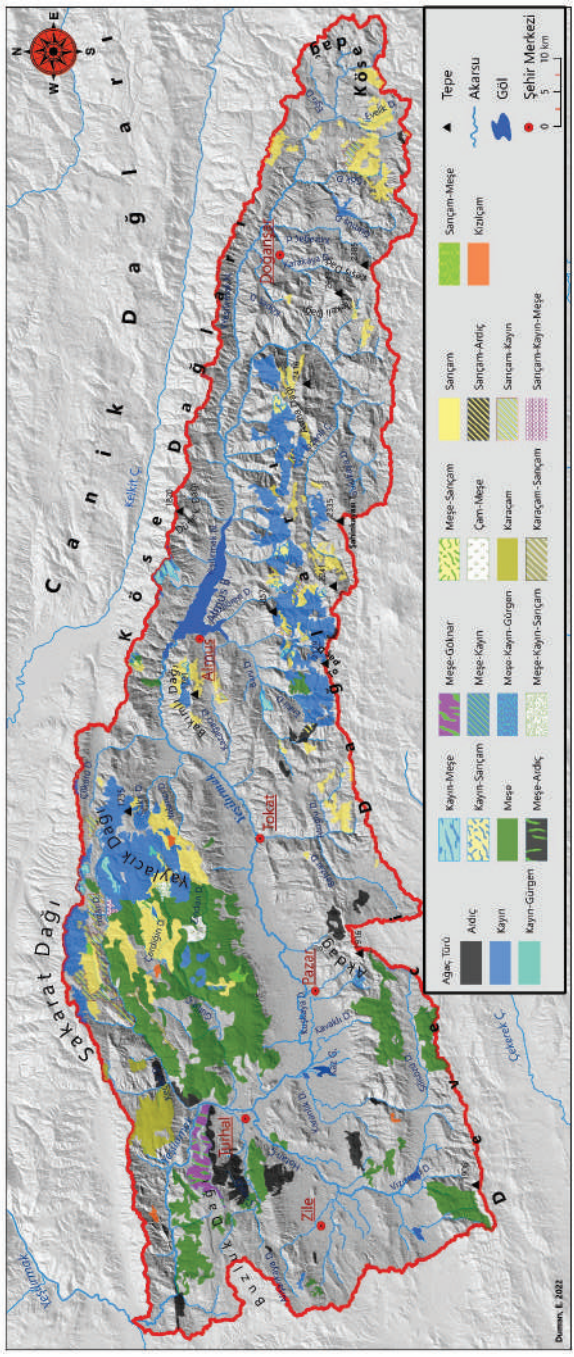
Araştırma sahasında ot formasyonu olarak step ve antropojen stepler yer almaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere havzanın kurak bölgeleri bulunmaktadır. Bu kurak bölgelerde step ve tahribata bağlı olarak antropojen step alanları görülmektedir. Havzanın yüksek kesimlerinde ise çayır alanlarının dağılışı görülmektedir. Antropojen step alanları ise özellikle kırsal yerleşmenin yoğun olduğu ova çevresindeki yamaç bölgelerde, beşeri tahribatın yaygın olduğu alanlarda dağılış göstermektedir (Fotğraf 31-32).



Fotoğraf 31: Ot Formasyonuna Ait Türler (Geven-Almus/Doğanşar Arası)



Fotoğraf 32: Yaylacık Dağı Çayır Alanları.



Harita 11: Yukarı Yeşilırmak Havzası Ağaç Türleri Dağılışı.

1.6 **Nüfus Özellikleri**

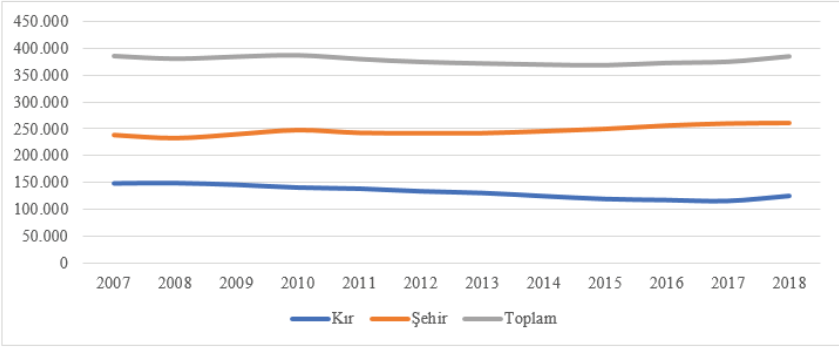
1.6.1 Nüfus Yapısı

Araştırma sahası nüfusu yıllara göre incelendiğinde büyük artış veya azalışın olduğu görülmemektedir. Nüfusun toplam miktarı 385.000 dolaylarında olup yıllara göre bu değerin üzerinde veya altında olacak şekilde değişmektedir. Nüfusun kır veya kente yaşama durumu incelendiğinde ise kır nüfusunun kent nüfusuna oranının %40'lardan %30'lara doğru düştüğü gözlemlenmektedir. Bu durum köyden kente göçün bir sonucudur. Araştırma sahasında göç olgusu büyük önem taşımaktadır. Göç sadece kırsal kesimden olmayıp şehir merkezlerinden de yine şehir dışına göç yaşanmaktadır. Göç olgusunun temel sebebi de ekonomik faaliyetlerdir. Nüfus artış hızı değerleri incelendiğinde bazı yıllar nüfus artışının gerçekleştiği bazı yıllarda ise nüfusun azaldığı tespit edilmiştir. Belirlenen dönem içinde araştırma sahasının yıllık ortalama nüfus artış hızı -%$_{o}$24 olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3: Nüfusun Kır-Kent dağılımı (TÜİK).

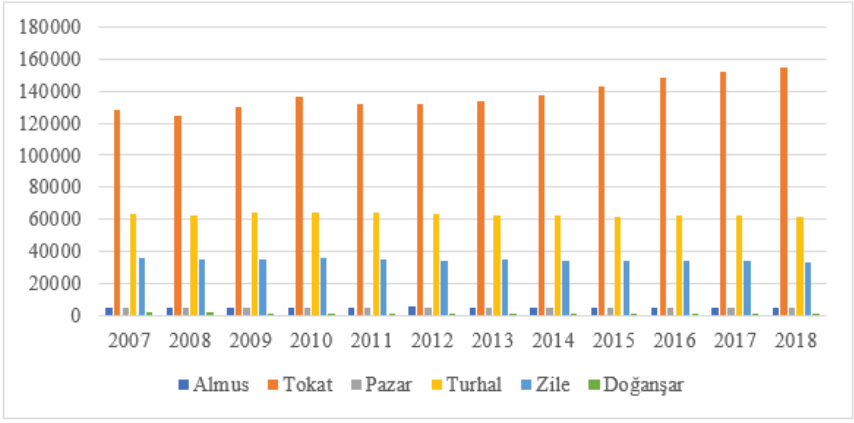
	2007	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Kır	147.605	148.115	145.010	140.056	138.081	133.343	130.368	124.753	119.583	117.791	116.186	125.135
Şehir	238.876	233.327	240.288	247.812	242.786	242.192	242.339	245.784	249.924	255.914	259.702	260.660
Toplam	386.481	381.442	385.298	387.868	380.867	375.535	372.707	370.537	369.507	373.705	375.888	385.795
Kır/Kent(%)	38	39	38	36	36	36	35	34	32	32	31	32
Artış Toplam(%)	x	-1,3	1,0	0,7	-1,8	-1,4	-0,8	-0,6	-0,3	1,1	0,6	2,6
Artış(Kır)(%)	x	0,3	-2,1	-3,5	-1,4	-3,6	-2,3	-4,5	-4,3	-1,5	-1,4	7,2
Artış(Kent)(%)	x	-2,4	2,9	3,0	-2,1	-0,2	0,1	1,4	1,7	2,3	1,5	0,4

Şehir nüfusları incelendiğinde havzadaki şehirlerin nüfuslar bazı yıllarda dalgalanma gösterse bile sürekli artış yönlüdür. Kırsal nüfuslarda ise durum tam tersine olup zaman geçtikçe kır nüfusunun azaldığı görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4: Nüfusun Kır-Kent Dağılımı.

Havzada yer alan şehirlerin nüfusları incelendiğinde en büyük şehir nüfusunun Tokat il merkezi olduğu görülmektedir. Tokat il merkezini sırasıyla Turhal, Zile, Pazar, Almus ve Doğanşar ilçe merkezleri takip etmektedir. Yıllara göre şehir merkezlerinin nüfus durumuna bakıldığında Tokat il merkezinde artış görülmektedir. Tokat il merkezi dışındaki şehirlerin de nüfusunun azaldığı görülmektedir. 2018 yılı itibariye 154.544 olarak gerçekleşmiştir. Havzadaki en büyük ilçe merkezi konumunda olan Turhal'ın 61.973 nüfusu vardır. Zile ilçe merkezinin 33.168, Pazar ve Almus ilçe merkez nüfusları sırasıyla 4826 ve 4806 olarak gerçekleşmiştir. Araştırma sahasında yer alan en küçük şehir merkezi ise Sivas iline bağlı olan Doğanşar ilçe merkezidir. 2018 yılında Doğanşar ilçe merkezinin nüfusu 1.392 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 4 – Şekil 5).



Şekil 5: Şehirlerin Yıllara Göre Nüfusu

Şehir merkezlerinin nüfus durumları şehrin ekonomik fonksiyonlarına bağlı olarak gelişme göstermiştir. Tokat, Turhal ve Zile şehir merkezlerinin nüfusları bu kentlerin ekonomik fonksiyonlarına bağlı olarak faz-

ladır. Doğanşar, Almus ve Pazar'ın nüfusları ise ekonomik faaliyetlerinin kısıtlılığı sebebiyle düşüktür.

Tablo 4: Yıllara Göre Şehir Nüfusları (TÜİK).

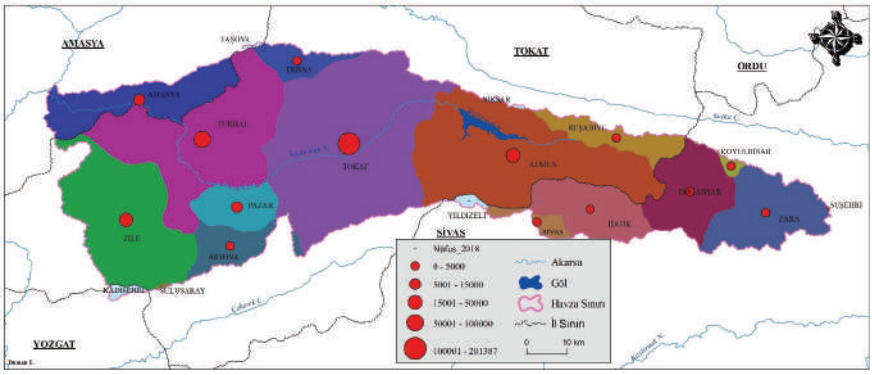
Şehir	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Almus	4401	4682	4408	4820	4773	5315	4969	5003	5039	5063	5212	4806
Tokat	127988	124496	129879	136595	132300	132437	133777	137831	142724	148149	152314	154495
Pazar	5023	5021	4986	4975	4953	4979	4841	4783	4837	4684	4635	4826
Turhal	63181	62352	64090	64139	63987	63600	62596	62476	61726	62425	62566	61973
Zile	36154	35017	35417	35717	35330	34442	34708	34291	34204	34100	33668	33168
Doğanşar	2129	1759	1508	1566	1443	1419	1448	1400	1394	1493	1307	1392

Tablo 5: Yıllara Göre Kır Nüfusları (TÜİK).

Kır	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Tokat	52840	52170	53313	52331	52212	44375	50536	47504	45944	43858	44258	46892
Almus	24608	24454	23838	23194	23216	24487	22096	21586	20965	22620	22158	23607
Turhal	24437	25535	23210	22244	21404	22323	20440	19337	18445	17814	17278	17943
Zile	16100	15973	14635	13175	12556	13565	10559	9980	9324	9108	8816	9374
Pazar	10338	10240	10172	10073	9995	10447	9331	9334	8967	9140	8935	9509
Amasya	9261	9671	9168	8806	8562	8222	7962	7622	7281	7115	6892	7089
Zara	2733	2429	3457	2981	3037	3125	2236	1924	1732	1656	1629	2199
Artova	2157	2123	1951	1965	1948	1807	1844	1782	1701	1485	1541	1697
Reşadiye	1673	1689	1659	1718	1622	1581	1586	1576	1461	1354	1305	1834
Doğanşar	1217	1481	1431	1393	1342	1280	1433	1614	1524	1421	1371	2009
Erbaa	927	1006	895	841	810	814	879	819	741	750	715	1143
Hafik	850	893	866	950	995	943	1123	1372	1229	1189	1035	1532
Sivas	398	384	364	340	339	332	297	262	228	239	213	260
Koyulhisar	66	67	51	45	43	42	46	41	41	42	40	47

Araştırma sahasında Tokat, Amasya ve Sivas İllerine bağlı 14 ilçe merkezine ait kırsal yerleşmeler bulunmaktadır. Havzada yer alan kırsal nüfus yıllara göre düşmektedir. Tablo 5 incelendiğinde kırsal nüfusun 2007 yılında 147.605 olduğu, 2018 yılında ise bu değerin 125.135'e gerilediği görülmektedir. Kırsal nüfusun ilçelere göre miktarları incelendiğinde yine Tokat İl merkezinin kırsal nüfus değerleri şehir nüfusu değerlerinde olduğu gibi ilk sıradadır. Tokat'ı sırasıyla Almus, Turhal, Zile, Pazar, Amasya, Zara, Artova, Reşadiye, Doğanşar, Erbaa, Hafik, Sivas ve Koyulhisar il-ilçe merkezlerine bağlı olan kırsal yerleşmelerin nüfusları takip etmektedir. Tokat, Turhal, Zile, Pazar, Almus ve Doğanşar ilçeleri

dışında kalan ilçelere bağlı yerleşmeler içerisinde şehir merkezi-nüfusu bulunmamaktadır (Tablo 5).



Harita 12: İlçelere Göre Nüfus Dağılışı.

İlçelere göre toplam nüfus dağılışları Harita 12'de miktarları da Tablo 6'da verilmiştir. Tokat merkez ilçe toplam nüfusu en fazla olan idari bölümdür. Bu duruma şehir nüfusunun etkisi büyüktür. Tokat'ı Turhal ve Zile ilçeleri takip etmektedir.

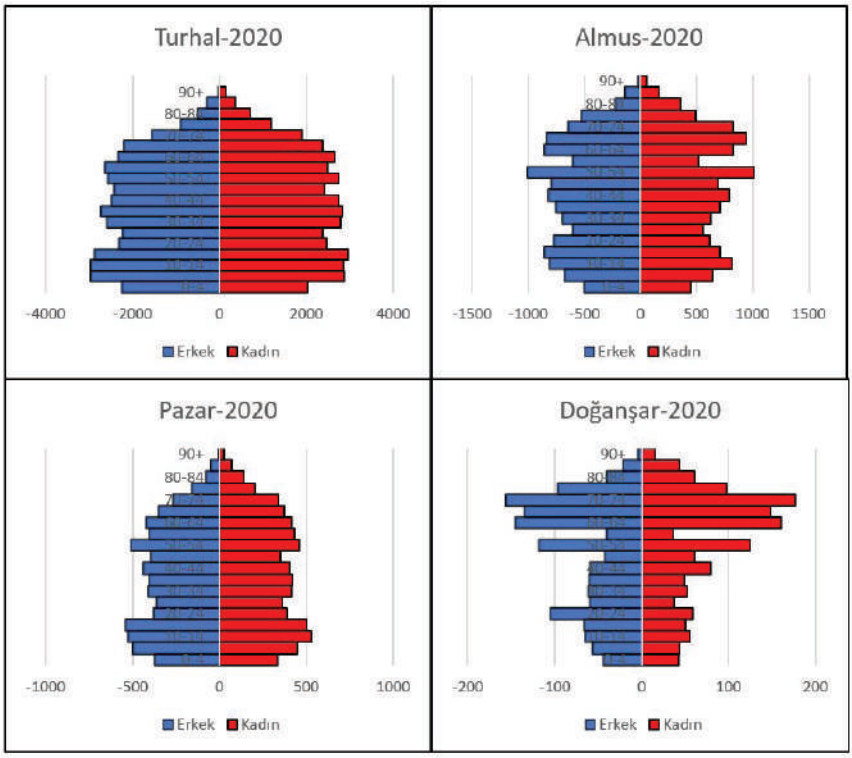
Tablo 6: Belediye-Köy Nüfusları (TÜİK).

Adı	2007	2008	2009	2010	2011	2012	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Tokat_Bel	154041	149635	154454	160632	156500	150092	150592	153718	158573	163875	168165	171872
Tokat_Köy	26787	27031	28738	28294	28012	26720	33721	31617	30095	28132	28407	29515
Almus_Bel	22418	22693	22314	23083	23300	25236	17664	18889	19167	21167	21164	20470
Almus_Köy	6591	6443	5932	4931	4689	4566	9401	7700	6837	6516	6206	7943
Amasya_Köy	9261	9671	9168	8806	8562	8222	7962	7622	7281	7115	6892	7089
Artova_Köy	2157	2123	1951	1965	1948	1807	1844	1782	1701	1485	1541	1697
Doğanşar_ Bel	2129	1759	1508	1566	1443	1419	1448	1400	1394	1493	1307	1392
Doğanşar_ Köy	1217	1481	1431	1393	1342	1280	1433	1614	1524	1421	1371	2009
Erbaa_Köy	927	1006	895	841	810	814	879	819	741	750	715	1143
Hafik_Köy	850	893	866	950	995	943	1123	1372	1229	1189	1035	1532
Koyulhisar_ Köy	66	67	51	45	43	42	46	41	41	42	40	47
Pazar_Bel	10749	10589	10467	10421	10347	11074	8390	8698	8682	8785	8570	9234
Pazar_Köy	4612	4672	4691	4627	4601	4352	5782	5419	5122	5039	5000	5101
Reşadiye_ Köy	1673	1689	1659	1718	1622	1581	1586	1576	1461	1354	1305	1834
Sivas_Köy	398	384	364	340	339	332	297	262	228	239	213	260
Turhal_Bel	73835	74242	74142	73441	72737	73765	64687	64561	63780	64409	64504	63926

Turhal_Köy	13783	13645	13158	12942	12654	12158	18349	17252	16391	15830	15340	15990
Zara_Köy	2733	2429	3457	2981	3037	3125	2236	1924	1732	1656	1629	2199
Zile_Bel	41599	40633	41399	40273	39417	40370	34708	34291	34204	34100	33668	33168
Zile_Köy	10655	10357	8653	8619	8469	7637	10559	9980	9324	9108	8816	9374
Belde_ Toplam	304771	299551	304284	309416	303744	301956	277489	281557	285800	293829	297378	300062
Köy_Toplam	81710	81891	81014	78452	77123	73579	95218	88980	83707	79876	78510	85733
Toplam	386481	381442	385298	387868	380867	375535	372707	370537	369507	373705	375888	385795

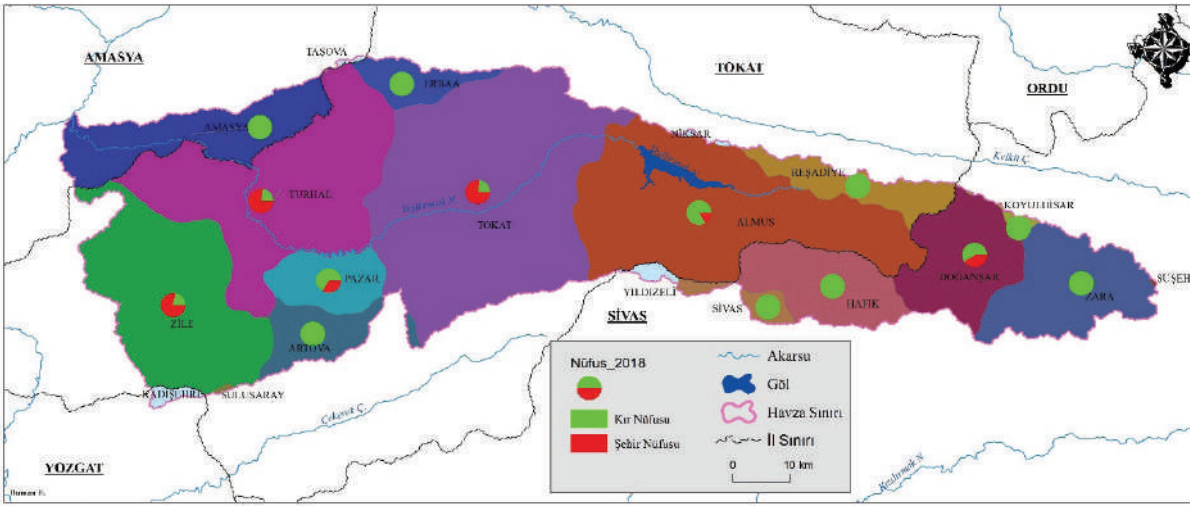
Şehir ve köy yerleşmeleri ayrımı dışında Türkiye İstatistik Kurumu nüfus ayrımını köy ve belde olarak da ayırmaktadır. Belediyeye sahip olan il, ilçe ve kasabaların yerleşmeler Tokat il merkezi ile Turhal, Zile, Almus, Pazar ve Doğanşar ilçe merkezlerinde yer almaktadır. Bu merkezlerden sadece Doğanşar ilçesinde, ilçe merkezi dışında belediyeye sahip bir yerleşme yer almamaktadır. Diğer merkezlerde ise belediyeye sahip kasabalar bulunmaktadır.

TÜİK'ten elde edilen verilere göre sadece tüm sınırları araştırma sahası dâhilinde olan ilçelerin cinsiye-yaş dağılımı olduğu için Şekil 24'te verilen ilçelerin nüfus piramitleri hazırlanmıştır. Nüfus piramitleri incelendiğinde nispeten sanayi ve diğer iş kollarının gelişmiş olduğu Turhal'da hariç genç nüfus oranında düşüş görülmektedir. Gelişmişlik açısından en düşük seviyede olan Doğanşar ilçesinde nüfusun büyük çoğunluğunu yaşlı nüfus oluşturmaktadır.



Şekil 6: Bazı İlçelerin Nüfus Piramitleri (2020).

Şekil 6'da Turhal, Pazar, Almus ve Zile ilçelerinin nüfus piramitleri verilmiştir. Bu ilçeler haricindekilerin sınırlarının tamamı araştırma sahasına dâhil olmadığından ve veriler sınırlara göre tutulduğundan nüfus piramitleri hazırlanamamaktadır. Harita 13'te nüfususun kır/kent dağılımı verilmiştir. Buna göre Zile, Turhal ve Tokat'da kent nüfusu kır nüfusundan fazladır. Almus ve Doğanşar ilçelerinde ise kır nüfusu kent nüfusundan fazladır. Havza içerisinde sınırı bulunan diğer ilçelerde ise kent nüfusu mevcut değildir.



Harita 13: Kır-Şehir Nüfusunun İlçelere Göre Dağılımı

1.7 **Yerleşme**

Araştırma sahasında toplamda 404 sürekli yerleşme tespit edilmiştir. Bu yerleşmeler içerisinde 1 il merkezi, 4 ilçe merkezi ve 399 köy/belde mevcuttur.

1.7.1 Şehir Yerleşmeleri

Bir yerleşmenin şehir olarak tanımlanması için belli başlı şartların oluşması gerekmektedir. Gerek nüfus miktarı gerekse de yerleşmenin ekonomik fonksiyonları şehir olarak tanımlanmasında dikkate alınan özelliklerdendir. Şehir tanımı ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Türkiye'de genel kabul olarak nüfus miktarı 10.000'in üzerinde olan yerleşmeler şehir olarak kabul edilmekle birlikte ekonomik fonksiyonlar da dikkate alınarak bu değer göz ardı edilmektedir (Tümertekin 1962: 92–93). Araştırma sahasındaki yerleşmelerin kır-kent ayrımı yapılırken idari fonksiyonlarının yerleşmelerin ekonomik faaliyetlerindeki katkısına binaen il ve ilçe merkezleri şehir yerleşmesi olarak sınıflandırılmıştır. Bu durumda araştırma sahasında yer alan bir il merkezi ile 5 ilçe merkezi şehir yerleşmesi olarak kabul edilmiştir. Çalışma alanında yer alan il merkezi Tokat, ilçe merkezleri ise Tokat iline bağlı olan Turhal, Zile, Pazar, Almus ve Sivas iline bağlı olan Doğanşar ilçe merkezleridir.



Fotoğraf 33: Doğanşar İlçe Merkezi.

Araştırma sahasında yer alan en küçük şehir yerleşmesi Sivas iline bağlı Doğanşar ilçesidir (Fotoğraf 33). Daha önce de belirtildiği üzere şehir yerleşmeleri sınıfına idari fonksiyonuna göre il ve ilçe olan merkezler dâhil edilmiştir ekonomik fonksiyonlar değerlendirildiğinde kırsal yerleşme özellikleri göstermekte olup kasaba/belde şeklinde ifade edilmesi hatalı olmayacaktır. Nüfus ilçe merkezinin nüfus miktarı 1500 dolaylarında ve oldukça azdır. Doğanşar ilçe merkezi araştırma sahasının doğusunda, 1300 m yükseltide yer almaktadır. Araştırma sahasında yer alan ve nüfusu 5000 dolaylarında olan diğer iki küçük şehir yerleşmesi Pazar ve Almus'tur. Almus ilçe merkezi Tokat'ın doğusunda ve il merkezine yaklaşık 33 km uzaklıktadır. Yerleşme Almus Barajı'nın kenarında Bakımlı Dağı'nın doğu yamacında yer almaktadır. Yükseltisi 850 m dolaylarındadır. Kazova'nın güneyinde yer alan Pazar araştırma sahasında yer alan küçük ölçekli şehir merkezlerinden birisidir. İl merkezine uzaklığı 25 km ve rakımı 623 m'dir. Pazar ilçe merkezi tarihi dönemlerden itibaren bir konaklama yeri olması sebebiyle önemlidir. Tokat-Turhal, Tokat-Zile güzergâhında kervanların konak yeridir (Fotoğraf 34). İlçe merkezinde yer alan tarihi Mâhperi Hatun Kervansarayı 1238 yılında Anadolu Selçuklu dönemine ait tarihi bir yapıdır (Pazar Bel., 2022).



Fotoğraf 34: Mahperi Hatun Kervansarayı-Pazar

Doğanşar, Almus ve Pazar'a göre nüfus bakımından nispeten daha büyük olan Zile ilçesi çalışma alanının güneybatısında Zile Ovası'nda yer almaktadır. Zile'nin yerleşme tarihi Hititler dönemine kadar dayanmaktadır. Zile'nin yaklaşık 20 km güneyinde yer alan Maşat Höyük'te bulunan Hitit tabletlerinde Zile şehri "Anzilia" olarak kaydedilmiştir. Yerleşme tarihi eski çağlara dayana Zile şehri sonraki dönemlerde de önemli bir yerleşme merkezi konumundadır (Akkurt, 2014). Zile şehir yerleşmesinin çekirdeğini ovaya hâkim bir tepede yer alan Zile Kalesi'nin içindeki yapılar oluşturmaktadır. İlerleyen süreçte yerleşme kale çevresine yayılmıştır (Fotoğraf 35). Günümüzde de ovada 3 km-2,5 km genişliğinde nispeten yuvarlak yapıda 24 mahallesi bulunan bir yerleşmedir (Özbakır, 2010).



Fotoğraf 35: Zile İlçe Merkezi.

Araştırma sahasında Tokat'tan sonra en büyük şehir yerleşmesi konumunda olan Turhal ilçe merkezi havzanın batısında yer almaktadır. Yeşilırmak Nehri'nin iki yakasına kurulmuş olan şehir Turhal Ovası'nda yer almaktadır. Turhal'ın yerleşme geçmişi tarihi çağlara kadar uzanmaktadır. Turhal Kalesi'nde yer alan kitabelerin M.Ö. 3000'lere tarihlendirildiği ifade edilmektedir. Günümüzde nüfusu 60000'in üzerinde olan Turhal şehri Erbaa'dan sonra Tokat'ın en büyük ilçesi konumundadır. 1900'lü yıllarda küçük bir yerleşim merkezi konumunda olan Turhal'ın gelişiminde 1934 yılında kurulan, bölgenin önemli sanayi kuruluşlarından olan Turhal Şeker Fabrikası'nın büyük etkisi vardır (Gök, 2021, s. 70-75).

Araştırma sahasındaki yegâne il merkezi ve sahada yer alan en büyük şehir yerleşmesi olan Tokat il merkezi Kazova'nın doğusunda yer almaktadır. Yerleşme tarihi M.Ö. 4000'li yıllara kadar uzanan Tokat'ın ilk yerleşim merkezi günümüzdeki konumun doğusunda yer alan "Komana"dır. Daha sonra yerleşme günümüzdeki yerine Tokat Kalesi'nin yamaçlarına taşınmıştır. Tokat'ın yerleşme çekirdeğini kalenin yamaçlarında yer alan mahalleler oluşturmaktadır. Şehir merkezinde yer alan Sulusokak mevkii birçok medeniyetin izlerini taşıyan yapıları barındırmaktadır. 1960'lı yıllara kadar genel itibariyle belirtilen bölge olan Tokat yerleşme alanı bu tarihten itibaren Yeşilırmak Nehri'nin kuzey tarafındaki alanda yer alan ve genellikle bağ olarak kullanılan bölgeye doğru genişlemiştir (Ünal, 2005).



Fotoğraf 36: Tokat Kalesi'nden Tokat İl Merkezi Görünümü (Yön: Doğu).

1.7.2 Kır Yerleşmeleri

Yukarı Yeşilırmak Havzası sınırları dâhilinde bulunan kırsal yerleşmelerin sayısı 399 olarak belirlenmiştir. Köy, kasaba ve mezraların dâhil edildiği bu sayıya geçici yerleşmeler eklenmemiş olup sadece sürekli yerleşmeler baz alınmıştır. Araştırma sahasında yer alan kırsal yerleşmeler toplu yerleşmelerdir. Dağınık yerleşme örneği görülmemiştir. Kırsal yerleşmelerin ekonomik faaliyetleri bulundukları yere göre şekillenmektedir. Ovalarda yer alan kırsal yerleşmelerde yoğun bir şekilde zirai faaliyetler yapılmaktadır. Bölgede yer alan tüm köylerde zirai faaliyetler yapılmakla birlikte yüksek kesimde yer alan ve sert iklim koşulları hüküm süren yerlerde zirai faaliyetler oldukça kısıtlıdır. Bu yerleşmelerde hayvancılık faaliyetleri nispeten daha yaygındır. Gerek büyükbaş gerekse de küçükbaş hayvancılık faaliyetleri mevcuttur.

Kırsal yerleşmelerin ilçelere göre dağılımı Tablo 7'de verilmiştir. Tabloya göre yerleşmelerin büyük çoğunluğu Tokat iline bağlı ilçelerin sınırları dâhilindedir. Havzada yer alan 399 adet kırsal yerleşmenin 314'ü Tokat ili ve ilçelerine bağlıdır. Sivas ili sınırlarında bulunan yerleşme sayısı ise 56 olarak tespit edilmiştir. Çalışma sahsında yer alan 29 kırsal yerleşme ise Amasya ili sınırları içerisindedir.

Tablo 7: Kırsal Yerleşmelerin İlçelere Göre Dağılışı.

Sıra	İl	İlçe	Sayı
1	Tokat	Almus	48
2	Tokat	Artova	11
3	Tokat	Erbaa	7
4	Tokat	Niksar	1
5	Tokat	Pazar	17
6	Tokat	Reşadiye	31
7	Tokat	Tokat	85
8	Tokat	Turhal	55
9	Tokat	Zile	59
10	Sivas	Doğanşar	26
11	Sivas	Koyulhisar	4
12	Sivas	Zara	20
13	Sivas	Hafik	6
14	Amasya	Amasya	21
15	Amasya	Göynücek	8
TOPLAM			399

1.8 **Ekonomik Faaliyetler**

1.8.1 Tarım ve Hayvancılık

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda zirai faaliyetler havzanın batısında yer alan ovalarda yoğunlaşmıştır. Kapladığı alana göre büyükten küçüğe doğru sırasıyla Kazova, Zile Ovası Turhal Ovası ve Gözova havzada zirai faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı verimli arazilerdir. Bunların yanı sıra Amasya Ovası'nın da çok küçük bir kısmı havza dâhilindeki verimli tarım alanlarındandır (Fotoğraf 37). Ovalar haricinde yine tarımsa aktivitelere uygun vadi tabanları hafif eğimli alanlar vs. gibi alanlarda da tarımsal faaliyetler yapılmaktadır. CORINE'den temin edilen arazi kullanım durumu verisi de incelendiğinde havza alanının yaklaşık 4'te 1 i tarım alanlarına tekabül etmektedir. Araştırma sahasında birçok çeşitte farklı ürünlerin tarımı yapılmaktadır. Tarımsal üretim faaliyetleriyle alakalı sayısal veriler TÜİK tarafından idari sınırlar temel alınarak tutulmaktadır. Araştırma sahasının sınırlar idari sınırlarla uyuşmadığı için tam net verilere ulaşmak mümkün değildir. Bununla birlikte araştırma sahasında geniş büyük bölümü ve ya tamamı araştırma sahası sınırları içerisine giren ilçelerin tarımsal üretim miktarları tablolar halinde verilmiştir. Almus, Pazar, Turhal ve Doğanşar ilçelerinin tamamı havza sınırları dâhilindedir. Zile ve Tokat/ Merkez ilçelerinin de yaklaşık yarısı aynı şekildedir. Her iki ilçede de tarım alanları olarak da yaklaşık yarıya bir durum mevcuttur.



Fotoğraf 37: Amasya Ovası (Araştırma Sahasına Görülen Küçük bir Kısmı Dâhildir).

Tablo 8'de tahıl ve diğer bitkisel ürünlerin üretim miktarları verilmiştir. Havza genelinde tarımı yapılan ürünler incelendiğinde birçok çeşidin mevcut olduğu görülmektedir. Bunlardan yonca, şeker pancarı, mısır, buğday ve ayçiçeği üretiminin başı çektiği görülmektedir (Fotoğraf 38) .

Tablo 8: Tarımsal Üretim- Tahıl ve Diğer Bitkisel Ürünler (TÜİK-2021).

Ürün	Doğanşar	Almus	Tokat	Pazar	Turhal	Zile	Toplam(ton)
Yonca	850	30310	277500	20750	21563	30000	380973
Şeker Pancarı		10051	144274	12807	45754	61131	274017
Mısır-Slaj		10800	63000	32500	71453	48000	225753
Buğday	130	3362	16008	5656	36426	74186	135768
Mısır		24	13611	37866	14902		66403
Ayçiçeği Tohumu			246	4658	14875	29500	49279
Arpa	48	1065	16400	926	5120	18602	42161
Fiğ	10	4575	6180	1560	3000	3200	18525
Patates		1158	5008	392	3329	1717	11604
Korunga	595	1400	4410	432	86	1800	8723
Yulaf	21	975	42	2000	1260		4298
Nohut		125	2460	30	171	697	3483
Hayvan Pancarı		200	1750			240	2190
Yem Şalgamı		444	550		70	364	1428
Tritikale		90	473		25	750	1338
Yemlik Bezelye 350			500	240	230		1320
Yulaf	14	240	340		62	650	1306
Kuru Fasüle		55	235	30	165	368	853
Tritikale	18		690		81		789
Çavdar		50	64		112	2	228
Yeşil Mercimek			19		26	21	66
Haşhaş Tohumu					51		51
Haşhaş Kapsüşü					51		51
Bakla			50				50
Lavanta		1	5	4	2	1	13
Aspir Tohumu						5	5

Araştırma sahasındaki ovalarda yoğun bir şekilde sebze tarımı yapılmaktadır. Tablo 9'daki Tokat, Pazar ve Turhal'daki üretim miktarları dikkate alındığında Kazova, Turhal Ovası ve Gözova'da sebze tarımının geliştiği görülmektedir. Nispeten daha sert iklime sahip olan Zile Ovası'nda üretim miktarlar daha düşüktür. Havza'nın yüksek kesimlerini temsil eden Doğanşar'da ise kayda değer bir üretim görülmemektedir.

Tablo 9: Sebze Üretimi (TÜİK-2021).

Ürün	Doğanşar	Almus	Tokat	Pazar	Turhal	Zile	Toplam
Domates	0	1880	32475	84210	134178	4276	257019
Soğan	0	33	14129	1423	10776	35185	61546
Marul	0	54	30968	575	570	62	32229
Hıyar	0	100	23400	1150	3383	850	28883
Biber	0	180	12375	3425	8866	285	25131

Fasulye	4	797	8700	7000	3690	1500	21691
Sarımsak	0	28	9680	0	23	30	9761
Patlıcan	0	10	2540	800	4250	0	7600
Karpuz	0	0	630	2700	3413	600	7343
Ispanak	0	23	3750	460	784	140	5157
Pırasa	0	20	4800	14	26	0	4860
Lahana	0	166	3790	133	364	300	4753
Kabak	0	10	4175	14	130	40	4369
Barbunya	0	0	1566	2025	0	0	3591
Kavun	0	0	300	900	990	1000	3190
Maydanoz	0	1	1695	560	19	3	2278
Bal Kabağı	0	10	600	0	116	50	776
Bakla	0	5	570	0	0	0	575
Dereotu	0	0	338	24	12	0	374
Roka	0	0	288	70	0	0	358
Turp	0	0	265	10	0	13	288
Nane	0	0	150	113	13	0	276
Tere	0	0	233	25	5	0	263
Karnabahar	0	0	240	0	0	0	240
Brokoli	0	0	170	0	0	0	170
Semizotu	0	0	35	30	0	0	65
Bamya	0	0	8	0	21	0	29
Kırmızı Pancar	0	0	12	0	0	0	12

Üretim miktarları incelendiğinde domates tarımının havza genelinde yoğun bir şekilde yapıldığı görülmektedir. Üretim miktarında diğer ürünlere göre açık ara önde yer almaktadır. Turhal Ovası ve Kazova'da domates üretimi yoğundur. İkinci sırada yer alan ürün ise soğandır. Bu ürünün Zile'de yoğun bir şekilde üretildiği görülmektedir. Bununla birlikte üretim miktarları yarı yarıya düşük olarak varsayılmaktadır. Zile ilçesi sınırları dâhilinde yer alan Maşat Ovası'nda da soğan üretimi mevcuttur fakat havza sınırları dâhilinde değildir. Bunlar dışında havzdada hıyar, biber, fasulye, sarımsak gibi sebzeler de yüksek miktarlarda üretilmektedir.



Fotoğraf 38: Ayçiçek Tarlası (Ütük Köyü).

Araştırma sahasının meyve üretimi de yine zirai faaliyetler arasında önemli yere sahiptir. Bölgede üzüm üretiminin önemli bir yeri vardır. Kazova çevresinde bağcılık faaliyetleri geçmişten günümüze büyük önem taşımaktadır. Bu durum üretim değerlerine de yansımaktadır. Üzümün ardından sırasıyla şeftali, elma, kiraz gibi ürünlerin üretim miktarları fazladır.

Tablo 10: Meyve Üretimi(TÜİK-2021).

Ürün	Doğanşar	Almus	Tokat	Pazar	Turhal	Zile	Toplam
Üzüm	0	12	23773	3970	1910	4080	33745
Şeftali		2	10922	116	121	87	11248
Elma	15	200	5540	789	1947	1583	10074
Kiraz	1	4	4454	350	524	965	6298
Armut	14	99	3800	171	806	173	5063
Vişne	14	1300	1958	130	946	175	4523
Ceviz	4	336	540	132	840	273	2125
Erik		38	1536	37	125		1736
Dut		5	1311		9		1325
Çilek		18	485	71	174	158	906
Badem			404		4	9	417
Kızılcık		23	195				218
Ayva			106	23	63		192
Nektarin			88				88
Kayısı			44		8		52

Çörek Otu Tohumu		0	4	1	1	1	7
Zerdali			5				5

Zirai faaliyetlerin yanı sıra bölgede hayvancılık faaliyetleri de yaygın bir biçimde görülmektedir. Gerek büyükbaş hayvancılık gerekse de küçükbaş hayvancılık araştırma sahasında özellikle yoğun zirai faaliyetlerin yapıldığı ovalar dışında kalan alanlarda gelişmiştir (Tablo 11).

Tablo 11: Hayvan Sayıları TÜİK-2021).

Tür	Almus	Tokat	Pazar	Turhal	Zile	Toplam
Koyun	16004	90044	19097	50070	30507	205722
Sığır	6996	49037	8912	37450	30275	132670
Keçi	855	34910	1132	17084	14565	68546
Buzağı-Dana	3284	15014	4545	8443	15970	47256
Manda Yavrusu	27	390	270	510	252	1449
Manda	22	235	38	388	130	813
Eşek	148	360	20	0	44	572
At	52	142	3	0	0	197
Katır	0	54	0	0	0	54

Sanayi ve Madencilik

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda sanayi ve madencilik faaliyetleri nispeten az gelişmiştir. Havzada mevcut bulunan sanayi-üretim alanları genel itibariyle Tokat ve Turhal'da mevcuttur. Araştırma sahasında tarıma dayalı sanayi başı çekmektedir. Zirai faaliyetlerin gelişmiş olduğu havzada buna bağlı olarak tarıma dayalı sanayi de gelişmiştir. Tarıma dayalı gıda sanayi ve özellikle son yıllarda gelişme gösteren tekstil sanayi bölgede üretim açısından önemlidir. Havzada büyüklüğüne göre sırasıyla Tokat, Turhal ve Zile'de organize sanayi bölgeleri bulunmaktadır. Diğer ilçe merkezlerinde organize sanayi mevcut değildir. Organize sanayi bölgeleri dışında yine bu üç şehir merkezinde küçük sanayi siteleri mevcuttur. Turhal'da bulunan Şeker Fabrikası tarıma dayalı sanayi tesisleri için önemli bir örnektir. Araştırma sahasında madencilik faaliyetleri çok gelişmemiştir. Yine Turhal'da yer alan antimuan madeni bölgenin en önemli maden işletme tesisidir. Gerek Şeker Fabrikası gerekse de Antimuan Madeni İşletmesi 1930'lu yıllarda kurulmuş olan önemli tesislerdir (Gündüz & Yılmaz, 2016).

1.8.3 Ulaşım

Araştırma sahasında yer alan Tokat, Turhal ve Zile gibi merkezler tarihi dönemler boyunca önemli yerleşim yerleridir. Yine bölge doğu-batı ekseninde ve kuzey-güney ekseninde önemli geçiş güzergâhlarında olması

sebebiyle ulaşım fonksiyonu tarihi devirler boyunca gelişme göstermiştir. Bölge Hitit, Roma, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde ulaşım faaliyetleri açısında öneme sahiptir. Bu sebeple Tokat, Turhal, Zile ve Pazar'da tarihi konaklama yapıları mevcuttur (Özçağlar, 1988; Ünal, 2005).

Geçmişteki durumuna nazaran araştırma sahasının ulaşım fonksiyonu nispeten daha az gelişmiş durumdadır. Ülkemizin doğu-batı ana ulaşım aksını oluşturan karayollarından D-100 Karayolu havzanın kuzeyinden, Suşehri, Koyulhisar, Reşadiye, Niksar, Erbaa, Taşova ve Amasya'dan geçmektedir. D-200 karayolu ise güneyinden Sivas ve Yozgat illerinden geçmektedir. Kuzey-güney istikametinde kıyı ile iç kesimlerin bağlantısını sağlayan karayolu güzergâhı ulaşım açısından önemlidir. Samsun-Sivas bağlantısı Turhal ve Tokat'tan, havza sınırları içerisinde sağlanmaktadır.

Araştırma sahasının batısında bölgenin ulaşım faaliyetleri açısından önemli olan demiryolu hattı mevcuttur. Samsun-Sivas bağlantısını sağlayan demiryolu hattı Turhal ve Zile ilçelerinden geçmektedir (Fotoğraf 39). Yolcu ulaşımı ile birlikte demiryolu yük taşımacılığı açısında önemlidir.



Fotoğraf 39: Demiryolu Hattı(Turhal-Amasya Arası)

Araştırma sahasında Tokat ve çevre ilçelerin ulaşımı maksatlı yakın zamanda yapımı tamamlanan Tokat Hava Limanı mevcuttur. Tokat Şehir merkezinin batısında, Pazar ilçesi yakınlarında yer alan hava limanı hem yolcu hem yük taşımacılığı için önemlidir (Fotoğraf 40).



Fotoğraf 40: Tokat Hava Limanı.

1.8.4 Turizm

Araştırma sahasından turizm faaliyetleri nispeten az gelişmiş olmakla birlikte son dönemlerde yapılan yatırımlar ve tanıtım faaliyetleri ile ilerleme kaydetmektedir. Araştırma sahasında tarihi özellikleri ön plana çıkan Tokat, Turhal ve Zile yerleşmeleri tarihi dönemler boyunca önemli merkezler olmuştur. Tarihi/kültürel yapıların en fazla olduğu yer Tokat şehir merkezidir. Selçuklu ve Osmanlı eserlerinin yoğun olarak mevcut olduğu Tokat şehir merkezinde kültür turizmi açısından önemli potansiyel mevcuttur (Gündüz & Yılmaz, 2016). Bölgede turizm faaliyetlerini arttırmak maksadıyla birçok yatırım programı, destekleme paketi, tanıtım etkinlikleri yapılmaktadır. Zile ve Turhal şehir merkezleri de yine kültürel turizm açısından önemli yerlerdir. Yine daha önce de bahsedildiği üzere Pazar ilçesi'nde yer alan tarihi kervansaray kültürel açıdan önemlidir (Fotoğraf 41).



Fotoğraf 41: Mahperi Hatun Kervansarayı &Tokat Kalesi.

Kültürel dışında Pazar ilçesinde yer alan Ballıca Mağarası bölgedeki en önemli turizm destinasyonlarındandır. Ballıca Mağarası yapı özellikleri önceki başlıklarda verilmiştir. Ballıca mağarası dışında doğal değer olarak yine Pazar ilçesinde Ocaklı Şelalesi ve Doğanşar ilçesinde Dipsizgöl Şelalesi yer almaktadır.



Fotoğraf 42: Ocaklı Şelalesi (Pazar).



Fotoğraf 43:Dipsizgöl Şelalesi (Doğanşar).

1.9 **Arazi Kullanımı**

Arazi kullanımı iklim ve yer şekillerinden fazlaca etkilenmektedir. Bununla birlikte beşeri etkinin de yeri çoktur. Araştırma sahası bulunduğu konum itibariyle nemli Karadeniz İklimi ve Karasal Anadolu İklimi arasında geçiş özelliği göstermektedir. Buna bağlı olarak hem ormanlık alanlar hem de step alanları araştırma sahasında mevcuttur. Beşeri etki ise daha çok tarımsal aktiviteler ve yerleşme dağılışının durumu ortaya koymaktadır.

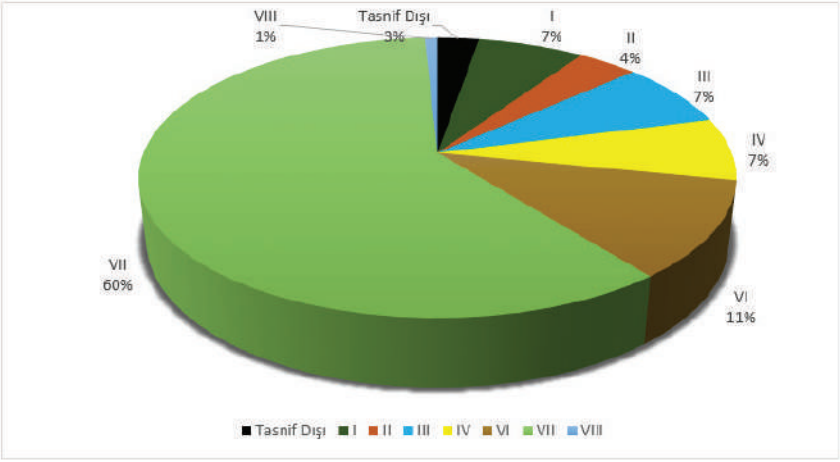
1.9.1 Arazi Kabiliyet Sınıfları

Arazi Kabiliyet sınıfları arazilerin belli başlı özelliklerinin incelenmesi ve belirlenmesi neticesinde arazilerin üretim kapasitesine göre oluşturulan arazi yetenek sınıflarıdır. Gerek ekonomik açıdan gerekse de sürdürülebilirlik açısında arazi kabiliyet sınıflarının belirlenmesi ve bu sınıflara göre arazide zirai faaliyet türlerinin-yoğunluklarının planlanması oldukça önemlidir. Bu husus yine doğal dengenin korunması açısında önemlidir. Arazi kabiliyeti belirlenirken bölgenin topografik özellikleri, iklimi, toprak özellikleri ve hidrografik özellikleri incelenmektedir. Bu özellikler temel alınarak arazi kullanım kabiliyetleri 8 sınıfta tasnif edilmiştir. Tarımsal açıdan en uygun arazilerden herhangi bir vejetasyonun barınamayacağı arazilere doğru birden sekize kadar sınıflar belirlenmiştir. (Atalay, 2013; Atalay & Gündüzoğlu, 2015, s. 156-164; T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2005, s. 18-20).

Yukarı Yeşilırmak Havzası arazi kullanım kabilyeti ile ilgili veriler şekil 15 ve harita 18'de verilmiştir. Araştırma sahasında V. Sınıfa dâhil

olan arazi bulunmamaktadır. Bunun dışındaki arazi kabiliyet sınıflarının hepsi mevcuttur. En yaygın arazi kabiliyet sınıf VII. Sınıf olup en az yer kaplayan arazi kabiliyet sınıf VIII. Sınıftır (Şekil 7).

I. Sınıf araziler zirai faaliyetlere en uygun olan arazilerdir. Bu sınıfta yer alan arazilerin toprak verimliliği oldukça yüksektir. Araştırma sahasında I. Sınıf araziler yaklaşık olarak %7'lik alan kapsamaktadır. Harita 12 incelendiğinde bu tür araziler çoğunlukla ovalarda yer almaktadır. Başta Kazova olmak üzere Turhal ve Zile Ovaları ile Gözova'nın belli bir kesiminde I. Sınıf araziler mevcuttur. Araştırma sahasında zirai faaliyetlerin yoğlun olduğu alanlar da bu yerlerdir. Ovalar dışında güneyde Silisözü senklinal sahasında ve akarsu vadilerindeki dar alanlarda 1. Sınıf araziler mevcuttur. Bu alanların genel özellikleri incelendğinde çoğunlukla 800 metreden daha az yükseltiye sahip alanlar olduğu görülmektedir. Bu özelliği ile iklim koşullarının ideal seviyelerde olduğu alanlardır. Yine bu alanlar çoğunlukla düz ve düze yakın kesimler olup şiddetli erozyonun olma ihtimali düşük alanlardır. Erozyon şiddetini gösteren Harita 14'te de bu alanların erozyon değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Yine eğim değerlerini gösteren Harita 8'de de bu alanların eğim değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Toprak verimliliği açısında bu alanların çoğunlukla verimli alüvyal topraklardan müteşekkil olması da yine I. Sınıf arazi olmaları üzerinde önemli etkendir. Hidrografik açından incelendiğinde I. Sınıf arazilerin bulundu yerlerde iyi drenaj ağı vardır. Bunun dışında özellikle Kazova'nın batı kesimlerinde drenaj kanalları vasıtasıyla drenaj durumu iyileştirilmiş ve tarımsal verimliliği arttırılmış bölgeler bulunmaktadır. Diğer beşeri etki ise bu alanların çoğunlukla sulanabilir arazilerden müteşekkil olması durumudur.



Şekil 7: Yukarı Yeşilırmak Havzası Arazi Kabiliyet Sınıfları Nispi Dağılışı.

Araştırma sahasında yaklaşık olarak %4'lük alan kaplayan II. Sınıf araziler genel itibariyle I. Sınıf arazilerden müteşekkil olan ovaların kenarlarında yer alan hafif eğimli bölgelerde, Zile Ovası'nın eğimli olan batı kesiminde ve Gözova'nın nispeten eğimli ve hafif yüksek kesiminde dağılış göstermektedir. Bu alanlarda yine tarımsal verimliliği yüksek sahalardır. Ova tabanlarında nispetle hafif eğimli alanlar oldukları için bu bölgelerde belli ölçüde erozyon görülmektedir. Yine bu alanlar nispeten yüksek alanlar olduğu için iklim koşulları bir miktar sert olan sahalardır.

III. sınıf araziler havzada %7'lik alana sahiptir. Bu arazilerin bulunduğu sahalarda toprak verimliliği belli ölçüde düşmüştür. Özellikle ovaları sınırlayan dağların yamaçlarında eğim faktörüne bağlı olarak bu sınıftaki araziler dağılış göstermektedir. Yine yüksek kesimlerde de iklim koşullarına bağlı olarak III. Sınıf arazilerin bulunduğu alanlar mevcuttur. Silisözü senklinali, Geyraz(Behzat) Deresi'nin yukarı çığırı, Ayranpınar yükselimi, Zile ovasının batısı Yaylacık Dağı'nın kuzey kesimleri ve Buzluk Dağı'nın belli alanları III. Sınıf arazilerdendir. Bu alanlarda tarımsal faaliyetler zor ve maliyetlidir. Gerek sert iklim koşulları gerek erozyon duyarlılığı gerekse de toprak verimliliğinin düşüklüğü bu duruma sebebiyet vermektedir.

Araştırma sahasında IV. Sınıf arazilerde yine %7'lik bir alanda dağılış göstermektedir. Bu tür arazilerde artık tarımsal üretim oldukça zordur. Eğim ve erozyon değerleri fazla, toprak derinliği ve verimliliği düşük olan bu alanlarda zirai faaliyetler oldukça zahmetli ve getirisi düşüktür. Bu tür arazilerin havzada dağılış gösterdiği alanlar genellikle yükseltinin ve eğim değerlerinin fazla olduğu alanlardır. İlk olarak havzanın doğusunda Kösedağ dolaylarında bu sınıfa dâhil olan araziler geniş yer kaplamaktadır. Yine Yaylacık Dağı'nın yüksek kesimleri, Akdağ'ın eğimi yüksek olan yamaçları, karasallık değerinin yüksek olduğu havzanın güney batısı IV. Sınıf arazilerin dağılış gösterdiği yerlerdir.

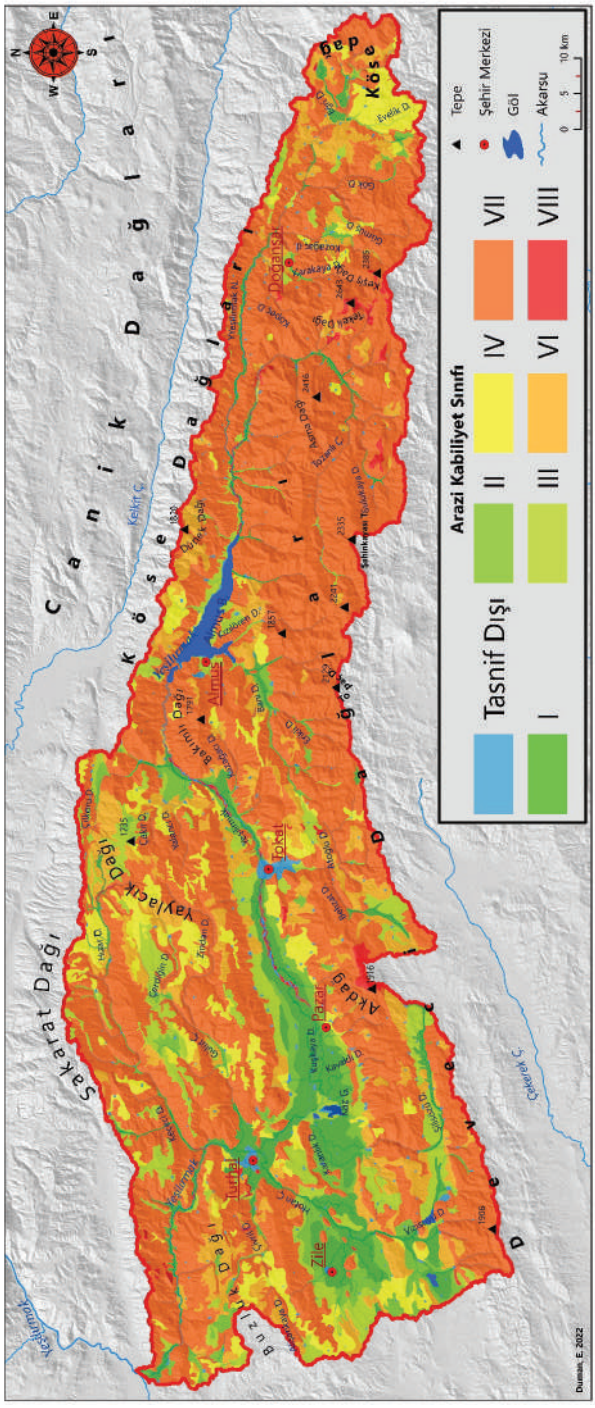
Araştırma sahasında ikinci en çok alan kaplayan VI. Sınıf araziler çoğunlukla dağların yüksek kesimlerinde, eğim değerleri fazla olan vadi yamaçlarında fazlaca bulunmaktadır. Köse Dağları'nın Almus Barajı'na bakan yamaçları ve Buzluk Dağı'nın kuzey kesimlerinde bu sınıfa dâhil olan alanlar mevcuttur.

Araştırma sahasının yarında fazlasını kaplayan VII. Sınıf araziler ova tabanları hariç havzanın hemen her yerinde mevcuttur. VII. Sınıf araziler araştırma sahasında %60'lık dağılış göstermektedir. Havzanın geniş bölümünün dağlık alanlarla kaplı olması sebebiyle bu sınıfa dâhil olan arazilerin bu denli çok alan kaplaması normaldir. Bu tür arazilerde eğim değerlerinin oldukça fazla olması sebebiyle erozyon duyarlılığı oldukça yüksektir. Harita 14'te de bu durum görülmektedir. Bu durum sebebiyle

bu alanlarda toprak gelişimi oldukça zayıftır. Bu sınıfa dâhil olan alanlarda nemlilik durumuna bağlı olarak orman örtüsü gelişim göstermektedir. Yaylacık Dağı'nın yüksek kesimleri ve Deveci Dağları'nın güney kesimleri orman örtüsünün dağılış gösterdiği alanlardır. Bu alanlar dışında nispeten sıcak olan havzanın batı kesimleri ile karasal iklim etkisinin fazla olduğu doğu kesimlerinde orman örtüsü görülmemektedir.

VIII. sınıf araziler %1'lik alanla oldukça az yer kaplamaktadırlar. Bu alanlar dağların tepe kesimlerindeki kayalık alanlar ile nehir kenarında yer alan bataklık alanlardır.

Araştırma sahasında V. Sınıf arazi bulunmamaktadır. Bunlar dışında sahada tasnif dışı arazi yer almaktadır. %3'lik alan kaplayan tasnif dışı arazilerin en büyük kesimi Almus Barajı su yüzeyidir. Bunun dışında yer alan su yüzeyleri de tasnif dışıdır. Su yüzeyleri dışında yerleşme alanları da tasnif dışı arazi kapsamına girmektedir. Bunlar dışında Sakarat Dağı'nın güneybatı yamacında tasnif dışı arazi görülmektedir. Veri eksikliğinden kaynaklandığı düşünülen bu alanın VI-VII. Sınıf arazilerden olduğu tahmin edilmektedir.



Harita 14: Yukarı Yeşilırmak Havzası Arazi Kabiliyet Sınıfları Haritası (Kaynak TRGM).

1.9.2 Arazi Kullanım Deseni

Arazi kullanımı veya arazi örtüsünün belirlenmesi bölgenin kapasitesinin ne yönde kullanıldığı ve ne gibi kullanımın daha doğru sonuçlar vereceğinin belirlenmesi açısından önemlidir. CORINE (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilginin Koordinasyonu), uydu görüntülerinin bilgisayar destekli görsel yorumlama vasıtasıyla arazi örtüsünün belirlenmesi projesidir ve Avrupa Çevre Ajansı tarafından arazi sınıfları belirlenmektedir (Türkiye Cumhuriyeyti Tarım ve Orman Bakanlığı 2021).

Araştırma sahasının arazi örtüsünün belirlenmesi maksadıyla CORINE verileri temin edilmiştir. 1990 ve 2018 yıllarına ait arazi örtüsü verileri CBS uygulamaları vasıtasıyla düzenlenmiş ve haritalar oluşturulmuştur (Harita 15-16).

Tablo 12: Arazi Örtüsü(CORINE).

Arazi Örtüsü	1990		2018		
	Alan(km^2)	%	Alan(km^2)	%	Değişim(km^2)
Akarsu Kumulu	6	0,1	6	0,1	0
Bağ-Bahçe	23	0,4	12	0,2	-11
Çayır	764	12,0	716	11,2	-48
Çıplak Alan	40	0,6	20	0,3	-20
Kuru Tarım	1459	22,8	1410	22,1	-49
Maden	0	0,0	8	0,1	8
Orman	2837	44,4	2929	45,8	92
Seyrek Bitki Örtüsü	616	9,6	514	8,0	-102
Su Yüzeyi	39	0,6	40	0,6	1
Sulak alan	2	0,0	2	0,0	0
Sulu Tarım	558	8,7	668	10,5	110
Yerleşme	47	0,7	67	1,0	20

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın 1990 ve 2018 yılı arazi örtüsü dağılışı tablo 12'de verilmiştir. 1990 yılındaki arazi örtüsü incelendiğinde orman alanları %44,4'lik alanla en fazla yer kaplayan örtü birimidir. Orman alanları daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere özellikle dağlık sahalarda dağılış göstermektedir. Yoğun orman alanları daha çok Yaylacık Dağı'nın yüksek kesimleri, Sakarat Dağı'nın güney yamaçları ve Deveci Dağları'nın havzanın doğusunda kalan kesimlerinin kuzey yamaçlarıdır. Özellikle Almus Barajı'nın güneyinde yoğun orman örtüsü bulunmaktadır. Bu alanlar dışında yer alan orman alanları nispeten daha seyrek ve az tür çeşitliliği olan alanlardır. 2018 yılına ait arazi örtü verisi incelendiğinde orman alanlarının bir miktar artış gösterdiği görülmektedir. Yapılan arazi çalışmalarında köylülerle yapılan mülakatlarda daha önceki yıllara göre artış miktarının daha fazla olduğu öğrenilmiştir. Bu

durum köyden kente göçün ormanlardan yararlanma miktarının azalmasını ve ormanların gelişmesinin sağlaması neticesinde ortaya çıkmıştır. Yine özellikle sulamalı tarıma geçişle ovaların çevresinde yer alan orman köylerinin tarıma yönelmesi orman alanlarının genişlemesini sağlamıştır.

Kuru tarım alanları 1990 yılında %22,8 oranında yer kaplamaktadır. Kuru tarım sahaları genellikle ovaların çevrelerinde yer alan yamaçlarda veya ovaların eğimli sahalarında dağılış göstermektedir. Bu alanlar dışında yine belli başlı vadi alanlarında kuru tarım alanları dağılış göstermektedir. 2018 yılında kuru tarım alanlarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu durumu havzada sulama maksatlı yapılan göletlerin vasıtasıyla kuru tarımdan sulu tarıma geçiş sağlamıştır.

Havzada yer alan çayır alanları genellikle dağların yüksek kesimlerinde yer almaktadır. 1990 yılında %12'lik alan sahip olan çayır alanları ufak bir düşüşle 2018 yılında %11,1 seviyesine gerilemiştir.

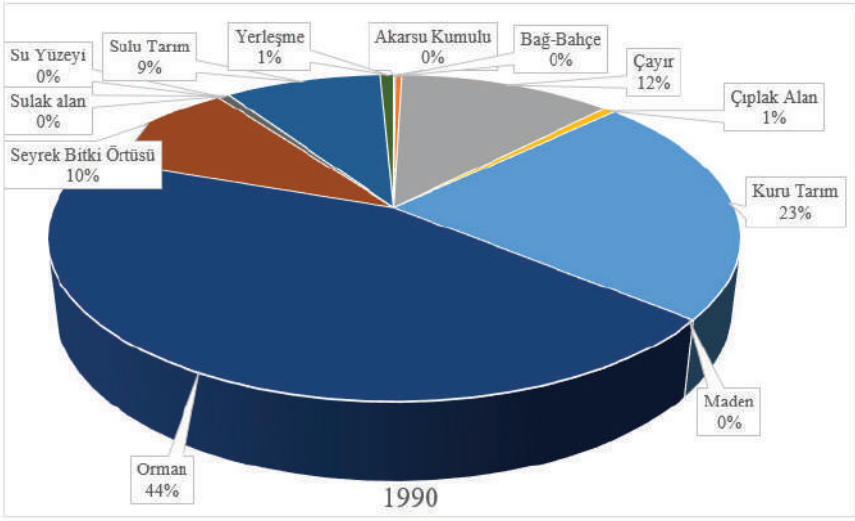
Seyrek bitki örtüsü alanları çoğunlukla havzanın doğusunda yer almaktadır. Doğanşar ilçesi dolaylarında ve Almus Barajı doğusunda seyrek bitki örtüsü olan alanlar mevcuttur. Bu sahalarda seyrek çalı ve ağaç toplulukları yer almaktadır. 1990 yılında yaklaşık olarak %10'luk alan kapsayan seyrek bitki örtüsü alanları 2018 yılında azalma göstererek %8'e düşmektedir.

Sulu tarım alanları araştırma sahasının başlıca ekonomik faaliyetleri açısından oldukça önemlidir. Havzada yer alan ova alanları büük ölçüde sulamalı tarım faaliyetleri yapılan alanlardır. Öncelikle 1966 yılında yapımı tamamlanan Almus Barajı ile birlikte Yeşilırmak Nehri'nin çok düzensiz olan akımları kontrol altına alınmıştır. Bununla birlikte ilk o dönemlerde Gözova'yı sulama maksatlı Tokmakkaya Regülatörü, Kazova'yı sulama maksatlı da Gümenek Regülatörü inşa edilmiştir. Tokmakkaya Regülatörü vasıtasıyla yaklaşık olarak 35 km^2'lik tarım alanı Gözova'da, Gümenek Regülatörü vasıtasıyla da yaklaşık 105 km^2'lik alan Kazova'da ve yaklaşık 20 km^2'lik alan Turhal Ovası'nda sulamalı tarıma açılmıştır (Aşçıoğlu, Uzuner 1973: 6-7). Başlangıçta bu yapılar olmak üzere sürekli sulama üniteleri yapılmış ve 1990 yılında havzada 558 km^2'lik alanda sulama tarım yapılmıştır. 2018 yılında ise sulama yapılan alanlar yaklaşık 5 te bir oranında artmış ve 668 km^2'ye çıkmıştır.

Araştırma sahasındaki yerleşme alanları da oransal olarak büyük bir artış görülmüştür. 1990 yılında 47 km^2'lik alan kapsayan yerleşmeler 2018 yılında gelindiğinde yaklaşık %40'lık bir artış göstererek 67 km^2'ye çıkmıştır. Havzadaki şehir yerleşmelerinin alanlarının geçen 28 yılda genişlediği görülmektedir.

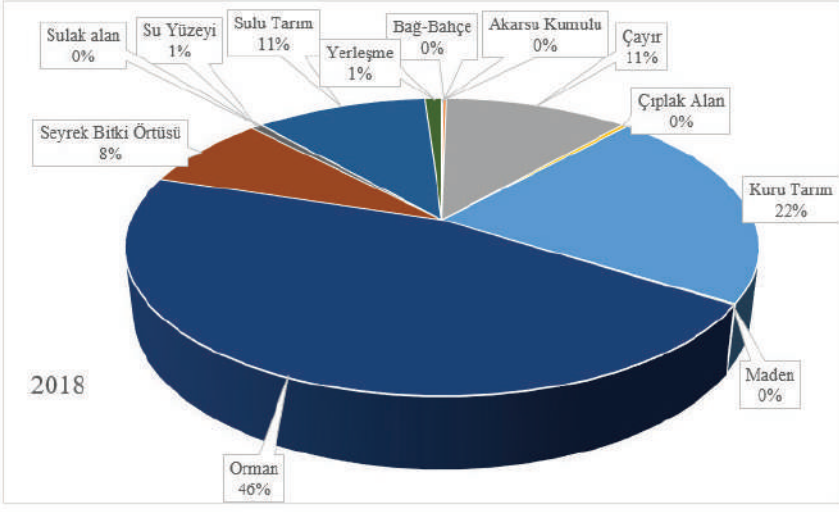
Havzada küçük alanlar kaplayan bağ-bahçe alanları ve çıplak alanlarda azalmalar görülmektedir. 1990 yılında havzada maden sahası yer almamakla

birlikte 2018 yılında yaklaşık 8 km^2 alan kaplamaktadır. Su yüzeyi, sulak alanlar ve akarsu kumulu içeren alanlarda da değişiklik miktarı çok düşüktür. Havzadaki en önemli su yüzeyleri Almus Baraj Gölü, Ataköy Barajı Gölü ve Kaz Gölü olup daha sonraki süreçte yapılan göletler çok küçük ölçeklidir.

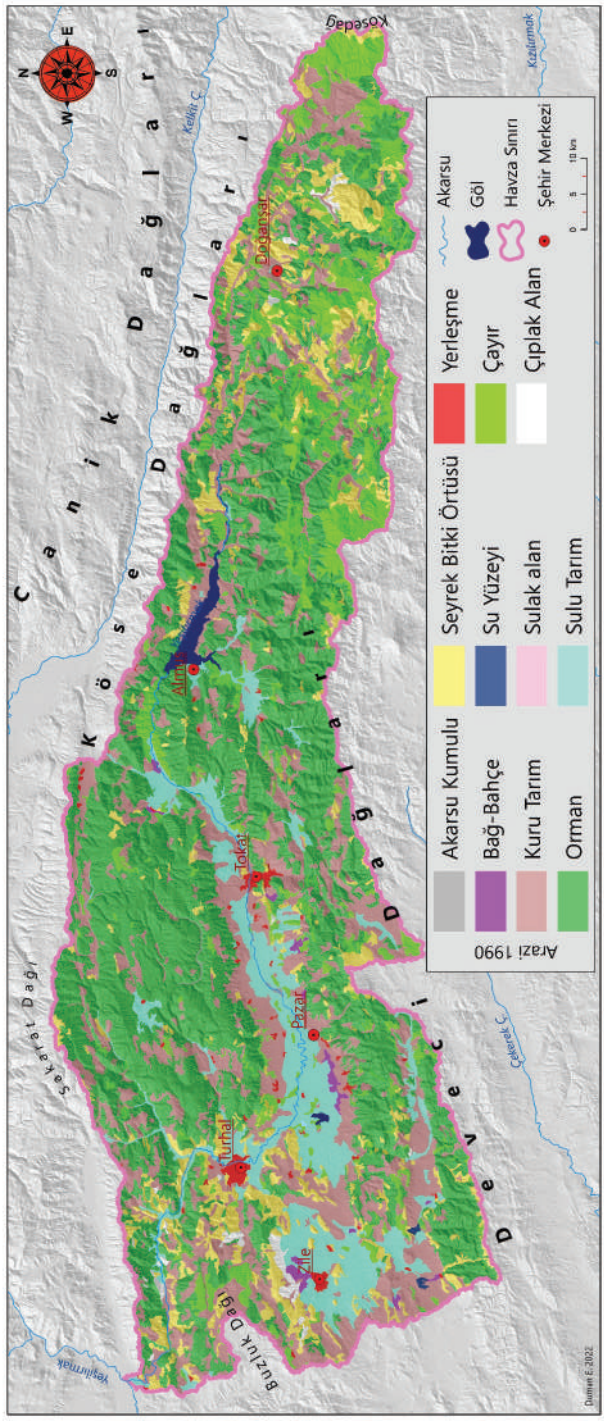


Şekil 8: 1990 Yılı Arazi Örtü Birimleri Oransal Dağılışı.

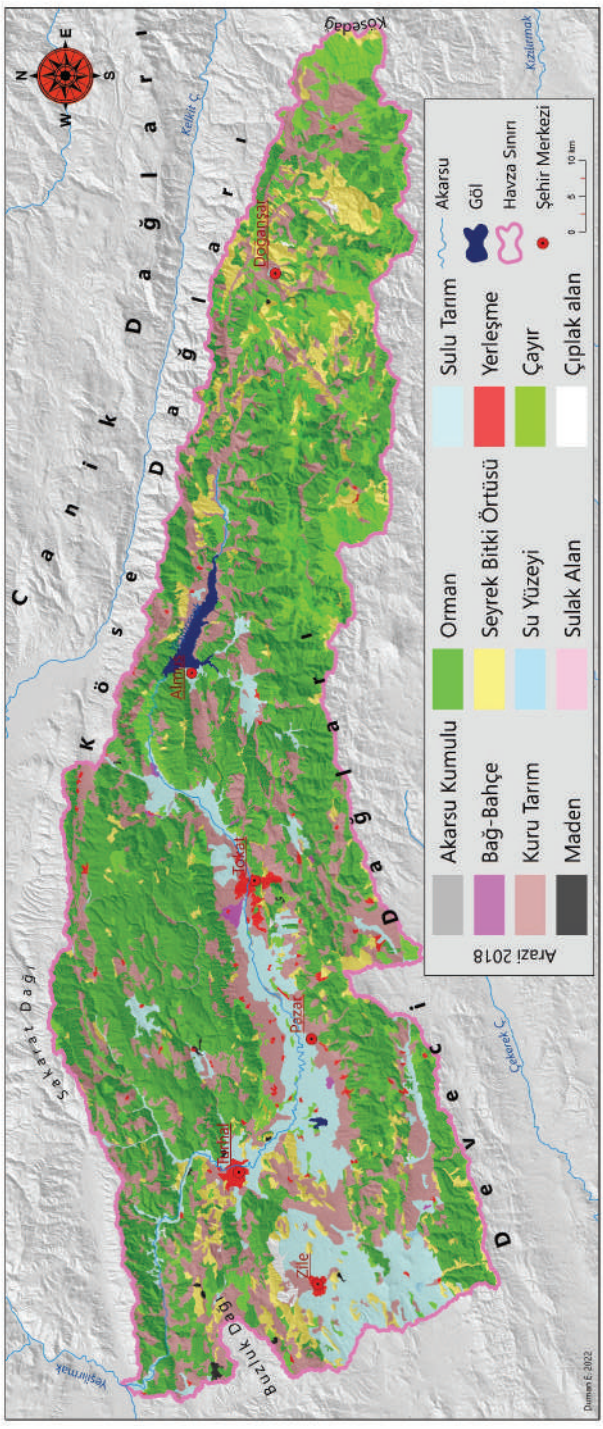
Şekil 8'de Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın 1990 yılına ait arazi örtü birimlerinin oransal dağılışları görülmektedir. Şekil 9'da ise 2018 yılına ait değerler mevcuttur.



Şekil 9: 2018 Yılı Arazi Örtü Birimleri Oransal Dağılışı.



Harita 15: 1990 Yılı Arazi Kullanımı (CORINE).



Harita 16:2018 Yılı Arazi Kullanımı (CORINE)

BÖLÜM II

2. YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN TOPOGRAFİK ANALİZLERİ

2.1 Yüzeysel Analizler

2.1.1 Yükselti

Türkiye genel itibariyle arızalı bir yapıya sahip olup yer şekillerinin çeşitliliği açısından oldukça zengin bir araziye sahiptir. Bunun yanı sıra Türkiye arazisi 1132 m ortalama yükseltisi oldukça fazladır. Türkiye arazisinin bu denli yüksek ve arızalı yapıya sahip olmasında iç kuvvetlerin etkisi büyük olup özellikle yoğun bit şekilde kıvrım hareketlerine maruz kalması önemli etkendir. Tektonik etkenlerle birlikte volkanik faaliyetler ve dış kuvvetler Türkiye arazisinin arızalı yapıya sahip olmasında etkili olmuştur (Şahin 2006: 33; Atalay 2011: 25; Atalay 2017: 85-89).

Yukarı Yeşilırmak Havzası, Türkiye'nin genel morfolojik yapısına paralellik göstermekte olup dağlık alanların geniş yer tuttuğu ve faylanmaya bağlı olarak bu dağ silsilelerinin arasında oluşan tektonik çukurların akarsular tarafından alüvyonlarla doldurulmasıyla ovaların yer aldığı bir yapıya sahiptir.

Doğu-Batı yönlü uzanmakta olan Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın yükseltisi batıdan doğuya doğru gidildikçe artmaktadır. Havzanın çıkış noktası olan Çekerek Nehri birleşimindeki yükselti değeri 410 metre olup havzanın en alçak noktası bu alandır. Araştırma sahasının en yüksek kesimi ise havzanın en doğusu olup, Zara ilçesi sınırları dâhilinde olan bölgedir. Köse Dağları'nın bir kesimi olan bu bölgede yükselti değerleri 2700 metreye ulaşmaktadır. Araştırma sahasının ortalama yükselti değeri 1195 metre olup Türkiye ortalaması olan 1132 metrenin üzerindedir.

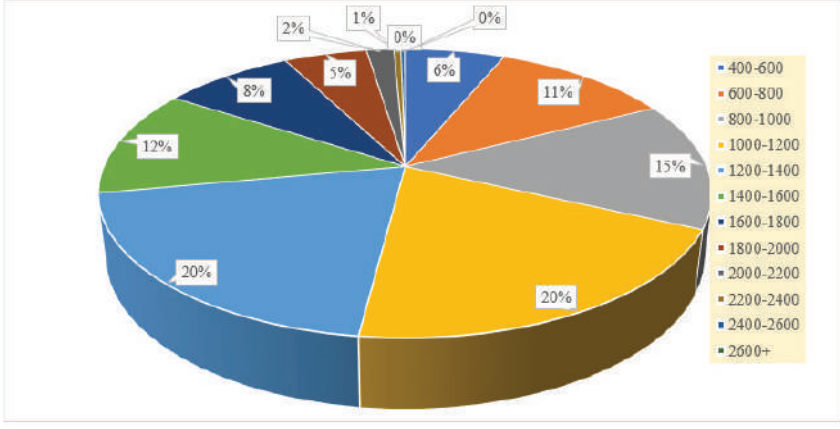
İzbırak (1983)'ın hazırlamış olduğu ve "Türkiye Ana Şekiller Yer Yapısı Haritası(Morfoteknik Harita)" başlıklı haritada Yukarı Yeşilırmak Havzası'na tekabül eden alan "Kuzey Anadolu kıvrımlar kuşağı ve kıvrım dağları" şeklinde tasnif edilmiştir. İlgili harita incelendiğinde araştırma sahasının çukuru alanlarına karşılık gelen bölge de " başlıca kırıklar ve çöküntü alanları" olarak gösterilmiştir. Araştırma sahasının batısında Buzluk Dağı doğusunda ise Köse dağları yer almaktadır. Sahanın kuzey kesiminde Sakarat Dağları ve bu dağların güneyinde yer alan Yaylacık Dağları bulunmaktadır. Sahanın güneyinde ise Deveci Dağları yer almaktadır (Harita 17).

Araştırma sahasında yer alan bazı yüksek noktalar ve yükseltileri şu şekildedir: Akdağ-1916m, Kestavur D.-1643m, Şahinkayası T.-2385m, Asma D.-2416m, Dünek D.-1820m, Tekeli D.-2643m, Keşiş D.-2385m, Yaylacık D.-1735m, Dikmen T.-1621, Mercimek D.-1214, Torak T.-2129m, Bakımlı D.-1791m.

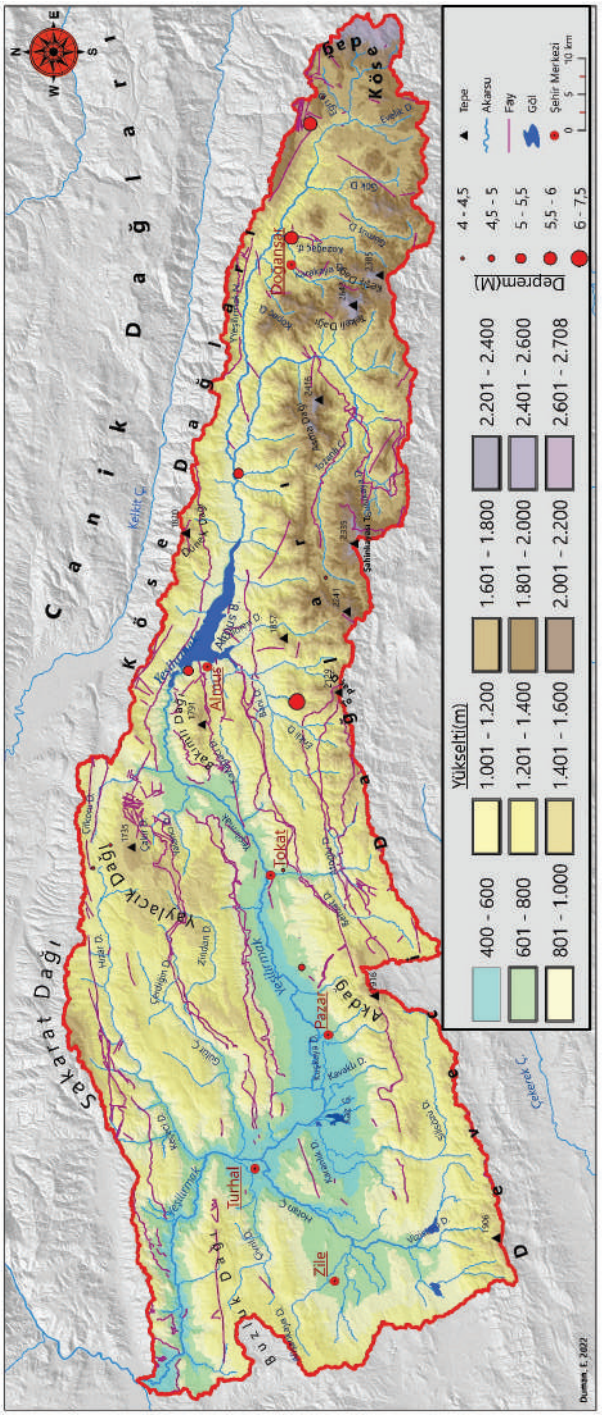
Tablo 13: Yukarı Yeşilırmak Havzası Yükselti Basamakları Alan ve Oranları.

Yükselti Basamağı	Alan(km²)	**Oran(%)**
400-600	400	6,3
600-800	720	11,3
800-1000	917	14,3
1000-1200	1288	20,2
1200-1400	1281	20,0
1400-1600	768	12,0
1600-1800	528	8,3
1800-2000	334	5,2
2000-2200	110	1,7
2200-2400	28	0,4
2400-2600	15	0,2
2600+	3	0,0

Tablo 13'te Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda belirlenen yükselti basamakların alanlar ve Şekil 10'daki grafikte nispi değerleri verilmiştir.



Şekil 10: Yükselti Basamaklarının nisbî dağılımı.



Harita 17: Yukarı Yeşilırmak Havzası Yükselti Basamakları Haritası

Araştırma sahasının yükselti basamakları Tablo 13'teki gibi olup yine oransal dağılımları Tablo 13 ve Şekil 10' de gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde araştırma sahasının en alçak basamağı olan 400-600 metre yükselti basamağı 400 km²'lik bir alanla havzanın %6'sını kapsamaktadır. Buna tekabül eden kısım havzanın çıkış noktasından itibaren Yeşilırmak Nehri'ni takip ederek yukarı doğru önce Amasya Ovası'nın bir kısmı, devamında Turhal Ovası ve Amasya Ovası arasında kalan ve nehrin oluşturduğu dar vadi tabanı, Turhal Ovası ve Kazova'yı kapsamaktadır. Ayrıca Turhal Ovası'ndan Zile Ovası'na doğru Hotan Çayı'nin oluşturduğu vadi de bu basamağa dâhildir. Doğuda en son Tokat şehir merkezine gelmeden bir sonraki yükselti basamağına geçilmektedir.

İkinci yükselti basamağı olan 600-800 metre yükselti basamağı 400-600 metre yükselti basamağının bulunduğu vadi alanlarında hemen çevresinde dar bir hat olarak belirmektedir. Yaklaşık olarak 700km²'lik bir alan kaplayan ve %11'lik orana sahip olan bu yükselti basamağı Turhal Ovası ile Amasya Ovası arasında dar bir hat şeklindedir. Bunun dışında Keçeci Deresi vadisi aynı basamakta yer almaktadır. Bu yükselti basamağındaki önemli geniş alanlardan birisi Zile Ovası'dır. Araştırma sahasındaki diğer bir ova olan Gözova(Omala Ovası) da bu yükseltide yer almaktadır. Gözova'dan itibaren Almus Barajı ile Gözova arasında kalan dar Yeşilırmak vadisi ve Almus Barajı ile Kazova'nın çevresinde yer alan ve çoğunlukla fay basamaklarının oluşturduğu alanlar da bu yükselti basamağında yer almaktadır.

800-1000 metre yükselti basamağı araştırma sahasın yaklaşık olarak %11'lik bir kısmını kapsamaktadır. 900 km²'den biraz fazla alana sahip olan 800-1000 basamağı çoğunlukla dar alanlarda bir önceki yükselti basamağının çevresinde yer almakta olup Zile Ovası güneyinde ve Almus ilçesinin doğusunda geniş yer kaplamaktadır.

Araştırma sahasında en geniş yer kaplayan 1000-1200 metre yükselti basamağının kapladığı alan yaklaşık olarak1288 km²'dir ve araştırma sahasının %20,2'lik kısmını kaplamaktadır. Çoğunlukla Yaylacık ve Buzluk Dağları'nda bu yükselti basamağında alanlar olmakla birlikte Akdağ'ın güney kesimleri ve sahadaki diğer dağların yamaçları 1000-1200 yükselti basamağında yer almaktadır.

1200-1400 metre yükselti basamağına dâhil olan araziler yine çoğunlukla Buzluk ve Yaylacık dağları ile Akdağ'da yer almaktadır. Buzluk ve Yaylacık dağlarının yüksek kesimleri büyük oranda bu yükselti basamağında olup yine Sakarat Dağı ve Sakarat Dağı ile Yaylacık Dağı arasında yer alan oluk bu yükselti basamağındadır. 1200-1400 yükselti basamağı arazileri araştırma sahasının %20'lik kesimini oluşturmaktadır.

400-1600, 1600-1800 ve 1800-2000 metre yükselti basamakları toplamda 1630 km²'lik alana sahiptir ve araştırma sahasının %25,5'lik kısmına tekabül etmektedir. Havzanın yüksek kesimini oluşturan bu yükselti basamağına ait araziler daha çok doğudaki Köse Dağları ve Deveci Dağları'nın doğu kesiminde yer almakta olup, Yaylacık Dağı ve Akdağ'ın zirve kesimleri bu yükselti basamağına dâhildir.

Araştırma sahasında yer alan 2000 m üzerindeki araziler çok küçük yer kaplamakta olup havzanın %2,5'lik kısmına karşılık gelmektedir. Bu alanlar doğudaki yüksek zirvelerdir. Havzanın en doğusunda yer alan ve Yeşilırmak Nehri'nin kaynak kısmı olan Kösedağ araştırma sahasının en yüksek alanıdır. Bunun dışında Köse Dağları üzerinde yer alan birkaç zirve 2000 metre üzerindedir

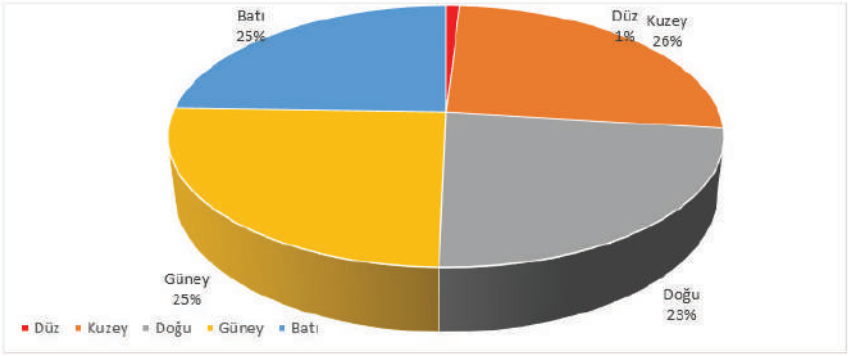
2.1.2 Bakı Durumu

Bakı durumu bir topoğrafya yüzeyinin hangi yöne baktığını belirlenmesi olup birçok hususta bölgenin coğrafi özelliklerine etki etmektedir (Hoşgören 2014). Bir yerin bakı durumun en önemli etkisi o bölgenin güneşe karşı konumundan kaynaklı oluşan hususiyetleridir. Güneşe karşı konum güneş ışınlarının geliş açısı ve güneşlenme süresi üzerinde etkiye sahip olup bu özelliklerde sıcaklık, yağış, buharlaşma, vejetasyon gelişimi üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Bu gibi özelliklerle birlikte birçok konu üzerinde de dolaylı yönden etkiye sahip olması sebebiyle bir yerin bakı durumu coğrafi açıdan oldukça önemlidir. Bilindiği gibi Türkiye kuzey yarım kürede yer almaktadır. Bunun neticesinde Türkiye'de güneye bakan yamaçlar kuzeye bakan yamaçlara oranla daha fazla güneş radyasyonuna maruz kalmaktadır. Bu durum neticesinde güneye bakan yamaçlar diğer unsurlar göz ardı edildiğinde kuzeye bakan yamaçlara oranla daha sıcaktır. Bunun sonucu olarak güneye bakan yamaçlarda buharlaşma miktarı daha fazladır. Nemlilik kuzeye bakan yamaçlarda daha çoktur.

Tablo 14: Bakı Durumu.

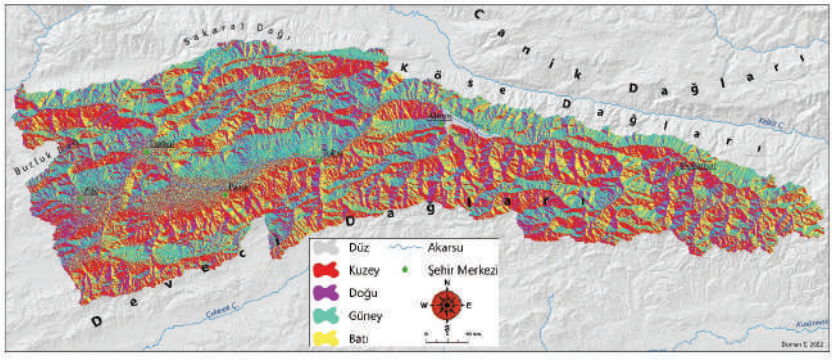
Yön	Alan(km²)	Oran(%)
Düz	61	1,0
Kuzey	1662	26,0
Doğu	1493	23,4
Güney	1608	25,2
Batı	1566	24,5

Tablo 14'te Yukarı Yeşlırmak Havzası'nın bakı durumu değerleri verilmiş ve Şekil 11'de bu değerler grafik olarak gösterilmiştir. Harita 18'de ise havza bakı durumu mevcuttur.



Şekil 11: Yukarı Yeşilırmak Havzası Bakı Durumu Oranları.

Araştırma sahasının bakı durumu incelendiğinde oransal açıdan eşit dağılım göze çarpmakta olup sadece düz alanların dağılışı çok az alan kaplamaktadır. En fazla kuzey yönlü araziler mevcut olup %26'lık alan kaplamaktadırlar. Batı ve Güney yönlü araziler %25 oranında ve doğu yönlü araziler ise de %23 oranında alan kaplamaktadır. Araştırma sahası çoğunlukla engebeli arazilerden müteşekkil olup bakı durumuna göre düz olan alanlar çoğunlukla su yüzeyleridir.

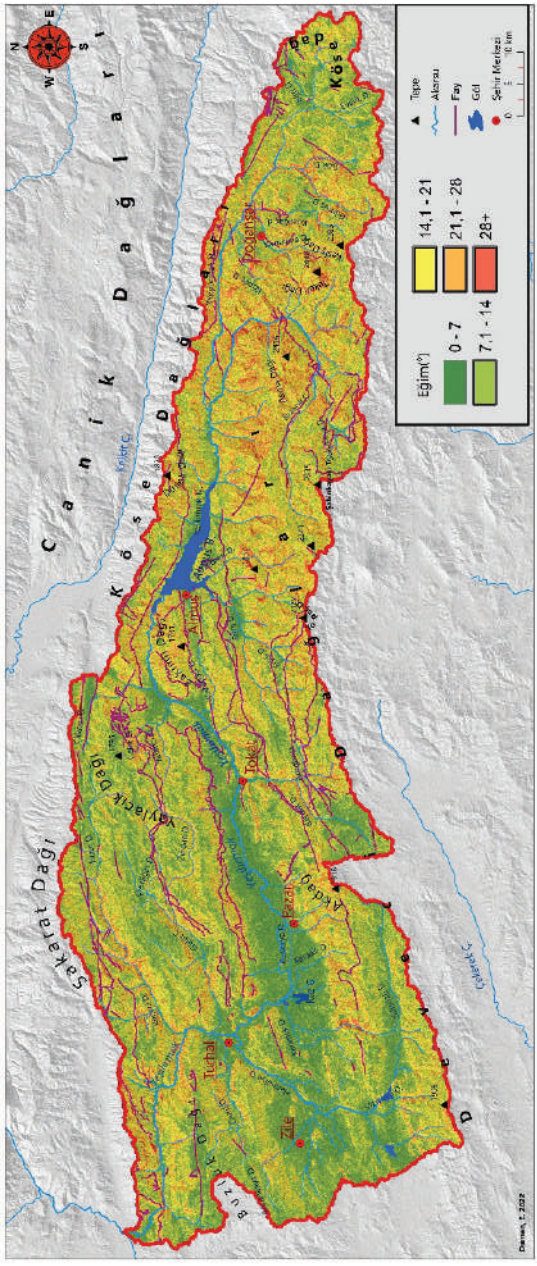


Harita 18: Yukarı Yeşilırmak Havzası Bakı Durumu Haritası.

2.1.3 Eğim Özellikleri

Eğim değerleri bir bölgede morfolojik gelişim üzerinde büyük etkiye sahiptir. Arazinin şekillenmesinde etkili olan yüzey sularının araziyi şekillendirme şekli ve hızı üzerinde eğim değerlerin etkisi büyüktür. Yüzey suları aşındırma ve biriktirme faaliyetlerini ve bu faaliyetlerin büyüklüklerini kinetik enerjilerine göre belirlemektedirler. Yüzey sularının

enerjisinin fazla olduğu alanlarda aşındırma kuvveti ve dolayısıyla miktarı artmakta, eğimin azalmasıyla birlikte aşındırma da azalmaktadır. Bir noktadan sonra akarsular aşındırdığı malzemeyi biriktirmektedir. Yüzey sularının aşındırma kuvveti 40° eğimde azami seviyeye ulaşmakta olup bu değerden itibaren aşındırma kuvveti azalmaktadır (Erinç 2012: 387).



Harita 19: Yukarı Yeşilırmak Havzası Eğim Haritası

Harita 19'da araştırma sahasının eğim değerleri verilmiştir. Havzanın eğim değerleri 12 metrelik piksel değerlerine sahip Sayısal Yükselti Modeli(Digital Elevation Model) verisinden ArcMap 10.5 paket programı vasıtasıyla üretilmiştir. Eğim haritası incelendiğinde arızalı bir yapıya sahip olan araştırma sahasında düz-düze yakın alanların da eğim değerleri yükse olan alanlarında yağın olduğu görülmektedir. Araştırma sahasındaki tektonik faaliyetlerin eğim değerleri üzerindeki etkisi kolaylıkla görülmektedir. Eğim değerlerinin düşük olduğu alanlar çoğunlukla tektonik çukurluklardır. Turhal Ovası, Kazova, Zile Ovası ve Gözova eğim değerlerinin düşük olduğu geniş alanlardır. Bu alanların dışında yüksek kesimleri plato görünümünde olan Buzluk ve Yaylacık dağları ile Akdağ'ın güneyinde yer alan Silisözü senklinali eğim değerlerin az olduğu alanlardır. Eğim değerlerinin yüksek olduğu sahalar ise daha çok dağlık alanların fazla alan kapladığı havzanın doğu kesimindedir. Deveci dağları ve Köse Dağları bölgede eğim değerlerinin yüksek olduğu morfolojik ünitelerdir. Bunlar dışında akarsuların derin yardığı dar vadilerde de eğim değerleri oldukça yüksektir. İki tarafı Akdağ ve Yaylacık Dağı'nın Kazova'ya bakan yamaçları faylanmadan fazlaca etkilenmiş alanlardır. Bu alanlar da eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlardır.

2.1.4 Rölyef Oranı

Rölyef oranı havzadaki en yüksek nokta ile en düşük nokta arasındaki farkın yani havza rölyefinin havzadaki maksimum mesafeye oranı ile tespit edilmektedir. Rölyef oranı değeri ile havzanın engebe durumu tespit edilmektedir. (Karataş 2017: 146). Araştırma sahasında en yüksek nokta olan Kösedağ (2700m) ile en düşük nokta olan havza çıkışı (400m) arasındaki yükselti farkı 2300 metredir. D-B yönlü uzun olan Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda kuş uçumu azami mesafe 192 km olup yükselti farkı ile oranı 0,01'dir.

$$\frac{2700 - 400}{192000} = 0{,}012$$

2.1.5 Nispi Alan

Nispi alan araştırma sahalarının morfolojik analizleri için yükselti basamak değerlerine göre tespit edilmektedir. Araştırma bölgesinde belirlenmiş olan yükselti basamaklarının altında kalan alanların hesaplanması vasıtasıyla her yükselti basamağının havzaya göre nispi alan değerleri tespit edilmekte olup havzaların yükselti değerleri ve morfolojik değerlerinin anlamlı bir şekilde yorumlanması ile havzanın hipsometrik eğrisinin

hesaplanması için nispi alan verisi gerekmektedir (Karataş 2017: 147; Strahler 1952).

Bu çalışmada da araştırma sahasının nispi alan değerlerini belirlemek maksadıyla havzanın yükselti değerlerine de uygun olarak 230 m aralıklı 10 yükselti basamak değeri belirlenmiştir. Bu nispi alan değerleri Tablo 13'te verilmiştir.

2.1.6 Nispi Yükselti

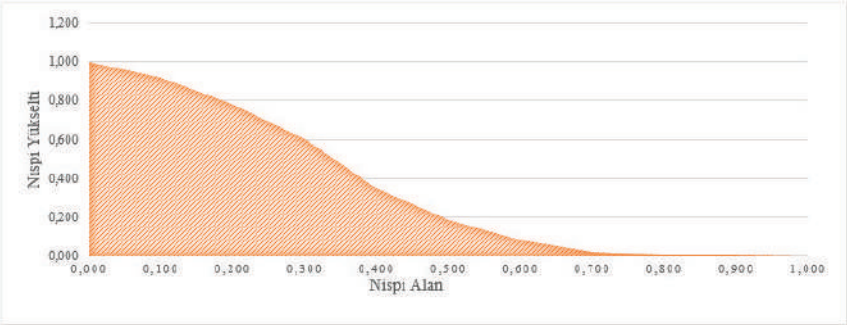
Nispi yükselti değeri havza rölyefi, yani havzadaki maksimum yükselti değeri ile minimum yükselti değeri arasındaki farkın, her yükselti basamağı için havza tabanı ile arasındaki farkın havza rölyefine oranlanması neticesinde bulunmaktadır (Turan, Karataş 2019; Avcı, Günek 2015).

Araştırma sahasının en yüksek noktası ile en alçak noktası arasındaki fark (Havza Rölyefi) 2300 m'dir. Yine araştırma sahasının yükselti basamakları 10 adet belirlenmiş olup eküidistans değeri 230 metredir. Bu verilere göre araştırma sahasının nispi yükselti değerleri hesaplanmış olup Tablo 13'te verilmiştir.

2.1.7 Hipsometrik Eğri ve İntegral

Arazinin evriminin yorumlanmasına yönelik önemli bir veri olan hipsometrik eğri nispi yükseltinin nispi alana oranlanması neticesinde elde edilmektedir. Hipsometrik integral de minimum havza yükseltisinin ortalama havza yükseltisi ve maksimum havza yükseltisinden çıkarılarak oranlanması ile elde edilmektedir (Avcı, Günek 2015; Strahler 1952). Havzanın hispometrik eğrisi incelenerek topoğrafya oluşum aşamasının hangi devrede olduğu belirlenmekte olup eğer eğri dış bükeyse genç oluşumlu bir arazinin varlığına tekabül etmektedir. Bu durumda da aşındırma faaliyetlerinin etkili olduğu bir arazinin varlığında söz edilebilir. Buna karşın hipsometrik eğri iç bükey ise bu durumda da arazinin nispeten yaşı olduğu ve aşındırma faaliyetlerinin durduğu şeklinde yorum yapılabilir (Karataş 2017: 149-151; Turan, Karataş 2020: 78).

Havza hipsometrik eğrisi incelendiğinden 400-900 metre yükseltiler arası neredeyse düz şekilde olduğu görülmektedir. Bu sahalar nispeten havza tabanında yer alan ovaların yükselti basamakları tekabül etmektedir. 900-1500 metreler arası ise hipsometrik eğrinin nispeten iç bükey olduğu görülmektedir. Bu durum bu yükseltilerde yer alan bölgelerin aşınının süreçlerini hemen hemen atlattığı şeklinde yorumlanabilir. 1500 metre ve daha yüksekte olan bölgelerde ise hipsometrik eğri dış bükey olup bu alanlar aşındırma süreçlerine açık alanlardır (Şekil 12, Tablo 15).



Şekil 12: Yukarı Yeşilırmak Havzası Hipsometrik Eğrisi

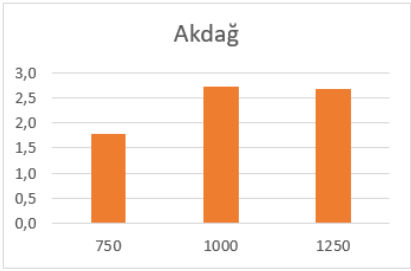
$$Hipsometrik\ İntegral \frac{1195-400}{2700-400} = 0{,}35$$

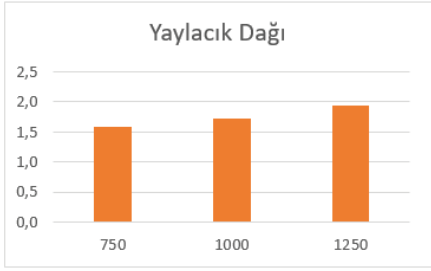
Tablo 15: Havza Hipsometrik Değerleri.

Yükselti Basamağı	Alan(km²)	Oran(%)	Kapsadığı Alan(km²)	**Nisbi Alan**	**Nispi Yükselti**	**h**	**Havza Rölyefi**	**Hipsometrik İntegral**
400-630	502	7,9	6392	1,000	0,000	0	2300	0,35
631-860	883	13,8	5890	0,921	0,100	230	2300	0,35
861-1090	1164	18,2	5007	0,783	0,200	460	2300	0,35
1091-1320	1614	25,3	3843	0,601	0,300	690	2300	0,35
1321-1550	1052	16,5	2229	0,349	0,400	920	2300	0,35
1551-1780	639	10,0	1177	0,184	0,500	1150	2300	0,35
1781-2010	390	6,1	538	0,084	0,600	1380	2300	0,35
2011-2240	110	1,7	148	0,023	0,700	1610	2300	0,35
2241-2470	25	0,4	38	0,006	0,800	1840	2300	0,35
2471+	13	0,2	13	0,002	0,900	2070	2300	0,35

2.1.8 Yamaç Yüzeyi Kıvrımlılığı

Yamaç yüzeyi kıvrımlılığı bir yamaç doğrultusunda hesaplanan gerçek uzunluk ile o yamacın başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki kuş uçumu uzunluğun oranı ile bulunmaktadır. Bu veri yamaçta flüvyal etkinliğin belirlenmesine ve tektonizma ile aşındırma süreçleri arasında çıkarımlar bulunmasında katkı sağlamaktadır (Karataş 2017: 154).





Şekil 14: Yamaç Yüzeyi Kıvrımlılığı-Akdağ Şekil 13: Yamaç Yüzeyi Kıvrımlılığı-Yaylacık

Yamaç yüzeyi kıvrımlılığını belirlemek maksadıyla Akdağ'ın kuzey yamaçları ile Yaylacık Dağının güney yamacı ele alınmıştır. Bu yamaçlar tektonik çanak olan Kazova'ya bakmaktadır. Bu yamaçlardaki 750, 1000, 1250 metre değerlerindeki izohipsler ele alınmış ve hepsinin ayrı ayrı kıvrımlılık değeri ölçülmüştür. Yine her iki dağ yamacının ortalaması da alınmış ve Yaylacık Dağı için 1,7'lik değer, Akdağ için 2,4'lük değer elde edilmiştir. Bu durumda Akdağ'da akarsu aşındırmasının daha şiddetli olduğu görülmektedir (Şekil 13-14).

2.1.9 Gravelius İndeksi

Gravelius indeksi havzasnın çevre uzunluğunun aynı alana sahip olan bir dairenin çevre uzunluğuna oranlanması neticesinde elde edilen değerdir (Karataş 2017).

Araştırma sahası ile aynı alana sahip olan bir dairenin çevre uzunluğu 282 km olarak hesaplanmıştır. Araştırma sahasının çevre uzunluğu olan 638 km değerinin dairenin çevresine oranı ise 638/282= 2,26'dır. Bu değere göre ortaya çıkan duruma göre havzanın çevresi kendisi ile aynı alana sahip olan bir daireye göre iki katından daha fazladır. Bu da havza çevresinin oldukça girintili-çıkıntılı yapıda olduğunu göstermektedir.

2.1.10 Asimetri Faktörü

Asimetri faktörü, havzada veya bir bölgede tektonik hareketlere veya arazinin kayaç yapısına göre asimetrinin oluşup oluşmadığını incelemek amacıyla kullanılan faktördür. Asimetri faktörü kabaca havzanın sağ yanının havza tamamına oranlanması şeklinde söylenebilir. Aşağıda belirtilen formül vasıtasıyla elde edilen bu değer eğer 50 ye yakın ise havzanın orta çizgi tarafından eşdeğer parçalara bölündüğüne delalet etmektedir. Elde edilen sonuç 50'den uzaklaştığı ölçütte de havzanın asimetrik bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Yine bu değerlerde araştırmacılar tarafından tasnif edilmiş olup 50 değerine uzaklığına göre 3 ayrı sınıf tanımlanmıştır. Sınıf 1; 50 değerinde 15 ve daha fazla olacak şekilde uzaksa (+-15)

tektonik aktivite yüksek, sınıf 2; 7-15 değerleri arasında ise orta boyutta, Sınıfı 3; 7'den daha az ise tektonik aktivite düşük şeklinde sınıflandırma yapılmıştır (Coşkuner vd 2019; Bagha vd 2013). Burada anlaşılacağı üzere düz bir hat vasıtasıyla havza ikiye bölünür ve bir yanının genele oranı hesaplanır, bununla birlikte havzanın bir tarafının diğer tarafı ile karşılaştırılması gibi anlaşılabilir. 6392km^2'lik alana sahip olan Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın Yeşilırmak Nehri akış yönüne göre sağ tarafı 2182 km^2'dir. Sol tarafı ise de 4209 km^2'lik alana sahip olup havzanın sağ tarafı sol tarafının yarısı büyüklüğündedir. Sol tarafının sağ tarafından neredeyse iki kat büyük olma durumu da havza asimetrisinin yüksek olduğunu göstermektedir. Nitekim aşağıda verilen asimetri formülü de uygulandığında havza asimetri değeri 34 çıkmakta olup, yukarıdaki tasnife göre birinci sınıfa girmektedir. Bu durumda da araştırma sahasının yüksek asimetri değerine sahip olup, tektonik faaliyetlerin etkili olduğu görülmektedir. Tektonik başlığı adı altında da belirtildiği üzere bölge faal bir fay zonu olan KAF'a dâhildir. Bu durumda sahanın asimetrik yapısında etkin rol oynamaktadır.

$$AF = (Ar/At)*100$$

AF: Asimetri faktörü,

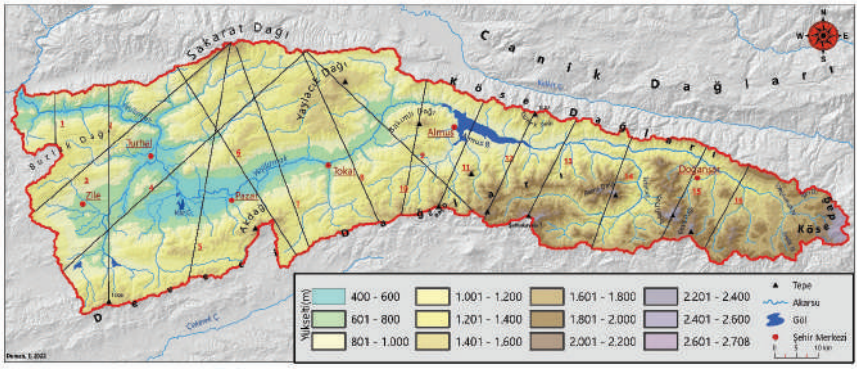
Ar: Dere akış yönüne göre havzanın sağ tarafında kalan alan

At: Havzanın toplam alanı

Havza Asimetrisi=(2182 km2)/(6392 km2) = 34,13(15,8-1. Sınıf)

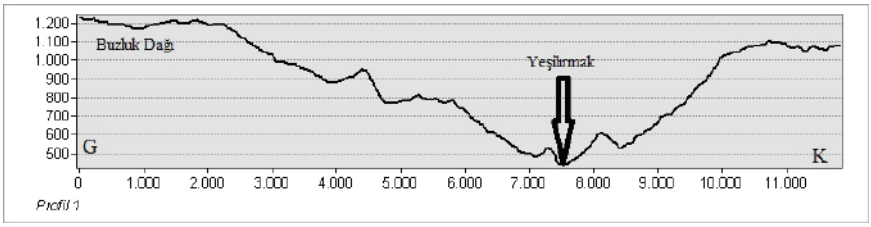
2.1.11 Vadi Profilleri

Vadi profilleri akarsu havzasının morfolojik yapısının kabaca ortaya konulmasında kullanılan yöntemlerden biridir. Bu çalışmada da Yeşilırmak Nehri'nin akış yönüne doğru dik kesecek şekilde 20-25 km aralıklarla 16 adet profil kesiti alınıştır.



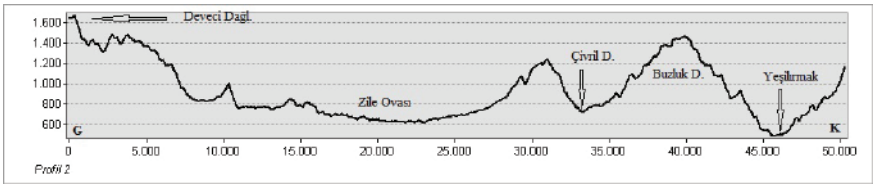
Harita 20: Araştırma Sahası Profil Kesitleri

Harita 20'de belirlenen 16 profil kesitinin konumları mevcuttur. Profil numaraları batıdan doğuya artacak şekildedir.



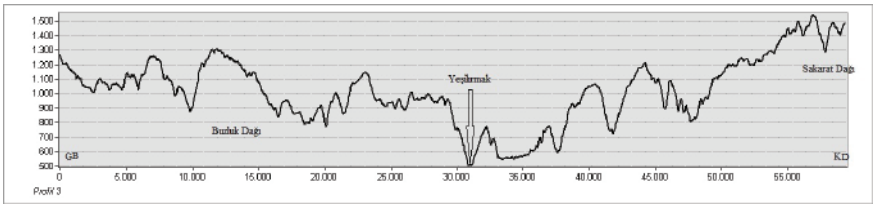
Şekil 15: 1 Numaralı Profil Kesiti.

Alınan profil kesitlerinden en batıda olan profil 1'de güney yönünde Buzluk Dağı yer almaktadır. Kuzeyde ise Sakarat Dağı'nın batı bölümü uzanmaktadır. Bu iki kütle arasında Yeşilırmak Nehri nispeten dar bir vadi içerisinden akmaktadır. Geriye aşındırma ile Yeşilırmak Nehri tarafından açılan bu vadi Turhal Ovası ile Amasya Ovası arasında yer almaktadır. Bu vadi boyunca nehrin yükseltisi yaklaşık olarak 120m azalmaktadır. Vadinin kuzey yamaçları güney yamaçlarına göre daha dik olup, asimetrik bir yapıya sahiptir. 1 numaralı profil kesitinde yatay mesafe 11 km den biraz fazladır. Minimum yükselti değerine sahip olan nehir yatağı 500 metrenin biraz altındadır. Profil kesitinin en yüksek noktası ise Buzluk Dağı'nın zirve kesimidir. Yükselti burada yaklaşık olarak 1300 m'dir.



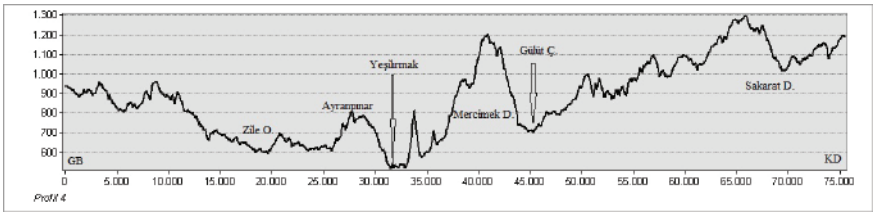
Şekil 16:2 Numaralı Profil Kesiti.

Doğuya doğru ikinci sırada yer alan güney-kuzey yönlü 2 numaralı profil kesitinin uzunluğu 50 km'dir. Profil kesitinin güneyinde Deveci Dağları'nın zirve kesimleri yer almaktadır ve yükselti 1600 m üzerine çıkmaktadır. Kuzeye doğru 15-25 km'ler arasında Zile Ovası yer almaktadır Daha kuzeyde Çivril Deresi vadisinin de yer aldığı ve yükselti değerinin 1600 m üzerine çıktığı Buzluk Dağı vardır. En kuzeyde yine Sakarat Dağı'nın en batı kısmı ve arada da Yeşilırmak Nehri vadisi yer almaktadır. Nehir yatağının yükseltisi 600 m altına düşmektedir.



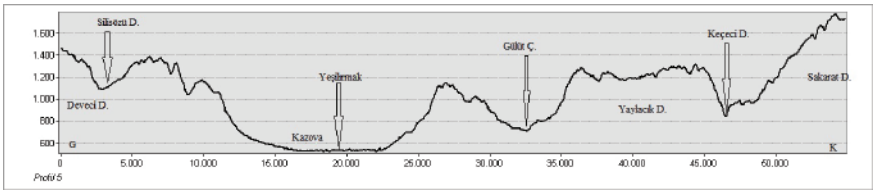
Şekil 17: 3Numaralı Profil.

Güneybatı-kuzeydoğu yönlü ve 60 km'ye yakın uzunluğu olan 3 numaralı profil kesitinin güneybatı kesiminde Buzluk Dağı yer almaktadır. Kesitin kuzeydoğusunda ise Sakarat Dağı bulunmaktadır. Buzluk Dağı'nın bu kesitte yer alan en yüksek noktası 1300 m üzerindeyken Sakarat Dağı'nda ise bu değer 1500 m üzerinde çıkmaktadır. Yeşilırmak Nehri'nin kesen noktada ise yükselti 500 m'dir.



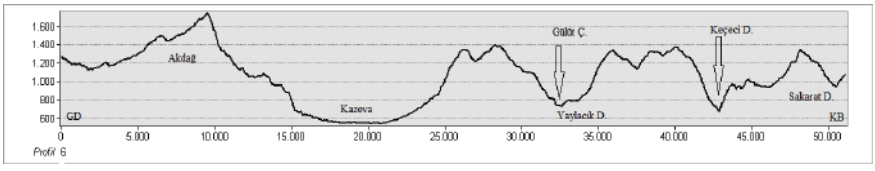
Şekil 18:4 Numaralı Profil Kesiti.

Yine güneybatı-kuzeydoğu yönlü bir profil kesiti olan 4 numaralı kesitte en yüksek nokta kuzeydoğuda yer alan Sakarat Dağı'ndadır. Yükselti değeri 1300 m'ye kadar çıkmaktadır. Profilin Yeşilırmak Nehri'ni kestiği noktada ise yükselti 500 m'ye kadar düşmektedir. Güneybatıdan kuzeydoğuya sırasıyla Zile Ovası, Ayranpınar Yükselimi, Yeşilırmak, Mercimek Ddağı, Gülüt Çayı ve Sakarat Dağı bu profil kesitinde yer almaktadır.



Şekil 19: 5 Numaralı Profil Kesiti.

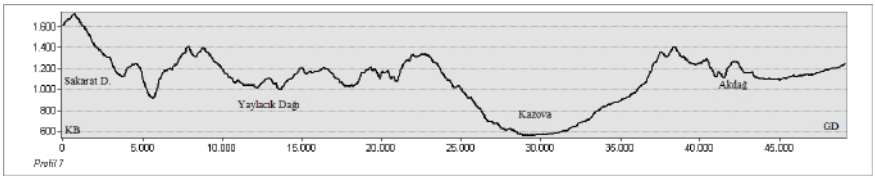
Güney-kuzey doğrultulu olan 5 numaralı profil kesitinin güneyinde Deveci Dağları ve Silisözü senklinali yer almaktadır. 1000-1400 m yükselti değerlerinde olan bu kesimden sonra kuzeyde, Kazova'nın bulunduğu kesimde yükselti 600 m'nin altına düşmektedir. Kuzeye doğru gidildikçe Gülüt Deresi vadisi, Yaylacık Dağı, Keçeci Deresi'ni kesen profil hattının en kuzeyinde Sakarat Dağı'nın zirve kesimi yer almaktadır. Yükselti değerleri bu kesimde 1600 m üzerindedir.



Şekil 20: 6 Numaralı Profil Kesiti.

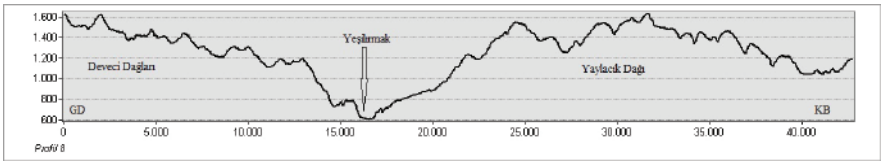
Güneydoğu-kuzeybatı istikametli olan 6 numaralı profilde maksimum yükselti değeri güneydoğuda yer alan Akdağ'da 1700 m'ye çıkmakta Akdağ'ın kuzeyinde yer alan Kazova'da ise keskin bir şekilde 600 m'ye

düşmektedir. Kuzeydoğuya gidildikçe Yaylacık Dağı, Gülüt Çayı, Keçeci Deresi'ni geçen kesit Sakarat Dağı'nda son bulamktadır.



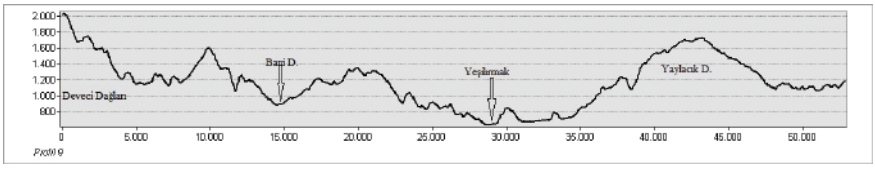
Şekil 21: 7 Numaralı Profil Kesiti.

Kuzetbatı-güneydoğu yönlü olan 7 numaralı profil kesitinde yükselti değerleri 1600-600 m arasında olup kesit uzunluğu 50 km kadardır. Kuzeybatıda Sakarat Dağı'ndan başlayan kesit Yaylacık Dağı ve Kazova'nın doğu kesimini geçerek güneydoğuda Akdağ'da son bulmaktadır.



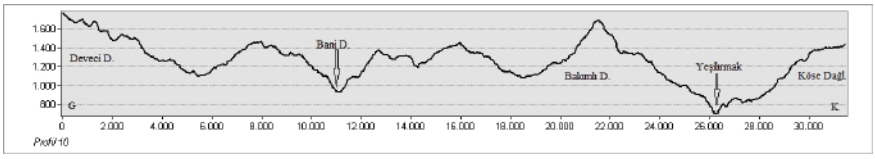
Şekil 22:8 Numaralı Profil Kesiti.

Uzunluğu 40 km olan 8 numaralı profil kesitinde yükselti değerleri 1600-600 m arasında değişmektedir. Güneydoğu-kuzeybatı yönlü olan kesitin güneydoğusunda Deveci Dağları, kuzeybatısında ise Yaylacık Dağı yer almaktadır. Kesit yaklaşık 16.km de Yeşilırmak Nehri'ni kesmektedir. Tokat şehir merkezinin doğusunda yer alan bu nokta Kazova ve Gözova'yı bağlayan geniş tabanlı vadidir.



Şekil 23: 9 Numaralı Profil Kesiti.

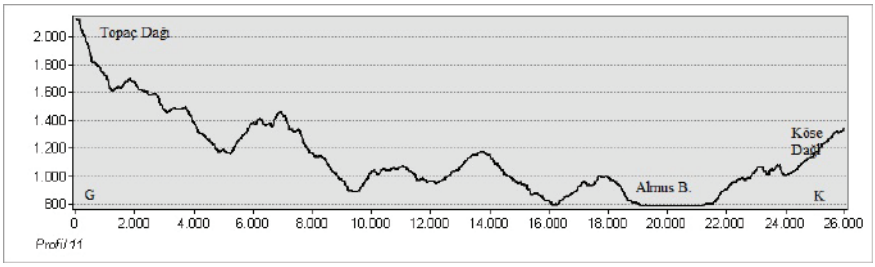
9 numaralı profil kesitinde yükselti değerleri 2000 m'ye ulaşmaktadır. Güneydoğu-kuzeybatı yönlü olan profil kesitinin uzunluğu 50 km üzerine çıkmaktadır. Güneydoğuda Deveci Dağları, kuzeybatıda ise Yaylacık Dağı yer almaktadır.



Şekil 24: 10 Numaralı Profil Kesiti.

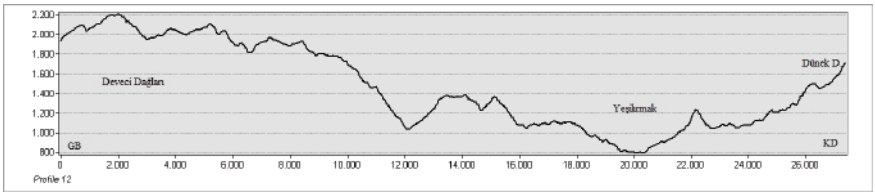
Güney-kuzey doğrultulu olan 10 numaralı profil kesitinin güneyinde Deveci Dağları, kuzeyinde ise Köse Dağları yer almaktadır. Köse Dağ-

ları'nın hemen güneyinde ise Bakımlı Dağı bulunmaktadır. Yeşilırmak Nehri Bakımlı Dağı ile Köse Dağları arasında dar ve derin bir vadiden akmaktadır.



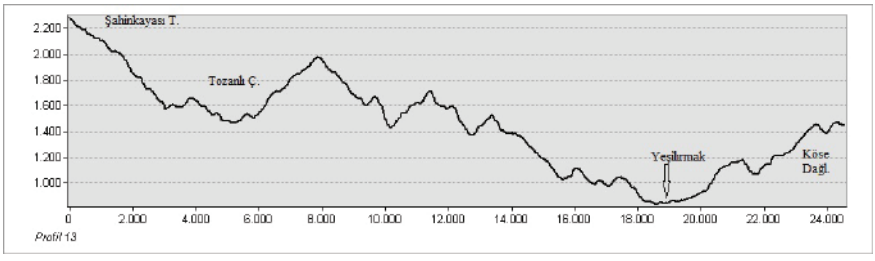
Şekil 25: 11 Numaralı Profil Kesiti.

Güneyde Topaç Dağı'ndan başlayarak kuzeyde Dağları'nda son bulan 11 numaralı profil kesitinin uzunluğu 26 km'dir. Profil kesitinden yükselti değerleri 2000 m'nin üzerine çıkmakta olup en alçak nokta olan Almus Barajı'nda ise 800 metreye kadar düşmektedir.



Şekil 26: 12 Numaralı Profil Kesiti.

Güneybatı-kuzeydoğu yönlü ve yaklaşık 27 km uzunluğa sahip olan 12 numaralı profilde yükselti değerleri 2200 m'ye kadar çıkmaktadır. Kuzeyde yer alan Dünek Dağı'nda ise bu değer 1800 m'dir. Yeşilırmak Nehri'nin yatağı 800 m'dedir.

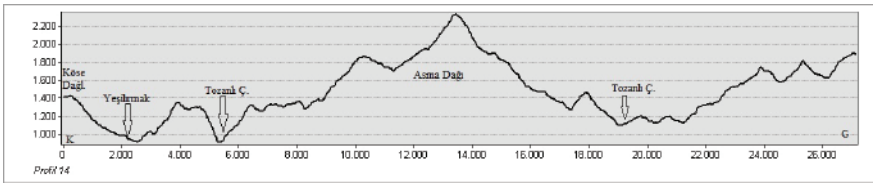


Şekil 27: 13 Numaralı Profil Kesiti.

Güneybatı-kuzeydoğu istikametli olan 13 numaralı profilin güneydoğusunda Şahinkayası Tepesi (Fotoğraf 44) yer almaktadır. Havzanın en yüksek noktalarından birisi olan bu alanın yükseltisi 2200 m üzerindedir. Kuzedoğuya doğru Tozanlı Çayı vadisi, Yeşilırmak ve Köse Dağları mevcuttur. Profil kesiti uzunluğu 24 km üzerindendir.

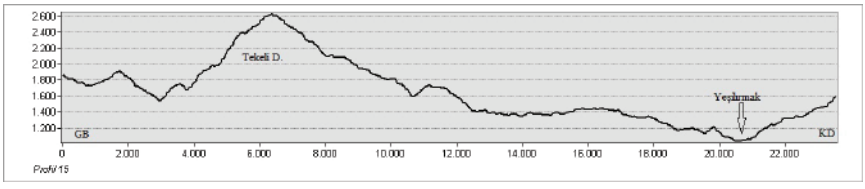


Fotoğraf 44: Şahinkayası Tepesi (2000+ m, Bakış Yönü Güneydoğu).



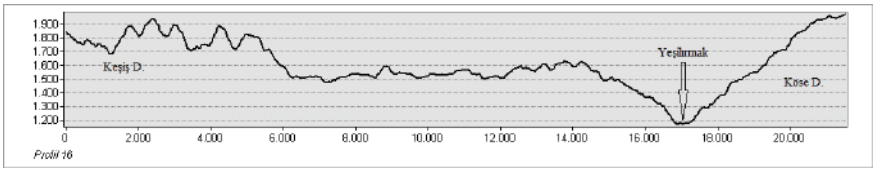
Şekil 28: 14 Numaralı Profil Kesiti.

Kuzey-güney yönlü olana 14 numaralı profil kesitinin kuzeyinde Köse Dağları yer almaktadır. Güneye gidildikçe 900 me dolaylarında sırasıyla Yeşilırmak ve Tozanlı Çayı yer almaktadır. Yine sahanın yüksek noktalarından birisi olan Asma Dağı daha güneydedir. Daha önce de belirtildiği gibi yay çizen Tozanlı Çayı'nın bu profil kesitinde 2 noktadan kesildiği görülmektedir. Tozanlı Çayı'nın yukarı çığırı bu profil kesitinin güneyin kesiminde yer almaktadır.



Şekil 29:15 Numaralı Profil Kesiti.

Güneybatı-kuzeydoğu yönlü olan 1 numaralı profil kesitinden sahanın yüksek noktalarından birisi olan Tekeli Dağı'nın zirvesi yer almaktadır. Yükselti değeri 2500 metrenin üzerine çıkmakta olup Yeşilırmak Nehir yatağı ise 1100 m dolaylarındadır.



Şekil 30: 16 Numaralı Profil Kesiti.

Araştırma sahasının en doğusunda yer alan 16 numaralı profil kesiti kabaca güneybatı-kuzeydoğu yönlüdür. Güneyde Keşiş Dağı (Fotoğraf 45), kuzeyde ise Köse dağları yer almaktadır. Yeşilırmak Nehir yatağı 1200 m'dedir.



Fotoğraf 45: Keşiş Dağı (Bakış Yönü: Güney).

2.2 Alansal Parametreler

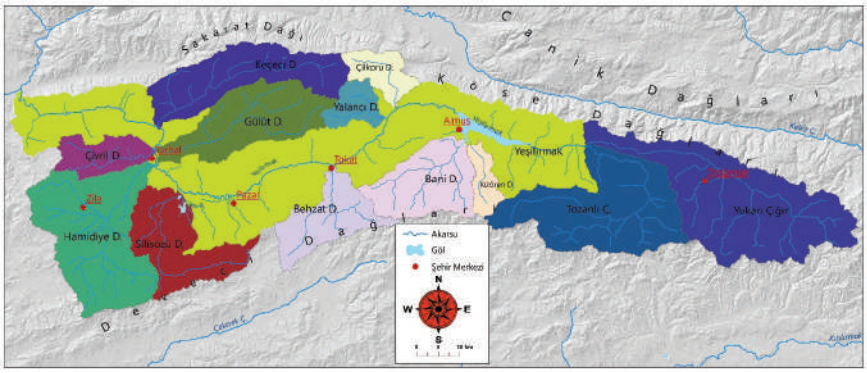
2.2.1 Havza Alanı

Havza alanının büyüklüğü havza morfolojisi üzerinde etkiye sahiptir. Aşındırma ve biriktirme faaliyetleri havzanın morfolojisi üzerinde belirleyicidir. Havza dâhilinde aşındırma ve biriktirme faaliyetlerini gerçekleştiren akarsuların akım değerlerinin de bu açıdan bakıldığında havzanın şekillenmesinde oldukça önemli olduğu söylenebilir. Havzaların akım ve akış değerleri üzerinde iklim, bitki örtüsü, kayaç yapısı, beşeri faaliyetler vs. gibi etkenler bulunmakla birlikte havza alanları da bu etkenlerde biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Havza alanlarının büyüklüklerine göre akarsuların akım değerleri değişmekte olup, büyük havzaya sahip olan akarsuların daha şiddetli aşındırma faaliyetleri gerçekleştirebileceği diğer parametrelerin önemsenmediği durumda öngörülebilir. Yine bir akarsu havzasının alt havzalarının alanları da havza morfolojisi üzerinde etkiye sahiptir (Karataş 2017: 120; Uzun 2019).

Yukarı Yeşilırmak Havzasının alanı 6392 km^2'dir. Sahip olduğu bu değer ile büyük havzalardandır. Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın bazı alt havzaları Tablo 16'da verilmiştir. Alt havzalar belirlenirken belli başlı önemli akarsuların alt havzaları seçilmiş olup geri kalanlar ana akarsu olan Yeşilırmak'a dâhil edilmiştir. Ana akarsuyun alanı dışında en büyük alana sahip olan alt havza yine ana akarsuyun kaynaktan Tozanlı Çayı birleşimine kadar olan ve tabloda Yukarı Çığır olarak isimlendirilen alt havzadır. En küçük alana sahip olan alt havza ise Yalancı Deresi havzasıdır.

Havza Adı	Alan(km^2)
Kızören D.	83
Yalancı D.	104
Çilkoru D.	126
Çivril D.	157
Silisözü D.	362
Behzat D.	262
Gülüt D.	416
Keçeci D.	426
Bani D.	325
Hamidiye D.	661
Tozanlı Ç.	663
Yukarı Çığır	860
Yeşilırmak	1929

Tablo 16: Alt Havza Alanları.



Harita 21: Yukarı Yeşilırmak Havzası Alt Havzalar.

2.2.2 Havza Çevresi, Dairesellik Oranı ve Havza Uzunluk Oranı

Normal şartlarda bir havzanın kapsadığı alan ile bu havzanın çevre uzunluğunun paralel olarak büyüdüğü veya küçüldüğü söylenebilir. Fakat su bölümü çizgisi aşırı girintili çıkıntılı olan bir havza ile nispeten sade görünüme sahip olan havza arasında bu durumun değiştiği gözlemlenir. Eşit alanlara sahip olan iki havzadan girinti-çıkıntı durumu fazla olan havzanın çevre uzunluğu diğerine göre daha fazla çıkacaktır. Havza çevresi tek başına fazla bir anlam ifade etmemekle birlikte bu değer vasıtasıyla hesaplanan dairesellik oranı ve havza uzunluk oranı değerlerinin bilinmesini sağlamaktadır. Havza dairesellik oranına bakılarak havzanın şekli ve ne ölçüde denetlendiği, Havza uzunluk oranına bakılarak da havzanın ne ölçüde oval olduğu bilinmektedir. Havza ovalliği ile akış toplanma süresi öngörülebilir (Karataş 2017: 122,123).

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın çevresi 638 km olarak hesaplanmıştır. Çevresi 638 km olan bir dairenin 101,6 km olup bu dairenin alanı da 32.412,8 km^2 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın dairesellik oranı 6392/23.412,8 =0,19 olarak hesaplanmıştır.

6392 km^2 alana sahip olan Yukarı Yeşilırmak Havzası ile aynı alana sahip olan bir dairenin yarıçapı 45,12 km olarak hesaplanmıştır. Buna göre havzanın uzunluk oranı 90,24/192= 0,47'dir. Bu durumda yoğun sağanak yağışlarda taşkın sularının havza mansap bölgesinde toplanmasını engelleyecektir (Karataş 2017: 123).

2.2.3 Yoğunluk Oranı, Biçim Faktörü ve Biçim Katsayısı

Yoğunluk oranı havzanın çevre uzunluğu ile havza ile aynı alana sahip bir dairenin çevre uzunluğu ile arasındaki oranı temsil etmektedir. Bu veri havza çevresinin ne denli girintili-çıkıntılı yapıya sahip olduğunu

ortaya koymaktadır. Bu değer ile rölyef etkisi ortaya konulmaktadır (Karataş, 2017).

Yukarı Yeşilırmak havzasının alanı 6392 km^2 olup çevre uzunluğu ise 638 km'dir. Havza ile aynı alanı kaplayan bir dairenin çevre uzunluğu ise 282 km olarak bulunmuştur. Buna göre 638/282= 2,26 olup havza yoğunluk oranı 2,26'dır. Bu değer ile Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın su bölüm çizgisinin oldukça girintili -çıkıntılı olduğu anlaşılmaktadır.

Biçim katsayısı değeri havzanın dairesel veya dikdörtgen şekilli olup olmadığını ortaya koyan değerdir. Havza uzunluğu karesinin havza alanına oranı değeri biçim katsayısını vermektedir (Karataş, 2017). Buna göre 192^2/6392= 5,67 havza biçim katsayısını vermektedir. Biçim katsayısına bakıldığında havzanın biçimi uzunlamasına bir şekle sahiptir.

2.2.4 Vadi Yoğunluğu

Vadi yoğunluğu havzadaki toplam drenaj uzununluğunun havza alanına bölünmesi neticesinde bulunan bir değer olup taşkın durumu açısında önemlidir (Karataş 2017: 127). Yukarı Yeşilırmak havzasnın vadi yoğunluğu 2,7 olarak hesaplanmıştır.

2.2.5 Akarsu Sıklığı

Akarsu sıklığı havzada bulunan dizin sayısının toplamının havza alanına bölünmesi ile elde edilen değerdir. Kısaca birim alana düşen akarsu-drenaj kanalı olarak tanımlanabilecek olan akarsu sıklık değerinin yüksek olduğu havzalarda geçirimsiz zemin, seyrek bitki örtüsü ve yüksek relief özellikleri mevcuttur. Sıklığın düşük olduğu havzalar ise geçirimli zemine ve düşük yükselti değerlerine karşılık gelmektedir (Utlu, Özdemir 2018). Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın akarsu sıklık değeri 1,51 olarak tespit edilmiştir. Ortalama bir değer olarak görülen bu değer havza genelini temsil etmekle birlikte özellikle havzanın doğu kesimlerinde ve dağlık alanlarında bu değer daha fazla olacaktır. Ova alanlarında ise akarsu sıklık değeri daha azdır.

2.2.6 İnfilitrasyon Sayısı

İnfilitrasyon sayısı havzadaki vadi yoğnluğu değeri ile akarsu sıklığı değerinin çarpımından elde edilmektedir (Karataş 2017: 131). Araştırma sahasının vadi yoğunluğu değeri 2,7 ve 1,5 olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerin çarpımı sonucu olan infilitrasyon sayısı değeri 4,05 olarak tespit edilmiştir.

2.2.7 Birleşik Şekil Faktörü

Birleşik şekil faktörü değeri havza uzunluğunun havza alanı karekköküne bölünmesi ile elde edilmektedir. Havza şeklinin oransal olarak tespiti için gereklidir.

$$\text{Birleşik Şekil Faktörü} = 192\ \text{km}/\sqrt{6392 km^2} = 0{,}03$$

2.2.8 Havza Şekil Faktörü

Havza şekil faktörü değeri havzadaki ana akarsu uzunluğunun havza ile aynı alana sahip olan bir dairenin çap uzunluğuna bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu indis ile havza geometrisi daha anlaşılır hale gelmekte olup havza zemininin akarsu ağı gelişimine etkisi ortaya çıkmaktadır (Karataş, 2017).

Havza Şekil Faktörü = 267/90 = 2,97

2.2.9 Tektstür Oranı

Tekstür oranı havzada yer alan 1. dizin sayısının havzanın çevre uzunluğuna orannlanması neticesinde elde edilmektedir. Havzanın litolojisi, rölyefi ve infilitrasyon kapasitesi açısında tekstür oranı fikir vermektedir. Buna göre tekstür değeri yüksek olan alanlarda infilitrasyon değerleri düşmektedir (Özdemir 2006; Karataş 2017).

Araştırma sahasının tekstür oranı 8,9 olarak tespit edilmiştir. Dağların kuzeye ve güneye bakan kesimlerinde birinci dizinde yer alan akarsular oldukça fazladır. Ana akarsu olan Yeşilırmak Nehri geneli itibariyle D-B yönlü akmakta ve çevreden gelen kısa akarsuları toplamaktadır. Buna göre özellikle havzanın doğu kesimlerinde birinci dizine ait akarsular fazladır. Batı da ise birinci dizinde yer alan akarsuların sayısı az uzunlukları fazladır. Buna göre doğu kesimlerde bu duruma göre sızma değerlerinin daha az olması beklenmektedir. Ayrıca jeoloji bahsinde de belirtildiği üzere havzanın batı kesiminin litolojik yapısında yer alan kayaçlar doğu kesimine göre daha geçirimlidir.

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın topografik analizleri sonucu elde edilen alansal parametre değerleri Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17: Havza Alansal Parametreleri.

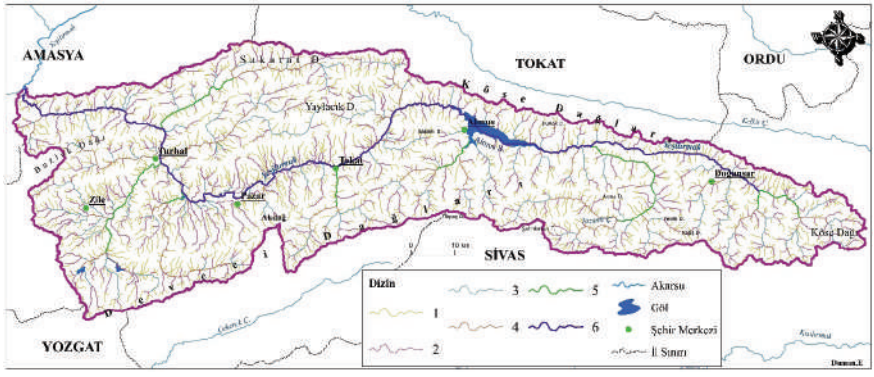
Sıra	Parametre	Değer
1	Havza Alanı	6392 km²
2	Havza Çevresi	638 km
3	Dairesellik Oranı	0,19
4	Uzunluk Oranı	0,47
5	Yoğunluk Oranı	2,26
6	Biçim Katsayısı	5,67
7	Vadi Yoğunluğu	2,7
8	Akarsu Sıklığı	1,51
9	İnflitrasyon Sayısı	4,05
10	Bileşik Şekil Faktörü	0,03
11	Havza Şekil Faktörü	2,97
12	Tekstür Oranı	8,9

2.3. Çizgisel Parametreler

Yukarı Yeşilırmak Havzası'na ait çizgisel parametreler den havza uzunluğu, havza genişliği, ortalama akarsu yoğunluğu, ortalama akarsu uzunluğu, çatallanma oranı ve akarsu uzunluk oranı parametreleri hesaplanarak sonuçlar Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18: Çizgisel Parametreler.

Sıra	Parametre	Değer
1	Havza Uzunluğu/Genişliği	192 km/60 km
2	Ortalama Akarsu Yoğunluğu	2,7 km/km²
3	Ortalama Akarsu Uzunluğu	1,29 km/km²
4	Çatallanma Oranı	5,84
5	Akarsu Uzunluk Oranı	0,20



Harita 22: Yukarı Yeşilırmak Havzası Akarsu Dizileri.

2.3.1 Havza Uzunluğu, Havza Genişliği, Ana Akarsu Uzunluğu

Havza uzunluğu değeri havzadaki ana akarsuyun kaynağı ile ağzı arasındaki düz mesafe değeri olup tek başına önemli bir değer ifade etmeyi diğer analizler ile birlikte kullanılması açısından önemlidir (Karataş, 2017). Araştırma sahasında bu değer 192 km olarak ölçülmüştür. Doğuda Kösedağ'dan başlayan havza alanı batıda Çekerek Çayı ile Yeşilırmak'ın birleştiği nokta olan Amasya Ovası'nda sonlanmaktadır.

Havza genişliği değeri ise havza uzunluğu değerini bulmak maksatlı çizilen doğruya 90° açı ile gelecek şekilde havzanın en geniş iki noktası arasındaki değeri göstermektedir (Karataş 2017: 133). Buna göre havza genişliği için çizilen doğrunun uzunluğu 60 km'dir. Havza uzun eksenine dik olarak çizilen çizginin bir ucu Zile Ovası'nın güneyinden başlamakta ve Sakarat Dağı'nda son bulmaktadır.

Havzadaki ana akarsu olan Yeşilırmak Nehri, kaynağını Sivas İli'nin kuzeydoğusunda yer alan Kösedağ'dan almaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere Yeşilırmak Nehri'inin 3 ana kolundan biri olan Çekerek Nehir ile birleştiği kavşağa kadar olan alanda akan Yeşilırmak Nehri'nin ana kolunun uzunluğu 267 km'dir.

2.3.2 Ortalama Akarsu Yoğunluğu

Ortalama akarsu yoğunluğu drenaj uzunluğunun havza alanına oranlanması neticesinde elde edilmektedir. Araştırma sahasının toplam drenaj uzunluğu 17165km olup havza alanı da 6392 km^2'dir. Buna göre 17165 km/6392 km^2'den 2,7km/km^2 değeri elde edilmektedir. Havzada kilometrekareye 2,7 km akarsu düşmektedir.

2.3.3 Ortalama Akarsu Uzunluğu

Ortalama akarsu uzunluğu değeri toplam akarsu uzunluğunun havza alanına bölünmesi ile elede edilmekte olup kilometrekareye düşen akarsu uzunluğu değerini göstermektedir (Karataş, 2017, s. 134). Araştırma sahasının toplan drenaj uzunluğu Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamaları vasıtasıyla 8249 km olarak hesaplanmıştır. Bu değeri havza alanı olan 6392 km^2'ye oranı ise 1,29 km/km^2 olarak hesaplanmıştır.

2.3.4 Çatallanma Oranı

Çatallanma oranı havzada yer alan ve Strahler yöntemi ile oluşturulan dizilerin sayılarının oranlanması ile elde edilen bir değer olup havzadaki akımlar alakalı öngörüde bulunabilmeyi sağlamaktadır. Bu oranın yüksek olduğu havzalarda hidrograflar düşük ve devamlı iken oranın düşük olduğu havzalarda da tam tersi durum söz konusudur. Çatallanma oranı havzadaki her bir dizi sayısının bir üst diziye oranının bulunması

ve sonrasında tüm oranların ortalamasının alınması ile elde edilmektedir (Özdemir 2011: 459).

Araştırma sahasındaki dizilerin sayısı Tablo 19'da verilmiştir. Buna göre Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın çatallanma oranı 5,84 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 19:Akarsu Dizi Sayıları

Dizin	1	2	3	4	5	6
Sayı	5223	2404	1311	626	117	31

2.3.5 Akarsu Uzunluk Oranı

Akarsu uzunluk oranı akarsu dizilerinin ortalama akarsu uzunluklarının bir üst dizine oranlarının hesaplanmasıyla elde edilen bir değer olup alt diziden üst dizilere suların ulaşma zamanlarının yorumlanması açısından önemli bir değerdir (Karataş 2017: 135.). Araştırma sahasının akarsu uzunluk oranı 0,20 olarak tespit edilmiştir.

BÖLÜM III

3. YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN KLİMATOLOJİK ANALİZLERİ

3.1 İklim Özellikleri

Yukarı Yeşilırmak Havzası coğrafi konum itibariyle Karadeniz Bölgesinde yer almaktadır. Büyük ölçekte düşünüldüğünde bulunduğu bölge itibariyle araştırma sahasının nemli Karadeniz İklimine sahip olduğu varsayılabilir fakat fiiliyatta durum böyle değildir. Bilindiği üzere Karadeniz iklimi denizel karaktere sahip ve her mevsim yağışlıdır. Bu durum özellikle kıyı kuşağını temsil etmekte olup bölümler bazında da incelendiğinde Doğu ve Batı Karadeniz Bölümlerinin Orta Karadeniz Bölümüne oranla da daha nemli karakterde olduğu görülmektedir (Şahin, 2005: 169; Sağdıç 2015: 66-67). Bununla birlikte araştırma sahası olan Yukarı Yeşilırmak Havzası büyük oranda Orta Karadeniz Bölümünde yer almasına rağmen tam manasıyla Karadeniz İklim özelliklerine sahip değildir. Orta Karadeniz Bölümünde yer alan Canik Dağları deniz etkisinin iç kesimlere geçmesini bir miktar engellemektedir. Doğu ve Batı Karadeniz bölümlerinde kıyıya paralel olarak yer alan sıradağlara nispetle daha alçak ve mevcut akarsuların oluşturduğu boğazlar vasıtasıyla belli ölçüde Canik Dağları'nın art bölgesi nemli denizel etkiye sahiptir. Yukarı Yeşilırmak Havzası konum itibariyle Canik Dağları'nın art bölgesinde yer alan ikinci bir dağ silsilesinin de güneyinde bulunmaktadır. Havza Sakarat Dağı ve Köse Dağları'nın güneyine konumlanmış olup Karadeniz ile arasında iki ayrı set bulunmaktadır. Gerek Canik Dağları'nın gerekse de Sakarat Dağı ile Köse Dağlarının yükselti değerleri Doğu ve Batı Karadeniz'de yer alan dağ silsilelerine göre yükseltileri düşüktür. Yine Yeşilırmak ve Kızılırmak Nehirleri kıyı ile iç kesim arasında bağlantıyı sağlamaktadır. Bu durumlar neticesinde denizel etki az da olsa Orta Karadeniz Bölgesi'nde iç kesimlere kadar ulaşmıştır. Bu durum dikkate alındığında Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın iklimi Nemli Karadeniz İklimi ile Karasal İç Anadolu iklimi arasında geçiş özelliklerine sahiptir yorumu yapılabilir.

Sahanın iklim özelliklerinin belirlenmesinde havza içerisinde yer alan ve en az 30 yıllık düzenli rasatlara sahip olan üç meteoroloji istasyonunun (Tokat, Turhal ve Zile) verileri kullanılmıştır. Konum itibariyle Karadeniz Bölgesi'nde yer alan araştırma sahasının iklim özellikleri tam manası ile nemli Karadeniz iklim özelliklerini göstermemektedir. Bu durum Canik Dağları ile Köse Dağları ve Sakarat Dağı'nın denizel etkinin iç kesimlere girmesini engellemesi neticesinde ortaya çıkmıştır. Bölgenin iklim özellikleri bulunduğu konuma da paralel olarak daha çok nemli Karadeniz iklimi ile yarıkurak karakterdeki karasal iklim arasında geçiş sahasının

karakteristiğini yansıtmaktadır. Yapılan iklim sınıflandırmalarında da (De Martonne, 1942; Tanner, 1961; Peltier, 1962; Wilson 1968; Erinç 1984; Summerfield, 1991) çalışma sahasının iklimi yarıkurak ile nemli-ılıman sınırında karşılık bulmaktadır.

3.1.1 İklimi Etkileyen Faktörler

3.1.1.1 Küresel Faktörler

İklimi etkileyen iki ana etmenden biri olan küresel faktörler yerkürenin şekli, hareketleri ve genel atmosfer dolaşımından kaynaklanmaktadır. Küresel faktörler mevsimlerin ana karakterlerini belirler. Hava kütleleri, cepheler, siklonik faaliyetler ve Rossby dalgalanmaları küresel faktörlerdir (Erinç, 1984: 295; Şahin 2005: 118). Küresel çaptaki basınç kuşakları ve bu kuşaklar arasındaki hava hareketleri Türkiye'in iklim koşulları üzerinde büyük etkiye sahiptir. Başka bir tanımlamaya göre de küresel faktörler matematik konumdan kaynaklanan faktörler olarak nitelendirilebilir. Küresel çaptaki iklim durumu, güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olarak sıcaklık durumu ve basınç kuşaklarının oluşumu gibi küresel çaptaki etmenler matematik konumun bir sonucudur. 36-42 derece kuzey enlemleri arasında yer alan Türkiye genel tasnifte orta-ılıman kuşakta yer almaktadır. Yaz mevsiminde daha kuzeye sokulan tropikal hava kütleleri, kış mevsiminde ise güneye doğru genişleyen polar hava kütleleri etkindir (Sağdıç 2015: 49). Küresel çaptaki basınç kuşaklarının çekirdek alanları dışında yer almakla birlikte Türkiye iklimi gerek bu kuşakların genişlemesiyle gerekse de iki farklı özellikteki kuşaklar arasındaki hava hareketleri etkisiyle etkilenmektedir (Atalay 2011: 92). Araştırma sahası özelinde incelendiğinde de küresel faktörlerin etkilerinin Türkiye geneli ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Kış döneminde değişmeli şekilde Balkanlardan veya Sibirya'dan kaynaklanan hava kütleleri araştırma sahasında etkili olmaktadır.

3.1.1.2 Yerel Faktörler

İklim üzerinde etkili olan yerel faktörler belirli bir bölgenin özel konumundan kaynaklanmaktadır. Bunlar küresel faktörler etkisi ile oluşan makroklima şartlarda bölgesel farklılıkları oluştururlar. Denizellik-Karasallık, Dağların Uzanışı, Yükselti Durumu, Bakı Durumu gibi etkenler bir bölgenin iklim özelliklerini etkileyen yerel faktörler arasındadır (Erinç 1984: 303; Şahin 2005: 122 Atalay 2011: 95; Sağdıç 2015: 50).

Yukarı Yeşilırmak Havzası daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere Karadeniz Bölgesi'nde yer alması sebebiyle belli oranda denizel etkiye açık olup iklim elemanları bu duruma göre şekillenmektedir. Yine araştırma sahası tamamen denizel etki altında olmayıp güneyden karasal

iklim tarafında kuşatılmıştır ve belli oranda etkilenmektedir. Kısaca denizellik-karasallık durumun incelendiğinde her iki etkiye de sahip olan Yukarı Yeşilırmak Havzası Karadeniz İklimi ile Karasal İklim arasında geçiş özelliği göstermektedir. Havzanın özellikle batı-kuzeybatı kesimleri Yeşilırmak vadisi vasıtasıyla denizel etkiye nispeten daha açıktır. Turhal, Kazova ve Gözova çevreleri bu duruma sahiptir. Havzada doğuya ve güneye gidildikçe ise karasal iklim şartlarının daha fazla etkili olduğu gözlemlenmektedir. Zile'nin güneyi, Almus-Doğanşar hattı özellikle Almus'tan doğuya gidildikçe karasal etki daha fazla hissedilmektedir. Yine önceki bölümde de belirtildiği üzere dağların sıralanış biçicimi de bu durumun oluşmasında etkilidir.

Yükselti faktörü Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın iklimi üzerinde etkilidir. 1195 metre ortalama yükseltiye sahip olan havza Türkiye ortalamasının biraz üzerinde yer almaktadır. Bu durum da sıcaklık ve yağış dağılışı üzerinde etkilidir. Ortalama yükselti fazla olmakla birlikte arızalı yapısı sebebiyle havzada yükselti farkları da fazladır. Amasya Ovası, Turhal Ovası, Kazova, Zile Ovası, Gözova ovaları 400-750 metre yükseltileri arasında yer almakta birlikte havzanın büyük bir kısmı 1000 metrenin üzerindedir. Kabaca batıdan doğuya doğru yükselti artmaktadır ve havzanın güneyinde yer alan dağlar kuzeydekilere göre daha yüksektir.

Bölgenin iklimi üzerinde etkili olan diğer yerel faktör de bakı durumudur. Bilindiği üzere Türkiye'in kuzey yarım kürede yer alması sebebiyle kuzeye bakan yamaçlar güneye bakan yamaçlara oranla daha az güneş ışığı almaktadır. Önceki bölümlerde de belirtildiği üzere araştırma sahası kuzeyden ve güneyden dağ silsileleri ile sınırlanmıştır. Kuzeyde yer alan Sakarat, Yaylacık ve Köse Dağlarının güney yamaçları araştırma sahası dâhilindedir. Güneyde yer alan Deveci Dağları ve Akdağ kütlesinin kuzeye bakan yamaçları Yukarı Yeşilırmak Havzası içerisindedir. Buna duruma göre Sakarat, Yaylacı ve Köse Dağları yamaçları daha fazla Akdağ-Deveci Dağların yamaçları daha az güneş radyasyonuna maruz kalmaktadır. Bununla birlikte havzanın kuzeyinde yamaçlar daha sıcak, güneydeki yamaçları daha soğuk olacaktır. Kuzeydeki yamaçlarda buharlaşma daha fazla nemlilik daha az, güneydeki yamaçlarda buharlaşma daha az nemlilik daha fazla olacaktır. Buharlaşmanın fazla olduğu yamaçlarda su kaynakları daha az olacak ve buna bağlı olarak aşındırma faaliyetleri, akarsu sıklığı, su kaynakları ve bitki örtüsü yoğunluğu daha az olacaktır.

3.1.2 İklim Elemanları

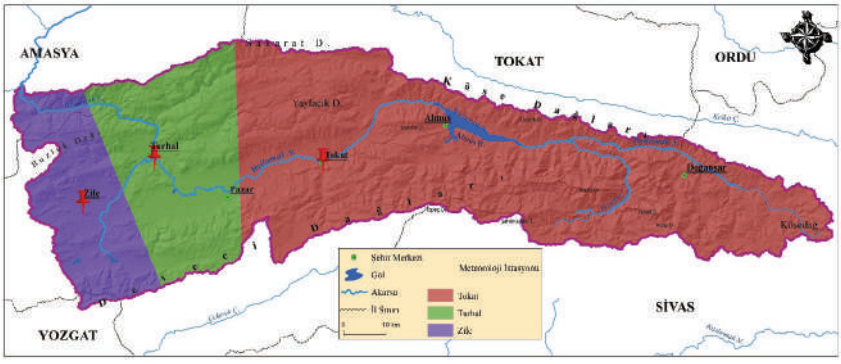
İklim elemanları kapsamında havzaya ait sıcaklık, yağış ve nem, basınç ve rüzgârlar verileri incelenecek ve sonucunda bölgenin iklim tipi belirlenecektir. Belirtilen veriler Zile, Turhal ve Tokat meteoroloji istas-

yonlarına aittir. Araştırma sahasında birçok meteoroloji istasyonu bulunmasına rağmen uzun dönem veri kaydı tutan istasyonlar sadece bunlardır (Tablo 20).

Tablo 20: Zile, Turhal, Tokat Meteoroloji İstasyonları Özellikleri.

İstasyon No	İstasyon Adı	İl	İlçe	Enlem	Boylam	Rakım(m)
17086	Tokat	Tokat	Merkez	40,3312	36,5577	611
17681	Zile	Tokat	Zile	40,296	35,8905	719
17683	Turhal	Tokat	Turhal	40,3753	36,0988	528

Araştırma sahasının iklim özelliklerinin belirlenmesi maksadı ile rasat verileri temin edilen istasyonlar yeterli değildir. Sadece bu istasyon verileri üzerinden iklim elemanlarının havzadaki dağılışını belirleme yetersiz olacaktır. Bu durum havzanın yükselti değerlerinin büyük farklar içermesi ve meteoroloji istasyonlarının gerek havza büyüklüne göre az sayıda olması gerekse de alçak kesimlerde yer alması sonucu ortaya çıkmıştır. Bu eksikliği gidermek maksadı ile sıcaklık ve yağış değerlerine indirgeme yöntemi kullanılmıştır. İndirgeme ile birlikte iklim elemanlarının yükseltiye bağlı olarak değişimleri istasyonlara göre belirlenmiştir.



Harita 23: Thiessen Metodu ile Meteoroloji İstasyonları Temel Alınarak Oluşturulan Çokgenler.

Havzada bulunan 3 meteoroloji istasyonunun etki alanlarının belirlenmesi maksadı ile klimatolojik çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılan Thiessen Poligonları/Çokgenleri yöntemi kullanılmıştır. Birleşik Devletler Ordusu'nda klimatoloji alanında uzman olan Alfred Thiessen'in 1911 yılında ortaya koyduğu bu yöntem ile bir düzlem üzerinde yer alan noktaların kendilerine en yakın gözlem noktalarıyla birleştirilerek çokgenler oluşturulmaktadır (Kumler, 1999). Buna göre araştırma sahası verisi temin edilmiş olan üç istasyonun konumuna göre 3 parçaya bölünmüştür. Thiessen metodu ile üretilen çokgenler, belirlenmiş olan alanın düz bir

saha olduğu varsayılarak oluşturulmaktadır. Bu durum başta sıcaklık olmak üzere tüm iklim elemanlarının etkilendiği bölgenin jeomorfolojik özelliklerini dikkate almamaktadır. İklim özelliklerinin belirlenmesinde hataya yol açması kesin olarak beklenen bu durumun önüne geçmek maksadıyla öncelikle Thiessen Çokgenleri üretilmiş daha sonra ise bu çokgenler çalışma sahasının jeomorfolojik birimleri de göz önünde bulundurularak tadil edilmiştir. Böylece araştırma sahasında yer alan istasyonların hangi bölgeleri temsil edeceği hususu daha gerçeğe yakın olacaktır

Tablo 21: Eş Yükselti Eğrilerinin İndirgeme Yöntemi Sonrası Elde Edilen Değerleri.

Table

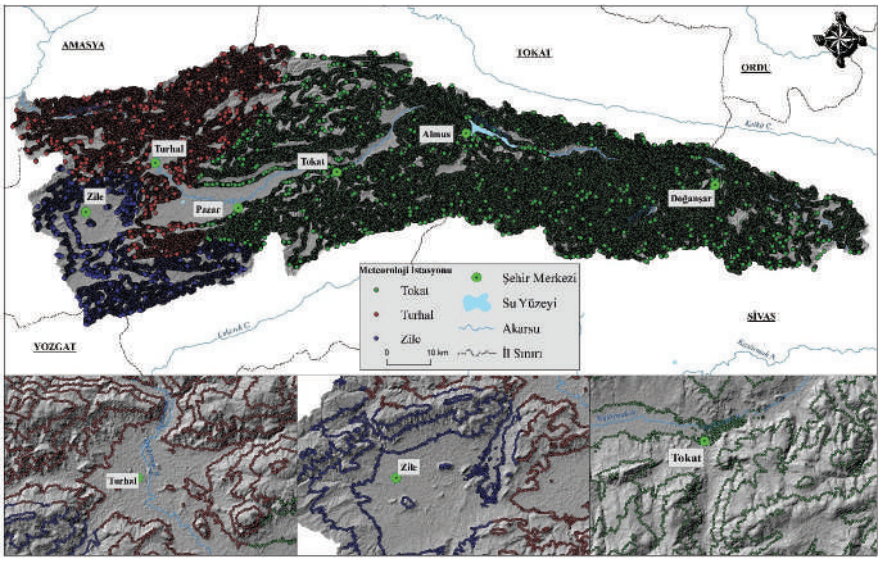
contor_join

FID	Shape *	OBJECTID	Contour	istasyon	EYYILLIK	SYILLIK	PETYILLIK	Turc_Flow	Turc_ET	SCHREIBER
3	Polyline	4	800	ZILE	477,122414	11,635278	680,121219	74,979471	402,142943	484,41
1	Polyline	2	600	ZILE	387,122414	12,635278	723,045202	32,504391	354,618623	376,41
5	Polyline	7	1600	ZILE	837,122414	7,635278	461,506889	393,535541	443,586873	916,41
0	Polyline	1	1400	ZILE	747,122414	8,635278	491,089919	297,263214	449,8592	868,41
2	Polyline	3	1200	ZILE	657,122414	9,635278	576,427417	209,919473	447,20294	760,41
4	Polyline	6	1000	ZILE	567,122414	10,635278	613,213632	134,778816	432,343597	592,41
9	Polyline	11	800	TURHAL	564,031034	11,488333	676,631957	121,390011	442,641024	588,51
6	Polyline	8	600	TURHAL	474,031034	12,488333	719,349576	65,46516	408,545874	480,51
8	Polyline	10	1800	TURHAL	1014,031034	6,488333	432,243138	579,301269	434,729765	1128,51
12	Polyline	15	1600	TURHAL	924,031034	7,488333	460,191616	473,469509	450,561526	1020,51
11	Polyline	14	1400	TURHAL	834,031034	8,488333	489,696243	372,177666	461,653068	912,51
10	Polyline	13	1200	TURHAL	744,031034	9,488333	520,835076	277,740792	466,290243	804,51
7	Polyline	9	1000	TURHAL	654,031034	10,488333	610,453894	193,075385	460,955649	696,51
21	Polyline	24	800	TOKAT	531,894828	11,790556	684,252487	100,156106	431,738722	548,9
18	Polyline	21	600	TOKAT	441,894828	12,790556	727,428616	50,104828	391,79	440,9
22	Polyline	25	2400	TOKAT	1251,894828	3,790556	311,234146	871,298748	380,596079	1412,9
20	Polyline	23	2200	TOKAT	1161,894828	4,790556	331,590195	760,182281	401,732547	1304,9
17	Polyline	20	2000	TOKAT	1071,894828	5,790556	408,361025	650,253484	421,641343	1196,9
16	Polyline	19	1800	TOKAT	981,894828	6,790556	434,895822	542,409332	439,485496	1088,9
15	Polyline	18	1600	TOKAT	891,894828	7,790556	463,006736	437,930827	453,963901	980,9
19	Polyline	22	1400	TOKAT	801,894828	8,790556	492,688288	338,705234	463,189594	872,9
13	Polyline	16	1200	TOKAT	711,894828	9,790556	579,530736	247,267942	464,628885	764,9
14	Polyline	17	1000	TOKAT	621,894828	10,790556	616,509764	166,692766	455,202661	656,9

0 (0 out of 23 Selected)

contor_join

Araştırma sahasının iklim özelliklerinin belirlenmesin indirgeme yöntemi uygulamak maksadıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) uygulamaları vasıtasıyla Sayısal Yükselti Modeli(SYM) verisi üzerinden 200 metre eküidistanslı olacak şekilde eş yükselti eğrileri üretilmiştir. Bu izohipsler öncelikle daha önce oluşturulmuş ve jeomorfolojik birimlere göre tadil edilmiş olan Thiessen Poligonları (Harita 23) ile çakıştırılmıştır. Konum bazlı yapılan bu çakıştırma ile izohipsler üzerinde hangi meteoroloji istasyonuna göre indirgeme yapılacağı belirlenmiştir. İndirgeme yönteminde farklı iklim elemanlarının değerlerinin yükseltiye göre belirlenmesinde çeşitli formüller mevcuttur. Örneğin sıcaklık 200 metrede 1°C, yağış ise 100 metrede 54 mm gibi formüller bulunmaktadır. Bu konu ilgili iklim elemanları başlıkları altında detaylıca belirtilmiştir. Yine sıcaklık ve yağış değerlerindeki yükseltiye bağlı değişim buharlaşma, akım, akış vs. gibi konuları etkilemektedir (Tablo 21).



Harita 24:Tadil Edilmiş Thiessen Çokgenlerine Göre Eş Yükselti Eğrileri ve Temsil Edildikleri Meteoroloji İstasyonları.

Eş yükselti eğrilerinin indirgeme işlemleri yapıldıktan sonra da bu enterpolasyon yöntemleri uygulanmak maksadı ile bu eğriler üzerinde yine bu eğrilerin öz nitelik bilgilerini taşıyan noktalar oluşturulmuştur. Eğriler üzerinde 100 metrelik mesafe ile oluşturulan yaklaşık 50.000 adet noktasal veri vasıtasıyla da enterpolasyon uygulaması yapılmıştır (Harita 24).

3.1.2.1 Sıcaklık

İklim elemanları arasında sıcaklık gerek coğrafi koşulları gerekse de yaşam koşullarını en fazla etkileyen iklim elemanı olması sebebiyle büyük önem taşımaktadır. Ayrıca diğer iklim elemanları üzerinde de sıcaklık büyük ölçüde belirleyici unsurdur. Yeryüzündeki enerjinin çok büyük bir kısmının kaynağı Güneş'tir ve ısı-ışık Dünya üzerinde etkilidir. Güneş'ten gelen enerji vasıtasıyla atmosfer direkt ısınmayıp yeryüzündeki katı ve sıvı cisimler ısınır. Bu cisimlerin yaydığı ısı vasıtası ile de atmosfer ısınmaktadır (Ardel 1973: 40; Dönmez 1984: 7; Erol 2014: 27).

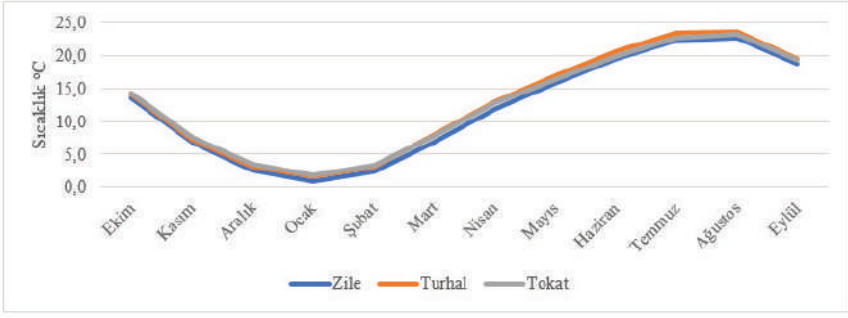
Araştırma sahasının yıllık sıcaklık verileri Tablo 22'de verilmiştir. Tabloda üç istasyonun aylara göre ve yıllık uzun dönem sıcaklık ortalamaları görülmektedir. Bu çalışmada iklim ve hidrografya tablo ve grafikleri su yılı temel alınarak oluşturulduğu için su yılı başlangıcı olan ekim ayı ilk sırada yer almaktadır. Tablo incelendiğinde istasyonların sıcaklık değerleri yüksekten düşüğe doğru sırasıyla Turhal>Tokat>Zile şeklindedir. Bu durumun oluşmasındaki en önemli faktör meteoroloji is-

tasyonlarının bulunduğu yükselti değeridir. Tablo 21'de bu istasyonların yükselti değerleri verilmiştir. Yükselti dışında az da olsa karasallık bu durumun oluşmasında etkili olmuştur. İstasyonların bulundukları konum karasallık durumunu etkilemektedir. Denizel etkiye en yakın olan Turhal istasyonu ile en uzak olan Zile istasyonunun karasallık durumları ortaya çıkmaktadır. Sıcaklık değerleri incelendiğinde yükselti değerlerine de paralel olarak Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda sıcaklıklar batıdan doğuya gidildikçe azalmaktadır. Yine havzanın güney kesimleri en yüksek değerlere ulaşmakta ve buna bağlı olarak sıcaklık değerleri düşmektedir. Aylık ortalama sıcaklıkları incelendiğinde birbirine çok yakın değerler olduğu görülmektedir.

Tablo 22: Meteoroloji İstasyonları Uzun Dönem Aylık Ortalama Sıcaklıklar (MGM).

İstasyon Adı	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**Yıllık Ort**
Zile	13,5	6,9	2,6	0,9	2,4	6,9	12,0	15,9	19,5	22,4	22,7	18,8	12,0
Turhal	14,1	7,3	3,1	1,6	3,2	8,0	12,9	16,9	20,7	23,4	23,6	19,5	12,8
Tokat	14,2	7,6	3,5	1,8	3,4	7,8	12,7	16,4	20,0	22,8	23,2	19,4	12,7

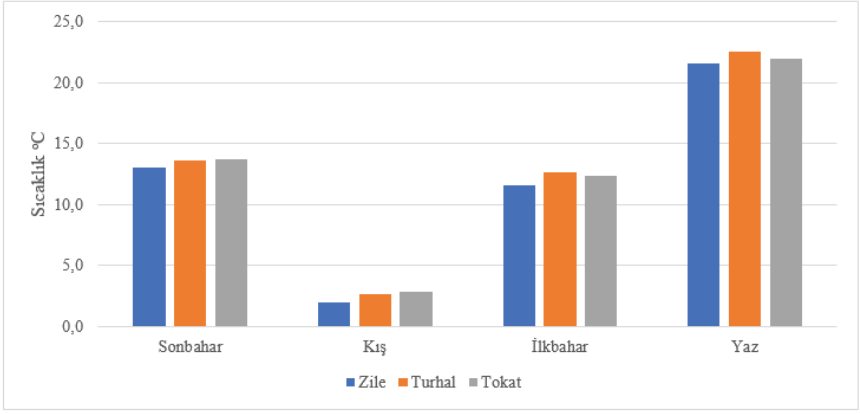
Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda mevsimlere göre sıcaklık durumu incelendiğinde yaz ortalama sıcaklıklarının 20°C üzerinde olduğu görülmektedir. Sonbahar mevsiminin ilkbahardan saha sıcak ve 10-15°C arasında olduğu görülmektedir (Tablo 22, Şekil 32-32).



Şekil 31: Aylık Ortalama Sıcaklıklar.

Daha önce de belirtildiği üzere bir bölgenin iklimi hakkında değerlendirme yapılabilmesi için en az 30 yıllık rasat verilerinin temin edilmesi gerekmektedir. Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda sadece 3 istasyonda bu durum mevcuttur. Bununla birlikte Tokat, Turhal ve Zile istasyonu havzanın büyük oranda batı kesiminde yer almaktadır. Ayrıca bu istasyonlar konum itibariyle 750 metreden az yükseltiye sahiptir. Bu durumda havzanın yükselti durumuna göre yaklaşık %15'ine tekabül etmektedir.

Daha önce de belirtildiği üzere bir bölgenin iklimi hakkında değerlendirme yapılabilmesi için en az 30 yıllık rasat verilerinin temin edilmesi gerekmektedir. Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda sadece üç istasyonda bu durum mevcuttur. Bununla birlikte Tokat, Turhal ve Zile istasyonu havzanın büyük oranda batı kesiminde yer almaktadır. Ayrıca bu istasyonlar konum itibariyle 750 metreden az yükseltiye sahiptir. Bu durumda havzanın yükselti durumuna göre yaklaşık %15'ine tekabül etmektedir.

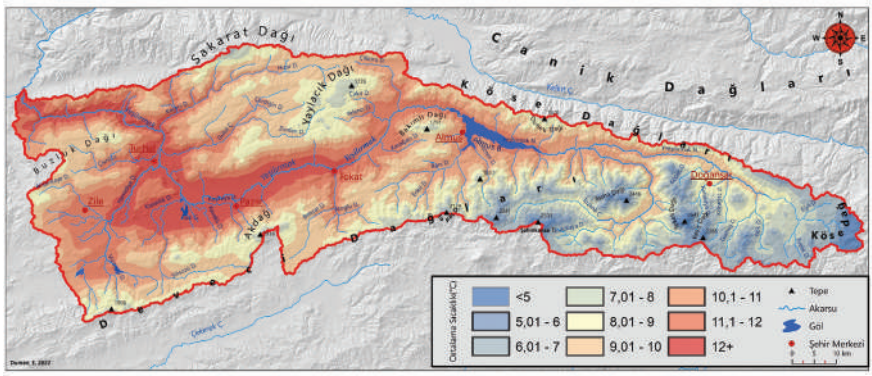


Şekil 32: Mevsimlere Göre Ortalama Sıcaklıklar.

Sıcaklık dağılış haritaları Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamalarından IDW ve Krigging metotları ile yapılmaktadır. Bu iki metot arasında belirgin farklar görülmemiştir ve IDW metodu tercih edilmiştir. Bu metot için gerekli olan noktasal sıcaklık verileri ilgili istasyonların yıllık ortalama sıcaklık verileridir. IDW yöntemi ile mevcut olan noktasal verilerden alansal veriler elde edilmektedir. Bununla birlikte sadece 3 istasyonun temsil ettiği noktasal veriyi tüm havzaya genellemek doğru olmayacaktır. Daha doğru sonuçlar elde etmek için daha önce de belirtildiği üzere topografyaya göre tadil edilmiş Thiessen Çokgenleri ile istasyonların temsil ettikleri alanlar bulunmuş akabinde ise sıcaklık değerleri yükseltiye göre indirgenmiştir. Elde edilen noktasal veri ile de IDW metodu ile sıcaklık dağılış haritaları oluşturulmuştur.

Harita 25'te araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C)yukarıda belirtilen yöntemle oluşturulmuştur. Harita incelendiğinde araştırma sahasının en yüksek sıcaklık değerlerine sahip olan kesimleri en alçak kesimler olan Kazova, Turhal Ovası, Zile Ovası'nın bir bölümü ve Turhal Ovası'nın devamında Yeşilırmak Nehri'nin takip etmiş olduğu dar bir vadidir. Bu alanlarda yıllık ortalama sıcaklık değeri 12°C üzerindedir. Havzada yıllık ortalama sıcaklık değerleri en düşük olan alanlar ise yükseltinin 2000 metrenin üzerinde olan yerlerdir. Bu alanlar havzanın doğu-

sunda yer alan ve 2000 metre yükselti değerlerine ulaşan Kösedağ, Asma Dağı, Şahinkayası Tepesi, Keşiş Dağı ve dolaylarıdır. Bu alanlarda yıllık ortalama sıcaklık değerleri 5°C'nin altına düşmektedir. Havza da sıcaklıklar bu iki değer arasında yükseltiye bağlı olarak tedricen değişmektedir.



Harita 25: Yukarı Yeşilırmak Havzası Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası (°C).

3.1.2.2 Nemlilik ve Yağış

İklim elemanları arasında önem açısından sıcaklıktan sonra gelen yağış, havada bulunan su buharının katı veya sıvı şekilde yeryüzüne düşmesi ile oluşmaktadır. Yağış denildiğinde genel itibariyle yağmur akla gelmektedir fakat kar, dolu, çiy de yağış içerisinde değerlendirilmektedir (Erol 2014: 234,257; Türkeş 2017: 318; Deniz 2018: 245).

Tablo 23: Meteoroloji İstasyonları Uzun Dönem Aylık Ortalama Yağış Değerleri (mm) (MGM).

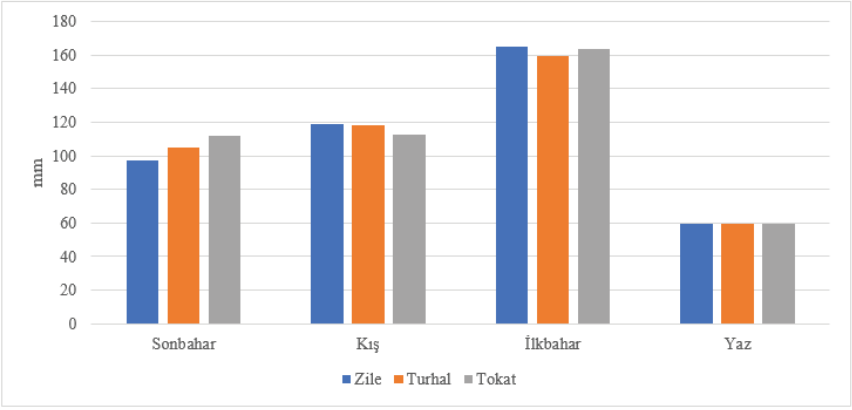
İst.	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
Zile	34,01	45,29	44,65	40,95	33,04	48,47	53,89	62,74	42,23	10,07	7,10	18,23	440,67
Turhal	36,84	48,21	46,16	37,39	34,58	48,18	54,84	56,07	41,36	9,22	8,68	20,08	441,63
Tokat	43,96	48,19	42,77	38,22	31,55	43,29	55,73	64,38	40,24	12,15	6,84	19,52	446,84

Tablo 24: Mevsimlere Göre Ortalama Yağış Değerleri (mm).

İst.	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Zile	97,54	118,64	165,10	59,40
Turhal	105,14	118,13	159,10	59,26
Tokat	111,67	112,54	163,40	59,23

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın yağış değerleri ilgili istasyonların verileri incelendiğinde (Tablo 23) Türkiye ortalaması olan 600 mm (Sağdıç

2015: 57)'den daha düşüktür. Yağış miktarları incelendiğinde yıllık toplam yağış en fazla Tokat istasyonunda ölçülmüştür. Bu istasyondaki yıllık yağış miktarı 446,8 mm'dir. Devamında ise Turhal>Zile olarak sıralama görülmektedir. En düşük yağış miktarı ise 440,67 mm ile Zile istasyonunda ölçülmüştür. İstasyonlarda ölçülen yağış değerleri birbirine yakındır. Yukarı Yeşilırmak Havzası yağış rejimi incelendiğinde ilkbahar yağışlarının diğer mevsimlere göre daha fazla olduğu göze çarpmaktadır (Tablo 24, Şekil 33). Bu durumda bölgenin iklim özellikleri Duran (1932: 95)'a göre "Anadolu Yaylası İklimi, Erinç (1984: 334)' göre "Kontinental Tip", Atalay (2011: 116)' göre de "Karadeniz Ardı Yarınemli-Yarıkurak İklimi" özelliklerini taşımaktadır.



Şekil 33:Mevsimlere Göre Ortalama Yağış (mm).

Yağış miktarları incelendiğinde genel bir kural olan yükselti arttıkça yağış da artar *(*Erol 2014: 253*)* durumu bölgede oluşmamaktadır. Bu durumun ortaya çıkmasının sebebi yüksek kesimlerde yağışın yağmur değil de kar şeklinde olmasıdır.

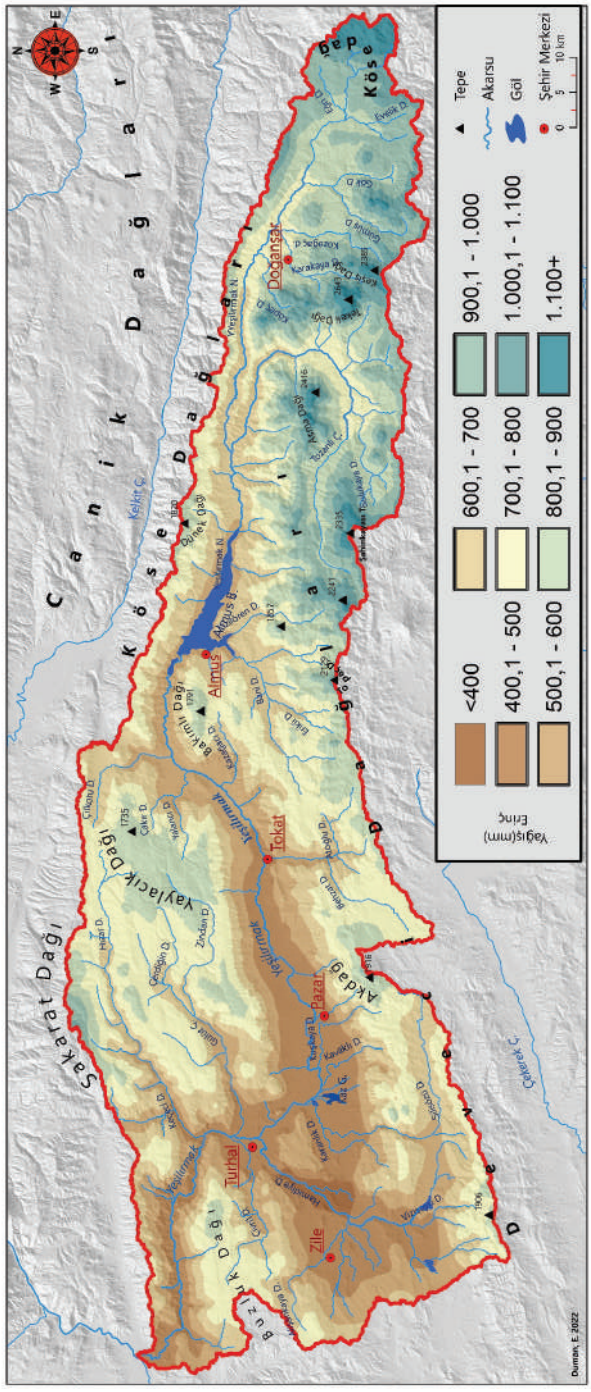
Yağışı etkileyen faktörlerden yükselti dikkate alındığında yükselti arttıkça yağışın arttığı fakat belirli yükseklikten sonra düştüğü de araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Yağışın yükseltiye göre arttığı konusunda çalışma yapan P. Schreiber araştırmaları sonucunda yaygın kullanımı olan yükselti arttıkça 100 metrede bir 54 mm arttığı soncunda ulaşmıştır. Belirli bir bölgedeki araştırmaları bu sonuca ulaşan Schreiber gibi başka araştırmacılarda farklı bölgeler dair farklı sonuçlara ulaşmışlardır. Bunlardan Conrad 100 metrede 52 mm, Huber 100 metrede 68.6 mm değerlerine ulaşmıştır (Ardel 1973: 277).

Erinç (1984: 465) bu konuda Türkiye için her 100 metre yükselmede 45mm'lik bir artışın olması gerektiğini bildirmiştir. Buna göre de aşağıdaki formülü oluşturmuştur. Bu formülde "o" meteoroloji istasyonunun

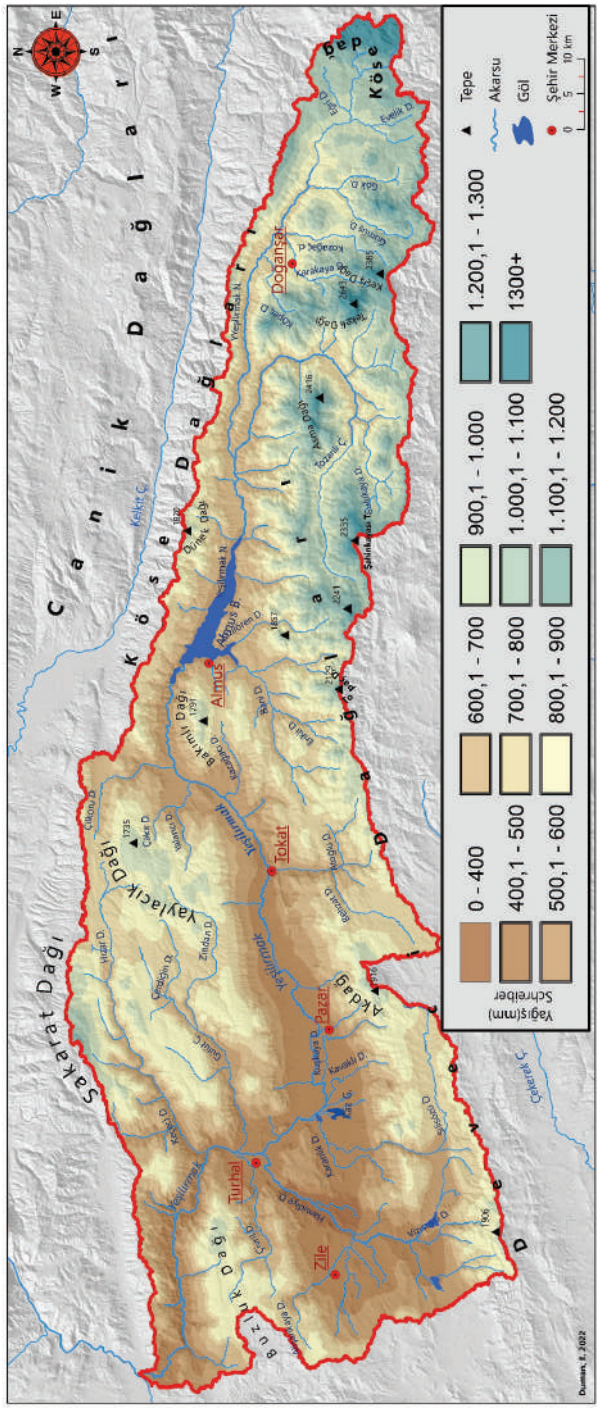
yağış miktarının "k" kontrol noktasını "h" ise kontrol noktası ile meteoroloji istasyon arasındaki yükselti farkını temsil etmektedir. Tüm bunlar göz önünde bulundurularak gerek Schreiber (Harita 27) gerekse Erinç (Harita 26) formüllerine göre araştırma sahasının yağış haritaları oluşturulmuştur.

$$Y_k = Y_o + 0{,}45 * h$$

Schreiber yöntemine göre elde edilen değerler incelendiğinde havzanın ortalama yağış miktarı 766 mm olarak tespit edilmiştir. Erinç'in önermiş olduğu 100 m'de 45 mm'lik değişim formülüne göre ise havzanın ortalama yağış miktarı 712 mm'dir.



Harita 26: Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın Erinç Formülüne Göre Yağış Dağılışı.



Harita 27: Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın Schreiber Formülüne Göre Yağış Dağılışı.

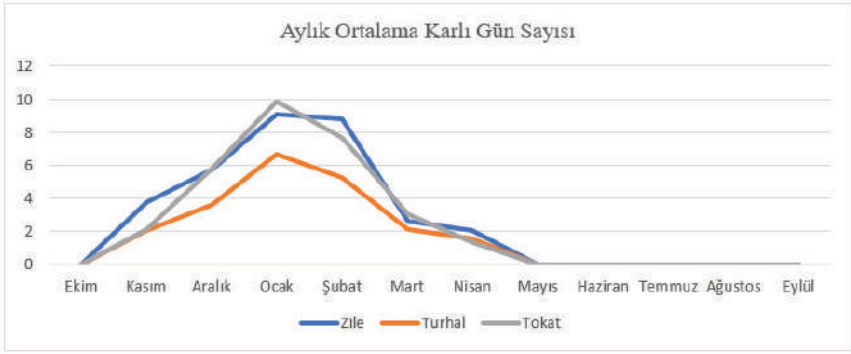
Daha önce de belirtildiği üzere araştırma sahasında yer alan istasyonlar bölge geneline göre alçak irtifada yer almaktadır. Hatta 1195 metre olan araştırma sahası ortalama yükseltisinin üzerinde rasatları iklim çalışmalarında kullanılacak bir istasyon bulunmamaktadır. Eldeki veriler incelendiğinde belirtilen istasyonların Kasım ayından Nisan ayına kadar kar örtüsü kaydı tuttukları görülmektedir (Şekil 34, Tablo 25). Ayrıca arazi gözlemlerinden çıkarılabilecek sonuç bu yöndedir ve muhtelif zamanlarda yükseltisi fazla olan kesimlerde kar yağışı gözlemlenirken alçak irtifadaki yerlere yağmur yağdığı gözlemlenmiştir. Fotoğraf 46'da kar yağışının yükseltiye göre nasıl değiştiği net bir şekilde görülmektedir. Aralık ayında çekilen bu görüntüde yamacın yüksek kesimleri karlı alçak kesimleri ise karsızdır. Yamaçta görülen kar alt sınırı 900-1000 metre dolaylarında olup daha aşağı kesimlere kar yağışı gerçekleşmemiştir. Bu yükseltinin altında kalan yerlerde ve Kazova'da kar yağışı görülmezken üst kesimlerde yağış mevcuttur. Bu fotoğrafta görülen yamaç bakı durumu güney yönlü olup kuzey yönlü yamaçlarda da benzer durum gözlemlenmiştir.

Tablo 25: Aylık Ortalama Kar Örtülü Gün Sayısı

İst.	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Zile	0,00	3,75	5,71	9,05	8,81	2,63	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Turhal	0,00	2,00	3,60	6,69	5,23	2,13	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tokat	0,00	2,10	5,83	9,88	7,67	3,06	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Fotoğraf 46: Kar Yağışının Yükseltiye Göre Değişimi (Bakış Yönü: Kuzeydoğu).

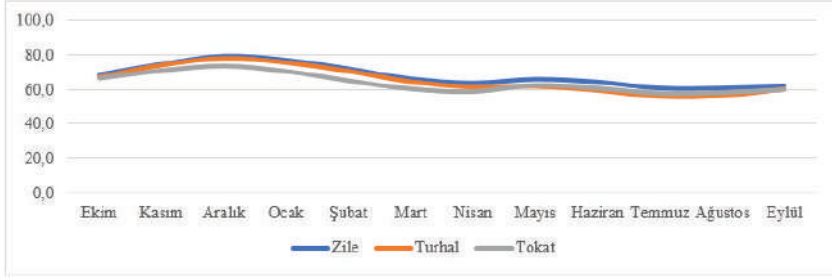


Şekil 34 : Aylık Ortalama Karlı gün Sayısı

Havada bulunan su buharına verilen ad olan nem oransal olarak belirtilir ve nispi nem olarak kullanılmaktadır (Erinç 1984: 104). Belirlenen meteoroloji istasyonlarının nemlilik değerleri incelendiğinde yıllık nem değerinin en fazla Zile istasyonunda olduğu görülmektedir. Zile istasyonundan sonra ise Turhal istasyonu ve devamında da Tokat istasyonu gelmektedir (Tablo 26, Şekil 35).

Tablo 26:Meteoroloji İstasyonlarının Ortalama Nem Değerleri (%)

İst.	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
Zile	68,6	74,7	79,4	77,1	72,0	66,1	63,7	65,8	64,3	60,6	60,6	62,1	67,9
Turhal	67,4	74,2	78,3	75,8	70,8	64,6	61,5	62,0	59,7	56,1	56,5	60,4	65,6
Tokat	66,2	70,7	73,3	70,3	64,8	60,0	58,4	62,1	60,3	57,5	57,9	59,6	63,4



Şekil 35:Meteoroloji İstasyonlarının Aylara Göre Nem Oranları (%).

Mevsimlere göre değerlendirildiğinde ise en fazla nem oranı kış aylarında, en düşük nem oranı ise yaz aylarında görülmektedir. Mevsimlere göre nem değerleri yine yıllık nem oranlarına paralellik göstermekte olup her mevsimde sıralama Zile>Turhal>Tokat istasyonu şeklindedir (Tablo 27).

Tablo 27: Mevsimlere Göre Nem Durumu (%)

İst.	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Zile	68,5	76,2	65,2	61,8
Turhal	67,3	74,9	62,7	57,4
Tokat	65,5	69,4	60,2	58,6

3.1.2.3 Basınç ve Rüzgârlar

Kelime anlamı olarak belirli bir yüzeye olan baskı manasına gelen basınç kavramı klimatolojide atmosferi oluşturan gazların yeryüzüne olan etkisini tanımlamaktadır. Bir bölgenin basınç durumu çeşitli coğrafi faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Basınç durumu özellikle hava akımlarını etkilemesi açısından önemlidir. Hava akımları yüksek basınçlı alanlardan alçak basınçlı alanlara doğru olmaktadır ve hızlarını da basınç farklılığı belirlemektedir (Türkeş 2017: 114, 166; Erol 2014: 112).

Tablo 28: Turhal İstasyonu Aylık Ortalama, Minimum ve Maksimum Basınç Değerleri

Parametre	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	YILLIK
Aylık Ortalama Hava Basıncı (hPa)	956,2	957,7	958,1	956,4	955,1	953,1	951,7	951,9	951,4	950	950,5	952,9	953,8
Aylık Maksimum Hava Basıncı (hPa)	969,5	971	974,1	972	973	971,3	968,6	963,2	963,3	959,2	959,2	963,9	974,1
Aylık Minimum Hava Basıncı (hPa)	941	934,4	934,6	927,4	934,4	932,4	929,3	937,9	938,1	937	937,7	939,2	927,4

Tablo 29: Tokat İstasyonu Aylık Ortalama, Minimum ve Maksimum Basınç Değerleri.

Parametre	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	YILLIK
Aylık Ortalama Hava Basıncı (hPa)	947,9	949,4	949,7	949,0	946,9	945,1	942,7	942,8	942,0	940,7	941,6	944,6	945,2
Aylık Maksimum Hava Basıncı (hPa)	962,1	964,0	972,0	976,5	965,1	967,0	959,4	955,5	955,0	952,0	953,6	957,8	976,5

Aylık Minimum Hava Basıncı (hPa)	931,8	928,0	921,0	918,2	925,8	922,7	921,8	925,4	924,6	925,0	927,7	928,8	918,2

Arştırma sahası belirli bir basınç merkezinde yer almadığı için basınç değerleri yıl içerisinde çok fazla değişmemektedir. Tablo 28-29'de Turhal ve Tokat istasyonunun basınç değerleri verilmiştir(Zile İstasyonu veri yok). Ortalma basınç değerleri incelendiğinde Tokat istasyonunun Turhal istasyonundan daha az basınç değerine sahip olduğu görülmektedir.

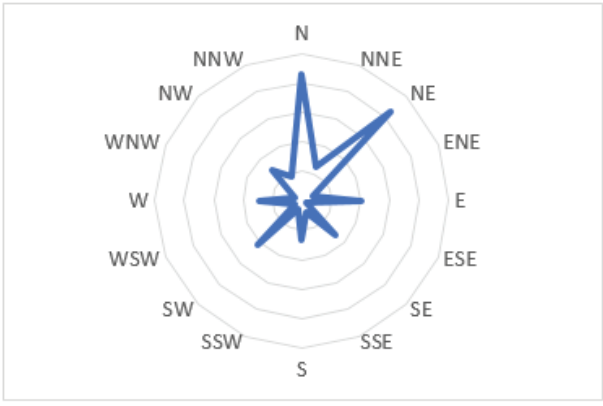
Bir yerden başka bir yöne doğru gerçekleşen hava akımına rüzgar adı verilmektedir. Bu hava akımının hızı, süresi, yönü çeşitlilik göstermekte ve her zaman standart bir şekilde gerçekleşmemektedir. Rüzgar yönü, hızı, frekansı gibi özellikleri gerek basınç merkezlerinin özelliklerine gerekse de fiziki coğrafya özelliklerinden etkilenmektedir (İzbırak 1992: 270).

Tablo 30:Turhal İstayonu Rüzgâr Esme Yönleri

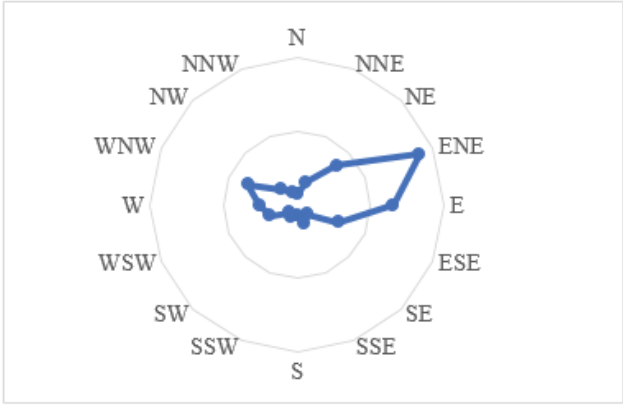
Parametre	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	YILLIK
N	3611	2687	2413	2840	3037	4059	3358	3799	3775	4393	4370	4450	42792
NNE	1076	610	640	667	808	967	999	1016	1255	1740	1491	1178	12447
NE	2934	1878	1693	1950	2008	2830	3130	3699	4879	7069	6180	4423	42673
ENE	274	179	293	247	192	282	240	351	378	699	509	306	3950
E	1863	1456	1186	1348	1248	1615	1700	1758	2051	2330	1935	1797	20287
ESE	92	136	188	192	109	183	131	83	89	83	46	88	1420
SE	1069	1184	1674	1814	1727	1896	1404	1437	1249	888	921	963	16226
SSE	225	489	594	595	634	479	357	238	180	129	132	237	4289
S	824	1170	1186	1818	1687	1711	1332	1004	777	515	456	635	13115
SSW	250	247	275	340	285	346	350	255	173	137	144	265	3067
SW	1504	1652	1917	2445	2327	2567	2532	2105	1318	853	835	1177	21232
WSW	210	247	260	253	224	258	287	274	160	228	200	200	2801
W	1042	1224	1528	1406	1550	1293	1522	1046	1015	748	1010	1009	14393
WNW	206	196	185	229	271	236	212	243	209	182	231	281	2681
NW	967	844	924	831	982	1411	1166	1375	1486	1591	1426	1546	14549
NNW	810	482	439	528	653	907	663	965	829	931	909	764	8880

Araştırma sahasının rüzgar özelliklerinin belirlenmesinde Tokat ve Turhal istasyonlarının kayıtları incelenmiştir (Tablo 30-31). Turhal istasyonunun yıllık rüzgar esme sayıları temel alınarak oluşturulan rüzgar gülü (Şekil 36) incelendiğinde yıl içerisinde en çok rüzgar esme sayısının kuzey ve kuzeydoğu yönlerinden olduğu görülmektedir. Bu yönler Yeşilırmak Nehri vadisinin Turhal

Ovasından çıkış yönü ile Gülüt Çayı vadisi yönleridir ve bu yönlerden maksimum rüzgar esme sayıları görülmektedir.



Şekil 36: Turhal İstasyonu



Şekil 37: Tokat İstasyonu

Tokat İstasyonu rüzgârgülü incelendiğinde ise rüzgâr esme yönünün ENE olduğu görülmektedir (Şekil 37). Yine bölgenin topografik özelliklerinin rüzgâr esme yönü üzerindeki etkisi burada da ortaya çıkmıştır.

Tablo 31: Tokat İstasyonu Rüzgâr Esme Yönleri

Parametre	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**YILLIK**
N	533	655	722	847	537	478	489	571	767	627	623	416	7265
NNE	1316	1190	1127	1256	994	1091	997	1358	1574	2231	1994	1431	16559
NE	2975	2707	2384	2524	2417	2920	3022	3603	4001	4019	4179	2886	37637
ENE	7658	6852	5554	5842	6338	7747	7218	8336	8083	9273	8974	8225	90100
E	6223	4757	3950	3654	3939	4705	4630	5922	5980	7397	7053	6932	65142
ESE	3163	1764	1546	1756	1753	2546	2495	2766	2823	3355	3099	3428	30494
SE	1029	695	770	810	828	1050	751	527	463	577	836	880	9216
SSE	998	1202	1459	1726	1496	1624	1076	972	727	780	892	802	13754
S	459	569	817	919	872	1049	700	567	460	403	385	476	7676
SSW	546	979	1137	1227	1312	1347	912	559	364	365	363	424	9535
SW	493	774	1036	972	797	868	770	427	246	164	187	220	6954
WSW	1595	2229	2597	2354	2073	2283	2276	1557	1032	508	515	949	19968
W	2226	2638	3433	2939	2182	2158	2478	1926	1650	1107	1122	1666	25525
WNW	3541	3918	4651	4368	3198	2374	2898	3019	2074	1537	1902	2812	36292
NW	1304	1461	2025	1740	1153	809	887	1085	1037	975	1003	1166	14645
NNW	659	799	1004	1061	696	641	639	797	870	766	649	693	9274

3.1.2.4 İklim Tipi ve Yorumu

İklim tiplerini belirleme konusunda birçok çalışma ve yöntem bulunmakla birlikte belli başlı ortak özellikleri olan yöntemlerin gruplandırılması iklim tipini belirleme hususunda kolaylık sağlamaktadır. İklim tipi belirlenmesi hususunda belli başlı önemli çalışmalar bulunmaktadır ve bu çalışmaları yapan araştırmacılar çeşitli iklim elemanlarını kullanarak bir bölgenin iklim tipini belirleme yoluna gitmişlerdir (Dönmez 1984: 229-230; Ardel 1973: 322).

Bu konuda yapılan araştırmalardan birisi Köppen'in iklim tasnifidir (Dönmez 1984: 233). Aylık ve yıllık sıcaklık miktarına, yıllık yağış ve yağışın yıl içerisindeki dağılışına yağış ve sıcaklığın bir arada bitki örtüsü ile ilişkisine bakan Köppen tasnifinde 5 kuşak ve 24 iklim tipi yer almaktadır. Araştırma sahasının iklim değerleri incelendiğinde Yukarı Yeşilırmak Havzası Köppen Tasnifi'ne göre (Csb) orta iklimler kuşağında kışı ılık yazı sıcak ve kurak olarak belirlenmiştir.

İklim tipi hususunda De Martone çalışmasında yıllık toplam yağış değerlerini ve ortalama sıcaklık değerlerini kullanmıştır (Ardel 1973: 334). Buna göre formül aşağıdaki gibidir. Burada "P" yıllık yağış miktarını T ise yıllık ortalama sıcaklığı temsil etmektedir. Bu formüle göre havzadaki istasyonların

değerleri Tablo 32'de verilmiş olup araştırma sahası bu indis tasnifinde "yarı kurak-yarı nemli" arası iklim tipine sahiptir.

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

De Martone indisi benzeri bir tasnif şekli olan Erinç (1984: 485) indisinde ise maksimum sıcaklık ortalamaları kullanılmaktadır. Yine Tablo 16'da Erinç formülüne göre istasyon değerleri belirlenmiş olup havza genel itibariyle "yarı kurak-yarı nemli" iklim tipine sahiptir. Erinç (1984: 486) formülüne göre bitki örtüsü "step-park görünümlü kuru orman" türündedir. Erinç formülü:

$$Im = \frac{P}{Tom}$$

Tablo 32: De Martone, Erinç, Peltier ve Köppen İndisleri Değerleri.

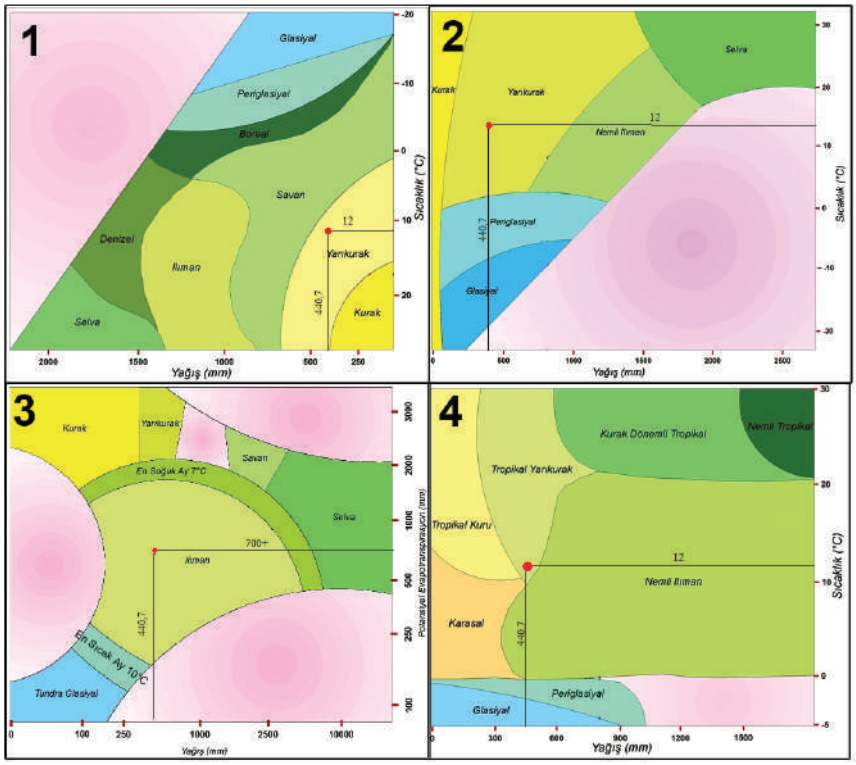
İstasyon Adı	Yıllık Yağış	Yıllık Ort Sıcaklık	Yıllık Ort Max. Sıcaklık	De Martone	Erinç	Peltier	Köppen
Zile	440,7	12,0	18,5	20	24	Y.Kurak	Csb
Turhal	441,6	12,8	19,2	19	23	Y.Kurak	Csb
Tokat	446,8	12,7	18,8	20	24	Y.Kurak	Csb

Peltier yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerlerini temel alarak bir morfojenetik sınıflandırma sistemi ortaya koymuştur. Peltier'in hazırlamış olduğu tasnifte 9 morfojenetik bölge bulunmaktadır. Peltier'in tasnifi tablosal olarak Tablo 33'de verilmiştir (Gönençgil, Sarıgül 2018).

Tablo 33: Peltier Tasnifine Göre Morfojenetik Bölgeler.

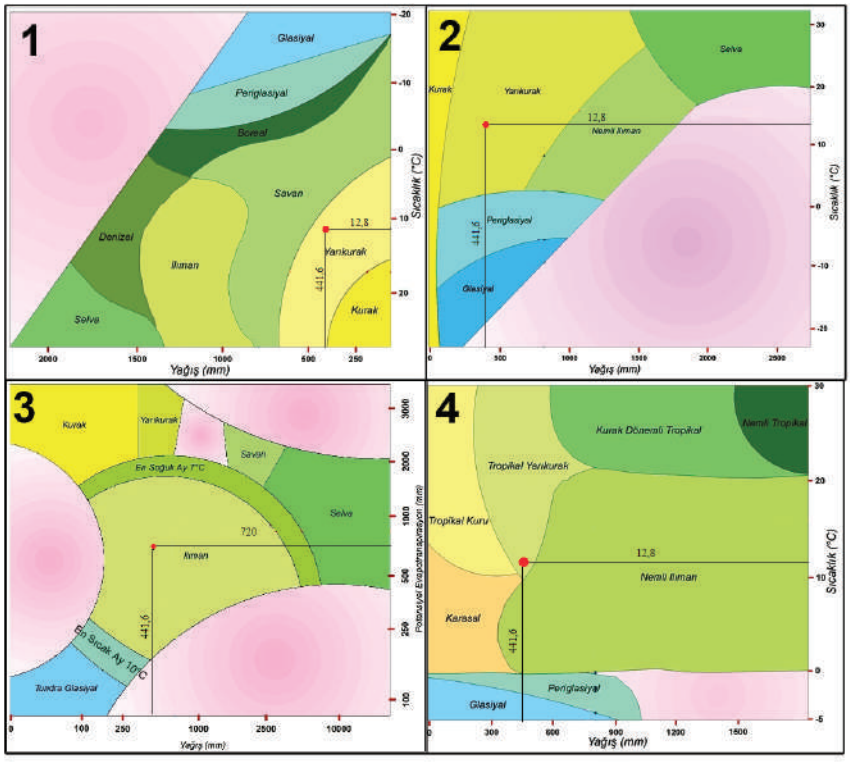
	Sıcaklık		Yağış	
Glasiyal	-17,7	-6,6	0	1143
Periglasiyal	-15	-1,1	127	1397
Boreal	-9,4	3,3	254	1524
Maritime	1,6	21,1	1270	1905
Selva	15,5	29,4	1397	2286
Ilıman	3,3	29,4	889	1524
Savan	-12,2	29,4	635	1270
Yarıkurak	1,6	29,4	254	635
Kurak	12,7	29,4	0	381

Peltier tasnifine göre araştırma sahasında yer alan meteoroloji istasyonlarının toplam yağış ve ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde Tablo 33'de de görüldüğü üzere yarı kurak sınıfına girmektedir. Araştırma sahasında yer alan tüm istasyonların sıcaklık değerleri Peltier tasnifinde yer alan morfojenetik bölgeler aralıklarından Maritime, Ilıman ve Yarıkurak bölgeleri aralıklarında yer almaktadır. İstasyonların yağış değerleri incelendiğinde ise verilmiş olan aralıklardan Glasiyal, Periglasiyal, Boreal ve Yarıkurak bölgelerinin aralıklarında bulunmaktadır. Sıcaklık ve yağış birlikte değerlendirildiğinde ise tüm istasyonlar sadece Yarıkurak morfojenetik bölgesi olarak görülmektedir. İstasyon verileri bu şekilde iken istasyonların değerleri temel alınarak enterpolasyon yöntemi ile oluşturulan haritalardan bölgenin tamamı incelendiğinde sıcaklık aralığı 5-12°C, yağış değerleri ise 387-967 mm'dir. Bu değerlere göre incelendiğinde havzanın büyük bir bölümü yine yarıkurak sınıfına dâhil olmakla birlikte havzanın yüksek kesimlerinde yağış artışına bağlı olarak ılıman sınıfına girdiği görülmektedir. Şekil 38-39-40'da meteoroloji istasyonlarının, 41'de ise havza genel ortalamasının morfojenetik tasnifleri verilmiştir.



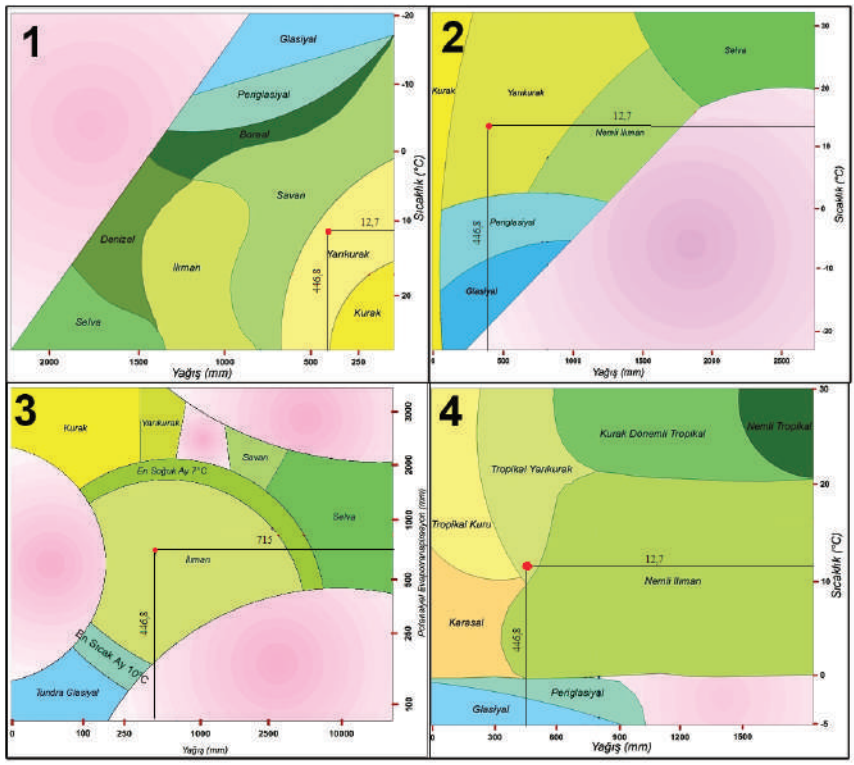
Şekil 38:Zile İstasyonu Farklı Morfojenetik İndis Değerleri (1: Peltier, 2: Wilson, 3: Tanner, 4: Summerfiled)

Zile istasyonunun farklı indislere göre morfojenetik özelliklerine bakıldığında; Peltier-Yarı Kurak, Wilson- Yarı Kurak, Tanner-Ilıman ve Summerfield- Yarıkurak şeklindedir (Şekil 38).



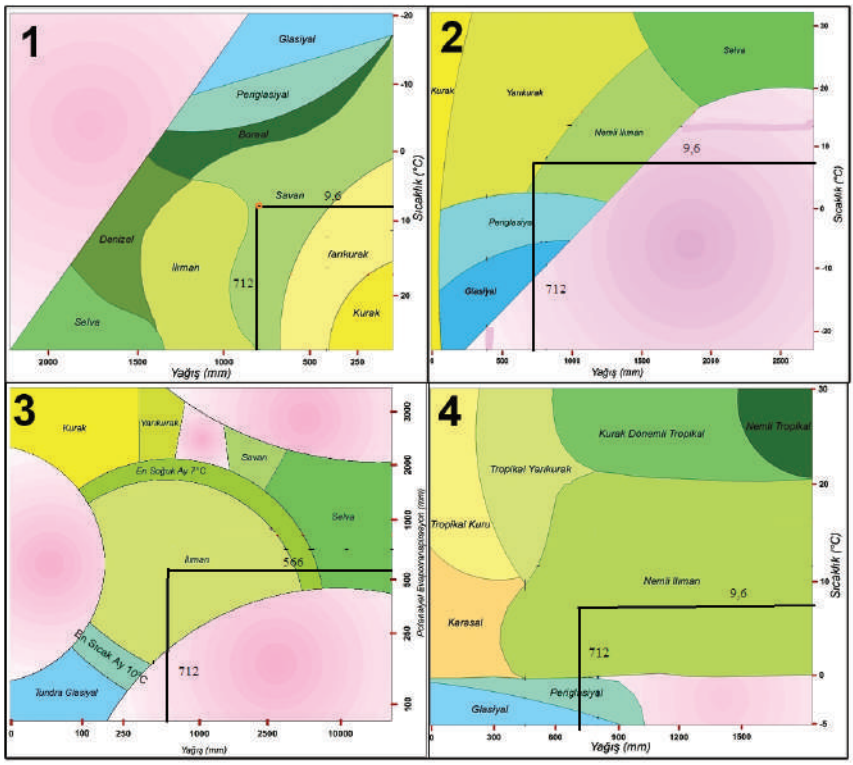
Şekil 39:Turhal İstasyonu Farklı Morfojenetik İndis Değerleri (1: Peltier, 2: Wilson, 3: Tanner, 4: Summerfiled)

Zile istasyonunda olduğu gibi Turhal ve Tokat meteoroloji istasyonlarının farklı indislere göre morfojenetik özelliklerine bakıldığında; Peltier-Yarı Kurak, Wilson- Yarı Kurak, Tanner-Ilıman ve Summerfield- Yarıkurak şeklindedir. Morfojenetik iklim tasniflerinin değerleri sonucunda sadece Tanner indisine göre "ılıman" olarak değerlendirilen araştırma sahası diğer üç indise göre "yarı kurak" olarak tespit edilmiştir (Şekil 39-40).



Şekil 40:Tokat İstasyonu Farklı Morfojenetik İndis Değerleri (1: Peltier, 2: Wilson, 3: Tanner, 4: Summerfiled)

Havza geneli indis değerleri incelendiğinde meteoroloji istasyonlarına göre farklı sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir. Yapılan hesaplamalarda havzanın ortalama yağış değeri 712 mm, sıcaklık değeri 9,6°C ve PET değeri de 566 mm olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere bakarak havza geneli Peltier İndisine göre Savan, Wilson'a göre Yarıkurak-Nemli Ilıman sınırında, Tanner'e göre Ilıman ve Summerfield'e göre de nemli ılımandır (Şekil 41).



Şekil 41: Havza Geneli Ortalama Değerlere Göre Farklı Morfojenetik İndis Değerleri (1: Peltier, 2: Wilson, 3: Tanner, 4: Summerfiled)

3.2 **İklim İndisleri**

İklimi oluşturan iklim elemanlarının çeşitliliği ve bu elemanların değişkenliği meteorolojik rasatlar vasıtasıyla ortaya konulabilmektedir. İklim elemanlarının nicel değerlerine bakarak yorumlamak, çıkarımlarda bulunmak ve farklı iklim elemanlarının arasındaki ilişkiyi değerlendirmek sayısal verilerin değerlerine göre işlem yapılması yolu ile olduğu için karmaşık değildir. Fakat iklimi oluşturan tüm elemanları bir araya getirilerek iklim tasnifi yapmak oldukça karmaşıktır (Ardel 1973: 322). İklim çalışmalarında Dünya'da bulunan iklim çeşitlerinin nasıl sınıflandırılacağı konusu en çok çaba sarf edilen konuların başında gelmiş ve araştırmacılar bu konu hakkında birçok metot denemiş, ortaya koymuştur. Klimatolojik verilerin çeşitliği ve her bir verinin her yere göre değişkenlik göstermesi sebebiyle bu çalışmaların kullandığı klimatolojik data ve uyguladığı yöntem farklı olmuştur. Bu sebeple herkesin genel-geçer kabul ettiği belli bir yöntem ortaya konulamamış, elde edilmek istenen maksada göre iklim sınıflandırma yöntemi uygulanagelmiştir (Erinç 1984: 255). İklim tasnifinin araştırmacılar tarafında uygulamaya konulması sürecinde başlangıçta

tek bir iklim elemanına bağlı verilerin kullanılması şeklinde olup ilerleyen süreçte farklı değişkenlerin de kullandığı yöntemler yaygınlaşmıştır. Bu değişkenler iklim elemanlarının nicel değerlerine bakılarak ve belli formüller dâhilinde uygulama yapılarak uygulanan metotları kapsamaktadır (Yılmaz, Çiçek 2016). İklim tiplerinin tasnifi hususunda temel alınan belli başlı ana yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler; radyasyona dayanan iklim sınıflandırmaları, hava sıcaklığına dayanan iklim sınıflandırmaları, yağışa dayanan iklim sınıflandırmaları ile buharlaşma-terleme ve toprak-nem dengesine dayanan iklim sınıflandırmalarıdır (Türkeş 2017: 438–441).

Yerkürede bulunan muhtelif iklim tipleri arasındaki kesin sınırları belirlemek oldukça zordur. Uzun çalışmalar neticesinde ortaya konulan iklim indisleri arasında eksiksiz bir çalışma bulunmamakla birlikte bu tasnifler çeşitli iklim tiplerinin belirlenmesini ve farkının anlaşılmasını belli ölçüde sağlamaktadır.

İklim tasnifinin en eski yöntemi sıcaklık dağılışı esasına göre yapılmış olan sınıflandırma olup iklim bölgeleri "tropikal kuşak, kutup kuşağı ve tropikler ile kutup kuşağı arasında kalan orta kuşak olarak belirlenmiştir. Grisebach (1872) ve De Candoll (1874) gibi botanik bilimciler meteorolojik rasatların yeterli olmadığı dönemlerde bu konu ile alakadar olmuşlar ve iklim tiplerini bitki örtüsü dağılışına göre tasnif etmişlerdir. Buna göre Hint Muson Bölgesi, Step Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Pampa Bölgesi gibi iklim bölgeleri belirlemişlerdir. İklim bölgelerini sıcaklık değerlerine göre sınıflandıran ilk araştırmacı ise A. Supan'dır. A. Supan'ın belirlemiş olduğu iklim bölgeleri: Sıcak Kuşak (yıllık ortalama sıcaklığın 20°C'den fazla olduğu bölgeler), Mutedil Kuşak (en sıcak ayın ortalama sıcaklık 10°C'den fazla, yıllık ortalama sıcaklık 20°C'den az) ve Kutbi Bölgeler (ne sıcak ayın ortalama değeri 10°C'den düşük)'dir (Ardel 1973: 258; Erinç 1984: 324).

Avusturyalı bilim adamı Wladimir Köppen, 1884 yılında ortaya koyduğu sınıflandırma ile daha önce sıcaklığa göre belirlenen üç iklim tipini Tropikal Kuşak, Subtropikal Kuşak, Orta Kuşak, Soğuk Kuşak ve Kutup Kuşağı olarak güncellemiştir. 1900 yılında ise Köppen belirlemiş olduğu bu beş kuşağı sabit tutup sıcaklık özelliklerinde güncellemeye gitmiştir. 1918 yılında Köppen yapmış olduğu çalışmayı daha da detaylandırmış ve 5 ana iklim kuşağı, 11 iklim tipi olacak şekilde bir tasnif ortaya koymuştur. Köppen'in iklim tasnifi Rudolf Geiger tarafından 1960 yıllarda güncellenerek alansal tutarlılıkları yüksek sınıflandırmalar ortaya konulmuştur (Dönmez 1984; Türkeş 2017: 442).

Köppen tasnifine göre Yukarı Yeşilırmak Havzası iklim tipi havzadaki 3 meteoroloji istasyonunun değerleri incelendiğinde en sıcak ayın or-

talama sıcaklığı 10°C'den fazla ve en soğuk ayın ortalama sıcaklığı 18°C ile -3°C arasındadır (Tablo 34). Bu değerlere göre ana kuşaktan Nemli Orta Enlem İklimleri (C) kuşağında yer almaktadır. Köppen tasnifinin bir alt kademesinde ise kurak yaz-sıcak ılıman iklim grubunda yaz aylarındaki minimum yağışların kış aylarındaki minimum yağışlardan düşük olduğu, kış azami yağış değerlerinin yaz aylarındaki asgari yağış değerlerinden 3 kat daha fazla olduğu ve yaz minimum yağışın 40 mm'den az olduğu (Cs) grubuna dâhildir. Bir alt kademeye inildiğinde ise havzanın bölgeleri arasında değişiklikler mevcuttur. İstasyon verileri incelendiğinde Zile, Turhal ve Tokat istasyonlarının en sıcak ay sıcaklıkları 22°C'den büyük olduğu için bu istasyonlar (Csa) alt grubuna dâhildir. İstasyon verileri Köppen tasnifine göre bu gruplara girmekle birlikte daha önce de belirtildiği üzere havzada yer alan meteoroloji istasyonlar genel itibariyle düşük irtifalardaki ovalarda yer almaktadır. Yükselti basamakları dikkate alınarak belirlenen kontrol noktalarının sıcaklık değerleri vasıtasıyla enterpolasyon yöntemi uygulanarak oluşturulan sıcaklık dağılış haritalarına bakılırsa havzanın geniş bir bölümü (Csb) grubuna dâhildir. Kabaca havzanın güney ve doğu kesimlerinde durum bu şekildedir.

Tablo 34: Sıcaklık Değerleri

İstasyon Adı	En Soğuk Ay (°C)	En sıcak Ay (°C)
Zile	0,9	22,7
Turhal	1,6	23,6
Tokat	1,8	23,2

İklim tasnifi hususunda iklim elemanlarının hepsinin önemli olduğunun vurgulayan De Martone'ne göre iklim elemanlarından sıcaklık iklim tasnifinde ne önemli âmildir. Sıcaklıktan sonra ikinci sıraya yağış miktarlarını koyan De Martone bulutluluk, havanın nemi ve yağışlı günlerin sayısını da değerlendirmiştir. Gerek yıllık ortalama sıcaklıklar gerekse de Ocak ve Temmuz ayları sıcaklık değerleri ile bunlar arasındaki fark ile sıcak ve soğuk devrelerin devamını da dikkate almak gereklidir. Bu hususlar göz önünde bulundurulduğunda De Martone iklim tasnifine göre yeryüzünde 6 ana iklim kuşağı ve bu ana kuşakların alt grubunda yer alan 16 iklim tipi bulunmaktadır (Ardel 1973: 333; Dönmez 1984: 246).

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

De Martone yıllık kuraklık indisini yukarıdaki gibi formüle etmiş, aylık kuraklık indisinde ise yukarıdaki formülün 12 katı olarak belirlemiştir. Burada P(p aylık indis) yıllık yağış miktarını, T(t aylık) ise yıllık ortama sıcaklık değerini temsil etmektedir. 10 değeri ise sabit bir değer olup eksi sıcaklıkta olan ortalamaları artıya çevirmek maksatlı konulmuştur. Tablo

35'de De Martone formülüne göre istasyon değerleri belirlenmiştir. Buna göre araştırma sahasında yer alan istasyonlardan sadece Turhal istasyonunun indis değeri 19 olup diğer üç istasyonun değeri 20'dir. Buna göre Turhal istasyonu indis değerine göre yarıkurak, diğer istasyonlar sınır değerde olukları için yarıkurak-yarı nemli sınıfa dâhildir. Bununla birlikte daha önce de belirtildiği üzere bu istasyonlar havzanın alçak kesimlerini temsil etmekte olup havza geneli düşünüldüğünde yüksek kesimlerin indis değerleri daha fazla olacak ve yarı nemli sınıfa dâhil olacaklardır. Buna göre havzanın alçakta yer alan ova kesimleri yarı kurak, yüksek dağlık kesimleri ise yarı nemli olarak tasnif edilebilir (Tablo 35).

Tablo 35: De Martone formülüne göre yıllık, ocak ve temmuz değerleri.

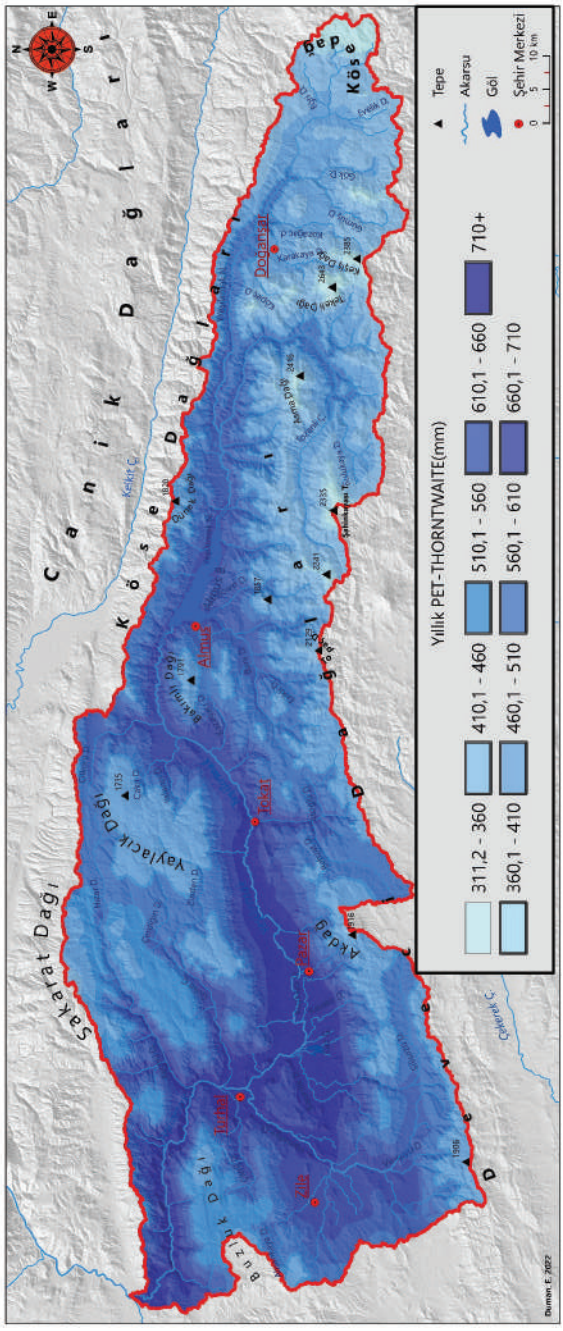
İstasyon Adı	I (1923)	Ocak	Temmuz	I (1942)
Zile	20	45	4	12
Turhal	19	39	3	11
Tokat	20	39	4	12

De Martone 1923 yılında hazırlamış olduğu bu formülü Gottman ile birlikte 1942 yılında tadil etmiş ve yıllık değerleri göz önünde bulunduran formüle en kurak veya indis değeri en düşük ay olan temmuz ayını da dâhil etmiştir. Formül aşağıdaki gibidir.

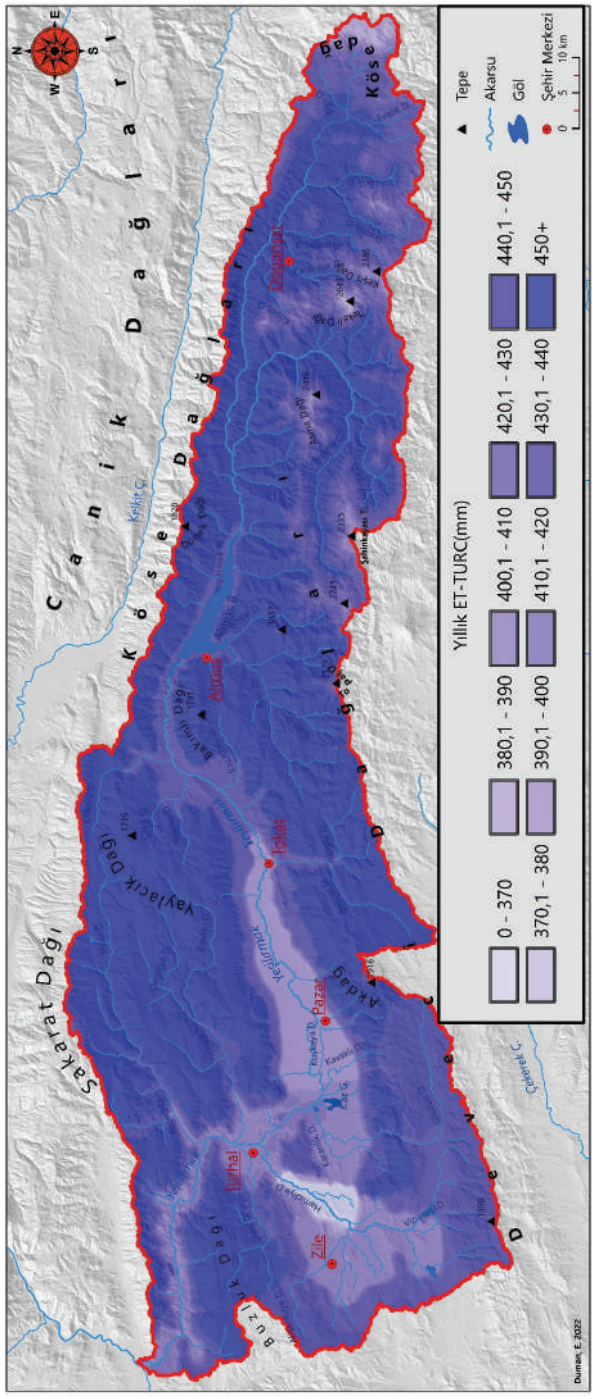
$$I = \frac{\frac{P}{T+10} + \frac{12p}{t+10}}{2}$$

De Martone ve Gottman'ın düzenlemiş olduğu bu formüle göre araştırma $10<I<20$ değerleri arasında yer almakta ve yarı kurak sahalardaki yağışlı bölgeleri temsil etmektedir.

Thortwaite'in potansiyel evapotranspirasyon (PET) ve Turc'un evapotransporasyon formülleri indirgenmiş değerlere göre her yükselti için hesaplanmış, elde edilen sonuçlar haritalandırılmıştır (Harita 28-29).



Harita 28:Thorntwatie Formülüne Göre Potansiyel Evapotranspirasyon Dağılışı.



Harita 29:Turc Formülüne Göre Evapotransprasyon Dağılışı.

3.3 **Kuraklık Analizleri**

Kuraklık yağış azlığı, buharlaşmanın yağış miktarından fazla olma durumu, mevcut bulununan su kaynaklarının seviyelerinin düşmesi, su temininin az olduğu veya olmadığı, bitkilerin su sıkıntısı çekme durumu olarak adlandırılabilmektedir. Kuraklık durumunu sadece sıcaklık ve buharlaşmanın fazla olması durumu belirlemekte olmayıp sıcaklığın ve yağışın az olduğu bazı bölgelerde de bağıl nem yüksek olmasına karşın yağış miktarı az olup bitki yaşamına elverişli ortamlar olmayan soğuk çöller teşekkül eder. Orta enlemlerde karasal antisiklonlar kuraklık durumu oluşmasına etkilidirler. Yine önemli kuraklık sebebi olarak alçalıcı hava hareketleri söylenebilir (İzbırak, 1992: 221-222; Atalay, 2011; Erol, 2014: 257). Kuraklık bir doğal afet olup diğer afetlerle karşılaştırıldığında etki derecesine göre yerküredeki en etkilisidir. Gerek etkilerinin deprem, heyelan, taşkın vs. afetlerinde olduğu gibi anında görülmemesi gerekse de doğrudan ölümlere yol açmak yerine dolaylı yoldan e uzun vadede olması sebebiyle kuraklık afeti en çok zararı olan afet olmasına rağmen bu etkisi bilinmemekte ve göz ardı edilmektedir. Genel itibariyle yağış miktarlarının ortalama değerlerin oldukça altına düşmesi durumu kuraklık olarak tanımlanmaktadır (Kadıoğlu, 2008; Mengü, Anaç, & Özçakal, 2011). Kuraklık tanımları kavramsal veya uygulamalı olarak ayırmak gerekmektedir. Kavramsal tanımlar genel itibariyle gerçek zamanlı kuraklık durumunu ortaya koymaya yönelik yapılan tanımlamalardır. Örneğin ekim zamanı yağışsız dönem-uzun süreli kuru hava dönemi gibi tanımlar mevcut durumu ortaya koymaya yönelik tanımlardır. Uygulamaya yönelik tanımlar ise kuraklık ile alakalı çeşitli analizlerin yapılması, bazı niceliksel verilerin uygulamalı değerlendirilmesi neticesinde yapılan tanımlardır. Örneğin toprak nem oranının belirlemek için günlük yağış değerlerinin ve buharlaşma değerlerinin hesaba katarak bir sonuca ulaşmak bu şekildedir. Uygulamalı açıdan kuraklık durumun incelenmesi kuraklığın potansiyel etkilerinin tahmin edilmesi hususunda katkı sağlayacaktır (Wilhite, Glantz 1985). Kuraklık durumunun hesaplanmasında çeşitli analiz yöntemleri mevcuttur.

3.3.1 Standart Yağış İndeksi (SPI)

McKee vd. (1993) tarafından ortaya konulan Standart Yağış İndeksi yöntemi ile yağış değerlerinin ortalamaya göre farkının standart sapmaya bölünmesi neticesinde elde edilen sonuçlara göre değerlendirilen bir yöntem olup kuraklık araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Şimşek, Çakmak 2020). Bu yöntemde faklı aralıklarla günlük toplam yağış değerlerine göre hesaplamalar yapılarak belirlenen aralıklara göre kuraklık durumu ortaya konulmaktadır (Salehnia vd 2017). Araştırma sahasında yer alan üç meteoroloji istasyonuna ait günlük yağış verileri

kullanılarak SPI indeksine göre 3, 6, 12 ve 24 aylık kaydırmalı aralıklara göre hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 36: SPI Değer ve Sınıfları.

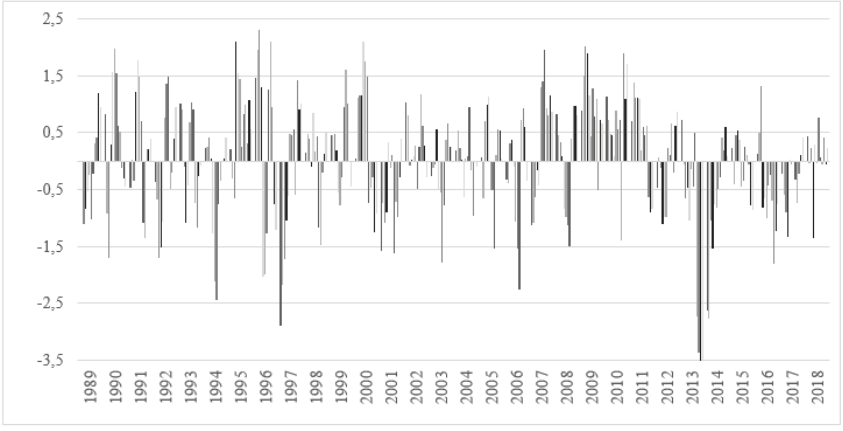
Değer	Sınıf
2 ve daha fazla	Aşırı nemli
1,5 ile 1,99 arası	Çok nemli
1 ile 1,49 arası	Hafif nemli
-0,99 ile 0,99 arası	Normal
-1,49 ile -1 arası	Hafif Kurak
-1,99 ile -1,5 arası	Çok Kurak
-2 ve daha az	Aşırı Kurak

Tablo 36'da SPI indisinin değerleri e bu değerlerin karşılığı olan nemlilik/kuraklık sınıfları verilmiştir. Bu değerlere göre de araştırma sahasında yer alan 3 meteoroloji istasyonunun günlük yağış verileri kullanılarak tablo ve grafikler oluşturulmuştur.

Tablo 37: Zile İstasyonu 3 Aylık SPI Tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989			-1,1	-0,85	-0,53	-0,24	-1,02	-0,23	0,32	0,41	1,2	0,94
1990	0,82	-0,93	-1,7	0,29	1,57	1,97	1,55	0,61	0,51	-0,12	-0,3	-0,44
1991	-0,48	0,02	-0,34	1,22	1,77	1,48	0,71	-1,08	-1,35	0,2	0,2	0,4
1992	-0,37	-0,68	-1,71	-1,52	-1,06	0,77	1,35	1,49	-0,49	-0,21	0,4	0,95
1993	1	0,9	-0,11	-1,09	-0,43	0,69	1,02	0,9	-0,74	-1,17	-0,26	-0,09
1994	0,23	0,24	0,42	0,04	-1,28	-2,11	-2,45	-0,75	-0,34	-0,01	0,05	0,42
1995	0,21	-0,31	-0,66	2,09	1,54	1,45	0,25	0,83	0,99	0,32	1,08	0,55
1996	1,47	1,95	2,31	1,3	-2,04	-1,99	-1,27	1,26	2,09	0,94	-0,76	-1,22
1997	-2,89	-2,17	-1,72	-1,04	-0,62	0,48	0,45	0,55	-0,6	1,41	0,91	1
1998	0,15	0,47	0,39	-0,11	0,84	0,16	0,43	-1,17	-1,48	-0,21	0,12	0,49
1999	0,45	0,45	0,47	0,18	-0,56	-0,78	-0,28	0,94	1,61	1,01	-0,01	-0,44
2000	0,05	1,11	1,16	1,16	2,1	1,75	1,49	-0,74	-0,48	-0,28	-1,26	-0,93
2001	-1,59	-0,74	-1,08	-0,91	0,34	-0,12	0,1	-1,62	-0,72	-0,99	-0,29	0,39
2002	1,03	0,8	-0,09	0,01	0,09	0,27	-0,49	0,25	1,18	0,61	0,26	-0,28
2003	-0,27	-0,13	-0,05	0,56	-0,5	-0,56	-1,78	-0,78	0,38	0,65	0,24	0,24
2004	0,19	0,53	0,22	0,02	-0,63	0,05	0,09	0,95	-0,17	-0,97	-0,02	-0,1
2005	0,07	-0,66	0,71	0,98	1,14	-0,51	-0,51	-1,53	0,11	0,56	0,54	0,04
2006	-0,32	-0,38	0,32	0,38	-0,1	-1,07	-1,53	-2,25	0,73	0,93	0,59	-0,34
2007	-1,12	-1,08	-0,63	-0,17	-0,43	1,29	1,39	1,95	0,93	0,81	1,16	0,86
2008	0,82	0,45	0,33	0,08	-0,84	-0,99	-1,12	-1,5	0,39	0,97	0,96	0,81
2009	0,88	1,51	2,01	1,89	1,16	0,44	1,27	0,78	1,1	-0,52	0,72	0,66

2010	1,14	0,72	0,47	0,46	0,08	0,88	0,56	0,72	-1,4	1,89	1,09	1,71
2011	0,71	1,37	1,12	1,11	1,1	0,18	0,59	0,45	0,62	-0,64	-0,9	-0,84
2012	-0,48	0,07	-0,13	-1,11	-0,98	-0,98	0,22	0,1	0,66	-0,2	0,62	0,87
2013	0,72	-0,06	-0,66	-0,48	-1,05	-0,14	-0,46	0,49	-2,73	-3,36	-4,02	-3,98
2014	-2,63	-2,77	-1,05	-1,53	-0,75	-0,82	-0,5	-0,29	0,41	0,18	0,6	0,08
2015	0,23	-0,4	0,46	0,54	0,37	-0,45	-0,34	0,25	0,1	-0,05	-0,77	-0,87
2016	0,13	0,49	1,31	-0,81	-0,65	-1	-0,42	-0,24	-0,69	-1,8	-1,24	-0,76
2017	-0,22	-0,6	-0,9	-1,34	0,03	-0,06	-0,01	-0,33	-0,74	-0,23	0,1	0,42
2018	0,44	-0,03	0,22	-1,36	0,29	-0,04	0,77	0,06	-0,05	0,42	-0,06	0,22

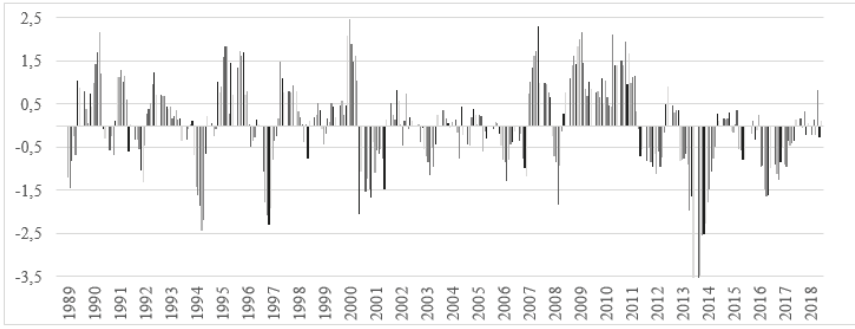


Şekil 42: Zile İstasyonu SPI Değerleri (3 Aylık).

Zile istasyonunun üç aylık kaydırmalı SPI analizine (Tablo 37, Şekil 42) göre şiddetli kuraklığın görüldüğü en uzun dönem olarak 2013 yılının Ekim ayında başlayan ve 2014 yılının Şubat ayına kadar devam eden altı aylık bir süreç ilk olarak göze çarpmaktadır. altı aylık bu dönem üç aylık kaydırmalı hesaplamada en uzun şiddetli kuraklığın yaşandığı dönem olup indis değerlerinin de maksimum seviyeye çıktığı görülmektedir. Bu dönem dışında da iki aylık ve bir aylık sürelerde aşırı kuraklık durumu yaşanmış olmakla birlikte indis değerleri sadece bu dönemde -3'ün altına inmiş hatta -4'ü de görmüştür. Analize göre Zile istasyonunda aşırı nemli uzun bir dönem bulunmamakta olup bir aylık sürelerde az da olsa görülmektedir.

Tablo 38: Zile *İstasyonu* 6 Aylık SPI Tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989						-1,21	-1,45	-0,82	-0,23	-0,69	1,05	0,88
1990	0,79	0,4	0,06	0,74	0,44	1	1,42	1,7	2,17	1,21	-0,09	-0,29
1991	-0,58	-0,25	-0,68	0,12	1,13	1,14	1,3	1,02	1,15	0,61	-0,6	0,04
1992	-0,33	-0,32	-0,54	-1,04	-1,32	-0,45	0,28	0,4	0,53	0,96	1,25	0,73
1993	0,72	0,69	0,68	0,44	0,39	0,45	0,17	0,23	0,36	0,15	0,18	-0,35
1994	-0,31	-0,09	0,03	0,11	-0,67	-1,42	-1,62	-1,86	-2,43	-2,19	-0,64	0,23
1995	0,06	-0,23	-0,09	1,02	0,76	0,91	1,59	1,83	1,83	0,28	1,46	0,73
1996	1,35	1,72	1,62	1,71	0,71	0,79	0,04	-0,5	-0,34	-0,26	0,14	0,03
1997	-1,07	-1,77	-2,08	-2,3	-1,91	-0,8	-0,35	-0,25	0,17	1,49	1,09	0,76
1998	0,79	0,78	0,94	-0,01	0,8	0,33	0,19	0,03	-0,39	0,03	-0,75	0,12
1999	0,2	0,25	0,52	0,36	-0,09	-0,42	-0,18	0,17	0,1	0,52	0,44	0,2
2000	0,47	0,59	0,24	0,46	2,1	2,46	1,89	1,48	1,63	1,06	-2,05	-1,06
2001	-1,53	-1,23	-1,48	-1,66	-0,38	-1,08	-0,58	-0,65	-0,53	-0,76	-1,46	0,13
2002	0,54	0,25	0,15	0,83	0,59	0,04	-0,45	0,11	0,75	-0,07	0,19	0,12
2003	-0,01	0,02	-0,39	-0,05	-0,53	-0,7	-0,84	-1,14	-0,52	-0,95	-0,42	0,25
2004	0,37	0,37	0,18	0,07	-0,05	0,08	0	0,13	-0,15	-0,76	0,44	-0,22
2005	-0,42	-0,46	0,19	0,4	0,26	0,03	0,24	0,23	-0,6	-0,14	-0,3	-0,01
2006	-0,08	0,09	0,07	-0,18	-0,45	-0,79	-0,85	-1,27	-0,78	-0,43	-0,38	-0,12
2007	-0,36	-0,18	-0,77	-0,99	-1,16	0,74	1,01	1,35	1,63	1,72	2,32	0,98
2008	0,98	0,96	0,78	0,66	-0,25	-0,72	-0,84	-1,83	-0,93	-0,12	0,29	0,78
2009	1,11	1,39	1,63	1,44	1,83	2,01	2,18	1,46	0,86	0,7	1,03	0,86
2010	0,77	0,79	0,67	1,1	0,53	1,06	0,67	0,48	0,44	2,11	1,4	1,41
2011	1,5	1,39	1,96	0,97	1,67	0,98	1,12	1,16	0,34	-0,07	-0,72	-0,55
2012	-0,82	-0,52	-0,84	-0,96	-0,65	-1,13	-0,6	-0,95	-0,74	-0,16	0,5	0,91
2013	0,46	0,31	0,36	0,37	-0,81	-0,79	-0,77	-0,65	-0,89	-1,96	-1,63	-4,39
2014	-3,7	-3,47	-2,55	-2,51	-2,26	-1,77	-1,48	-1,05	-0,75	-0,5	0,27	0,12
2015	0,17	0,13	0,18	0,32	-0,14	-0,15	0,04	0,35	-0,54	-0,56	-0,8	-0,79
2016	-0,03	-0,18	0,11	-0,31	-0,1	0,25	-0,96	-0,93	-1,47	-1,65	-1,61	-0,98
2017	-0,91	-1,13	-1,25	-0,83	-0,51	-0,89	-0,94	-0,35	-0,47	-0,4	-0,35	0,15
2018	0,18	-0,04	0,34	-0,21	0,06	0	-0,22	0,15	-0,2	0,83	-0,28	0,11



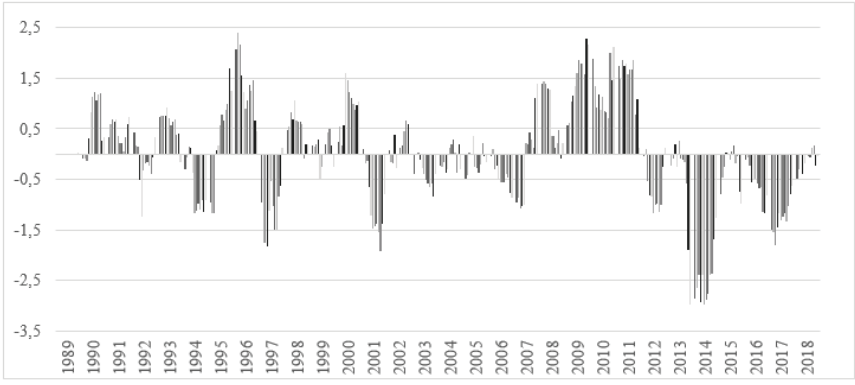
Şekil 43: Zile İstasyonu 6 Aylık SPI Değerleri

Zile istasyonunun 6 aylık yağış değerlerinin SPI analizine (Tablo 38, Şekil 43) göre yapılan değerlendirmesinde 2013 yılı Ekim ayında kurak olarak başlayıp Kasım ayında da aynı şekilde devam eden ve Aralık ayı itibariyle 2014 yılının Mayıs ayına kadar geçen sürede şiddetli kuraklık özelliği gösteren uzun bir dönem mevcuttur. Bunun dışında yine 2012 yılından sonra indis değerleri çoğunlukla sıfırın altında olup bazı dönemler hafif kurak bazı dönemlerde ise çok kurak olarak görülmektedir. 2009-2011 yıllarında ise genel itibariyle nemli olarak görünen indis değerleri herhangi bir ayda kurak görünüme geçmemiştir. Önceki dönemlerde ise yıllar içerisinde hem kurak hem de nemli dönemler mevcuttur.

Tablo 39: Zile İstasyonu 12 Aylık SPI tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989												0,03
1990	-0,08	-0,08	-0,13	0,31	0,82	1,13	1,23	1,06	1,18	1,19	0,26	0,34
1991	0,33	0,6	0,68	0,64	0,68	0,35	0,21	0,21	0,05	0,34	0,6	0,74
1992	0,43	0,18	0,15	-0,51	-1,23	-0,33	-0,18	-0,16	-0,22	-0,4	-0,07	0,33
1993	0,74	0,75	0,75	0,76	0,92	0,72	0,57	0,63	0,69	0,39	0,4	-0,15
1994	-0,29	-0,06	0,14	0,12	-0,37	-1,17	-1,13	-0,98	-1,11	-0,92	-1,14	-0,91
1995	-0,97	-1,17	-1,18	0,08	0,17	0,57	0,79	0,65	0,87	0,99	1,7	1,24
1996	2,08	2,4	2,16	1,55	1,23	0,89	1,06	1,37	1,26	1,45	0,66	0,46
1997	-0,97	-1,75	-1,76	-1,83	-1,12	-0,53	-1,02	-1,51	-1,49	-0,84	-0,63	0,13
1998	0,47	0,54	0,82	0,69	1,07	0,67	0,64	0,63	0,59	-0,08	0,19	0,19
1999	0,18	0,15	0,2	0,28	-0,48	-0,26	-0,02	0,2	0,43	0,5	0,17	-0,26
2000	0,23	0,54	0,18	0,57	1,6	1,46	1,23	1,1	1	0,87	0,96	1,03
2001	0,09	-0,18	-0,14	-0,65	-1,22	-1,48	-1,43	-1,38	-1,54	-1,91	-1,37	-0,8
2002	0,08	-0,16	-0,19	0,37	-0,27	0	0,13	0,17	0,44	0,66	0,59	-0,02
2003	-0,4	-0,03	0,03	-0,11	-0,28	-0,4	-0,51	-0,58	-0,66	-0,59	-0,85	-0,4
2004	-0,24	-0,25	-0,16	-0,38	-0,3	0,13	0,2	0,29	0,01	-0,38	0,2	-0,31
2005	-0,48	-0,43	0,02	-0,02	0,36	-0,26	-0,27	-0,36	-0,2	0,21	-0,05	-0,16

2006	-0,04	0,1	-0,3	-0,24	-0,5	-0,56	-0,57	-0,57	-0,39	-0,46	-0,76	-0,87
2007	-0,96	-0,87	-1,08	-1,02	-1	0,22	0,19	0,43	0,28	0,13	1,11	1,4
2008	1,39	1,44	1,38	1,3	1,27	0,35	0,35	0,12	0,21	0,47	-0,08	0,21
2009	0,56	0,62	1,03	1,15	1,34	1,6	1,85	1,8	1,78	1,58	2,29	2,17
2010	1,89	1,34	0,91	1,18	0,87	1,14	0,84	0,82	0,72	1,99	1,46	2,12
2011	1,74	1,48	1,85	1,73	1,8	1,58	1,67	1,67	1,86	0,79	1,08	0,11
2012	-0,04	0,1	-0,53	-0,81	-0,85	-1,16	-1	-0,98	-1,15	-1	-0,25	0,12
2013	-0,01	-0,24	-0,1	0,19	-0,26	0,26	-0,08	-0,11	-0,17	-0,58	-1,89	-2,98
2014	-2,86	-2,64	-2,4	-2,93	-2,39	-2,98	-2,89	-2,77	-2,39	-2,37	-1,68	-1,27
2015	-0,79	-0,46	-0,26	0,02	0,01	-0,11	0,06	0,18	-0,18	-0,05	-0,75	-0,99
2016	-0,12	-0,07	-0,24	-0,55	-0,51	-0,5	-0,58	-0,67	-0,66	-1,15	-1,17	-0,81
2017	-1,5	-1,54	-1,81	-1,45	-1,16	-1,31	-1,24	-1,16	-1,33	-1,02	-0,79	-0,64
2018	-0,48	-0,3	0	-0,39	-0,18	0	-0,05	-0,06	0,12	0,18	-0,22	-0,05

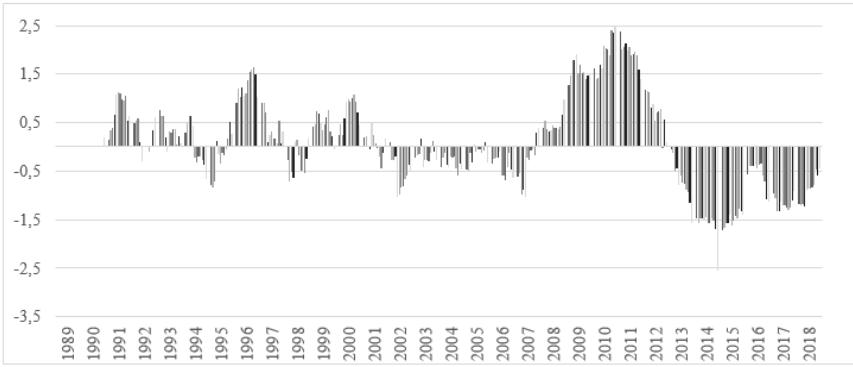


Şekil 44: Zile İstasyonu SPI değerleri (12 Aylık)

Zile istasyonunun 12 aylık SPI değerleri (Tablo 39, Şekil 44) incelendiğinde dikkat çeken zaman aralığı 2013 yılı Aralık ayı itibariyle başlayan ve 2014 yılının Ekim ayına kadar devam eden 11 aylık aşırı kurak dönemdir. Bu dönemde indis değerleri çoğunlukla -2'nin altında olup bazı aylarda -3'e yaklaşmıştır. Yine 2017 yılında 10 aylık, 2001 yılında da 7 aylık süreçlerde çok kurak-hafif kurak dönemlerin olduğu tablo ve grafikte ortaya çıkmaktadır. 2008-2011 yılları arasında ise nemli bir dönem mevcut olup yaygın olarak çok nemli dönemler ve hafif nemli dönemler olmakla birlikte az da olsa aşırı nemli aylar vardır. Yine 1996 yılında da nemli bir dönemin olduğu görülmektedir.

Tablo 40:Zile İstasyonu 24 Aylık SPI Tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989												
1990												0,2
1991	0,15	0,35	0,39	0,67	1,09	1,13	1,1	0,97	0,95	1,06	0,54	0,63
1992	0,48	0,53	0,59	0,11	-0,29	0,03	0,03	0,03	-0,11	0,01	0,35	0,62
1993	0,75	0,64	0,64	0,2	-0,09	0,32	0,3	0,36	0,38	0,04	0,22	0,08
1994	0,3	0,48	0,64	0,63	0,44	-0,22	-0,31	-0,19	-0,2	-0,27	-0,38	-0,66
1995	-0,78	-0,84	-0,72	0,12	-0,15	-0,34	-0,13	-0,16	-0,04	0,17	0,51	0,26
1996	0,91	1,2	1,02	1,23	1,06	1,1	1,37	1,54	1,59	1,65	1,49	1,02
1997	0,92	0,91	0,72	0,1	0,24	0,33	0,17	0,16	0,07	0,55	0,07	0,33
1998	-0,28	-0,7	-0,51	-0,64	0,1	0,15	-0,18	-0,5	-0,5	-0,54	-0,24	0,17
1999	0,41	0,47	0,73	0,68	0,49	0,34	0,47	0,62	0,76	0,32	0,23	-0,06
2000	0,25	0,47	0,25	0,6	0,94	0,99	0,94	1	1,07	0,94	0,72	0,47
2001	0,19	0,23	0	-0,04	0,5	0,25	0,07	-0,01	-0,19	-0,45	-0,13	0,17
2002	0,09	-0,28	-0,28	-0,2	-1,02	-0,97	-0,83	-0,8	-0,65	-0,6	-0,38	-0,51
2003	-0,21	-0,17	-0,15	0,16	-0,41	-0,28	-0,26	-0,29	-0,12	0,12	-0,1	-0,28
2004	-0,41	-0,23	-0,13	-0,38	-0,42	-0,19	-0,21	-0,2	-0,44	-0,58	-0,35	-0,46
2005	-0,46	-0,5	-0,13	-0,32	0,05	-0,09	-0,04	-0,04	-0,13	-0,07	0,11	-0,31
2006	-0,34	-0,25	-0,23	-0,22	-0,09	-0,59	-0,59	-0,68	-0,41	-0,12	-0,46	-0,64
2007	-0,62	-0,54	-0,98	-0,89	-1,04	-0,22	-0,26	-0,08	-0,06	-0,17	0,29	0,39
2008	0,39	0,53	0,37	0,33	0,34	0,43	0,4	0,4	0,38	0,42	0,67	0,98
2009	1,28	1,48	1,78	1,78	1,92	1,51	1,7	1,52	1,55	1,41	1,48	1,49
2010	1,63	1,4	1,42	1,69	1,63	2,08	2,03	2,01	1,89	2,4	2,36	2,58
2011	2,38	2,01	2,06	2,13	1,99	2,06	1,88	1,91	1,96	1,89	1,59	1,4
2012	1,17	1,16	1,12	0,82	0,89	0,53	0,71	0,73	0,79	-0,03	0,56	0,11
2013	-0,05	-0,13	-0,48	-0,44	-0,78	-0,59	-0,73	-0,76	-0,89	-0,94	-1,15	-1,57
2014	-1,46	-1,58	-1,48	-1,47	-1,53	-1,45	-1,58	-1,58	-1,48	-1,53	-1,69	-2,55
2015	-1,71	-1,66	-1,56	-1,56	-1,39	-1,63	-1,51	-1,43	-1,48	-1,28	-1,32	-1,41
2016	-0,57	-0,4	-0,4	-0,39	-0,36	-0,43	-0,36	-0,34	-0,58	-0,7	-1,08	-1,12
2017	-0,96	-1,05	-1,32	-1,32	-1,13	-1,21	-1,21	-1,25	-1,3	-1,26	-1,11	-0,91
2018	-1,17	-1,2	-1,17	-1,22	-0,91	-0,87	-0,85	-0,84	-0,78	-0,47	-0,58	-0,44



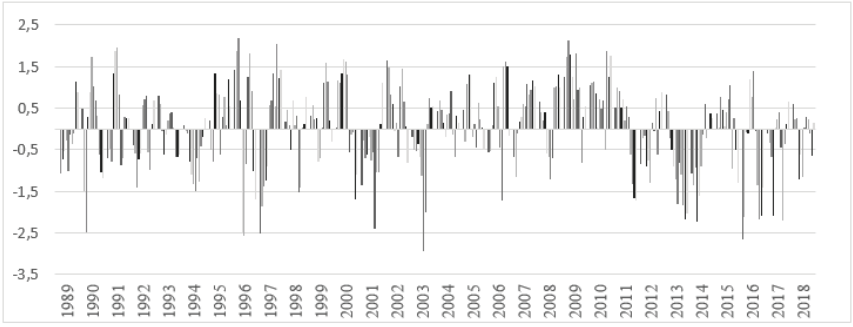
Şekil 45: Zile İstasyonu SPI değerleri (24 Aylık)

Zile istasyonunun 24 aylık SPI değerleri (Tablo 40, Şekil 45) incelendiğinde ilk olarak 2009 yılı Ocak ayından başlayarak 2012 yılı mart ayına kadar devam eden nemli dönem görülmektedir. Bu dönem içerisinde süreç olarak sırasıyla çok nemli, aşırı nemli ve hafif nemli aylar bulunmaktadır. Yine 1996 yılının Şubat ayında başlayıp Aralık ayında biten bir nemli dönem de yer almaktadır. Kurak dönem olarak ise 2013 yılının Kasım ayında başlayan süreç 2015 yılının Aralık ayına kadar devam etmektedir. Arada yine negatif değerlerin olduğu normal bir dönem yer almakta olup yine kurak dönem 2016 yılı Kasım ayında başlayıp 2018 yılı Mart ayına kadar bulunmaktadır.

Tablo 41: Turhal İstasyonu 3 Aylık SPI Tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989			-1,07	-0,72	-0,52	-0,29	-1,01	-0,13	-0,36	-0,1	1,14	0,88
1990	0,49	-1,49	-2,48	0,29	0,89	1,74	1,03	0,68	0,31	-0,61	-1,04	-1,17
1991	-0,69	-0,47	-0,79	1,33	1,88	1,95	0,82	-0,86	-0,7	0,3	0,25	0,26
1992	-0,4	-0,59	-1,42	-0,73	-0,58	0,57	0,72	0,8	-0,57	-0,98	0,12	0,68
1993	0,79	0,59	-0,05	-0,61	-0,14	0,2	0,36	0,41	0,04	-0,68	-0,66	-0,63
1994	0,09	-0,04	-0,11	-0,79	-1,09	-1,33	-1,49	-0,71	-1,27	-0,43	-0,18	0,25
1995	0,19	-0,49	-0,79	1,33	0,86	0,82	-0,63	0,29	0,76	0,09	1,19	0,54
1996	1,42	1,86	2,17	0,67	-2,52	-2,57	-0,85	1,24	1,82	0,9	-1,01	-1,68
1997	-2,52	-1,87	-1,37	-1,23	-0,89	0,57	0,67	1,33	0,55	2,03	1,22	1,41
1998	0,18	0,45	0,08	-0,49	0,67	0,09	0,31	-1,53	-1,42	0,01	0,13	0,77
1999	0,33	0,58	0,23	0,25	-0,79	-0,69	0,01	1,11	1,6	1,14	0,21	-0,31
2000	0,01	1,17	1,1	1,33	1,68	1,62	1,32	-0,56	-0,15	-0,08	-1,7	-1,1
2001	-1,34	-0,27	-0,69	-0,62	-0,19	-0,75	-0,55	-2,41	-1,05	-1,05	0,13	1,11
2002	1,65	1,48	0,83	0,59	-0,04	0,14	-0,66	1,03	1,45	0,65	0,06	-0,81
2003	-0,2	-0,51	-0,52	-0,35	-0,67	-1,13	-2,93	-2,01	0,13	0,75	0,52	0,54
2004	0,44	0,68	0,46	0,16	-0,19	0,35	0,36	0,91	-0,15	-0,66	0,33	0,15

2005	0,46	-0,31	1,08	1,32	1,32	-0,18	0,13	-0,46	0,63	0,24	0,03	-0,51
2006	-0,55	-0,53	0,09	1,12	1,24	0,54	-0,44	-1,72	1,49	1,62	1,5	-0,17
2007	-0,67	-1,16	-0,11	0,18	0,3	0,59	0,53	1,09	0,82	0,95	1,17	1,01
2008	0,65	0,4	0,19	0,41	-0,59	-0,68	-1,2	-0,7	1	1,03	1,32	0,99
2009	1,24	1,74	2,12	1,78	1,24	0,71	1,81	0,93	0,99	-0,82	0,28	0,53
2010	1,06	1,12	1,15	0,84	0,04	0,71	0,48	0,68	-0,5	1,86	1,25	1,77
2011	0,51	1	0,91	0,52	0,71	0,21	0,53	0,29	-0,62	-1,32	-1,67	-1,71
2012	-0,83	-0,22	-0,16	-0,91	-0,77	-1,31	0,15	-0,04	0,75	-0,63	0,42	0,89
2013	0,83	0,42	-0,23	-0,49	-0,89	-1,2	-1,8	-0,82	-1,09	-1,83	-2,18	-2,02
2014	-1,07	-1,34	-0,92	-2,22	-1,61	-0,89	-0,13	0,6	-0,21	-0,02	0,36	0,27
2015	0,36	0,01	0,78	0,46	0,06	0,41	0,72	1,04	-0,95	0,26	-0,51	-1,29
2016	-2,64	-2,11	-0,09	-0,1	1,18	0,77	1,38	-0,05	-1,35	-2,17	-2,08	-1,4
2017	-0,12	-0,34	-0,66	-2,1	0,02	0,23	0,41	-0,44	-2,21	-0,35	0,13	0,66
2018	0,61	0,23	0,27	-1,2	-0,62	-1,15	0,03	0,3	0,23	-0,11	-0,64	0,16

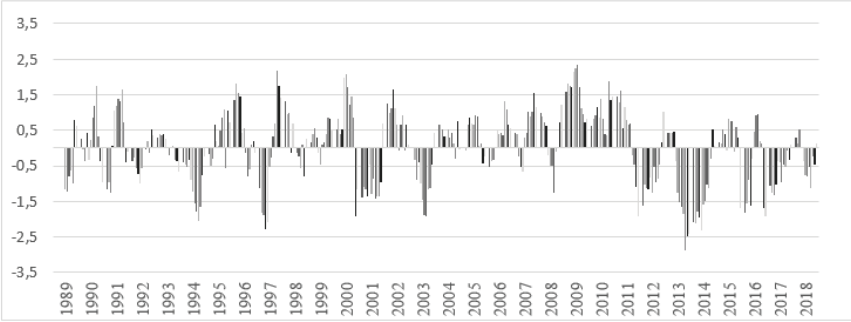


Şekil 46: Turhal İstasyonu SPI değerleri (3 Aylık)

Turhal İstasyonunun 3 aylık kaydırmalı SPI değerleri (Tablo 41, Şekil 46) incelendiğinde; 2012-2018 yılları arasında nispeten daha kurak, 2005-2010 yılları arasında daha çok nemli dönemlerin olduğu görülmektedir. Daha önceki yıllarda ise kurak ve nemli dönemler geçişli olarak meydana gelmiştir. 1997 yılının ilk dört ve 2013 ile 2016 yıllarının son dört ayları uzun bir süre olarak kurak geçmiştir. 2000 yılının Şubat-Temmuz ayları arası ve 2009 yılının Ocak-Mayıs ayları arası ise uzun süreli nemli dönem olarak görülmektedir.

Tablo 42: Turhal İstasyonu 6 Aylık SPI Tablosu

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989						-1,17	-1,22	-0,8	-0,62	-1,01	0,78	0,61
1990	0,27	-0,03	-0,37	0,44	-0,32	0,24	0,86	1,17	1,76	0,32	-0,37	-0,95
1991	-1,17	-0,95	-1,26	0,05	1,06	1,17	1,37	1,32	1,63	0,71	-0,41	-0,11
1992	-0,37	-0,27	-0,56	-0,74	-0,99	-0,55	0,03	-0,01	0,2	-0,15	0,51	0,35
1993	0,28	0,38	0,37	0,38	0,26	0	-0,19	0	0,07	-0,32	-0,37	-0,66
1994	-0,4	-0,45	-0,53	-0,35	-0,89	-1,23	-1,56	-1,78	-2,06	-1,64	-0,76	-0,24
1995	-0,18	-0,49	-0,29	0,65	0,2	0,06	0,49	0,85	1,07	-0,56	1,06	0,71
1996	1,34	1,81	1,54	1,45	0,43	0,55	-0,12	-0,78	-0,59	0,08	0,2	-0,12
1997	-1,13	-1,81	-1,9	-2,28	-2,08	-0,52	-0,28	0,33	0,7	2,18	1,76	1,42
1998	1,32	0,95	0,97	-0,15	0,7	0,02	-0,15	-0,25	-0,56	0,09	-0,78	0,27
1999	0,16	0,38	0,57	0,28	-0,15	-0,47	0,11	0,16	0,39	0,86	0,83	0,53
2000	0,54	0,83	0,4	0,52	1,98	2,09	1,71	1,22	1,45	0,87	-1,92	-1,16
2001	-1,39	-1,08	-1,15	-1,35	-0,47	-1,28	-0,85	-1,43	-1,37	-1,34	-0,97	0,68
2002	1,26	1	1,11	1,64	1,12	0,67	-0,08	0,66	0,93	-0,06	0,66	0,08
2003	0,03	-0,35	-0,88	-0,41	-1	-1,45	-1,9	-1,91	-1,15	-1,11	-0,48	0,44
2004	0,66	0,66	0,54	0,34	0,31	0,53	0,29	0,42	0,13	-0,31	0,75	-0,03
2005	0,02	-0,07	0,64	0,86	0,68	0,66	0,92	0,88	0,05	0,12	-0,43	-0,24
2006	-0,53	-0,38	-0,34	0,04	0,49	0,4	0,44	0,35	1,3	1,09	0,65	0,56
2007	0,42	0,39	-0,24	-0,52	-0,67	0,3	0,42	1,01	0,89	1,03	1,55	1,16
2008	0,97	0,89	0,72	0,63	-0,19	-0,49	-0,51	-1,26	-0,11	0,02	0,72	1,22
2009	1,57	1,8	1,76	1,7	2,14	2,23	2,35	1,7	1,11	0,94	0,73	0,82
2010	0,63	0,82	0,92	1,16	0,84	1,38	0,81	0,4	0,37	1,89	1,34	1,46
2011	1,45	1,28	1,62	0,56	1,16	0,79	0,64	0,7	-0,21	-0,46	-1,1	-1,93
2012	-1,63	-1,03	-1,13	-1,15	-0,84	-1,27	-0,52	-0,96	-0,85	-0,48	0,17	1,02
2013	0,44	0,43	0,44	0,47	-0,36	-1,25	-1,51	-1,65	-1,86	-2,87	-2,47	-2,42
2014	-2,08	-2,1	-1,8	-1,94	-2,3	-1,58	-1,48	-1,03	-1,14	-0,29	0,54	0,06
2015	0,17	0,14	0,53	0,4	-0,08	0,83	0,74	0,76	-0,1	0,6	0,29	-1,69
2016	-1,83	-1,57	-0,88	-1,62	-0,3	0,47	0,91	0,95	0,2	0,14	-1,67	-1,93
2017	-1,05	-1,27	-1,31	-1,03	-0,37	-0,41	-0,95	-0,47	-0,52	-0,07	-0,32	0,08
2018	0,29	0,14	0,52	0	-0,36	-0,76	-0,79	-0,53	-1,11	-0,23	-0,45	0,13



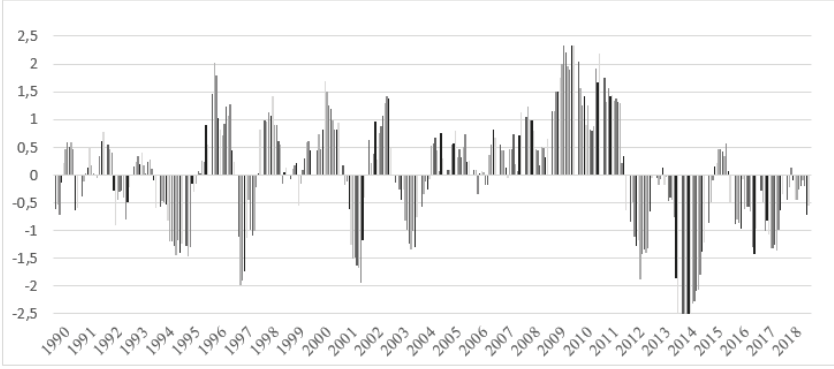
Şekil 47: Turhal İstasyonu SPI değerleri (6 Aylık).

Turhal İstasyonunun 6 aylık SPI tablosundaki (Tablo 42, Şekil 47) verilere göre özellikle 2012 yılından itibaren genel çoğunlukla kurak bir dönemin olduğu görülmektedir. 2013 yılının Mayıs ayından itibaren 2014 yılının Eylül ayına kadar olan süreçte kurak bir dönem görülmüş arada 5 ay devam eden şiddetli kuraklık evresi yaşanmıştır. Bu süreç dışında önceki dönemlerde de 5-6 aylık süreçlerde devam eden hafif, çok ve şiddetli kuraklık dönemleri yaşanmıştır. Nemli dönem olarak en fazla 2009 yılında 9 aylık bir süreç yaşanmış olup 1991, 2000 ve 2002 yıllarında 5 aylık dönemler de nemli geçmiştir. Bunlar haricince bir kaç aylık dönemler mevcuttur.

Tablo 43:Turhal İstasyonu 12 Aylık SPI Tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	-0,41
1990	-0,63	-0,54	-0,73	-0,14	0,21	0,46	0,59	0,51	0,59	0,46	-0,64	-0,6
1991	-0,39	-0,13	0,02	0,13	0,48	0,17	0,03	-0,01	-0,05	0,33	0,6	0,77
1992	0,55	0,45	0,39	-0,28	-0,91	-0,45	-0,32	-0,29	-0,42	-0,8	-0,49	-0,22
1993	0,15	0,24	0,33	0,19	0,4	0,16	0,03	0,23	0,27	0,1	-0,11	-0,61
1994	-0,59	-0,48	-0,5	-0,54	-0,82	-1,2	-1,2	-1,28	-1,45	-1,18	-1,42	-1,25
1995	-1,29	-1,47	-1,3	-0,17	-0,3	-0,17	0,07	0,01	0,26	0,24	0,9	0,55
1996	1,46	2,03	1,8	1,02	0,82	0,7	0,92	1,22	1,07	1,28	0,43	0,24
1997	-1,13	-2	-1,92	-1,75	-1,14	-0,45	-1	-1,11	-1,02	-0,22	0,03	0,82
1998	0,99	0,95	1,12	1,06	1,42	0,9	0,89	0,61	0,55	-0,17	0,05	0,13
1999	-0,08	0,11	0,17	0,22	-0,55	-0,16	0,09	0,3	0,59	0,61	0,44	0
2000	0,44	0,74	0,46	0,81	1,69	1,51	1,25	1,18	0,98	0,81	0,82	0,94
2001	0,16	-0,18	-0,12	-0,62	-1,27	-1,52	-1,5	-1,64	-1,69	-1,96	-1,18	-0,42
2002	0,63	0,22	0,38	0,95	0,28	0,75	0,88	1,06	1,3	1,41	1,37	0,49
2003	-0,15	-0,01	-0,27	-0,46	-0,26	-0,83	-1	-1,25	-1,36	-1,01	-1,31	-0,77
2004	-0,58	-0,35	-0,12	-0,27	-0,09	0,52	0,57	0,66	0,44	0,07	0,75	0,29
2005	0,09	0,08	0,55	0,56	0,8	0,31	0,45	0,32	0,5	0,74	0,24	0,25
2006	0,09	0,09	-0,35	0,02	0,06	0,04	-0,19	-0,19	0,36	0,54	0,82	0,67

2007	0,54	0,44	0,43	0,12	-0,07	0,46	0,45	0,73	0,19	0,07	0,7	1,13
2008	1,05	1,23	0,99	0,99	0,79	0,45	0,43	0,16	0,5	0,49	0,32	0,64
2009	1,15	1,15	1,51	1,5	1,75	2	2,33	2,21	1,95	1,9	2,34	2,33
2010	2,04	1,56	1,26	1,41	0,89	1,25	0,82	0,79	0,88	1,91	1,66	2,18
2011	1,76	1,31	1,56	1,41	1,44	1,33	1,37	1,32	1,29	0,2	0,33	-0,65
2012	-0,86	-0,49	-1,13	-1,29	-1,18	-1,9	-1,43	-1,36	-1,41	-1,32	-0,66	-0,07
2013	-0,05	-0,18	-0,09	0,12	-0,18	-0,03	-0,48	-0,42	-0,45	-0,77	-1,88	-2,81
2014	-2,86	-2,76	-2,58	-3,19	-2,83	-2,33	-2,29	-2,11	-2,07	-1,8	-1,39	-1,23
2015	-0,88	-0,5	-0,11	0,14	0,21	0,47	0,45	0,41	0,34	0,57	0,07	-0,5
2016	-0,89	-0,8	-0,87	-0,97	-0,08	-0,62	-0,59	-0,59	-0,66	-1,3	-1,43	-0,97
2017	-0,28	-0,49	-1,02	-0,84	-1,09	-1,32	-1,34	-1,26	-1,37	-0,99	-0,64	-0,36
2018	-0,45	-0,22	0,13	-0,11	-0,46	-0,45	-0,27	-0,21	-0,1	-0,2	-0,73	-0,57

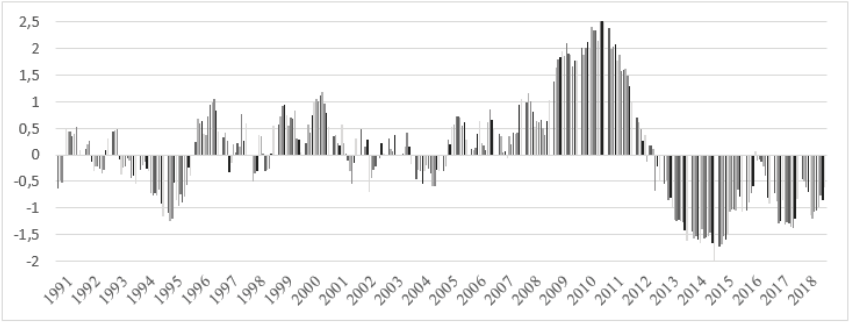


Şekil 48:Turhal İstasyonu SPI değerleri (12 Aylık).

Turhal istasyonunun SPI verilerinin 12 aylık kaydırmalı değerleri (Tablo 43, Şekil 48) üzerinde genelleme yapıldığında Zile istasyonunda olduğu gibi 2012 yılında sonraki dönemde kuraklık değerlerinde artış olduğu görülmektedir. 2009-2011 yılları arasındaki süreçte ise nemli bir dönem mevcuttur. Daha önceki yıllarda ise kurak dönemler nispeten daha fazladır. 2013 yılı sonunda başlayarak 2014 yılı eylül ayına kadar şiddetli kuraklık mevcuttur.

Tablo 44: Turhal İstasyonu 24 Aylık SPI tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989												
1990												-0,65
1991	-0,63	-0,48	-0,52	-0,03	0,49	0,44	0,44	0,35	0,4	0,53	-0,01	0,09
1992	0,1	0,2	0,27	-0,13	-0,3	-0,22	-0,22	-0,25	-0,35	-0,28	0,08	0,3
1993	0,43	0,45	0,49	-0,09	-0,37	-0,23	-0,22	-0,06	-0,11	-0,44	-0,39	-0,54
1994	-0,28	-0,19	-0,13	-0,27	-0,31	-0,71	-0,77	-0,72	-0,76	-0,66	-0,91	-1,15
1995	-1,1	-1,25	-1,21	-0,53	-0,85	-0,95	-0,75	-0,89	-0,78	-0,56	-0,23	-0,4
1996	0,24	0,68	0,59	0,63	0,39	0,38	0,72	0,95	0,99	1,05	0,83	0,43
1997	0,32	0,42	0,26	-0,33	-0,16	0,19	0,04	0,23	0,15	0,76	0,27	0,6
1998	-0,01	-0,51	-0,34	-0,3	0,38	0,36	0,01	-0,3	-0,29	-0,26	0,02	0,54
1999	0,58	0,73	0,92	0,93	0,75	0,55	0,71	0,67	0,83	0,31	0,29	0,04
2000	0,22	0,58	0,42	0,74	0,99	1,04	1	1,12	1,17	0,96	0,78	0,53
2001	0,36	0,38	0,22	0,17	0,56	0,23	0,03	-0,11	-0,31	-0,55	-0,16	0,3
2002	0,49	0	0,16	0,28	-0,69	-0,43	-0,29	-0,22	-0,03	-0,07	0,23	0,02
2003	0,3	0,11	0,06	0,38	-0,02	-0,01	0	0,01	0,16	0,42	0,16	-0,18
2004	-0,45	-0,28	-0,31	-0,55	-0,3	-0,2	-0,25	-0,35	-0,58	-0,58	-0,28	-0,31
2005	-0,31	-0,21	0,29	0,2	0,52	0,58	0,72	0,72	0,69	0,55	0,61	0,28
2006	0,1	0,08	0,13	0,4	0,63	0,23	0,18	0,08	0,62	0,86	0,65	0,51
2007	0,39	0,34	0,04	0,07	-0,06	0,34	0,19	0,41	0,39	0,41	0,94	1,04
2008	0,99	1,16	1	0,81	0,52	0,64	0,62	0,65	0,5	0,37	0,63	1,02
2009	1,37	1,65	1,8	1,83	1,94	1,85	2,09	1,9	1,88	1,66	1,76	1,78
2010	2,01	1,88	2	2,13	2,02	2,4	2,34	2,33	2,14	2,59	2,55	2,66
2011	2,39	1,99	2,04	2,07	1,77	1,89	1,58	1,59	1,61	1,49	1,28	1,01
2012	0,69	0,62	0,48	0,27	0,38	-0,13	0,17	0,17	0,11	-0,67	-0,21	-0,47
2013	-0,55	-0,48	-0,85	-0,8	-0,99	-1,22	-1,25	-1,23	-1,25	-1,27	-1,41	-1,62
2014	-1,45	-1,57	-1,52	-1,6	-1,66	-1,4	-1,58	-1,55	-1,53	-1,47	-1,66	-2,41
2015	-1,72	-1,68	-1,53	-1,59	-1,48	-1,07	-1,03	-1,02	-1,04	-0,65	-0,78	-1,07
2016	-1,05	-0,89	-0,71	-0,59	0,06	-0,1	-0,08	-0,13	-0,22	-0,39	-0,8	-0,92
2017	-0,71	-0,88	-1,28	-1,25	-0,86	-1,3	-1,26	-1,29	-1,35	-1,37	-1,21	-0,83
2018	-0,46	-0,51	-0,62	-0,69	-1,13	-1,2	-1,06	-1,04	-0,99	-0,76	-0,85	-0,6



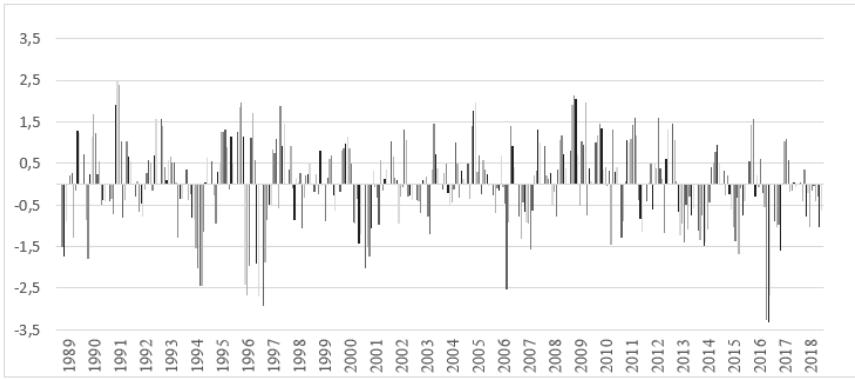
Şekil 49: Turhal İstasyonu SPI değerleri (24 Aylık)

Turhal istasyonunun 24 aylık kaydırmalı SPI değerlerinde de yine Zile istasyonunda olduğu gibi iki farklı dönem öne çıkmaktadır. Bu dönemler; 2009-2011 arası nemli dönem ve 2013 yılından itibaren süre ge-

len kurak dönemdir. Bu iki dönem haricinde kısa vadeli bir kurak ve bir nemli dönem bulunmaktadır (Tablo 44, Şekil 49).

Tablo 45:Tokat İstasyonu 3 Aylık SPI Tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989			-1,52	-1,75	-0,88	-0,01	0,22	0,28	-1,29	-0,17	1,29	1,22
1990	0,72	-0,86	-1,81	0,24	1,13	1,69	1,23	0,23	0,54	-0,49	-0,37	-0,42
1991	-0,41	-0,35	-0,71	1,92	2,46	2,39	1,03	-0,82	-0,39	1,04	0,65	0,56
1992	-0,3	0,07	-0,66	-0,48	-0,79	-0,12	0,27	0,57	0,51	-0,16	0,69	1,57
1993	1,57	1,4	0,41	0,09	0,57	0,67	0,51	0,52	0,05	-1,28	-0,35	-0,35
1994	0,35	-0,37	-0,23	-0,82	-0,84	-1,53	-2,02	-2,46	-2,45	-1,16	0,01	0,64
1995	0,54	-0,27	-0,94	0,29	0,5	1,25	1,25	1,31	0,88	-0,13	1,15	0,52
1996	1,25	1,84	1,96	1,13	-2,43	-2,68	-1,98	1,11	1,72	0,58	-1,91	-2,69
1997	-2,94	-1,89	-0,87	-0,49	-0,52	0,83	0,76	1,08	-0,59	1,89	0,91	1,46
1998	0,35	0,92	-0,11	-0,86	0,16	0,03	0,26	-1,06	-0,33	0,21	0,23	0,48
1999	-0,18	0,24	-0,23	0,81	-0,05	0	-0,9	0,15	0,6	0,68	-0,28	-0,65
2000	-0,18	0,8	0,86	0,97	1,13	0,86	0,49	-0,91	-0,96	-0,36	-1,42	-1,2
2001	-2,01	-1,52	-1,74	-1,06	0,33	-0,06	-0,33	-0,98	0,57	-0,15	0,12	0,35
2002	1,03	0,65	0,16	0,1	-0,95	-0,3	-0,08	1,3	1,07	-0,31	-0,27	-0,39
2003	-0,37	-0,41	-0,68	0,1	0,11	0,18	-0,78	-1,19	0,36	1,45	0,73	0,39
2004	-0,12	0,27	0,5	-0,2	-0,53	-0,43	-0,12	1	0,5	-0,33	0,31	0,12
2005	0,48	-0,35	1,39	1,78	1,96	0,29	0,68	-0,25	0,57	0,35	0,24	-0,04
2006	-0,28	-0,69	-0,09	-0,15	0,69	-0,08	-0,47	-2,52	-0,92	1,39	0,93	0,42
2007	-0,77	-1,32	-0,44	-0,67	-0,91	-0,95	-1,57	-0,65	0,2	0,31	1,31	1
2008	0,92	0,2	0,14	0,27	-0,5	-0,19	-0,77	0,35	1,07	1,16	0,71	0,38
2009	0,8	1,92	2,12	2,05	0,72	-0,53	1,02	0,95	1,96	-0,76	0,38	0,06
2010	1,01	1,17	1,46	1,33	0,35	0,4	-0,05	0,33	-1,46	1,31	0,3	0,42
2011	-1,28	-0,9	0,06	1,05	0,99	1,1	1,44	1,59	1,16	-0,39	-0,84	-1,15
2012	-0,4	0,03	0,49	-0,6	0,49	0,39	1,61	0,39	0,14	-1,17	0,6	1,31
2013	1,46	1,06	0,08	-0,66	-1,24	-0,95	-1,4	-0,5	-1,08	-0,3	-0,76	-0,59
2014	-1,12	-1,35	-0,75	-1,48	-1,4	-1,08	-0,45	0,42	0,51	0,77	0,96	0,51
2015	0,31	-0,27	0,2	-0,23	-0,61	-1,04	-1,38	-0,32	-1,68	-0,1	-0,75	-0,41
2016	0,54	1,42	1,56	-0,29	0,21	-0,08	0,6	-0,2	-0,56	-3,27	-3,32	-2,68
2017	-0,88	-1,02	-0,99	-1,61	0,04	1,04	1,09	0,57	-0,19	-0,16	0,03	-0,06
2018	0,05	-0,41	0,35	-0,79	-0,2	-1,04	-0,16	-0,03	-0,4	-0,3	-1,03	-0,63



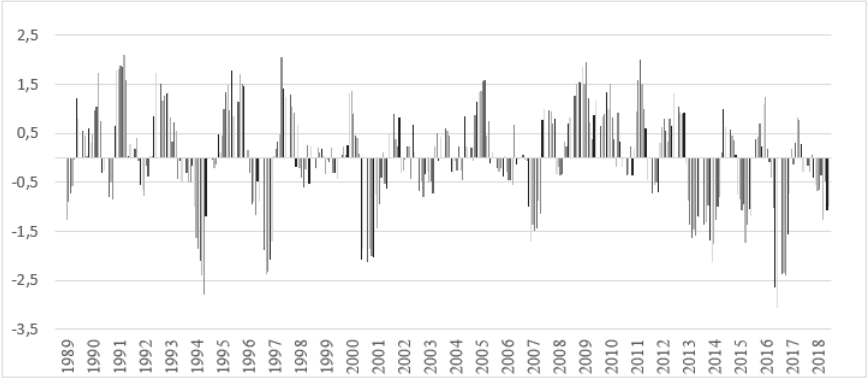
Şekil 50: Tokat İstasyonu SPI değerleri (3 Aylık)

Tokat İstasyonunun 3 aylık kaydırmalı SPI değerlerine göre yine diğer istasyonlarda olduğu gibi özellikle son yıllarda kuraklık durumunun fazlalaştığı görülmektedir. Bununla birlikte ine önceki dönemlerde de şiddetli kuraklık dönemlerinin 1994-1996 yıllarında oluştuğu ortaya çıkmıştır. Kurak dönemler çoğunlukla 4-5 aylık süreçler halinde ortaya çıkmıştır. 2994 yılının temmuz, ağustos ve eylül ayları ile 2014 yılının ekim, kasım ve aralık aylarının aşırı kurak sınıfında olduğu dikkat çekmektedir (Tablo 45, Şekil 50).

Tablo 46: Tokat İstasyonu 6 Aylık SPI Tablosu

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	-1,26	-0,91	-0,72	-0,57	-0,05	1,22	0,79
1990	0,54	0,46	0,02	0,61	0,31	0,48	0,96	1,04	1,74	0,74	-0,32	-0,26
1991	-0,8	-0,51	-0,84	0,64	1,78	1,81	1,89	1,86	2,11	1,58	0,01	0,28
1992	0,18	0,4	-0,07	-0,56	-0,65	-0,78	-0,16	-0,38	0,03	0,01	0,85	1,74
1993	1,5	1,17	1,27	1,31	1,34	0,81	0,34	0,73	0,55	-0,43	-0,07	-0,48
1994	-0,31	-0,51	-0,5	-0,17	-1,01	-1,65	-1,85	-2,11	-2,39	-2,79	-1,2	-0,04
1995	-0,04	-0,22	-0,13	0,48	0,11	0,44	1	1,34	1,48	0,97	1,79	0,84
1996	1,15	1,71	1,51	1,46	0	0,15	-0,31	-0,94	-0,89	-1,17	-0,49	-0,9
1997	-1,89	-2,37	-2,32	-2,08	-1,71	0,04	0,19	0,32	0,48	2,06	1,41	1,23
1998	1,3	1,04	0,93	-0,18	0,68	-0,21	-0,4	-0,61	-0,23	0,26	-0,54	0,23
1999	-0,2	0,21	0,1	0,18	0,02	-0,33	-0,04	-0,1	0,2	-0,32	-0,31	-0,44
2000	0,07	0,24	0,06	0,26	1,32	1,37	0,9	0,45	0,4	0,08	-2,07	-1,85
2001	-2,14	-1,85	-2	-2,04	-0,75	-1,45	-0,94	-0,4	0,12	-0,54	-0,62	0,5
2002	0,89	0,37	0,23	0,82	-0,3	-0,27	-0,04	0,23	0,23	-0,43	0,68	0,12
2003	-0,67	-0,48	-0,79	-0,33	-0,29	-0,5	-0,48	-0,72	0,23	0,51	-0,06	0,43
2004	0,61	0,56	0,46	-0,28	-0,31	-0,07	-0,26	0,23	-0,25	-0,47	0,85	0,23
2005	0,21	-0,06	0,88	1,15	1,33	1,36	1,57	1,58	0,44	0,75	-0,11	0,11

2006	-0,22	-0,28	-0,2	-0,39	0,02	-0,29	-0,46	-0,45	-0,55	0,67	-0,15	-0,03
2007	0,05	-0,03	-0,06	-1,01	-1,71	-1,36	-1,49	-1,44	-0,88	-1,15	0,77	1
2008	0,97	0,94	0,7	0,8	-0,34	-0,19	-0,35	-0,34	0,32	0,24	0,71	0,83
2009	1,27	1,5	1,55	1,53	1,85	1,51	1,96	1,21	0,72	0,37	0,86	1,17
2010	0,64	0,84	0,89	1,34	1	1,51	0,82	0,39	-0,19	0,91	0,33	-0,18
2011	-0,37	-0,34	0,22	-0,37	0,17	0,95	1,59	1,99	1,5	1	0,6	-0,45
2012	-0,74	-0,56	-0,5	-0,7	0,3	0,62	0,79	0,56	0,32	0,79	0,64	1,31
2013	1,04	0,91	0,9	0,93	-0,12	-0,88	-1,38	-1,65	-1,47	-1,58	-1,2	-1,22
2014	-1,38	-1,33	-0,98	-1,69	-2,13	-1,75	-1,27	-1	-0,8	0,12	0,99	0,63
2015	0,58	0,45	0,36	0,05	-0,76	-0,85	-1,07	-0,94	-1,74	-1,38	-1,06	-1,19
2016	0,37	0,42	0,7	0,22	1,1	1,25	0,18	-0,1	-0,42	-1,02	-2,65	-3,06
2017	-2,38	-2,34	-2,41	-1,56	-0,73	0,18	-0,13	0,31	0,81	0,78	0,28	-0,29
2018	-0,17	-0,28	0,07	-0,42	-0,55	-0,69	-0,66	-0,37	-1,28	-0,49	-1,07	-0,99



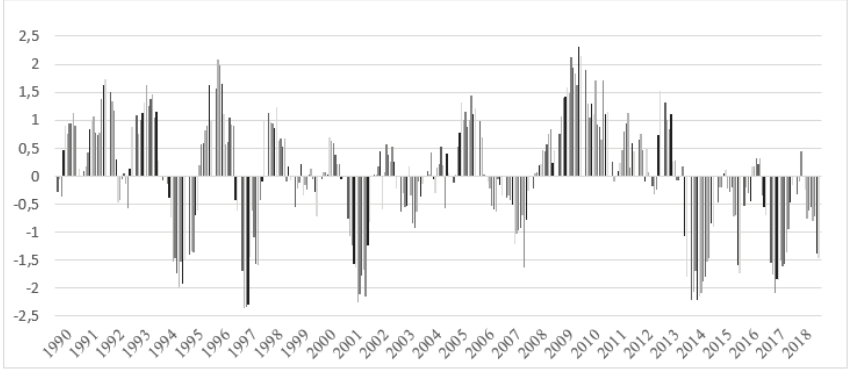
Şekil 51: Tokat İstasyonu SPI Değerleri(6 Ayık)

Tokat İstasyonu 6 aylık SPI değerlerinde yine özellikler son yıllarda kuraklık durumunda artış olduğu tabloya yansımaktadır. 1991, 2009 ve 2010 yılları genel itibariyle nemli olarak tasnif edilmiş 2013'ten itibaren ise kuraklık değerlerinde artış olduğu görülmektedir. Yine 1994, 1997, 2001 ve 2007 yıllarında değerlerin negatifte yoğunlaştığı ve kuraklık durumun olduğu görülmektedir (Tablo 46 Şekil 51).

Tablo 47:Tokat İstasyonu 12 Aylık SPI Tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1989												-0,4
1990	-0,28	-0,07	-0,38	0,45	0,89	0,75	0,94	0,93	1,13	0,9	-0,02	0,13
1991	0,08	0,17	0,42	0,83	1,01	1,06	0,78	0,73	0,77	1,37	1,63	1,73
1992	1,51	1,34	1,17	0,3	-0,47	-0,43	-0,05	0,05	-0,15	-0,59	0,12	0,87
1993	1,09	0,75	1,01	1,12	1,31	1,63	1,26	1,37	1,46	1,05	1,14	0,28
1994	-0,08	-0,02	-0,14	-0,4	-0,75	-1,54	-1,47	-1,74	-1,99	-1,53	-1,94	-1,49
1995	-1,41	-1,36	-1,37	-0,71	-0,62	0,18	0,57	0,58	0,82	0,89	1,62	0,98

1996	1,57	2,09	1,97	1,65	1,1	0,57	0,6	1,05	0,92	0,9	-0,44	-0,63
1997	-1,7	-2,37	-2,35	-2,31	-1,45	-0,62	-1,11	-1,57	-1,6	-0,43	-0,11	1
1998	1,13	0,97	0,94	0,85	1,24	0,62	0,67	0,53	0,66	-0,1	0,17	-0,08
1999	-0,55	-0,23	-0,13	0,21	-0,35	-0,17	-0,24	0,03	0,12	-0,06	-0,29	-0,72
2000	-0,07	0,07	0,07	0,03	0,68	0,63	0,58	0,38	0,21	0,22	-0,07	-0,03
2001	-0,77	-1,09	-1,25	-1,58	-1,65	-2,27	-2,12	-1,79	-1,68	-2,17	-1,25	-0,82
2002	0,03	0,02	0,17	0,44	-0,61	0,06	0,56	0,37	0,26	0,53	0,25	-0,22
2003	-0,64	-0,31	-0,56	-0,53	0,17	-0,36	-0,86	-0,93	-0,65	-0,1	-0,38	-0,14
2004	0,08	0,02	0,42	-0,05	-0,3	0,14	0,21	0,53	0,18	-0,59	0,39	0,04
2005	-0,12	0,01	0,52	0,77	1,31	1,01	1,14	0,87	1	1,43	1,11	1,21
2006	0,98	0,68	0,01	-0,01	-0,11	-0,22	-0,53	-0,6	-0,64	-0,06	-0,16	-0,36
2007	-0,39	-0,35	-0,43	-0,52	-1,23	-1,04	-0,97	-0,93	-0,7	-1,64	-0,79	-0,27
2008	-0,23	0,04	0,07	0,18	0,2	0,47	0,44	0,57	0,76	0,83	0,24	0,46
2009	0,76	1,07	1,39	1,41	1,58	1,49	2,12	1,93	1,83	1,63	2,32	2,15
2010	1,9	1,29	1,04	1,29	1,1	1,7	0,91	0,88	0,64	1,7	1,11	1,14
2011	0,26	-0,11	-0,01	0,09	0,24	0,47	0,79	0,94	1,12	0,15	0,58	0,43
2012	0,64	0,76	0,47	-0,11	0,49	0,07	-0,02	-0,19	-0,33	-0,25	0,73	1,53
2013	1,32	1	0,84	1,11	0,25	0,27	-0,08	-0,09	-0,02	0,16	-1,08	-1,81
2014	-2,22	-2,08	-1,7	-2,22	-2,16	-2,11	-1,89	-1,81	-1,53	-1,48	-0,86	-0,92
2015	-0,47	-0,21	-0,2	0,04	0,1	-0,22	-0,29	-0,2	-0,73	-0,7	-1,6	-1,75
2016	-0,53	-0,21	-0,31	-0,46	0,17	0,16	0,31	0,22	0,32	-0,36	-0,57	-0,71
2017	-1,55	-1,76	-2,09	-1,84	-1,88	-1,52	-1,62	-1,57	-1,37	-0,96	-0,47	-0,16
2018	-0,33	-0,11	0,44	-0,01	-0,24	-0,77	-0,63	-0,55	-0,81	-0,73	-1,4	-1,47

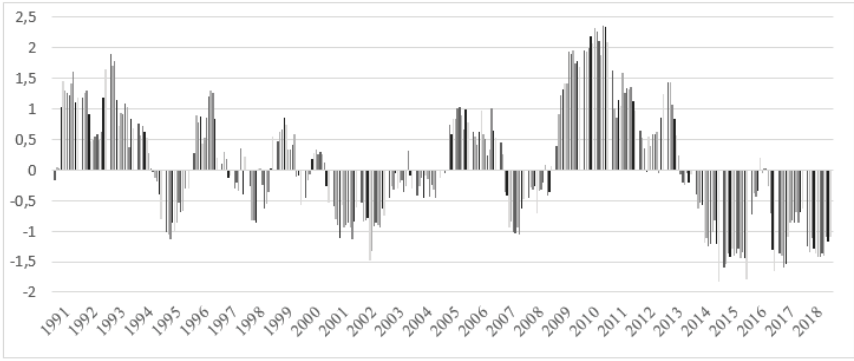


Şekil 52: Tokat İstasyonu SPI değerleri (12 Aylık)

Tokat istasyonun 12 aylık SPI değerlerinde uzun dönem kuraklık yaşanan yılların 1994-1995, 1997, 2001, 2014 ve 2017 yılları olduğu görülmektedir. 1992 ve 1993 yılları ile 2009 ve 2010 yılları ise nemli yıllar olarak belirlenmiştir. Tabloda yine özellikle son yıllarda kuraklık durumundaki artış görülmektedir. Kuraklık değerleri çoğunlukla aşırı kurak ve çok kurak sınıfındadır (Tablo 47, Şekil 52).

Tablo 48:Tokat İstasyonu 12 Aylık SPI Tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
												-0,24
1991	-0,16	0,05	0,01	1,02	1,45	1,3	1,25	1,22	1,42	1,6	1,11	1,19
1992	1,19	1,25	1,3	0,91	0,46	0,49	0,54	0,58	0,48	0,63	1,19	1,64
1993	1,9	1,71	1,78	1,15	0,71	0,94	0,92	1,08	1,03	0,38	0,84	0,69
1994	0,75	0,57	0,72	0,62	0,53	0,27	0,02	-0,04	-0,12	-0,19	-0,39	-0,8
1995	-1,01	-1,06	-1,14	-0,86	-0,99	-0,87	-0,53	-0,68	-0,66	-0,31	-0,02	-0,3
1996	0,27	0,89	0,77	0,88	0,43	0,53	0,86	1,21	1,3	1,26	0,84	0,2
1997	0,1	0,29	0,18	-0,13	-0,1	-0,01	-0,3	-0,21	-0,35	0,36	-0,39	0,22
1998	-0,26	-0,82	-0,83	-0,87	0,03	0,03	-0,24	-0,63	-0,56	-0,36	0,02	0,55
1999	0,46	0,62	0,67	0,85	0,74	0,33	0,33	0,41	0,58	-0,11	-0,09	-0,58
2000	-0,45	-0,17	-0,08	0,18	0,28	0,34	0,26	0,3	0,25	0,12	-0,26	-0,54
2001	-0,6	-0,81	-0,9	-1,11	-0,57	-0,93	-0,9	-0,86	-0,94	-1,14	-0,84	-0,61
2002	-0,54	-0,84	-0,83	-0,78	-1,47	-1,32	-0,92	-0,87	-0,91	-0,93	-0,63	-0,74
2003	-0,45	-0,27	-0,33	-0,06	-0,31	-0,21	-0,17	-0,36	-0,27	0,32	-0,1	-0,3
2004	-0,41	-0,27	-0,12	-0,46	-0,09	-0,15	-0,44	-0,24	-0,32	-0,46	0	-0,13
2005	-0,05	-0,01	0,74	0,59	0,83	0,84	1	1,03	0,89	0,67	0,99	0,77
2006	0,63	0,54	0,42	0,62	0,96	0,59	0,5	0,24	0,33	1,01	0,64	0,52
2007	0,44	0,26	-0,36	-0,42	-0,93	-0,85	-1,02	-1,04	-0,94	-1,06	-0,63	-0,48
2008	-0,46	-0,28	-0,32	-0,27	-0,7	-0,35	-0,33	-0,2	0,09	-0,42	-0,36	0,07
2009	0,39	0,91	1,22	1,31	1,41	1,42	1,94	1,89	1,96	1,75	1,78	1,68
2010	1,96	1,94	2	2,18	2,06	2,31	2,26	2,1	1,87	2,35	2,33	2,09
2011	1,62	1	0,85	1,14	1,04	1,59	1,25	1,34	1,32	1,35	1,12	0,96
2012	0,64	0,52	0,36	-0,03	0,55	0,39	0,58	0,58	0,63	-0,06	0,85	1,23
2013	1,44	1,43	1,06	0,83	0,56	0,24	-0,07	-0,2	-0,25	-0,05	-0,2	-0,07
2014	-0,4	-0,64	-0,54	-0,58	-1,19	-1,11	-1,24	-1,21	-1,02	-0,82	-1,21	-1,83
2015	-1,59	-1,54	-1,36	-1,42	-1,29	-1,41	-1,36	-1,28	-1,45	-1,35	-1,45	-1,79
2016	-0,72	-0,38	-0,44	-0,34	0,2	-0,05	0,02	0,01	-0,27	-0,71	-1,31	-1,65
2017	-1,36	-1,41	-1,59	-1,53	-1,1	-0,87	-0,83	-0,86	-0,68	-0,86	-0,69	-0,63
2018	-1,24	-1,35	-1,11	-1,28	-1,37	-1,43	-1,42	-1,36	-1,41	-1,09	-1,17	-1,1



Şekil 53: Tokat İstasyonu SPI değerleri(24 Aylık)

Tokat istasyonunu 24 aylık kaydırmalı SPI değerlerinde yine diğer istasyonlarla paralel olarak2014-2018 yılları çoğunlukla hafif kurak yıllar olarak görülmektedir. 2009-2011 yılları ise yine diğer istasyon değerlerinde olduğu gibi nemli dönem olarak görülmektedir (Tablo 48, Şekil 53).

3.3.2 Normalin Yüzdesi İndeksi(PNI)

Normalin Yüzdesi İndeksi(Percent of Normal Index) Willeke ve ark. (1994) tarafından belirlenmiş olan ve klimatolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde belirli zamandaki yağış miktarı ortalama yağışa bölünür ve yüzdelik olarak değerler elde edilir. (Beden ve ark. 2020). PNI yönteminde elde edilen değerler Tablo 49'a göre tasnif edilmektedir.

Tablo 49: PNI değerleri ve karşılıkları.

Değer	Sınıf
>100	Nemli
80-100	Normal
70-80	Hafif Kurak
55-70	Kurak
40-55	Şiddetli Kurak
<40	Aşırı Kurak

Tablo 50:Zile İstasyonu PNI değerleri tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
1989	86,5	48,4	44,2	125,2	76,7	59	6	249,9	108	84,1	285,3	72,9	60,6	87,5	106,6	152,4	99,4
1990	62,6	37,3	36,4	217,2	178,2	145,6	141,8	13,7	158,1	54,8	46,7	91,9	46,1	181,9	120,5	65,1	105,3
1991	66,6	132,6	62,6	201,5	190,9	53,3	10,3	0	51,9	141,8	80,9	121,6	83,6	157,2	26,7	112,7	113
1992	18,2	63,3	59,6	62,7	82,4	264,9	132,4	8,7	30,3	106,8	147,3	198,3	45,7	125,3	58,7	154	105
1993	113	94,4	67,5	57,1	120,6	200,8	0	108,2	51,9	3,7	130,7	97,3	91,4	121,8	47,6	82,8	96,1
1994	81,7	141,9	117,6	50,1	38,3	29,4	8,5	217,6	32,1	77,5	118,3	138	111,5	39,7	65,9	113,7	83,1
1995	51	48,6	114,8	296,1	56,5	138,7	243,5	32,3	167,9	95,3	228,2	38,8	73,3	155,8	162,2	122,9	123,4
1996	293,1	291,8	53,4	104,2	3,6	26,5	451,2	608	9,9	122,8	1,1	0	206,4	42,2	287,4	35,3	107,5
1997	28	64,5	48,2	99	88,7	168,3	41,9	7,5	84,6	307,7	56,9	139,8	45,5	113,5	53,4	157,6	101,3
1998	100,1	102,9	126,2	59,7	172	44,9	23,9	0	34,6	106,2	104,2	142,8	110,3	101,6	23,4	118,5	102,4
1999	101,6	93,9	140,6	73,3	46,1	106,1	227,3	300,9	188,9	121,7	17,9	67,2	113,5	71	226,5	64,9	94,2
2000	190,6	196,8	56,9	156,3	264,1	45,9	0	147,9	57,4	55,1	0,5	82	144,1	170,6	59	45,1	118,9
2001	13,1	112,3	69,4	53,1	176,9	8,1	2,6	131,8	40,1	13,8	123,7	178	61,1	91,5	48,4	111,9	84,9
2002	161,9	35,9	65,5	170,9	68,8	82,7	121,3	177,8	224,7	72,3	81,6	64,2	92	105,4	180,6	72,8	98,6
2003	86,1	120,5	80,6	139	41,5	58,8	13,7	49,7	211,2	113,7	50,5	145,3	93,7	77,6	110,7	102,2	91,8
2004	106,2	99,2	104,3	91,4	54,1	170,9	81,2	182,8	17,9	13,8	164,9	53,7	103,6	97,6	75,4	82,4	93,3
2005	65,5	88,5	208,5	78,3	123,7	12,7	64,9	33,6	141,4	138	104,7	36,6	123,5	79,2	92,4	89,9	96
2006	83,5	122,1	119,8	87,6	81,6	6,5	39,3	0	278,5	136,6	64,1	21,7	107,4	63,2	138,3	69,6	83,8
2007	48	103,5	77,3	100	79,4	309,6	6,8	346,9	168,6	89,3	249,9	86,4	74	148,1	155,8	146	126,8
2008	83,9	187,2	70,3	64,3	86,5	33,9	15,4	0	237,1	162,4	125,5	143,3	107,8	65,2	111,8	142,3	102,8
2009	161,4	227	186,4	83,5	137,8	106,1	362,3	0	120,4	39,3	220,7	113,6	188,7	111,8	172,2	131	144,2
2010	154	112,3	73,6	143	84,1	182,6	62,4	0	11,7	442,3	13,8	263,9	113,4	129,6	25,6	224,6	142,9
2011	120,5	99,5	197,6	91,8	117,4	91,3	218,7	97	80,3	27	39,9	73,6	142,4	102,1	129,1	48,2	100,9
2012	91,1	131,8	58,7	37,3	107,9	35,4	323	57,2	33,3	94,7	192,1	143	90,8	65,6	133	147	101
2013	66,2	58,2	92	97,8	32,2	172,1	6,8	5	3,7	0	0	3,7	73,3	91	5	1,3	53,9
2014	34,2	18,1	123,5	35,7	76,4	100,9	10,3	5	240,8	51,1	146,8	69,9	61,9	69,9	113	92,2	77,3
2015	91,6	68,4	169,5	93	76,1	74,6	158,9	164,1	7,4	97	22,2	32,9	113,2	81,1	91,8	47,3	81,8
2016	231,7	70,1	134	29,7	79,5	85,6	75,2	9,9	50,6	1,1	46,2	96,4	151,4	65,1	49,5	51,3	84,8
2017	96,8	2,8	84,5	92,2	112,7	66,5	102,5	34,8	13,6	106,2	109,2	125,2	66,2	93,6	47,3	114,1	87,6
2018	111,3	26	156,4	9,2	145,5	118,1	47,8	9,9	143,2	124	26,3	158,1	103,7	94,3	82,4	101	97,9

Zile istasyonunun PNI değerleri tablosu incelendiğinde aylık değerlere göre kuraklık durumunun yaz aylarında çoğunlukta olduğu görülmektedir. Yine eylül ayı da kuraklığın fazlaca olduğu bir ay olarak ortaya çıkmıştır. Mevsimlik verilere bakıldığında da yine yıllara göre yaz mevsiminde en fazla kurak dönemlerin yaşandığı görülmektedir. Yıllık değerlerde ise genellikle nemli ve normal durumlar belirli periyotlarla geçişli olarak yaşanmıştır. Yalnız 2013 yılı şiddetli kurak 2014 yılı ise hafif kurak olarak tabloya yansımıştır (Tablo 50).

Tablo 51: Turhal İstasyonu PNI değerleri tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
1989	67,3	49,8	60,4	116,4	62	82,6	0	142,9	57,1	75,6	261,2	58,9	59,5	86,5	61,5	137,3	91,6
1990	21	44,8	22,5	225,9	128,2	148,3	144,3	62	103,2	29,4	46	73,6	28,7	167,4	105	51	88,4
1991	55,2	94,9	56,9	246,1	203,6	59,2	13,3	0	88,4	140,9	81,9	99,9	67,8	177,5	45,1	105	113,4
1992	25,3	81,2	48,1	103,3	79,2	182,8	125,7	4,2	29,6	55	157	152	50,4	116,7	51,2	126,3	95
1993	101,6	106,4	73,8	69,2	126,7	112,1	12,4	236,4	52,7	3,8	114	73,2	92,9	102,9	85,8	68,3	88,4
1994	96,3	108,5	71,4	58,7	62,6	50,2	0	93,5	5,5	83,5	112,9	113,5	90,9	57,8	25,4	104,8	78,1
1995	72,1	24,9	99,2	259,6	31,6	91,1	224	18,9	158,1	78,1	228,3	37,9	67,8	126,6	143,2	118,6	109,1
1996	304,4	285,7	43,4	58,9	4,7	40,1	479	486,5	17,6	131,4	1,5	0	203,4	33,3	265,4	37,8	103,3
1997	40,8	65,1	50,9	82,9	72	216,9	16,8	323,6	86,7	347,9	50,5	148,1	51,8	116,6	124,3	169,3	114,5
1998	102	86,8	103,4	65,1	185,3	26,1	23	0	31,3	137,1	93,4	165,1	98	99,2	21,3	131,1	101,3
1999	62,7	131,3	119	71,4	33,7	133,3	263	248	213,5	134,4	33,7	84,3	103,9	74,7	236,2	80,1	98,9
2000	162,1	232,6	53,3	147,6	270,5	33,8	0	209,1	48,3	65	0	98,3	143,6	161,7	73,5	53,1	116,7
2001	10,9	139,9	69,2	48,4	144,7	7	0,9	16,8	59,3	32,6	163,6	231,5	71	72,9	32	150,4	91,5
2002	230,4	41	111,8	171,8	10,5	134,5	157,6	314,2	204,7	47,1	88,9	46,7	130,1	100,8	217,8	62,1	108,1
2003	105,9	66,5	57,1	131,7	38,6	11,4	5,3	25,2	180	147,7	72,6	143,7	76,2	62,9	91,7	119	85,7
2004	131,7	99,4	108,9	97,4	67,5	176,1	68,2	163,9	29,6	35,1	195,7	53,2	113,7	108,3	73,5	99,9	104,3
2005	96,7	94,3	223,3	96	132,4	27,1	211,6	18,9	140,5	102,8	66,4	55	142,3	90,2	131,4	72,7	103,4
2006	71,9	92,2	128,1	165,2	137,8	25,1	3,5	0	474,2	154,8	95,9	20,8	98,5	115,5	222,4	86,2	111,5
2007	59,8	77,7	129,6	96,2	97,2	170,3	8,9	373	118,6	118,3	209,9	98,1	90,7	117,4	148,9	144,5	120,7
2008	70	175,3	72,1	93,6	67,6	62,1	0	46,2	333,7	109,1	156,6	156,6	102,4	75	167,1	143,1	111
2009	205,3	221,6	178,6	86,1	168,6	103,4	483,5	0	56	53,6	165,9	121,8	200,4	121,9	166	118,5	147
2010	187,4	147,7	106,7	118,4	70,9	194,4	29,2	0	98,8	390,6	16,8	215,5	146	122	54,6	192,9	143,7
2011	131,5	71,3	188,3	75,4	109,5	128,7	100,9	2,1	40,6	31,6	30,8	48	134,1	103,2	48,7	37,1	87,6
2012	84,4	126,5	62,2	46,4	104,8	10,6	412,6	2,1	47,2	70,7	172,7	155,1	88,9	58,2	141,9	137,6	97,7
2013	90,7	84,7	83,8	84,5	43,2	56,5	5,3	31,5	46,1	0	30,6	54,8	86,4	61,1	30,7	30,4	56,5
2014	50,2	30,6	104	9,9	47,1	170	12,4	79,9	101	78,3	137,9	93,3	64	69	70,2	105,3	78,4
2015	97	89	187,8	57,5	61,7	240,1	1,8	50,4	48,3	143,1	19,5	0	127,8	110,5	35,4	47,7	90,2
2016	15,4	77,2	172,4	37,7	210,3	115	26,6	2,1	31,8	4,9	36,1	85,4	91,4	124,2	23,1	44,6	82,5
2017	135,6	7,5	66,6	66,2	149,8	88,9	3,5	4,2	12,1	111	121,4	140,6	71,9	104	7,7	125,2	92,6
2018	114,3	45,6	147,3	12,3	77,6	102,4	166,5	44,1	85,6	86,5	38,2	175,2	105,7	62,2	98,9	100,2	88,9

Turhal istasyonunun aylık PNI değerlerinde de yine Zile istasyonunda olduğu gibi yaz aylarında aşırı kuraklık durumunun yaşandığı görülmektedir. Yıllara göre temmuz ve ağustos aylarının büyük çoğunluğu aşırı kurak olarak sınıflanmıştır. Yine haziran, eylül ve kasım aylarında da kuraklık değerlerinin fazla olduğu görülmektedir. Bunlar haricinde dikkat çeken diğer bir husus ise özellikle son yıllarda aylık bazda nisan ve kasım aylarında kuraklık değerlerindeki artıştır. Mevsimlik durumda ise yine yaz mevsiminin kurak geçtiği görülmekte ve aynı şekilde son yıllarda yaz mevsiminde de aşırı kurak dönemin artışı dikkat çekmektedir. Yıllık değerlerde ise Turhal istasyonunun Zile istasyonuna göre nispeten nemli olduğu görülmektedir (Tablo 51).

Tokat istasyonunun aylık PNI değerleri de yine Zile ve Turhal istasyonlarında olduğu gibi yaz aylarında kuraklık durumunun yaygın olduğunu göstermektedir. Yine Tokat istasyonunun aylık değerlerinde dikkati çeken husus son yıllarda özellikle nisan ve kasım aylarında görülen kuraklık değerlerindeki artıştır. Ocak ayında ise tam tersi bir durum söz konusu olup başlarda kuraklık değerlerinin fazla olduğu görülmekte sonralarda ise nemli duruma geçiş söz konusudur. Mevsimlik değerlerde yine yaz mevsiminin daha kurak geçtiğini ve son yıllarda bu durumun daha sık görüldüğü belirlenmiştir. Yıllık durumda Tokat istasyonunda Zile istasyonunda olduğu gibi belli periyotlarda geçişli durum mevcuttur. Bununla birlikte son yılları içeren periyotta normal durumun olduğu yıllarla birlikte hafif kurak yılların ortaya çıkması dikkati çekmektedir (Tablo 52).

Tablo 52: Tokat İstasyonu PNI değerleri tablosu.

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
1989	30	44,1	70,9	55,3	90,3	158,9	2,2	0	63,9	111,2	243	84,8	48,8	96,5	30	149,1	93,7
1990	48,1	77,9	6,9	202,7	162,4	98	157,9	24,2	139,9	57,4	75,9	108	42,3	159,1	122,9	79,8	101,2
1991	48,4	100,9	67,3	275,6	196,6	73,8	1,5	0	139,9	171,3	72,7	110,4	70,8	190,9	64,6	117,6	126
1992	62,6	129	34,8	96,4	86,5	98,5	216	99,3	57,7	97,1	180,3	228,7	72,5	92,9	120,1	167,6	112,2
1993	139	83,3	107,4	105	127,2	124,2	13,4	287,7	58,3	4,7	159,6	79,3	111,1	119,1	88,8	82,4	103,3
1994	87,9	87,3	84,6	63,1	77,4	15	0,7	1,3	17,2	77	140,1	148,4	86,5	56,5	8,4	121,5	79,7
1995	70,7	35,5	81,3	173,8	83,8	189	265,1	31,8	116,6	86,9	226,3	23,7	64	140,8	150,4	115,9	113,8
1996	230,5	293,3	60,7	78,4	1,1	34,9	309,1	604,6	17,8	76,6	0	0	188,6	35,4	234,6	25,7	90,7
1997	50,3	92,9	59	100,7	83,8	221,2	7,4	148,9	50,5	264,4	50	176,4	66,1	125	55,5	161,6	114,2
1998	114,4	102,3	58,8	72,1	154,3	39,7	65,5	0	99,4	122,6	87,3	136,5	90,9	97,5	68	114,6	98,2
1999	35,4	150,6	82,5	132,7	74,2	86,8	14,2	287,7	141,6	89,8	52,2	76,5	86,5	96,8	127,2	72,4	89,5
2000	137,5	176,5	87,7	123,6	173	54,4	0	77,6	54,4	90	0	82,9	131,3	125,9	40,5	56,2	99
2001	12,8	65,1	55,9	88,6	155,7	6	3,7	297,8	139,9	29,5	148,9	149,1	43,8	94,7	125	108,9	88,1
2002	146,8	58,6	93,2	134,7	7,4	154,4	326,2	98	80	79	87,1	76,2	101,4	87,5	167,7	81	96,3
2003	73,2	104,3	43,6	144,1	103	47,9	20,9	0	223,2	175,5	46	112,8	71,9	102,3	109,4	110,4	97,3
2004	115,6	88,7	136,8	57,7	66,2	145,1	65,5	381,8	45	42,2	193,4	55,7	115,2	83,8	119,4	99,4	99,9
2005	94,3	110,3	257,7	98,9	159,3	30,2	196,6	86,6	87,7	121,7	93,9	62,4	157,4	105,9	124,7	93,3	117,5
2006	90,8	71,6	109,8	94,8	143,7	14,5	0	0	91,6	222,9	75,7	33,9	91,9	94,1	42	112	94,3
2007	82,7	58	93,9	84,5	49,8	84,3	1,5	1,3	213,8	83,3	213,7	113,3	79,3	70,2	98,7	138,4	95,6
2008	89,4	110,3	103,1	103,2	53,8	133,9	0	169,3	292,6	91,1	97,3	145,1	100,5	90,9	168	110,2	106
2009	167,7	236,8	195,3	88,9	94,5	49,9	550,4	6,4	162,1	37,1	160,8	90,8	198,1	81,1	263,7	97,3	133,1
2010	189	153,8	139,4	126,3	71,2	149,1	47,7	0	20	244,3	8,8	84,8	160,8	109,6	25,4	111,7	116,4
2011	57	63,7	164,8	143,7	92,9	190,5	282,3	210	82,2	53,6	63,1	55,9	97,5	135	176,1	57,7	105,5
2012	117,8	125,3	102,4	35,4	180,2	90,8	228,6	19,1	28,3	68,8	207,5	184,5	114,6	109,2	94,9	153,7	122,7
2013	129,1	95,5	70,4	78,8	50,8	90	11,9	5,1	68,3	100,5	29,5	96,3	98,1	70,2	36,4	74,3	75,8
2014	35,6	35,8	130,6	24,8	45,9	153,4	54,4	14	216,5	115,2	135	94,2	69,6	66,8	120,6	115,5	86,9
2015	94,3	73,3	135,1	67,4	54,7	88,8	1,5	96,7	1,1	124,2	33,8	84,8	102,6	67,7	20,4	80,1	76,5
2016	256,8	121,1	117,1	45,7	140,7	82,6	102	1,3	47,2	2,7	9,6	68,8	166,5	94,3	56,8	25,9	89,6
2017	110,2	10,5	60	94,2	126,7	190,8	0	0	164,4	71,2	91,1	117,8	62,6	132,6	75,3	92,8	97,1
2018	82	43,8	188,9	8,8	92,9	103,5	53,6	49,6	78,8	88,4	17,5	118,1	108,8	67,9	64,4	72,9	79,9

3.3.3 Aydeniz Metodu

Akgün AYDENİZ tarafından 1973 yılında geliştirilen bu yönteme göre kurak dönemlerin belirlenmesi maksadıyla sıcaklık ve yağış değerlerinin yanı sıra ortalama nispi nem ve ortalama güneşlenme süresi de dâhil edilmiştir. İndisin uygulanması neticesinde de nemlilik katsayısı ve kuraklık katsayısı değerleri elde edilmektedir (Bölük, 2016). Tablo 53'te Aydeniz Metoduna göre nemlilik katsayısı (Nks) ve kuraklık katsayısı (Kks) ile bu değerlere göre iklim özellikleri verilmiştir.

Tablo 53:Aydeniz İndisi Katsayı Değerleri

Nks	İklim Özelliği	Kks
0.40'ten az	Çöl	2.50'den fazla
0.40 - 0.67	Çok Kurak	1.50 - 2.50
0.67 - 1.00	Kurak	1.00 - 1.50
1.00 - 1.33	Yarı Kurak	0.75 - 1.00
1.33 - 2.00	Yarı nemli	0.50 - 0.75
2.00 - 4.00	Nemli	0.25 - 0.50
4.00'den fazla	Çok nemli (Islak)	0.25'ten az

Aydeniz indisine göre araştırma sahasında yaz aylarında çöl değerleri, diğer dönemlerde ise nemli-yarı nemli değerler ortaya çıkmaktadır (Tablo 54).

Tablo 54: Aydeniz Sınıflandırması Sonuçları.

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Nem	66,19	70,68	73,29	70,26	64,76	60,02	58,41	62,12	60,33	57,49	57,86	59,57
Sıcaklık	14,24	7,64	3,49	1,79	3,35	7,83	12,73	16,42	19,98	22,75	23,22	19,38
Yağış	43,96	48,19	42,77	38,22	31,55	43,29	55,73	64,38	40,24	12,15	6,84	19,52
Gs	0,54	0,44	0,26	0,29	0,37	0,42	0,50	0,52	0,54	0,60	0,72	0,68
Nem(%)	0,66	0,71	0,73	0,70	0,65	0,60	0,58	0,62	0,60	0,57	0,58	0,60
Yağış(cm)	4,40	4,82	4,28	3,82	3,16	4,33	5,57	6,44	4,02	1,22	0,68	1,95
Nks	1,53	2,22	2,36	2,08	1,51	1,70	1,83	2,04	1,13	0,29	0,15	0,50
Kks	0,65	0,45	0,42	0,48	0,66	0,59	0,55	0,49	0,89	3,42	6,67	2,02



Fotoğraf 47: Son Yıllardaki Kuraklığa Bağlı Olarak Almus Barajı'nda Meydana Gelen Çekilme.

3.4 **Trend Analizleri**

Uzun süreli zaman serilerindeki trendleri ölçmek için birçok test uygulanabilmektedir. İklimsel araştırmalarda, zaman serilerindeki önemli değişimleri ölçmek için kullanılan testler parametrik ve parametrik olmayan(non-parametric) testler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Gocic, Trajkovic 2013). Parametrik olan testlerin en büyük avantajları sadelikleridir (Moshman vd. 2004). Parametrik olmayan testlerin avantajı ise bu testler veriler için herhangi bir dağıtım formu varsaymamaktadır (Zhang, Xu, Zhang, Chen 2008).

İklim çalışmalarında Mann-Kendall yöntemi kullanımı önemli bir yer tutmaktadır (Deniz, Gönençgil 2015). Uluslararası düzeyde incelediğimizde; (Rio vd. 2011) ortalama sıcaklık değerleri, (Sayemuzzaman, Jha 2014) aylık ve yıllık yağışların zaman serileri, (Arnell 1999) iklim değişiklikleri ver küresel su kaynakları; adlı iklim çalışmalarında Mann-Kendall yöntemini kullanmışlardır. Yine aynı şekilde yabancı çalışmalar

gibi Türkiye'de de iklim ile ilgili akademik çalışmalarda trend analizi için Mann-Kendall testinden faydalanılmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak; (Demirci, Karaburun, Kara 2009) İstanbul için uzun dönem sıcaklık verilerinin analizinde, (Türkeş, Sümer, & Demir, 2002) Türkiye ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıklardaki değişimlerle ilgili çalışmada, (Karabulut, Cosun 2009) Kahramanmaraş ili yağış trend analizi ile ilgili çalışmada, Trends of summer daily maximum temperature extremes in Turkey (Deniz, Gönençgil 2015) adlı çalışmada, Climate characteristic of thrace and observed temperature-precipitation trends (Gönençgil 2012) adlı çalışmada Mann-Kendall yöntemi kullanılmıştır.

3.4.1 İklim Trendleri

İklim değişiklikleri sıcaklık ve yağış üzerindeki uzun dönemli değişiklikler olarak tanımlanmaktadır. Son yüzyıl içerisinde iklim elemanlarında görülen bu değişiklik bilimsel camianın ilgisini önemli ölçüde üzerine çekmiştir. Atmosferdeki karbondioksit oranında 1950'li yıllardan itibaren kayda değer bir artış ölçülmüş ve bu artış da Dünya'nın enerji dengesinde değişikliklere sebep olmuştur ve küresel dolaşım modellerine göre atmosferdeki CO_2 yoğunlaşması küresel ortalama sıcaklığı sanayi öncesi dönemden itibaren 1.4-5.8°C arasında artırdığı tahmin edilmektedir (Tabari, Talahee 2011). IPCC'nin (2013) en son yayınladığı raporlara göre 19. yüzyılın başından itibaren yeryüzünün yüzey sıcaklığı armış, halen de artmaktadır. Fakat bu sıcaklık artışları tüm Dünya üzerinde eşit bir şekilde görülmemektedir, bölgeler arası farklılıklar vardır (Rosenberg, Brown, Izzauralde, Thomsona 2003). Yapılan ölçümlere göre her 30 yıllık dönem bir önceki 30 yıla göre daha sıcak olup, 2000'li yıllar en sıcak dönem olarak kayıtlara geçmiştir. Kara ve deniz sıcaklıkları ortalama olarak 1901-2012 yılları arasında 0,89 °C artmış olup, sıcaklık artışı 195-2012 yılları arasında doğrusal bir trend göstermektedir. Ayrıca soğuk gün ve gecelerin sayısı azalmakta, buna karşılık sıcak gün ve gecelerin sayısı artmaktadır. Bu değişimlere ek olarak öncelikle yağışlarda değişim meydana gelmiş, kar yağışları azalmış, ani yağışlar ve sel baskınları artmıştır.

Sıcaklık artışlarına bağlı olarak ekosistemlerde ve yeryüzünün genel yapısında da değişiklikler meydana gelmektedir. Buzulların ve kalıcı karların erimesine bağlı olarak deniz ve okyanuslardaki su seviyesi artmakta (Mol, Doğruyol 2012) orta enlemlerde okyanuslar daha tuzlu hale gelmektedir (Isobe, 2013). İçilebilir su kaynakları buharlaşmanın etkisiyle tükenmekte (Arnell 1999), toprak nemliliği ve tarımda verim azalmakta (Olesen vd. 2011) sel ve kuraklık olayları artmakta (Senevirante, Lüthi, Litschi, & Schar, 2006), bitki örtüsünün dağılımında değişiklikler olmaktadır (Feng vd. 2014).

Küresel iklim değişikliğinin olumsuz sonuçları hemen hemen bütün Dünya'da etkilerini göstermektedir. İklim değişiklerinden en çok etkilenen bölgelerin başında Avrupa Kıtası ve Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz Kıyıları yer almaktadır (Miro vd. 2006). Avrupa Kıtası'nın büyük bölümünde 20. yy'da yıllık ortalama sıcaklıklar 0,9 °C artmış olup son 25 yıldaki trendin artma yönünde olduğu görülmektedir. Ayrıca artış trendinin dağlık alanlarda, kuzeydoğu ve orta Avrupa'da alçak yerlere ve Akdeniz kıyılarına nazaran daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir (Olesen vd. 2011). Sıcaklık artışlarına bağlı olarak Avrupa Kıtası'nın kuzey kesimlerinde nehirlerin debilerinde artış gözlemlenirken Akdeniz ikliminin hâkim olduğu güney kesimlerde azalmalar gözlemlenmiştir (IPCC, 2013).

Bunlara ek olarak bütün bölgesel iklim projeksiyonları küresel ortalama sıcaklığın 21. yy boyunca dünyanın her tarafında artacağını öngörmektedir. Yine model sonuçlarına göre tropiklerde ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu orta enlemlerde bulutluluk dolayısıyla da yağış azalacaktır (Duhan & Pandey, 2013). Sıcaklık artışına bağlı olarak kuzey yarımkürede kar örtüsü %7-25 civarı küçülecek, permafrost topraklar azalacaktır (IPCC, 2013).

Akdeniz iklim kuşağı da diğer iklimler gibi küresel iklim değişikliklerinden hissedilir derecede etkilenmiştir. IPCC'ye (2013) göre Akdeniz iklim kuşağındaki bölgelerde yağış ve toprak nemliliğinde azalma, sıcaklık değerlerinde de artış meydana gelmiştir. Yapılan araştırmalara göre sıcaklıklardaki artışlar özellikle yaz aylarında gerçekleşmiş, buna paralel olarak da yaz yağışlarında azalmalar meydana gelmiş, buharlaşma, su yetersizliği, orman yangını riskleri artmıştır (Easterling vd. 1997; Miro, Estrella, Millan 2006; Pinol, 1998).

Araştırma sahasının iklim trendlerini belirlemek maksatlı Mann-Kendall parametrik olmayan trend analiz testi sahadaki meteoroloji istasyonlarının sıcaklık ve yağış değerlerine uygulanmıştır. Sonraki bölümlerde yer alan akım değerlerine de bu test uygulanmıştır.

3.4.1.1 ***Sıcaklık Trendleri***

Araştırma sahasında yer alan Zile, Turhal ve Tokat istasyonlarının aylık ortalama sıcaklık değerlerine Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Her istasyonun ayrı ayrı test sonuçları Tablo 55'te verilmiştir.

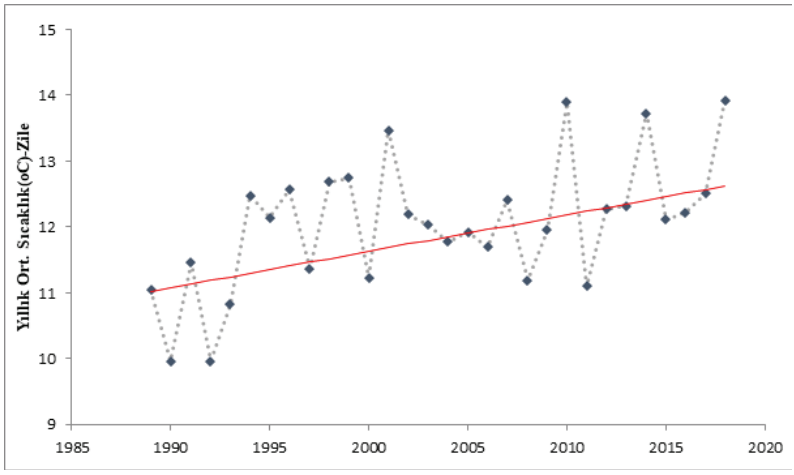
Sıcaklık trendleri (Tablo 55) incelendiğinde yaz aylarında tüm istasyonlarda anlamlı bir artış değeri olduğu görülmektedir. Mevsimlik değerler ve yıllık değerlerde de tüm istasyonlarda pozitif değer görülmektedir. Bu duruma göre çalışma sahasında genel olarak ortalama sıcaklık değer-

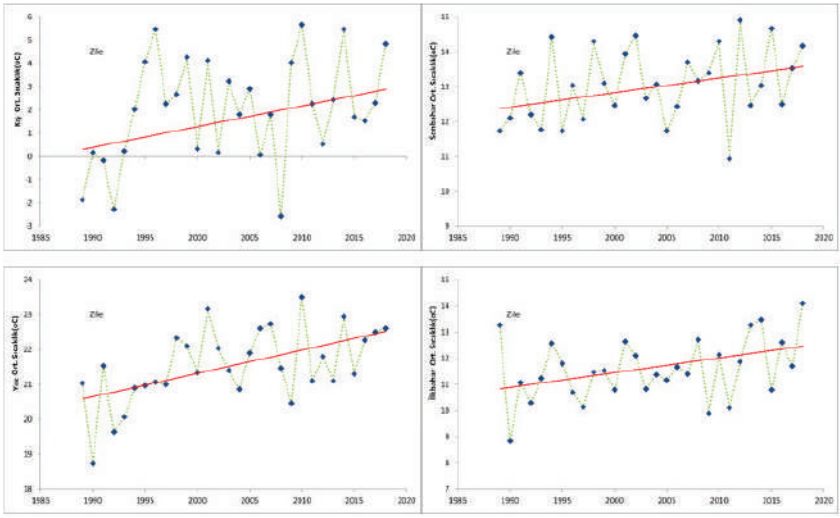
lerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir. Özellikle de bölgede yaz aylarında sıcaklık artışı net bir şekilde görülmektedir.

Tablo 55: Meteoroloji İstasyonları Mann-Kendall Testi Değerleri (Sıcaklık).

	Zile			Turhal			Tokat		
Time	Test Z	Anlamlılık	Q	Test Z	Anlamlılık	Q	Test Z	Anlamlılık	Q
Ekim	0,20		0,01	0,3		0,0	0,6		0,0
Kasım	0,95		0,04	-0,1		0,0	1,2		0,0
Aralık	0,50		0,02	-0,4		0,0	0,6		0,0
Ocak	0,57		0,05	0,5		0,0	1,0		0,1
Şubat	2,30	*	0,16	2,0	*	0,1	2,4	*	0,2
Mart	1,91	+	0,09	0,9		0,1	1,9	+	0,1
Nisan	0,46		0,02	-0,1		0,0	0,3		0,0
Mayıs	1,16		0,04	0,4		0,0	1,7	+	0,1
Haziran	2,09	*	0,05	1,2		0,0	2,7	**	0,1
Temmuz	1,97	*	0,05	1,3		0,0	2,6	*	0,1
Ağustos	2,70	**	0,09	2,2	*	0,1	2,6	*	0,1
Eylül	1,61		0,06	1,3		0,1	1,8	+	0,1
Yıllık Ort	2,57	*	0,06	1,7	+	0,0	3,3	**	0,1
Sonbahar	1,95	+	0,04	1,0		0,0	1,9	+	0,0
Kış	1,66	+	0,09	1,0		0,1	1,9	+	0,1
İlkbahar	2,00	*	0,06	0,8		0,0	2,2	*	0,1
Yaz	2,96	**	0,07	2,3	*	0,0	3,9	***	0,1

Şekil 54: Zile İstasyonu Yıllık Ortalama Sıcaklık Trend Grafiği (Mann-Kendal)

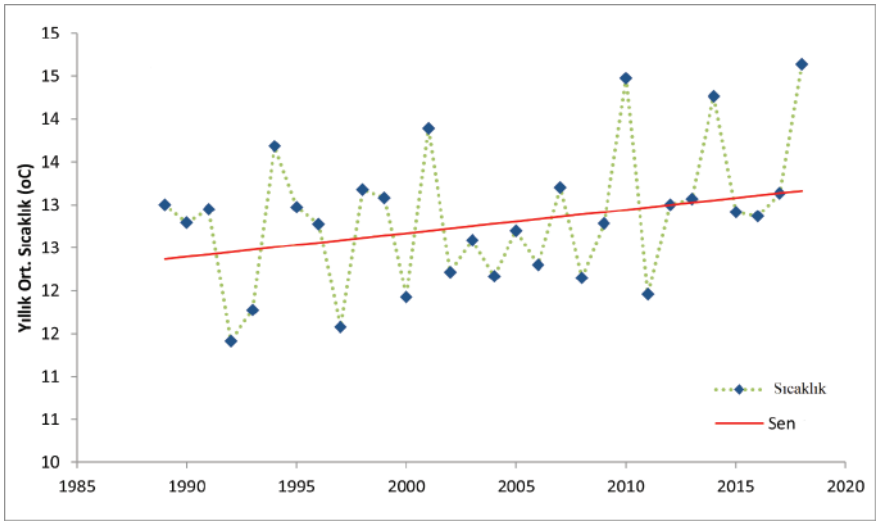




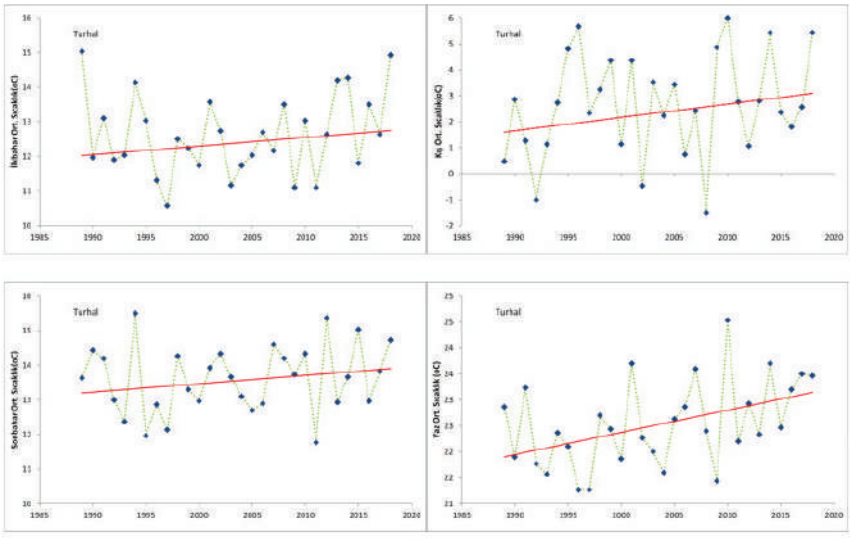
Şekil 55: Zile İstasyonu Mevsimlik Ortalama Sıcaklık Trend Grafikleri (Mann-Kendall).

Zile istasyonu verileri incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde %90 anlamlılık içeren pozitif yönlü bir trend değeri olduğu görülmektedir. Bu istasyonun verilerinde her mevsimde pozitif trend bulunmaktadır. Yaz mevsiminde %95'lik anlamlılık içeren pozitif trend, ilkbahar aylarında ise %90 anlamlılık içeren yine pozitif trend olduğu görülmektedir. Test sonuçlarına göre kış ve sonbahar mevsimlerinde yönelim pozitif olmakla birlikte anlamlılık bulunmamaktadır fakat anlamlı değerlere oldukça yakın değerler bu mevsimler için de geçerlidir. Özellikle sonbahar mevsiminde pozitif yönlü değer oldukça yüksektir. İstasyon trendleri aylık olarak değerlendirildiğinde ağustos ayında %95 anlamlılık içeren pozitif değer yer almaktadır. Şubat, Haziran ve Temmuz aylarında ise %90 anlamlılıkta pozitif değerler bulunmaktadır. Bunların dışında anlamlılık içermeyen fakat yükse değere sahip olan Mart ayı da pozitif anlamlı değere yakındır. Bu aylar dışında Zile istasyon verilerinde anlamlı bir değer bulunmamaktadır. Bununla birlikte istasyon değerleri her ay için pozitif eğilimlidir.

Havzadaki istasyonlardan trend değişimleri en az olan istasyon Turhal istasyonudur. İstasyon değerleri incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklıklarda anlamlı olmayan fakat pozitif bir yüksek değer yer almaktadır. Mevsimsel açıdan bakıldığında sadece yaz mevsiminde %90 anlamlılığa sahip pozitif eğilim görülmektedir. Aylık bazda şubat ve ağustos aylarında %90 anlamlı pozitif eğilim vardır. Bunlar dışında bu istasyon verilerinde herhangi bir anlamlı değer yer almamakla birlikte kasım, aralık ve nisan aylarında negatif, diğer aylarda pozitif değerler görülmektedir (Şekil 54-55).



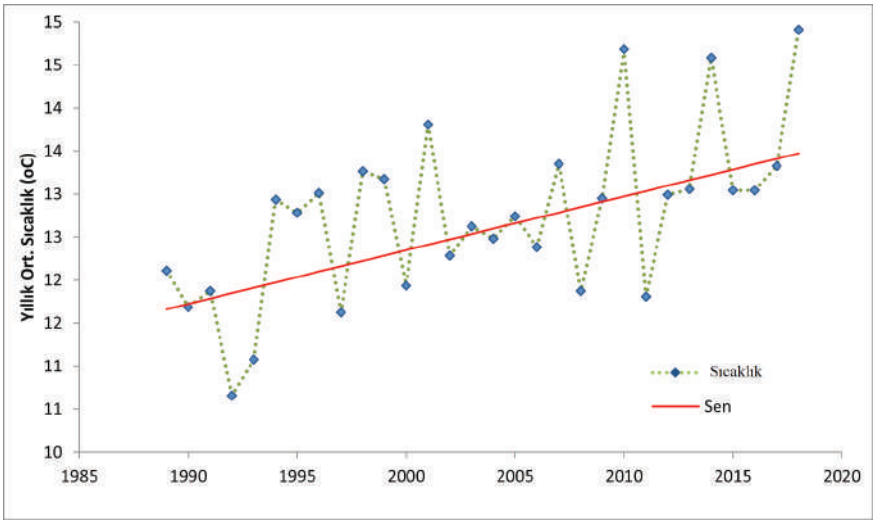
Şekil 56:Turhal İstasyonu Yıllık Ortalama Sıcaklık Trend Grafiği (Mann-Kendall)



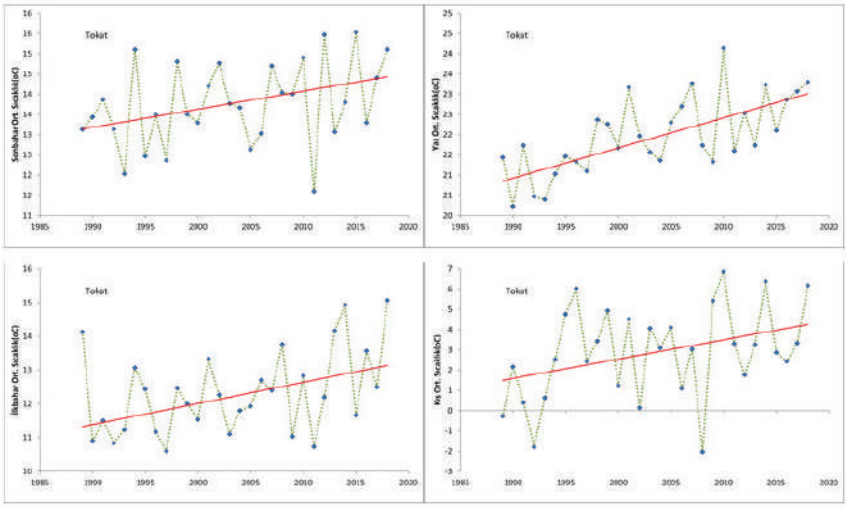
Şekil 57:Turhal İstasyonu Mevsimlik Ortalama Sıcaklık Trend Grafikleri (Mann-Kendall)

Tokat meteoroloji istasyonu ortalama sıcaklık değerleri araştırma sahasındaki diğer iki istasyona göre daha yüksek olan artış trendlerine sahiptir. Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde Tokat istasyonunun %95 anlamlılık içeren pozitif değerleri mevcuttur. Yaz mevsiminde %99'luk pozitif eğilim sahadaki istasyonlar içerisindeki en yüksek değerdir. İlkbahar mevsiminde de %90'lık pozitif yönelim mevcuttur. Sonbahar ve kış aylarında ise anlamlı değer olmamakla birlikte pozitif yönlü yüksek değerler mevcuttur. Aylık değerlerde en yüksek eğilim haziran ayındadır ve %95'lik anlamlılık içermektedir. Şubat, temmuz ve ağustos aylarında

%90 anlamlılık içeren pozitif değerler mevcuttur. mart, mayıs ve eylül aylarında eğilimler anlamlı değerlere ulaşmamakla birlikte pozitif yönlü yüksek değerler mevcuttur. Diğer aylarda ise herhangi bir anlamlı eğilim söz konusu değildir (Şekil 56-57).



Şekil 58: Tokat İstasyonu Yıllık Ortalama Sıcaklık Trend Grafiği (Mann-Kendall)



Şekil 59:Tokat İstasyonu Mevsimlik Ortalama Sıcaklık Trend Grafikleri (Mann-Kendall)

Araştırma sahasında yer alan istasyonların sıcaklık trend değerleri incelendiğinde özellikle yaz aylarında sıcaklık artışına yönelik eğilimlerin fazla olduğu görülmektedir. Bu istasyonlar arasında enfazla artış değerlerinin Tokat istasyonunda olduğu görülmektedir. En düşük eğilimlerin ise Turhal istasyonu sıcaklık değerlerinde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle yaz aylarındaki sıcaklık değerleri artışında özel olarak meteoroloji

istasyonlarının konumlarının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Her üç istasyonunda bulunduğu konumlar şehir merkezlerine tekabül etmektedir. Günümüzdeki durum bu şekilde iken geçmişte bu alanlar şehir merkezlerinin kenarında yer almaktaydı. Sıcaklık değerlerindeki artışlara şehir ısı adasının genişlemesi ve istasyonları içine alması durumu değerlendirilebilir (Şekil 58-59).

3.4.1.2 *Yağış Trendler*

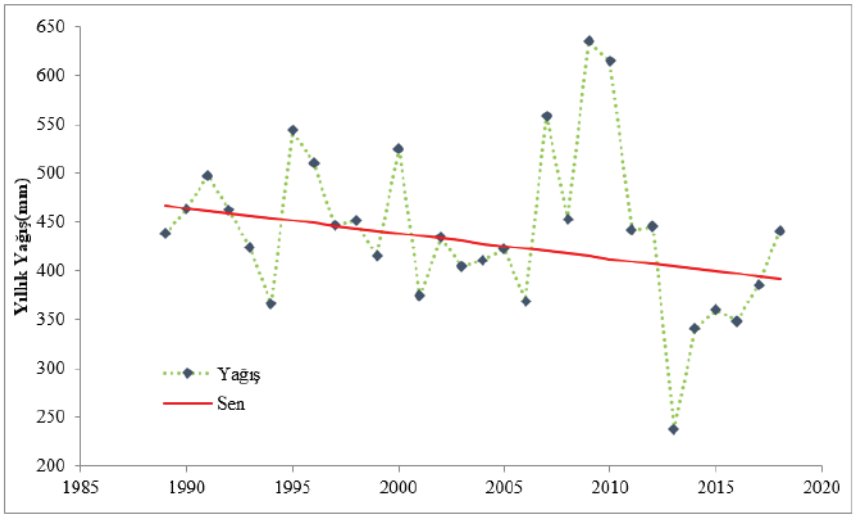
Havzaya ait yağış trendleri havzadaki aylık toplam yağış miktarlarına Mann-Kendall testi uygulanarak tespit edilmiştir (Tablo 56).

Tablo 56: Yağış Trendleri (Mann-Kendall)

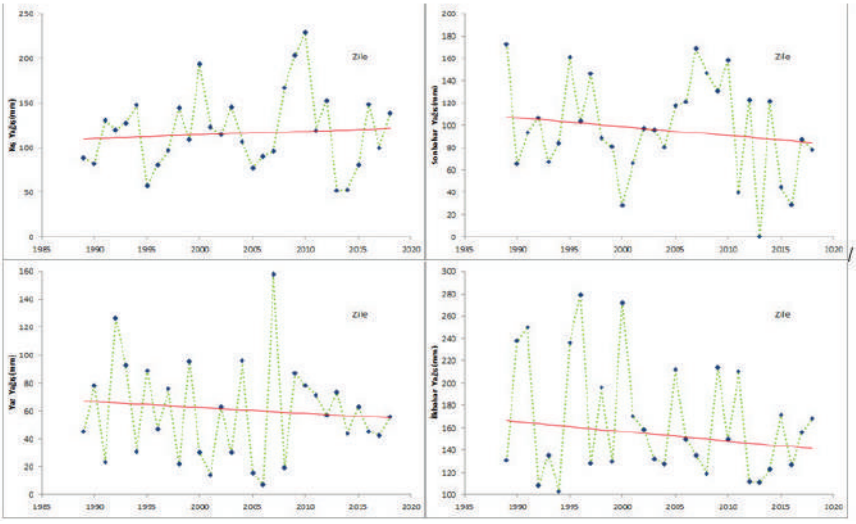
	Zile			Turhal			Tokat		
Time S.	Test Z	Anlamlılık	Q	Test Z	Anlamlılık.	Q	Test Z	Anlamlılık.	Q
Ekim	-0,6		-0,2	0,0		0,0	-0,4		-0,2
Kasım	-1,0		-0,8	-0,9		-0,7	-1,5		-1,1
Aralık	-0,2		-0,1	0,3		0,2	-0,2		-0,2
Ocak	1,8	+	0,7	1,7	+	0,9	2,3	*	1,0
Şubat	-0,5		-0,2	-0,4		-0,2	-0,6		-0,3
Mart	2,6	**	1,0	2,6	**	1,3	2,7	**	1,2
Nisan	-2,2	*	-1,5	-3,4	***	-2,3	-2,6	**	-1,7
Mayıs	-0,2		-0,1	0,3		0,2	-1,1		-0,7
Haziran	-0,2		-0,2	0,2		0,2	0,5		0,3
Temmuz	1,3		0,1	0,4		0,0	0,3		0,0
Ağustos	-0,9		-0,1	-1,1		-0,1	-0,4		0,0
Eylül	-0,7		-0,2	-0,8		-0,1	-0,1		0,0
Yıllık	-1,7	+	-2,6	-0,5		-0,9	-1,4		-2,2
Sonbahar	-0,6		-0,8	-0,4		-0,2	-1,2		-0,5
Kış	0,4		0,4	0,7		0,2	0,4		0,1
İlkbahar	-1,0		-0,9	-0,8		-0,3	-1,1		-0,3
Yaz	-0,8		-0,4	0,2		0,0	0,5		0,1

Tablo 56'de araştırma sahasında yer alan istasyonların yağış trendleri verilmiştir. Buna göre Zile istasyonu yağış verilerinde yıllık bazda anlamlı bir değer olmamasına karşın yüksek bir negatif değer söz konusudur. Buna göre bu istasyonun yıllık toplam yağış değerleri düşüş eğilimindedir. Mevsimsel açıdan incelendiğinde ise herhangi bir mevsimde anlamlı trendler görülmemekte olup kış mevsimi pozitif yönlü diğer mevsimlerde ise negatif yönlüdür. Aylık değeler içerisinde mart ayında %95 anlamlılığı olan pozitif yönlü bir eğilim söz konusudur. nisan ayında ise negatif yönlü ve %90 anlamlılık içeren eğilim mevcuttur. Bunun dışında anlamlılık seviyesine yakın olan ocak ayında pozitif eğilim bulunmaktadır. Diğer aylarda ise anlamlı eğilim mevcut değildir.

Zile istasyonunun yıllık yağış miktarındaki trend durumu incelendiğinde yağış miktarlarında azalmanın olduğu görülmektedir. Eğilimler incelendiğinde 30 yıllık sürede Zile istasyonunun değerlerinde yaklaşık 60-70 mm'lik düşüş görülmektedir. Yıllık ortalama yağış değerinin 440 mm olduğu Zile istasyonunda bu düşüş oranı ortalama yağışın yaklaşık olarak %15'ine tekabül etmekte olup bu oranda bir düşüş oldukça yüksek bir değerdir (Şekil 60-61).



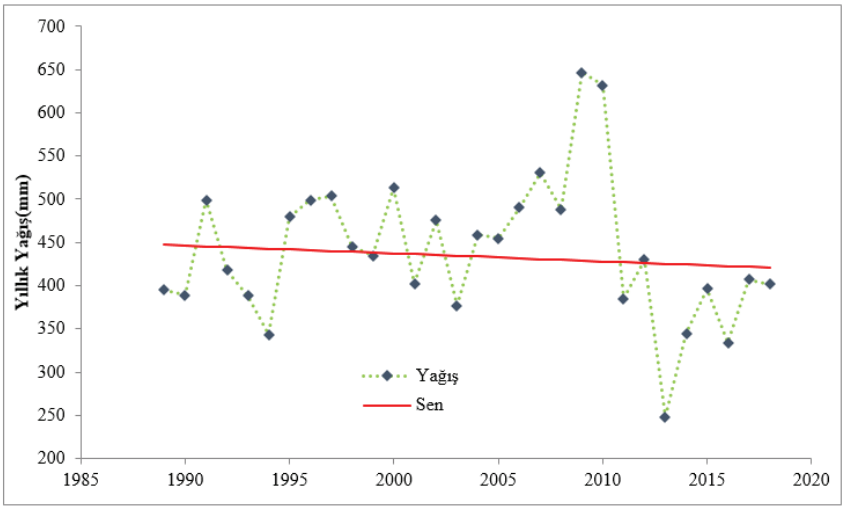
Şekil 60: Zile İstasyonu Yıllık Yağış Trend Grafiği (Mann-Kendal)



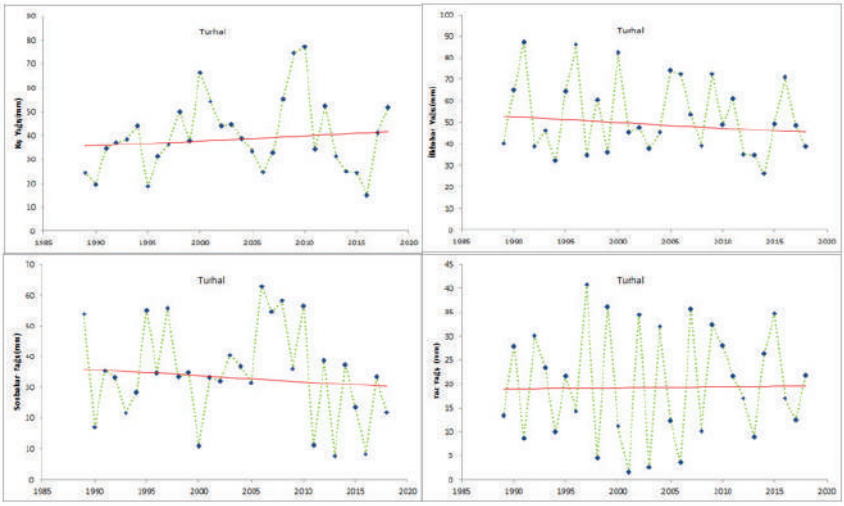
Şekil 61: Zile İstasyonu Mevsimlik Yağış Trendleri (Mann-Kendal)

Turhal istasyonu yağış trend değerleri incelendiğinde yıllık toplam yağış değerleri negatif yönlüdür fakat anlamlı bir eğilim bulunmamaktadır.

Mevsimlik yağış değerlerinde de yine anlamlılık mevcut değildir. Aylık bazda incelendiğinde %99 anlamlılık değeri ile nisan ayında negatif yönlü bir eğilim bulunmaktadır. Mart ayında ise %95 anlamlılık değerinde pozitif yönlü anlamlılığın olduğu görülmektedir. Bunların dışında ise anlamlı bir eğilim olmamakla birlikte ocak ayı değerleri yüksek ve pozitif yönlüdür (Şekil 62-63).



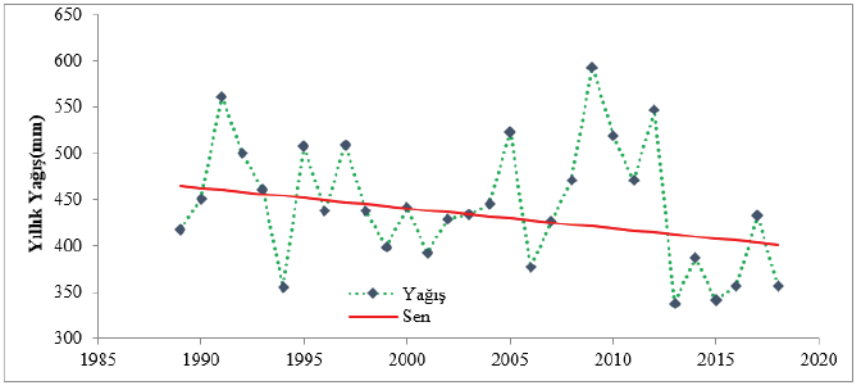
Şekil 62: Turhal İstasyonu Yıllık Yağış Trend Grafiği (Mann-Kendal)



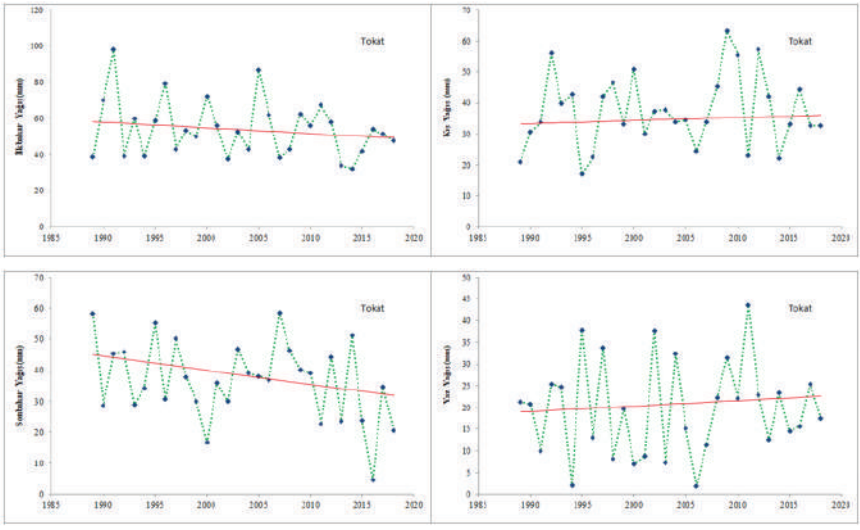
Şekil 63: Turhal İstasyonu Mevsimlik Yağış Trendleri (Mann-Kendall)

Tokat istasyonu yağış değerleri de yine yıllık toplam yağışlarda anlamlı bir eğilime sahip olmayıp negatif yönlüdür. Tokat istasyonu değerleri Turhal istasyonuna göre biraz daha fazladır. Mevsimler ayrı ayrı ince-

lendiğinde yine anlamlı trende sahip değildir. Aylık trenlere bakıldığında Turhal istasyonunda olduğu gibi Nisan ayında negatif, Mart ayında pozitif yönlü eğilim mevcuttur. Her iki ayda da anlamlılık değeri %95'tir. Yine ocak ayında %90 değerinde pozitif yönlü eğilim mevcuttur. Bu aylar haricindeki aylarda Tokat istasyonunda yağış değerlerinde anlamlı bir eğilim bulunmamaktadır (Şekil 63-64).



Şekil 64: Tokat İstasyonu Yıllık Yağış Trendi (Mann-Kendall)



Şekil 65: Tokat İstasyonu Mevsimlik Trendler (Mann-Kendal)

3.5 **İklime Dair Gelecek Projeksiyonları**

İklim elemanlarının yıllara göre geçmişten günümüze olan değişimleri göz önünde bulundurularak geleceğe dönük tahminlerin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Geleceğe dönük iklim değerlerinin bilinmesi bir bölgede yapılacak olan planlamalar açısından büyük önem taşımaktadır. Gelecekte iklim koşullarının nasıl olacağı ve bu koşulları nekadar nüfusu

veya hangi aktiviteleri karşılayabileceği ya da sürdürülebilirliği sağlamak maksatlı şimdiden ne gibi önlemleri alınacağı hususunda yardımcı olacaktır.

Daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın su kaynağı meteorik sulardır. İklim elemanlarından yağış havzasaki su miktarının belirlenmesinde önemli etkiye sahiptir. Trenn analizleri başlığı altında yapılan Mann-Kendall testine göre Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda yağış değerleri azalma eğilimi göstermektedir. Havzada yer alan 3 meteoroloji istasyonunda da yağış miktarıları düşüş göstermekte de anlamlı bir eğilime sahiptir. Her üç istasyonunda gerek yağış değerleri gerekse de eğilimleri paralellik göstermektedir. Buna göre ortalama bir değerden bahsedilecek olursa her üç istasyon için 30 yıllık sürede yağış miktarındaki azalma eğilim yaklaşık olarak %10'a tekabül etmektedir. Sadece 30 yıllık süre içerisinde %10'luk bir kayıp değer havza için oldukça önemlidir. Bununla birlikte bu değeri direk olarak miktar açısından değerlendirecek olursak 30 yılda yaklaşık olarak 40mm'lik bir azalma söz konusu ki bu durum daha da dikkat çekicidir. Bu hesaplamaya göre her 30 yılda 40 mm'lik bir düşüş durumu göz önünde bulundurulursa havza için ciddi bir tehdit söz konusudur.

Havza su potansiyelini etkileyen diğeri önemli iklim unsurunun evapotranspirasyon olduğu daha önceki başlıklarda belirtilmişti. Buharlaşma miktarını etkileyen en önemli iklim elemanı sıcaklıktır. Sıcaklık değerlerinin durumu da havza su potansiyelini büyük ölçüde etkilemektedir. Yine yağış miktarlarında olduğu gibi ortalama sıcaklık değerlerine yönelik yapılan Mann-Kendall trend testinde sıcaklık değerlerinin de artış eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir. Her üç istasyonda da geçmiş 30 yıllık süreçte ortalama sıcaklık değerlerinin yaklaşık olarak 1°C artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Havza su miktarına büyük ölçüde etki eden buharlaşma miktarının artmasına sebep olması sebebiyle bu artış eğilimi havzadaki su kaybını arttıracaktır.

Havzadaki su girdi ve çıktısına önemli ölçüde etki eden yağış ve ortalama sıcaklık değerlerindeki bu eğilimler gelecekteki durumların öngörülmesi açısından önemlidir. Havzaya su girdisini sağlayan yağış miktarındaki azalma eğilimi, buna mukabil havzadaki su kaybına büyük ölçüde etki eden sıcaklık değerlerindeki artış eğilim ilerleyen süreçte havza su miktarlarında önemli ölçüde düşüşlerin yaşanacağına işaret etmektedir. Yine akım gözlem istasyonlarının akım değerlerine uygulanan trend analizleri de bu hususu doğrulamaktadır. Gümeleönü AGİ akım değerlerinin eğilimleri incelendiğinde 30 yıllık bir süreçte yaklaşık olarak %8'lik bir kaybın olduğu görülmektedir.

BÖLÜM IV

4. YUKARI YEŞİLIRMAK HAVZASI'NIN HİDROGRAFİK ANALİZLERİ

4.1 Hidrografya

4.1.1 Yeraltı Suyu

Havzanın hidrografik özelliklerinin şekillenmesinde yeraltı sularının durumunun incelenmesi önemlidir. Yer altı sularının bulunuşu-miktarı havzanın yapısal unsurlarına göre şekillenmektedir. Yukarı Yeşilırmak Havzası gerek litolojik gerekse de jeomorfolojik açıdan birçok yapısal birim bünyesinde bulundurmaktadır. Litolojik birimlerin geçirgenlik durumları, morfolojik birimleri eğim-yükselti gibi özellikleri yer altı sularının beslenmesi üzerinde etkilidir.

Araştırma sahasının hidrojeolojik yapısına yönelik Karaalioğlu, B. (1977) tarafından DSİ bünyesinde yapılan Tokat-Kazova ve Turhal Ovası'nın Hidrojeolojik Raporu adlı çalışmada havzanın ilgili bölümünün durumu ortaya konulmuştur. Turhal Ovası ve Kazova'da mevcut bulunan alüvyon birimler serbest akifer şeklinde ve sahadaki en zengin yer altı suyu barındıran birimi oluşturmaktadır (Karaalioğlu, 1977). Buradan yola çıkarak araştırma sahasının diğer ovaları olan Zile Ovası ve Gözova'yı oluşturan alüvyon birimin yer altı suyu kapasitesi bakımından zengin olduğu söylenebilir. Yine bölgede yer alan Jura-Kretase kalkerleri gerek çatlaklı/geçirgen yapıya sahip olduklarından yer altı suyu kapasitesi bakımından zengindir. Kazova'nın güneyinde yer alan Akdağ kütlesi bu özellikte olup yer altı suyu ve kaynaklar bakımından önemlidir (Fotğraf 48). Kazova'da alüvyon kalınlığı ova kenarında bulunan birikinti konileri bölgesinde 20 ile 60 m arasında değişmektedir. Ova tabanında ise bu değer 100-150 m'ye kadar ulaşmaktadır. Alüvyon altında bulunan geçirimsiz oligosen yapısı suyun alüvyon içerisinde serbest akifer oluşturmasına imkân vermektedir. Kazova'da yapılan çalışmalara göre yeraltı sularını akış yönü ovanın kuzeyinde kuzeydoğudan güneybatıya doğru, ovanın güneyinde ise güney doğudan kuzeybatıya doğrudur. Ova kenar kısımlarında yer alan derelerin olduğu kesimlerde ise derelerin oluşturduğu birikinti konilerine gere şekillenmektedir (Karaalioğlu, 1977; Özçağlar, 1988). Araştırma sahasının litolojik yapısı incelendiğinde özellikle metamorfizmaya uğramış paleozoyik yaşlı Tokat Metamorfitleri şistli yapısı sebebiyle yeraltı suyunun beslenmesini kısıtlamaktadır. Araştırma sahasında geniş yer kaplayan Tokat Metamorfitleri birimi bu özelliği sebebiyle saha genelinde yer altı suyunun kısıtlı olmasında önemli etkiye sahiptir.



Fotoğraf 48: Resürjans Kaynak (Akdağ Kuzey Yamacı)

4.1.2 Yüzey Suları

4.1.2.1 Akarsular

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın ana akarsuyu Yeşilırmak Nehri'dir. Havzada yer alan bütün akarsular Yeşilırmak Nehri'nin kolları olup Yeşilırmak vasıtasıyla sularını Karadeniz'e ulaştırırlar. Araştırma sahasında yer alan akarsuların uzunlukları coğrafi bilgi sistemleri vasıtasıyla hesaplanmış ve tablo haline getirilip Tablo 57'de verilmiştir. Havzanın ana akarsuyu olan Yeşilırmak Nehri temelde üç ana kolun birleşmesi vasıtasıyla oluşmuştur. Tozanlı Çayı, Kelkit Çayı ve Çekerek Çayı'nın birleşmesi ile Yeşilırmak Nehri oluşmaktadır. Zamanla Tozanlı Çayı ana kol olarak belirlenmiş ve Yeşilırmak adını almıştır (Ertek 2016: 81). Yeşilırmak Nehri Karadeniz Havzası'nda yer almakta olup 519 km'lik uzunluğuyla Türkiye'nin en uzun akarsuları arasındadır ve 36.114 km^2'lik bir havzaya sahiptir. Nehir Sivas ili kuzeydoğusunda yer alan Kösedağ'dan kaynağını alıp Samsun ili Çarşamba ilçesi sınırlarında Karadeniz'e ulaşmaktadır. Yeşilırmak Nehri'nin ana kolu kaynağı olan Kösedağ'dan Almus Barajı'na kadar olan bölümünde dar bir vadiden akmaktadır (Fotoğraf 49). Almus Barajı'nın bulunduğu bölümde yine vadi olarak kabul edilirse araştırma sahasındaki Gözova'ya kadar dar bir vadiden aktığı söylenebilir. Gözova'yı kat ettikten sonra Tokat Şehri'nin de bir kısmının bulunduğu nispeten geniş boğazdan geçerek Tokat'ın batısından Kazova'ya açılmaktadır.

Kazova'nın Pazar ilçesine kadar olan bölümünde güneyinden akan nehir buradan kuzeybatıya yönelerek Turhal Ovası ile Kazova'yı ayıran Katmerkaya Boğazı'ndan geçerek Turhal Ovasına girmektedir. Burada belli bir mesafe (yaklaşık 5 km) yönünü değiştirmeden kuzeybatıya devam edip sonrasında bir dirsek oluşturarak kuzeye yönelmekte ve Turhal Ovasının çıkışına bu yönde devam etmektedir. Turhal Ovası'nın bu yöndeki son noktası olan ve Keçeci Deresi'nin nehre ulaştığı yerden itibaren tekrar batıya bir dirsek oluştur. Dar ve derin bir vadi boyunca devam eden nehir bu vadi sonunda Amasya Ovası'na giriş yapmaktadır. Amasya Ovası'nda yaklaşık 15 km'lik bir yol kat ettikten sonra Yeşilırmak Nehri'nin önemli bir kolu olan Çekerek Çayı nehre katılmaktadır. Amasya Ovası ve devamında Amasya il merkezinden geçtikten sonra dar bir vadiye giren nehir doğuya yönelmekte ve peşinden Taşova'ya ve devamında Tokat-Erbaa sınırları içerisinde yer alan Erbaa ovasında (Kaleköy dolaylarında) diğer bir önemli kolu olan Kelkit Çayı ile birleşerek kuzeye doğru dar bir vadiye girmektedir. Buradan Canik Dağları'nda oluşturmuş olduğu antesedant vadiyi aşan nehir güney istikametten Çarşamba Ovası-Yeşilırmak Deltası'na girmektedir. Buradan kuzeye doğru devam eden nehir Çarşamba ilçe merkezinden de geçerek Karadeniz'e ulaşmaktadır. Üçgen bir şekli olan Yeşilırmak Deltası yaklaşık olarak 1000 km^2'lik bir alana sahiptir. Yeşilırmak Nehri'nin ana kolları olan Kelkit Çayı ve Çekerek Çayı'nın uzunlukları sırasıyla 373 km ve 331 km'dir. (Şahin 2006: 189; Atalay 2011: 121; Ertek 2016: 82).



Fotoğraf 49: Yeşilırmak (Gümeleönü-Almus Barajı Arası)

Yeşilırmak Nehri'nin Yukarı Yeşilırmak olarak belirlenen ve Kösedağ'da bulunan kaynağından Çekerek Çayı birleşimine kadar olan bölümünün uzunluğu 267 kilometredir ve 6392 km²'lik bir drenaj alanına sahiptir. Nehrin bu alanda birçok kolu yer almaktadır ve bunlardan 32 tanesi Tablo 57'da verilmiştir.

Tablo 57: Yukarı Yeşilırmak Havzası'nda Yer Alan Bazı Akarsuların Uzunlukları.

Adı	Uzunluk(km)	Adı	Uzunluk(km)
Yeşilırmak N.	267	Kuşkaya D.	20
Tozanlı Ç.	67	Karakaya D.	19
Silisözü D.	55	Kızılören D.	18
Hotan Ç.	33	Dere	18
Behzat D.	31	Sulukaya D.	18
Hızar D.	30	Yalancı D.	17
Zindan D.	30	Karanlık D.	17
Bani D.	29	Çengelboğazı D.	16
Çivril D.	28	Kavaklı D.	16
Kuruçay D.	27	Kazağacı D.	15
Keçeci D.	25	Atoğlu D.	15
Gülüt Ç.	23	Karadip D.	15
Gümüş D.	23	Köpeç D.	13
Çilkoru D.	22	Erikli D.	13
Alişankaya D.	22	Gök D.	13
Çerdiğin D.	22	Vizisuyu D.	13
Kozağaç D.	21		

Akarsuların akım değerleri yıl içerisinde aynı olmayıp, değişimler göstermektedir. Akarsuların akımlarındaki bu değişmelere rejim adı verilmektedir. Akarsu rejimleri üzerinde çeşitli etmenler vardır. Bir akarsuyun rejimi üzerinde tek bir etmenin hâkim olması durumunda bu akarsu basit rejimli akarsu olarak tanımlanmaktadır. Birden fazla etmen akarsu rejimi-akım değerleri üzerinde etkili ise de bu akarsu karmaşık rejimlidir (Hoşgören 1984: 75). Tablo 58 ve 59'da Yeşilırmak Nehri üzerinde yer alan akım gözlem istasyonlarının (AGİ) ortalama akım değerleri mevsimlere göre ayrılmış biçimde görülmektedir. Sütlüce istasyonu Yeşilırmak Nehri'nin Turhal Ovası'nda çıkış noktası dolaylarında yer almaktadır. Gümeleönü istasyonu ise Almus ilçesinin kuş uçuşu 20 km doğusunda yer almakta olup Almus Barajı'na göre memba tarafındadır. Bu istasyon veriler incelendiğinde Sütlüce istasyonu verilerinin nispeten daha düzenli, Gümeleönü istasyonu akım değerlerinin ise düzensiz olduğu görülmekte-

dir. Bu duruma temel sebep Almus Barajı olup baraja göre mansapta kalan Sütlüce istasyonunda daha düzenli değerlerin olduğu görülmektedir. Bu sebeple akarsuyun rejim tipi belirlenirken beşerî etkiden daha uzak olan Gümeleönü istasyonu akım verilerini kullanmak daha gerçek sonuca ulaştıracaktır. Akım verileri incelendiğinde düzensiz bir yapıda olduğu ve özellikle ilkbahar aylarında akım değerlerinin çok arttığı görülmektedir. Bu durumun oluşmasında kar erimeleri büyük ölçüde etkilidir. Akım değerleri incelendiğinde Yeşilırmak Nehri'nin rejim tipinin basit-karlı dağ rejimine benzediği söylenebilir.

Tablo 58: Yeşilırmak Nehri Akım Değerleri (milyon m³)

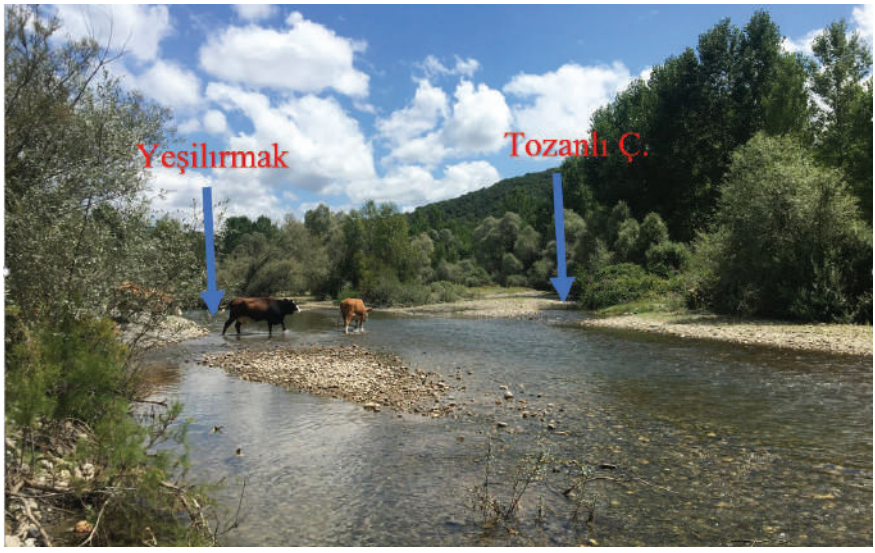
İst.	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz
Gümeleönü	43,2	82,2	349,3	71,0
Sütlüce	104,2	100,7	198,2	117,3

Tablo 59: Aylara Göre Akım Değerleri (milyon m³)

İst.	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
Gümeleönü	12,8	21,6	28,5	24,8	29,0	94,6	150,2	104,6	43,6	17,5	9,9	8,8	566,8
Sütlüce	35,9	27,1	31,3	31,7	37,7	66,5	65,0	66,6	46,8	35,2	35,3	41,2	518,7

Araştırma sahasında yer alan en önemli ikinci akarsu Yeşilırmak'ın havzadaki en uzun kolu olan Tozanlı Çayı'dır. Daha önce de belirtildiği üzere üç ana koldan oluşan Yeşilırmak Nehri'nin ortada bulunan kolu Tozanlı Çayı olarak adlandırılmaktaydı. Sonraları bu kol Yeşilırmak'ın ana kolu olarak kabul edildi ve Tozanlı adı günümüzde Tozanlı Çayı olan akarsuya verilmiştir. Tozanlı adı Yeşilırmak olmakla birlikte yerel literatürde günümüzdeki Yeşilırmak ana kolunun Tozanlı Çayı ile birleşiminin memba bölgesi yönlü olan kesimi hala Tozanlı Vadisi olarak eski kullanım adı ile anılmaktadır. Tozanlı Çayı Sivas-Tokat İl sınırlarında, Almus Barajının kuş uçuşu yaklaşık 20 km güneyinde yer alan ve yükseltisi 2000 metreyi aşan dağlık kesimden kaynaklanmaktadır. Oluşturduğu dar ve derin vadi boyunca yaklaşık 30 kilometre doğuya doğru akmakta olup buradan kuzeye yönelmektedir. Kuzeye doğru 15 km devam ettikten sonra batıya yönelip 10 km boyunca Yeşilırmak'a paralel akar ve Çilehane dolaylarında Yeşilırmak Nehri'ne katılır (Fotoğraf 50). Tozanlı Çayı üzerinde AGİ bulunmamakla birlikte Yeşilırmak üzerinde Tozanlı Çayı bile birleşmeden yer alan Kozlu İstasyonu'na bakara bir tahmin yürütme ihtimali bulunmaktadır. Buna göre bu birleşimin mansabında yer alan Gümeleönü istasyonu değerlerinden Kozlu istasyonu değerleri çıkartılınca yarı yarıya

yaklaşan bir değer olduğu görülmektedir (Tablo 60). Arada kalan ve oldukça küçük olan drenaj alanı da hesaba katılınca Tozanlı Çayı'nın yıllık ortalama akım değerleri 150-200 milyon m^3 dolaylarında olduğu tahmin edilebilir. Bununla birlikte Tozanlı Çayı'nın da rejimi akım değerlerinin dağılışı incelendiğinde Yeşilırmak Nehri ile aynıdır. Tozanlı Çayı Havzası 663 km^2 alana sahiptir.



Fotoğraf 50: Yeşilırmak(solda) ve Tozanlı Çayı (Sağda) Birleşimi.

Tablo 60: Gümeleönü-Kozlu AGİ Verileri.

İst.	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
Gümeleönü	12,8	21,6	28,5	24,8	29,0	94,6	150,2	104,6	43,6	17,5	9,9	8,8	545,3
Kozlu	4,8	10,1	10,9	9,9	13,0	56,0	72,3	53,1	20,2	6,9	3,3	3,3	263,9

Araştırma sahasının güneybatı kesimini ve Zile Ovası'nı Hotan Çayı drene etmektedir. Yaklaşık olarak 33 km'lik bir uzunluğa sahip olan Hotan Çayı "ovalar" bahsinde belirtilen ve Zile ovası güneyinde yer alan bölgenin akarsuların birleşmesi ile oluşur ve bu alandan bir boğaz vasıtasıyla Zile Ovası'na geçer. Güney-Kuzey yönlü bir hat şeklinde akan akarsu Zile Ovası'nı boydan boya kat ederek Zile ve Turhal Ovaları'nı ayıran Hamidiye Boğazı'na girer ve boğazdan çıkışta Turhal Ovası'nda kısa bir mesafe kat ettikten sonra Turhal şehir merkezinde Yeşilırmak Nehri'ne dökülür. Bu akarsu Zile Ovası'nda yer alan diğer dereleri de toplamaktadır. Bu akarsu Özçağlar (1989) tarafından Honar Çayı olarak adlandırılmış olup Hotan Çayı olarak da kullanımı yaygındır. Günümüz haritalarında Hamide Deresi olarak yer almaktadır. Hotan Çayı 660 km^2'lik havzaya sahiptir.

Silisözü Deresi Akdağ'ın güney-güneybatısından kaynağını alarak batıya doğru akar ve Çamdere köyü dolaylarında güneye bir dirsek oluşturarak Akdağ'ı ikiye ayıran Bahçebaşı Boğazı'ndan geçerek Kazova'ya ulaşır. Kaz Gölü dolaylarında bir bataklık oluşturması sebebiyle drenaj vasıtasıyla Yeşilırmak'a ulaşmaktadır. Özçağlar (1988: 92) tarafında bu akarsu iki farklı akarsu şeklinde tanımlanmış ve bölgedeki yerel kullanımı da bu şekildedir. Akdağ'ın kuzey yamacında yer alan Bahçebaşı Deresi geriye aşındırma ile Akdağ'ı aşarak güneyde yer alan Silisözü senklinaline ulaşmıştır. Bu senklinalde yer alan ve batıya doğru akmakta olan Silisözü Deresi, Bahçebaşı Deresi tarafından kapılmış ve bir kaptür dirseği vasıtasıyla güneye yönelerek Bahçebaşı Boğazını geçerek Kazova'ya ve nihayetinde Yeşilırmak'a ulaşmıştır. Bu kapmadan önce Silisözü deresi batıya devam etmekte ve Zile Ovası'na akmakta idi (Özçağlar, 1988: 92). Dere havzası 362 km²'dir.

Behzat Çayı Tokat şehir merkezinin güneyinde yer alan dağlık alandaki birçok dereyi bünyesine alarak kuzeye doğru akmaktadır ve 260 km² havza alanına sahiptir. Geyraz Çayı olarak adlandırılmakla birlikte şehir merkezinde Behzat ismi kullanılmaktadır (Fotoğraf 51). Güneyden kuzeye Tokat şehir merkezi boyunca aktıktan sonra Taşköprü (Hıdırlık Köprüsü) yakınında Yeşilırmak ile birleşmektedir. Geyraz Çayı sel rejimli bir akarsu olup en fazla Nisan en az ise ağustos aylarında akıma sahiptir (Tablo 61). Şiddetli sağanak yağışlarının olduğu zamanlarda su seviyesi oldukça yükselmekte ve geçmişte il merkezinde taşkına sebep olmuştur. Günümüzde ise bu durum gözlemlenmemektedir. 4 Eylül1967'deki taşkında 173 m³/sn akıma ulaşmış ve su seviyesi 180 cm'yi bulmuştur (Özçağlar 1988: 92).



Fotoğraf 51: Behzat Deresi.

Tablo 61: Geyraz AGİ Akım Değerleri.

Yıl	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
2012	0,864	0,916	0,774	0,866	1,05	4,12	9,79	4,2	1,85	1,27	0,602	0,347	26,649
2014	0,841	1,01	1,2	0,948	0,951	0,953	0,82	0,409	0,27	0,144	0,111	0,089	7,746
2015	0,392	0,522	0,968	0,965	1,58	6,39	6,73	3,44	1,83	0,79	0,232	0,251	24,09

Yaylacık Dağı'ndan kaynağını alan Gülüt Çayı, Gülüt senklinali içerisinden batıya doğru akmaktadır. 23 km'lik uzunluğa sahip olan Gülüt Çayı Turhal Ovası'nın doğusundan ovaya giriş yapmaktadır. Burada akarsu zirai alan kazanımı maksatlı yapay olarak set çekilerek kanala alınmış ve burada bulunan yamaç kenarı boyunca kuzeybatıya yönlendirilmiştir. Gülüt Çayı Turhal şehir merkezinde Yeşilırmak'a bağlanmaktadır. Gülüt Çayı Havzası 415 km² olarak hesaplanmıştır.

Uzunluğu 25 km ve 420 km² havza alanına sahip olan Keçeci Deresi, Yaylacık Dağı'nın kuzey, Sakarat Dağı'nın güney yamaçlarında yer alan derelerin bir araya gelmesi ile oluşur. Yeşilırmak Nehri'ne Sütlüce dolaylarında karışmaktadır. Sakarat ve Yaylacık dağları Keçeci Deresi vadisi ile birbirinden ayrılmaktadır (Fotoğraf 52).



Fotoğraf 52: Keçeci Deresi.

4.1.2.2 Göller ve Barajlar

Yukarı Yeşilırmak Havzası doğal göller bakımından oldukça fakirdir. Havzanın yegâne doğal gölü Kazova'da yer alan Kaz Gölü'dür (Fotoğraf 53). Daha önceki bölümlerde de belirtildiği üzere tektonik bir çukurluk olan Kazova'nın güneybatı kesimi daha fazla çökmüştür. Bu durum neticesinde de bu bölgede göllenme meydana gelmiştir. Yeşilırmak Nehri bir taraftan Katmerkaya Boğazı'nı açarken bir taraftan da Kazova'da göllenmeye sebep olmuştur. Katmerkaya Boğazı açılınca göllenme ile oluşan su alandan boşalmış fakat nehir yatağından daha alçak kesimde bulunan güney batı kesim sulak bir şekilde kalmıştır. Günümüzde de suları iyice çekilerek şimdiki Kaz Gölü oluşmuştur (Özçağlar 1988: 92). Göl derinliği 1-3 metre kadar olup çoğunlukla kapladığı alan bataklık şeklindedir. Bu alan geçmişte çok büyük olmakla birlikte hem doğal yollardan kuruma hem de tarım alanı kazanma maksatlı bataklık kurutma yöntemi ile iyice daralmıştır. Günümüzde Kaz Gölü'nün sulak alanı 201 hektar, kuru alanı ise 74 hektar kadardır ve bölge Yaban Hayatı Geliştirme Sahası statüsündedir (Hanilçe, 2018).



Fotoğraf 53: Kaz Gölü.

1966 yılında yapımı tamamlanan Almus Barajı araştırma sahasında yer alan en önemli su kütlesidir. Toprak doldu türünde olan baraj seti 78 metre yüksekliğe ve 380 metre kret uzunluğuna sahiptir (Fotoğraf 54). Baraj setinin yapıldığı yerde akarsu talveg kotu 730 metredir. Baraj Gölü yüzeyinin denizden yükseltisi ise 785 metre olup göl rezervuarı 32km^2 alana sahiptir. Almus Barajı hem sulama maksatlı hem de enerji üretimi (HES) maksatlı yapılmış bir barajdır. Bununla birlikte Özellikle ilkbahara aylarında debisi oldukça yükselen ve taşkınlara sebebiyet veren Yeşilırmak Nehri'nin akımını kontrol etmesi açısından önemlidir. Almus Barajı yaklaşık olarak 22.000 hektarlık alanın sulamasını karşılamakta olup özellikle Gözova'daki tarım alanlarının etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır. Ayrıca 27 MW elektrik üretim kapasitesi bulunmaktadır.



Fotoğraf 54: Almus Barajı(Bakımlı Dağından).

Almus Barajı dışında bölgedeki diğer önemli baraj Ataköy Barajı'dır (Fotoğraf 55). Ataköy Barajı, Almus Barajı'nın mansabında yer almaktadır. Göl yüzeyi 0,50 km² alana sahip olan Ataköy Barajı'nın toprak dolgu olan gövdesi 26 metre yüksekliğe sahiptir. 1977 yılında enerji üretimi maksatlı yapılan bu baraj aynı anda iki santrali çalıştırması açısından önemlidir. Barajın olduğu yerde bulunan 5 MW'lık HES ile yaklaşık 5 km'lik bir tünel vasıtası ile Niksar ilçesinde yer alan Köklüce HES'e de bu barajdan su temin edilmektedir. Köklüce HES'in üretim kapasitesi de 90 MW'dır (Aşçıoğlu, Uzuner 1973: 15-18; Ertek 2016: 82). Almus ve Ataköy Barajları dışında araştırma sahasında sulama maksatlı birçok gölet yer almaktadır.



Fotoğraf 55:Ataköy Barajı.

4.2 Su Bilançosu

4.2.1 Havzanın Su Girdisinin Hesaplanması

Akarsular üzerinde bulunan AGİ'ler vasıtasıyla tespit edilen akım değerleri hidrografya çalışmaları açısından önemli bir veri sağlamakla birlikte bu istasyonların olmadığı alanlarında akım değerlerinin tespiti büyük önem arz etmektedir. Akım gözlem istasyonlarının bulunmadığı alanlardan akım değerlerinin tespiti için çeşitli yöntemler mevcuttur (Mockus,1949; Sherman, 1949; Andrews, 1954; Ogrosky, 1956; Soil Conservation Service (SCS), 1956; 1964; 1971; 1972; 1985; Özdemir, 2007; Karataş, 2017; 2018). Bu yöntemlerden bazıları doğrudan iklim verileri ile su bilançosu durumunu hesaplamakta bazıları ise iklim verilerinin yanısıra diğer coğrafi unsurları da göz önünde bulundurmaktadır. Bu çalışmada büyük havzalarda akış miktarlarının belirlenmesi için kullanılan akım hesaplama yöntemlerinden literatürde sıkça karşılaşılan Thornthwaite (1948), DSİ uygulamalarında başvurulan Turc (1954) ve heterojen havzalar için yeni bir metot olan Karataş (2018) yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sahasında yine literatürde sıkça karşılaşılan SCS Crve Number (Soil Conservation Service (SCS), 1956; 1964; 1971; 1972) ve Xu vd. (1997) gibi yöntemlere dair uygulamaların tercih edilmemesi ise bu yöntemlerin çok dar sahalar söz konusu olduğunda kullanılabilirken, geniş alan kaplayan havzalarda etkili sonuçlar vermemelerine bağlıdır. Sonuçta, önemli

bir tarım havzası olan ve her geçen gün sulamalı tarım imkânlarının geliştirilmesine yönelik çalışmaların arttığı Yukarı Yeşilırmak Havzasının su potansiyelinin belirlenmesine yönelik bu çalışmada daha önce çok sayıda büyük boyutlu havzada uygulanan Thornthwaite (1948) ve Turc (1954) yöntemleri ile Karasu ve Ergene havzalarında uygulanmış olan Karataş (2018) yöntemi tercih edilmiştir.

4.2.1.1 *SCS Curve Number*

SCS Curve Number yöntemi, Birleşik Devletler Ziraat Departmanı(USDA) tarafından özellikle küçük ölçekli havzaların akım değerlerinin hesaplanması maksadı ile geliştirilmiş bir yöntem olup kullanımı oldukça yaygın bir metottur. Bu yöntemde araştırma sahası olarak belirlenen havzanın yağış sonrasında gerek hidrolojik toprak grupları gerekse de arazi örtüsü de dikkate alınarak sızma vasıtası ile gerçekleşecek olan su kaybının çıkarılarak akışa geçmesi beklenen yağışın hesaplanması şeklindedir (Özdemir 2007; Soulis, Valiantzas 2012).

Curve Number modelinin uygulanması için arazi örtüsü verisi CORINE'den temin edilmiş olup 2018 yılına ait arazi örtüsü verisi kullanılmıştır. 2018 yılına ait arazi örtüsü durumuna önceki bölümlerde de değinilmiş olup bu bölümde ilgili modele uygulanabilir şekilde tekrardan bir düzenleme yapılmıştır. Araştırma sahasında arazi örtü sınıfları literatür de göz önünde bulundurularak açık alan-yerleşme, fundalık, orman, ot ve tarım alanları şeklinde belirlenmiştir.

Yine bu modelin uygulanması için gerekli olan diğer veri ise Hidrolojik Toprak Grupları verisidir ve bu veri için de Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan temin edilen toprak verisi uygulamanın yapılması maksadıyla düzenlenmiştir.

SCS Curve Number modelinin diğer yağış-akış modellerinden farklı olan yönü model uygulanmasında günlük yağış verilerinin kullanılmasıdır. Günlük yağış değerleri araştırma sahasında bulunun Tokat, Zile ve Turhal Meteoroloji istasyonlarının verileridir. Curve Number modelinde son olarak Önceki Nem İçeriği(AMC-Antecedent Moisture Conditions) değeri kullanılmakta olup bu değer önceki 5 günlük yağış değerlerinin kullanılması ve formülleştirilmesi ile elde edilmektedir. 5 gün önceki yağış verisine bağlı olarak belirlenen AMC değerleri üç grupta kategorize edilmektedir ve bunlar Tablo 62'de belirtilmiştir. Bu gruplar daha sonraki aşamada Curve Number model formülünde kullanılmakta ve kategorisine göre değerlendirilmektedir (Özdemir, 2007).

Tablo 62: AMC-Kategoriler.

AMC-Sınıflar	AMC(mm)	Özellik
I	<35	Kuru toprak
II	35<x<52,5	Ara grup
III	>52,5	Suya doygun nemli toprak

Curve Number yönteminde ilk olarak mevcut bulunan arazi örtüsü verisi ile hidrografik toprak grupları verisi Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamaları vasıtasıyla çakıştırılmaktadır. Tablo 63'te arazi kullanım sınıfları ve hidrolojik toprak gruplarının karşılaştırılmış CN değerleri yer almaktadır. Tablo 64'te de bu değerler araştırma sahasındaki arazi kullanım sınıfları ile bu alanlardaki mevcut hidrolojik toprak gruplarına göre işlenmiştir. Tablo 64'te arazi kullanım sınıflarının hidrolojik toprak gruplarına göre CN değerleri ve kapladığı alanlar görülmektedir. Tabloda görülen ağırlıklı CN(W_CN) değeri hesaplanırken arazi kullanım sınıflarının alansal büyüklüklerinin genel alana oranlarının değeri gerekmektedir. Neticede ise bir arazi kullanım sınıfının CN değeri ile aynı sınıfın çalışma alanına oranı çarpıldığında ağırlıklı CN değeri elde edilmektedir. Araştırma sahasının CN II değeri bu ağırlıklı değerlerinin genel alana oranlanması neticesinde hesaplanmaktadır. CN II değeri elde edildiğinde CN I ve CN III değerleri de hesaplanmaktadır. Tablo 65'te araştırma sahasının CN değerleri yer almaktadır.

Tablo 63: Arazi Birimi CN değerleri.

Arazi K./HTG	A	B	C	D
Tarım	72	81	88	91
Ot	39	61	74	80
Orman	30	55	70	77
Fundalık	45	66	77	83
Açık Alan-Yerleşme	54	70	80	85

Daha önce de belirtildiği üzere Curve Number yöntemi ile akım hesapları küçük ölçekli havzalar için uygun bir yöntem olup (Özdemir, 2007) Yukarı Yeşilırmak Havzasının nispeten büyük ölçekli bir havza olması sebebiyle güvenilir sonuçlar vermemiştir. Havzada yer alan Tokat, Turhal ve Zile istasyonlarının uzun yıllar günlük yağış değerleri kullanılarak uygulanan CN yöntemi sonucunda havzada akımın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun oluşmasında gerek havzanın büyüklüğü gerekse de meteoroloji istasyonlarının havza tabanında yer alması etkili olmuştur. CN yöntemi ile birlikte sadece meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılarak yapılan Thornthwaite ve Turc Yöntemlerinde de aynı

sonuç elde edilmiştir. Bu yöntemler için veriler düzenlemiş tekrardan uygulamaya konulmuştur.

Tablo 64: Arazi Örtüsü CN Değerleri

Arazi Örtüsü	Alan	HTG	CN	W_CN
Açık Alan-Yerleşme	161	D	85	214,2
Açık Alan-Yerleşme	5	A	54	4,2
Açık Alan-Yerleşme	5	B	70	6,3
Açık Alan-Yerleşme	1	C	80	1,1
Fundalık	1	D	83	1,3
Fundalık	1	B	66	0,1
Fundalık	479	C	77	577,2
Orman	2871	B	70	3157,1
Ot	1	D	80	0,0
Ot	9	A	39	5,5
Ot	853	C	74	980,9
Tarım	2	D	91	2,8
Tarım	284	A	72	323,4
Tarım	1503	C	88	2101,5
Tarım	201	B	88	233,2

Tablo 65: Arqştırma Sahası CN değerleri.

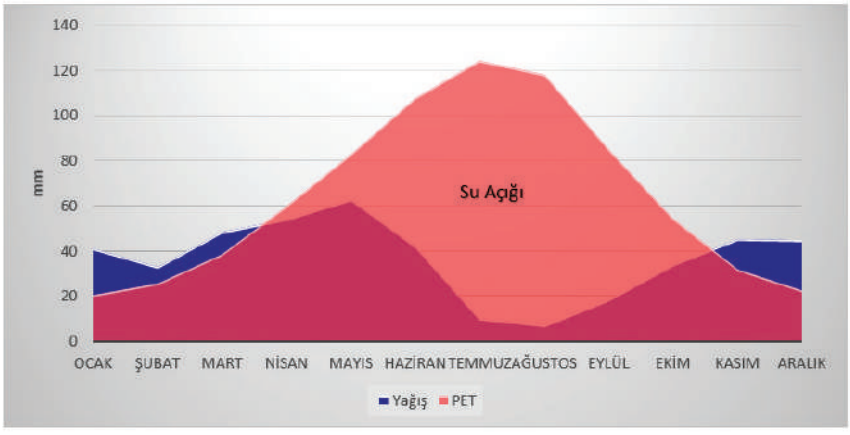
CNII	76,1
CNI	57,2
CNIII	88,0

Throntwaite Su Bilançosu

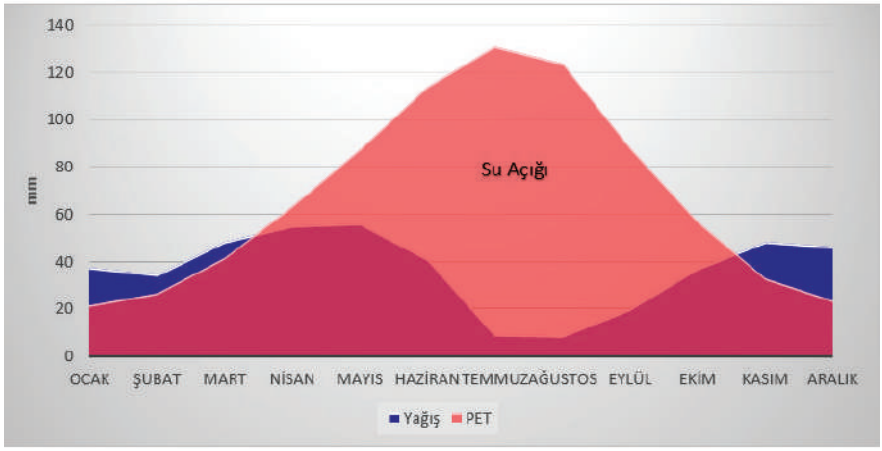
Thornthwaite su bilançosu yöntemi akım hesaplamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yönteme göre su bilançosu hesaplanacak olan yerin uzun yıllara ait aylık ortalama sıcaklık değerleri, aylık toplam yağış değerlerinin ortalaması ve aylık evapotranspirasyon değerleri kullanılmaktadır. Bahsi geçen bu değerlerin temin edilip formüle edilmesi neticesinde de seçilen alanın aylara göre su eksiği/su fazlası durumu ve toplam akım değerleri elde edilmektedir.

Thornthwaite su bilançosu yönteminin yaygın olarak kullanım şekli belirlenen bir meteoroloji istasyonunun ilgili verileri elde edilip yağış ve potansiyel evapotranspirasyon (PET) değerlerinin hesaplanması ve bunun grafik haline getirilmesidir. Yine bu değerlere bakılarak yağış miktarı ve potansiyel buharlaşma değerleri arasındaki farka göre kuruluk-nemlilik durumu ortaya çıkmakta, aylara göre su fazlası/eksiği görülmektedir.

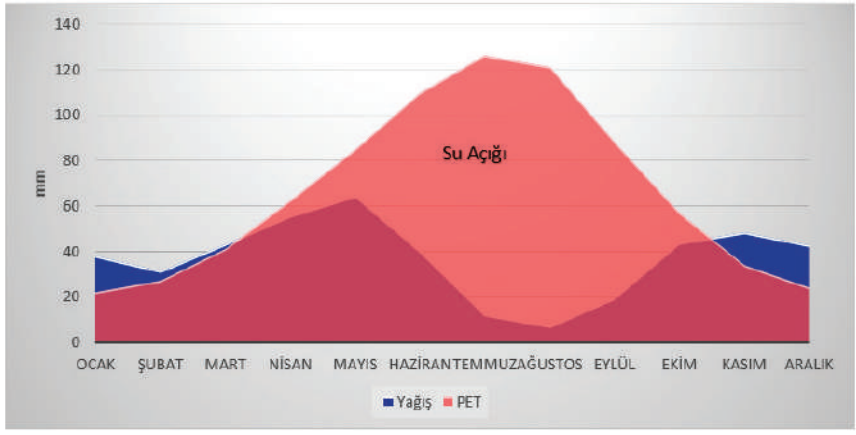
Belirtilen bu yönteme göre araştırma sahasında yer alan Zile, Turhal ve Tokat istasyonlarının su bilanço grafikleri hazırlanmıştır. Buna göre her üç istasyonun da su bilanço değerleri birbirine paralellik göstermektedir. Grafikler incelendiğinde yağış değerlerin nispeten fazla ve potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin nispeten düşük olduğu ocak, şubat, mart, kasım ve aralık aylarında çok az bir miktar su fazlasının olduğu görülmektedir. Buna karşılık yağış miktarlarının nispeten artığı mart ve nisan aylarında PET değerlerinin daha fazla artması sebebiyle su açığı görülmektedir. Mayıs ayından başlayarak haziran, temmuz ve ağustos aylarında hem yağış miktarları büyük düşüş göstermekte hem de PET değerleri artmakta olduğu için su açığı ortaya çıkmaktadır. Eylül ve ekim aylarında ise gerek yağış miktarlarının nispeten artması gerekse de buharlaşma değerlerinin azalması ile aradaki fark azalmaktadır. Thortwaite yönteminin bu kullanımı noktasal olarak meteoroloji istasyonlarının yerlerine göre sonuçlar vermekte olup geniş alanların değerlendirilmesinde eksiklik ortaya çıkmaktadır (Şekil 66-67-68).



Şekil 66: Thornthwaite Su Bilançosu (Zile İstasyonu)



Şekil 67: Thornthwaite Su Bilançosu (Turhal İstasyonu)



Şekil 68: Thornthwaite Su Bilançosu (Tokat İstasyonu)

Thornthwaite yönteminin bir diğer kullanımı da akım değerlerinin bulunması şeklindedir ve buna göre formüle edilmiştir. Thornthwaite yöntemine göre akım hesaplamalarında da ilgili meteoroloji istasyonlarının yağış ve sıcaklık verisi kullanılarak formüller vasıtasıyla akım değerleri hesaplanmaktadır. Bu uygulamaya göre de aşağıdaki tablolarda Zile, Turhal ve Tokat meteoroloji istasyonlarına ait akım değerleri verilmiştir (Tablo 66-67-68).

Tablo 66: Zile İstasyonu Thornthwaite Değerleri.

Zile													
Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıl
Yağış	40,9	33,0	48,5	53,9	62,7	42,2	10,1	7,1	18,2	34,0	45,3	44,7	440,7
Sıcaklık	0,9	2,4	6,9	12,0	15,9	19,5	22,4	22,7	18,8	13,5	6,9	2,6	
Faktör	0,2	0,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,4	
Yağmur	6,3	13,4	48,5	53,9	62,7	42,2	10,1	7,1	18,2	34,0	45,3	19,3	361,0
Kar	34,6	19,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,4	79,6
Kütle	41,5	36,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4	
Erime	7,6	24,8	36,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	79,6
W	13,9	38,2	84,8	53,9	62,7	42,2	10,1	7,1	18,2	34,0	45,3	30,2	440,7
PET	20,8	25,6	38,8	59,5	82,1	106,5	123,4	117,6	84,9	54,8	32,2	22,6	768,8
K - PET	-6,9	12,6	46,0	-5,6	-19,4	-64,3	-113,3	-110,4	-66,6	-20,8	13,1	7,6	
Toprak	20,7	33,3	79,3	74,9	61,7	32,5	10,5	3,5	1,8	1,4	14,6	22,1	
/\Toprak	-1,5	12,6	46,0	-4,4	-13,2	-29,3	-22,0	-7,0	-1,7	-0,3	13,1	7,6	
Evapotranspirasyon	15,4	25,6	38,8	58,2	75,9	71,5	32,1	14,1	19,9	34,3	32,2	22,6	440,7
Akış(mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tablo 67: Turhal İstasyonu Thornthwaite Değerleri.

Turhal													
Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıl
Yağış	37,4	34,6	48,2	54,8	56,1	41,4	9,2	8,7	20,1	36,8	48,2	46,2	441,6
Sıcaklık	1,6	3,2	8,0	12,9	16,9	20,7	23,4	23,6	19,5	14,1	7,3	3,1	
Faktör	0,3	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	
Yağmur	9,9	18,4	48,2	54,8	56,1	41,4	9,2	8,7	20,1	36,8	48,2	23,9	375,7
Kar	27,5	16,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,3	65,9
Kütle	28,1	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	
Erime	10,1	23,6	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	65,9
W	20,0	42,0	68,9	54,8	56,1	41,4	9,2	8,7	20,1	36,8	48,2	35,4	441,6
PET	21,8	26,9	41,5	63,2	87,7	113,9	130,5	123,4	88,3	57,0	33,0	23,4	810,6
K - PET	-1,8	15,1	27,4	-8,4	-31,6	-72,5	-121,3	-114,7	-68,2	-20,1	15,2	12,0	
Toprak	27,5	42,6	70,0	64,4	46,9	22,7	6,8	2,1	1,1	0,9	16,1	28,0	
/\Toprak	-0,5	15,1	27,4	-5,6	-17,5	-24,2	-16,0	-4,6	-1,1	-0,2	15,2	12,0	
Evapotranspirasyon	20,5	26,9	41,5	60,5	73,5	65,6	25,2	13,3	21,1	37,0	33,0	23,4	441,6
Akış(mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tablo 68: Tokat İstasyonu Thornthwaite Değerleri.

TOKAT													
Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıl
Yağış	38,2	31,6	43,3	55,7	64,4	40,2	12,2	6,8	19,5	44,0	48,2	42,8	446,8
Sıcaklık	1,8	3,4	7,8	12,7	16,4	20,0	22,8	23,2	19,4	14,2	7,6	3,5	
Faktör	0,3	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	
Yağmur	11,4	17,6	43,3	55,7	64,4	40,2	12,2	6,8	19,5	44,0	48,2	24,9	388,2
Kar	26,8	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	58,6
Kütle	24,1	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	
Erime	10,2	21,2	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	58,6
W	21,6	38,9	60,0	55,7	64,4	40,2	12,2	6,8	19,5	44,0	48,2	35,3	446,8
PET	22,1	27,2	41,1	62,5	85,0	109,4	126,1	120,8	87,9	57,4	33,8	24,1	797,3
K - PET	-0,5	11,7	18,9	-6,7	-20,6	-69,1	-113,9	-114,0	-68,4	-13,5	14,4	11,2	
Toprak	26,4	38,1	57,0	53,3	43,4	21,7	7,0	2,2	1,1	1,0	15,3	26,6	
/\Toprak	-0,1	11,7	18,9	-3,7	-9,9	-21,7	-14,8	-4,7	-1,1	-0,1	14,4	11,2	
Evapotranspirasyon	21,8	27,2	41,1	59,5	74,3	61,9	26,9	11,6	20,6	44,1	33,8	24,1	446,8
Akış(mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tablolar incelendiğinde her üç istasyona ait akım(runoff) değerlerinin 0 mm olduğu görülmektedir. Bu durumda havza da herhangi bir akımın olmadığı sonucu ortaya çıkmakta olup hali hazırdaki durum böyle değildir. Böyle bir sonucun ortaya çıkmasındaki sebep iklim başlığı altında da belirtildiği üzere araştırma sahasında yer alan meteoroloji istasyonları havza tabanında yer almakta olup yağış ve akım değerleri düşük sıcaklık değerleri de yüksektir. Bu durumdan kaynaklanan eksikliği gidermek maksadıyla önceki başlıklarda da belirtildiği üzere iklim verileri meteoroloji istasyonuna yakınlık, coğrafi unsurlar ve yükselti durumuna göre düzenlenmiştir. Düzenlenmiş olan bu veri ile de enterpolasyon yöntemi uygulanmış ve havza genelini temsil eden daha doğru sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlar neticesinde her bir istasyonun temsil ettiği ve Thiessen Poligonları ile coğrafi unsurlar göz önünde bulundurularak belirlenen alanlar ve bu alanlardaki yükselti basamaklarına uygulanan indirgeme yöntemi neticesinde ortaya çıkan değerlere yönelik Thonrtwaite yöntemi uygulanmıştır. 3 istasyonun temsil ettiği alanlar ve bu alanların yükselti değerlerine göre indirgenerek oluşturulan yeni veri de enterpolasyon yöntemi ile havza geneline uygulanmıştır. Bu işlemler sonucunda da havza genelinin akış, belirli noktalarında akım değerleri Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmıştır.

Akım değerlerinin hesaplanmasında belirtilen yöntem ve sonrasında yapılan enterpolasyon neticesinde hem havza genelinin hem de belli baş-

lı alanların ortalama akış değerleri (mean value) coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları vasıtasıyla belirlenmiştir. Yine bu ortalama değerler ve hem havza genel alanı hem de belirlenen diğer bölgelerin alanlarına göre akım değerleri hesaplanmış ve tablo olarak verilmiştir. Tablo 69'da bu değerler görülmektedir.

Tablo 69: Thornthwaite Akım Değerleri.

Thonrtwaite Akım				
İstasyon	Alan(km²)	Thornthwaite_ Mean(mm)	Thornthwatie(m³)	Thornthwaite-Köklüce(m³)
Gümeleönü	1.628,0	438,4	713.715.200,0	x
Ataköy	2.394,0	370,6	887.216.400,0	350.216.400,0
Sütlüce	5.473,0	234,7	1.284.513.100,0	747.513.100,0
Havza Genel	6.391,0	225,9	1.443.726.900,0	906.726.900,0

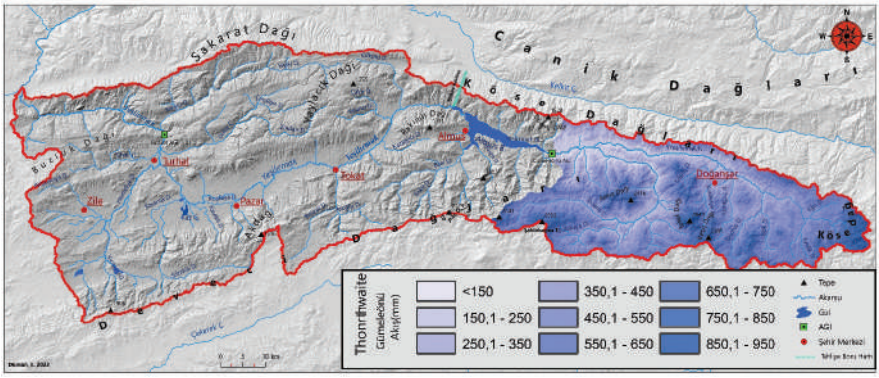
Tabloda yer alan Gümeleönü, Ataköy ve Sütlüce noktalarının belirlenmesinde bazı hususlar dikkate alınmıştır. İlk olarak Gümeleönü ve Sütlüce istasyonlarının su toplama alanlarının belirlenmesinin sebebi bu noktalarda DSİ'nin akım gözlem istasyonları(AGİ) olmasıdır. Ataköy olarak belirlenen alanın seçilme nedeni ise burada yer alan Ataköy Barajı'ndan boru hattı vasıtasıyla elektrik enerjisi üretme maksatlı kuzeydeki Kelkit Havzası'na su transferi gerçekleştirilmesidir. Bu noktadan yukarıda kalan bölgenin suyun büyük bir bölümü havza atlamaktadır. Almus Barajının memba kısmında yer alan Ataköy Barajı Niksar ilçesi sınırları içerisinde yer alan Köklüce Hidroelektrik Santraline su temini maksatlı yapılmış olup bu noktadan Yeşilırmak Nehri suları kuzeydeki Kelkit Havzasına aktarılmaktadır. Bu noktadan nehrin sularının büyük bir kısmı (yıllık ortalama 537 milyon m³) Kelkit Havzasına aktarılmaktadır. Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan akım değerleri ile gerçek akım değerleri karşılaştırıldığında Gümeleönü AGİ' ye göre yaklaşık 146 milyon m³ fark ortaya çıkmaktadır. Sütlüce AGİ'den ölçülen yıllık ortalama akım değeri 518 milyon m³'tür. Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan akım miktarı ise 1.284 milyon m³ değerindedir ve aradaki fark 750 milyon m³'ün üzerindedir. Bu kadar büyük farkın ortaya çıkmasındaki sebep ise Ataköy'den 537 milyon m³'lük miktarda suyun Köklüce HES'in aktarılmasıdır (Devlet Su İşleri Vakfı 2011: 51). Köklüce'ye aktarılan miktarı çıkardığımızda ise Thornthwaite Yöntemine göre Sütlüce'deki akım miktarının yaklaşık 747 milyon m³ olması gerekmektedir. Bununla birlikte AGİ akım değeri olan 518 milyon m³ ile Thornthwaite değeri arasında yaklaşık olarak 230 milyon m³'lük bir fark ortaya çıkmaktadır. Havzanın genel akım değerleri incelendiğinde ise Thornthwaite yöntemine göre 1.443 milyon m³ olarak

hesaplanmıştır, yine Ataköy'deki havza atlatılan su miktarı çıkarılınca da 906 milyon m^3 akım hesaplanmaktadır (Tablo 70).

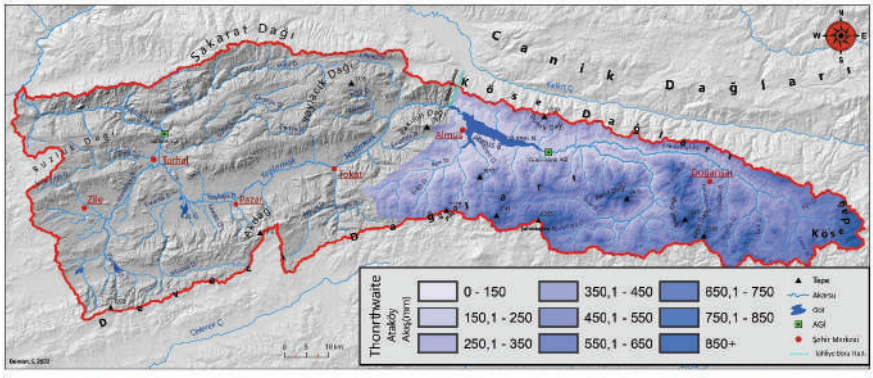
Tablo 70:Thornthwaite Akım Değerleri ve AGİ Akım Değerleri.

İstasyon	Agi(m^3)	Thornthwatie(m^3)	Fark(m^3)	TW-Köklüce(m^3)
Gümeleönü	566.800.000	713.715.200	146.915.200	x
Ataköy		887.216.400		350.216.400
Sütlüce	518.700.000	1.284.513.100	765.813.100	747.513.100
Havza Genel		1.443.726.900		906.726.100

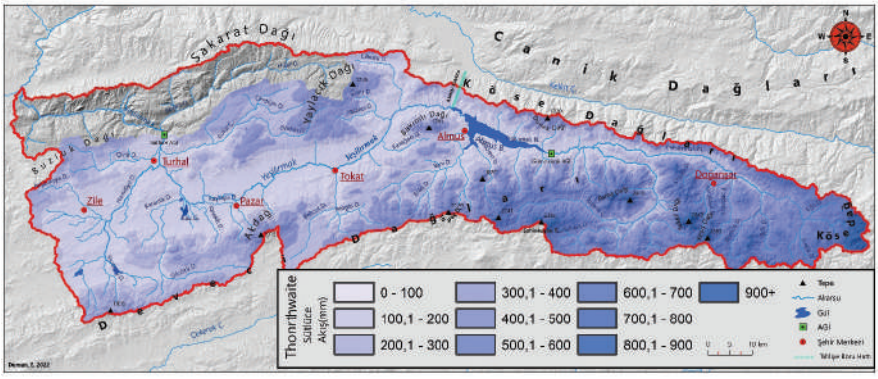
Harita 30 ,31, 32 ve 33 Thornthwaite yöntemine göre hazırlanmış olan akış dağılış haritalarıdır. Daha önce de belirtildiği üzere Thornthwaite yönteminde yağış miktarı ve potansiyel evapotranspirasyon değerleri kullanılmakta, akış değerleri buna göre hesaplanmaktadır. Bu sebeple Thornwaite yönteminde akış değerleri iklim elemanlarının değerlerinden doğrudan etkilenmektedir. Yine daha önceki konularda belirtildiği üzere havzada yer alan meteoroloji istasyonların verileri birkaç aşama neticesinde (Thiessen poligonları, indirgeme) meteoroloji istasyonlarına ait olan verileri havza geneline daha doğru bir şekilde yayılmıştır. İlk olarak hangi meteoroloji istasyonunun nereyi temsil ettiğini belirlemek maksadı ile Thiessen Poligonları oluşturulmuş ve bu poligonlar havzadaki coğrafi unsurlara göre düzenlenmiştir. Daha sonra CBS uygulamaları ile 200 metre eküdistans değerli izohipslere göre her bir meteoroloji istasyonunun temsil ettiği alandaki izohisplere yükseltilerine göre indirgeme yöntemi uygulanmıştır. Thornthwaite yöntemi için gerekli olan yağış miktarı indirgeme yöntemi ile doğrudan elde edilmiş olup, indirgeme yöntemi ile elde edilen sıcaklık değerleri de kullanılarak potansiyel evapotranspirasyon değeri her bir izohips için bulunmuştur. Sonrasında her bir izohipsin değeri formüllü excell tablosuna girilerek Thornthwaite'a göre akış değerleri hesaplanmıştır. Son olarak da bu izohipsler CBS uygulamaları vasıtası ile noktasal hale getirilmiş ve enterpolasyon yöntemi kullanılarak akış haritaları üretilmiştir. Bu yöntemler sayesinde daha düzgün akış haritaları üretilmiş olup sadece meteoroloji istasyonlarının değerleri kullanılma yoluna gidilse idi havzanın her yerinde akış değeri olarak 0 mm olan bir harita üretilmiş olacak ve sonuçları gerçek ile uyuşmayacaktır.



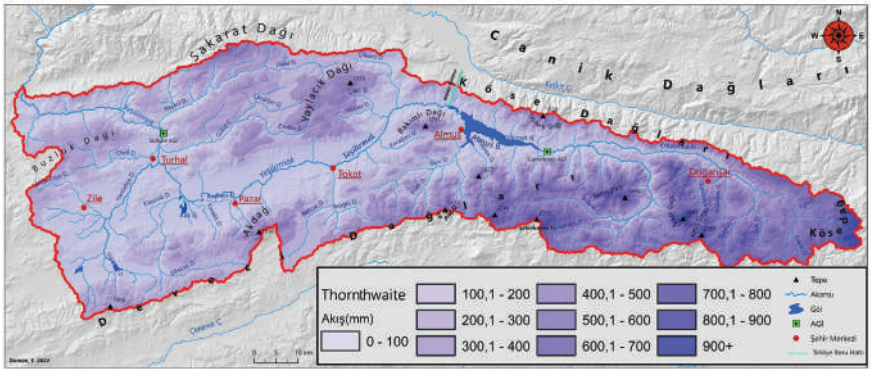
Harita 30:Thornthwaite Yöntemine Göre Akış Dağılım Haritası (Gümeleönü)



Harita 31:Thornthwaite Yöntemine Göre Akış Dağılım Haritası (Ataköy)



Harita 32: Thornthwaite Yöntemine Göre Akış Dağılım Haritası (Sütlüce)



Harita 33: Thorthwaite Akış Dağılış Haritası.

4.2.1.3 *Turc Metodu*

M. Turc, Dünya genelinde ve birçok su havzasında yapmış olduğu gözlemlere dayanarak kendi akış yöntemini oluşturmuş ve bunu formüle etmiştir (Keskiner vd. 2020).

$$D = \frac{P}{\sqrt{0{,}9 + (\frac{P}{L})^2}}$$

$$L=A+25T+0{,}5T^3, \quad Q=P-D$$

Araştırma sahasının akış verimliliğin hesaplanmasında kullanılan Turc metodu için de yine daha önceki başlıklar altında belirtilmiş olan yöntemler izlenmiştir. Burda da aynı şekilde havzadaki meteoroloji istasyonlarının indirgenmiş değerleri her izohips için kullanılmış ve tüm izohipslere göre Turc yöntemi hesaplanmıştır. Sonraki aşamada yine izohipsler CBS uygulamaları vasıtasıyla noktasal veriye dönüştürülmüştür. Elde edilen noktasal verinin Turc değerleri ile alakalı olan sütunu kullanılarak enterpolasyon yapılmış ve havzanın genel akış değerlerini ortaya koyan haritalar üretilmiştir. Üretilen haritaların ortalama değerleri ve alansal parametreler kullanılarak hem havza genelinde olması Turc yöntemine göre olması gereken akım değerleri hem de belli başlı noktalardaki akım değerleri hesaplanmış ve tablo haline getirilmiştir.

Daha önce de belirtildiği üzere Turc yöntemine göre yapılan akım değerleri de ilk olarak havza geneli için hesaplanmış, sonrasında ise DSİ'nin akım gözlem istasyonu bulunan Gümeleönü ve Sütlüce mevkileri ile havzadan su çıkışı olan Ataköy Barajı mevkii akım değerleri tabloya konulmuştur(Tablo 71). Tabloda yine Ataköy Barajı'ndan kuzeydeki Kelkit Havzası'na atlatılan (537 milyon m^3) su miktarı da çıkarılarak hesapla-

ma yapılmıştır. Turc yöntemine göre yapılan akım hesaplama sonuçlarına göre Tablo 72'de görüldüğü üzere AGİ akım değerleri ile Turc akım değerleri arasında Gümeleönü'nde yaklaşık 159 milyon m³'lük, Sütlüce'de ise 984 milyon m^3'lük bir fark ortaya çıkmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere havza atlatma durumu göz önünde bulundurulduğunda Turc akım değeri ile AGİ değeri arasında yaklaşık olarak 448 milyon m³'lük akım değeri farkı bulunmaktadır. Turc yöntemine göre yapılan hesaplamalar neticesinde Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın yıllık akım değeri 1milyar 708 milyon m^3 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte bu değerden Köklüce Hidroelektirik Santraline verilen miktar çıkarıldığında ise 1 milyar 171 milyon m^3'lük bir akım değeri ortaya çıkmaktadır. Turc yöntemine göre yapılan hesaplamada Thornthwaite yöntemine göre yapılan hesaplamaya göre daha fazla akım değerinin olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte yine Turc yöntemine göre yapılan hesaplama ile AGİ'lerden elde edilen ampirik veriler karşılaştırıldığında Thornthwaite yöntemine göre daha fazla farkın olduğu ortaya çıkmaktadır (Tablo 72).

Gerek Thornthwaite yönteminde gerekse de Turc yönteminde akış /akım hesaplamalarında doğrudan iklim elemanları dikkate alınmaktadır. İklim elemanları dışındaki unsurlar bu hesaplamalara dâhil edilmediğinden AGİ değerleri ile bu yöntemler vasıtası ile bulunmuş değerler arasında büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. İklim elemanları dışında kalan unsurların olmaması sebebiyle hesaplanan akım miktarları ile AGİ değerleri arasındaki bu farkların olması normaldir.

Turc yöntemine göre hazırlanmış olan akış dağılım haritaları incelendiğinde Thornthwaite yönteminde olduğu gibi burada da çoğunlukla akış değerleri ile yükselti değerleri arasında paralellik olduğu görülmektedir. Bu duruma iklim elemanlarının yükseltiye bağlı olarak şekillenmesi ve bu yöntemin de doğrudan iklim elemanları kullanılarak yapılması sebep olmaktadır.

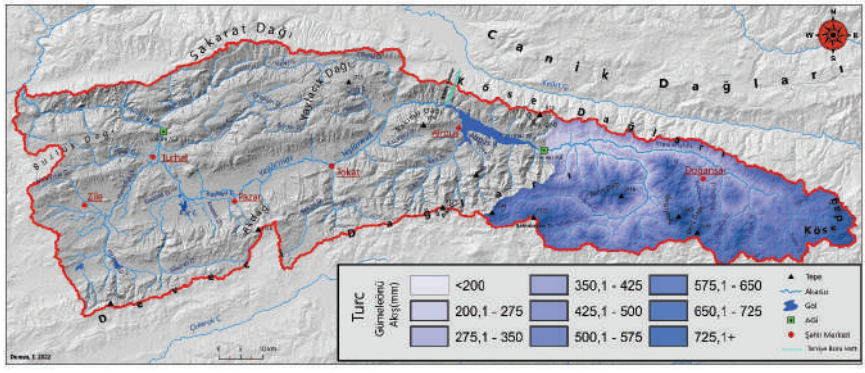
Turc yöntemine göre yapılmış olan haritalar (Harita 34, 35, 36 ve 37) incelendiğinde akış değerlerinin havzanın yüksek kesimlerinde fazla olduğu görülmektedir. Gerek yukarı çığırda gerekse de havzanın kuzey ve güney kesimlerinde yer alan dağlık sahalarda akış değerleri fazladır. Bununla birlikte havzanın alçak olan taban kısımlarında ise akış değerlerinin 200 mm'nin altında olduğu görülmektedir. Gerek CN gerekse de Thonrtwaite yöntemlerinde olduğu gibi havzada bulunan meteoroloji istasyonlarının konumlarında ise bu yönteme göre de çok düşük akış değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 71: Turc Yöntemine Göre Akım Değerleri

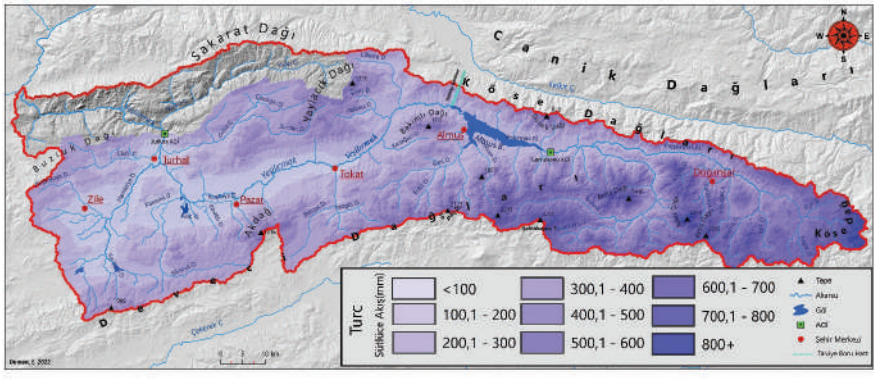
Turc Akım				
İstasyon	Alan(km²)	Turc_Mean(mm)	Turc(m³)	Turc-Köklüce(m³)
Gümeleönü	1.628,0	445,9	725.925.200	x
Ataköy	2.394,0	390,6	935.096.400	398.096.400
Sütlüce	5.473,0	274,7	1.503.433.100	966.433.100
HavzaGenel	6.391,0	267,3	1.708.314.300	1.171.314.300

Tablo 72: Turc Akım Değerleri ve AGİ Akım Değerleri.

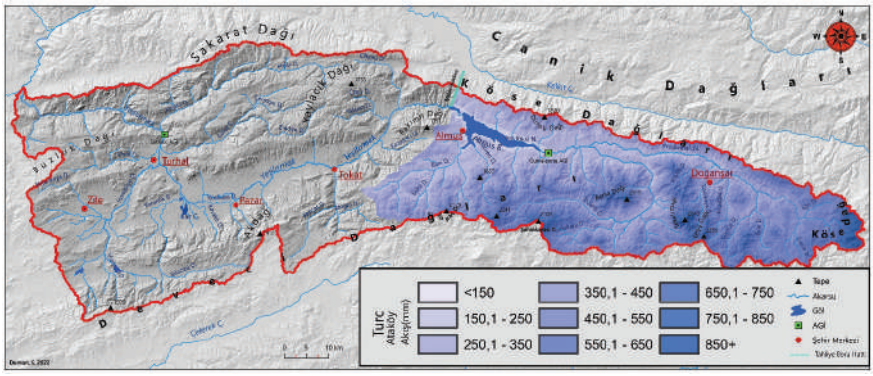
İstasyon	Agi(m³)	Turc(m³)	Fark(m³)	Turc-Köklüce(m³)
Gümeleönü	566.800.000	725.925.200	159.125.200	x
Ataköy		935.096.400		398.096.400
Sütlüce	518.700.000	1.503.433.100	984.733.100	966.433.100
HavzaGenel		1.708.314.300		1.171.314.300



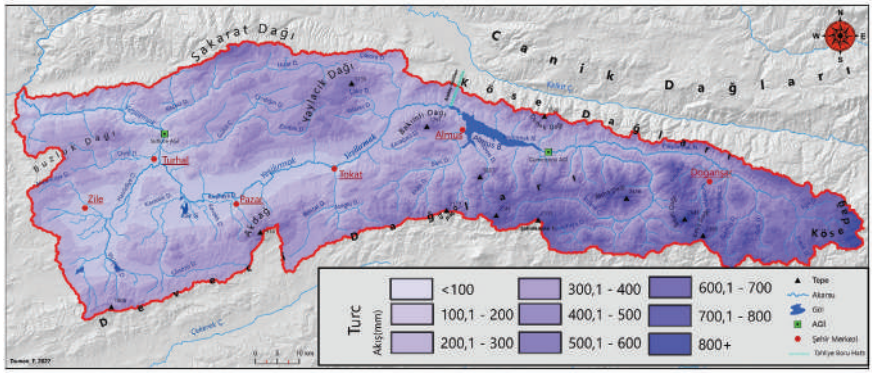
Harita 34:Turc Yöntemine Göre Akış Dağılışı (Gümeleönü)



Harita 35:Turc Yöntemine Göre Akış Dağılışı (Sütlüce)



Harita 36:Turc Yöntemine Göre Akış Dağılışı (Ataköy).



Harita 37:Turc Yöntemine Göre Akış Dağılışı.

4.2.1.4 *Karataş Yöntemi*

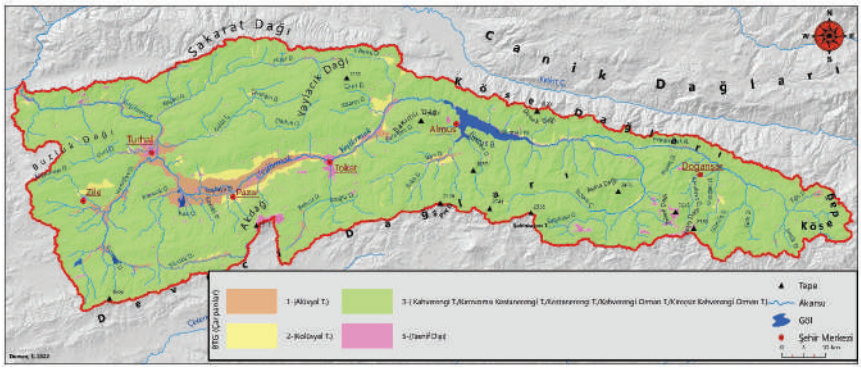
Karataş (2017; 2018) yöntemi yüzeysel akış/akım hesaplamalarında kullanılan diğer yöntemlere göre daha fazla verinin kullanıldığı bir yöntemdir. Diğer yüzeysel akış/akım hesaplama yöntemlerinde belli başlı formüller üzerinden ve çoğunlukla yağış-buharlaşma ilişkisi temel alınarak yüzeysel akış/akım hesaplamaları yapılmaktadır. Önceki başlıklarda belirtildiği üzere Thornthwaite ve Turc yönteminden farklı olarak SCS CN yönteminde hidrolojik toprak grupları ve arazi örtüsü verisi iklim elemanları dışındaki parametrelerin kullanıldığı bir yöntemdir. Bununla birlikte bu yöntemin küçük havzalarda kullanışlı olduğu, büyük ölçekli havzalarda ise yeterli olmadığı ilgili konu başlığında belirtilmiştir. Bu yöntemlere göre daha fazla parametreyi göz önünde bulunduran Karataş yöntemindeki temel farklılık ise ilgili havzaların yukarı çığırlarında ve nispeten beşeri unsurlardan çok az etkilenmiş bölgenin akım değerlerini ortaya koyan bir Akım Gözlem İstasyonu'nun bulunması ve eldeki verile-

rin o istasyon akım değerlerine göre kalibre edilip sonrasında tüm havzaya uygulanması şeklindedir.

Karataş yönteminin uygulanmasının temel mantığı belirlenen havza parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları vasıtasıyla raster haritalarının üretilmesi ve üretilen bu verilerin çarpımının ortalama değerinin havzada yer alan vahşi akışlı bir akım gözlem istasyonunun akım değerine kalibre edilmesi ile bu değerin daha sonra tüm havzaya uygulanması şeklindedir. Karataş yönteminin bir diğer önemli özelliği de parametrelerin kullanılması hususunda esnek olmasıdır. Bu yönteme göre elde olan birçok veri formüle dâhil edilebilir. Yine eldeki verilerin formüldeki etki durumu da araştırmacı tarafında havza özellikleri göz önünde bulundurularak değiştirilebilir ve daha net sonuçların ortaya çıkmasında etkilidir.

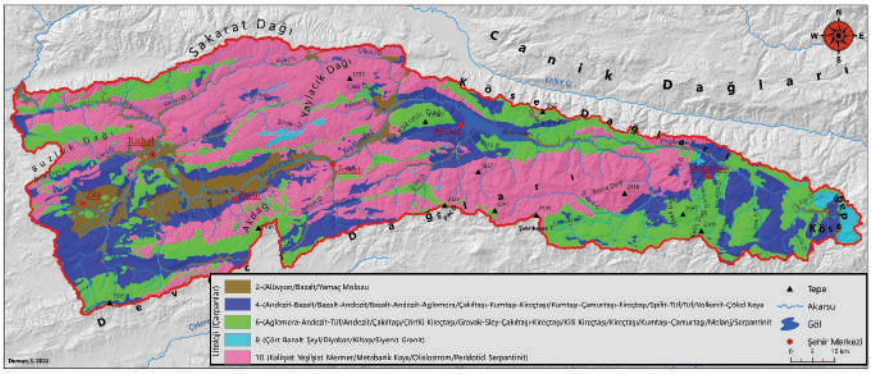
Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın Karataş Yöntemine göre yüzeysel akış/akım değerleri hesaplanması için kullanılan parametreler Tablo 73 ve 74'te verilmiştir. Verilerin hazırlanmasında ilk aşama parametre gruplarının çarpan değerlerinin belirlenmesi ve ona göre 1-2-3 çarpan değerlerinin tespit edilmesidir. Bu değerler belirlenirken havzadaki akış üzerinde hangi parametrenin çok etkili hangi parametrenin az etkili ve bunların ortasındaki değerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu değer araştırmacı tarafından havza durumu göz önünde bulundurularak belirlenmektedir. Sonraki aşamada ise bu parametre gruplarının sınıflarına da 1'den 5'e kadar değerler verilecek ve çarpan ile birlikte her bir sınıfın havzadaki yüzeysel akış/akım üzerinde etkisi ortaya çıkacaktır. Örneğin grup değeri 2 ve sınıf değeri 4 olan bir parametrenin etkisi 8 olarak hesaplanmaktadır. Buna göre her parametrenin 1'den 15'e kadar bir değeri olacaktır ve 1 değeri en az akışı, 15 değeri de en fazla akışı temsil etmektedir.

Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda Karataş Yöntemine göre Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın yüzeysel akış/akım değerlerinin hesaplanması için Büyük Toprak Grubu parametresine (1) çarpan değeri verilmiştir. Büyük Toprak Grubu araştırma sahasının yüzeysel akış/akım değerleri üzerinde en az etkiye sahip olacağı düşünülerek bu değer verilmiş olup havzadaki büyük toprak grupları da kendi içinde değerlendirilmiştir. Buna göre; toprak özelliklerinden dolayı akışın minimum seviyede olacağı düşünülen alüvyon topraklar sınıfına 1 değeri verilmiştir. Kolüvyal topraklarda ise nispeten daha fazla akış olacağı için 2 değeri verilmiştir. Kahverengi, kırmızı kestanerengi, kestanerengi, kahverengi orman ve kireçsiz kahverengi orman topraklarına da 3 değeri verilmiştir. Tasnif dışı olarak belirtilen yerler ise çoğunlukla topraksız çıplak alanlar ve yapı alanlarıdır. Bu alanlarda akış maksimum olacağı için 5 değeri verilmiştir. Tablo 73 ve Harita 37'de birim değerleri verilmiştir.



Harita 38:BTG Çarpan Değerleri (Karataş)

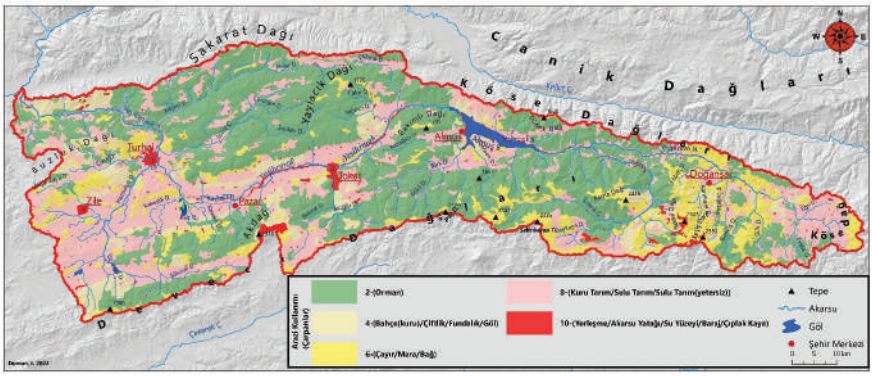
Bir havzanın litoloji durumu da yüzeysel akış/akım değerlerine etki edecek bir diğer parametre olup litolojik birimlerin geçirgenlik durumunun ayırt edilmesi yüzeysel akış/akımdeğerlerinin hesaplanmasında gereklidir. Buna göre Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın litoloji durumuna katsayı değeri olarak 2 verilmiştir. Yine aynı şekilde litolojik birimler geçirgenlik durumuna göre 1'den 5'e kadar değerlendirmeye tâbi tutulmuştur. Geçirgenliği fazla olan birimlere düşük değerler, az olan birimlere ise yüksek değerler verilmiştir. Tablo 73 ve Harita 38'de birim değerleri verilmiştir.



Harita 39: Litoloji Çarpan Değerleri (Karataş)

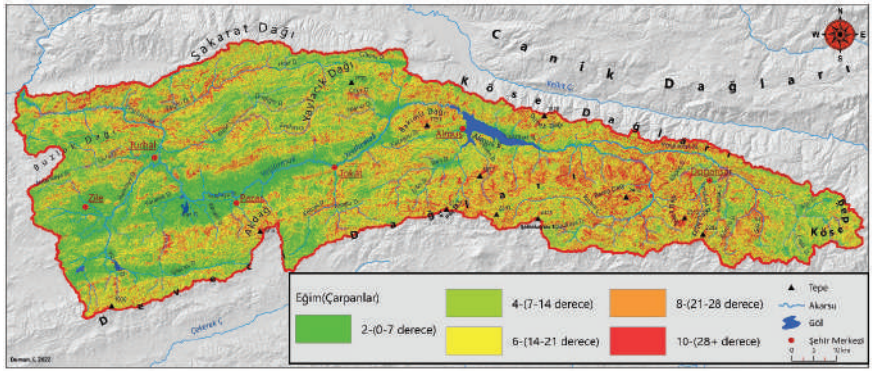
Arazi kullanım durumu CN yönteminde olduğu gibi Karataş yönteminde de kullanılmaktadır. Arazi örtüsü yüzeysel akış/akım değerlerine etki etmektedir. Yukarı Yeşilırmak Havzası için arazi kullanımının katsayı değeri 2 olarak belirlenmiştir. Yine aynı şekilde arazi örtü birimleri de 1'den 5'e kadar tasnif edilerek 2 katsayısı ile çarpılmış olup değerlendirilmesi ona göre yapılmıştır. Arazi kullanımına göre akışa en

düşük etki edecek sınıf ormanlar, en yüksek etki edecek olan alanlar ise yapı alanları, çıplak yüzeyler ve su yüzeyleri olarak belirlenmiştir. Burada su yüzeyi olarak belirlenen alanlar akarsuların yüzeyi ve baraj gölleridir. Tablo 73 ve Harita 39'da birim değerleri verilmiştir.



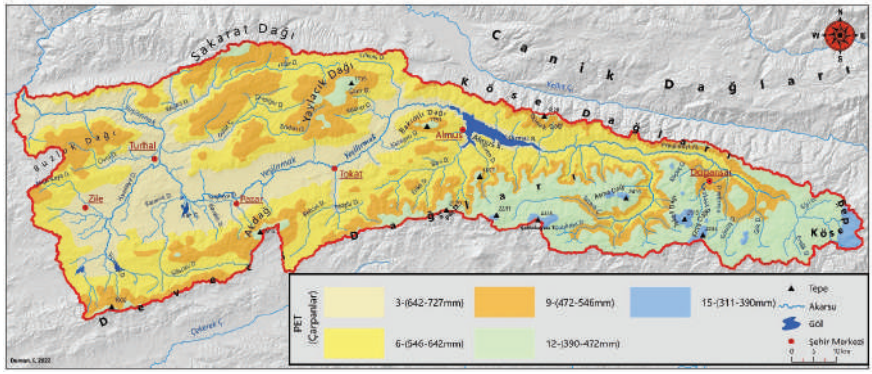
Harita 40: Arazi Kullanımı Çarpan Değerleri (Karataş)

Eğim değerleri Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamaları vasıtasıyla Sayısal Yükselti Modellerinden elde edilebilmekte olup bu yönteme uygun olacak şekilde 5 farklı eğim sınıfı oluşturulmaktadır. Eğim sınıfları oluşturulurken sabit bir aralık değer belirlenmektedir. Yine araştırma sahasının eğim değerlerine göre bu aralık farklı değerde olabilmektedir. Nispeten düz arazilerde eğim sınıfları arasındaki aralık az, engebeli arazilerde de fazladır. Araştırma sahası için eğim aralığı 7 derece belirlenmiş olup 5 tane eğim sınıfını içeren bir veri üretilmiştir. Yukarı Yeşilırmak Havzası için eğim parametresinin katsayısı 2 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte nispeten düz arazilerde eğim katsayısı 1, daha eğimli arazilerde ise 3 olarak belirlenebilir. Yukarı Yeşilırmak Havzası gerek düz alanlara gerekse de engebeli alanlara sahip olduğu için 2 katsayı değeri uygun görülmüştür. Eğim değerlerinin yüksek olduğu alanlara 5, düşük olduğu alanlara da 1 değeri verilmiştir. Tablo 74 ve Harita 40'ta birim değerleri verilmiştir.

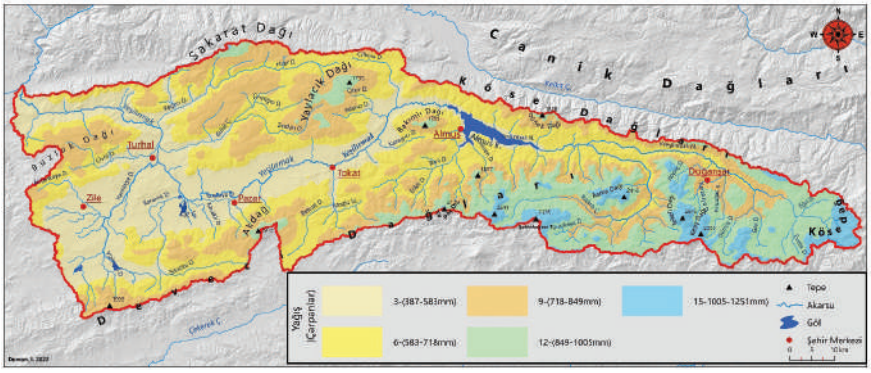


Harita 41:Eğim Çarpan Değerleri (Karataş)

Akış/akım değerlerinin hesaplanmasında en önemli parametreler iklim parametreleri olup tüm yöntemlerde bu değerler kullanılmaktadır. Karataş yönteminde de yağış ve PET değerleri kullanılmakta olup bu değerlerin akışa en fazla etki edeceği varsayıldığında katsayıları 3 olarak belirlenmiştir. Yağış miktarları ve PET değerleri de yine 5 sınıfa ayrılıp her bir sınıfa 1'den 5'e kadar değer verilmiştir. Buna göre yağış miktarının düşük olduğu sınıfa yüzeysel akış/akım değerine katkısı az olacağı için 1 değeri, en yüksek olduğu sınıfa da 5 değeri verilmektedir. PET değeri ise tam tersi bir özelliğe sahiptir. Buharlaşmanın fazla olduğu alanlarda yüzeysel akış/akım az olacağı için PET değeri yüksek olan alanlara 1, PET değeri düşük olan alanlara ise 5 çarpan değeri verilmiştir. Tablo 74 ve Harita 41-42'de PET ve yağış değerlerine göre katsayılar verilmiştir.



Harita 42: PET Çarpan Değerleri (Karataş)



Harita 43: Yağış Çarpan Değerleri (Karataş)

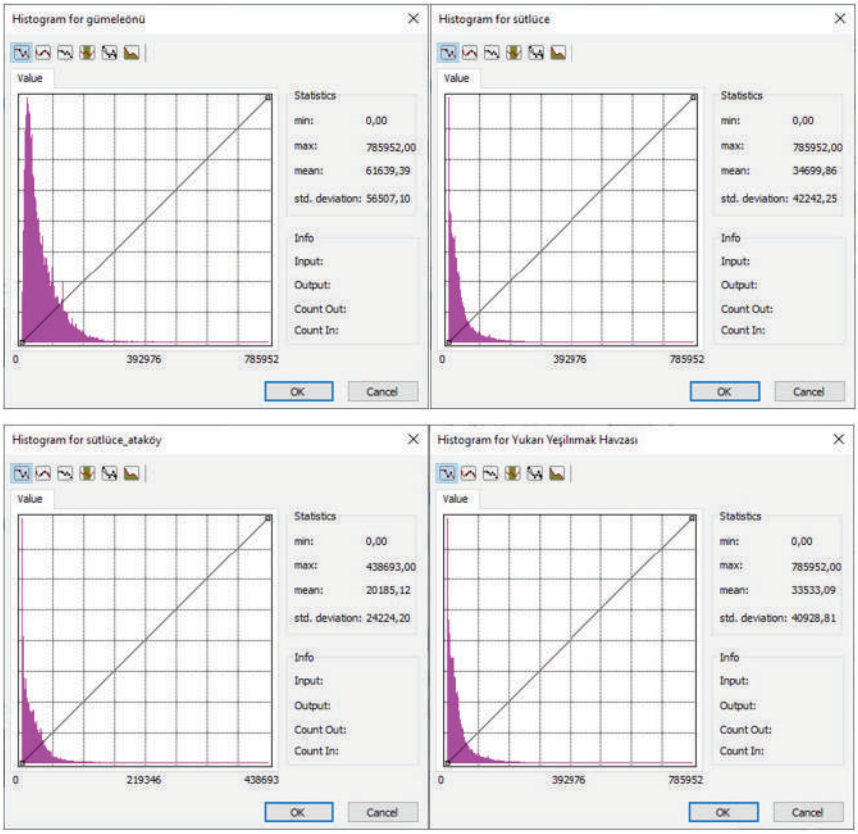
Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın Karataş yöntemine göre akış/akım değerlerinin hesaplanmasında büyük toprak grubu, litoloji, eğim, arazi kullanımı, yağış ve potansiyel evapotranspirasyon olmak üzere 6 farklı veri seti kullanılmıştır. Bununla birlikte araştırmacının ortaya koymuş olduğu yöntemde farklı verilerin de olması halinde onlar da hesaplamalara dâhil edilebilir ve bu durum sonuçların doğruluğunu arttırmaktadır. Gerek parametre gruplarının katsayı değerlerinin gerekse de alt sınıfların değerlerinin raster haline getirilmesi ile oluşturulan veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamaları raster calculator işlemi ile ağırlıklı çakıştırmaya(weighted overlay) tabi tutulmuş ve veri üretilmiştir. Bu veri setlerinin çarpımı neticesinde oluşan raster veri ham bir veridir. Bu veri setinde olan değer ise önceki aşamadaki sınıf değerlerinin çarpımı neticesinde ortaya çıkmakta ve her bir pikselin sayısal bir değeri oluşmaktadır. Sayısal değerlere sahip olan piksellerin oluşturduğu haritaların maksimum, minimum ve ortalama piksel değerleri coğrafi bilgi sistemleri uygulamaları vasıtası ile elde edilebilmektedir.

Tablo 73:Karataş Yöntemine Göre Kullanılan Değerler (Litoloji,BTG,Arazi Kullanımı)

Litoloji				Büyük Toprak Grubu			
Çarpan	Değer	Etki Faktörü	Tür	Çarpan	Değer	Etki Faktörü	Tür
2	3	6	Aglomera-Andezit-Tüf	1	5	5	Tasnif Dışı
	1	2	Alüvyon		1	1	Alüvyal Topraklar
	3	6	Andezit		3	3	Kahverengi Topraklar
	2	4	Andezit-Bazalt		3	3	Kestanerengi Topraklar
	1	1	Bazalt		3	3	Kırmızımsı Kesatanerengi Topraklar
	2	4	Bazalt-Andezit		2	2	Kolüvyal Topraklar
	2	4	Bazalt-Andezit-Aglomera		3	3	Kahverengi Orman Toprakları
	3	6	Çakıltaşı		3	3	Kireçsiz Kahverengi Orman Topr.
	2	4	Çakıltaşı-Kumtaşı-Çamurtaşı	Arazi Kullanımı			
	4	8	Çört-Bazalt-Şeyl	Çarpan	Değer	Etki Faktörü	Birim
	3	6	Çörtlü Kireçtaşı	2	2	4	Bahçe(kuru)
	4	8	Diyabaz		5	10	Baraj
	3	6	Grovak-Sley-Çakıltaşı-Kireçtaşı		2	4	Bahçe(Sulu)
	5	10	Kalkşist-Yeşilşist-Mermer		3	6	Çayır
	3	6	Killi Kireçtaşı		5	10	Çıplak Kaya
	4	8	Kiltaşı		2	4	Çiftlik
	3	6	Kireçtaşı		2	4	Fundalık
	3	6	Kumtaşı-Çamurtaşı		2	4	Göl
	2	4	Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı		5	10	Su Yüzeyi
	3	6	Melanj		5	10	Akarsu Yatağı
	5	10	Metabazik Kaya		4	8	Kuru Tarım
	5	10	Olistostrom		3	6	Mera
	5	10	Peridotit-Serpantinit		1	2	Orman
	3	6	Serpantinit		4	8	Sulu Tarım
	4	8	Siyenit-Granit		4	8	Sulu Tarım(Yetersiz)
	2	4	Spilit-Tüf		3	6	Bağ
	2	4	Tüf		5	10	Yerleşme
	2	4	Volkanit Çökel Kaya				
	1	2	Yamaç Molozu				

Tablo 74: Karataş Yöntemine Göre Kullanılan Değerler (Eğim-PET-Yağış)

Eğim				PET				Yağış			
Çarpan	Değer	Etki Faktörü	Eğim Aralığı	Çarpan	Değerler	Etki Faktörü	mm	Çarpan	Değer	Etki Faktörü	mm
2	1	2	0-7	3	5	15	311-390	3	1	3	387-583
	2	4	7-14		4	12	390-472		2	6	583-718
	3	6	14-21		3	9	472-546		3	9	718-849
	4	8	21-28		2	6	546-642		4	12	849-1005
	5	10	28+		1	3	642-727		5	15	1005-1251



Şekil 69: Karataş Yöntemine Göre Elde Edilen Histogram Değerleri

Bu yöntemde kullanılacak olan değer raster haritanın ortalama histogram değeridir (Şekil 69). İlk olarak daha önce de değinildiği üzere havzanın yukarı çığırında yer alan vahşi akışlı bir AGİ'nin su toplama alanı Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamaları vasıtasıyla belirlenerek "clip"

işlemi yapılır ve bu AGİ'nin su toplama alanı belirlenmiş olur. Araştırma sahasında bu özelliklere uygun olan Gümeleönü AGİ'nin su toplama sahası kesilerek ortalama değeri (mean histogram) belirlenmiştir(Şekil 59, Tablo 75). Gümeleönü AGİ'nin yıllık ortalama akım değeri ile su toplama havzasının üretilen verideki mean değeri Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın genelinin akış/akım değerlerinin hesaplanmasında kullanılmış ve bu AGİ'nin değerlerine göre oransal karşılaştırma yapılmış ve Tablo 75 bu şekilde oluşturulmuştur. Bir başka ifade ile havzanın Karataş yöntemine çarpan değerleri vasıtası ile elde edilen ve pikselleri sadece bu çarpanların değerlerini taşıdığı sayısal veri havzada yer alan vahşi akışlı(beşeri müdahalenin olmadığı)bir AGİ'ile kalibre edilmesi ile piksel değerleri hacim/zaman/alan cinsinden değer kazanmakta ve akış/akım miktarları elde edilmektedir.

Buna göre ilk olarak Gümeleönü AGİ'nin su toplama havzasında km²'ye düşen ortalama akım miktarı şu şekilde hesaplanmıştır:

Gümeleönü AGİ: Akım(m^3) \Alan(km^2) = 348157 m^3/yıl/km^2

Gümeleönü Akım Gözlem İstasyonunun kilometrekareye düşen akım değeri ile Karataş yöntemine göre elde edilen mean değerleri havzanın geri kalan kısımlarına oranlanarak akış/akımdeğerleri hesaplanabilmektedir. Bunun için ilk olarak Gümeleönü AGİ'nin mean değeri ile hesaplanacak olan alanın mean değerinin orantısının tespit edilmesi gerekmektedir. İkinci adımda ise bu tespit edilen oran ile Gümeleönü AGİ'nin km³'ye düşen akım miktarı (348157 m^3/yıl/km^2) ile çarpma işlemidir. Son olarak da bu elde edilen değer istenilen kısmın alanı(km^2) ile çarpılacak ve toplam akım miktarı bulunmuştur.

Havza Genel 1. Adım: 33.534 (havza mean) \ 61.639 (Gümeleönü mean) = 0,544

Havza Genel 2. Adım: 348157 m^3/yıl/km^2 x 0,544 = 189411

Havza Genel 3. Adım: 189411 x 6.391 = 1.210.524.893 m^3/yıl

Bu aşamalar tek bir formülle de bulunmak istenilen alanın Karataş yönteminde oluşturulan mean değerinin kalibrasyon yapılan alanın yine Karataş yönteminde elde edilen mean değerine bölünüp bu sonucun bulunmak istenilen alan ile kalibrasyon yapılan alanın kilometrekareye düşen akım miktarının çarpımı ile elde edilebilir.

$$\text{AKIM}_{\text{Karataş}} = \frac{\textit{Bulunmak İstenilen Alanın Karataş Mean Değeri}}{\textit{Kalibrasyon Yapılan Alanın Mean Değeri}}\ x\ km^{2\prime}ye\ düşen\ akım\ x\ Alan(km^2)$$

Tablo 75: Karataş Yöntemine Göre Akım Değerleri.

Karataş Akım				
İstasyon	Alan(km²)	Karataş_ Mean(KD)	Karatas(m³)	Karatas-Köklüce(m³)
Gümeleönü	1.628,0	61.639	566.800.000,0	x
Ataköy	2.394,0	53.486	724.392.648	187.392.648
Sütlüce	5.473,0	34.469	1.065.549.621	528.549.621
HavzaGenel	6.391,0	33.534	1.210.524.893	673.524.893
Ataköy-Gümeleönü	766,0	36424	157.592.648	

Tablo 75 ve 76'da Karataş yöntemine göre hesaplanan akım değerleri verilmiştir. Tablolar incelendiğinde ilk olarak kalibrasyonda kullanılan Gümeleönü AGİ değerleri ile Karataş yöntemine göre olan hesaplama aynı değer olarak verilmiştir. Sonraki aşamalarda ise yöntemin hesaplamalarına bağlı olarak Ataköy'ün akım değeri yaklaşık 724 milyon m³ olarak hesaplanmıştır. Ataköy Barajı toplama havzası ile Gümeleönü AGİ su toplama havzasının alanlarının oransal değerlerine göre yapılan hesaplamada ise Ataköy Barajı'nın akım değeri yaklaşık 830 milyon m³ olarak hesaplanmıştır. Sütlüce AGİ'nin akım değeri 518 milyon m³ olarak tablo 76'da görülmektedir. Karataş yöntemine göre yapılan hesaplamada ise bu değer 1 milyar 65 milyon m³'tür. Yine daha önce de bahsedildiği üzere Köklüce HES'e verilen su sebebiyle bu değer fazla çıkmakta olup, havza atlatıla su miktarı çıkarıldığında ise Karataş yöntemine göre yapılan hesaplamada Sütlüce AGİ'nin akım değeri 528 milyon m³ olarak hesaplanmıştır. Karataş yöntemine göre yapılan hesaplama ile Sütlüce AGİ'nin gerçek akım değerleri arasında yaklaşık olarak 10 milyon m³'lük bir fark ortaya çıkmakta olup oldukça düşük bir değer elde edilmiştir. Gerçek akım değerleri ile hesaplanan akım değerleri arasındaki farkın düşük olması yöntemin hassasiyetinin fazla olduğunu göstermektedir.

Tablo 76: Karataş Yöntemine Göre Akım Değerleri

İstasyon	AGİ(m³)	Karatas(m³)	Karatas-Köklüce(m³)	Fark(m³)
Gümeleönü	566.800.000	566.800.000		x
Ataköy		724.392.648	187.392.648	
Sütlüce	518.700.000	1.065.549.622	528.549.622	546.849.622
Havza Genel		1.210.524.893	673.524.893	

Tablo 77 ve 78'de de gerçek akım değerleri ile Thornthwaite, Turc ve Karataş yöntemlerine göre hesaplanan akım değerleri yer almaktadır.

Bu tablolarda dikkat edilmesi gereken en önemli nokta hesaplanan akım değerleri ile ölçülen akım değerleri arasındaki farktır. Özellikle Sütlüce İstasyonu'nun değerleri incelendiğinde Turc ve Thornthwaite hesaplamaları ile akım ölçümleri arasında büyük farkların olduğu gözlemlenmektedir. Başlangıçta bu farkın oluşması akım değerlerinin fazla hesaplandığı hususunu akla getirse de bu iki yöntemde sadece iklim elemanları göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalar olduğu için bu şekildir. Başka bir deyişle bu iki yöntem kabaca yağış ve buharlaşma farkını hesaplamakta, diğer değişkenleri yok saymaktadır. Bu durum sebebiyle havzanın akış/akım değerlerinin tespiti ve sonraki aşamalarda kullanılacak değerler Karataş yöntemine göre hesaplanan değerler olacaktır.

Tablo 77: Akım Değerleri. Thornthwaite, Turc, Karataş

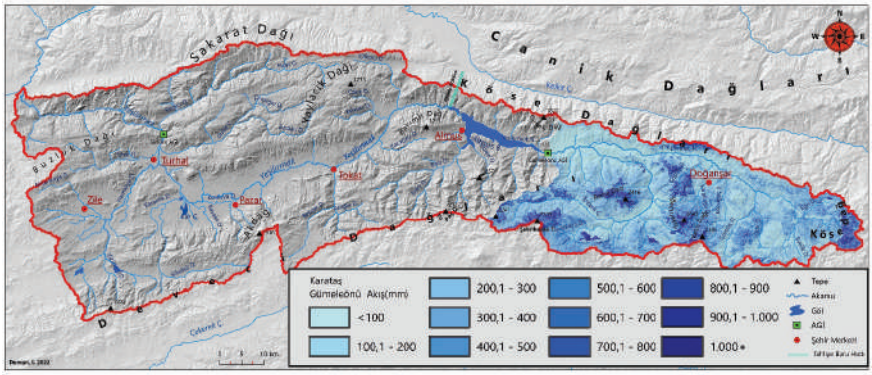
İstasyon	AGİ(m³)	Turc(m³)	Thornthwatie(m³)	Karatas(m³)
Gümeleönü	566.800.000	725.925.200	713.715.200	566.800.000
Ataköy		935.096.400	887.216.400	724.392.648
Sütlüce	518.700.000	1.503.433.100	1.284.513.100	1.065.549.622
Havza Genel		1.708.314.300	1.443.726.900	1.210.524.893

Tablo 78'de Ataköy Barajı ve derivasyon tüneli vasıtasıyla Köklüce HES'e aktarınan 537 milyon m³'lük suyun hesaplanan akım değerlerinden çıkarılmasıyla kalan miktarlar verilmiştir.

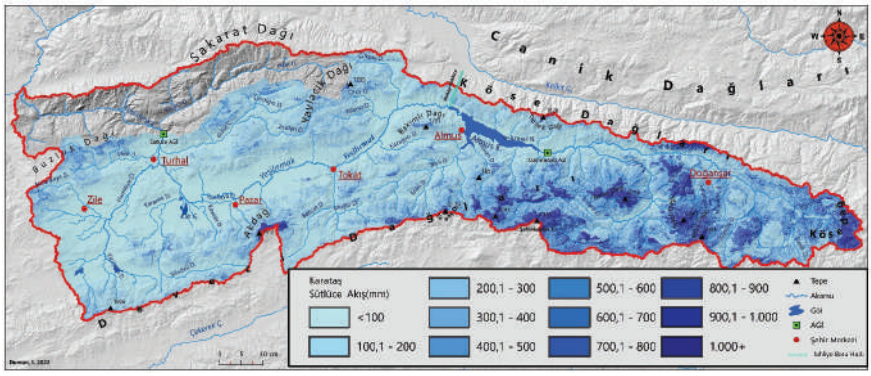
Tablo 78:Akım Değerleri. Thornthwaite, Turc, Karataş

İstasyon	AGİ(m³)	Turc-Köklüce(m³)	Thornthwaite-Köklüce(m³)	Karatas-Köklüce(m³)
Gümeleönü	566.800.000	x	x	x
Ataköy		398.096.400	350.216.400	187.392.648
Sütlüce	518.700.000	966.433.100	747.513.100	528.549.622
Havza Genel		1.171.314.300	906.726.900	673.524.893

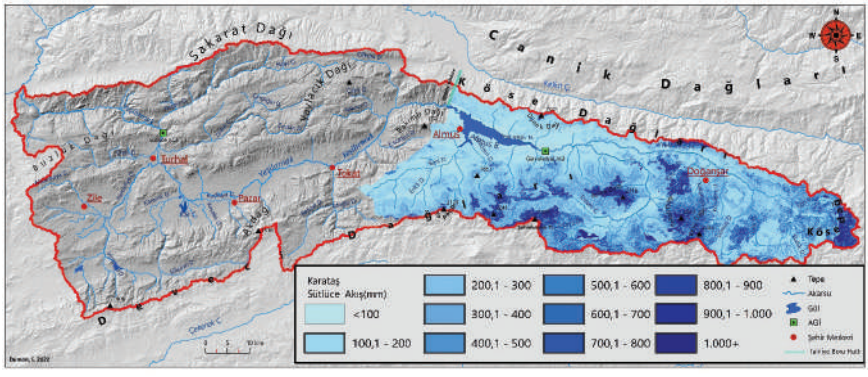
Harita 44'te beşeri etkilerden nisperen uzak ve vahşi akışlı olarak değerlendirilen Gümeleönü AGİ'nin su toplama havzasının Karataş yöntemine göre hesaplanan akış değerleri verilmiştir. Harita 45 ise Yukarı Yeşilırmak Havzası'ndan Kelkit Havzası'na su aktarılan Ataköy Barajı'nın su toplama havzası akış değerleri mevcuttur. Harita 46'da Sütlüce AGİ'nin (Fotoğraf 56) su topalama havzası akış değerleri ortaya koyulmuştur. Harita 47 Karataş yöntemine göre Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın akış değerleri vardır.



Harita 44. Karataş Yöntemine Göre Akış Dağılım Haritası (Gümeleönü)



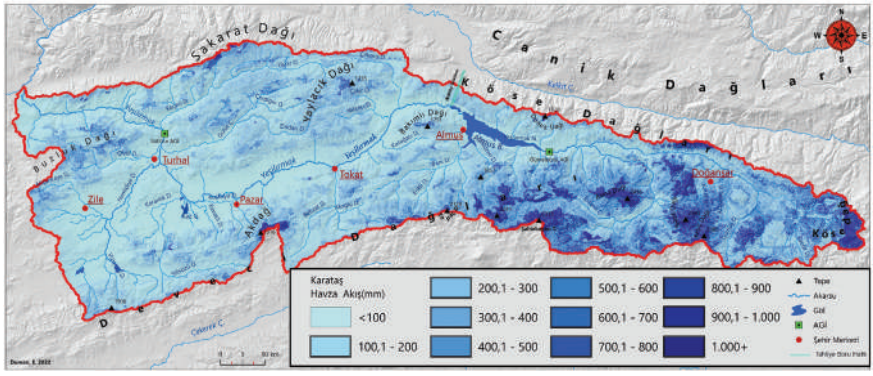
Harita 45:. Karataş Yöntemine Göre Akış DağılımHaritası (Sütlüce)



Harita 46: Karataş Yöntemine Göre Akış Dağılım Haritası (Ataköy).



Fotoğraf 56: Sütlüce Akım Gözlem İstasyonu.



Harita 47: Karataş Yöntemine Göre Akış Dağılış Haritası

4.3 Su Bütçesi

Araştırma sahasının su potansiyelinin kaynağı meteoroik (vadoz) sulardır. Meteorik sular yağış şeklinde havzaya düşen sulara tekabül etmektedir. İkim konu başlı altında belirtildği üzere araştırma sahasının yağış değerlerinin hesaplanmasında indirgeme yöntemi uygulanmış ve Erinç'in formülünün araştırma sahasına daha uygun olduğu düşünülerek tercih edilmiştir. Erinç formülüne göre hazırlanan yağış verisinin değerleri hesaplandığında Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın yağışlar vasıtasıyla aldığı

yıllık meteoroik su potansiyeli 4.556.783.000 m³'tür. Bu meteorik su girdisinin çok büyük bir bölümünün Potansiyel Evapotranspirasyon vasıtası ile kaybı söz konusudur. Thornthwaite yöntemine göre hesaplanan PET değeri yaklaşık olarak 3 miyar 600 milyon m^3 kadar olur kabaca yağışın yaklaşık ¾'üne tekabül etmektedir. (Turc 2 milyar 800 m³)

Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın su girdi-çıktısının hesaplanmasında diğer havzalara göre özel bir durumu vardır. Daha önceki konu başlıklarında da belirtildiği üzere Ataköy Barajı mevkiinden cebri boru vasıtasıyla kuzeydeki Kelkit Çayı Havzasına su çıkışı olmaktadır. Hidroelektrik santral türbinlerini çalıştırmak maksadı ile yapılan bu sistem 1989 yılı itibariyle elektrik üretmeye başlayan Köklüce Hidroelektrik Santrali havzanın su kapasitesinin önemli bir bölümünü kullanmaktadır. Kaynaklarda geçen 537 milyon m³ (Devlet Su İşleri Vakfı, 2011, s. 51)'lük miktar havza akım değerlerine göre oldukça yüksektir. Havzanın yukarı çığırında yer alan Gümeleönü AGİ yıllık ortalama akım değeri yaklaşık 566 milyon m^3'tür. Alansal olarak karşılaştırıldığında Gümeleönü AGİ havza genelinin 1/3'ü oranında olmakla birlikte yukarı çığırda yer alması sebebiyle bu alanın su girdisi havza geneline oranla 1/3'ten daha çoktur. Bu nedenle Köklüce HES için havza atlatılan su miktarı yaklaşık olarak havza kapasitesinin %40'ı dolaylarında olup oldukça büyük bir değerdir.

4.3.1 Su Kullanımının Sektörel Dağılışı

4.3.1.1 *Zirai Faaliyetlerde Su Tüketimi*

Zirai faaliyetler su tüketiminde genel olarak başı çekmektedir. DSİ'nin yayınladığı istatistiklere göre Türkiye'de yıllık su tüketimi 57 milyar m³'tür. Bu tüketim miktarının %77'lik kısmı sulama maksatlı olup 44 milyar m³ su bu alanda kullanılmaktadır. Araştırma sahasında yer alan ovalar havzada zirai faaliyetlerin yoğun olmasını sağlamıştır (TUİK, 2022). Daha önceden de belirtildiği üzere araştırma sahasının yaklaşık %11'lik kısmı sulanabilir tarım arazilerinden müteşekkil olup bu değer bölgede yapılan sulama yapıları çalışmaları vasıtasıyla sürekli olarak artmaktadır. CORINE verilerine göre 1990 yılında %9 olan sulamalı tarım alanları (bağlar dâhil) 2018 yılında %11'lik değere ulaşmıştır. Başta Yeşilırmak olmak üzere havzada yer alan akarsuların suları çeşitli ölçeklerde depolama yapıları ve kanal-borular ile sulama maksatlı kullanılmaktadır (Fotoğraf 57-58). Araştırma sahasında yer alan en önemli su yapısı Almus Barajı'dır.

Almus Barajı doğrudan sulama hizmetinde bulunmamakla birlikte Yeşilırmak'ın sularını düzenlemesi sebebiyle sulama maksatlı olan regülatörlerin yapılmasına olanak sağlamıştır. Daha önce de belirtildiği üzere

Yeşilırmak Nehri üzerinde yer alan Tokmakkaya Regülatörü Gözova'nın, Gümenek Regülatörü de Kazova'nın sulanmasına imkân sağlamaktadır.



Fotoğraf 57: Belpınar Göleti(Sulama)



Fotoğraf 58: Yayladalı(sol)ve Ocaklı Köyleri(sağ) Göletleri

4.3.1.2 *Sanayi ve Üretimde Su Tüketimi*

DSİ verilerine göre Türkiye'de sanayi üretiminde kullanılan su miktarı yaklaşık olarak 3 milyar m³'tür (TUİK, 2022). Tarımsal sulama maksatlı kullanılan miktara göre düşük bir değer olmakla birlikte özellikle sanayinin yoğun olduğu bölgelerde su tüketimi fazladır. Araştırma sahasının sanayi gelişim durumu incelendiğinde bu alanda ciddi bir yoğunluk olmadığı görülmektedir. Sahada yer alan Tokat, Turhal ve Zile şehirlerinde organize sanayi bölgeleri vardır. Yine bu üç merkezde küçük sanayi siteleri yer almaktadır. Diğer yerleşmelerde ise sanayi bulunmamaktadır. Bu sanayi sitelerinde toplamda 8150 kişi çeşitli sektörlerde çalışmaktadır (Gündüz & Yılmaz, 2016). Araştırma sahasının sanayileşmesi düşük seviyededir. Buna bağlı olarak sanayi sektöründe kullanılan su miktarı da tarımsal aktivitelere oranla oldukça düşüktür.



Fotoğraf 59:Tokat Organize Sanayi Bölgesi.

4.3.1.3 *Gündelik Kullanımda Su Tüketimi*

Tarım ve sanayi kullanımı dışında, evsel kullanım olarak da adlandırılan gündelik su kullanımı da önemli bir parametredir. Hidrografik planlama çalışmalarında evsel kullanım miktarları da önemle incelenmektedir. Bu hususta değerlendirilmesi gereken veri nüfus miktarıdır. Nüfus miktarı ile ortalama kişisel tüketim değerleri bilindiğinde toplam tüketim değerleri hakkında tespitler yapılabilmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere araştırma sahasının nüfusu yıllara göre değişmekle birlikte 385 bindir. Sahadaki nüfus miktarı yıllara göre çok az bir miktarda da olsa artmaktadır.

DSİ'nin yayınlamış olduğu istatistiklere göre ülkemizde kişi başı yıllık su tüketim miktarı 1346m³'tür (TUİK, 2022). Araştırma sahasının nüfusu göz önünde bulundurulduğunda 518 milyon m³'lük toplam evsel su tüketimi gerçekleşmektedir. Araştırma sahasının nüfus artış miktarı çok olmamakla birlikte yine de ileriye yönelik değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde sadece gündelik su kullanımı değerleri bile oldukça yüksektir.

4.3.2 Su Kullanımındaki Fırsatlar ve Tehditler

Su gerek doğal hayatta gerekse de insan hayatında hayati öneme sahiptir. Su kullanımı birçok açıdan belirli bir bölgenin hem doğal yaşamını hem de insanların yaşamlarını etkilemektedir. İlk olarak su kullanımı

bireysel olarak bakıldığında hayati öneme sahiptir. Bir bölgede su yoksa o bölgede insan yaşamının da olması beklenemez. Bu durum sadece içmek için yeterli olan suyun bulunması bir bölgenin insanlar tarafından yerleşilmesi manasına gelmektedir. Su kullanımında en önemli aktivite şüphesiz zirai faaliyetlerdir. Bunun dışında enerji üretimi, ulaşım, balıkçılık gibi faaliyetlerde yer alır.

Yukarı Yeşilırmak Havzası zirai faaliyetler açısından oldukça gelişmiştir. Daha önceki başlıklarda da belirtildiği üzere tektonik çanak alanlarında yer alan ovalar yoğun zirai faaliyetlerin yapılmasını sağlamaktadır. Tarımsal verimliliğin fazla olması için su büyük öneme sahiptir. Su kullanımı bu duruma göre düzenlenerek tarımsal verimlilik artmakta ve bu da bölgenin sosyo-ekonomik açıdan gelişimini sağlamaktadır. Özellikle Almus Barajı'nın yapılması ile birlikte debisi düzenli hale getirilen Yeşilırmak Nehri, barajın mansabında yer alan ovalarda sulamalı tarım yapılmasına imkân sağlamıştır. Bu durum hem tarımsal verimliliği arttırmış hem de tarımla uğraşan nüfusun oranını artırmıştır. Arazi çalışmalarında ziyaret edilen bazı tarım köylerinin geçmişte orman köyleri olduğu, hayvancılık ve ormancılıkla geçimlerini sağladıkları, sulama imkânlarının olması ile birlikte zirai faaliyetlere yöneldikleri öğrenilmiştir. Bu durum birçok açıdan havzanın durumunu etkilemiştir. Bazı yerleşmeler yüksek kesimlerden alçaktaki ovalara taşınmıştır. Yine orman köylülerinin ziraatle uğraşması neticesinde orman alanlarında da genişleme görülmüştür. Yine köylülerin ekonomik durumlarının iyileştiği görülmektedir. Gerek uygun tarım alanlarının oluşu gerekse de sulama imkânlarının varlığı su kullanımı açısından Yukarı Yeşilırmak Havzası için büyük fırsat olarak görülmektedir. Araştırma sahasının yaklaşık %10'luk bir kısmı sulanabilir tarım alanlarından oluşmaktadır.

Araştırma sahasında su kullanımındaki diğer önemli bir fırsat ise akarsuların hidroelektrik potansiyellerinin fazla olmasıdır. Başta Almus Barajı olmak üzere birçok baraj ve HES yapısı enerji üretimi maksatlı yapılmıştır. Bu durum bölgede yine sınırlı ölçüde de olsa istihdam sağlamakta ve bölgenin sosyo-ekonomik yapısına olumlu etki etmektedir.

Su kullanımının olumlu yönleri olduğu gibi olumsuz yönleri de mevcuttur. İlk olarak havzadaki göze çarpan en önemli durum Köklüce HES'e verilen su miktarıdır. Yukarı Yeşilırmak Havzası bu özel durumu sebebiyle diğer havzalardan ayrışmaktadır. Daha önceki konularda belirtildiği üzere havza suyunun önemli bir bölümü enerji üretimi amaçlı olarak havza atlatılmakta ve kuzeydeki Kelkit Çayı Havzası'na yönlendirilmektedir. Enerji üretimi açısından oldukça önemli ve verimli bir sistem olmasına rağmen gerek iklim elemanlarının negatif yönlü etkisi gerek nüfus artışı gerekse de zirai faaliyetlerde su talebinin artması sebebiyle bu sistem havzanın

orta ve aşağı kısımlarında su kullanımını tehdit etmektedir. Bu durumun ilerleyen süreçte büyük sorunlara yol açacağı muhtemeldir.

Su kullanımındaki diğer sorun da tarımsal sulamadaki yöntemlerdir. Her ne kadar tarımsal sulama verimlilik açısında büyük önem arz etse de bölgede çoğunlukla vahşi sulama yapılmakta, modern sistemler çok küçük ölçekli bahçelerde kullanılmaktadır. Bu durum hem su tüketim miktarını arttırmakta hem de arazilerin verimsizleşmesine sebep olmaktadır. Yine vahşi sulama yöntemleri sebebiyle erozyon artmakta ve bu durum akarsuların taşıdığı sediman miktarına yansımaktadır.

Su kullanımındaki sorunlardan bir diğer husus ise su kirliliğidir. Kullanılan su miktarının artması ile birlikte akarsulardaki su miktarı azalmakta, buna mukabil kirlilik oranları artmaktadır. Yine bölgedeki şehir nüfusunun artması ve kırsal nüfusun azalması su kirliliğinde büyük etkiye sahiptir. Son olarak zirai faaliyetler de su kirliliğinin artmasına sebep olmakta ve kirlenen sular bir daha kullanılamamaktadır. Bölgede zirai faaliyetlerin yoğunlaşması ile birlikte gerek kimyasal gübre kullanımı gerekse de ilaç kullanımı su kaynaklarının kirlenmesine sebep olmaktadır.

4.4 Katastrofik Değerlendirme

4.4.1 Taşkınlar

Hidrografik doğal afetler grubuna dâhil olan taşkınlar akarsu yatağındaki su miktarının akarsuyun su toplama havzasında kısa süreli şiddetli yağışların olması ile veya kar erimelerine bağlı olarak hızla artarak yatak dışına çıkması neticesinde oluşmaktadır. Yataktaki su fazlasına bağlı olarak meydana gelen taşkınlar ilk aşamada hemen yatak kıyısında yer alan düz-çukur alanları sular altında bırakmakla birlikte yağış veya kar erimesinin şiddetine göre daha geniş alanlara yayılmaktadır. Yağış ve kar erimeleri ayrı ayrı taşkınlara sebep olmakla birlikte her iki durum da aynı anda vuku bulabilir. Taşkınlar oluştukları alanlarda birçok hasara sebep olabilmektedir. Bununla birlikte taşkınlar başka doğal afetlerinde oluşmasına sebebiyet verebilirler. Özellikle kütle hareketleri ve toprak erozyonu taşkınların sebep olduğu diğer doğal afetlerdir (Turoğlu, Özdemir 2005: 5; Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2021).

Taşkınlar Türkiye'de büyük ölçüde hasara, can ve mal kaybına sebep olan doğal afetlerin başında gelmektedir. Türkiye'deki doğal afetler göz önünde bulundurulduğunda taşkınlar depremlerden sonra en fazla can ve mal kaybına sebep olan doğal afetlerdir. Geçmişten günümüze taşkın olaylarında ve taşkınların yol açtığı hasarlarda azalma olmakla birlikte günümüzde taşkınlar büyük risk oluşturmaktadır (Meteoroloji İşleri Ge-

nel Müdürlüğü, 2021) (Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri A.Ş., 2015).

Araştırma sahasının taşkın durumu tarihi olarak incelendiğinde özellikle Tokat şehir merkezinin geçmiş dönemlerde ciddi bir şekilde taşkınlardan etkilendiği görülmektedir. Tokat şehir merkezinden geçen ve Yeşilırmak Nehri'nin kollarından birisi olan Behzat Deresi geçmişte taşarak can ve mal kaybına sebep olmuştur. Bu taşkınlardan en önemlisi 12/06/1908 tarihinde gerçekleşmiştir. Bu tarihte meydana gelen ani şiddetli yağış sonrasında Behzat Deresi'nin taşması neticesinde 433'ü hane olmak üzere 469 yapı hasar görmüş, 225 kişi de hayatını kaybetmiştir (Öztunç, 2012).

2015 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı aracı firma vasıtasıyla araştırma sahasını da bünyesinde bulunduran Yeşilırmak Havzası'na yönelik Taşkın Yönetim Planı raporu hazırlamıştır. Raporda havzada bulunan yerleşim merkezlerine yönelik taşkın risk analizleri yapılmış ve olası taşkınlarda etkilenebilecek alanların haritalandırılması yapılmıştır. İlgili raporda araştırma sahasından Turhal ilçe merkezi ve Tokat il merkezi ile alakalı analizler ve risk haritaları yer almaktadır. Turhal ilçe merkezi için yapılan değerlendirmede muhtemel taşkına Yeşilırmak Nehri'nin sebep olacağı, Tokat il merkezi için de Behzat Deresi'nin sebep olacağı belirtilmiştir (Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri A.Ş., 2015).

Koç ve İrdem (2007)'e göre Türkiye'de şiddetli yağışlar geçmişten günümüze artış eğilimindedir. Daha önceki bölümlerde yapılan eğilim testlerinde araştırma sahasında yer alan istasyonların yağış değerlerinde düşüş tespit edilmekle birlikte şiddetli yağış değerlerindeki artışın sonucu olarak taşkın riski de artmaktadır. Şiddetli yağış durumunda yağışın doğrudan akışa geçmesi nedeniyle maksimum akım değerlerinde artış gözlemlenmektedir. Bu durum araştırma sahasında da ortaya çıkmaktadır. Tablo 79'da Sütlüce ve Gümeleönü AGİ akım değerleri verilmiştir. Maksimum akım miktarlarının değerlendirilmesinde Gümeleönü AGİ'nin verilerinin kullanılması daha doğru olacaktır. Önceki bölümlerde de belirtildiği üzere Gümeleönü AGİ hem Almus Barajı'nın hem de Ataköy Barajı-Köklüce HES'in membaındadır. Dolayısıyla akım değerleri bu su yapılarından etkilenmeye vahşi akışlı bir akım gözlem istasyonudur. Sütlüce AGİ ise bu su yapılarının mansap kısmında yer almakta olup doğrudan etkilenmektedir. Bu durum Sütlüce AGİ'nin ortalama akım değeri incelendiğinde oldukça net bir şekilde görülmektedir. Ataköy Barajı-Köklüce HES' in işletmeye alındığı 1989 yılından itibaren önceki döneme göre ortalama akımlarda Gümeleönü AGİ'deki %4'lük düşüşe karşın Sütlüce AGİ'deki düşüş %46'dır. Ortalama akımdaki düşüşün bu kadar fazla olmasında gerek suların havza atlatılması gerekse de aynı yılda sulama yapılarının işletmeye alınması etkili olmuştur. Yine Sütlüce AGİ'değer-

lerinde maksimum akım ortalamaları incelendiğinde önceki döneme göre %34'lük bir düşüş söz konusudur. Gümeleönü AGİ verilerinde ise maksimum akım ortalamasında önceki döneme göre %20'lik bir artış tespit edilmiştir. Bu duru havzadaki şiddetli yağış miktarlarının artığının bir göstergesi olup taşkın riskinin de aynı oranda artacağı şeklinde yorumlanabilir. Yine tabloda minimum akım miktarlarının ortalamaları incelendiğinde her iki istasyonda da düşüşlerin olduğu görülmektedir. Gümeleönü istasyonunda minimum akımların ortalamasında %21'lik düşüş mevcutken aynı parametre Sütlüce İstasyonunda %29 oranında düşmüştür.

Tablo 79: AGİ Akım Değerleri.

	Sütlüce			Gümeleönü		
Dönem	Ortalama(m^3/sn)	Max-ort(m^3/sn)	Min-ort(m^3/sn)	Ortalama(m^3/sn)	Max-ort(m^3/sn)	Min-ort(m^3/sn)
1963-1988	29,3	135,3	7,48	18,7	158,14	2,65
1989-2015	15,77	88,2	5,26	17,97	190,6	2,09
Değişim(%)	-46,1775	-34,8115	-29,6791	-3,90374	20,52612	-21,1321

Taşkın hesaplamalarında akarsulardaki akım miktarı, akarsu yatağının kapasitesi ile birlikte akım hızının belirlenmesi önemlidir. Çalışma alanında taşkın riski oluşturan Yeşilırmak Nehri ve Behzat Deresi'nin bazı noktalarında yapılan ölçümlere göre ortalama değerler elde edilmiştir. Buna göre Yeşilırmak Nehri'nde ortalama akış yaklaşık hızı 1,2 m/sn olarak hesaplanmıştır. Bu değer için Behzat Deresi'nde 1,7 m/sn olarak hesaplanmıştır. Behzat Deresi'nin yatak eğimi nispeten daha fazladır. Her iki akarsuda da akım değerlenin taşkın esnasında maksimum 2 m/sn olacak şekilde gerçekleşeceği varsayılarak taşkın durumları değerlendirilecektir. Bununla birlikte yapılacak olan bu değerlendirmeler en iyi ihtimaller olarak düşünülerek hesaplanacak akış hızı 2 m/sn'den daha düşük olması durumunda taşkın ihtimali daha da artacaktır.

Araştırma sahasının taşkın durumunun hesaplanmasında Taşkın Sıklık Analizlerinden Gumbel Metodu ve Log Pearson III metodu kullanılmıştır.

4.4.1.1 *Gumbel Metodu*

Taşkın debilerinin olasılık dağılımının belirlenmesi hidrolojik hesaplamalar içerisinde önemli bir yere sahiptir. Gumbel dağılımı hidrolojik değişken dağılışı hesaplamalarında en fazla kullanılan ve maksimum akım değerlerine göre hesaplanan istatistiksel bir metottur (Özdemir 2008; Özer, 1990: 202–203).

Gumbel Dağılım metodu ile akım değerlerindeki maksimum miktarları (Şekil 70) kullanılarak akımların 100-500-1000 yıllık süreç içerisinde

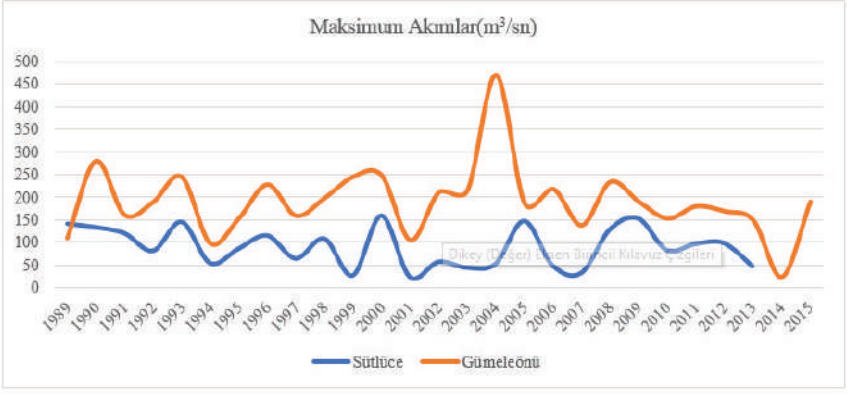
ulaşabileceği maksimum değerler elde edilmektedir. Dağılım neticesinde elde edilen bu değerlerle birlikte istatistiksel açıdan akım miktarlarının belli sürelerde de kadar yüksek olabileceği görülmektedir. Bu sayede elde edilen verilere bakarak muhtemel maksimum akım değerlerine göre düzenlemeler yapılabilir ve taşkın afetlerinin olası etkilerinden azami ölçüde koruma sağlanabilir.

Tablo 80: Sütlüce ve Gümeleönü İstasyonlarının Gumbel Dağılım Değerleri

Q	Sütlüce			Gümeleönü		
	Yt	K	X(m³/sn)	Yt	K	X(m³/sn)
Q_{50}	3,901939	3,074481	223,61	3,901939	3,074481	419,96
Q_{100}	4,600149	3,711476	251,62	4,600149	3,695883	465,02
Q_{500}	6,213607	5,183475	316,36	6,213607	5,162129	571,35
Q_{1000}	6,907255	5,816308	344,19	6,907255	5,792489	617,06

Havzadaki AGİ'lerin yıllık maksimum akım değerleri üzerinden hesaplanan Gumbel dağılımına göre değerleri Tablo 80'de verilmiştir.

Sütlüce AGİ'nin Gumbel dağılımına göre hesaplanan Q_{100} değeri 251,62 m³/sn olarak hesaplanmıştır. Gümeleönü AGİ'nin Q_{100} değeri ise 465,02 m³/sn'dir. Q_{500} değeri Sütlüce AGİ için 316,36 m³/sn, Gümeleönü AGİ için 571 m³/sn'dir. Q_{1000} değerleri ise Sütlüce için 344,19 m³/sn, Gümeleönü için 617,06 m³/sn olarak hesaplanmıştır.



Şekil 70: Akım Gözlem İstasyonları Maksimum Akım Değerleri.

Yeşilırmak Nehri taşkın riski açısından incelendiğinde Tokat il merkezi ve Turhal ilçe merkezi geçişlerinde muhtemel risk ortaya koymaktadır. Her iki şehir merkezinde de akarsu yatağı ve beşeri yapıların ölçüleri yakınlık göstermektedir. Genel itibariyle akarsu yatağı yaklaşık 40 metre ve yatak şevleri ile köprü yükseklikleri yaklaşık olarak 3 metredir. Bu de-

ğerler göz önünde bulundurulduğunda ve taşkın sırasında akarsu hızının 2 m/sn olduğu kabul edildiğinde özellikle Turhal ilçe merkezinde taşkın oluşacağı görülmektedir. Bu değerler dikkate alındığında Turhal ve Tokat şehir merkezlerinde akarsu yatağının maksimum geçirebileceği su miktarı 240 m³/sn'dir. Sütlüce Agi'nin Gumbell dağılım değerleri incelendiğinde Q_{50} değerinin 240 m³/sn debinin biraz altında olduğu $Q_{100,}$ $Q_{500,}$ ve Q_{1000} değerlerinin ise daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumda Gumbell dağılımına göre 100,500 ve 1000 yıllık maksimum akım değerlerine ulaşıldığında Turhal şehir merkezinde taşkın afetinin görüleceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Aynı yatak kapasitesi değeri temel alındığında Tokat il merkezinde ise nispeten daha az risk mevcuttur. Tokat şehir merkezinin bulunduğu alandan geçen akım miktarı havzanın daha az kısmını kapsadığı için daha düşük olacaktır. Bununla birlikte oransal olarak düşünüldüğünde Tokat şehir merkezi için de Q_{500} ve Q_{1000} değerleri risk teşkil etmektedir. Tokat şehir merkezi için asıl risk oluşturan akarsu şehir merkezinden güney-kuzey yönlü geçen ve yine şehir merkezinde Yeşilırmak Nehri'ne bağlanan Behzat Deresi'dir. Behzat Deresi'nde geçmişte yaşanan taşkınlarda can ve mal kaybı olmuştur. Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri A.Ş., (2015)' göre Behzat Deresi'nin yatak kapasitesi Gumbell dağılımına göre 50 yıllık maksimum akış 57,51 m³/sn'lik akarsu debisini geçiremeyecektir. Q_{50} değerinin altında olan yatak kapasitesi $Q_{100,}$ $Q_{500,}$ ve Q_{1000} değerlerinin de oldukça altındadır. Bu durum Tokat şehir merkezi için büyük risk teşkil etmektedir. Tablo 81'de Behzat Deresi'nin Gumbell dağılımına göre maksimum akım değerleri verilmiştir.

Maksimum debi ve Gumbell dağılımı göz önünde bulundurulduğunda bu gibi sonuçlar ortaya çıkmakla birlikte taşkın olayı sadece tek yönlü değildir. Özellikle taşkın durumunda suların beraberinde gelecek olan malzeme de büyük risk oluşturmaktadır. Her iki şehir merkezinde de Yeşilırmak nehri üzerinde köprüler mevcuttur. Taşkın esnasında suların getireceği malzemenin bu alanlara köprü ayaklarına takılarak birikmesi neticesinde yatak kapasitesi azalacak olup taşkına sebep olacaktır.

Tablo 81: Geyraz AGİ (Behzat Deresi) Gumbel Dağılım Değerleri

	Yt	K	X(m³/sn)
Q_{50}	3,901939	3,595299	57,51
Q_{100}	4,600149	4,331032	66,96
Q_{500}	6,213607	6,031198	88,81
Q_{1000}	6,907255	6,762123	98,20

4.4.1.2 *Log Pearson Type III Metodu*

Log Pearson Type III metodu akarsu maksimum akım değerlerinde uygulanan istatistiki bir yöntemdir. Bu yöntemle yine akarsuların olası maksimum akımları belli uzun yıllık dönemlerde nasıl olacağı hesaplanmaktadır. Log Pearson Type III yönteminde akarsu maksimum akım miktarlarının logaritmik ortalamaları, standart sapmaları ve çarpıklık değerleri hesaplanmaktadır (Özdemir, 2008).

Araştırma sahasında Yeşilırmak Nehri üzerinde bulunan akım gözlem istasyonlarının maksimum akım değerlerine uygulalan Log Pearson Type III yöntemi sonuçları Tablo 82' de verilmiştir. Log Pearson Type III yöntemine göre elde edilen sonuçların Gumbell dağılımna göre nispeten daha az olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte Gumbell metoduna göre elde edilen sonuçlarda olduğu gibi Log Pearson Type III sonuçlarının muhtemel taşkınlara sebebiyet vereceği görülmektedir.

Tablo 82: Log Pearson Type III Dağılım Değerleri.

Yıl	Sütlüce(m^3/sn)	Gümeleönü(m^3/sn)
2	83,72	182,91
5	128,31	245,55
10	155,74	289,66
25	187,52	348,42
50	209,10	394,56
100	229,00	442,62
200	247,43	493,12
1000	286,73	622,13

Taşkın analizi yapılan her iki yönteme göre Tokat şehir merkezi ve Turhal şehir merkezi açısından Yeşilırmak Nehri risk teşkil etmektedir. Yine ova yüzeyinde de nispeten daha az olmakla birlikte tekrarlama yıllarının miktarına göre belirli oranda risk bulunmaktadır. Şehir merkezlerindeki köprü yapıları bu riskin ana nedenidir. Köprü yapılarının yüksekliği ve akarsu yatağı genişliği dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda bu sonuca ulaşılmıştır. Bu değerler ile birlikte maksimum akım değeri 2 m/sn olarak ele alındığında hem Gumbell hem de Log Pearson metotlarına göre taşkın durumunun ortaya çıkacağı görülmektedir. Tokat şehir merkezinde yer alan İtfaiye Köprüsü'nün bulunduğu mevki en büyük riskin olduğu yerdir (Fotoğraf 60). Yapı değerleri diğer köprülerle benzer olmasına rağmen bu köprünün mansap kesiminde yaklaşık 1 metre yüksekliğinde bir bent bulunmaktadır. Bu bendin etkisiyle su yüksekliği fazla, köprü ile su

seviyesi arasındaki fark azdır. Su seviyesine göre köprü yüksekliği 1,2 metredir. Köprünün olduğu yerde akarsu yatağı 40 metredir. Sel durumunda akış hızının 2m/sn'ye çıkması durumunda bu alandan geçebilecek su miktarı 96 m^3/sn olarak hesaplanmıştır. Bu durumda bu mevkide Gumbell yönteminin Q_{50} değerinden, Log Pearson yönteminin Q_{10} değerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumda sel sularının taşkına sebebiyet vereceği ortaya çıkmaktadır. Bu hesaplamalar sadece su akışına göre değerlendirilmekte olup sel suları ile gelmesi muhtemel enkazın köprüyü tıkamasına sebebiyet vermesi kuvvetle muhtemeldir. Hesaplamalara göre ortaya çıkan bu durum diğer köprü yapılarında nispeten daha az olmakla birlikte risk ihtiva etmektedir. Turhal şehir merkezinde de risk durumu mevcuttur. Şehir merkezinde yer alan köprüler nispeten daha yüksek olmakla birlikte akarsu yatağının yüzeye yakın olması ve Tokat şehir merkezine göre mansapta yer alması sebebiyle olası şiddetli yağış durumunda daha fazla akış alanından gelen sel sularına maruz kalacaktır.



Fotoğraf 60: İtfaiye Köprüsü-Bent(Tokat)

BÖLÜM V

5. HİDROKLİMATOLOJİ

5.1 Hidroklimatolojik Tespitler ve Analizlerin Değerlendirilmesi

5.1.1 Hidrografya Üzerinde Etki Eden Unsurlar

5.1.1.1 İklim Elemanları-Akım Etkileşimi

İklim elemanlarından yağış ve sıcaklığın akım üzerinde etkisi tüm diğer etkenlerden daha fazladır. Yağış-Akış ilişkisi başlığı altında belirtildiği üzere araştırma sahasının ana su girdisi meteorik sulardır. Araştırma sahasına yıllık yaklaşık olarak 4.5 milyar m³'lük bir yağış düşmektedir. Bu yağış miktarı havzanın su kaynağıdır. Türkiye'nin yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık olarak 450 milyar m³ olup havzanın yağış değeri %1'lik bir kısmına tekabül etmektedir. Yağış ve akım değerleri karşılaştırıldığında yıllık olarak yağış miktarlarındaki artışın akım miktarlarına da yansıdığı görülmektedir (Şekil 31-32). Havzanın yegâne su kaynağı olması sebebiyle yağış miktarlarındaki değişime göre akım miktarlarının da paralellik göstermesi olağan bir durumdur. Yağış miktarlarındaki değişim gerek yıllara göre gerekse de aylık olarak incelendiğinde akım miktarları üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. İklim kısmında belirtildiği üzere yağış miktarlarının hesaplanmasında indirgeme yöntemi uygulanmış ve havzada bulunan üç meteoroloji istasyonunun verileri havza genelini kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. Sadece meteoroloji istasyonlarının bulunduğu noktalara göre elde edilen veriler incelendiğinde ise tüm akış hesaplama yöntemlerine göre bu alanlarda herhangi bir akışım olmayacağı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan Karataş Yöntemi ile akış/akım hesaplama yapılırken havza coğrafi özelliklerine etki durumuna göre katsayı değeri verilmektedir. Bu çalışmada Karataş Yöntemi uygulanırken yağış ve PET değerlerine en yüksek katsayı 3 değeri verilmiştir. Bu nedenle de iklim elemanlarının araştırma sahasının akım değerleri üzerindeki etkisi diğer coğrafi unsurlara göre daha fazladır. Çalışmada uygulanan fakat sonuçları bu bölümde değerlendirmeye alınmayan Thornthwaite ve Turc yöntemleri ise sadece yağış ve sıcaklık değerlerini kullanmaktadır. Bu durum da iklim elemanlarının akış/akım değerleri üzerindeki etkisini göstermektedir.

Yağış miktarlarına uygulanan trend analiz testleri incelendiğinde her üç istasyonda da azalma eğilimi görülmektedir. Bu azalma trendinin önümüzdeki dönemlerde de aynı şekilde devam edeceği varsayıldığında havzanın yağış girdisinde önemli ölçüde düşüşün olacağı öngörülmektedir. Yine aynı şekilde akım değerlerine de yapılan testler neticesinde bunların da yağışlara paralel olarak azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Yıllık ortalama yağış değerlerine yönelik yapılan Mann-Kendall trend testlerinin sonuçları incelendiğinde havzada yer alan üç meteoroloji istasyonunun da yağış miktarlarında azalma eğiliminin olduğu tespit edilmiştir. Yağış değerlerinde en çok azalma Zile istasyonunun verilerinde gözlemlenmiştir. Zile istasyonunu sırasıyla Tokat istasyonu ve Turhal istasyonu takip etmektedir. Zile istasyonunda yaklaşık olarak 60mm dolaylarında düşüş olduğu tespit edilmiştir. Zile istasyonunun uzun dönem yıllık toplam yağış ortalaması 440 mm'dir. Aynı dönemdeki yıllık yağış ortalamalarına yapılan trend testi sonucu elde edilen 60 mm azalma değeri istasyonun ortalama değerinin yaklaşık %15'ine tekabül etmektedir. Tokat istayonunun yağış verileri incelendiğinde yine azalma yönlü eğilim görülmektedir. Zile istasyonu kadar düşüş görülmese de Tokat istasyonu yağış verilerinde de önemli bir azalma söz konusudur. Trend test sonuçları incelendinde yaklaşık olarak 40 mm'lik bir düşüşün oldğu tesptit edilmiş olup bu değer istasyonun aynı dönemdeki yıllık yağış ortalamasının yaklaşık %10'una tekabül etmektedir. Üç istayona da uygulalan trend testleri neticesinde yağış değerlerindeki azalma eğilimin en az olduğu istasyonun Turhal istasyonu olduğu tespit edilmiştir. Turhal istasyonunda aynı dönemdeki azalma miktarı yaklaşık olarak 25 mm'dir.

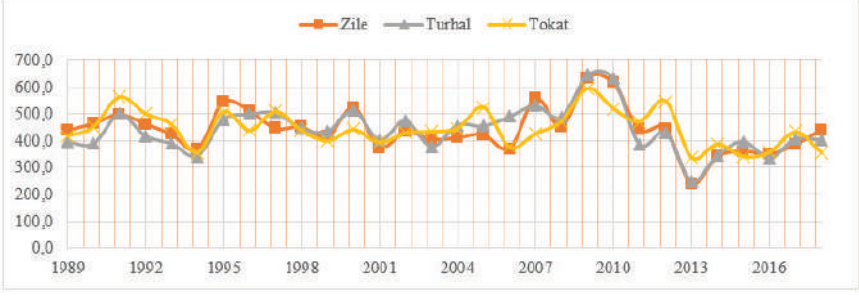
Akım değerleri üzerinde en fazla etkiye sahip olan yağış değerlerindeki değişimler ve bu değişimlerin yönü havzanın hidroklimatolojik durumu açısından büyük önem arz etmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere havzanın su potansiyelinin kaynağı meteorik sulardır. Yağışların durumuna göre havzanın su potansiyelinde ve akım değerlerinde değişimler meydana gelmektedir. Yağışların eğilim durumuna göre gerek havzadaki su potansiyelinin gerekse de akarsulardaki akım miktarlarının şekillenmektedir. Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın yağış değerlerinin geçmişten günümüze azalması ve azalan trendin devam etmesi neticesinde önümüzdeki dönemlerde de bu durumun havza su potansiyelinin düşeceğinin göstergesidir.

Kuraklık durumun bir bölgedeki yağış değerlerine göre tespit edilen özelliktir. Kuraklık durumu bir bölgenin-havzanın hidroklimatolojik özelliklerinin ortaya konulmasında önemlidir. Nitekim havzanın akım değerleri daha önce de belirtildiği gibi yağış durumundan etkilenmektedir. Yukarı Yeşilırmak havzasının kuraklık analizleri yapıldığında özellikle yaz aylarında kuraklık değerlerinin şiddetlendiği görülmektedir. Bu durum geçmişte bugüne sürekli olan bir hadise olduğu için normal olarak değerlendirilebilir ve yaz aylarında akış/akımdeğerlerinin düşük olması beklenir. Bununla birlikte dikkati çeken husus kuraklık durumu incelendiğinde özellikle son yıllarda artan değerlerin görülmesidir. Nitekim akım değerleri ile de karşılaştırıldığında kuraklık değerlerindeki artışın akım değerlerinde doğrudan düşüş olarak yansıdığı görülmektedir. Bu durum yine yağış miktarlarındaki düşüş trendi ve sıcaklık miktarlarındaki artış trendi ile paralellik göstermektedir.

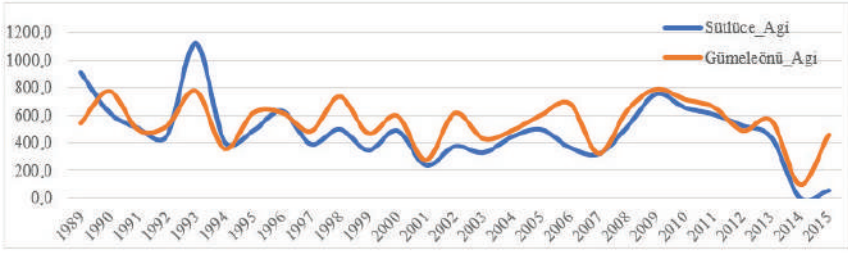
Havzadaki akım miktarının önemli ölçüde etkileyen diğeri iklim elemanı ise sıcaklıktır. Sıcaklık değerleri buharlaşma değerlerini etkilemesi sebebiyle oldukça önemlidir. Önceki başlıklarda da belirtildiği üzere havzanın su miktarının büyük bir çoğunluğu buharlaşmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre yağış ile havzaya gelen suyun yaklaşık 3/4'ü buharlaşarak akışa geçmemektedir. Yine ortalama sıcaklık değerlerine yapılan trend analiz testleri neticesinde de her istasyonda ortalama aynı değerleri yansıtmakta olup önemli ölçüde sıcaklık artışı eğilimi görülmektedir. 30 yıllık süreçte yaklaşık olarak 1°C'lik artışın tespit edildiği havzada bu artışa bağlı olarak evapotranspirasyon değerlerinin de artacağı ve havzadaki su kaybının yükseleceği öngörülmektedir.

Araştırma sahasında yağış miktarının akış değerleri üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. Akış değerlerinin ortaya konulduğu Harita 37 incelendiğinde bu durumun tutarlı olduğu görülmektedir. İklim konu başlığında belirtildiği üzere indirgeme yöntemi kullanılmış ve bunun neticesinde oluşturulan iklim haritaları ile akış hesaplama haritalarının paralellik gösterdiği görülmektedir. Özellikle Turc ve Thornthwaite yöntemlerinde akış değerleri yağış değerlerinden doğrudan etkilenmekle birlikte Karataş yönteminde de büyük ölçüde etkilenme söz konusudur. Bununla birlikte Karataş yönteminin birçok parametreyi değerlendirmesi sebebiyle yağış akış ilişkisi tam bir örtüşmeyi göstermemektedir.

Yağış-akış ilişkisini değerlendirmek maksadıyla ilk olarak yıllara göre akım ve yıllara göre yağış değerlerinin gösterildiği grafikleri (Şekil 71-72) incelendiğinde büyük ölçüde bir paralellik olduğu görülmektedir. Yağış miktarlarının az olduğu yıllarda akım miktarlarında azalma, fazla olduğu yıllarda ise artış görülmektedir. Akım miktarlarını gösteren grafik incelendiğine özellikle 1993 yılına ait olan değerler göze çarpmaktadır. Aynı dönemde yağış miktarı bu denli bir artış göstermemekle birlikte ilgili yılda kar yağışının aşırı fazla olduğu ve bu yılda akım değerlerinin bu sebeple fazla olduğu tespit edilmiştir.

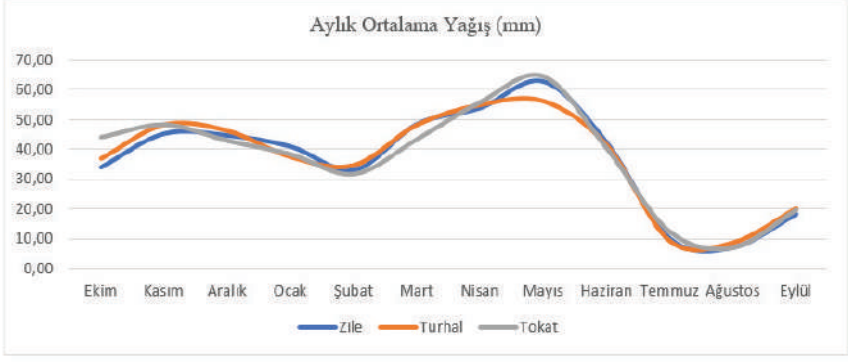


Şekil 71: Meteoroloji İstasyonları Yağış Değerleri

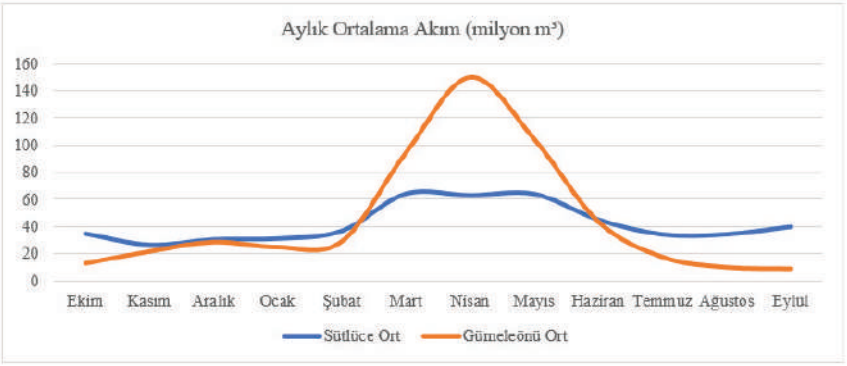


Şekil 72:Akım Gözlem İstasyonları Akım Değerleri

Yağış ve akım miktarları arasındaki ilişki yıl içerisindeki dağılışa göre incelendiğinde (Şekil 73-74) meteoroloji istasyonu verilerinde nisan-mayıs aylarında yağış miktarında artış, temmuz-ağustos aylarında ise düşüş görülmektedir. Bununla birlikte akım miktarlarında değişik bir durum göze çarpmaktadır. İlk olarak Gümeleönü AGİ incelendiğinde nisan ayında büyük bir akım artışının olduğu görülmektedir. Bu durumun oluşmasında havzada bu aylarda gerek yağış miktarının fazla olması gerekse de kar erimeleri sebep olmaktadır. Sütlüce AGİ'nin değerleri incelendiğinde ise aylık akım değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumunun oluşmasında başlıca etken Almus Barajı'nın varlığıdır. Baraj sayesinde Yeşilırmak Nehri'nin akımı düzenlenmekte ve aylara göre farklılık ortadan kalkmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere Almus Barajı'nın mansabında yer alan Ataköy Barajı'ndan Kelkit Çayı Havzası'na su atlatılmaktadır. Bu durumun neticesi olarak da şekil 34' te görüldüğü gibi Gümeleönü ve Sütlüce AGİ toplam değerleri yakındır. Hatta yıllık ortalama değerler incelendiğinde yukarı çığırda yer alan Gümeleönü AGİ'nin akım değeri Sütlüce AGİ'nin akım değerinden fazla olduğu görülmektedir. Bu duruma büyük ölçüde havza atlatma sebep olmakla birlikte beşeri kullanım da etkilidir.



Şekil 73:Yağışın Aylara Göre Dağılımı



Şekil 74:Akımın Aylara Göre Dağılımı

Çalışmada yapılan Mann-Kendall trend testleri geleceğe dair durum değerlendirmesi yapmak için önemlidir. Araştırma sahasında yer alan meteoroloji istasyonlarının 30 yıllık verileri temel alınarak yapılan trend analizleri sonuçları kullanılarak sonraki 30 yılda da benzer bir durumun ortaya çıkması ihtimali göz önünde bulundurularak elde edilen değerleri Tablo 83'de verilmiştir.

Tablo 83: Trend Analizlerine Göre Meteoroloji İstasyonları Sonraki 30 Yıllık Muhtemel Değerleri.

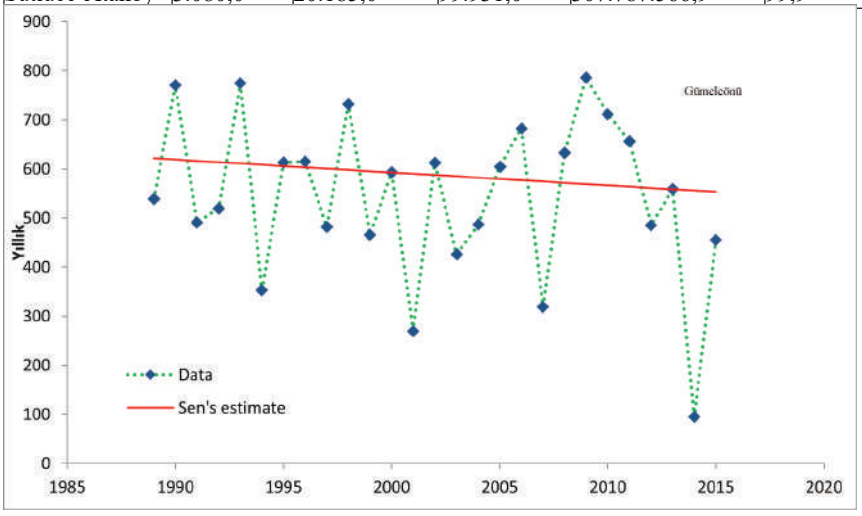
İstasyon	S. Artış(°C)	S. Ort. (°C)	Mevcut S. Ort.(°C)	Yağış Az.(mm)	Yağış Ort. (mm)	Mevcut Ort. Yağış(mm)
Zile	1,6	13,6	12,0	74,7	365,9	440,67
Turhal	0,8	13,5	12,8	26,6	415,1	441,63
Tokat	1,8	14,5	12,7	63,4	383,5	446,84

Tablo 83'deki değerler incelendiğinde meteoroloji istasyonlarının değerlerinde önemli değişikliklerin olduğu görülmektedir. Sıcaklık değerlerin incelendiğinde mevcut ortalama sıcaklık değerleri bakımından sahadaki en düşük sıcaklık ortalama sıcaklık değerine sahip olan Zile istasyonu 1,6°C bir artışla Turhal istasyonundan daha sıcak konuma gelmektedir. Turhal istasyonunun sıcaklık değerlerindeki artış eğilimi diğer iki istasyona göre daha az durumdadır. Mevcut verilere göre ortalama sıcaklık değerleri en fazla olan Turhal istasyonu trend analizlerine göre yapılan artış değerlendirmesi ile havzadaki en soğuk istasyon olmaktadır. Tokat istasyonunun yıllık ortalama sıcaklık değerinin 1,8°C arttığı görülmektedir. Üç istasyon içerisinde en fazla sıcaklık artışı Tokat istasyonunda görülmektedir. Bu değerlerle Tokat istasyonu sahadaki normalde ortalama sıcaklık değerleri bakımından Turhal'ın ardından ikinci sıradayken

ilk sıraya yerleşmektedir. Yine aynı tabloda yer alan ve trend analizleri neticesinde elde edilen verilere göre gelecek projeksiyonu yapılan yağış miktarları üç istasyonda da azalmaktadır. Zile istasyonu yağış miktarının en fazla azaldığı istasyondur. Yaklaşık 75 mm'lik bir azalma ile mevcut durumla aynı olacak şekilde sahadaki en az yağış değeri olan istasyon Zile istasyonudur. Sıcaklık değerlerinde olduğu gibi yağış değerlerinde de değişim miktarı en az olan istasyon Turhal istasyonudur. Mevcut yağış ortalamasına göre önümüzdeki 30 yıllık dönem muhtemel yağış miktarı 26,6 mm azalış göstermektedir. Bu duruma göre sahada en fazla yağış ortalama toplam yağış alacak olan istasyon Turhal istasyonudur. Tokat istasyonunun yağış değerlerinde 63,4 olarak gerçekleşen azalma trendine göre yağış miktarı %15 kadar düşme eğilimindedir.

Tablo 84: Akım Gözlem İstasyonu Trendi Sonuçları Dikkate Alınarak Karataş Yöntemine Göre Sonraki 30 Yıllık Muhtemel Ortalama Akım Miktarları.

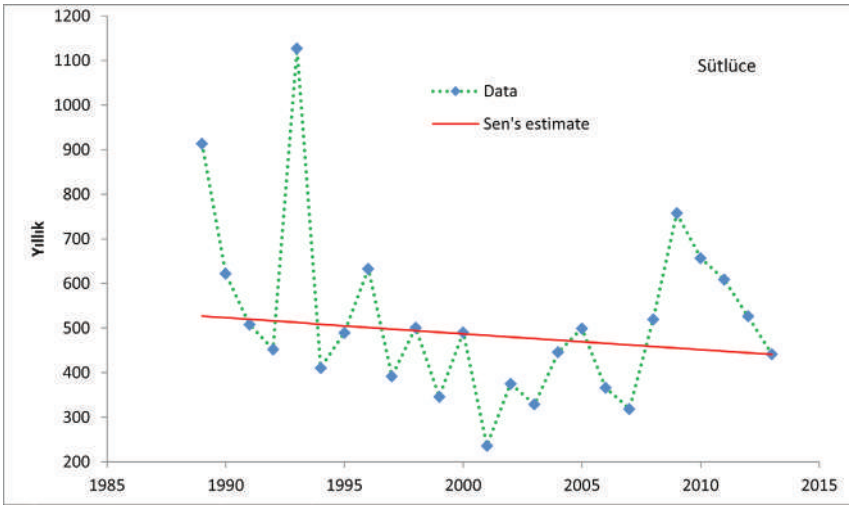
İstasyon	Alan(km²)	Ortalama$_{Karataş}$	Ortalama(m³)	Akım	Ortalama Akış(mm)
Gümeleönü	1.628,0	61.639,0	305.159,7	496.800.000,0	305,2
Ataköy	2.394,0	53.486,0	264.796,2	633.922.064,7	264,8
Sütlüce	5.473,0	34.469,0	170.647,6	933.954.533,3	170,6
Havza	6.391,0	33.534,0	166.018,7	1.061.025.398,0	166,0
Sütlüce-Ataköy	3.080,0	20.185,0	99.931,0	307.787.566,9	99,9



Şekil 75: Gümeleönü AGİ Mann-Kendall Grafiği

İklim değerlerinde olduğu gibi akım değerlerinde de önemli trend değerleri mevcuttur. Şekil 75'te Gümeleönü AGİ'nin trend grafiği verilmiştir. Trend hesaplamalarına göre mevcut yıllık akım miktarı 566 milyon m³ olan Gümeleönü istasyonunda 70 milyon m³'lük bir azalma meydana gel-

mektedir. İklim elemanlarına yönelik yapılan trend testleri de bu durumu destekler niteliktedir. Tablo 84'de bu durum dikkate alınarak önümüzdeki 30 yıllık süreçte gerçekleşmesi muhtemel akım değerleri Karataş Yöntemi'ne göre hesaplanarak verilmiştir.



Şekil 76: Sütlüce AGİ Mann-Kendall Grafiği

Sütlüce AGİ'nin akım değerlerine göre yapılan trend analizine göre de azalma eğilimi mevcuttur. Bununla birlikte bu AGİ beşeri etkiye fazlaca maruz kaldığı için Gümeleönü AGİ değerleri dikkate alınmaktadır (Şekil 76).

5.1.1.2 *Yapısal Unsurlar-Akım Etkileşimi*

Büyük ölçekli havzaların akış/akımdeğerlerinin hesaplanmasına genel olarak kullanılan yöntemler çoğunlukla iklim elemanları verilerini dikkate almaktadır. Yine hidroklimatoloji çalışmalarında da çoğunlukla iklim elemanları ve akım değerlerine ait veriler kullanılmakta bunlar dışındaki unsrulara çok fazla değinilmemektedir. Araştırma sahasının akım ve akış değerlerinin hesaplanmasında Karataş yönteminin değerleri kullanılacağı önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Karataş yöntemi farkı unsurları barındırması sebebiyle hidroklimatolojik çalışmalarda da bu unsruların dikkate alınmasını sağlamaktadır. Araştırma sahasının yapısal unsurları da akım üzerinde etkiye sahiptir. Bu durum akış hesaplama yönteminde de yapısal unsurların dâhil edilmesi ile sayısal bir nitelik kazanmıştır. Söz gelimi kayaç türü geçirimli olan alanlarda akış değerleri düşük, geçirimsiz olan alanlarda ise akış değerleri yüksektir. Yine aynı şekilde eğimli alanlarda akım değerlerinin yüksek olması, eğimi düşük olan alanlarda da akışın düşük olması beklenmektedir. Bu ve bunun gibi parametreler dik-

kate alındığında yapısal unsurların da akış üzerinde etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Karataş(2018) yönteminin esnek kullanım özelliğinden dolayı araştırmacıların akışa etki edebileceğini düşündüğü ve sayısal hale getirilebilecek olan her türlü yapısal unsur çalışmaya dâhil edilebilmektedir. Bu çalışmada Yapısal unsurlardan Litoloji, Eğim ve Büyük Toprak Grubu verileri sayısallaştırılarak formüle dâhil edilmiştir.

Jeoloji başlığı altında arştırma sahasının litoloji haritası verilmiş ve havzanın litolojik durumu ortaya konuşmuştur. Araştırma sahasında en yaygın litolojik birim olan Tokat Masifi yaşlı bir birimdir ve oldukça sert yapıya sahip olan, metamorfizma geçirmiş şist-mermer içeriğine sahiptir. Bu özellikleri sebebiyle Tokat Masifinin oldu alanlarda sadece litolojik yapı dikkate alındığında akış değerlerinin yüksek olması beklenir.

Litolojik birimler incelendiğinde öne çıkan diğer unsur ise alüvyon sahalardır. Tektonik depresyonların alüvyon dolgu ile dolması ile birlikte geniş alüvon ovalara sahip olan araştırma sahasında bu alanlar akışın en düşük olduğu alanlardır. Bu alanlar çoğunukla alçak ve yağış miktarının düşük olduğu yerlerdir. Bununla birlikte alüvyon oldukça geçirimli bir yapıya sahip olması ve düze yakın olması sebebiyle akış değerleri oldukça düşüktür.

Akış değerlerini etkileyen bir diğer yapısal unsur da eğim değerleridir. Eğim derecesi bir yerde akış olup olmaması hususunda önemli bir veridir. Söz gelimi eğim değerleri düşük olan alanlarda yağışların akışa geçmesi nispeten daha zordur. Eğim değerleri yüksek olan alanlarda ise tam tersi bir durum söz konusudur. Bu husus dikkate alındığında ve Harita 7'de araştırma sahasının eğim durumu incelendiğinde düşük eğim değerlerine sahip olan alanlar çoğunlukla havza tabanında yer almaktadır. Havzadaki ovaların olduğu alanlar, vadi tabanları ve Yaylacık Dağı'nın aşınım düzlüğü sahasının eğim değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Buna mukabil olarak dağlık ve yüksek olan havzanın yukarı çığırında, kuzey ve güneydeki dağ sıralarında, akarsuların derin bir şekilde aşındırdığı vadi yamaçlarında eğim değerleri oldukça yüksektir. Havza geneli dikkate alındığında ise eğim ve engebelilik durumun fazla olduğu görülmektedir. Bu durumda akış değerlerinin bu eğimli sahalarda diğer unsurlar göz ardı edildiğinde oldukça yüksek olması gerekmektedir. Yine bu yüksek kesimlerde buharlaşma değerlerinin düşük olması sebebiyle de akış değerleri oldukça yüksektir.

Toprak gruplarının da akış değerleri üzerinde etkisi bulunmaktadır. Toprak grubuna göre geçirimlilik değerleri değişiklik göstereceğinden bu durum akış değerleri üzerinde de etkiye sahiptir. Araştırma sahasının büyük toprak gruplarını gösteren harita (Harita 15) incelendiğinde

araştırma sahasının büyük bir kısmını kahverengi orman toprakları kapsamaktadır. Akış hesaplama yönteminde bu toprak grubuna geçirimliliği-tekstürü göz önünde bulundurularak orta değer verilmiştir. Araştırma sahasında yer alan toprak gruplarının büyük çoğunluğu aynı özelliklere sahip olan toprak gruplarından olup ortalama değer verilmiştir. Yine harita incelendiğinde ovalarda ve vadi tabanlarında alüvyal toprakların dağılış gösterdiği görülmektedir. Alüvyal topraklar özellik itibariyle geçirimli topraklardır. Bu sebeple akış hesaplama değerlerinde minimum değer verilmiş olup akışı engelleyici olarak belirlenmiştir. Bu alanlarda diğer tüm unsurlar göz ardı edildiğinde akış değerlerinin minimum seviyede olacağı hesaplanmaktadır.

5.1.1.3 *Arazi Kullanımı-Akım Etkileşimi*

Arazi kullanımı veya arazi örtüsü olarak da adlandırabileceğimiz özellikler bir bölgenin ya da havzanın yüzeysel akış/akımdeğerleri üzerinde etkilidir. Söz gelimi çıplak-kayalık arazilere düşen yağışın doğrudan akışa geçme oranının fazla olmakla beraber, bitki örtüsü gür olan alanlarda ise tam tersi bir durum söz konusudur. Bir bölgedeki arazi kullanım sınıflarının bilinmesi durumunda bu bölgede hangi alanlarda arazi kullanımı- akış etkileşimi ne şekilde olacağı büyük oranda belirlenebilir. Yine daha önce belirtildiği üzere Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın akış değerleri hesaplanırken kullanılan Karataş (2018) yöntemine göre arazi kullanım sınıflarına göre verilen değerlerin akış miktarına etkileri ve dolayısıyla akım üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

Tablo 85: Arazi Kullanım Birimleri Dağılışı.

Arazi Örtüsü	Alan(km^2)	Oran(%)
Akarsu Kumulu	6	0,1
Bağ-Bahçe	12	0,2
Çayır	716	11,2
Çıplak Alan	20	0,3
Kuru Tarım	1410	22,1
Maden	8	0,1
Orman	2929	45,8
Seyrek Bitki Örtüsü	514	8,0
Su Yüzeyi	40	0,6
Sulak alan	2	0,0
Sulu Tarım	668	10,5
Yerleşme	67	1,0

Karataş (2018) yöntemine göre yapılan akış hesaplamalarında arazi örtüsü-kullanımı durumuna genel değer olarak "2" çarpanı verilmektedir.

Arazi kullanım durumuna verilen bu değer ile birlikte arazi kullanım birimleri de kendi aralarında 1-5 arası değerler verilerek akışa yönelik etkileri hesaplanmıştır. Bu değerlere göre araştırma sahasının arazi örtüsünün akış değerlerine etkisi tablolar vasıtasıyla verilmiştir. Tablo 85'de arazi kullanım birimlerinin arazideki kapladıkları oranları, tabloda ise arazi kullanım birimlerinin değerleri görülmektedir.

Tablo 86:Arazi Kullanım Birimleri-Akış Etkileri

Değerler	Birim	Değerler	Birim
2	Bahçe(kuru)	3	Mera
5	Baraj	1	Orman
2	Bahçe(Sulu)	4	Sulu Tarım
3	Çayır	4	Sulu Tarım(Yetersiz)
5	Çıplak Kaya	3	Bağ
2	Çiftlik	5	Yerleşme
2	Fundalık	5	Akarsu Yatağı
2	Göl	4	Kuru Tarım
5	Su Yüzeyi		

Tablolar incelendiğinde araştırma sahasında %45,8'lik alana sahip olan orman örtüsü en geniş alanı kaplamaktadır. Orman alanları yağışın doğrudan akışa geçmesini engellemesi açısından önemlidir. Gerek orman sahalarında nemin tutulması gerekse de infilitrasyon yoluyla yer altına sızdırması sebebiyle bu sahalara düşen yağışların doğrudan akışa geçme oranları düşüktür. Bu özellikleri neticesinde orman alanları arazi kullanım birimleri arasında akış değerlerine etki açısından en düşük değer olan "1" değerine sahiptir. Araştırma sahasının hemen hemen yarısına yakınını kapsayan orman alanları akışlar ve akımlar üzerinde de büyük etkiye sahip olup havzanın hidroklimatolojik özelliklerini doğrudan belirleyici role sahiptir. Arazi kullanım deseni başlığında da değinildiği üzere araştırma sahasının orman alanları yıllar itibariye artış eğilimi göstermektedir. Bu artış miktarı çok fazla olmamakla birlikte havzadaki akış ve akım değerlerinde azalmaya yönelik etki edeceği öngörülmektedir.

Orman alanlarından sonra araştırma sahasında en çok yer kaplayan arazi kullanım birimi tarım alanlarıdır. Kuru tarım alanları (%22,1) ve sulu tarım alanları (%10,5) toplamda araştırma sahasında %32,6'lık bir alan kaplamaktadır. Bu durumda arazi kullanım birimleri arasında havzanın hidroklimatolojik özelliklerini etkilemesi açısından tarım alanları da büyük öneme sahiptir. Karataş (2018) yöntemine göre tarım alanlarının akış üzerindeki katsayı etkisi 1-5 değerleri arasından 4 olarak belirlenmiştir. Tarım bitkilerinin gerek (orman alanlarına göre) su kullanım miktarları

daha düşük olması gerek yılın belli dönemlerinde çıplak olması durumu gerekse de bitki köklerinin daha yüzeysel olması sebebiyle bu alanlardaki infilitrasyon değerlerinin düşük olması nedeniyle yağışların doğrudan akışa geçme oranları daha yüksektir.

5.1.1.4 *Beşeri Faaliyetler-Akım Etkileşimi*

İnsanlık tarihinin başlangıcından itibaren beşeri faaliyetler bir şekilde suya bağlıdır. Başta insan yaşamının devamı için gerekli olan su dolaylı yollardan da yine insan yaşamı üzerinde büyük öneme sahiptir. Zirai faaliyetleri, sınai faaliyetler, ulaşım, turizm gibi ekonomik faaliyetlerin hepsi için su gereklidir. Bu gibi insan faaliyetleri doğal ortamda su üzerinde çeşitli etkilere sahiptir.

Araştırma sahasında da beşeri faaliyetler mevcut su durumunu ve akarsu akımlarını etkilemektedir. Daha önce de belirtildiği üzere su kullanımında en büyük pay zirai faaliyetlere düşmektedir. Havzada tarım alanları en fazla yer kaplayan arazi kullanım sınıfları arasındadır. Bununla birlikte birçok tarım alanı sulanabilir özelliktedir. Tarım alanlarının sulanabilir olması verimlilik ve çeşitlilik açısından önemlidir. Bu sebeple tarımsal sulamayı geliştirme maksatlı birçok yapı yapılmaktadır. Daha önceki başlıklarda da belirtildiği üzere araştırma sahasında tarımsal sulama maksatlı birçok baraj-gölet, regülatör ve sulama kanalları yapılmıştır. Su depolama yapıları akım değerleri üzerinde negatif etkiye sahiptir. Geçmişteki akım değerleri incelendiğinde özellikle Almus Barajı ve Ataköy Barajı gibi büyük ölçekli barajların yapımı neticesinde akım değerlerinde ki düşüş görülmektedir. Baraj gölleri doğrudan ve dolaylı olarak akım değerleri üzerinde etki etmektedir. Doğrudan etki durumu iki şekildedir. Birincisi baraj gölü yüzeyi geniş bir su kütlesi alanı ortaya çıkarmaktadır. Geniş bir su yüzeyinin oluşması neticesinde de bu yüzeyden gerçekleşen buharlaşma miktarı akım değerleri üzerinde negatif etkiye sahiptir. Normal şartlarda akışa geçmiş olan sular baraj yüzeyinde buharlaşarak kayba uğramaktadır. Baraj göllerinin diğer etkisi ise infilitrasyon durumudur. Rezervuarda bekletilen su sızarak yer altına geçecek ve akım değerleri düşecektir. Bu hususlar dikkate alındığında havzadan yer alan nispeten büyük ölçekli 3 baraj Yeşilırmak Nehri akım değerleri üzerinde büyük etkiye sahiptir. Başta havzadaki en büyük baraj olan Almus Barajı ve devamında yer alan Ataköy ve Omala Barajları enerji üretimi amaçlı kurulmakla birlikte sahip oldukları rezervuarlar yolu ile akım değerleri üzerinde negatif etkiye sahiptir. Dolaylı etki olarak ise bu barajların vasıtasıyla akarsu akımları düzenlenebilmekte ve sulama yapılarına olanak sağlamaktadırlar. Önceki başlıklarda da belirtildiği üzere havzadaki sulama maksatlı yapılan beşeri yapılar akım değerleri üzerinde büyük etkiye sahiptir. Araştırma sahasında yer alan en önemli sulama projeleri Tokmak-

kaya Regülatörü ve Gözova sulama kanalları ile Gümenek Regülatörü ve Kazova sulama yapılarıdır (Fotoğraf 61). Bu iki sulama yapısı vasıtasıyla Kazova, Gözova ve Turhal Ovası'nda yer alan tarım alanları mayıs ayından eylül ayına kadar sulanabilmektedir. Bu yapılar dışında bölgede küçük ölçekli sulama göletleri mevcuttur. Mevcut durumda sulama yapıları büyük etkiye sahiptir ve bölge genelinde tarımsal aktiviteleri geliştirmek maksatlı yeni projeler de mevcuttur. Bu durumda yeni yapılan projeler de su kaynakları kullanımını arttıracak ve akım değerleri üzerindeki negatif etkisini fazlalaştıracaktır.



Fotoğraf 61: Tarımsal Sulama Maksatlı Yapılan Sulama Kanalı

Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada araştırma sahası olarak belirlenen Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın hidroklimatolojik özelliklerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu maksatla öncelikle gerek araştırma sahasının coğrafi özelliklerini gerekse de çalışma konusunu içeren literatür taranmış ve faydalanılmıştır. Yine çalışmada kullanılacak olan veriler ilgili kurumlardan temin edilmiştir. Sonrasında araştırma konusuna yönelik gerekli olan analizler yapılmıştır. Son olarak da bu analiz sonuçları hidroklimatolojik açıdan değerlendirilmiştir.

İlk olarak araştırma sahasının genel coğrafi özelliklerinin ortaya koymak için jeoloji, jeomorfoloji, toprak, bitki örtüsü ve beşeri coğrafya özellikleri çeşitli kaynaklardan, verilerden ve arazi çalışmalarından yararlanılarak ortaya konulmuştur. Elde edilen bilgiler bu coğrafi özelliklerin hidroklimatolojik durum üzerindeki etki değerlendirilmiştir. Yukarı

Yeşilırmak Havzası KAF'ın hemen güneyinde yer almaktadır ve havza levha sıkıştırma hareketlerine bağlı olarak arızalı yapıya sahiptir. Havza litolojik yapısında en önemli birim Tokat Masifi ve bunun yanında kuvaterner birimlerdir. Havzanın en alçak noktası 396 m, en yüksek noktası 2705 m ve ortalama yükseltisi 1195 m olup Türkiye ortalamasından yüksektir. Havzada yaygın olarak zonal topraklar yer almaktadır. Orman örtüsü yaygın olup havzada büyük alan kaplamaktadır. Havza nüfusu yıllara göre büyük değişiklik göstermemekle birlikte ADNKS verilerine göre 385 bin dolaylarındadır ve ekonomik sebeplerden dolayı ortaya çıkan göç nedeniyle artış hızı çok düşüktür. Nüfusun çoğunluğu havzanın batısında, alçak kesiminde ve ova/ovaya yakın alanlarda yoğunlaşmıştır. Şehir nüfusu kır nüfusuna göre fazla olup kır/kent oranı %35'in altındadır. Havzada ekonomik faaliyetler içerisinde ziraat başı çekmektedir. Havzanın batısında yer alan ovalarda yoğun şekilde tarım yapılmakta olup nispeten yüksek kesimlerde de yine tarım ve hayvancılık faaliyetleri yaygındır. Havzada sanayi sektörü çok gelişmemiş olup tarıma dayalı sanayi tesisleri yaygındır. Havzadaki en yaygın arazi örtüsü orman alanlarıdır ve yıllara göre orman alanlarında artış mevcuttur. Yine tarım alanları da geniş yer kaplamakta ve yıllara göre sulanabilir tarım arazileri artmaktadır.

Sonraki aşamada havzanın morfometrik durumunun tespiti için topografik analizler yapılarak havzanın alansal, çizgisel ve yüzeysel parametreleri tespit edilmiştir. Topografik analizler neticesinde havzanın coğrafi yapısının şekillenmesinde gerek tektonik faaliyetler gerekse de flüvyal süreçler etkin rol oynamaktadır.

Çalışmadın temel yapısının klimatolojik ve hidrografik analizler oluşturmaktadır. Araştırma sahasının klimatolojik özelliklerinin tespiti için sahada mevcut bulunan ve uzun yıllar rasat kaydı olan üç meteoroloji istasyonu verileri öncelikle düzenlenmiştir. Noktasal yeri temsil eden bu değerleri havza geneline yaymak için klimatoloji çalışmalarında başvurulan formüller ve Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamaları kullanılmıştır. Havzanın iklim özellikleri farklı araştırmacıların sınıflandırma yöntemlerine göre ortaya konulmuştur. İklim tasnifleri şu şekildedir; Köppen/Akdeniz, Sıcak-Serin Yaz iklimi, De Martone/Yarı kurak sahalardaki nemli bölgeler, Peltier/Savan, Wilson/Yarı Kurak-Nemli, Taner/Ilıman, Summerfield/Nemli Ilıman şeklindedir. Yine hidroklimatoloji çalışmaları için önemli olan kuraklık analizleri iklim başlığı altında yapılmıştır. Bu maksatla yapılan üç analiz neticesinde havzada özellikle son yıllarda kuraklık değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Bu durum havzanın hidrografik yapısında da olumsuz yönlü etkiye sahip olacaktır. Klimatoloji çalışmalarında önemli yeri olan trend analizleri bu çalışmada da yapılmıştır. Özellikle sıcaklık ve yağış değerlerindeki eğilimleri tespit etmek için yapılan trend analizleri neticesinde sıcaklık değerlerinde artış, yağış

değerlerinde de azalma eğilimi tespit edilmiştir. Havza su potansiyeli açısından bu iki iklim elemanının eğilimleri değerlendirildiğinde doğrudan negatif bir etkinin olacağı görülmektedir daha önce de belirtildiği üzere havzanın temel su kaynağı olan meteoroik sularda yağış miktarlarındaki azalma eğilimine bağlı olarak düşüş ortaya çıkacaktır. Sıcaklık değerleri de evapotranspirasyon miktarları açısından önemlidir. Sıcaklık değerlerindeki artış eğilimi buharlaşma değerlerine de doğrudan yansıyacaktır. Bu durumda hem havzaya düşen yağış miktarı azalacak hem de buharlaşma artacak ve havza su potansiyeli iki taraftan da azalacaktır.

Araştırma sahasının hidrografik özelliklerini ortaya koymak maksadıyla ilk olarak mevcut literatür incelenmiştir. Hidrografya çalışmalarında önemli olan akım değerleri ilgilim kurumlardan temin edilerek amaca yönelik olarak tasnif edilmiştir. Sonraki aşamada havzanın su bilançosunu, akım-akış değerlerini hesaplamak için çeşitli yöntemler uygulanmıştır. Yapılan analizler neticesinde çeşitli yöntemlere göre havzanın akış ve akım değerleri hesaplanmıştır. Bazı yöntemler hiç sonuç vermemekle birlikte gerçeğe yakın değerler içeren 3 yöntem olan Thortwaite, Turc ve Karataş yöntemlerinin sonuçları haritalandırılarak ortaya konulmuştur. Bu üç yöntem karşılaştırıldığında gerçek değerlere en yakın olarak Karataş Yöntemi tespit edilmiştir. Sonraki aşamada su kullanımının sektörel dağılımına yönelik tespitler yapılmış ve su kullanımındaki fırsatlar ve tehditler değerlendirilmiştir. Yine Hidroklimatoloji çalışmalarının bir diğer alt konusu olan taşkın analizleri yapılarak değerlendirilmiştir. Taşkın hesaplama yöntemlerinden yaygın şekilde kullanılan iki tanesi mevcut verileri imkân verdiği şekilde kullanılmış ve taşkın durumu ortaya konulmuştur. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre geçmişte de taşkın afeti ile karşılaşmış olan yerleşmelerin ileriye dönük olarak taşkına maruz kalma ihtimali değerlendirilmektedir.

Son olarak çalışmada elde edilen tüm veriler, analiz sonuçları dikkate alınarak yapılan değerlendirmede araştırma sahasının hidroklimatolojik özellikleri çeşitli açılardan değerlendirilmiştir. Daha önce de belirtildiği üzere çalışma sahasının hidroklimatolojik yapısının temelini yağış-akış ilişkisi oluşturmaktadır. Havzanın su kaynağı olan yağış hidrografik özellikler üzerinde doğrudan etkilidir. Yağış değerlerindeki ileriye yönelik düşüş olasılığı yapılan analizler neticesinde ortaya konulmuştur. Yine iklim elemanlarında sıcaklık da havza hidrografyasını doğrudan etkilemektedir. Yapılan analizlerde kullanılan buharlaşma değerleri direkt olarak sıcaklığa göre şekillenmektedir. Klimatolojik unsurların yanı sıra havzanın yapısal özellikleri ve beşeri faaliyetler de hidroklimatolojik durumunu şekillendirmektedir.

Havzanın mevcut su potansiyelinin kaynağı meteorik sulardır. Uzun yıllık meteorolojik rasatların değerlerine göre yapılan analizlerde Yukarı

Yeşilırmak Havzası'nın meteorik su kaynağı miktarı 4.5 milyar m³'tür. Bu miktarın büyük bir bölümü buharlaşmaktadır. Meteorolojik verilere yönelik yapılan analizler neticesinde havzanın yağış değerleri azalma eğilimindedir. Bu durumda havzanın tek su kaynağı olan yağışların azalması ile mevcut su potansiyelinde düşüş görülecektir. Yine yapılan analizler havzanın sıcaklık değerlerinin de artışta olduğunun işaret etmektedir. Bu durumda da buharlaşmaya bağlı olan su kaybının artması açıktır. İleriye dönük düşünüldüğünde havzada ki su potansiyeli ciddi bir şekilde azalma gösterecektir. Bu durum sonraki dönemlerde su kaynaklarının yetersizliğine işaret etmektedir. İlgili başlıklarda da belirtildiği üzere çalışma sahasında tarımsal faaliyetler büyük önem arz etmektedir. Su kullanımında zirai faaliyetlerin başı çektiği gerçeği de göz önünde bulundurulursa olası bir su sıkıntısı durumunda tarımsal verimliğin düşeceği ve bölgenin sosyo-ekonomik durumun olumsuz bir şekilde etkileneceği aşikârdır. Bu durum dikkate alındığında havzanın su kaynaklarının korumak maksatlı bir dizi önlem alınması elzemdir. İlk olarak bölgede yaygın bir şekilde yapılan vahşi sulamanın önüne geçilmesi ve modern yöntemlerin yaygınlaştırılarak zirai sulamada kullanılan su miktarının daha verimli hale getirilmesi gerekmektedir. Bölgede mevcut bulunan depolama yapılarının sayılarının arttırılması da gerek tarımsal sulama gerekse de diğer kullanımlar açısından önemlidir. Bu hususta normal baraj/bentlerin yanında mevcut akiferlerin de değerlendirilmesi önemlidir. Normal barajlar havza su potansiyelinin korunmasına katkı sağlasa da su yüzeyinden gerçekleşen buharlaşma durumu yine su kaybına sebebiyet vermektedir. Havzada mevcut bulunan alüvyon akiferlerinin yer altı barajları ile korunması durumu değerlendirilmedir. Yer altı barajları suyun yer altında depolanmasına olanak sağlamakta ve buharlaşma kaybı daha az gerçekleşmektedir. Ayrıca arazi kullanımına etki etmemesi hasebiyle de daha ekonomiktir (Özmen, 2021). Mevcut su potansiyelinin karşılaştığı bir diğer risk durumu da kirliliktir. Mevcut su kaynaklarının ve akiferlerin kirlenmesi durumu bu kaynakların kullanılmasını olanaksız hale getirecek ve su sorununu ortaya çıkaracaktır. Havza nüfusunun büyük bir bölümünü içeren Tokat, Turhal, Zile ve Pazar Belediye'lerinin ortak katı atık tesisi bu hususta önemlidir. Nüfus miktarlarına bağlı olarak ortaya çıkan katı atıkların büyük bir kısmının bu sayede çevreye ve su kaynaklarına zarar vermesinin önüne geçilmektedir. Modern yöntemlerle atıklardan çıkan kirletici sıvıların su kaynaklarına/yeraltı suyuna karışması engellenmektedir (Tokat Valiliği, 2016-2022). 2015 yılı itibariyle işletmeye alınan bu tesis katı atıkların çevre/su kirliliğine sebep olmasının önüne geçmiştir. Daha önceki dönemde ise özellikle Tokat'ın depolama sahası gerek akarsu gerekse de yer altı suları açısından tehlike arz eden bir konumda bulunmakta ve herhangi bir sıvı sızıntısı dönüşümü işlemi yapılmamakta idi. Havza genelinde sıvı atıkların dönüşümü/arıtılması hususunda herhangi bir tesis bulunmamaktadır. Bu durum

da mevcut su kaynaklarının kirlenmesine sebebiyet vermektedir. Son olarak Yukarı Yeşilırmak Havzası'nın su potansiyeline etki eden en önemli husus bölgede yer alan Ataköy Barajı/Köklüce HES yapılarıdır. Enerji üretimi maksadıyla yapılan bu tesisler vasıtasıyla havzanın su miktarının büyük bir kısmı kuzeydeki Kelkit Havzası'na derive edilmektedir. Mevcut tesisler vasıtasıyla yıllık ortalama 537 milyon m^3'lük su diğer havzaya atlatılmaktadır (Devlet Su İşleri Vakfı, 2011). Yapılan hesaplamalara göre bu noktada akım değeri 734 milyon m^3 olduğu dikkate alınırsa havzanın önemli su kaynağını oluşturan yukarı çığırının su miktarının büyük çoğunluğu kayıp durumundadır. Gelecekte havzada su ihtiyacının artması ve mevcut kaynakların azaltılması durumunda bu tesiste kullanılan su miktarının düzenlenmesi ve hatta gerekli durumda işletmeden kaldırılması gibi önlemlerin alınması gerekecektir.

KAYNAKÇA

AFAD. (2020, Aralık 7). https://deprem.afad.gov.tr/depremdetay;jsessionid=41AF89FE65FCA6D324C636C4DE7DDF2C?eventID=452904 adresinden alındı

Akkurt, A. (2014). *Zile İlçesinin Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası.* Ankara: Pegem.

Aktimur, H. T., Tekirli, M. E., & Yurdakul, M. E. (1990a). *Açınsama Nitelikti Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Tokat D-22 Paftası.* Ankara: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü.

Aktimur, H. T., Yurdakul, M. E., Ürgün, B. M., Ateş, Ş., & Teoman, Ş. (1990b). *Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Tokat D-23 Paftası.* Ankara: Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü.

Akyüz, Ö. H. (2018). *Şehir Coğrafyası Açısından Bir Araştırma: Geçmişten Günümüze Tokat.* İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Esntitüsü.

Ardel, A. (1973). *Umumi Coğrafya Dersleri-Klimatoloji.* İstanbul: Edebiyat Fakültesi Basımevi.

Arıkan, B. B. (2018). *Kuraklık İndislerinin Hidroklimatolojik Verilere Dayalı Tahmini.* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Arnell, N. W. (1999). Climate change and global water resources. *Global Environmental Change, 9*, 21-34.

Aşçıoğlu, E., & Uzuner, N. (1973). *Yukarı Yeşilırmak Projesi Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu.* Samsun: DSİ.

Aşçıoğlu, E., & Uzuner, N. (1973). *Yukarı Yeşilırmak Projesi Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu.* Samsun: Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü.

Atalay, İ. (1982). *Toprak Coğrafyası.* İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal bilimler Fakültesi Yayınları.

Atalay, İ. (1994). *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası.* İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Atalay, İ. (2011). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası.* İzmir: Mete Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ. (2011). *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği.* İzmir: Meta Basım ve Matbaacılık.

Atalay, İ. (2011). *Türkiye İklim Atlası.* İstanbul: İnkılap Kitabevi.

Atalay, İ. (2013). *Doğa Bilimleri Sözlüğü.* İzmir: META Basım ve Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ. (2017). *Türkiye Jeomorfolojisi.* İzmir: Meta Basım Matbaacılık.

Atalay, İ., & Gündüzoğlu, H. A. (2015). *Türkiye'nin Ekolojik Koşullarına Göre Arazi Kabiliyet Sınıflandırılması.* İzmir: Meta Basım ve Matbaacılık.

Avcı, V., & Günek, H. (2015). Uludere Havzası'nın(Bingöl) Jeomorfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Morfometrik Analizlerin Kullanımı. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal BİIimler Enstitüsü*, 746-770.

Bagha, N., Arian, M., Ghorashi, M., Pourkermani, M., Hamdouni, R. E., & Solgi, A. (2013). Evaluation of relative tectonic activity in the Tehran basin, central Alborz,northern Iran. *Geomorphology*, 66-87.

Bayraktar, C. (2018). Tekeli Dağı'nda (Tokat) Geç Pleyistosen Buzullaşmalarının İzleri. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 13-25.

Blumental, M. M. (1950). *Orta ve Aşağı Yeşilırmak Bölgelerinin(Tokat, Amasya, Havza, Erbaa, Niksar).* Ankara: MTA.

Bölük, E. (2016). *Aydeniz İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi.* Ankara: MGM.

Cengiz, T. M. (2005). *Türkiye Göl Seviyelerinin Hidroklimatolojik Analizi.* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Coşkuner, B., Eren, Y., Demircioğlu, R., & Aksoy, R. (2019). Fethiye Burdur Fay Zonu'nun Kuzeydoğu Kesiminin (Burdur-Güneybatı Anadolu) Göreceli Tektonik Aktivitesinin Jeomorfik İndislerle İncelenmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 221-226.

Çakar, Ö. (2014). *Turhal (Tokat) Şehir Coğrafyası (Basılmamış).* Elazoğ: Elazığ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

ÇED ve İzinleri Şube Müdürlüğü. (2022). *Tokat İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu.* Tokat: Tokat Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü.

De Martonne, E. (1942). NOUVELLE CARTE MONDIALE DE L'INDICE D'ARIDITÉ (Carte hors texte). *Annales de Géographie. Vol. 51. No. 288*, 241-250.

Demirci, A., Karaburun, A., & Kara, F. (2009). UZUN DÖNEM SICAKLIK VERİLERİNDE THIESSEN VE MANN-KENDALL METODLARI İLE TREND ANALİZLERİNİN YAPILMASI: İSTANBUL ÖRNEĞİ. *Coğrafî Bilgi Sistemleri Sempozyumu CBS ve Bilgi Teknolojileri Bildiriler Kitabı* (s. 31-42). İzmir: 3. Ulusal DEÜ CBS Sempozyumu.

Deniz, Z. A. (2018). Genel Klimatoloji. B. Gönençgil içinde, *Genel Fiziki Coğrafya* (s. 203-257). Ankara: Nobel Akademik.

Deniz, Z. A., & Gönençgil, B. (2015). Trends Of Summer Daily Maximum Temperature Extremes in Turkey. *Physical Geography*, 268-281.

Devlet Su İşleri Vakfı. (2011). *Su Dünyası.* Ankara: Devlet Su İşleri Vakfı.

Dönmez, Y. (1979). *Kocaeli Yarımadası'nın Bitki Coğrafyası.* İstanbul: Edebiyat Fakültesi Matbaası.

Dönmez, Y. (1984). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları.* İstanbul: Güryay Matbaacılık.

Duhan, D., & Pandey, A. (2013). Statistical analysis of long term spatial and temproral trends of precipitation during 1901-2002 at Madhya Pradesh, India. *Atmospheric Research 122*, 136-149.

Duran, F. S. (1932). *Türkiye Coğrafyası.* İstanbul: Kanaat Kütüphanesi.

Easterling, D. R., Horton, B., Jones, P., Peterson, T. C., Karl, T. R., Parker, D. E., . . . Folland, C. K. (1997). Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science*, 364-367.

Ergene, A. (1987). *Toprak Biliminin Esasları.* Erzurum: Atatürk Üniversitesi Basımevi.

Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metodları.* İstanbul: Gür-Ay Matbaası.

Erinç, S. (2012). *Jeomorfoloji I.* İstanbul: Der Yayınları.

Erol, O. (2014). *Genel Klimatoloji.* İstanbul: Çantay Kitabevi.

Ertek, A. (2016). Türkiye'nin Hidrografik Özellikleri. M. H. Kanat içinde, *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği* (s. 71-114). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Feng, S., Hu, Q., Huang, W., Ho, C. H., Li, R., & Tang, Z. (2014). Projected climate regime shift under future global warming from multi-model, multi-scenario CMIP5 simulation. *Global and Platenary Change*, 90-104.

Garipağaoğlu, N. (2015). *Türkiye Ortam Sorunları Coğrafyası.* İstanbul: Yeditepe Yayınları.

Gocic, M., & Trajkovic, S. (2013). Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. *Global and Platenary Change*, 172-182.

Gocic, M., & Trajkovic, S. (2013). Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. *Global and Planetary Change*, 172-182.

Gök, M. (2021). *Turhal İlçesi'nin Nüfus ve Yerleşme Coğrafyası.* Ankara: İksad.

Gönençgil, B. (2012). Climate Characteristic of Thrace and Observed Temperature-Precipitation Trends. *IBAC*, 80-95.

Gönençgil, B., & Sarıgül, O. (2018). Peltier'e Göre Türkiye'nin Morfojenetik Bölgelerinin Belirlenmesi. *TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 121-137). Ankara: TÜCAUM.

Gündüz, M., & Yılmaz, H. (2016). *Tokat İl Ekonomik Görünüm Raporu.* Tokat: Tokat Valiliği.

Hanilçe, M. (2018). Osmanlı Devleti'nin Bataklık Kurutma Uygulamalarında Bir Bakış: Tokat Kaz Gölü Örneği(1870-1892). *Türk Dünyası Araştırmaları*, 49-88.

Hidrometeoroloji Şube Müdürlüğü. (2022, 1 1). *MGM.* https://mgm.gov.tr/veri-degerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx adresinden alındı

Hirschboeck, K. (1988). Flood Hydroclimatology. V. R. Baker, R. C. Kechel, & P. C. Patton içinde, *Flood Geomorhology* (s. 27-49). New York: John Wiley And Sons Inc.

Hoşgören, Y. (1984). *Hidrografya'nın Ana Çizgileri I.* İstanbul: Acar Matbaacılık Tesisleri.

Hoşgören, Y. (2014). *Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü.* İstanbul: Çantay.

Isobe, M. (2013). Impact of global warming on coastal structures in shallow water . *Ocean Engineering,71*, 51-57.

İzbırak, R. (1983). *Türkiye Jeomorfolojisi.* Ankara: Yazar.

İzbırak, R. (1992). *Coğrafya Terimleri Sözlüğü.* İstanbul: MEB.

Kadıoğlu, M. (2008). Kuraklık Kıranı Risk Yönetimi. M. Kadıoğlu, & E. Özdamar içinde, *Afet Zararlarını Azaltmanın* (s. 277-300). Ankara: JICA Türkiye Ofisi Yayınları.

Karaalioğlu, B. (1977). *Tokat-Kazova ve Turhal Ovaları Hidrojeolojik Etüt Raporu.* Ankara: DSİ.

Karabulut, M., & Cosun, F. (2009). Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 65-83.

Karamouz, M., Nazif, S., & Falahi, M. (2012). *Hydrology and hydroclimatology: principles and applications.* New York: CRC Press.

Karataş, A. (2017). *Karasu Çayı Havzası'nın Hidrografik Planlaması.* İstanbul: Çantay.

Karataş, A. (2018). Identifying Surface Runoff Distribution and Amount in Stream Basins: Ergene River Basin. *Turkish Journal of Water Science and Management*, 40-83.

Karataş, A. (2019). Sular Coğrafyası(Hidrografya): Yeraltı ve Yerüstü Sularının Dağılışı, Özellikleri ve Etkileri. M. A. Ceylan içinde, *Genel Fiziki Coğrafya* (s. 189). Ankara: Atlas Akademik Basım Yayın Dağıtım.

Keskiner, A. D., Çetin, M., Şimşek, M., & Akın, S. (2020). Kuraklık Riski Altındaki Havzalarda Gölet Haznelerinin Tasarımı: Seyhan Havzası'nda Bir Uygulama. *Teknik Dergi*, 10189-10210.

Khan, S. I., Adhikari, P., Hong, Y., Vergara, H., Adler, R. F., Policelli, F., . . . Okello, L. (2011). Hydroclimatology of Lake Victoria region using hydrologic model and satellite remote sensing data. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 107–117.

Kılıç, M., Brohi, A. R., & Durak, A. (1991). *Toprak Bilimi.* Tokat: Cumhuriyet Üniversitesi, Tokat Ziraat Fakültesi.

Kilmartin, R. F. (1980). Hydroclimatology--A needed cross-discipline. *Proceedings-Engineering Foundation Conference on Improved Hydrolic Forecasting, Why and How.* FAO.

Koç, T., & İrdem, T. (2007). Türkiye'de Yağışların Şiddet Bakımından Zamansal ve Alansal Değişkenliği. *Coğrafî Bilimler Dergisi*, 1-35.

Kumler, M. P. (1999). Thiessen Remarkable Polygons. *California Geographer*, 71-80.

Langbein, W. G. (1967). The Encyclopedia of Atmospheric Sciences and Astrogeology. R. Fairbridge içinde, *Hydroclimate* (s. 447-451). New York: FAO.

Lutgens, F. G., Tarbuck, E. J., Tasa, D., & Helvacı, C. (2017). *Genel Jeoloji Temel İlkeleri.* İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık .

Marcella, M., & Eltahir, A. B. (2008). The Hydroclimatology of Kuwait: Explaining The Variability of Rainfall at Seasonal and Interanual Time Scales. *Journal of Hydrometeorology* , 1095–1105.

Marlyn, L. S. (2009). *Hydroclimatology-Perspectives and Applications.* Davis, Kaliforniya: Cambridge University Press.

Mater, B. (1998). *Toprak Coğrafyası.* İstanbul: Çantay Kitabevi.

Mather, J. R. (1991). A History of Climatology. *Physical Geography*, 260-273.

McGregor, G. (2017). Hydroclimatology, modes of climatic variability and stream flow, lake and groundwater level variability: A progress report. *Progress in Physical Geography: Earth and Environmet*, 496-512.

McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. *8th. Conference on Applied Climatology*, (s. 179-184). Anaheim.

Mengü, G. P., Anaç, S., & Özçakal, E. (2011). Kuraklık Yönetim Stratejileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 175-181.

Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. (2021, 12 13). *MGM*. MGM: http://www1.mgm.gov.tr/arastirma/dogal-afetler.aspx?s=taskinlar adresinden alındı

Miro, J., Estrella, M., & Millan, M. (2006). ummer temperature trends in a Mediterranean area (Valencia Region). *International Journal of Climatology*, 1051-1073.

Mol, S., & Doğruyol, H. (2012). İklim değişikliğinin su ürünlerine ve tüketimine etkisi. *Journal of Fisheries Sciences*, 341-356.

Moshman, V., Castro, A., Fraile, R., Dessens, J., & Sanchez, J. (2004). Detection of statistically significant trends in the summer precipitation of mainland Spain. *Atmospheric Research*, 43-53.

Moshman, V., Castro, A., Fraile, R., Dessens, J., & Sanchez, J. (2004). Detection of statistically significant trends in the summer precipitation of mainland Spain. *Atmospheric Research*, 43-53.

Olesen, J., Trnka, M., Kersebaum, K., Sjjelvag, A., Seguin, B., & Peltonen, P. S. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, 96-112.

Özbakır, A. (2010). *Zile'de Şehirsel Gelişme(Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).* İstanbul: İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özçağlar, A. (1988). *Kazova'nın Coğrafyası.* Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü(Yayınlanmamış Doktora Tezi).

Özçağlar, A. (1989). Zile-Turhal Yöresinin Morfografik Özellikleri. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi.*, 185-195.

Özdemir, H. (2006). Taşkın çalışmaları açısından topografik haritalardan ve DEM'den üretilmiş akarsu morfometrik özelliklerin karşılaştırılması. *Uzaktan Algılama-CBS Çalıştay ve Paneli.* UZAL-CBS.

Özdemir, H. (2007). SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği(Balıkesir). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1-12.

Özdemir, H. (2008). Havran ÇAyı›nın Taşkın Sıklık Analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III Dağılımlarının Karşılaştırılması. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 41-52.

Özdemir, H. (2011). Havza Morfometrisi ve Taşkınlar. D. Ekinci içinde, *Fiziki Coğrafya Araştırmaları Sistematik Bölgesel* (s. 455-474). İstanbul: Babil Yayınevi.

Özer, Z. (1990). *Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar(Teknik Rehber).* Ankara: TArım ve Köyişleri Bakanlığı-Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü-havza Islahı ve Göletler Daire Başkanlığı.

Özmen, M. (2021). Yeraltı Barajları ve Yeraltısuyu Suni Besleme Tesislerinde Jeoteknik Etüt Çalışmalar ve Uygulamalardan Örnekler. *Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu* (s. 513-522). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi.

Öztunç, H. B. (2012). Tokat›ta Büyük Sel(1908). *Trakya Üniversitesi Edebiyat Dergisi*, 179-203.

Peltier, P. C. (1962). Area Sampling for Terrain Analysis. *Prof. Geography*, 2428.

Pichard, G., Fassetta, G., Moron, V., & Roucaute, E. (2017). Hydro-climatology of the Lower Rhone Valley: Historical Flood Reconstruction(AD 1300-2000) Based on Documentary and Instrumental Sources. *Hydrological Sciences Journal*, 1772-1795.

Pinol J, T. J. (1998). Climatic warning hazard and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. *Climate Change*, 345-357.

Rio, S., Herrero, L., Pinto, G. C., & Penas, A. (2011). Spatial analysis of mean temperature trends in Spain over the period 1961–2006. *Global and Platenary Change*, 65-75.

Rızwan, A. (2018). *Türkiye Üzerindeki Hidroklimatolojik Değişkenlere İklim Durağansızlıklarının Etkileri.* Ankara: ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Rosenberg, N., Brown, R., Izzauralde, R., & Thomsona, A. (2003). Integrated assesment of Hadley Centre (HadCM2) climate change projections on agricultural productivity and irrigation water supply simulated with the HUMUS model. *Agricultural and Forest Meteorology*, 73-96.

Sağdıç, M. (2015). Türkiye'nin İklimi. M. H. Kanat içinde, *Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği* (s. 49-68). İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.

Salehnia, N., Alizadeh, A., Sanaeinejad, H., Bannayan, M., Zarrın, A., & Hoogenboom, G. (2017). Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. *Journal of Arid Land*, 797-809.

Sankarasubramanyan, A., & Vogel, R. M. (2003). Hyroclimatology of the Continental United States. *Geophysical Research LettersVolume 30, Issue 7*.

Saya, Ö., & Güney, E. (2014). *Türkiye Bitki Coğrafyası.* Ankara: Nobel.

Sayemuzzaman, M., & Jha, M. K. (2014). Seasonal and annual precipitation time series trend analysis in. *Atmospheric Research*, 183-194.

Senevirante, S. I., Lüthi, D., Litschi, M., & Schar, C. (2006). Land-atmosphere coupling and climate change in Europe. *Nature*, 205-209.

Sevin, M., & Uğuz, M. F. (2014). *Türkiye Jeoloji Haritaları Çorum H-35 Paftası.* Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.

Shelton, M. (2018). *Hydroclimatology: Perspectives and Applications.* Cambridge: Cambridge University Press.

Soulis, K. X., & Valiantzas, J. D. (2012). SCS-CN parameter determination using rainfall-runff data in heterogeneous watersheds- the two-CN system approach. *Hyrdology and Earth System Scineces*, 1001-1015.

Strahler, A. N. (1952). Hipsometric(Area-Altitude)Analsis of Erosional Topography. *Geological Society of America Bulletin*, 1117-1141.

Summerfield, M. A. (1991). *Global Geomorphology: An Introduction to The Study of Landfroms.* Harlows: Longman Scientific and Technichal.

Sümengen, M. (2013a). *Türkiye Jeoloji Haritaları Tokat H-36 Paftası.* Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.

Sümengen, M. (2013b). *Türkiye Jeoloji Haritaları Tokat H-38 Paftası.* Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.

Şahin, C. (1998). *Erbaa-Niksar Havzası ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojik Etüdü.* İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü(Yayınlanmamış Doktora Tezi).

Şahin, C. (2005). *Türkiye Fiziki Coğrafyası.* Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.

Şimşek, O., & Çakmak, B. (2020). *SPI ve PNI Yöntemleri ile Tarım Yılı Kuraklık Analizleri.* Ankara: MGM.

T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. (2005). *Toprak Arazi Sınıflaması Standarları Teknik Talimatı.* T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı: Ankara.

Tabari, H., & Talahee, P. H. (2011). Analysis of trends in temperature data in arid and semi-arid regions of Iran. *Global and Platenary Change*, 1-10.

Tabari, H., & Talahee, P. H. (2011). Analysis of trends in tempreture data in arid and semi-arid regions of Iran. *Global and Planetary Change, 79*, 1-10.

Tabari, H., Marofi, S., & Ahmadi, M. (2011). Long-term variations of water quality parameters in Maroon River, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 273-287.

Tanner, W. F. (1961). An Alternate Approach to Morphogenetic Climates. *Southeastern Geologist*, 251-257.

Tekleab, S., Mohamed, Y., & Uhlenbrook, S. (2013). Hydroclimatic Trends in the Abay/Upper Blue Nile Basin. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 32-42.

Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri A.Ş. (2015). *Yeşilırmak Havzası Taşkın Yönetim Planı.* Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı.

Tokat Tarım Orman Müdürlüğü. (2021, 2 13). https://tokat.tarimorman.gov.tr/Haber/454/Tokata-Uc-Yeni-Buyuk-Ova-Daha-Ilave-Edildi adresinden alındı

Tokat Valiliği. (2022, 6 3). Tokat Valiliği: http://www.tokat.gov.tr/ballica-magarasi adresinden alındı

TUİK. (2022, 6 3). TUİK: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-ve-Atiksu-Istatistikleri-2020-37197 adresinden alındı

Turan, S. E., & Karataş, A. (2019). Kanal İstanbul Mücavirinin Rölyef Özellikleri. B. Gönencgil, T. A. Ertek, İ. Akova, & E. Elbaşı içinde, *1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiriler Kitabı* (s. 1240-1250). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Matbaası.

Turan, S. E., & Karataş, A. (2020). *Kanal İstanbul Mücavirinin Mühendislik Jeomorfolojisi.* İstanbul: Çantay.

Turoğlu, H., & Özdemir, H. (2005). *Bartın'da Sel ve Taşkınlar(Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri).* İsanbul: Çantay.

Tümertekin, E. (1962). *Beşeri ve İktisadi Coğrafya'ya Giriş.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.

Türkeş, M. (2017). *Genel Klimatoloji.* İstanbul: Kriter Yayınevi.

Türkeş, M., Sümer, U. M., & Demir, İ. (2002). RE-EVALUATION OF TRENDS AND CHANGES IN MEAN, MAXIMUM AND MINIMUM TEMPERATURES OF TURKEY FOR THE PERIOD 1929–1999. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*, 947-977.

Türkiye Cumhuriyeyti Tarım ve Orman Bakanlığı. (2021, 3 12). tarımorman: https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/ adresinden alındı

Utlu, m., & Özdemir, H. (2018). Havza Morfometrik Özelliklerinin Taşkın Üretmedeki Rolü Biga Çayı Havzası Örneği. *Coğrafya Dergisi*, 49-62.

Uzun, A. (2008). *Tokat şehrinde mala karşı işlenen suçlar (2006): Coğrafi bir yaklaşım.* Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Sosyal bilimler Enstitüsü.

Uzun, S. M. (2019). Dilderesi Havzasında (Kocaeli) Morfometrik İndislerle Flüvyal Süreçler ve Drenaj Şebekesi Yerleşiminin Değerlendirmesi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 454-477.

Ünal, Ç. (2005). *Şehir Coğrafyası Açısından Tokat.* Erzurum: Aktif Yayınevi.

Üstintaş, A., & İnceöz, M. (1999). Zile(Tokat) batısında Uzunköy çevresinin stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 69-83.

Wendland, W. M. (1987). Hydroclimatology. J. E. Oliver, & R. w. Fairbridge içinde, *Encyclopedio of Climatology* (s. 497-502). New York: Van Nosirhand Kemond CO.

Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitioons. *Drought Mitigation Center Faculty Publications*, 111-120.

Willeke, G., Hosking, J. R., Wallis, J. R., & Gutman, N. B. (1994). *The National Drought Atlas, Institute for Water Resources Report* . U. S. Army Corps of Engineers.

Yeşil, P., Yeşil, M., & Yılmaz, H. (2008). Jeolojik Miras Alanlarının Alternatif Turizm Kapsamında Değerlendirilmesi: Ballıca Mağarası Örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 241-248.

Yılmaz, E., & Çiçek, İ. (2016). Türkiye Thornthwaite İklim Sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 3974-3994.

Zeybek, H. İ. (2001). Bahçebaşı Mağarası Turhal-Tokat. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 237-253.

Zeybek, H. İ. (2003). Akdağ'ın(Tokat) Doğal Ortam Özellikleri ve Turizm Potansiyeli. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 119-142.

Zhang, Q., Xu, C., Zhang, Z., & Chen, Y. (2008). Changes of temperature extremes for 1960–2004 in Far-West China. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*.