

Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 233  
Müdürlük Yayın No: 244

ISSN 1300 - 395X

**İZMİT YUVACIK BARAJI SU TOPLAMA HAVZASININ  
YENİLENEBİLİR DOĞAL KAYNAKLARININ SU ÜRETİMİ  
(KALİTE, MİKTAR VE REJİM) AMACIYLA PLANLANMASI**

**PLANNING OF THE RENEWABLE NATURAL RESOURCES  
OF THE IZMIT-YUVACIK WATERSHED FOR WATER  
PRODUCTION (IN TERMS OF QUALITY, AMOUNT AND  
REGIME)**

**Dr. Mustafa ZENGİN  
Prof. Dr. Ahmet HIZAL  
Ahmet KARAKAŞ  
Dr. Yusuf SERENGİL  
Dilek TUĞRUL  
Mehmet ERCAN**

TEKNİK BÜLTEN NO: 197

**T.C.  
ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI  
KAVAK VE HIZLI GELİŞEN  
ORMAN AĞAÇLARI ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

**POPLAR AND FAST GROWING FOREST TREES  
RESEARCH INSTITUTE**

**İZMİT, TÜRKİYE**

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER .....	I
ÖNSÖZ .....	IV
ÖZ.....	V
ABSTRACT .....	V
1. GİRİŞ .....	1
2. MATERYAL .....	3
2.1. Yuvacık Barajı Havzanın Tanıtımı .....	3
2.1.1. Mevki .....	3
2.1.2. İklim .....	4
2.1.2.1. Sıcaklık .....	4
2.1.2.2. Buharlaşma .....	5
2.1.2.3. Bağıl Nem.....	5
2.1.2.4. Yağış.....	5
2.1.2.5. Rüzgar.....	8
2.1.2.6. İklim Tipi.....	8
Yuvacık havzası; Thornthwaite yöntemine göre hazırlanan su bilânçosuna göre nemli, orta sıcaklıkta, su açığı olmayan ve okyanusal iklim etkisine yakın koşulları içeren bir iklim tipine ( $B_3B'_1rb'_3$ ) sahiptir. Su bilânçosu çizelgesi verileri (Tablo 2) ve bu verilerden yararlanılarak çizilen su bilânçosu grafiğine göre Yuvacık havzasında aralık-mayıs ayları arasında bir su fazlasının, mayıs-ekim aylarında ise toprağın depoladığı sudan harcanma olduğu görülmektedir (Şekil-2).....	8
2.1.3. Jeoloji ve Topografya.....	8
2.1.4. Toprak .....	14
2.1.5. Bitki Örtüsü.....	14
2.1.6. Sosyo-Ekonomik Durum.....	14
2.2. Diğer Materyal (Harita Yapım Materyali).....	14
3.YÖNTEMLER.....	15

<b>3.1. Büro Çalışmaları.....</b>	<b>15</b>
3.1.1.Fizyolojik ve Hidrolojik Özelliklerin Saptanması <sup>0</sup> .....	15
<b>3.2. Arazi Çalışmaları.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3. Laboratuvar Çalışmaları .....</b>	<b>18</b>
3.3.1. Toprak Analizleri .....	18
3.3.2. Su Analizleri.....	19
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1. Yuvacık Barajı Havzasının Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri.....</b>	<b>19</b>
4.1.1. İklim .....	19
4.1.2. Jeoloji ve Topoğrafya.....	20
4.1.3. Toprak Özellikleri .....	22
4.1.3.1. Kuvaterner Alüvyonlarından Gelişen Topraklar .....	22
4.1.3.2. Andezit-Bazalt Ana Materyalinden Gelişen Topraklar .....	23
4.1.3.3. Kireç Taşı, Karbonatlı Kil Taşı, Fliş ve Marn Ana .....	25
Materyalinden Gelişen Topraklar .....	25
4.1.3.4. Tortul Kaya Karmaşığı Ana Materyalinden Gelişen .....	25
Topraklar .....	25
4.1.3.5. Metabazalt Ana Materyalinden Gelişen Topraklar.....	26
4.1.3.6. Ofiyolitli Şist Ana Materyalinden Gelişen Topraklar.....	27
4.1.3.7. Dolomit ve Kireç Taşı Ana Materyalinden Gelişen .....	27
Topraklar .....	27
4.1.3.8. Rekrystalize Kireç Taşı Ana Materyalinden Gelişen .....	28
Topraklar .....	28
4.1.3.9. Şist Ana Materyalinden Gelişen Topraklar .....	29
4.1.3.10. Şist-Mermer Ana Materyalinden Gelişen Topraklar .....	30
4.1.4. Bitkiler.....	31
4.1.5. Güncel Arazi Kullanma Şekilleri .....	32
4.1.6. Arazi Yetenek Sınıfları.....	32
4.1.7. Güncel Arazi Kullanım Şekilleri ile Yetenek Sınıflarının .....	33
Karşılaştırılması .....	33
4.1.8. Erozyon Sınıfları .....	34
<b>4.2 Yuvacık Barajı Havzasının Ana ve Alt Havzaları ve Bunların .....</b>	<b>37</b>
<b>Dere Akımlarını Etkileyen Bazı Özellikler.....</b>	<b>37</b>
<b>4.3. Dere Sularının Bazı Özellikleri.....</b>	<b>38</b>
4.3.1. Fiziksel Özellikler .....	41
4.3.2. Kimyasal Özellikler.....	46

4.3.3. Dere Sularının Özelliklerinde Mevsimlere Göre Değişimler .....	54
<b>4.4. Debi ve Su Verimi ile Akış Katsayısı.....</b>	<b>55</b>
<b>4.5. Yuvacık Baraj Gölüne Taşınan Madde Miktarı .....</b>	<b>56</b>
<b>4.6. Sediment Verimi .....</b>	<b>57</b>
<b>5.TARTIŞMA .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1. Yetiştirme Ortamı Özellikleri .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2. Ana ve Alt Havzaların Özellikleri .....</b>	<b>62</b>
<b>5.3. Dere Sularının Özellikleri ) .....</b>	<b>64</b>
5.3.1. Fiziksel Özellikler .....	64
5.3.2. Kimyasal Özellikler.....	66
5.4. Debi ve Su Verimi ile Akış Katsayısı .....	67
<b>5.5. Yuvacık Baraj Gölüne Taşınan Madde Miktarı.....</b>	<b>69</b>
<b>5.6. Sediment Verimi .....</b>	<b>70</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>71</b>
<b>7. ÖZET .....</b>	<b>75</b>
<b>8. SUMMARY .....</b>	<b>75</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>84</b>

## ÖNSÖZ

“İzmit Yuvacık Barajı Su Toplama Havzasının Yenilenebilir Doğal Kaynaklarının Su Üretimi (Kalite, Miktar ve Rejim) Amacıyla Planlanması” konulu TARP İZT-348 nolu araştırma projesinin bütçesi, Dünya Bankası tarafından T.C. Orman Bakanlığına verilen krediden karşılanmıştır. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, İzmit-Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen bu proje, aynı zamanda İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi ve İzmit Büyükşehir Belediyesi tarafından desteklenmiştir.

Bilindiği gibi, şehirlerimize içme/kullanma suyu genellikle su toplama havzalarının çıkış yerlerine yapılan su depolama (baraj) tesislerinden sağlanmaktadır. Havzalardan su üretimi sırasında uyulması gereken temel esas, havzalardaki bitki-toprak ve su üçlüsü arasındaki doğal dengenin bozulmamasına özen gösterilmesidir. Bundan amaç, erozyona yol açmamaktır. Bu bir anlamda, doğal varlıkları tahrip etmeden veya biyolojik çeşitliliği koruyarak suya en ucuz ulaşmanın yöntemidir. Bu, insanların havzaların bitki örtüsü ve arazi kullanma şekillerine bilinçli müdahaleleri ile gerçekleştirilmektedir. Diğer bir anlatımla, su havzalarının, su üretimi amacıyla plânlamasıdır. Böyle bir plânlamayla, havzaların doğal varlıklarına zarar vermeden su üretimini arzu edilen seviyeye çıkartmak mümkün olabilmektedir. Buna karşılık ülkemizde bu tür plânlamalar henüz yapılmamaktadır. Bu plânlamalardan sorumlu olan kuruluşlarımızın başında ise, belediyelerimiz gelmektedir. Çünkü şehirlerimize su sağlayan barajlarımız genellikle belediyeler tarafından işletilmektedir. Bu nedenle, İzmit Büyükşehir Belediyesinin bu projeyi desteklemesi öncü bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir. Dileğimiz, çok yoğun emek sarf ederek yürüttüğümüz bu araştırma projesinden elde edilen sonuçların ivedi bir şekilde yaşama geçirilmesi ve böylece ülkemizde bu konuda ilk adımın atılması ve diğer belediyelerimize örnek olunmasıdır.

Proje çalışmalarında bizlere her türlü yardım ve olanaklarını sunan Enstitü Müdürü Dr. Taneri ZORALIOĞLU'na, İzmit Büyükşehir Belediyesi önceki İSU Genel Müdürleri Sayın Hasan EMRE ve Sayın Servet ALPASLAN'a, İSU Genel Müdürlük Uzmanı Ziraat Yük. Müh. Önder BOZDOĞAN'a, Thames Water Şirketine, Prof. Dr. Asuman EFE'ye, Yrd. Doç. Dr. Ferhat GÖKBULAK'a, Arş. Gör. Muhittin İNAN'a, laborantlar Bora AYIK ve Metin GEÇMİŞ'e teşekkürü bir borç biliriz.

**İZMİT, 2004**

Dr. Mustafa ZENGİN, Prof. Dr. Ahmet HIZAL,  
Ahmet KARAKAŞ, Dr. Yusuf SERENGİL,  
Dilek TUĞRUL, Mehmet ERCAN

## ÖZ

Bu araştırmanın amacı, Yuvacık su toplama havzasının, yenilenebilir doğal kaynaklarının su üretimi açısından plânlanmasıdır. Araştırmada siyah-beyaz ve yanlış renkli hava fotoğrafları ve sayısal topoğrafik haritalar ile diğer araştırma materyali (analog topoğrafik ve jeoloji haritaları, toprak, su, bitki örtüsü ve arazi kullanma şekillerine ilişkin veriler gibi) büro, arazi ve laboratuvar çalışmalarıyla değerlendirilmiştir. Böylece havzaya ait sayısal jeoloji, eğim grupları, fizyografik toprak, güncel arazi kullanma şekilleri, arazi yetenek sınıfları haritaları üretilmiş ve su kaynaklarına ilişkin bulgular elde edilmiştir.

Bulguların değerlendirilmesi, havzada su üretiminin devamlılığının sağlanması ve bunun optimum düzeye çıkartılmasının ancak; havzanın korunması, tabaka erozyonuyla mücadele, bozuk ormanların iyileştirilmesi ve verimli ormanlarda kesim düzeninin değiştirilmesi ile mümkün olabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Su Toplama Havzası, Yenilenebilir Doğal Kaynaklar, Su Üretimi.*

## ABSTRACT

The purpose of this study is to plan the renewable natural resources of Yuvacık dam watershed in order to optimize the water production potential. In this study, black-white and false color aerial photographs and digital topographical maps and other study materials such as soil, water and vegetation samples, land use were evaluated by field, laboratory and office works. Thus, digital maps of the watershed such as geology, slope groups, physiographic soil, actual land use types and land capability classes were produced and the properties of the stream waters were examined to obtain data about site conditions. Sheet erosion is a problem in the agricultural areas and on andesite and basalt parent materials which also lie under Yuvacık dam.

It is clear that establishment of a sustainable water production and management system could only be possible by protecting the watershed, taking measures for sheet erosion, improving the degraded forest areas and changing the cutting order in the productive forests.

**Key words:** *Watershed, Renewable Natural Resources, Water Production.*

## 1. GİRİŞ

Dünyadaki tatlı su miktarı çok sınırlıdır (Yeryüzündeki bütün suların yaklaşık %3'ü). Dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması, endüstrinin gelişmesi ve çevre kirliliği birlikte, sınırlı olan tatlı su kaynağının daha da azalmasına yol açmaktadır. 1950 yılında Kuzey Afrika ülkelerinde yılda kişi başına 1100-2000 m<sup>3</sup> kullanılabilir su düşerken, bu miktar 1995 yılına kadar 1000 m<sup>3</sup>'ün altına düşmüştür. 1950 yılında Arabistan, Türkiye, İran, Pakistan ve Hindistan'da yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 5100-10000 m<sup>3</sup>'ten 1995 yılına kadar 1100-2000 m<sup>3</sup>'e düşmüştür. Bu miktarın 2025 yılına kadar 1000 m<sup>3</sup>'ün altına ineceği tahmin edilmektedir (UN, 2003-a). Diğer taraftan, günümüzde 6 kişiden birine güvenilir içme suyunun sağlanamadığı ve bütün hastalık ile ölümlerin %80'ninden su ile ilgili hastalıkların sorumlu olduğu bildirilmektedir (UN, 2003-b). Kirby (2000), 50 ülkeden 200 bilim adamının, su azlığını yeni bin yılın en endişe verici iki olayından biri (diğeri küresel ısınma) olarak tanımlamış olduğunu UNEP'in 1999 yılında duyurduğunu ifade etmektedir. Dünyadaki tatlı suların büyük bir miktarının tarımsal amaçlarla kullanıldığı anımsandığında, su kıtlığına bağlı olarak önemli ölçüde beslenme sorunlarının ortaya çıkacağı beklenmektedir. Bu açıklamalar ve örnekler tatlı su miktarındaki azalmanın yaşantımızda çok önemli bir rol oynayacağını göstermektedir. Bu olguya Dünya kamuoyunun dikkatini çekmek amacıyla Birleşmiş Milletler 2003 yılını "Uluslararası Tatlı Su Yılı" olarak ilan etmiştir. DSİ (2003) tarafından, ülkemizin yıllık tüketilebilir yer üstü ve yer altı su kaynaklarının sırasıyla 95 milyar m<sup>3</sup> ve 13.7 milyar m<sup>3</sup> olduğu, bu miktarların sırasıyla 33.9 milyar m<sup>3</sup> ve 6.2 milyar m<sup>3</sup>'lerinin (mevcut kaynakların 1/3'ü) fiili olarak tüketilebildiği bildirilmektedir. Yine aynı kaynağa göre 8.5 milyon hektar sulanabilir tarım arazimizin ancak 4.9 milyon hektarı sulanabilmektedir. Diğer taraftan su sıkıntısı çeken şehirlerimizin olduğu da bilinen bir gerçektir. O halde ülkemizin içme, kullanma ve sulama suyu sıkıntısının nedeni tesis yetersizliğidir. Bunun giderilmesi ise ancak, yeni tesislerin devreye sokulmasıyla mümkün olabilir. Yine yukarıda verilen kaynakta, 504 adet barajın işletmede ve 100 adet barajın ise inşa halinde olduğu belirtilmektedir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (2003) de 58 ilimizde değişik sayıda sulama amaçlı gölet bulunduğunu ifade etmektedir. O halde, günümüzde ülkemizin, su gereksiniminin büyük bir bölümünü mevcut su depolama tesislerinden karşılandığı ve gelecekteki ihtiyacının da yeni depolama tesisleriyle karşılanacağını söyleyebiliriz.

Diğer taraftan, son 200 yıldan beri bilinçsiz arazi kullanımının giderek artmasıyla birlikte ülkemiz II. erozyon devresini yaşamaya

başlamıştır (Balcı, 1996). Nitekim, Atalay (1986)'ın akarsularımızın bir yılda taşıdığı sediment miktarının 380 milyon tona ulaştığını belirtmesi, Balcı (1958)'nin 1892 yılında 2.34 milyon m<sup>3</sup> kapasitede inşa edilen Elmalı barajının hemen hemen yarısının ve Gutberlet (1957)'nin Çubuk I barajının 18 yıl gibi bir sürede, aktif hacminin 1/3'ünün taşıntı materyali ile doldurduklarını ortaya koymaları bunun bir göstergesidir. Hızlı nüfus artışıyla birlikte 1960'lı yıllarda ülkemizde başlayan bilinçsiz endüstrileşme hareketleri bilinçsiz arazi kullanımlarını da beraberinde getirmiştir. Bu olgu tarım alanlarımızın, ormanlarımızın ve meralarımızın tahribine ve böylece erozyon olgusunun artmasına ve akarsularımızın kirlenmeye başlamasına yol açmıştır. Örneğin, Bingöl Orman İşletmesinin 1972 yılında 87619 hektar olan baltalık orman alanlarının, 1983 yılına kadar yaklaşık %90'lık bir azalmayla 12739 hektara düşmesi (Özkahraman, 1986), Adana ve Bursa ovalarının elden çıkması, 1974 yılında işletmeye açılan Keban barajında 1986 yılına kadar (12 yılda) biriken sedimentin 378 milyon tona ulaştığının belirlenmesi (Günay, 1986) ve akarsularımızın kirlilik yönünden III. sınıf (kirli) ve IV. sınıf (çok kirli) düzeylere ulaşması (Tobbaş ve Ark., 1998) gibi. Bu açıklamalara göre tatlı su kaynaklarımızla ilgili asıl sorun havzalarımızın gelişi güzel kullanılması sonucunda depolama tesislerimizi besleyen akarsularda ortaya çıkan miktar, kalite ve rejim sorunlarıdır. Bu sorunlar bir taraftan depolama tesislerimizin beklenenden daha kısa bir sürede işlevlerini yitirmelerine, arıtma masraflarının artmasıyla su üretimindeki maliyetlerimizin yükselmesine, sebep olmakta diğer taraftan akarsularımızdan değişik amaçlarla yeterli düzeyde yararlanılmasını önlemektedir. Gelecekte su üretimine ilişkin taleplerimizin artacağı, halkımızın daha ucuz içme ve kullanma suyuna kavuşturulmasının bir gereksinim olduğu ve yenilenebilir doğal kaynaklardan "Sürdürülebilirlik" ilkesi çerçevesinde yararlanmanın zorunlu bulunması gibi gerekçeler, tatlı su kaynaklarımızla ilgili sorunların ivedilikle çözülmesinin zorunlu olduğunu göstermektedir.

Havzalarımızın gelişi güzel kullanılmalarından kaynaklanan yukarıdaki sorunların çözümünde uyulacak temel yaklaşım ise, "kirlenmeden ve israf etmeden kullanım" olmalıdır. Su kaynaklarının kirlenmeden en kısa sürede kullanıma sunulması amacıyla sürdürülen çalışmalarda, havza bazında yaklaşımın giderek ağırlık kazandığı ve havza amenajmanı ilkelerine göre hareket edildiğinde ise, su veriminin her zaman arzu edilen bir düzeyde olabileceği belirtilmektedir (Özyuvacı ve Ark. 2001). Yine aynı kaynağa göre su verimindeki artış; havzaların toprak, bitki örtüsü, arazi kullanım şekilleri ve sosyo-ekonomik yapı gibi dinamik koşullarına yapılan bilinçli müdahalelerle akış tiplerinin değiştirilmesiyle sağlanmaktadır. O



halde, tatlı su kaynaklarımıza ilişkin sorunları çözebilmek için; baraj havzalarımız, mutlaka su üretimi amacıyla havza amenajmanı ilkelerine göre plânlanmalı ve bunlar ivedilikle uygulamaya konulmalıdır. Su üretiminde orman ekosisteminin çok önemli işlevleri olması, bu ekosisteme yapılacak bilinçli müdahale ile su üretiminin olumlu yönde etkilenmesi ve bunlara ek olarak baraj havzalarımızın genellikle ormanlık alanlarda olması gibi nedenler, bu plânlanmanın uzmanlık dalı havza amenajmancısı olan orman mühendisleri tarafından yapılacağını göstermektedir ve bu konuda İ.Ü. Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı öğretim üyelerince örnek çalışmalar yapılmıştır (Yamanlar, 1957; Balcı, 1958; Uluocak, 1964; Özyuvacı, 1976; Hızal ve Ark., 1992).

Yerleşim birimlerimize içme ve kullanma suyu genellikle belediyeler tarafından sağlanmaktadır. Bu nedenle baraj havzalarımızın su üretimi amacıyla plânlanması öncelikle belediyelerimizi ilgilendirmektedir. Buna karşılık, belediyelerimiz, genel olarak bu amaçlı bir plânlama yapıldığını bilmemektedirler. Tarafımızdan yapılan incelemeler sonucunda da böyle bir plana sahip olan belediyeye rastlanmamıştır. Dolayısıyla, Yap-İşlet-Devret modeliyle bir konsorsiyum tarafından yapılan ve işletilen Yuvacık barajı havzasında gerçekleştirilen “İzmit Yuvacık Barajı Su Toplama Havzasındaki Yenilenebilir Doğal Kaynakların Su Üretimi (Kalite, Miktar ve Rejim) Amacıyla Plânlanması” konulu bu araştırma, ülkemizde alanında bu kapsamda yapılan öncü bir çalışma olup bunun ile:

1. Yuvacık havzasının su üretim amacıyla planlanması ve
2. İçme ile kullanma suyu temin eden kuruluşları, özellikle belediyelerimizi bu tür projelerle tanıştırmak ve bunların uygulanmasını sağlamak amaçlanmıştır.

## **2. MATERYAL**

### **2.1. Yuvacık Barajı Havzanın Tanıtımı**

#### **2.1.1. Mevki**

Yuvacık havzası, Marmara bölgesinin doğusunda ve Kocaeli ili İzmit ilçesinin yaklaşık 16.0 km güney doğusundadır. Havzanın yerleşim birimleri; Kocaeli ili İzmit ilçesi ile havzanın güney doğusundaki Sakarya ili Pamukova ilçesi ve güneybatısındaki Bursa ili İznik ilçesinin bazı köyleridir. 40°32'-40°41' kuzey enlemleri ve 29°29'-30°08' doğu boylamları arasında bulunan Yuvacık havzası, 25759 hektardır (Şekil-1).

## Yuvacık Havzası Coğrafi Konumu



Şekil 1: Yuvacık havzası'nın mevkii  
Figure 1: The location of the Yuvacık watershed

### 2.1.2. İklim

Yuvacık havzasının meteorolojik verileri için, bu havzaya en yakın olan Kocaeli Gözlem Evinin uzun süreli rasat kayıtlarından yararlanılmıştır. Bununla birlikte havzanın sıcaklık ve yağış verileri ayrı olarak da hesaplanmıştır. Söz konusu meteorolojik veriler toplu olarak Tablo 1'de gösterilmiş ve bunlara ilişkin açıklamalar aşağıda verilmiştir.

#### 2.1.2.1. Sıcaklık

Kocaeli Gözlem Evinin 24 yıllık sıcaklık gözlemlerine göre yıllık ortalama sıcaklık 14.8°C'dir. Ortalama sıcaklıklara göre yılın en sıcak ve en soğuk ayları, sırasıyla temmuz 23.2°C ve ocak 6.0°C'dir. 24 yıllık gözlem sonuçlarına göre en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri sırasıyla 11 ağustos 1970 (41.6 °C) ve 4 Şubat 1960 (-8.7 °C) tarihlerinde kaydedilmiştir. Uzun yıllar ortalamasına göre, yılda 14.4 gün donludur.  $Y=a+bx$  eşitliğine göre hesaplanan sıcaklık değerlerine göre Yuvacık havzasının yıllık ortalama sıcaklığı 9.5 °C olup, yılın en sıcak ve en soğuk ayları yine sırasıyla temmuz (18.7 °C) ve ocak (0.4 °C)'dir (Tablo 1).

### 2.1.2.2. Buharlaşma

21 yıllık sürede ölçülen yıllık ortalama buharlaşma miktarı 671.8 mm'dir. Ortalama buharlaşma, en fazla 95.7 mm ile ağustos ayında kaydedilirken, en az 28.1 mm ile ocak ayında ölçülmüştür. Günlük buharlaşma ise en çok 10.9 mm ile eylül ayında kaydedilmiştir.

### 2.1.2.3. Bağıl Nem

27 yıllık gözlem sonuçlarına göre yıllık ortalama bağıl nem %71'dir. Ortalama bağıl nem kiş aylarında %75 ile en yüksek, yaz aylarında %66 ile en düşük değerine ulaşmıştır. Gözlem süresince en düşük bağıl nem %5 ile eylül ayında kaydedilmiştir.

### 2.1.2.4. Yağış

60 yıllık yağış gözlemlerine göre İzmit'in yıllık ortalama yağışı 771.7 mm'dir. Gözlem süresi boyunca günlük yağış en fazla 169.4 mm ile 02.07.1942 tarihinde ölçülmüştür. Yağış en fazla aralık (105.1 mm), en az ağustos (36.8 mm) aylarında meydana gelmektedir. Yıllık yağışın %34.8'i kiş mevsiminde düşmekte ve bunu sırasıyla sonbahar (%28.1), ilkbahar (%20.8) ve yaz (%16.3) mevsimleri izlemektedir. Diğer taraftan yılın 8.4 günü kar yağışlı, 9.0 günü karla örtülü olarak geçmektedir. En yüksek kar örtüsü kalınlığı ise 90 cm olarak şubat ayında ölçülmüştür. Buna karşılık daha önce de belirtildiği gibi havzanın yıllık ortalama yağış miktarı Thames Water şirketi ve DSI'nin yaptığı kısa süreli gözlemlerden yararlanarak 1038.7<sup>1)</sup> mm olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Yılın en yağışlı ayı 159.5 mm ile aralıktır. Bu ayı 115.0 mm ve 113.7 mm'lik yağış miktarlarıyla sırasıyla ocak ve kasım ayları izlemektedir. Yıllık yağışın büyük bir bölümü (%33.0) kişin düşmekte bunu sonbahar (%27.4), ilkbahar (%23.2) ve yaz (%16.4) mevsimleri izlemektedir.

---

<sup>1</sup> İzmit'in yağış verileriyle 26 yıl geriye gidilerek oluşturulan eğrisel regresyon denklemi ve Yuvacık baraj gölü kıyısında ilgili örgütlerce ölçülen yağış verileriyle 1975 yılına kadar uzanan "Sentetik Yağış Serisi" ile uzun süreli yıllık ortalama yağışın 1269.0 mm olduğu hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarla aynı zamanda havzanın uzun süreli aylık ortalama yağışları da elde edilmiştir. Diğer taraftan DSI'nin havzanın güneybatı köşesindeki Haciosman köyünde 1980 ve 1981 yıllarında yaptığı gözlemlere göre yıllık ortalama yağış 808.4 mm'dir. İki yağışın ortalaması ise 1038.7 mm'dir.



**Tablo 1<sup>(1)</sup>. Kocaeli gözlem evinin ve havzanın bazı meteorolojik verileri**  
**Table 1: Climatic data of Kocaeli meteorological station and the Yuvacik watershed**

Meteorolojik Veriler	Gözlem Sresi (Yıl)	Aylar												Yıllık
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	24	6.0 <b>0.4</b>	7.0 <b>1.5</b>	8.6 <b>3.7</b>	13.0 <b>7.8</b>	17.4 <b>12.5</b>	21.3 <b>16.6</b>	23.2 <b>18.7</b>	23.1 <b>18.5</b>	20.0 <b>15.2</b>	15.9 <b>9.7</b>	12.6 <b>6.8</b>	8.9 <b>2.4</b>	14.8 <b>9.5<sup>(2)</sup></b>
En Yüksek Sıcaklık ve Günü (°C)	24	22.6 3.71	23.7 14.77	30.0 30.52	35.0 3.52	35.7 31.80	38.7 24.73	39.3 22.66	41.6 11.70	37.8 13.65	34.4 16.74	29.1 14.61	25.3 21.63	41.6 11.08.70
En Düşük Sıcaklık ve Günü (°C)	24	-8.6 13.50	-8.7 4.60	-3.2 14.71	0.3 11.69	5.8 19.52	9.8 1.60	12.8 5.54	11.8 24.60	6.0 30.70	3.0 27.79	0.6 5.73	-5.7 23.67	-8.7 04.02.60
Ortalama Buharlaşma (mm)	21	28.1	29.8	37.0	53.0	67.8	82.9	93.5	95.7	68.1	43.8	19.9	33.4	671.8
Günlük En Çok Buharlaşma (mm)	21	5.7	7.1	6.6	10.8	8.7	10.6	7.8	9.8	10.9	6.5	7.8	6.7	10.9
Ortalama Donlu Günler Sayısı	24	7.0	4.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	14.4
Ortalama Bağıl Nem (%)	27	75	75	72	69	68	66	66	66	70	74	74	75	71
En Düşük Bağıl Nem (%)	27	25	19	10	10	14	11	17	12	5	19	15	19	5
Ortalama Yağış Miktarı (mm)	60 <b>5</b>	89.2 <b>115.0</b>	74.4 <b>68.2</b>	67.4 <b>83.6</b>	48.7 <b>76.7</b>	44.7 <b>80.8</b>	48.9 <b>52.4</b>	39.9 <b>68.1</b>	36.8 <b>50.3</b>	60.1 <b>80.3</b>	77.7 <b>90.1</b>	78.8 <b>113.7</b>	105.1 <b>159.5</b>	771.7 <b>1038.7<sup>(3)</sup></b>
Günlük En Çok Yağış Miktarı (mm) ve Günü	60	46.8 28.80	49.7 25.48	39.0 28.80	30.1 20.79	45.4 29.75	98.1 24.67	169.4 2.42	97.1 14.31	125.5 8.49	117.3 6.73	60.4 20.64	56.5 30.39	169.4 27.42

1. Bu Tablo genel olarak DMİGM (1974 ve 1984)'nin meteorolojik bültenlerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.
2. Havzanın aylık ortalama sıcaklıklarını gösteren bu değerler Özyuvacı (1999)'nin Özgül (1989)'e atfen verdiği  $Y=a+bx$  eşitliği ile hesaplanmıştır.
3. Havzanın aylık ortalama yağışlarını gösteren bu değerler, Thames Water ŞTİ tarafından baraj gölü kıyısında, DSI tarafından baraj gölü civarı ve Hacıosman köyünde yapılan rasatlardan yararlanılarak hesaplanmıştır.

**Tablo 1'in devamı**  
**Table 1: (Continued)**

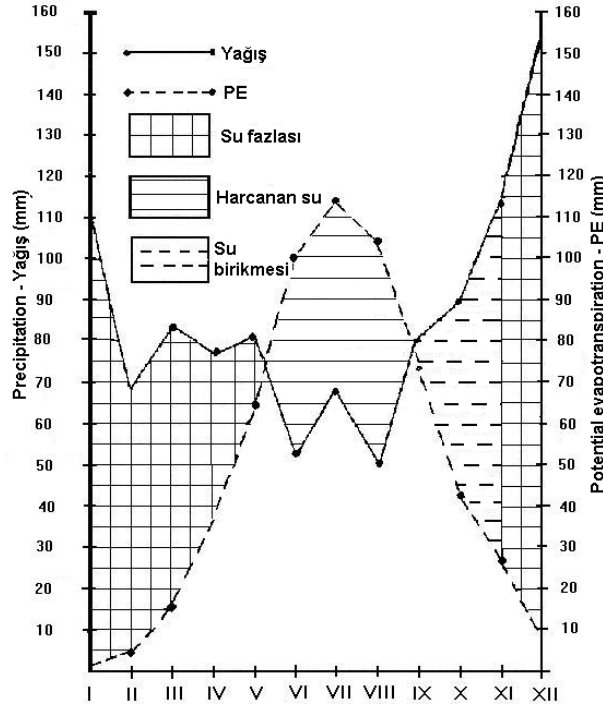
Meteorolojik Veriler	Gözlem Sresi (Yıl)	Aylar												Yıllık
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Kar Yağışlı Günler Sayısı	35	2.6	3.5	1.5	0.0							0.1	0.6	8.4
Ortalama Karla Örtülü Günler Sayısı	60	3.5	3.4	1.0								0.2	0.9	9.0
En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	39	35	90	14								32	31	90
Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	19	2.2	2.4	2.2	2.4	2.2	2.2	2.2	2.0	1.7	1.6	1.8	2.0	2.1
En Hızlı Rüzgar Yönü ve Hızı (m/sn)	19	NW 28.7	W,NW 30.0	S 26.0	W 25.4	W 31.3	NW 21.0	W 18.2	W 24.9	WNW 26.6	NNW 18.3	WNW 29.8	W 26.3	W 31.3

### 2.1.2.5. Rüzgar

19 yıllık gözlem süresinde yıllık ortalama rüzgar hızı 2.1 m/sn olarak ölçülmüştür. Ortalama rüzgar hızının en büyük ve en küçük değerleri sırasıyla 2.4 m/sn ile şubat ve nisan, 1.6 m/sn ile ekim ayında kaydedilmiştir. Rüzgarın en hızlı 31.3 m/sn ile batı yönünden estiği ölçülmüştür (Tablo 1).

### 2.1.2.6. İklim Tipi

Yuvacık havzası; Thornthwaite yöntemine göre hazırlanan su bilançosuna göre nemli, orta sıcaklıkta, su açığı olmayan ve okyanusal iklim etkisine yakın koşulları içeren bir iklim tipine ( $B_3B'_1rb'_3$ ) sahiptir. Su bilançosu çizelgesi verileri (Tablo 2) ve bu verilerden yararlanılarak çizilen su bilançosu grafiğine göre Yuvacık havzasında aralık-mayıs ayları arasında bir su fazlasının, mayıs-ekim aylarında ise toprağın depoladığı sudan harcanma olduğu görülmektedir (Şekil-2).



Şekil 2: Yuvacık havzasının su bilançosu grafiği  
Figure 2: Water balance of the Yuvacık watershed

**Tablo 2. Yuvacık havzasının Thornthwaite yöntemine göre su bilânçosu**

**Table 2: Water balance according to Thornthwaite methode**

Enlem: 40'32" – 40'41"

Boylam: 29'29" – 30'08"

Denizden ortalama yüksekliği: 843.0 m

Bilanço elemanları	A Y L A R												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık (°C)	0.4	1.5	3.7	7.8	12.5	16.6	18.7	18.5	15.2	9.7	6.8	2.4	9.5
Sıcaklık indisi	0.02	0.16	0.63	1.96	4.00	6.15	7.37	7.25	5.38	2.73	1.59	0.33	37.57
Düzeltilmemiş PE (mm)	1.7	5.9	15.0	34.0	56.0	80.0	90.0	88.0	70.0	44.0	28.5	10.0	
Düzeltilmiş PE (mm)	1.4	4.9	15.5	37.7	69.4	100.0	114.3	103.8	72.8	42.2	23.7	8.1	593.8
Yağış (mm)	115.0	68.2	83.6	76.7	80.8	52.4	68.1	50.3	80.3	90.1	113.7	159.5	1038.7
Depo edilen suyun aylık değişimi (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-47.6	-46.2	-53.5	7.5	47.9	90.5	0.0	
Depo edilen su (mm)	221.4	221.4	221.4	221.4	221.4	173.8	127.6	74.1	81.6	129.5	219.5	221.4	
Gerçek evapotranspirasyon (mm)	1.4	4.9	15.5	37.7	69.4	100.0	114.3	103.8	72.8	42.2	23.7	8.1	593.8
Su noksanı (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
Su fazlası (mm)	113.6	63.3	68.1	39.0	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	149.5	444.9
Yüzeysel akış (mm)	94,2	78,8	73,5	56,3	33,9	17,0	8,5	4,3	2,2	1,4	0,0	74,8	444,9
Nemlilik oranı	81,1	12,9	4,4	1,0	0,2	-0,5	-0,4	-0,5	0,1	1,1	3,8	18,7	



### 2.1.3. Jeoloji ve Topoğrafya

Göncüoğlu ve Ark. (1989)'na göre Yuvacık havzasında kuarterner, tersiyer, kretase, jura ve triyas sistemlerine ilişkin kayaçlar bulunmaktadır. Bu kayaçlar ve bunların üstünde oluşan egemen topoğrafik yapı Tablo 3'te verilmiştir. Kayaçların havzadaki dağılışı ise Ek Harita-1'de gösterilmiştir.

**Kuvaterner Sistemi:** Holosen serisinin alüvyon kayaçları ile temsil edilmiştir. Bu kayaçlar havzanın kuzeyindeki Serin dere, güneyindeki Sularderesi ve batısındaki Değirmendere civarında bulunmaktadır. Ayrıca, Dere mahallesinin kuzeyinde, Kiraz dere ve havzanın doğusunda Mesruriye köyünün civarında da alüvyonlar yer almaktadır. Alüvyon kayaçları üzerinde düz-hemen hemen düz (%0-2) ve hafif eğimli (%2-6 ) bir topoğrafik yapı meydana gelmiştir.

**Tersiyer Sistemi:** Eosen serisinin andezit-bazalt kayaçlarından oluşan Sarısu volkanikleri ile temsil edilmiştir. Bu kayaçlar havzanın kuzey bölümünde ve Dere, Hacıhalil, Cami, Güney, Tepecik, Lostaroğulları, Kazan dere ve Aksığın mahalleleri arasında yayılış göstermektedir. Sarısu volkanik arazisi üzerinde Kırkharman (434 m), Yılcık (502 m), Arka (518 m), Karapınar (687 m) tepeleri ile Harman, Karapınar ve Değirmen sırtları bulunmaktadır. Genellikle sarp (>%30) ve çok dik (%20-30) eğimli yamaçlara sahip bu tepeler ve sırtlar, andezit-bazalt arazisinin paralel akan derelerle parçalanmasıyla oluşmuştur.

**Kretase Sistemi:** Üst kretase serisinin Bakacak formasyonu olistostrom, fliş, marn ve Acıelma kireç taşı ile; alt kretase serisinin İznik metamorfiklerine ait metabazalt ve ofiyolitli şist kayaçları ile temsil edilmiştir.

**Bakacak formasyonu:** Bu formasyonun fliş ve marn kayaçları, Yuvacık havzasının güney ucundan başlayıp, Mesruriye'ye kadar uzanan ve Sular deresi ile havzanın güneydoğu sınırı arasında kalan bölgede yer almaktadır. Fliş ve marn kayaçları üzerinde Doruk (841 m), Eşek Beleni, Çankaya, Büyükalın (1018 m) Kargadöner tepeleri ve bunlar arasında uzanan Karapınar, Keltepe, Tepetarla ile Gürgenlik sırtları bulunmaktadır. Paralel akan derelerde parçalanmış fliş-marn tepelik ve sırt arazisi, genellikle sarp-çok dik eğimli yamaçlara sahiptir.

**Acıelma kireç taşı:** Havzanın kuzeydoğusunda Çiçekli (1547 m), Dumanlı (1479 m) ve Kürekdeğirmeni tepeleri arasında uzanmakta ve bu tepelerin batı yamaçları ile havzanın batısındaki Menekşe yaylasında bulunan Sivri tepede yayılış göstermektedir. Bu tepeler sarp-çok dik eğimlidir.

**Metabazalt:** Katırözü ve Mesruriye köyleri arasında ve Sular derenin kuzeyinde yayılmıştır. Paralel akan derelerle parçalanmış metabazalt arazisinde genellikle sarp-çok dik eğimli yamaçlara sahip tepe ve sırtlar vardır. Bunlar; Gözdağı, Harman, Taşlı, Kavlıburun (1046 m) ve Yörük tepesi ile Kıranyurt, Çökek, Sakarcaalan, Mercimek, Kuzyaka ve İmam sırtlarıdır. Ofiyolit şistin oluşumu jura sisteminde de devam ettiği için, bulunduğu alanlar aşağıda verilmiştir.

**Jura Sistemi:** Jura; ofiyolitli şist, kireç taşı ve dolomit kayaçları ile temsil edilmiştir.

**Ofiyolitli şist:** havzanın güneydoğusundaki Dallıbayır (1055 m), Çepişkaya (1283m) ve Kapağazı tepeleri ile bunlar arasındaki Kabaklı ve Sivri burun sırtları ile Kıranyurt ve Kirazlı yaylaları civarında uzanmaktadır. Söz konusu tepe ve sırtların yamaçları genellikle sarp-çok dik eğimlidir.

**Kireç taşı ve dolomit kayaçları:** Şist-mermer, ofiyolitli şist ile şist kayaçları arasında doğu-batı ve kuzey-güney doğrultusunda damarlar şeklinde uzanmıştır. Bunların en uzununu, Mesruriye köyünün kuzeydoğusundaki Koncakaya sırtından başlayan ve batıya doğru uzanarak Çamurlu tepeden güneye dönen ve Tekne derede sona eren damardır. Bu damar, aynı zamanda havzanın en yüksek tepesi (Karlık tepe 1381 m) ile Uzundere yaylasını da içine almaktadır. Doğudan batıya doğru uzanan diğer iki küçük damar ise, İnönü yaylasının kuzeyinden ve güneyinden geçmektedir. Bunlardan kuzeydeki, Karaağaç tepesi; güneydeki ise Erikli tepe ve Eriçova'yı içine almıştır. Kuzey-güney doğrultusunda uzanan üçüncü küçük damar ise; havzanın güneyinde bulunan ve havzanın üçüncü yüksek tepesini (Kara tepe 1348 m) içine almakta ve havzanın güney sınırında son bulmaktadır. Kireç taşı ve dolomit kayaçlar üstünde sarp-çok dik eğimli tepelik arazi oluşmuştur.

**Triyas Sistemi:** Yukarıda açıklanan jura sistemindeki kireç taşı ve dolomit kayaçları ile birlikte rekristalize kireç taşı ve mermer/şist kayaçları ile temsil edilmiştir.

**Rekristalize kireç taşları:** Havzanın kuzeydoğusu ile güney batısında dağılım gösteren farklı büyüklükteki alanları kaplamaktadır. Kuzeydoğudaki mermer alanı Sultaniye, Yaygınca ve Cami mahalleleri arasında uzanmakta olup Erikli, Koza ve Atuçuran sırtlarını içine almaktadır. Yuvacık havzasının orta kısımlarında Kızılkaya tepe (1098 m) ve Domuz gölleri; Beyaztaş tepe ve Parsık mahallesi ile Uzun dere arasındaki Fabrika deresinin yamaçları ile Nalçöken (1198 m) ve Kungul (1259 m) tepelerin civarında da küçük alanlar şeklinde mermer kayaçları dağılım göstermektedir. Buna karşılık, havzanın güneybatısında yer alan Menekşe yaylasının kuzeyi ve doğusunda büyük bir alanda mermer kayaçları yer almaktadır. Bu alandaki mermerler Sıcak ve

Soğuk derelerin kesişme noktası, Balkayalığı ve Papaz mahallesi civarında yayılış göstermektedir. Ayrıca, havzanın güneydoğu sınırı boyunca Mesudiye, Çukuralan, İnek ve Kendir derelerin kollarının civarlarında küçük alanlar şeklinde mermer kayaçları bulunmaktadır.

Şist/Mermer kayaçları: Havzanın doğu sınırından başlar ve batıya Lostaroğulları mahallesi ile Fabrika yaylasını birleştiren sınıra kadar uzanır. Bu kayaçların kuzeyinde mermer, güneyinde ise kireç taşı-dolomit ve şist kayaçları yer almaktadır. Mesuriye köyü de, güney hariç diğer yönlerden şist-mermer kayaçları ile çevrilmiştir. Şist/mermer kayaçlarının bulunduğu alanda; Çavuşlu yaylası ile Domuz göl, Kılıçkaya (1249 m) ve Kızılağaç tepeler bulunmaktadır. Şist ve şist/mermer arazisi derelerle parçalanmış olup, genellikle sarp-çok dik eğimli yamaçlı tepe ve sırtları içerirken, mermer arazisi genellikle küt zirveli tepe ile sırtlardan meydana gelmiştir. Bu topoğrafik yapı da sarp ve çok dik eğimli yamaçlara sahiptir.

Diğer taraftan, arazi çalışmaları ve bu çalışmalar sırasında toplanan kayaç örneklerinin teşhis edilmesiyle şist-mermer arazisinin bir bölümü şist; metabazalt arazisinin değişik kısımlarında kuvars çakılı, killi şist, konglomera ve kum taşı bulunduğu anlaşılmış ve bu kayaçlar da topluca “tortul kaya karmaşığı” olarak ayrılmıştır. Bunların bulunduğu yerlere ilişkin açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Tortul kaya karmaşığı: Bu karmaşık, Yuvacık havzasının güneydoğusunda Çilekli ve Mesuriye köyleri arasında ve sular derenin kuzey tarafında dağılım göstermektedir. Örneğin; Çilekli köyünün doğusu, Gözdağ tepe, Sular deresine akan Erikli, Kavaklı, Samanlık, Gölcük, Alakarga derelerinin civarı ile Yörük tepede bu karmaşığa ait kayaçlar yer almaktadır.

Şist kayaçları: Yuvacık havzasında en geniş yayılış alanına sahiptir. Havzanın güneydoğusundaki Tahtalı, doğusundaki İnönü, Eriçova yaylarının civarında ve havzanın batısındaki Menekşe yaylasının güneyinde, havzanın kuzeybatısındaki Kademağa, Dere ve Hasanağa mahallelerinin güneyinde, havzanın güneybatısındaki Hacıosman ve Kutluca mahallelerinin civarında, havzanın ortasındaki Değirmendüzü ve Aytepe mahallelerinin güneyinde ve bu yaylalar ile mahalleler arasında bulunan Müfizkaya, Gebegöynük (1262 m), havzanın ikinci yüksek tepesi olan Soğucak (1358 m), Hasbahçe (774 m), Ayı (994 m), Küçükmiş (1119 m), Büyükmiş (1154 m), Tekne (1314 m), Kışla (1054 m), Armut (1052 m), Çukuralan (1011 m), Tarla, Sivri, Çamurluk (993 m), Arpalık (974 m) ve Hekim (928 m) tepeler civarında şist kayaçları bulunmaktadır.

**Tablo 3. Yuvacık havzasının jeoloji ve topoğrafyası**  
**Table 3: Geology and topography of the Yuvacık watershed**

Üs Sistem	Sistem	Seri	Kayaçlar	Genel topoğrafya
Senozoik	Kuvaterner	Holosen	Alüvyon	Alüvyon düzlüğü ve dere tabanı
	Tersiyer	Eosen	Andezit / bazalt (Sarısu volkanikleri)	Genellikle sarp-çok dik eğimli yamaçlı tepelik ve sırt arazisi
Mezozoik	Kretase	Üst	Bakacak formasyonu (olistostrom/fliş/marn)	" "
			Acielma kireç taşı	" "
		İznik metamorfikleri	" "	
	Jura	Alt	Metabazalt	" "
			Ofiyolitli şist	" "
	Triyas		Kireç taşı/dolomit	" "
			Şist-mermer	" "
			Rekristalize kireç taşı	" "

#### **2.1.4. Toprak**

Oakes (1958) tarafından yapılan Türkiye Umumi Toprak haritasına göre, havzada kahve rengi orman toprakları egemen olup, bunların yanında havzanın güney kesimlerinde rendzina toprakları da yer almaktadır. Topraksu Genel Müdürlüğü (1983) ise, havzanın büyük bir bölümünü işlenmeyen arazi olarak göstermiş ve kireçsiz kahve rengi toprakların varlığından söz etmiştir. Bu proje kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda topraklara ilişkin elde edilen bilgiler “**BULGULAR**” kısmında verilmiştir.

#### **2.1.5. Bitki Örtüsü**

Yuvacık havzasının %78.46'sı ağırlıklı olarak kayın ağacının oluşturduğu bir orman örtüsü ile kaplıdır. Bu örtüde yer yer meşe, gürgen, söğüt, kızılbaş, karaçam ve göknar gibi ağaçlar ile bunların yanında laden, süpürge çalısı, sandal, akçakesme, orman gülü ve böğürtlen gibi yalancı maki elemanları bulunmaktadır. Gerek orman örtüsünün altında, gerekse yalancı maki elemanlarıyla birlikte veya havzanın %3.6'sını kaplayan mera alanlarında değişik familyaların temsilcileri olan otsu türler de yer almaktadır. Havzanın %17.3'ünü teşkil eden tarım alanlarında; mısır, buğday ve fasulye gibi bir yıllık tarım ürünleri ile küçük bir bölümünde kavak, fındık, çilek ve diğer ürünler yetiştirilmektedir. Konuyla ilgili ayrıntılı bilgiler bulgular ve tartışma bölümünde verilmiştir.

#### **2.1.6. Sosyo-Ekonomik Durum**

Yuvacık havzasında Servetiye Cami, Tepecik, Serin dere, Kazan dere, Aksığın, Servetiye Karşı mahallesi, Cami mahallesi, Yeniköy, Çilekli (Katırözü), Mesruriye, Kutluca ve Haciosman gibi köy statüsünde yerleşim birimleri bulunmaktadır. Yerleşim birimlerinde 2000 yılı genel nüfus sayımı sonuçlarında göre 3909 kişi yaşamaktadır (DİE, 2000). Bunlar, genel olarak orman, tarım, hayvan ve meyvecilik alanlarından geçimlerini temin etmektedirler. Yol, su ve elektriğe sahip olan bu köylerin bazılarında kanalizasyon sorunu vardır.

#### **2.2. Diğer Materyal (Harita Yapım Materyali)**

Araştırmada 1/25000 ölçekli analog ve sayısal topografik haritalar ile 1970 ve 1994 yıllarında çekilen ve ortalama ölçekleri sırasıyla 1/20000 ve 1/35000 olan siyah-beyaz hava fotoğrafları ile 1992 yılında çekilen ve ortalama ölçeği 1/20000 olan yanlış renkli (renkli kızılötesi) hava fotoğrafları; fizyografik toprak, eğim grupları ve güncel arazi kullanma şekilleri gibi haritaların yapılması için kullanılmışlardır.

### 3.YÖNTEMLER

#### 3.1. Büro Çalışmaları

Bu çalışmalar; araştırma alanının bazı havza karakteristikleri ile yetiştirme ortamı koşullarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla sayısal topografik paftalardan yararlanılarak araştırma alanının ortalama yüksekliği ve yükselti grupları, eğim grupları, dere (drenaj) yoğunluğu ve dere sıklığı ile bazı havza özellikleri tespit edilmiştir. Araştırma alanının jeolojisi ise 1/25000 ölçekli jeoloji haritasından ve arazi yetenek sınıfları, eğim grupları ile fizyografik toprak haritalarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Ayrıca, 'Fizyografik Toprak' ve 'Güncel Arazi Kullanma Şekilleri' ne ilişkin foto-yorum haritaları için gerekli yorum çalışmaları da büroda gerçekleştirilmiştir. Toprak haritasıyla ilgili foto yorum haritası 1994 yılında çekilen 1/35000 ortalama ölçekli siyah-beyaz hava fotoğraflarının 'Fizyolojik Analiz' yöntemiyle yorumlanmasıyla, güncel arazi kullanma şekillerinin belirlenmesiyle ilgili foto-yorum haritası ise yine 1994, 1970 ve 1992 yıllarının hava fotoğraflarından da yararlanılarak yapılmıştır.

Vektör harita çalışmalarında ARC/INFO, sayısallaştırma işlemlerinde ERDAS, harita düzenleme ve baskı işlemlerinde ise Arc/View yazılımları kullanılmıştır.

#### 3.1.1.Fizyolojik ve Hidrolojik Özelliklerin Saptanması<sup>1)</sup>

Yuvacık havzası Kiraz (I), Kazan (II) ve Serin (III) dere olmak üzere 3 adet ana havzadan oluşmaktadır. Bu havzalar birbirleriyle bağlantılı veya bağlantısı olmayan dere tarafından boşaltılmaktadır. Bu özellikler dikkate alınarak suretiyle I ve III nolu ana havzalar 2'şer adet yukarı, 1'er adet aşağı havzaya bölünmüştür (Şekil 6) . Böylece, Yuvacık havzasının fizyografik ve hidrolojik özelliklerine ilişkin bulgular 7 havzanın ayrıntılı olarak incelenmesiyle sağlanmıştır.

##### - Alan

Havzaların alanları, Arc Wiew yazılımı kullanılarak sayısal harita üzerinde hesaplanmıştır.

##### - Form Faktörü

Aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

---

<sup>1</sup> Havzanın bu özellikleri geniş ölçüde Özyuvacı (2002) ve Özhan (2003)'dan yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$F = \frac{b}{L} km / km \qquad b = \frac{A}{L} km$$

Burada; F: Form faktörü, b: Havzanın eni (km), L: Havzanın boyu (km), A: Havzanın alanı (km<sup>2</sup>)'dir.

#### **Dairesellik Oranı**

Bu oran aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$D_0 = \frac{A(km^2)}{Ad(km^2)}$$

Burada; D<sub>0</sub>: Dairesellik oranı, A: Havzanın alanı (km<sup>2</sup>), ve Ad: Havzanın çevre uzunluğuna eşit dairenin alanı (km<sup>2</sup>)'dir.

#### **- Uzunlaşma Oranı**

Havza alanına sahip bir dairenin çapının, havza uzunluğuna oranıdır.

$$U_0 = \frac{Rd(km)}{L(km)}$$

Burada; U<sub>0</sub>: Uzunlaşma oranı, Rd: Havza alanına eşit dairenin çapı (km), ve L: Havza uzunluğu (km)'dir.

#### **- Dere Sayısı**

Dere sayısı, Strahler yöntemine göre (Morris ve Fan, 1998) hesaplanmıştır. Bu sistemde aynı dereceden iki dere, bir üst derecedeki dereyi oluşturmaktadır.

#### **- Dere Sıklığı ve Dere Yoğunluğu**

Dere sıklığı toplam dere sayısının havza alanına bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

$$D_s = \frac{N_s}{A} (\text{adet/km}^2) \qquad D_y = \frac{L}{A} (\text{km/km}^2)$$

Burada; D<sub>s</sub>: Dere sıklığı, D<sub>y</sub>: Dere yoğunluğu, N<sub>s</sub>: Derelerin toplam sayısı, L: Dere uzunluklarının toplamı, A: Havza alanıdır.

### - Çatallanma Oranı

Akarsu sisteminin çatallanma özelliğini ifade eden bu oran, aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır.

$$\zeta_o = \frac{Ns + 1}{Ns} \quad \zeta_{oort} = \frac{\sum \zeta_o}{n}$$

Burada;  $\zeta_o$ : Çatallanma oranı,  $Ns$ : Dere sayısı,  $n$ : Çatallanma sayısı.

### - Konsantrasyon Zamanı (Tc)

US Army Corp. of Engineers tarafından geliştirilen TR-55 yazılımı kullanılarak ana derelerin profilleri çıkartılmış ve havzalar eğim ve akış şekilleri bakımından homojen parçalara ayrılmıştır (Wanielista ve Ark., 1997). Suyun her parçada kazanabileceği hız ise Manning eşitliği kullanılarak tahmin edilmiş ve böylece akışların mesafeyi kat etme süreleri hesaplanmıştır.

### 3.2. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, hava fotoğraflarından değişik amaçlar için yapılan foto-yorum haritalarının kontrolü, toprak tipleri ve özelliklerinin saptanması, toprak ve su örneklerinin alınması amacıyla yapılmıştır.

Fizyografik toprak haritasının yapımı için hazırlanan foto-yorum haritasının arazideki kontrolü toprak çukuru ve mini çukurlar ve burgulamalarla toprakların ve toprak haritalama birimlerinin sınırlarının incelenmesiyle yapılmıştır. Bu amaçla araştırma alanında toplam 34 adet toprak çukuru ve 95 adet mini çukur açılmıştır. Açılan toprak çukurlarının 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm ve 60-80 cm derinlik kademelerinin her birinden birbirine paralel iki adet doğal yapısı bozulmamış iki örnek, laboratuarda bazı özelliklerin tayin edilmesi amacıyla alınmıştır. Ayrıca, arazide bu çukurlar incelenerek tanımları da yapılmıştır.

Güncel arazi kullanma şekilleri haritasının yapımı amacıyla hazırlanan foto-yorum haritası da hem toprakların incelendiği noktalarda, hem de daha önceden belirlenen yerlerde arazi kullanma şekillerinin incelenmesiyle arazide kontrol edilmiştir.

Diğer taraftan Yuvacık baraj gölüne akan dere kollarından Kiraz dere, Kazan dere, Serin dereye bir yıl süre ile, Çınarlı dereye ise iki yıl süre ile 15 günde bir debi<sup>1</sup> ölçümleri yapılmış ve bu dere sularının bazı fiziksel

---

<sup>1</sup> Otomatik debi ölçüm cihazlarının kurulmasının ve çalışmasının gecikmesi nedeniyle ana derelerde debi ölçümleri tarafımızdan bir yıl süre ile yapılmıştır.



ve kimyasal özelliklerini tayin etmek için 48 kez araziye gidilerek 4 dereden toplam 192 adet su örneği alınmıştır.

### 3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Araştırma alanında açılan toprak çukurlarından alınan toprak örnekleri ile 15 günde bir derelerden alınan su örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini tayin etmek amacıyla laboratuvar analizleri yapılmıştır.

#### 3.3.1. Toprak Analizleri

Araziden getirilen toprak örneklerinin 2 mm, 2-5 mm ve 5 mm'lik fraksiyonları elek serilerinden geçirilmek suretiyle,

- Tekstür (Bouyoucous'un hidrometre yöntemiyle),
  - Rutubet ekivalanı ve solma noktası [Soil Moisture aletleri kullanılarak (Irmak, 1972)],
  - Yarayışlı su, [rutubet ekivalanı ve solma noktasındaki nem yüzdelerinin farkından yararlanılarak (Baver, 1961)],
  - Ateşte kayıp [örneklerin 105<sup>0</sup>C'de kurutulduktan sonra yakma fırınında 700<sup>0</sup>-800<sup>0</sup>C'de kızdırılmak suretiyle (Irmak,1954)],
  - Dane yoğunluğu [piknometre yöntemiyle (Gustafson, 1941)],
  - Geçirgenlik [Darcy kanununa göre (Özyuvacı,1976)],
  - Maksimum su tutma kapasitesi [geçirgenlik deneyleri tamamlanan örneklerin doymun ve fırın kurusu arasındaki farkın ağırlık yüzdesi olarak ve hacim ağırlığı örneklerin fırın kurusu ağırlığının silindir hacimlerine bölünmesiyle (Wilde, 1958)],
  - Gözenek hacmi (Total porosite) [dane yoğunluğu ve hacim ağırlığı arasındaki ilişkiden yararlanılarak (Black ve Ark,1965)],
  - pH (Toprak reaksiyonu) [1:2,5 oranındaki toprak-su karışımında (Irmak, 1954)],
  - Elektriki iletkenlik [1:5 oranındaki toprak-su karışımından sağlanan çözeltide (Black ve Ark, 1965)],
  - Organik madde [Walkley-Black Kromik asit yöntemiyle (Gülçür, 1974)] tayin edilmişlerdir.
- Toprakların erozyona yatkın olup olmadıkları ise Gessel (1959) ve Middleton (1930)'a göre dispersiyon oranının hesaplanmasıyla bulunmuştur (Balci, 1978).

### 3.3.2. Su Analizleri

Araştırma alanındaki 4 farklı akarsudan 15'er gün aralıklarla iki yıl boyunca alınan su örneklerinde; sıcaklık termometre ve pH HACH EC10/EC30 pH metre cihazı ile ölçülmüş, askıda sediment ise buharlaştırma yöntemiyle tayin edilmiştir. Renk APHA Pt-Co, bulanıklık Nefalometrik, elektriksel iletkenlik Doğrudan prob kullanılarak, toplam sertlik ( $\text{CaCO}_3$ ) EDTA titrasyonu ile, toplam fosfor Orto-fosfat (Askorbik asit), mangan PAN, toplam demir Ferro Ver, bakır Biçinkoninat, çinko Zincon, kadmiyum Dithizone, alüminyum ECR (Eriochrome Cyanine R) ve klorid Cıva Nitrat yöntemleriyle tayin edilmişlerdir (Hach Company, 1997). Bu özelliklerden renk, toplam fosfor, mangan, toplam demir, bakır, çinko, kadmiyum ve alüminyum HACH DR/2010, DR/4000 spektrofotometre; bulanıklık HACH 2100 P/2100 AN bulanıklık metresi; toplam sertlik ve klorid HACH sayısal titratörü ve elektriksel iletkenlik HACH CO 150 aygıtları kullanılarak ölçülmüştür.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Yuvacık Barajı Havzasının Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri

#### 4.1.1. İklim

Su üretimi açısından, iklimin özellikle yağış ve sıcaklık karakteristikleri büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, havzada sıcaklık ölçümleri bulunmamaktadır. Bu kısımda iklim öğelerinden yağış özellikleri üzerinde durulmuştur. Yuvacık havzasının yıllık ortalama yağış miktarının 1038.7 mm olduğu daha önceden belirtilmiş ve Tablo 1'de gösterilmiştir. Diğer taraftan baraj gölü civarında ve Hacıosman köyünde ortalama yıllık yağışlar sırasıyla 1269.0 mm ve 808.4 mm'dir. Yağışların aylara dağılımları Tablo 4'te verilmiştir. Bu verilerden anlaşılacağı gibi yıllık ortalama yağış verileri arasındaki fark 460.6 mm olup baraj gölü civarı lehinedir. Aylık ortalama yağış verilerinin karşılaştırmasından baraj gölü civarı ve Hacıosman köyünün mayıs, eylül ve aralık aylarının yağış miktarlarının birbirlerine yakın olmalarına karşılık, diğer ayların hepsinde yağış miktarları baraj gölü civarında daha fazladır. Her iki yörede de yıllık yağışın %33 civarındaki bölümü kış mevsiminde düşmekte, bunu sonbahar ve ilkbahar sırasıyla yaklaşık %27 ve %23 ile izlemektedir. Buna karşılık baraj gölü civarında ve Hacıosman köyünde yaz mevsiminde yıllık yağışların sırasıyla %18.6 ve %13.2'si düşmektedir. Havzada yağış miktarlarının bu şekilde farklı olması, erozyona karşı alınacak önlemlerin çeşitleri ve sırasının değişik olacağını göstermektedir.

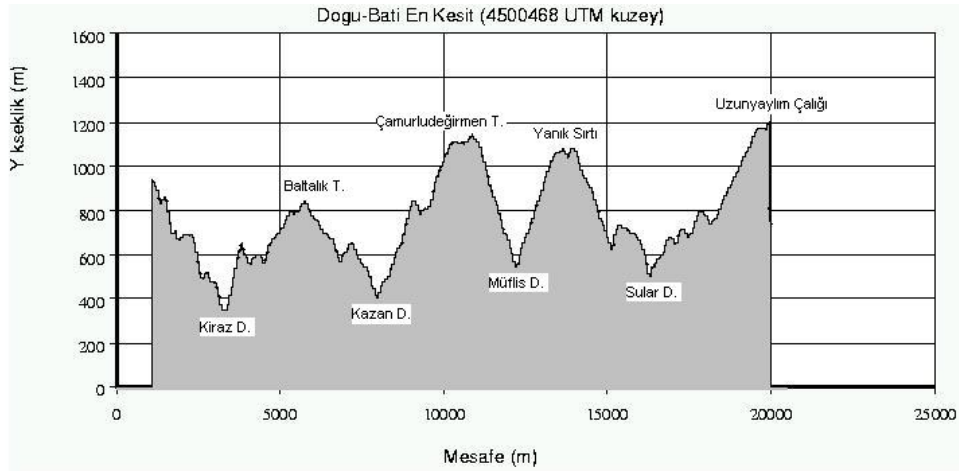
**Tablo 4: Baraj gölü civarı ve Haciosman köyünün ortalama yağış verileri (mm).**

**Table 4: Mean precipitation data of the side of Yuvacik dam lake and Haciosman village**

Ölçüm Yerleri	Aylar												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Göl civarı	138.2	111.0	107.6	95.1	80.7	89.6	77.1	68.7	78.3	127.3	133.7	161.7	1269.0
Haciosman	91.8	25.5	59.7	58.4	80.9	15.2	59.2	32.0	82.0	52.8	93.7	157.2	808.4
Fark	46.4	85.5	47.9	36.7	-0.2	74.4	17.9	36.7	-3.7	74.5	40.0	4.5	460.6

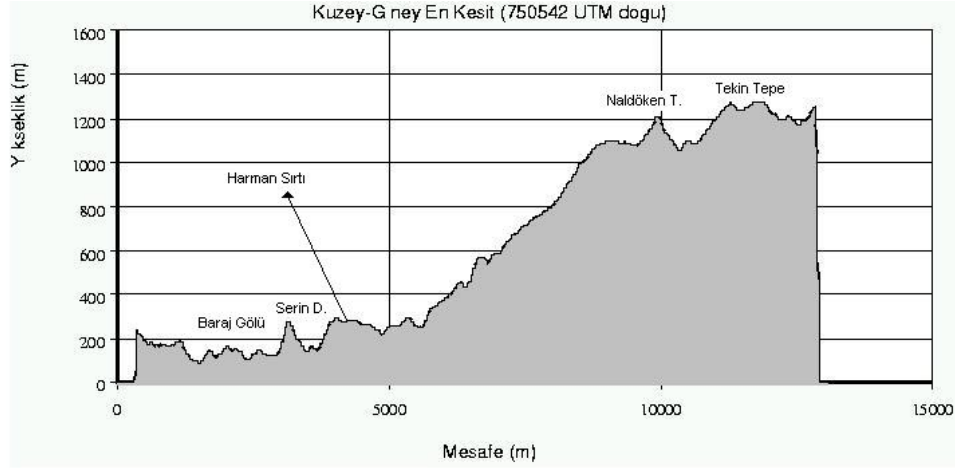
#### 4.1.2. Jeoloji ve Topoğrafya

Havzaya ait jeolojik veriler 2.1.3. bölümünde ayrıntılı olarak anlatıldığı için burada tekrar edilmemiştir. Yuvacik havzasının topoğrafyası ise; paralel akan derelerin oluşturduğu genellikle V şeklindeki vadilerle ayrılmış sivri ve küt zirveli tepeler ile sırtlardan meydana gelmiştir. Bu tepe ve sırtlar genellikle sarp karmaşık yamaçlara sahiptir (Şekil 3-4). Havzanın yükseltisi, eğimi ve form faktörüne ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.



**Şekil-3: Yuvacik havzasının doğu-batı yönündeki kesiti (4500468 UTM Kuzey)**

**Figure 3: Cross section of the Yuvacik watershed (4500468 UTM North)**



**Şekil-4: Yuvacık havzası kuzey-güney yönündeki kesiti (750542 UTM Doğu)**  
**Figure 4: Longitudinal section of the Yuvacik watershed (4500468 UTM East)**

### Yükseklik

Havzanın ortalama yüksekliği 843 m'dir. 200 m'lik yükselti dilimine göre hazırlanan yükselti grupları Tablo 5'te verilmiştir. Havzanın egemen yükselti grubununun 8279 ha (%32.1)'la 800-1000 m'lik yükselti basamağı olduğu ve bunu sırasıyla 6165 ha (%23.9)'la 1000-1200 m ve 4400 ha (%17.1)'la 600-800 m'lik yükselti basamaklarının izlediği ilgili çizelgeden anlaşılmaktadır. Havzada, en küçük ve en büyük yükselti gruplarının çok az miktarlar olması dikkat çekici bir olgudur. Diğer taraftan Yuvacık havzasının 800 m'den yüksek olan kısmı havzanın %62.9'unu içermektedir.

**Tablo 5: Yuvacık havzasının yükselti basamakları**  
**Table 5: The height groups of the Yuvacik watershed**

Yükselti basamakları (m)	Ha	%
0-200	333	1.3
200-400	1818	7.1
400-600	2982	11.6
600-800	4400	17.1
800-1000	8279	32.1
1000-1200	6165	23.9
1200-1400	1699	6.6
1400-1600	83	0.3
Toplam	25759	100.0

### **Eğim**

25759 ha'lık Yuvacık baraj havzasının 16299 ha (%63.3)'ı sarp, 4526 ha (%17.6)'ı ise çok dik eğimlidir. Bu bulgular havzanın 20825 ha (%80.9)'ının çok dik+sarp eğimli olduğunu göstermektedir. Dik eğim grubunun havzanın 2551 ha (%9.9)'lık bir bölümünün kapsamına karşılık, orta ve hafif eğim grupları sırasıyla 983 ha (%3.8) ve 345 ha (%1.3)'ını kapsamaktadır. Bununla birlikte havzanın 1055 ha (4.1)'ı düzdür (Tablo 6 ve Ek Harita 2 ).

**Tablo 6: Yuvacık havzasının eğim grupları**

**Table 8: The slope groups of the Yuvacik watershed**

Eğim grupları (%)	Ha	%	Tanım
0-2	1055	4.1	Düz
2-6	345	1.3	Hafif eğimli
6-10	983	3.8	Orta eğimli
10-20	2551	9.9	Dik eğimli
20-30	4526	17.6	Çok dik eğimli
>30	16299	63.3	Sarp
Toplam	25759	100.0	

#### **4.1.3. Toprak Özellikleri**

Yöntemler bölümünde belirtildiği gibi hava fotoğraflarından yararlanmak suretiyle Yuvacık havzasının fizyografik toprak haritası yapılmış (Ek Harita 3) ve bu haritada gösterilen topraklara ilişkin özellikler, geliştikleri jeolojik formasyonlar da dikkate alınmak suretiyle aşağıda verilmiştir.

##### **4.1.3.1. Kuvaterner Alüvyonlarından Gelişen Topraklar**

Bu alüvyonlar, Yuvacık havzasının geniş ve dar dere düzlüklerinde bulunmaktadır. Geniş dere düzlüklerindeki alüvyonlardan pelosol, dar dere düzlüklerindeki alüvyonlardan ise regosol toprakları oluşmuştur. Derin<sup>1</sup> olan pelosol toprakların tekstürleri, toprak çukuru boyunca ortadır (balçıklı kil, killi balçık, tozlu killi balçık ve balçık). Üst toprakların egemen strüktürü granüler, alt topraklarda bloğa dönüşmüştür. Ana materyal ise genellikle tek tane veya kırıntı strüktürüne sahiptir. Üst topraklar çok hızlı, hızlı veya orta, alt topraklar hızlı, veya orta, ana materyal ise orta veya orta yavaş

<sup>1</sup> Derinlik sınıfları; Derin > 90 cm, orta derin 90-50 cm, sığ 50-25 cm; çok sığ < 25 cm olarak gruplandırılmıştır (USDA, 1948).

geçirimlidir <sup>1</sup>. Toprak çukurunun bir tanesinde 80 cm'den sonra taban suyu belirlenmiştir. pH nötr ve orta alkali (6.83-7.92) arasında değişmektedir. Bununla birlikte incelenen üç toprak çukurundan bir tanesinin 60-80 cm derinliğindeki toprağında pH değeri çok şiddetli asit (4.55) olarak ölçülmüştür. Havzanın güneyindeki pelosol topraklarda çukur boyunca hafif veya normal şiddetli CaCO<sub>3</sub> reaksiyonu saptanmasına rağmen, diğer pelosol topraklarda CaCO<sub>3</sub> reaksiyonu görülmemiştir. Toprak yüzeyinde ve içinde iskelet<sup>2</sup> maddeleri (Çakıl, taş ve kaya) yoktur. Bu toprakların bulunduğu alanlar; tarım, hayvan, sebze, meyve ve kavak yetiştiriciliği gibi çok değişik amaçlarla kullanılmaktadır.

Regosol toprakları derin-orta derindir. Bu toprakların tekstürleri toprak çukuru boyunca değişmektedir. Örneğin üst topraklar ince (balçık) ve orta (balçıklı kil, killi balçık); bazen de kaba (kumlu killi balçık, kumlu balçık) tekstürlü iken, 40 cm'den sonra topraklar genel olarak kaba (kum, balçıklı kum) tekstürlüdür. Üst toprakların strüktürleri granüler veya blok, alt toprakların blok, ana materyalin ise tek tane veya bloktur. Üst topraklar çok hızlı, hızlı veya orta, alt topraklar hızlı ve orta, ana materyal ise orta veya orta yavaş geçirendir. pH hafif asit-nötr (6,36 – 7,08) ve orta alkali (7,16 – 8,00) arasında değişmektedir. Topraklarda genellikle çok hafif – hafif şiddetli CaCO<sub>3</sub> reaksiyonu saptanmıştır. Regosol topraklarının bulunduğu alanlar genel olarak az yüzeysel taşlıdır. Buna karşılık, üst toprak hariç, alt toprak çok çakıllı, ana materyal ise çok çakıllı ve taşlıdır. Bu toprakların bulunduğu alanlar da tarım, hayvan, sebze, meyve ve kavak yetiştiriciliği amacıyla kullanılmaktadır.

#### **4.1.3.2. Andezit-Bazalt Ana Materyalinden Gelişen Topraklar**

Andezit-Bazalt ana materyalinden esmer orman ve ranker toprakları gelişmiştir. Bunların genel özelliklerine ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### **Esmer Orman Toprakları**

Sırt ve tepe düzlükleri ile dik-çok dik eğimli yamaçlarda bulunan bu topraklar derin-orta derindir. Toprakların çoğunda tekstür ortadır (killi balçık, balçıklı kil ve kumlu killi balçık). Egemen strüktür granülerdir. Üst ve alt topraklar çok hızlı-hızlı, ana materyal ise orta veya yavaş geçirimlidir.

---

<sup>1</sup> Geçirgenlik sınıfları: Çok yavaş<0.127, yavaş 0.127-0.508, orta derecede yavaş 0.508-2.032, orta 2.032-6.35, orta hızlı 6.35-12.700, hızlı 12.7-25.4, çok hızlı>25.4 cm/saat olarak sınıflandırılmıştır (USDA, 1951).

<sup>2</sup> İskelet maddelerine ilişkin değerlendirmeler (USDA, 1951)'den yararlanılarak yapılmıştır.

Toprakların pH'ları genellikle çok şiddetli asit ve hafif asit arasında (4.50-6.48) değişmektedir. Bununla birlikte az sayıda nötr (6.60-7.00) pH'lara sahiptir. Esmer orman topraklarının bulunduğu yamaç arazi az yüzeysel taşlı olup, az miktarda yüzeye çıkmış ana kayaları içermektedir. Bunun yanında, yine yamaç arazideki esmer orman topraklarının üst toprakları dışında alt toprakları ve ana materyali; az çakıllı-çakıllı ve bazı toprak çukurlarında ise az taşlı-taşlıdır.

### **Ranker Toprakları**

Bu topraklar, genellikle andezit-bazalt arazisinin sarp-çok dik eğimli karmaşık (kompleks) yamaçları (AB 21 simgeli) ile sarp - çok dik eğimli V-şeklindeki vadilerin konkav ve konveks yamaçlarında (AB 32 simgeli) bulunmaktadır. Mutlak derinlikleri sığ-çok sığ arasında değişen bu toprakların fizyolojik derinlikleri ise derin-orta derin arasında değişmektedir. Toprakların tekstürleri genel olarak orta (balçık, killi balçık ve tozlu kil) ve kabadır (kumlu balçık ve balçıklı kum). Üst toprakların strüktürleri granüler, ayrışmaya başlamış ana materyalin ise blok veya masiftir. Toprakların ve ana materyalin geçirgenlikleri çok hızlı-hızlıdır. pH hafif asit-nötr (6.24-7.00) arasında değişmektedir. Genellikle çakıllı ve taşlı olan ranker topraklarının bulunduğu alanlarda yüzeye çıkmış az miktarda ana kayalar bulunmaktadır. Bu toprakların bulunduğu alanlar tarım, hayvancılık ve ormancılık gibi değişik amaçlarla kullanılmaktadır.

### **Koluviyal topraklar**

Andezit-bazalt arazisine güneydoğu yönünden sınır olan rekristalize kireç taşı arazisindeki Çıplakkaya tepeden andezit-bazalt arazisine koluviyal yolla toprak ve rekristalize kireç taşı materyali gelmiş ve bunlar zaman içerisinde esmer orman (Simgesi AB 213-3) ve rendzina (Simgesi AB 212-2) toprak tiplerine benzer topraklar oluşturmuştur. Tekstürleri orta, egemen strüktürleri granüler olan bu toprakların geçirgenlikleri hızlıdır. pH'ları nötr (7.00) ve orta alkalendir (8.00). Topraklarda  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu belirlenmemesine karşılık, bu reaksiyon taşlarda saptanmıştır. Taşlı ve çakıllı olan bu topraklar tarımsal amaçlarla kullanılmaktadır.

#### **4.1.3.3. Kireç Taşı, Karbonatlı Kil Taşı, Fliş ve Marn Ana Materyalinden Gelişen Topraklar**

Kireç taşı, karbonatlı kil taşı, fliş ve marn ana materyalinden esmer orman toprakları gelişmiştir. Bu toprakların özelliklerine ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.

##### **Esmer Orman Toprakları**

Bu topraklar, genellikle sarp-çok dik eğimli karmaşık yamaçlarda bulunmaktadır. Topraklar derin-orta derindir. Egemen tekstür orta, strüktür ise granülerdir. Geçirgenlikleri hızlıdır. pH çok şiddetli asit (5.0) ile orta alkalen (8.0) arasında değişmektedir. Alkaleen esmer orman topraklarında  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu, yüzeysel ve iç taşlılığın saptanmasına karşılık, nötr-asit esmer orman topraklarında  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu ve yüzeyde iskelet içeriği saptanmamış, fakat az miktarda iç taşlılık saptanmıştır. Bu topraklar genel olarak ormancılık ve hayvancılık amaçları için kullanılmaktadır.

#### **4.1.3.4. Tortul Kaya Karmaşığı Ana Materyalinden Gelişen Topraklar**

Tortul kaya karmaşığı arazisinde kuvars çakılı, killi şist, kum taşı, konglomera, karbonat çimentolu kum taşı ve altera kum taşı gibi kayaçlar bulunmaktadır. Bunlardan esmer orman, ranker ve rendzina toprakları gelişmiştir. Bu topraklara ilişkin ayrıntılı özellikler aşağıda açıklanmıştır.

##### **Esmer Orman Toprakları**

Bu topraklar tepe ve sırt düzlükleri ile sarp-çok dik eğimli karmaşık yamaçlarda yer almaktadır. Topraklar derin-orta derindir. Tekstürleri genellikle kaba ve orta, üst ve alt toprakların egemen strüktürleri granüler, ana materyalin ise toprak veya bloktur. Geçirgenlikleri hızlıdır. Seyrek yüzeysel ve iç taşlılığın görüldüğü bu topraklar, pH değerlerine göre alkaleen, nötr ve asit olarak gruplandırılmıştır. Tortul kaya karmaşığı arazisinde alkaleen olarak gruplandırılan esmer orman toprağı, solgun esmer toprağıdır. Bu toprağın pH'sı üst katmanda 7.0 olmasına karşılık alt toprak ve ana materyalin pH'sı 8.0'dir ve bu katmanlarda  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu görülmektedir. Bu toprak az bir alanı kaplamakta ve tarımsal amaçla kullanılmaktadır. Buna karşılık egemen toprak tipleri, pH'sı 6.5-7.0 arasında değişen nötr esmer orman topraklarıdır. Bunların yanında pH'ları 5.0 – 6.0 arasında değişen asit esmer orman toprakları da bulunmaktadır. Az miktarda



yüzeysel taşlılığın bulunduğu bu topraklar çakılıdır. Söz konusu topraklar da ormancılık, hayvancılık ve tarımsal amaçlarla kullanılmaktadır.

### **Ranker Toprakları**

Bu topraklar düz-düze yakın sırt ve tepe düzlükleri ile sarp-çok dik eğimli yamaç arazide bulunmaktadır. Bu toprakların mutlak derinlikleri sığ-çok sığ, fizyolojik derinlikleri ise orta derin-sığ arasında değişmektedir. Orta-kaba tekstürlü olan ranker topraklarının strüktürleri granüler, geçirgenlikleri ise hızlıdır. pH'ları nötr (6.5 – 7.0) ve çok şiddetli asit-orta asit (4.5 – 6.0) arasında değişmektedir. Yüzeysel ve iç taşlılığın görüldüğü bu topraklar, genellikle ormancılık amaçları için kullanılmaktadır.

### **Rendzina Toprakları**

Tortul kaya karmaşığı arazisinin sarp-çok dik eğimli yamaçlarında az bir alanı kaplayan rendzina toprakları orta derindir. Üst toprak orta, alt toprak ise kaba tekstürlü olup, strüktürü granülerdir. Geçirgenlikleri hızlı olan bu toprakların pH'ları orta alkalen (8.0) olup, CaCO<sub>3</sub> reaksiyonu görülmektedir. Çakılı ve taşlı olan bu topraklar da ormancılık amaçları için kullanılmaktadır.

### **Alkalen Ham (Koluviyal) Toprak**

Tortul kaya karmaşığı arazinin sarp-çok dik eğimli bir yamacının etek kısmında yer alan ham toprak, küçük bir alanı kapsamaktadır. Mutlak ve fizyolojik derinlikleri sırasıyla orta derin ve derindir. Orta tekstürlü ve granüler bir strüktüre sahip olan ham (koluviyal) toprağın geçirgenliği hızlı, pH'sı ise orta alkalendir (8.0). CaCO<sub>3</sub> reaksiyonu görülmektedir. Yüzeysel ve iç taşlılığın bulunduğu bu topraklar tarımsal amaçla kullanılmaktadır.

#### **4.1.3.5. Metabazalt Ana Materyalinden Gelişen Topraklar**

Metabazalt ana materyalinden esmer orman toprakları gelişmiştir. Bu topraklara ilişkin genel özellikler aşağıda verilmiştir.

### **Esmer Orman Toprakları**

Bu topraklar sarp-çok dik eğimli karmaşık yamaçlarda bulunmaktadır. pH değerlerine göre asit (4.77 – 6.46), nötr (7.0) ve alkalen (8.00) olarak gruplandırılan topraklar derindir. Asit esmer orman topraklarında tekstür orta-kaba iken, diğerlerinde incedir. Strüktür, asit ve alkalen esmer topraklarında granüler-blok, nötr esmer topraklarında ise

granülerdir. Geçirgenlik bütün topraklarda çok hızlı-hızlı arasında değişmektedir.  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu yalnızca alkalin topraklarda görülmektedir. Bütün topraklar az yüzeysel ve az iç taşıdır. Bu topraklar genellikle ormancılık amaçları için kullanılmaktadır.

#### **4.1.3.6. Ofiyolitli Şist Ana Materyalinden Gelişen Topraklar**

Bu ana materyalden asit ve nötr esmer orman toprakları ile asit ranker toprakları gelişmiştir. Bu toprakların özelliklerine ait bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

##### **Esmer Orman Toprakları**

Sarp-çok dik eğimli yamaçlarda bulunan bu topraklar genelde derindirler. Tekstürleri orta olup, strüktürleri granülerdir. Geçirgenlikleri hızlı olan bu topraklardan asit esmer orman topraklarının pH değerleri 5.5 – 6.5 arasında değişirken, nötr olanlarında 6.5'dir.  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu yoktur. Yüzeysel ve iç taşlılık az miktardadır. Bu topraklar genellikle ormancılık amaçlarıyla kullanılmaktadır.

##### **Ranker Toprakları**

Tepe düzlükleri ve yamaç arazide bulunan bu topraklar mutlak derinlik açısından çok sığ-sığ, fizyolojik derinlik açısından orta derin ve derindir. Toprakların tekstürleri kaba ve orta, strüktürleri ise granülerdir. Geçirgenlikleri hızlı olan toprakların pH değerleri 5.5 - 6.0 arasında değişmekte olup,  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu yoktur. Yüzeyde az miktarda ana kayalara rastlanan ve çakıllı olan bu topraklar ormancılık amaçlarıyla kullanılmaktadır.

#### **4.1.3.7. Dolomit ve Kireç Taşı Ana Materyalinden Gelişen Topraklar**

Bu ana materyalden esmer orman ve rendzina toprakları gelişmiştir. Bu topraklara ilişkin genel özellikler aşağıda verilmiştir.

##### **Esmer Orman Toprakları**

Bu topraklar sırt ve tepe düzlükleri ile sarp-çok dik veya dik eğimli yamaçlarda bulunmaktadır. Topraklar orta derin-derin olup, tekstürü orta, strüktürleri ise granülerdir. Geçirgenlikleri hızlı-çok hızlıdır. pH değerleri şiddetli asit-nötr (5.5-6.92) arasında değişmektedir.  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu görülmemektedir. Yüzeyde az miktarda ana kayalara rastlanmakta olup, az çakıllı olan bu topraklar ormancılık amacıyla kullanılmaktadır.

### **Rendzina Toprakları**

Bu topraklar da sırt ve tepe düzlükleri ile çok eğimli yamaçlarda yer almaktadır. Mutlak derinlikleri çok sığ-sığ, fizyolojik derinlikleri ise orta derin-derin arasında değişmekte olan bu toprakların tekstürleri kaba-ortadır. Strüktürleri granülerdir. Geçirgenlikleri hızlıdır. Toprak pH'sı nötr (6.5-7.04) olup, toprakta  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu görülmemesine karşılık, taşlarda  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu vardır. Az miktarda yüzeysel taşlılık ve iç taşlılık bulunmaktadır. Bu topraklar hayvancılık ve ormancılık amaçlarıyla kullanılmaktadır.

### **4.1.3.8. Rekristalize Kireç Taşı Ana Materyalinden Gelişen Topraklar**

Rekristalize kireç taşı ana materyalinden esmer orman ve rendzina toprakları ile bu materyalden yer çekimiyle akan koluviyal malzemeden gevşek yamaç ve alt yamaç ham toprakları meydana gelmiştir.

### **Esmer Orman Toprakları**

Bu topraklar, genellikle sarp-çok dik eğimli yamaç arazide bulunmaktadır. Topraklar derin-orta derindir. Egemen tekstür orta, üst toprakların strüktürü granüler, alt toprakların ise blok veya topaktır. Üst toprakların geçirgenlikleri hızlı, alt toprakların ve ana materyalinki ise ortadır. Egemen pH nötr-orta alkale (7.00-8.00)'dir. Bununla birlikte incelenen toprak çukurlarının ikisinde pH çok şiddetli asit-hafif asittir (4.95-6.00). Topraklardan yalnızca pH'sı 8.00 olanlarda  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonun saptanmasına karşılık, açılan bütün çukurlardaki taşlarda  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu saptanmıştır. Esmer orman topraklarının bulunduğu alanlarda az miktarda yüzeysel taşlılık olmasına karşılık, üst topraklar genellikle çok, alt topraklar ise az çakılıdır. Bu topraklar genellikle hayvancılık ve ormancılık amaçları için kullanılmaktadır.

### **Rendzina Toprakları**

Genel olarak tepe ve sırt düzlüklerindeki bu toprakların mutlak derinlikleri sığ-çok sığdır. Buna karşılık fizyolojik derinlikleri derindir.. Toprak tekstürü orta, strüktürü ise granülerdir. Toprak ve ana materyalin geçirgenliği hızlı-çok hızlıdır. Egemen toprak pH'sı orta alkalendir. (8.0). Bununla birlikte pH'sı orta asit-hafif asit (5.73-6.49) olan topraklar da bulunmaktadır. Hem alkale topraklarda hem de bunların içindeki taşlarda  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu saptanmıştır. pH'sı orta asit ve hafif asit topraklarda  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu saptanmamasına karşılık, bunların içerdiği taşlarda bu

reaksiyon saptanmıştır. Bu topraklara sahip alanlarda yüzeyde az miktarda ana kayalara rastlanmasına karşılık, topraklar çok çakılıdır. Bu topraklar genel olarak hayvancılık amaçları için kullanılmaktadır.

#### **Gevşek Ham Topraklar**

Bu topraklardan orta yamaçta olanı 20 cm mutlak ve 100 cm fizyolojik derinliğe sahiptir. Üst toprak ve ayrışmaya başlamış ana materyal orta, alt toprak ise kaba tekstürlüdür. Strüktür granülerdir. Toprak ve ana materyalin geçirgenliği hızlıdır. pH bütün toprak çukuru boyunca orta alkalendir (8.0). Toprak ve taşlarda  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu saptanmıştır. Yüzeyde az miktarda ana kayalar bulunmaktadır. Üst toprak az, alt toprak taşlı ve ana materyal ise çok taşlıdır. Bu topraklar, ormancılık amacıyla kullanılmaktadır.

Alt yamaçtaki ham toprak ise derindir. Üst ve alt toprak ince tekstürlü ve masif strüktürlüdür. Üst toprak hızlı, alt toprak ise orta geçirendir. Toprak pH'sı orta alkalendir (8.0). Toprakta  $\text{CaCO}_3$  reaksiyonu saptanmıştır. Toprak yüzeyi çok çakılı ve taşlıdır. Bu topraklar tarımsal amaçla kullanılmaktadır.

#### **4.1.3.9. Şist Ana Materyalinden Gelişen Topraklar**

Şist ana materyalinden esmer orman ve ranker toprakları gelişmiştir. Bunlara ilişkin genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### **Esmer Orman Toprakları**

Bu topraklar, tepelik ve sırt arazisinin paralel akan derelerle parçalanmış sarp-çok dik eğimli yamaçları ile bunların düzlüklerinde bulunmaktadır. Topraklar derin-orta derindir. Egemen tekstür ortadır. Bununla birlikte bazı üst ve alt topraklar kaba, toprakların çok az bir bölümü ise ince tekstürlüdür. Üst ve alt toprakların egemen strüktürü granüler olup, alt toprakların bazılarında ise strüktür bloktur. Toprakların geçirgenlikleri çok hızlı-hızlı olup, ana materyalinki ise ortadır. pH çok şiddetli asit (4.0) ile hafif asit (6.5) arasında değişmekte olup, karmaşık yamaçların tabaka erozyonlu tarım ve mera alanlarında bulunan toprakların bazılarının değişik derinlik kademelerinde pH nötr (7.00-7.11) ölçülmüştür. Topraklarda  $\text{CaCO}_3$  bulunmamaktadır. Dolayısıyla esmer orman topraklarının hemen hemen tamamı asittir. Yüzeysel taşlılık yok veya çok azdır. Buna karşılık, iç taşlılık açısından topraklar az çakılı-çakılıdır. Bu topraklar, ormancılık, hayvancılık ve tarımsal amaçlarla kullanılmaktadır.

### **Ranker Toprakları**

Bu topraklar tepe ve sırt düzlükleri ile yamaç arazide bulunmakta ve şist arazisinin az bir bölümünde dağılım göstermektedir. Bunların mutlak derinlikleri sığ-çok sığ (12.0 cm-40.0 cm), fizyolojik derinlikleri ise derin-orta derin (100.0 cm-50.0 cm) arasında değişmektedir. Egemen tekstürleri orta ve strüktürleri ise granülerdir. Geçirgenlikleri ise çok hızlı-hızlıdır. pH şiddetli asit-hafif asit (5.43-6.50) arasında değişmekle beraber, toprak çukurunun bir tanesinde pH üst ve alt toprakta nötr (7.00) ölçülmüştür. Bu nedenle, rankerler genellikle asittir. Topraklarda CaCO<sub>3</sub> reaksiyonu yoktur. Az miktarda yüzeye çıkmış ana kayalar ile yüzeysel taşlılığa sahip olan bu topraklar genellikle çakıllı ve taşlı olup ormancılık ve hayvancılık amaçları için kullanılmaktadır.

#### **4.1.3.10. Şist-Mermer Ana Materyalinden Gelişen Topraklar**

Bu ana materyalden de esmer orman ve ranker toprakları meydana gelmiştir. Bunların genel özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

### **Esmer Orman Toprakları**

Esmer orman toprakları sarp-çok dik eğimli karmaşık yamaçlarda bulunmaktadır. Topraklar genellikle derin-orta derin, bazen sığ-orta derindir. Buna karşılık toprakların fizyolojik derinlikleri, orta derin-derin arasında değişmektedir. Egemen tekstürleri orta olup, strüktürleri granülerdir. Alt toprakların bazılarında blok strüktür de gelişmiştir. Egemen geçirgenlik hızlı-çok hızlı arasında değişmekle birlikte bazen orta hızlı geçirgenlik de söz konusudur. Bu toprakların pH'ları çok şiddetli asit- orta alkalen (pH 5.00-8.00) arasında değişmektedir. Bu nedenle esmer orman toprakları pH değerlerine göre asit (pH 5.00-6.00), asit-nötr (pH 5.50-6.87) nötr (pH 6.84-7.00), asit-alkalen (pH 6.50-8.00) ve nötr-alkalen (pH 7.00-8.00) olarak gruplandırılmıştır. Topraklarda CaCO<sub>3</sub> reaksiyonunun saptanmamasına karşılık, nötr, nötr-alkalen esmer orman topraklarının çukurlarındaki bazı taşlarda CaCO<sub>3</sub> reaksiyonu saptanmıştır. Az miktarda yüzeysel taşlılığa sahip bulunan esmer orman toprakları genellikle çakıllı-çok çakıllıdır. Egemen kullanım şeklinin ormancılık olduğu bu topraklar hayvancılık ve tarımsal amaçlarla da kullanılmaktadır.

### **Ranker Toprakları**

Ranker toprakları düz-düze yakın veya az eğimli tepe ve sırt düzlüklerinde yer almaktadır. Bu toprakların mutlak derinlikleri çok sığ ve sığdır. Buna karşılık fizyolojik derinlikleri ortadır. Egemen tekstürleri orta

ve strüktürleri ise granülerdir. Geçirgenlikleri hızlı-çok hızlıdır. pH'ları nötrdür (6.60-7.00). Üst toprakları çakıllı olan bu topraklar ormancılık ve hayvancılık amaçları için kullanılmaktadır.

#### 4.1.4. Bitkiler

Havzada yapılan arazi çalışmaları sırasında saptanan bitkiler odunsu (ağaç ve çalı) ve otsu olarak gruplandırılarak Tablo 7'de verilmiştir. İlgili çizelgede verilen bitkilerden *Fagus orientalis* L. egemen ağaç türüdür. Bu tür gerek saf ve gerek diğer ağaç türleriyle karışık ormanlar oluşturmuştur. Bu türü, meşe türleri izlemektedir. Meşe türleri de az da olsa özellikle mermer arazide saf ve karışık orman kuruluşları meydana getirmiştir. Göknar türleri çok az bir alanda yayılış göstermektedir. Çam türleri ise, genellikle havzaya ağaçlandırma yoluyla getirilmiş olup, küçük bir alanda yayılış göstermektedir. Diğer ağaç türleri ise, bazı çalılarla birlikte akarsular boyunca uzanmaktadır.

**Tablo 7 Yuvacık havzasında saptanan bitki türleri**  
**Table 7: Existing plant species in the Yuvacık watershed**

Bitkiler		
Odunsular	Ağaçlar	<i>Abies bornmüelleriana</i> Mattf., <i>Acer campestre</i> L., <i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn., <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Castanea sativa</i> Mill., <i>Fagus orientalis</i> L., <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl., <i>Juglans regia</i> L., <i>Platanus orientalis</i> L., <i>Pinus nigra</i> Arnold, <i>Pinus silvestris</i> L., <i>Populus euramericana</i> <1-214>, <i>Populus tremula</i> L., <i>Prunus avium</i> L., <i>Prunus</i> sp., <i>Quercus frainetto</i> Ten., <i>Quercus infectoria</i> Olivier, <i>Quercus petraea</i> (Matuschka) Liebl. ssp. <i>iberica</i> (Steven ex Bieb) Krassiln, <i>Salix</i> sp., <i>Tilia argentea</i> Desf. ex. DC.
	Çalılar	<i>Arbutus unedo</i> L., <i>Buxus sempervirens</i> L., <i>Cistus salviifolius</i> L., <i>Clematis vitalba</i> L., <i>Cornus</i> sp., <i>Corylus</i> sp., <i>Crataegus microphylla</i> C. Koch., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq., <i>Diospyros lotus</i> L., <i>Erica arborea</i> L., <i>Laurus nobilis</i> L., <i>Mespulus germanica</i> L., <i>Phillyrea latifolia</i> L., <i>Pistacia terebinthus</i> L., <i>Lauroerasus officinalis</i> Roemer, <i>Pyrus elaeagnifolia</i> L., <i>Rhododendron</i> sp., <i>Rosa</i> sp., <i>Rosa canina</i> L., <i>Smilax excelsa</i> L.
Otsular	<i>Allkanna</i> sp., <i>Anthemis</i> sp., <i>Avena</i> sp., <i>Bromus</i> sp., <i>Centaurea</i> sp., <i>Centaurium erythraea</i> Rafn, <i>Dianthus</i> sp., <i>Epimedum pubigerum</i> (DC) Mor. –Dec., <i>Equisetum</i> sp., <i>Euphorbia</i> sp., <i>Fragaria vesca</i> L., <i>Galium</i> sp., <i>Helianthemum</i> sp., <i>Holcous lanatus</i> L., <i>Hypericum bithynicum</i> L., <i>Hypericum calycinum</i> L., <i>Hypericum perforatum</i> L., <i>Inula</i> sp., <i>Lathyrus</i> sp., <i>Mentha</i> sp., <i>Minuartia</i> sp., <i>Origanum vulgare</i> L., <i>Pilosella</i> sp., <i>Plantago</i> sp., <i>Ranunculus</i> sp., <i>Rhus coriaria</i> L., <i>Rubus</i> sp., <i>Stellaria media</i> L., <i>Trifolium arvense</i> L.	

Çalılar yalancı makilik bir örtü şeklinde bozuk ormanlarda ve bireysel olarak yine orman veya mera alanlarında yer almaktadır.

Bir kısmı ormanlık yerlerde belirlenen otsu bitkiler, ağırlıklı olarak mera alanları ile işlenmeyen tarım alanlarında dağılım göstermektedir.

#### 4.1.5. Güncel Arazi Kullanma Şekilleri

Yuvacık havzasının güncel arazi kullanma şekilleri Tablo 8’de verilmiş ve Ek Harita-4’te gösterilmiştir.

İlgili çizelgeden Yuvacık havzasında egemen kullanım şekillerinin 16556.96 ha (%64.28)’la iyi orman olduğu ve bunu sırasıyla 4460.0 ha (%17.31)’la tarım ve 3523.8 ha (%13.68)’la da bozuk ormanların izlediği anlaşılmaktadır. Bunların yanında, Yuvacık havzasında mera sahalarının alanı 919.64 ha (%3.57), ağaçlandırma alanı 128.2 ha (%0.5) olup Yuvacık baraj gölünün alanı ise, 170.4 ha (%0.66)’dır.

**Tablo 8 Yuvacık havzasının güncel arazi kullanma şekilleri**  
**Table 8: Present land use types in the Yuvacık watershed**

Kullanım şekilleri <sup>1)</sup>	Ha	%
<b>Tarım</b>	<b>4460.0</b>	<b>17.31</b>
- Ekili olan	3053.8	11.85
- Ekili olmayan	1286.2	4.99
- Tarım + kavak plantasyonları + fındık ve diğer meyvelikler	120.0	0.47
<b>Mera</b>	<b>919.64</b>	<b>3.57</b>
- İyi mera	737.42	2.86
- Bozuk mera (yüzeysel taşlı)	182.22	0.71
<b>Orman</b>	<b>20208.96</b>	<b>78.46</b>
- İyi orman (Kapalılık %40-100)	16556.96	64.28
• Kapalılık (%70-100)	10140.5	39.37
• Kapalılık (%40-70)	6201.16	24.07
• Kapalılık (%40-70) Yüzeye çıkmış ana kayalar	215.3	0.84
- Bozuk orman (Kapalılık %10-40)	3523.8	13.68
• Yalancı maki + otsu bitkiler + yüzeye çıkmış ana kayalar	2476.6	9.61
• Yalancı maki + otsu bitkiler	569.4	2.21
• Yüzeye çıkmış ana kayalar	477.8	1.86
- Ağaçlandırma alanları	128.2	0.5
<b>Baraj gölü yüzeyi</b>	<b>170.4</b>	<b>0.66</b>
Genel toplam <sup>2)</sup>	25759.0	100.0

1) Yerleşim alanları genellikle çok dağınık oldukları için buldukları arazi kullanım şekillerine katılmışlardır.

2) Bu Alan, 170 m kotta oluşabilecek su yüzeyinin alanıdır.

Bu kullanım şekillerinden iyi ormanlar; havzanın güney, güneydoğu ve güneybatı kesimlerinde, %13.68 oranındaki bozuk ormanların büyük bir bölümünü (%9.58) oluşturan bozuk orman + yalancı maki + ot + yüzeye

çıkılmış ana kayalar kısmı ise baraj gölü civarı ile havzanın doğusunda bulunmaktadır. Buna paralel olarak, önemli bir miktar tarım alanı da yine baraj gölünün yer aldığı andezit-bazalt arazisinde, diğer bir anlatımla baraj gölü civarında bulunmaktadır (Ek harita 4).

#### 4.1.6. Arazi Yetenek Sınıfları

Yuvacık havzasının arazi yetenek sınıfları Tablo 9’da verilmiş ve haritalanmıştır (Ek Harita 5). İlgili çizelgeye göre; Yuvacık havzasının 7562.6 ha’ı (%29.36) tarıma uygun, 18026.0 ha’ı (%69.98) ise tarıma uygun olmayan arazidir. Tarıma uygun olan ve olmayan arazi sınıflarından sırasıyla 6070.4 ha’nın (%23.6) IV. ve 13448.7 ha’nın (%52.21) VII. yetenek sınıflarından oluşması su üretimi açısından üzerinde önemle durulması gereken bir bulgudur. Diğer önemli bir bulgu da, sorunsuz I. sınıf arazinin 168.7 ha’la (%0.65) havzanın çok küçük bir alanını kaplaması ve V. sınıf arazinin havzada bulunmamasıdır (Tablo 9).

**Tablo 9: Yuvacık havzasının arazi yetenek sınıfları**  
**Table 9: Land capability classes in the Yuvacık watershed**

	Sınıflar	Ha	%
Tarıma uygun	I	168.7	0.65
	II	415.5	1.61
	III	908.0	3.50
	IV	6070.4	23.6
Toplam		7562.6	29.36
Tarıma uygun değil	V	-	-
	VI	3792.9	14.72
	VII	13448.7	52.21
	VIII	784.4	3.05
Toplam		18026.0	69.98
Su yüzeyi		170.4	0.66
Genel Toplam		25759.0	100.0

#### 4.1.7. Güncel Arazi Kullanım Şekilleri ile Yetenek Sınıflarının Karşılaştırılması

Yuvacık havzasının egemen kullanım şekilleri sırasıyla orman (20208.96 ha; %78.46) ve tarım (4460.0 ha; %17.31)’dir. İkisi toplam olarak havzanın 24668.96 ha (%95.8)’ını kaplamaktadır (Tablo 8). Yetenek sınıflarına göre Yuvacık havzasında tarıma uygun (I – IV. sınıflar) ve uygun olmayan (VI – VIII. sınıflar) arazinin alanları sırasıyla, 7562.6 ha (29.36) ve 18026.0 ha’dır (%69.98) (Tablo 9). Bu bulgulara göre Yuvacık havzasında 3102.6 ha’lık bir alan tarımsal amaçlar dışında kullanılmaktadır. Buna karşılık orman kullanım şekli, yetenek sınıflarını 2182.96 ha aşmıştır.



Diğer taraftan, güncel arazi kullanım ve arazi yetenek sınıfları haritalarının birlikte değerlendirilmesinden; I-IV. sınıf arazinin 5631.1 ha'nın ormanlık olduğu, VI. ve VII. sınıf arazinin 2482.0 ha'nın ise tarımsal amaçlarla kullanıldığı anlaşılmıştır (Şekil 5).

#### 4.1.8. Erozyon Sınıfları

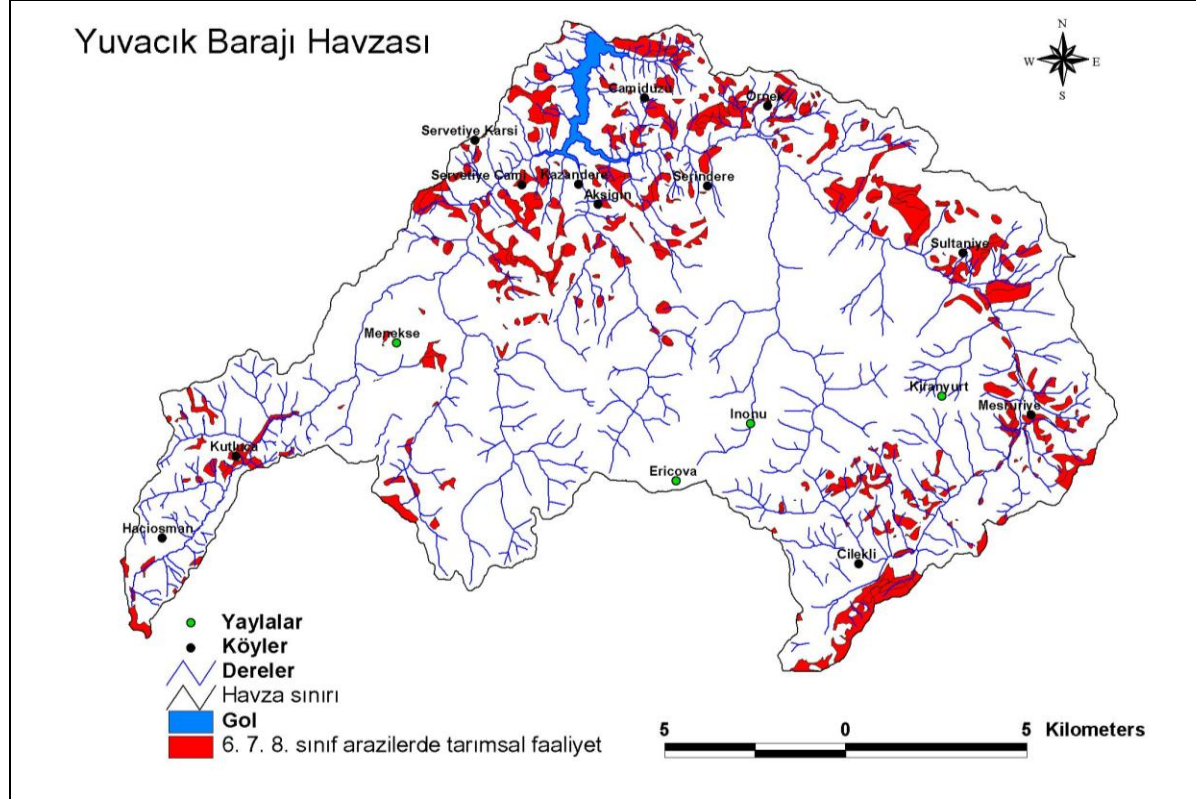
Erozyon sınıfları üst ve alt toprağın taşınma miktarına göre saptanmaktadır (Yamanlar, 1962). Hava fotoğraflarının yorumlanmasıyla, özellikle tabaka ve çizgi erozyonunun şiddetinin saptanmasında bu yöntemin kullanılmasının mümkün olmadığı, bunun yerine erozyondan etkilenen alan yüzdesine göre erozyon şiddetinin saptanmasının daha uygun olduğu belirtilmektedir (Bergsma, 1970). Bu nedenle Yuvacık havzasındaki tabaka erozyonunun şiddetinin belirlenmesinde erozyondan etkilenen alan yüzdesi dikkate alınmış ve bununla ilgili veriler Tablo 10'da verilmiştir.

İlgili çizelgenin incelenmesinden alüvyon arazide tabaka erozyonu olmadığı, buna karşılık andezit-bazalt arazisinin 2605.0 ha (%51.5) ve 1677.0 ha'nın (%33.2) sırasıyla hafif<sup>1</sup> ve şiddetli tabaka erozyonuna uğradığı anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre andezit-bazalt arazisinin %84.7'si tabaka erozyonundan etkilenmektedir. İkinci sırada ise, 36.0 ha (%3.1)'i hafif ve 538.0 ha (%46.1) şiddetli olmak üzere toplam %49.2'si tabaka erozyonundan etkilenen tortul kaya karmaşığı arazisidir. Alüvyon arazisi haricinde, tabaka erozyonundan en az etkilenen alan kireç taşı/dolomit arazisidir. Nitekim, bu arazinin %1.4'ü tabaka erozyonundan etkilenmektedir (Tablo 10). Çizelgedeki verilere göre Yuvacık havzasının %34.3'ü tabaka erozyonundan etkilenmektedir. Buna karşılık, Menekşe yaylası, Bayrak tepe, Hacıosman köyünün kuzeybatısında Arpalık tepe ve Mesruriye-Bakacak arasında uzanan ve Bakacak'tan Mesruriye köyüne giderken yolun solunda kalan yamaç arazi civarları hafif<sup>2</sup> şiddette oyuntu erozyonuna uğramıştır.

---

<sup>1</sup> Hafif, orta şiddetli ve şiddetli tabaka erozyonunda erozyondan etkilenen alan, sahanın sırasıyla %25>, %25-75 ve %75<'dir (Bergsma, 1970).

<sup>2</sup> Oyuntular arasındaki mesafe 30 m'den fazladır (Bennett, 1939).



Şekil 5: Güncel arazi kullanım şekilleri ile yetenek sınıflarının karşılaştırılması  
 Figure 5: Comparison of present land use types and land use capability classes

**Tablo 10: Erozyon sınıfları**  
**Table 10: Erosion classes**

Kayaçlar	Tabaka erozyonu								Erozyon yok		Genel Toplam	
	Hafif		Orta		Şiddetli		Toplam		Ha	%	Ha	%
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%				
Alüvyon	-	-	-	-	-	-	-	-	572.0	100.0	572.0	100.0
Andezit/Bazalt	2605.0	51.5	-	-	1677.0	33.2	4282.0	84.7	773.0	15.3	5055.0	100.0
Kireç taşı/Karbonatlı kil taşı	-	-	690.0	29.9	-	-	690.0	29.9	1620.0	70.1	2310.0	100.0
Tortul kaya karmaşığı	36.0	3.1	-	-	538.0	46.1	574.0	49.2	593.0	50.8	1167.0	100.0
Metabazalt	-	-	83.0	16.1	-	-	83.0	16.1	434.0	83.9	517.0	100.0
Ofiyolitik şist	67.0	4.5	83.0	5.5	-	-	150.0	10.0	1354.0	90.0	1504.0	100.0
Kireç taşı/Dolomit	-	-	-	-	13.0	1.4	13.0	1.4	939.0	98.6	952.0	100.0
Rekristalize kireç taşı	24.0	0.8	417.0	12.9	839.0	26.0	1280.0	39.7	1941.0	60.3	3221.0	100.0
Şist	354.0	4.4	701.0	8.9	-	-	1055.0	13.3	6869.0	86.7	7924.0	100.0
Şist/Mermer	441.0	18.6	199.0	8.4	-	-	640.0	27.0	1727.0	73.0	2367.0	100.0
<b>Toplam</b>	<b>3527.0</b>	<b>13.8</b>	<b>2173.0</b>	<b>8.5</b>	<b>3067.0</b>	<b>12.0</b>	<b>8767.0</b>	<b>34.3</b>	<b>16822.0</b>	<b>65.7</b>	<b>25589.0</b>	<b>100.0</b>
Göl yüzeyi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	170.0	100.0
<b>Genel toplam</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>25759.0</b>	<b>100.0</b>

#### 4.2 Yuvacık Barajı Havzasının Ana ve Alt Havzaları ve Bunların Dere Akımlarını Etkileyen Bazı Özellikleri

Yuvacık havzasının akış karakteristiklerinin ayrıntılı incelenmesi amacıyla, bu havza ana ve bunların alt havzalarına ayrılmış ve bu alanların dere akımlarını etkileyen özelliklerine ilişkin bulgular saptanmıştır (Şekil 6, Tablo 11). Bunlarla ilintili açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Yuvacık havzasında 5 adet ana havza saptanmıştır. Bunlardan IV ve V nolu havzalar baraj gölü civarında bulunmaktadır. Bunlar, küçük havzalar olmalarından dolayı ve ayrıca V nolu havzada akım ölçmeleri yapılamadığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Değerlendirmeye alınan 3 adet ana havzadan Kiraz ve Serin dere ana havzaları 5. dereceden havzalar olup, her ikisi de 3'er adet alt havzaya sahiptir (I, Ia, Ib; III, IIIa, IIIb). Bunlardan Ia, Ib, IIIa ve IIIb alt havzaları 4. dereceden havzalardır. Kazan dere ana havzası (II) ise 4. dereceden bir havza olup, alt havzası yoktur. Yuvacık havzasının en büyük ana havzası 131.68 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip Serin dere olduğu ve bunu sırasıyla Kiraz (82.91 km<sup>2</sup>) ve Kazan dere (23.23 km<sup>2</sup>) havzalarının izlediği ilgili çizelgeden anlaşılmaktadır. Alt havzalardan alanı en büyük olanı Serin derenin IIIb (83.67 km<sup>2</sup>) havzasıdır. Bunu Kiraz derenin Ib (34.98 km<sup>2</sup>) alt havzası izlemektedir. Alanı en küçük olan alt havza ise, 16.27 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip olan Serin derenin III nolu aşağı havzasıdır. Diğer taraftan, alt havzalardan Kiraz dere ve Serin derenin I (16.86 km<sup>2</sup>) ve III (16.27 km<sup>2</sup>); Ia (31.07 km<sup>2</sup>) ve IIIa (31.74 km<sup>2</sup>) havzalarının alanları hemen, hemen birbirlerine benzerdir. Serin derenin III nolu alt havzası form faktörü en büyük (1.21) olan havzadır. Diğer bütün havzaların form faktörleri 1.0'dan küçüktür. Form faktörü en küçük havza, Kiraz derenin Ia (0.19) alt havzadır. Debilerinin büyüklüklerine göre, havzalar büyükten küçüğe doğru Serin dere (2.74 m<sup>3</sup>/sn), Kiraz dere (1.76 m<sup>3</sup>/sn) ve Kazan dere (1.0 m<sup>3</sup>/sn) havzaları şeklinde sıralanmıştır. En fazla dere, 283 adet ile Serin dere ana havzasında bulunmakta, bu havzayı 222 adetle Kiraz dere ana havzası, 198 adet ile Serin derenin IIIb nolu, ve 111 adet ile de Kiraz derenin Ia nolu alt havzaları izlemektedir. En az dere, 38 adet ile Serin derenin IIIa nolu alt havzasında saptanmıştır. Dere sıklıkları açısından, en büyük değerler alt havzalarda saptanmıştır. Örneğin, en büyük dere sıklığı 3.57 adet/km<sup>2</sup> ile Kiraz derenin Ia nolu havzasında saptanırken, bunu 2.89 adet/km<sup>2</sup>'lik dere sıklığı ile Serin derenin III nolu aşağı havzası izlemiştir. 1.20 adet/km<sup>2</sup>'lik değeri ile Serin derenin IIIa nolu havzası en küçük dere sıklığına sahiptir. Diğer taraftan Kiraz derenin I ve Serin derenin IIIb nolu alt havzalarının dere sıklıkları birbirlerine eşittir (2.37 adet/km<sup>2</sup>).

En büyük dere yoğunluğu değeri 1.70 km/km<sup>2</sup> ile Serin dereye belirlenmiştir. Onu sırasıyla 1.57 km/km<sup>2</sup> ile Kiraz dere ve 1.39 km/km<sup>2</sup> ile Kazan dere izlemektedir.

En büyük çatallanma oranı 6.31 ile Serin dere havzasının III nolu alt havzasında belirlenmiş ve bunu sırasıyla 5.89 ile yine Serin dere havzasının III b nolu ve 5.67'lik çatallanma oranı ile Kiraz derenin I nolu alt havzası izlemiştir. En küçük çatallanma oranı ise 3.13 ile Serin derenin IIIa alt havzasında saptanmıştır.

Dairesellik oranının en büyük ve en küçük değerleri Kiraz dere havzasında saptanmıştır. Örneğin; en büyük ve en küçük dairesellik oranları 0.56 ve 0.29 olarak Kiraz derenin sırasıyla I nolu alt ile ana havzasında belirlenmiştir. Diğer taraftan 0.55'lik değeriyle Serin derenin III ve 0.54'lük değerleriyle de Kiraz derenin I b numaralı alt havzaları 2. ve 3. büyük dairesellik oranlarına sahiptir.

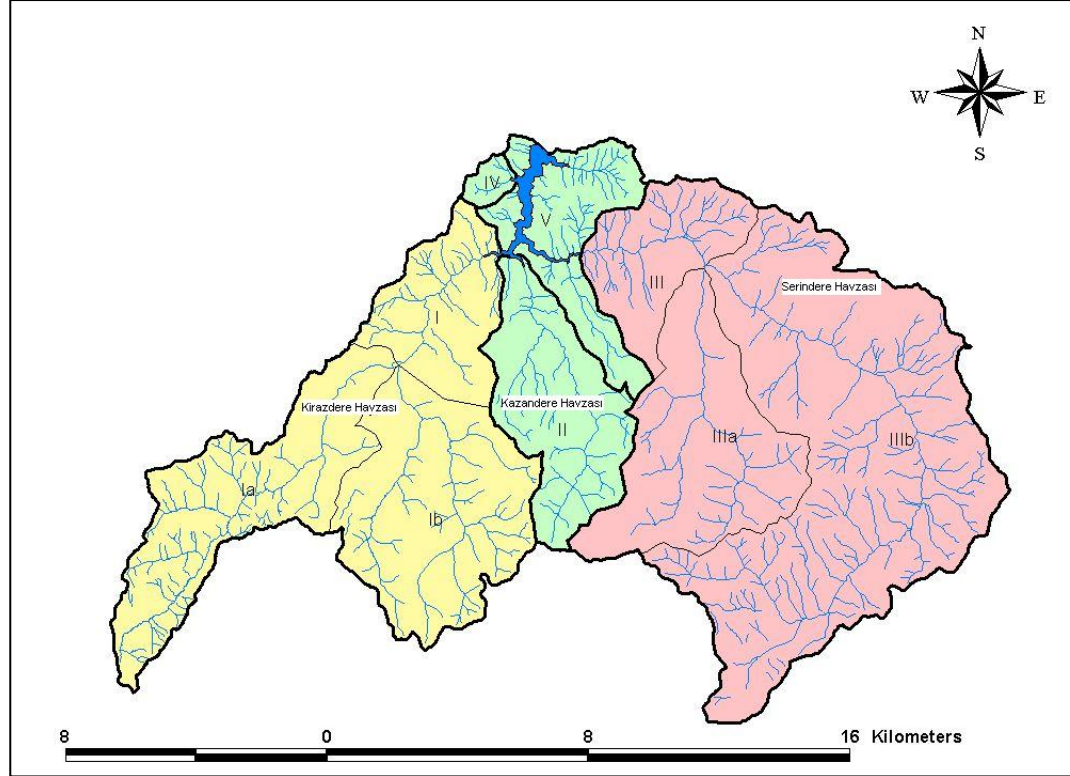
En büyük uzunlaşma oranı 0.62 ile Serin dere havzasının III nolu alt havzasında belirlenmiştir. Bu havzayı, 0.44 ve 0.40'lık uzunlaşma oranlarıyla sırasıyla Kiraz derenin I nolu alt ve Serin derenin ana havzaları izlemiştir. En küçük uzunlaşma oranı 0.24 ile Kiraz dere havzasının Ia nolu alt havzasında ölçülmüştür.

Toplanma (konsantrasyon) zamanı 11'14" ile en küçük Kazan dere havzasında ölçülmüştür. Serin dere ve Kiraz dere havzalarında toplanma zamanı sırasıyla 13'08" ve 30'41" 'dir .

Ana havzalardaki derelerin profillerinin incelenmesinden Kiraz dere havzasında bir birikme bölgesinin olmadığı, Kazan dere havzasının alt kesimlerinde bir birikme bölgesinin olduğu, Serin dere havzasında ise 1'er tane aşınma ve birikme bölgesinin olduğu anlaşılmıştır.

### **4.3. Dere Sularının Bazı Özellikleri**

Bu araştırmada Yuvacık baraj gölünü besleyen ana dereyi meydana getiren Kiraz, Kazan, ve Serin dereler ile baraj gölüne doğrudan akan Çınarlı dere sularının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri saptanmıştır. Bu amaçla on beşer gün aralıklarla Çınarlı dereye iki, diğer derelerde bir yıl boyunca akış ölçmeleri yapılmış ve her dereden yine 15'er gün aralıklarla iki yıl boyunca su örnekleri alınmış, bunların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri tayin edilmiş ve bunların yıllık ortalamaları Tablo 12'de toplu olarak gösterilmiştir. Bunlara ilişkin ayrıntılı açıklamalar ise aşağıda verilmiştir.



**Şekil-6: Yuvacık havzasının ana ve alt havzaları**  
**Figure 6: Main and sub-catchments of the Yuvacik watershed**

**Tablo 11 Yuvacık havzasının ana ve alt havzaları ile bazı özellikleri**  
**Table 11: Some properties of the main and sub-catchments of the Yuvacık watershed**

Havza özellikleri	Havzalar								
	Kiraz dere havzası				Kazan dere havzası II	Serin derehavzası			
	Ana havza	Alt havzası				Ana havza	Alt havzalar		
	I	Ia	Ib		III	IIIa	IIIb		
Alan (km <sup>2</sup> )	82.91	16.86	31.07	34.98	23.23	131.68	16.27	31.74	83.67
Form faktörü	0.25	0.62	0.19	0.45	0.27	0.49	1.21	0.34	0.43
Debi (m <sup>3</sup> /sn)	1.76	-	-	-	1.0	2.74	-	-	-
Dere sayısı (adet)	222	40	111	71	52	283	47	38	198
Dere sıklığı (ad / km <sup>2</sup> )	2.68	2.37	3.57	2.03	2.24	2.15	2.89	1.20	2.37
Dere yoğunluğu (km/km <sup>2</sup> )	1.57	-	-	-	1.39	1.70	-	-	-
Çatallanma oranı	3.79	5.67	4.39	3.84	3.63	4.14	6.31	3.13	5.89
Dairesellik oranı	0.29	0.56	0.30	0.54	0.45	0.49	0.55	0.48	0.36
Uzunlaşma oranı	0.28	0.44	0.24	0.38	0.29	0.40	0.62	0.33	0.37
Toplanma zamanı (Konsantrasyon zamanı )	30' 41"	-	-	-	11' 14"	13' 08"	-	-	-

**Tablo 12: Dere sularının bazı özelliklerinin yıllık ortalamaları**

**Table 12: Some properties of the streams**

Özellikler	Kazan	Kiraz	Serin	Çınarlı
Askıda sediment (gL <sup>-1</sup> )	0.31	0.20	0.23	0.22
Sıcaklık (°C)	10.87	11.57	10.24	12.22
Renk (Pt Co APHA)	8.87	8.08	7.58	16.30
Bulanıklık (NTU)	183.75	51.88	76.45	62.87
PH	8.17	8.16	8.31	8.09
Eİ (µS/cm)	262.39	306.94	333.20	280.22
Toplam sertlik (CaCO <sub>3</sub> ) (mgL <sup>-1</sup> )	106.16	127.21	138.18	105.72
Toplam fosfor (mgL <sup>-1</sup> )	0.21	0.20	0.16	0.27
Mangan (mgL <sup>-1</sup> )	0.04	0.04	0.03	0.08
Toplam demir (mgL <sup>-1</sup> )	0.21	0.12	0.10	0.34
Bakır (mgL <sup>-1</sup> )	0.02	0.03	0.08	0.03
Çinko (mgL <sup>-1</sup> )	0.06	0.06	0.06	0.07
Kadmiyum (µgL <sup>-1</sup> )	2.17	1.92	1.47	3.01
Alüminyum (mgL <sup>-1</sup> )	0.011	0.006	0.006	0.006
Klorid (mgL <sup>-1</sup> )	1.99	2.06	1.68	2.65
Debi (m <sup>3</sup> sn <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>	1.0	1.76	2.74	0.006

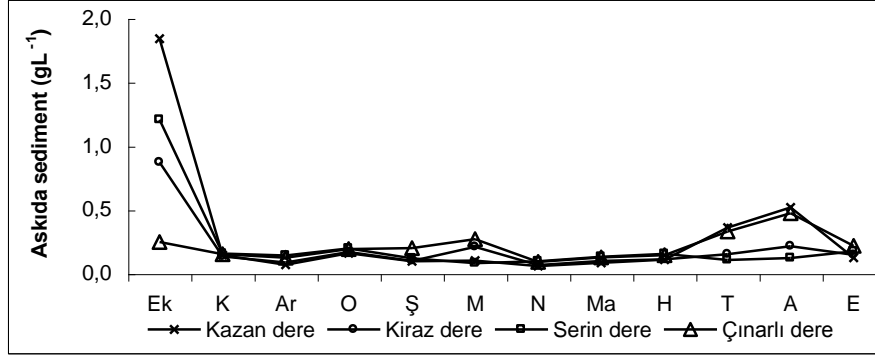
1) Çınarlı dere hariç diğer derelerin debileri yalnızca 2000 yılında ölçülmüştür.

#### 4.3.1. Fiziksel Özellikler

##### Askıda Sediment

Aylık ortalama askıda sediment konsantrasyonu, ekim ayında 1.84 gL<sup>-1</sup>, 1.21 gL<sup>-1</sup> ve 0.87 gL<sup>-1</sup> ile sırasıyla Kazan dere, Serin dere, Kiraz dere ve ağustos ayında 0.47gL<sup>-1</sup> ile Çınarlı dere en yüksek; nisan ayında 0.09 gL<sup>-1</sup>, 0.07 gL<sup>-1</sup>, 0.06 gL<sup>-1</sup> ve 0.10 gL<sup>-1</sup> sırasıyla Çınarlı dere, Kiraz dere, Kazan dere ve Serin dere en küçük seviyelerde ölçülmüştür (Şekil 7). Gözlem süresince askıda sedimentin en büyük ve en küçük konsantrasyonları sırasıyla, 7.13 gL<sup>-1</sup> olarak 2000 yılının 24 Ekim ve 0.004 gL<sup>-1</sup> ile 1999 yılının 13 Temmuz günlerinde Kazan dere en ölçülmüştür. Yıllık ortalama askıda sediment konsantrasyonu en fazla miktarda 0.31 gL<sup>-1</sup> ile Kazan dere en bulunmakta ve bunu 0.23 gL<sup>-1</sup>, 0.22 gL<sup>-1</sup> ve 0.20 gL<sup>-1</sup> ile sırasıyla Serin dere, Çınarlı dere ve Kiraz dere izlemektedir (Tablo 12).

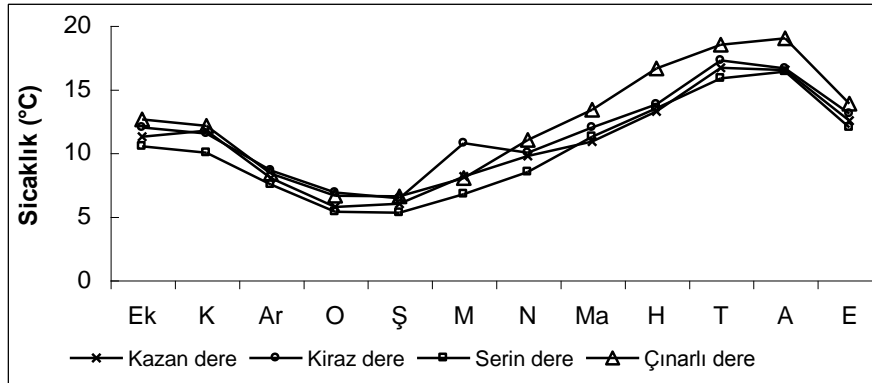




**Şekil 7: Derelerin askıda sediment konsantrasyon değerleri**  
**Figure 7: Suspended sediment concentrations of the streams**

### Sıcaklık

Kazan dere, Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı dere sularının yıllık ortalama sıcaklıkları sırasıyla 10.87 °C, 11.57 °C, 10.24 °C ve 12.22 °C'dir (Tablo 12). Aylık ortalama sıcaklıklar Kazan dere ve Kiraz derede sırasıyla 16.67 °C ve 17.25 °C ile temmuz, Serin dere ve Çınarlı derede sırasıyla 16.38 °C ve 19.00 °C ile ağustos aylarında en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Buna karşılık, ortalama sıcaklıklar en düşük değerlerine Kazan derede 5.75 °C ile ocak; Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı derede sırasıyla 6.42 °C, 5.29 °C ve 6.58 °C ile şubat aylarında ulaşmıştır (Şekil 8). Gözlem süresi boyunca en yüksek ve en düşük sıcaklıklar sırasıyla 22.00 °C ile 13 Temmuz 1999 günü yan, 3.00 °C ile 18 Ocak 2000 günü Serin derede ölçülmüştür.



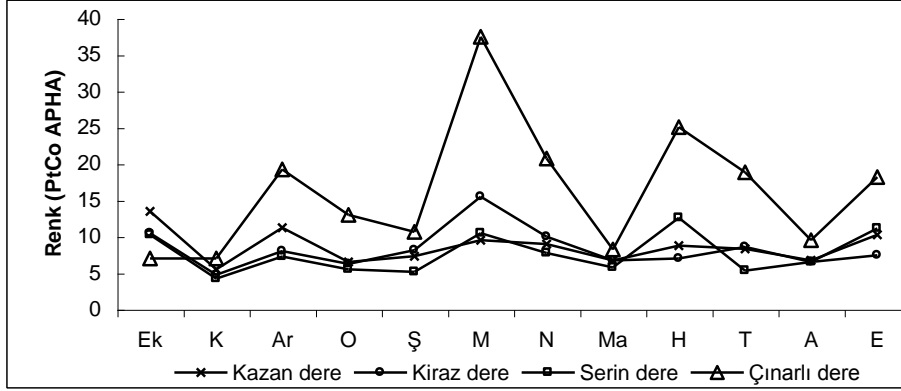
**Şekil 8: Derelerin sıcaklık değerleri**  
**Figure 8: Temperature values of the streams**

### **Renk**

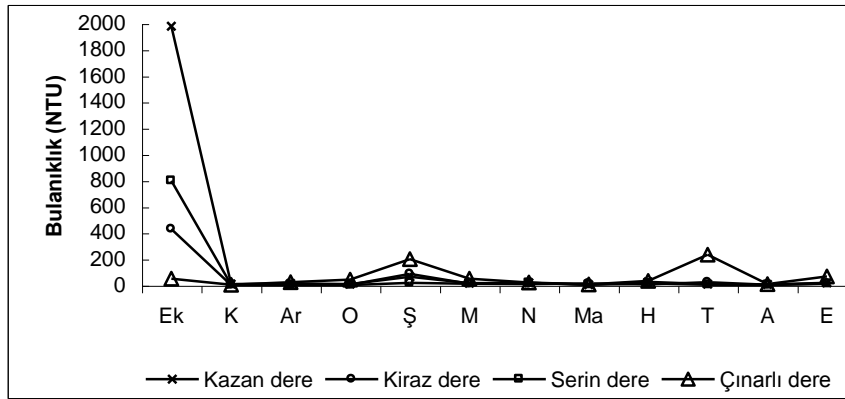
Yıllık ortalama renk Kazan dere, Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı derede sırasıyla 8.87, 8.08, 7.58 ve 16.3 PtCo APHA'dır (Tablo 12). Aylık ortalama renk değerlerinin en büyükleri Kazan derede 13.5 PtCo APHA ile ekim; Kiraz dere ve Çınarlı derede sırasıyla 13.00 ve 38.00 PtCo APHA ile mart; Serin derede ise 12.58 PtCo APHA ile haziran aylarında ölçülmüştür. Buna karşılık aylık ortalama renk değerlerinin en küçükleri bütün derelerde kasım ayında belirlenmiştir. Kazan dere, Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı derenin aylık ortalama en küçük renk değerleri sırasıyla 5.5, 4.75, 4.25 ve 7.0 PtCo APHA'dır. Bununla birlikte, Çınarlı derede ekim ayında da aylık ortalama renk 7.0 PtCo APHA olarak ölçülmüştür (Şekil 9). Diğer taraftan, 2000 yılının ortalama renk değerleri, bütün derelerde 1999 yılının değerlerinden büyük bulunmuştur. Gözlem süresi boyunca en büyük renk değeri 75 PtCo APHA olarak 2000 yılının 31 Temmuz günü yan, en küçük renk değeri ise 2.0 PtCo APHA olarak 9 Kasım 1999 günü Kazan dere, 26 Ekim 1999 ve 15 Şubat 2000 günlerinde Serin derede ölçülmüştür.

### **Bulanıklık**

Yıllık ortalama bulanıklık Kazan dere, Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı derede sırasıyla 183.75 NTU, 51.88 NTU, 76.45 NTU ve 62.87 NTU'dur (Tablo 12). Aylık ortalama bulanıklık değerlerinin en büyükleri Kazan dere, Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı derede sırasıyla 1980.43 NTU, 430.74 NTU, 799.15NTU ve 233.55 NTU olarak ölçülmüştür. Bu değerler ilk üç derede ekim; Çınarlı derede ise temmuz ayında saptanmıştır. Aylık ortalama bulanıklık değerlerinin en küçükleri Kazan derede 5.85 NTU ile mayıs, Kiraz dere ve Çınarlı derede sırasıyla 3.05 NTU ve 5.47 NTU ile kasım ve Serin derede 2.55 NTU olarak ağustos aylarında ölçülmüştür (Şekil 10). Gözlem süresi boyunca en büyük ve en küçük bulanıklık değerleri; sırasıyla 24 Ekim 2000 günü 7900 NTU ile Kazan dere, 01 Haziran 1999 günü 1.26 NTU olarak Serin derede ölçülmüştür. Ayrıca 2000 yılının ortalama aylık bulanıklık değerleri, bütün derelerde 1999 yılının değerlerine oranla daha büyük bulunmuştur.



**Şekil 9: Derelerin renk değerleri**  
**Figure 9: Colour values of the streams**

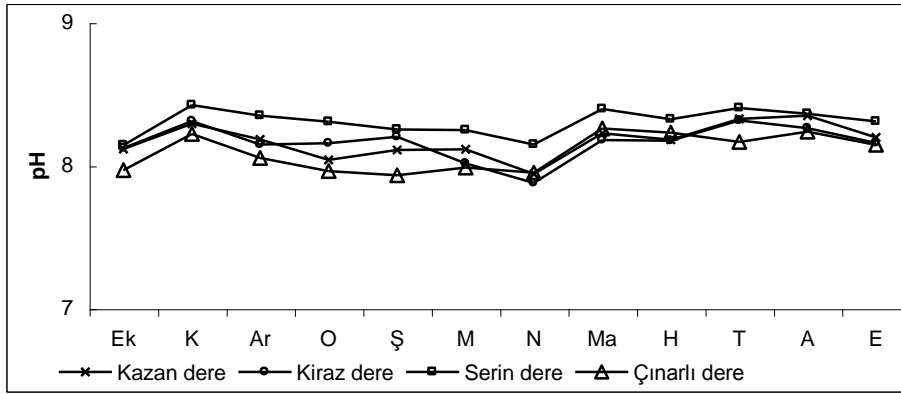


**Şekil 10: Derelerin bulanıklık değerleri**  
**Figure 10: Turbidity values of the streams**

### **pH**

Serin dere, Kazan dere, Kiraz dere ve Çınarlı dere sularının yıllık ortalama pH değerleri sırasıyla 8.31, 8.17, 8.16 ve 8.09'dur (Tablo 12). Aylık ortalama en yüksek pH değerleri Serin dere, Kazan dere, Kiraz dere ve Çınarlı dere sırasıyla kasım, ağustos, temmuz ve mayıs aylarında sırasıyla 8.43, 8.35, 8.32 ve 8.26 ölçülmüştür. Buna karşılık, aylık ortalama en küçük pH değerleri Kazan dere ve Kiraz dere nisan ayında sırasıyla 7.94 ve 7.88,

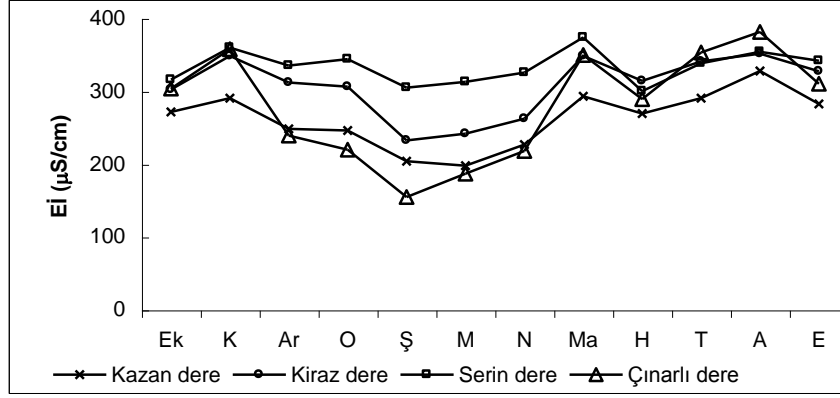
Serin derede 8.15 ile ekim ve nisan, Çınarlı derede 7.93 ile şubat aylarında ölçülmüştür (Şekil 11). Diğer taraftan iki yıllık gözlem süresi boyunca en büyük ve en küçük pH değerleri; sırasıyla 15 Haziran 1999 günü 8.92 ile Serin dere ve 20 Nisan 1999 günü 7.41 ile Kiraz derede ölçülmüştür. Ayrıca, bütün derelerin 1999 yılına ait aylık ortalama pH değerleri, 2000 yılının ortalama pH değerlerinden küçüktür. Fakat her iki yılın ortalama pH değerleri bütün derelerde 8.00'den büyüktür.



**Şekil 11: Derelerin pH değerleri**  
**Figure 11: pH values of the streams**

### **Elektriki İletkenlik (Eİ)**

Yıllık ortalama Eİ değerleri Serin, Kiraz dere, Çınarlı dere ve Kazan derede sırasıyla 333.20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 306.94  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 280.22  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve 262.39  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir (Tablo 12). Aylık ortalama Eİ değerlerinin en büyükleri Çınarlı dere, Kiraz dere ve Kazan derede ağustos ayında sırasıyla 381,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 351.75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve 328.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; Serin dere de ise mayıs ayında 374.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak belirlenmiştir. Aylık ortalama Eİ değerlerinin en küçükleri ise Çınarlı dere ve Kiraz derede şubat ayında sırasıyla 154.88  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 232.74  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; Serin derede haziran ayında 300.42  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve Kazan derede mart ayında 196.08  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak saptanmıştır (Şekil 12). Gözlem süresi boyunca en büyük ve en küçük Eİ değerleri; sırasıyla 4 Mayıs 1999 günü 444.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ve 28 Mart 2000 günü 126.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak Çınarlı derede saptanmıştır. Diğer taraftan 1999 yılının ortalama aylık Eİ değerleri bütün derelerde 2000 yılının Eİ değerlerinden daha büyük bulunmuştur.

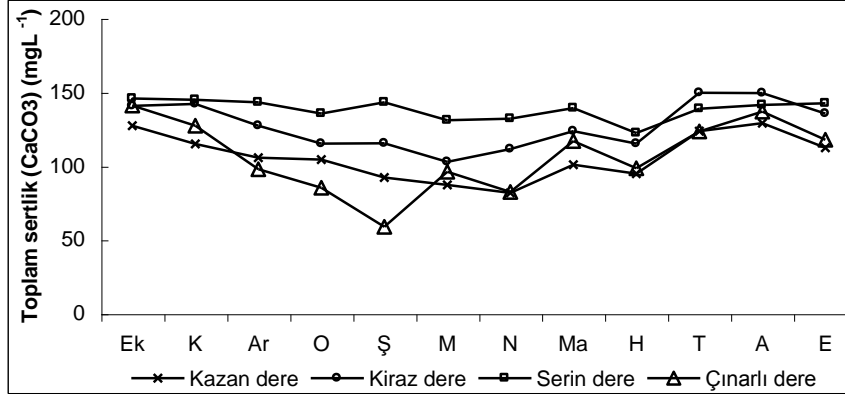


**Şekil 12: Derelerin EI değerleri**  
**Figure 12: EC values of the streams**

#### 4.3.2. Kimyasal Özellikler

##### Toplam Sertlik (CaCO<sub>3</sub>)

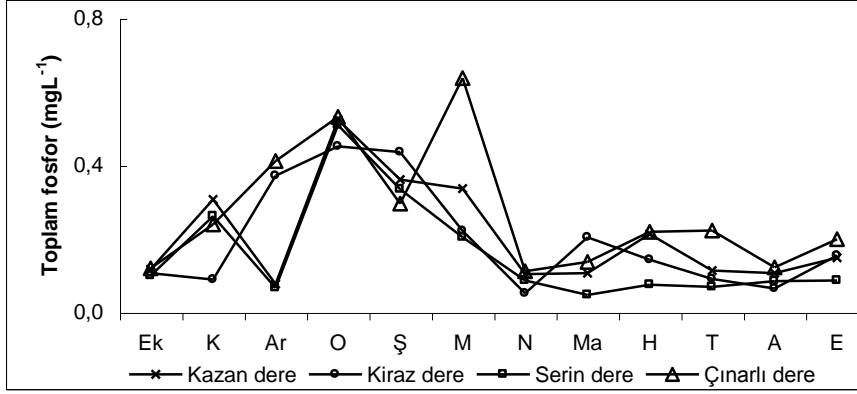
Yıllık ortalama toplam sertlik konsantrasyon değerleri Serin dere, Kiraz dere, Kazan dere ve Çınarlı dere sırasıyla 138.18 mgL<sup>-1</sup>, 127.21 mgL<sup>-1</sup>, 106.16 mgL<sup>-1</sup> ve 105.72 mgL<sup>-1</sup>dir (Tablo 12). Aylık ortalama sertlik konsantrasyon değerlerinin dereler itibarıyla en büyükleri; Serin dere ve Çınarlı dere ekim ayında ve sırasıyla 145.75 mgL<sup>-1</sup> ve 141.0 mgL<sup>-1</sup>; Kiraz dere 149.67 mgL<sup>-1</sup> ile temmuz ve Kazan dere 129.25 mgL<sup>-1</sup> ile ağustos aylarında ölçülmüştür. Aylık ortalama sertlik konsantrasyon değerlerinin ise en küçükleri Serin dere 122.42 mgL<sup>-1</sup> ile haziran, Kiraz dere 99.9 mgL<sup>-1</sup> ile mart, Kazan dere 81.95 mgL<sup>-1</sup> ile nisan ve Çınarlı dere 59.03 mgL<sup>-1</sup> ile şubat aylarında ölçülmüştür (Şekil 13). Gözlem süresi boyunca en büyük ve en küçük sertlik konsantrasyon değerleri: 27 Temmuz 1999 günü 189.0 mgL<sup>-1</sup> ile Kiraz dere, 22 Şubat 1999 günü 42.0 mgL<sup>-1</sup> ile Çınarlı dere ölçülmüştür.



**Şekil 13: Derelerin toplam sertlik konsantrasyon değerleri**  
**Figure 13: Total hardness concentrations of the streams**

#### **Toplam fosfor (P)**

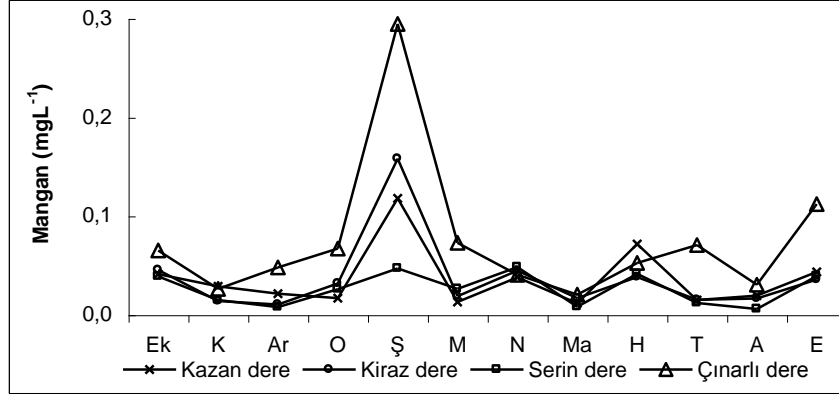
Derelere göre aylık ortalama toplam fosfor konsantrasyonu, Çınarlı derecede  $0.61 \text{ mgL}^{-1}$  ile mart; Kazan dere, Serin dere ve Kiraz derecede sırasıyla  $0.53 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $0.51 \text{ mgL}^{-1}$  ve  $0.45 \text{ mgL}^{-1}$  ile ocak aylarında en yüksek; Kiraz dere ve Serin derecede  $0.05 \text{ mgL}^{-1}$  ile sırasıyla nisan ve mayıs, Kazan derecede  $0.08 \text{ mgL}^{-1}$  ile aralık ve Çınarlı derecede  $0.11 \text{ mgL}^{-1}$  ile nisan aylarında en küçük seviyelerine ulaşmıştır (Şekil 14). Gözlem süresi boyunca toplam fosfor konsantrasyonlarının en büyük ve en küçük değerleri 18 Ocak 2000 ve 27 Temmuz 1999 günlerinde sırasıyla  $1.90 \text{ mgL}^{-1}$  ve  $0.01 \text{ mgL}^{-1}$  olarak Serin derecede ölçülmüştür. En küçük değer aynı zamanda 28 Mart 2000 günü Kazan derecede de saptanmıştır. Diğer taraftan, yıllık ortalama olarak Çınarlı dere, Kazan dere, Kiraz dere ve Serin derenin toplam fosfor konsantrasyonları sırasıyla  $0.27 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $0.21 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $0.20 \text{ mgL}^{-1}$  ve  $0.16 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir (Tablo 12).



**Şekil 14: Derelerin toplam fosfor konsantrasyon değerleri**  
**Figure 14: Total phosphorus concentration of the streams**

#### **Mangan (Mn<sup>+2</sup>)**

Derelere göre aylık ortalama mangan konsantrasyonu, Serin dere hariç diğer derelerde şubat ayında en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Örneğin, Çınarlı dere, Kiraz dere ve Kazan derede bu ayda sırasıyla 0.29 mgL<sup>-1</sup>, 0.16mgL<sup>-1</sup> ve 0.12 mgL<sup>-1</sup> mangan konsantrasyonu ölçülmüştür. Serin derede ise nisan ayında da 0.06 mgL<sup>-1</sup> ile en yüksek mangan konsantrasyonu belirlenmiştir. Aylık ortalama mangan miktarları Çınarlı derede 0.02 mgL<sup>-1</sup> mayıs, Kazan dere ve Serin derede ise 0.01 mgL<sup>-1</sup> ile sırasıyla mayıs ve temmuz; Kiraz derede aynı miktar ile kasım ve aralık aylarında en küçük seviyelerine inmiştir (Şekil 15). Gözlem süresi boyunca manganın en büyük ve en küçük konsantrasyon değerleri; sırasıyla 9 Şubat 1999 günü 0.715 mgL<sup>-1</sup> ile yan; 27 Temmuz 1999 günü 0.001 mgL<sup>-1</sup> ile Serin derede saptanmıştır. Diğer taraftan, yıllık ortalama olarak Çınarlı derede 0.08 mgL<sup>-1</sup> Kazan dere ve Kiraz derede 0.04 mgL<sup>-1</sup> ve Serin derede 0.03 mgL<sup>-1</sup> mangan konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 12).

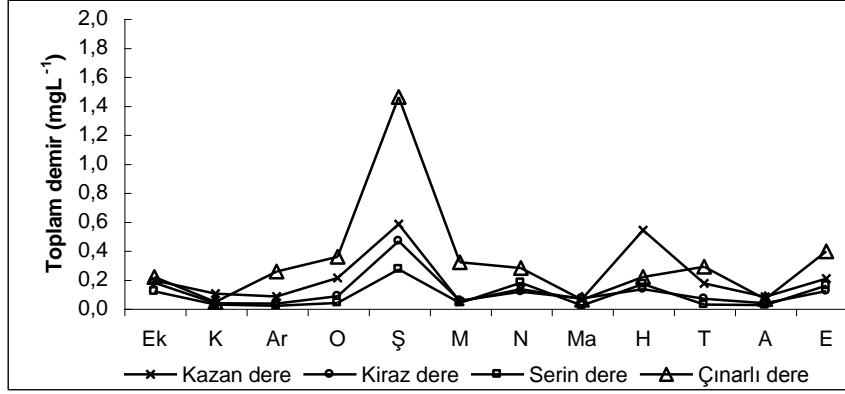


**Şekil 15: Derelerin mangan konsantrasyon değerleri**  
**Figure 15: Manganese concentrations of the streams**

### **Toplam demir (Fe<sup>+2</sup>, Fe<sup>+3</sup>)**

Aylık ortalama toplam demir konsantrasyonu şubat ayında bütün derelerde en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bu ayda Çınarlı dere, Kazan dere, Kiraz dere ve Serin derede ölçülen toplam demir konsantrasyonları sırasıyla 1.46 mgL<sup>-1</sup>, 0.58 mgL<sup>-1</sup>, 0.47 mgL<sup>-1</sup>, 0.27 mgL<sup>-1</sup>'dir. Aylık ortalama toplam demir konsantrasyonları, 0.07 mgL<sup>-1</sup> ile Kazan dere ve 0.05 mgL<sup>-1</sup> ile Çınarlı derede sırasıyla mayıs ve kasım; Kiraz dere ve Serin derede sırasıyla 0.033 mgL<sup>-1</sup> ve 0.018 mgL<sup>-1</sup> ile aralık aylarında en küçük seviyelerine inmiştir (Şekil 16). Gözlem süresince toplam demir konsantrasyonunun en büyük seviyesi 1999 yılının 29 Haziran günü 2.90 mgL<sup>-1</sup> ile Kazan derede saptanmıştır. Su örneklerinden yalnızca 4 Mayıs 1999 günü Serin dereden alınan su örneğinde toplam demir bulunamamıştır. Diğer taraftan yıllık ortalama olarak Çınarlı dere, Kazan dere, Kiraz dere ve Serin derede toplam demir konsantrasyon değerleri sırasıyla 0.34 mgL<sup>-1</sup>, 0.21 mgL<sup>-1</sup>, 0.12 mgL<sup>-1</sup> ve 0.10 mgL<sup>-1</sup> bulunmuştur (Tablo 12).

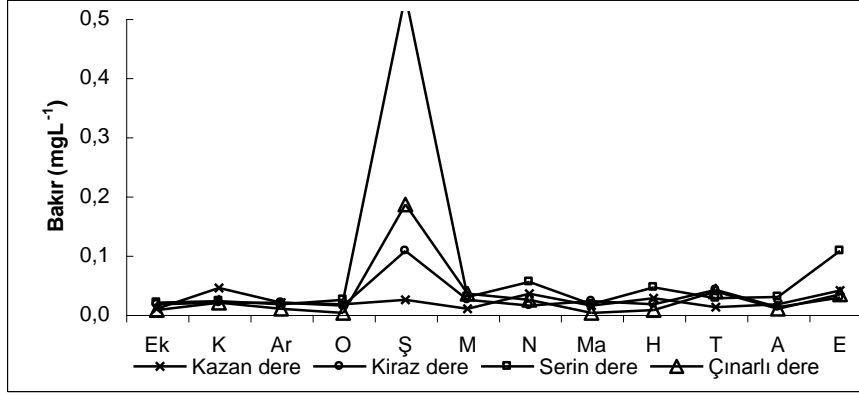




**Şekil 16: Derelerin toplam demir konsantrasyon değerleri**  
**Figure 16: Total iron concentrations of the streams**

### **Bakır (Cu<sup>+2</sup>)**

Aylık ortalama bakır konsantrasyonları Serin dere, Çınarlı dere ve Kiraz derede sırasıyla, 0.54 mgL<sup>-1</sup>, 0.19 mgL<sup>-1</sup> ve 0.11 mgL<sup>-1</sup> şubat, ve Kazan derede 0.05 mgL<sup>-1</sup> ile kasım aylarında en yüksek seviyesine ulaşırken; Çınarlı derede 0.003 mgL<sup>-1</sup> ile ocak ve mayıs, Kiraz derede 0.01 mgL<sup>-1</sup> ile ağustos, Kazan derede yine 0.01 mgL<sup>-1</sup> ile mart ve ekim, Serin derede ise 0.018 mgL<sup>-1</sup> ile mayıs ve aralık aylarında en küçük konsantrasyonlarda bakır ölçülmüştür (Şekil 17). Gözlem süresince bakır konsantrasyonu 01 Şubat 2000 günü Serin derede 2.0 mgL<sup>-1</sup> ile en yüksek seviyesine ulaşırken, 24 Ekim 2000 günü Kazan dere hariç diğer derelerde bakır bulunamamıştır. Diğer taraftan, yıllık ortalama bakır konsantrasyonları Serin derede 0.08 mgL<sup>-1</sup>, Çınarlı ve Kiraz derelerde ise 0.03 mgL<sup>-1</sup>, ve Kazan derede ise 0.02 mgL<sup>-1</sup> dir (Tablo 12).



**Şekil 17: Derelerin bakır konsantrasyon değerleri**  
**Figure 17: Copper concentrations of the streams**

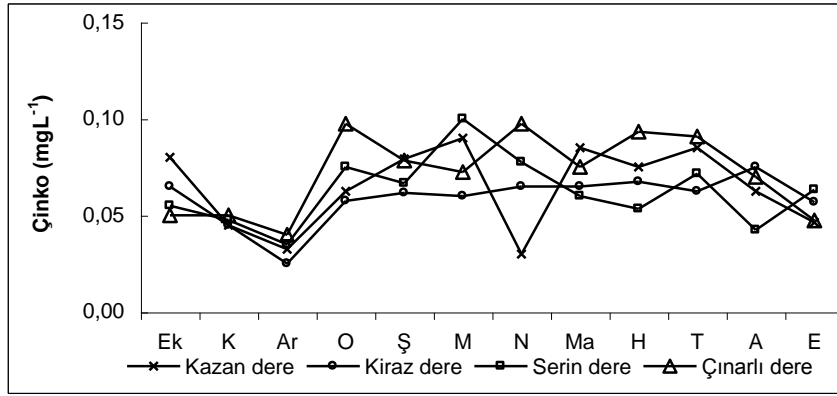
### Çinko (Zn<sup>+2</sup>)

Aylık ortalama çinko konsantrasyonu Çınarlı derede ocak ve nisan aylarında  $0.1 \text{ mgL}^{-1}$ , Serin derede  $0.08 \text{ mgL}^{-1}$  ile mart, Kazan derede  $0.09 \text{ mgL}^{-1}$  ile mayıs ve temmuz, Kiraz derede ise  $0.08 \text{ mgL}^{-1}$  ile ağustos aylarında en yüksek; Çınarlı dere ve Serin derede  $0.04 \text{ mgL}^{-1}$ , Kazan dere ve Kiraz derede  $0.03 \text{ mgL}^{-1}$  ile aralık ayında en düşük seviyesine ulaşmıştır. Kazan derede  $0.03 \text{ mgL}^{-1}$  en küçük çinko konsantrasyonu aynı zamanda nisan ayında da ölçülmüştür. Ayrıca, Çınarlı derenin  $0.10 \text{ mgL}^{-1}$  ile en büyük ve Serin derenin  $0.04 \text{ mgL}^{-1}$  'lik en küçük çinko konsantrasyon seviyeleri, sırasıyla nisan ve ağustos aylarında da saptanmıştır (Şekil 18). Gözlem süresince en yüksek çinko konsantrasyonu  $0.20 \text{ mgL}^{-1}$  ile 2000 yılının 31 Temmuz günü Çınarlı derede ölçülmesine karşılık, 26 Ekim 1999 günü derelerin hiçbirinde çinko bulunamamıştır. Diğer taraftan yıllık çinko ortalaması Çınarlı derede  $0.07 \text{ mgL}^{-1}$  iken; Kazan dere, Kiraz dere ve Serin derede  $0.06 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir (Tablo 12).

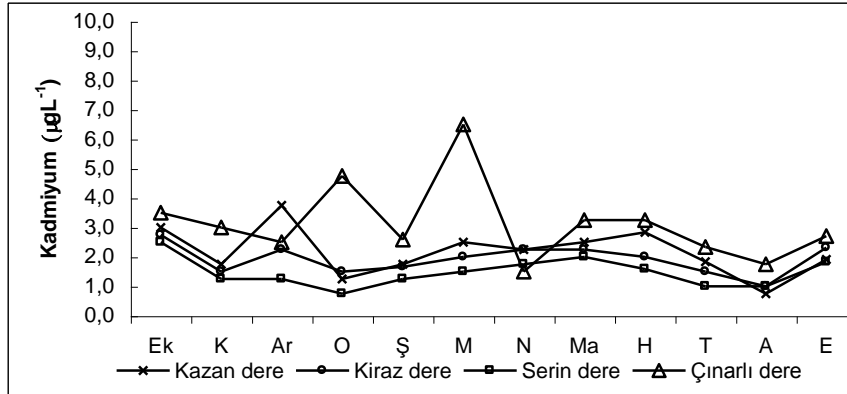
### Kadmiyum (Cd<sup>+2</sup>)

Aylık ortalama kadmiyum konsantrasyonları; Çınarlı derede  $5.00 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$  ile mart, Kazan derede  $3.75 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$  ile aralık, Kiraz dere ve Serin derelerde sırasıyla  $2.75 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$  ve  $2.50 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$  ile ekim aylarında en yüksek; Çınarlı derede  $1.50 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$  ile nisan, Kiraz dere ve Kazan derede sırasıyla  $1.00 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$  ve  $0.75 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$  ile ağustos ve Serin derede  $0.75 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$  ile ocak aylarında en düşük seviyelerde ölçülmüştür (Şekil 19). Gözlem süresi

boyunca en büyük kadmiyum konsantrasyonu ise;  $10.00 \mu\text{gL}^{-1}$  ile 1999 yılının 19 Haziran günü Kazan dere ve Çınarlı dere de ölçülmüş, buna karşılık 1999 yılının 27 Ocak günü Serin dere ve 2000 yılının 20 Haziran, 20 Temmuz ve 29 Ağustos günlerinde sırasıyla Serin dere, Kiraz dere ve Kazan dere de kadmiyuma rastlanmamıştır. Yıllık ortalama olarak kadmiyum konsantrasyon değerleri  $3.01 \mu\text{gL}^{-1}$  ile en büyük Çınarlı dere de saptanmış ve bunu  $2.17 \mu\text{gL}^{-1}$ ,  $1.92 \mu\text{gL}^{-1}$  ve  $1.47 \mu\text{gL}^{-1}$  ile sırasıyla Kazan dere, Kiraz dere ve Serin dere izlemiştir (Tablo 12).



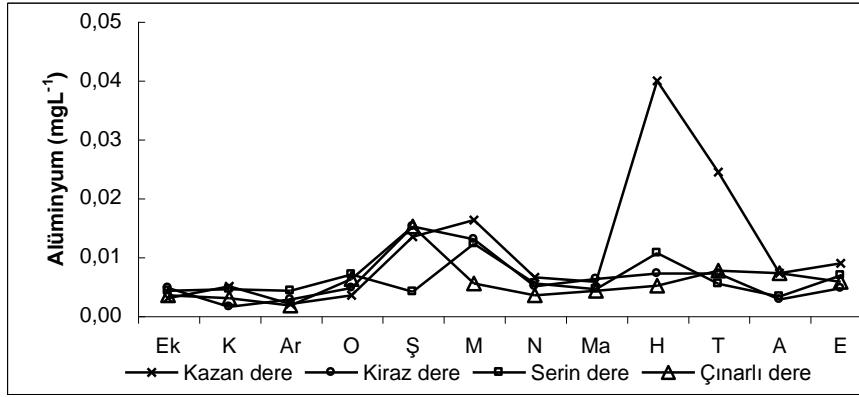
Şekil 18: Derelerin çinko konsantrasyon değerleri  
Figure 18: Zinc concentrations of the streams



Şekil 19: Derelerin kadmiyum konsantrasyon değerleri  
Figure 19: Cadmium concentrations of the streams

### Alüminyum (Al<sup>3+</sup>)

Aylık ortalama alüminyum konsantrasyonu; Kazan derede 0.04 mgL<sup>-1</sup> ile haziran Kiraz dere ve Çınarlı derede 0.015 mgL<sup>-1</sup> ile şubat ve Serin derede 0.011 mgL<sup>-1</sup> ile haziran aylarında en büyük seviyelerine ulaşırken; Kazan dere ve Çınarlı derede 0.002 mgL<sup>-1</sup> ile aralık, Kiraz derede yine 0.002 mgL<sup>-1</sup> ile kasım ve Serin derede 0.003 mgL<sup>-1</sup> ile ağustos aylarında en küçük seviyelerine ulaşmıştır (Şekil 10). Gözlem süresi boyunca alüminyum konsantrasyonu en yüksek seviyesine 0.2 mgL<sup>-1</sup> ile 1999 yılının 29 Haziran günü Kazan derede ulaşmıştır. Buna karşılık, gözlem süresince Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı derede sırasıyla 29 Şubat 2000, 18 Ocak 2000 ve 15 Şubat ile 05 Aralık 2000 günlerinde alüminyum bulunamamıştır. Diğer taraftan, yıllık ortalama alüminyum konsantrasyonları Kazan yderede 0.011 mgL<sup>-1</sup> ve diğer derelerde ise 0.006 mgL<sup>-1</sup> ölçülmüştür (Tablo 12).

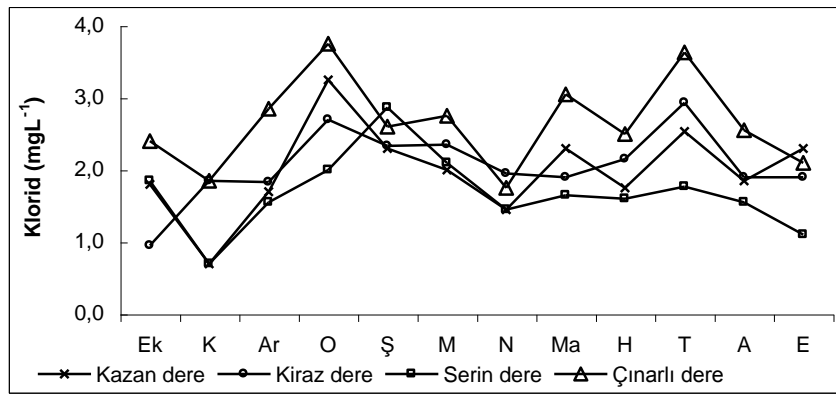


**Şekil 20: Derelerin alüminyum konsantrasyon değerleri**  
**Figure 20: Aluminum concentrations of the streams**

### Klorid (Cl)

2000 yılında yapılan ölçümlere göre, Çınarlı dere ve Kazan derede klorid konsantrasyonları sırasıyla 3.75 mgL<sup>-1</sup> ve 3.25 mgL<sup>-1</sup> ile Ocak, Kiraz derede 2.93 mgL<sup>-1</sup> ile Temmuz ve Serin derede ise 2.87 mgL<sup>-1</sup> ile Şubat aylarında en büyük; Çınarlı derede Nisan ayında ölçülen 1.75 mgL<sup>-1</sup>, Kiraz derede Ekim ayında saptanan 0.95 mgL<sup>-1</sup> ve Kazan dere ve Serin derede Kasım ayında ölçülen 0.70 mgL<sup>-1</sup> ile en küçük seviyelerine ulaşmıştır (Şekil 21). Gözlem süresi boyunca en büyük klorid konsantrasyonu 21 Aralık 1999

günü  $5.2 \text{ mgL}^{-1}$  ile Serin derede saptanmıştır. 07 Aralık 1999 günü derelerin hiç birinde ve 31 Temmuz 2000 günü ise Çınarlı derede klorid bulunamamıştır. Diğer taraftan, 12 ayın ortalama klorid konsantrasyon değerlerine göre dereleri karşılaştırdığımızda  $2.65 \text{ mgL}^{-1}$  ile Çınarlı derenin en büyük klorid konsantrasyonunu içerdiğini ve bunu sırasıyla  $2.06 \text{ mgL}^{-1}$  ile Kiraz dere,  $1.99 \text{ mgL}^{-1}$  ile Kazan dere ve  $1.68 \text{ mgL}^{-1}$  ile de Serin derenin izlediği anlaşılmaktadır (Tablo 12).



**Şekil 21: Derelerin klorid konsantrasyon değerleri**  
**Figure 21: Chloride concentrations of the streams**

#### 4.3.3. Dere Sularının Özelliklerinde Mevsimlere Göre Değişimler

Dere sularının bazı özelliklerinde meydana gelen artışlar ve azalmalar mevsimlere göre değişmektedir.

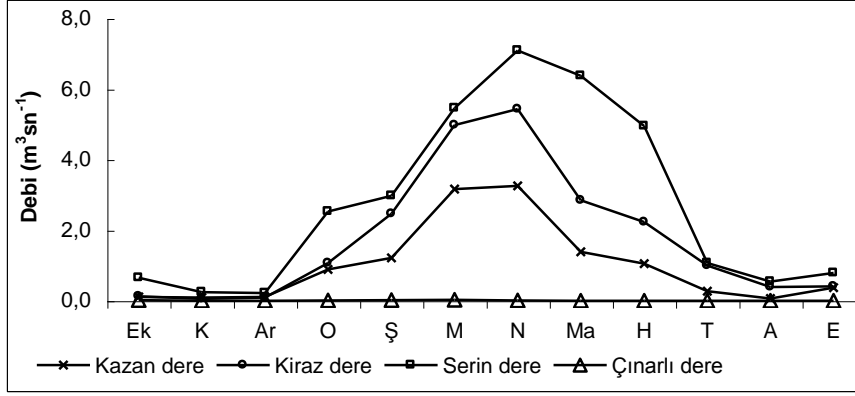
Fiziksel özelliklerden pH bütün derelerde sırasıyla ilkbahar ve yaz; askıda sediment ve bulanıklık Kiraz dere, Kazan dere ve Serin derede sonbahar, Çınarlı derede ise yaz; elektriki iletkenlik Kazan dere, Kiraz dere ve Çınarlı derede yaz, Serin derede ise sonbahar mevsimlerinde en yüksek seviyelerine ulaşmıştır. Buna karşılık, pH Kiraz, Kazan dere ve Serin derede sırasıyla sonbahar ve ilkbahar, Çınarlı derede yaz; askıda sediment Kiraz derede kış, diğer derelerde ilkbahar; bulanıklık Çınarlı derede ilkbahar, diğer derelerde ise yaz; elektriki iletkenlik Kiraz dere (ilkbahar) hariç bütün derelerde kış mevsimlerinde en düşük seviyelerinde ölçülmüştür (Şekiller 7-21).

Kimyasal özelliklerden, toplam fosfor, toplam demir (Serin dere hariç), bakır (Kazan dere hariç) konsantrasyonları bütün derelerde kış;

toplam sertlik konsantrasyonu bütün derelerde sonbahar; çinko ve mangan konsantrasyonları Serin derede ilkbahar, Kiraz dere, Kazan dere ve Çınarlı derede sırasıyla yaz ve kış; alüminyum konsantrasyonu Kiraz dere ve Çınarlı derede kış, Kazan derede yaz, Serin derede ilkbahar ve yaz; kadmiyum konsantrasyonu Serin dere ve Kiraz derede sonbahar, Kazan dere ve Çınarlı derede ise sırasıyla ilkbahar ve kış; klorid konsantrasyonu Kiraz derede yaz diğer derelerde kış mevsimlerinde en yüksek miktarlarda ölçülmüştür. Bu özelliklerden toplam fosfor ve mangan konsantrasyonları bütün derelerde yaz; toplam demir konsantrasyonu Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı derede yaz, Kazan derede ise sonbahar; toplam sertlik konsantrasyonu Çınarlı derede kış, diğer derelerde ilkbahar; çinko konsantrasyonu Kazan dere, Serin dere ve Çınarlı derede sonbahar; bakır konsantrasyonu Kazan dere, Serin dere ve Çınarlı derede ilkbahar; kadmiyum konsantrasyonu Serin derede kış, diğer derelerde yaz; alüminyum konsantrasyonu bütün derelerde sonbahar, bunun yanında Kazan dere ve Serin derede aynı zamanda kış; toplam sertlik konsantrasyonu Kazan dere, Serin dere ve Kiraz derede ilkbahar, Çınarlı derede kış ve klorid konsantrasyonu bütün derelerde sonbahar mevsimlerinde en küçük seviyelerde saptanmıştır.

#### **4.4. Debi ve Su Verimi ile Akış Katsayısı**

2000 yılındaki ölçüm sonuçlarına göre Kazan dere, Kiraz dere ve Serin derenin ortalama olarak debileri sırasıyla  $1.0 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ ,  $1.76 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ve  $2.74 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ 'dir (Tablo 12). Çınarlı derede 1999 ve 2000 yıllarında sürdürülen ölçümlerin ortalamasına göre debi  $0.006 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ 'dir. 2000 yılının Nisan ayında Kazan dere, Kiraz dere ve Serin derede sırasıyla  $3.26 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ ,  $5.43 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ve  $7.10 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  olarak en yüksek debiler ölçülmüştür. Kazan dere ve Kiraz derenin en küçük debileri sırasıyla  $0.07 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ve  $0.06 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ 'dir. Bu debi miktarı Kazan derede ağustos, Kiraz derede ise kasım aylarında ölçülmüştür. Serin derede en küçük debi  $0.22 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  olarak aralık ayında ölçülmüştür (Şekil 22).



**Şekil 22: Derelerin debileri**  
**Figure 22: Discharge values of the streams**

Çınarlı derede yıllık ortalama debinin en büyük değeri  $0.016 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ile şubat ve mart, en küçük değeri ise  $0.001 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ile ağustos aylarında ölçülmüştür. Gözlem süresi içinde en yüksek ve en küçük debiler sırasıyla Serin derede  $8.37 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ile  $25/04/2000$ , Çınarlı derede  $0.16 \text{ Lsn}^{-1}$  ile  $13/07/1999$  günlerinde ölçülmüştür. Havzanın 2000 yılındaki yıllık yağışının  $1420.55 \text{ mm}$  olduğu dikkate alınır, bu miktardaki yağışın Kazan dere, Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı dere havzalarına (Dört havzanın alanlarının toplamı  $23957 \text{ ha}$ 'dır) sağlayacağı su miktarı  $340321163.5 \text{ m}^3\text{yıl}^{-1}$ 'dir. Dört havzanın su verimi ise  $173731824.0 \text{ m}^3\text{yıl}^{-1}$ 'dir. Diğer bir anlatımla  $1420.55 \text{ mm}$ 'lik yıllık yağışın  $725.18 \text{ mm}$ 'si akışa geçmiştir. Bu bulgulara göre, Yuvacık havzasının akış katsayısı %51.05'dir. Akış en fazla (%60.9) ilkbahar, en az ise (%4.3) sonbahar mevsimlerinde meydana gelmektedir. Kış ve yaz mevsimlerinde eşit miktarda ( $17.4$ ) akış oluşmaktadır.

#### 4.5. Yuvacık Baraj Gölüne Taşınan Madde Miktarı

İncelenen dört dere ile Yuvacık baraj gölüne taşınan madde miktarları topluca Tablo 13'de verilmiştir. İlgili çizelgenin incelenmesinden baraj gölüne taşınan maddelerin başında yılda  $31295.57 \text{ ton}$  ile askıda sedimentin geldiği, bunu yılda  $20132.03 \text{ ton}$  ile  $\text{CaCO}_3$ 'ün izlediği anlaşılmaktadır. Bu iki maddeyi yılda  $339.50 \text{ ton}$  ile klorid izlemektedir. Diğer taraftan, taşınan toplam demir ile toplam fosfor sırasıyla  $26.67 \text{ ton yıl}^{-1}$  ve  $25.88 \text{ ton yıl}^{-1}$ , bakır ile çinko sırasıyla  $11.37 \text{ ton yıl}^{-1}$  ve  $11.07 \text{ ton yıl}^{-1}$  miktarları birbirine yakındır. Yılda taşınan mangan miktarının  $8.51 \text{ ton}$

olmasına karşılık, alüminyum ve kadmiyum miktarlar sırasıyla 1.58 ton ve 0.23 ton'dur. İncelemeye konu edilen maddelerin hepsi en fazla Serin dere ile taşınmakta ve bunu sırasıyla Kiraz dere, Kazan dere ve Çınarlı dere izlemektedir. Diğer taraftan, bir yılda baraj gölüne taşınan madde miktarı 51852.41 tondur. Bununun 29457.01 tonu Serin dere, 14283.22 tonu Kiraz dere, 8030.24 tonu Kazan dere ve 81.94 tonu ise Çınarlı dere ile taşınmaktadır (Tablo 13).

#### 4.6. Sediment Verimi

Havzanın Kazan dere, Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı derelerden bir yılda taşınan askıda sediment miktarı sırasıyla 5175.04 ton, 8062.73 ton, 18002.60 ton ve 55.20 ton'dur (Tablo 13). Diğer taraftan, ülkemizde akarsuların sediment verimlerinin hesaplanmasında sıçrama yoluyla taşınan sedimentin yatak yüküne eklediği ve bu miktarların askıda sediment miktarının %30'u kadar olduğu bildirilmektedir (Balcı, 1996). Bu oran dikkate alındığında Kazan dere, Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı dere ile bir yılda taşınan sediment miktarı sırasıyla 6727.55 ton, 10481.55 ton, 23403.38 ton ve 71.76 ton olmaktadır. Bu miktarlara göre; Kazan dere, Kiraz dere, Serin dere ve Çınarlı dere havzalarının sediment verimleri sırasıyla 289.61 ton km<sup>2</sup>/yıl<sup>-1</sup>, 126.42 ton km<sup>2</sup>/yıl<sup>-1</sup>, 177.73 ton km<sup>2</sup>/yıl<sup>-1</sup> ve 41.01 ton km<sup>2</sup>/yıl<sup>-1</sup> olmaktadır. Bu dere havzaları birlikte değerlendirildiğinde, Yuvacık havzasının sediment verimi 169.82 ton km<sup>2</sup> yıl<sup>-1</sup> olmaktadır. Havzada sediment taşınmasının en fazla olduğu mevsim 80.56 ton km<sup>-2</sup> ile sonbahardır. Bunu sırasıyla 41.61 ton km<sup>-2</sup> ile yaz, 24.74 ton km<sup>-2</sup> ile kış ve 22.91 ton km<sup>-2</sup> ile ilkbahar mevsimleri izlemektedir.

**Tablo 13: Derelerle Yuvacık baraj gölüne taşınan madde miktarları (ton yıl<sup>-1</sup>)**

**Table 13: The mounts of substances transported to Yuvacik dam lake by the streams (t yr<sup>-1</sup>)**

	DERELER				Toplam
	Kazan	Kiraz	Serin	Çınarlı	
Askıda sediment	5175.04	8062.73	18002.60	55.20	31295.57
Fosfor	5.19	8.50	12.13	0.06	25.88
Toplam sertlik (CaCO <sub>3</sub> )	2775.92	6076.38	11253.94	25.79	20132.03
Bakır	0.87	1.25	9.23	0.02	11.37
Mangan	1.67	2.57	4.25	0.02	8.51
Çinko	2.07	3.77	5.21	0.02	11.07
Kadmiyum	0.06	0.08	0.09	0.00	0.23
Demir	6.20	6.68	13.67	0.12	26.67
Alüminyum	0.33	0.58	0.67	0.00	1.58
Klorid	62.89	120.68	155.22	0.71	339.50
Toplam	8030.24	14283.22	29457.01	81.94	51852.41



## **5.TARTIŞMA**

### **5.1. Yetiştirme Ortamı Özellikleri**

#### **İklim**

İklim öğesinin yağış faktörü, özellikle havzanın kuzey bölümündeki baraj gölü çevresindeki andezit-bazalt arazisi için erozyon, dolayısıyla su üretimi açısından üzerinde önemle durulması gereken bir unsur olarak karşımıza çıkmıştır. Nitekim bulgular kısmında belirtildiği gibi havzanın kuzey bölümündeki baraj çevresiyle güneybatı köşesindeki Hacıosman köyünün yıllık ortalama yağış miktarları sırasıyla 1269.0 ve 808.4 mm'dir. Baraj gölü ve Hacıosman köyünün civarında yükseklikler sırasıyla 300 m ve 1000 m civarındadır. Bu olgu, normalde yükseklikle beraber belirli bir yükselti kademesine kadar doğrusal artan bir ilişki gösteren yağış miktarının, burada tersine olarak yükselmeye birlikte azaldığını göstermektedir. Bu olay Karadeniz'den gelen ve havzanın kuzeyinden giren nemli hava kütlelerinin kuzey bakılı dik yamaçları aşmak için kısa süreli yükselmeleri ve böylece orografik yağışların meydana gelmesiyle açıklanabilir. Kısacası orografik yağışlar nedeniyle havzanın kuzey bölümündeki andezit-bazalt arazisi havzanın diğer bölgelerine oranla daha fazla miktarda yağış almaktadır. Yağışların büyük bir bölümünün kış mevsiminde düşmesi ve bu mevsimde toprağın doygun olması yüzeysel akışı ve dolayısıyla erozyonu artırıcı faktörler olarak algılanmalıdır. Bunun yanında arazi eğiminin fazlalığı, vejetasyon örtüsünün yetersizliği (bozuk ormanların %46.7'si ve tarım alanlarının %17.5'i baraj gölü civarındaki andezit-bazalt arazisinde bulunmaktadır), andezit-bazalt arazisinin erozyona yatkınlığı gibi özellikler ile havzanın bu kısmının (göl manzarası) cazibe merkezi oluşu, bu arazinin büyük bir erozyon sorunuyla karşı karşıya olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla havzanın bu bölümündeki (andezit-bazalt anakayanın hakim olduğu) yağış fazlalığının ilk bakışta su üretimi açısından olumlu olduğu düşünülebilir. Ancak yukarıda açıklanan nedenlerle gerekli önlemlerin alınmaması halinde bu açıdan sanıldığı kadar olumlu olmadığını ileri sürmek mümkündür.

#### **Jeolojik Yapı**

Havzadaki anakayalar, dikine çatlaklı yapı oluşturduklarından su geçirgenliği açısından olumlu özellik taşımaktadırlar. İncelenen su özellikleri açısından su kalitesine olumsuz etki yapacak kimyasal özellikler göstermemektedirler. Ancak havzada mevcut bulunan bir grup kireç taşı ve dolomit anakayalar suların reaksiyonunu (pH) artırıcı etkiye neden olmakta

iseler de, bu durum standart değerler açısından uygun sınırlar içinde kalması nedeniyle sorun teşkil etmemektedir.

### **Topoğrafik yapı**

Yuvacık havzasının buyk bir bölümünün (%62.9) yüksekliğinin 800 m'nin üzerinde olması, iklimin yağış ve sıcaklık unsurlarını etkilemek suretiyle su üretimine tesir edebilir. Bu etki, yağış çeşidi ve miktarı açısından olumludur. Çünkü, kış aylarında yağışın kar şeklinde düşmesi olasıdır. Bilindiği gibi kar yağışlarının kinetik enerjileri çok küçük olduğu için toprağı parçalamaları olasılığı hemen hemen yoktur. Bu nedenle bunlar doğrudan erozyon oluşturmazlar. Bununla birlikte düşük sıcaklıklar nedeniyle meydana gelmesi beklenen donma olaylarıyla toprak parçalanabilir ve erozyon olayı oluşabilir. Bu olgu tarım alanlarında orman alanlarına oranla çok daha önemlidir. Çünkü, ormanlık alanlardaki l örtü toprağın donmasını önleyebilir. Havzanın yüksek olmasının yağış miktarını artırmak suretiyle su üretimini olumlu yönde etkilemesi beklenebilir. Nitekim, Yuvacık havzasının yıllık ortalama yağışının (1038.7 mm), İzmit'inkinden (771.7 mm) fazla oluşunu yükseklikle açıklamak mümkündür.

Havzanın eğim bulguları, su üretimi açısından değerlendirildiğinde, %80.9'unu meydana getiren çok dik+sarp eğimli yamaçlar en önemli olumsuzluk olarak gösterilebilir (Tablo 6). Çünkü, eğimin artışıyla suyun toprağa girmesi zorlaşmaktadır (Sorsbie, 1938, Wanielista ve Ark., 1997). Bu nedenle yüzeysel akış ve buna bağlı olarak erozyonun miktarında bir artış beklenmelidir. Nitekim denemelere göre, eğimi %10'un altında olan bir yamaç üzerinde eğimin %100 yükselmesinin toprak erozyonu miktarında da %100'lk bir artışa neden olduğu bildirilmektedir (Balcı, 1996). Bununla birlikte havza topraklarının genel olarak orta tekstürlü, granüler strüktürde ve hızlı-çok hızlı geçirgen olmaları ve bunları oluşturan kayaçların da dikine çatlaklı bir yapı içermeleri, bunlara ilave olarak havzanın %64.28'lik bölümünün iyi orman örtüsüyle kaplı olması, eğimin havzanın su üretimi üzerindeki olumsuz etkisini bir bakıma azaltmıştır. Çünkü, bu özellikler suyun toprağa kolayca girerek yüzeyaltı veya taban suyu akışlarına geçmesini sağlamaktadır. Zira toprak yüzeyi orman örtüsüyle kaplı olan, gözenekli bir toprak yapısı ile bunun altında kırıklı ve çatlaklı kayaçların bulunduğu alanlarda suyun toprağa girişinin hızlandığı bilinmektedir (Lee, 1980).

## **Toprak**

Yuvacık havzasının egemen toprak tipi, bu havzanın yaklaşık %85'inde dağılım gösteren esmer orman topraklarıdır. İkinci sırada ise %7 civarında bir dağılıma ulaşan ranker toprakları gelmektedir. Kalan %8'ini ise rendzina, koluviyal ve alüviyal topraklar oluşturmuştur. Dolayısıyla, esmer orman topraklarının özelliklerinin su üretimi açısından tartışılması önemlidir. Bu topraklar genellikle orta derin veya derindirler. Egemen tekstürleri orta, strüktürleri ise granülerdir. Toprakların geçirgenliklerinin hızlı, çok-hızlı olmasına karşılık, ana materyalinki genellikle ortadır. Genel olarak az çakıllı ve taşlıdırlar. Açıklanan özellikler, bu toprakların su üretimi açısından bir sorunlarının bulunmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, esmer orman topraklarının erozyona duyarlılık açısından incelenen üst toprakları, dispersiyon oranlarına göre erozyona yatkındırlar. Bu olgu, bu toprakların orman ve mera kullanım şekilleri haricinde özellikle tarımsal amaçlı kullanımlarda erozyona karşı önlem alınmadığı zaman su üretimi açısından bir sorun yaratabilir.

## **Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanma Şekilleri**

Havzada su üretimini etkileyen önemli bir diğer unsur da, arazi kullanma şekilleridir. Tablo 7'de verilen arazi kullanım şekillerinden su üretimi açısından göze çarpan en önemli özellik, daha önceden belirtildiği gibi havzanın %64.28'lik bir bölümünün iyi bir orman örtüsüyle kaplı olmasıdır. Çünkü, bu örtü erozyonun önlenmesi ve böylece su üretiminin olumlu yönde seyretmesinin güvencesidir. Ayrıca bu örtünün hemen hemen tamamı, yapraklı ağaçlardan meydana gelmiş kuru ve baltalık kuruluşundaki ormanlardan oluşmuştur. Örtü, bu iki özelliğiyle de su üretimini miktar açısından olumlu yönde etkilemektedir. Çünkü, ağaçlardan intersepsiyon yoluyla meydana gelen su kayıpları, ülkemizin yağış rejimi özelliğine bağlı olarak yapraklı ağaçlarda iğne yapraklı ağaçlara oranla daha azdır. Örneğin, Çepel (1971)'e göre Türkiye'de bazı yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların yıllık intersepsiyonu sırasıyla %17 ve %31'dir. Özhan (1982) tarafından yapılan bir araştırmanın sonuçları, bir havzaya düşen yıllık yağışın yaklaşık %15-18'inin bu havzanın yapraklı, %35-36'sının ise iğne yapraklı orman örtülerinin intersepsiyonuyla tutulduğunu göstermiştir. Zengin (1997) İzmit Kerpe'de yaptığı bir çalışmada aynı miktardaki yağışın baltalık (yapraklı) parselden %1.18'inin, sahil ve karaçam parsellerinden ise sırasıyla %0.49 ve %0.97'sinin yüzeysel akışa geçtiğini belirlemiştir. Hızal ve Özer (1998) de İstanbul Ömerli havzasında iğne yapraklı ağaçlandırmaların ve kuru ormanlarının artmasından dolayı su kayıplarının ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Baltalık ormanların kuru ormanlarına göre daha az su

tükettikleri yine ülkemizde yapılan araştırmalarla saptanmıştır. Nitekim, Balcı ve Arkadaşları (1992)'na göre İstanbul Belgrad ormanı Orta dere havzasındaki yapraklı koru ormanının akış katsayısı %28.6'dır. Özyuvacı (1976) ise, baltalık-bozuk baltalık bir orman örtüsüne sahip İstanbul Arnavutköy havzasında akış katsayısının %37.3 olarak ölçmüştür. Orman ağaçlarının ve orman kuruluşlarının su üretimi işlevleriyle ilgili bu çalışmaların sonuçlarına paralel olarak ülkemizdeki su üretim havzalarında yapraklı türlerle ağaçlandırmaların yapılması ve baltalık orman kuruluşlarına ağırlık verilmesi gerektiği belirtilmektedir (Hızal ve Asan, 1995; Hızal ve Gerçek, 1995; Özhan ve Gökbülak, 2001). Tablo 8'de verilen arazi kullanma şekillerinden tarım ve bozuk ormanlar, Yuvacık havzasının sırasıyla %17.31 ve %13.68'ini (toplam olarak %30.99) kaplamaktadır. Bu olgu, söz konusu kullanım şekillerinin de havzanın su üretim potansiyeli açısından tartışılmasını gerekli kılmaktadır. Bununla birlikte, daha önceden belirtilmiş olduğu gibi yetenek sınıfları bakımından havzanın %29.36'sı tarıma uygun ve %69.98'i tarıma uygun değildir (Tablo 9). Bu bulgular bir bakıma havzanın yetenek sınıflarına uygun olarak kullanıldığını gösterebilir. Bu nedenle tarım alanlarının ve bozuk ormanlarla ilişkili tartışmanın gerekli olmadığı ileri sürülebilir. Fakat, I. sınıf arazi haricinde tarıma uygun olan diğer sınıflar ile bozuk ormanların bulunduğu alanlar değişik derecelerde eğimlidir. Buna karşılık bu alanlardaki tarımsal, havancılık ve ormancılık uğraşları erozyona karşı hiçbir önlem alınmadan sürdürülmektedir. Bu iki öge nedeniyle hem tarım, hem de bozuk ormanlık alanlar değişik şiddetlerde tabaka erozyonuna uğramıştır (Tablo 10). Nitekim, toprak koruma önlemi almaksızın sürekli mısır yetiştirilmesinin rotasyona oranla toprak kaybını 3.5 kat arttırdığı (Bennett, 1947), %15 eğimli bir yamaç arazideki ormanın kesilerek yerine fındık, buğday ve mısır yetiştirilmesiyle bir yılda sırasıyla 1.3 ton/ha, 5.6 ton/ha ve 7.0 ton/ha toprak taşındığı (Aydemir, 1973) ve Sierra Nevada'daki Castle Creek havzasının 10.4 km<sup>2</sup>'lik bir alanında kuralların uygulanmasından önce yapılan kesim ve sürütme gibi ormancılık faaliyetleriyle sürütmeden sonraki ilk iki yılda askıda sediment yükünün 5 katına çıktığını Rice, (1992) Rice ve Wallis (1962)'e atfen bildirmektedir.

İşte, tarım ve bozuk ormanlık alanlardaki bu erozyon olgusu, Yuvacık havzasının su üretimini olumsuz yönde etkileyen en önemli güncel sorundur.

Havzadaki erozyon sorununu körükleyen başka bir neden de, havzadaki dağınık yerleşmelerdir. Bu olgu; havzadaki tarımsal, hayvancılık ve ormancılık uğraşlarının birbirleriyle ilişkisini sağlayan yolların gelişigüzel yapılmalarına sebep olmuştur. Bu yolların çoğu çıplak olup, sanat yapıları da yoktur. Bu nedenle sözkonusu yollar, birer sediment kaynağı

olarak derelerde taşınan sediment miktarının önemli derecede artmasına sebep olmaktadır. Bu durum araştırmalarla da ortaya konulmuştur. Örneğin; Schiess ve Whitaker (1989); Amimoto (1978)'nin erozyon şiddetinin yol yoğunluğunun<sup>1</sup> artmasına paralel olarak arttığını bulduğunu bildirmektedir (Balcı, 1996).

### **Güncel Arazi Kullanım Şekilleri ile Yetenek Sınıflarının Karşılaştırılması**

25759.0 ha'lık Yuvacık havzasının 24667.0 ha (%95.8)'ı orman (20208.96 ha, %78.5) ve tarım (4460.0 ha, %17.3) kullanım şekilleri altındadır (Tablo 8). Yetenek sınıflarına göre, havzada tarımsal (I-IV. sınıflar) ve ormancılık (VI. ve VII. sınıflar) amaçları için kullanılacak arazi miktarı ise sırasıyla 7562.6 ha ve 18026.0 ha'dır (Tablo 9). Bu bulgulara göre, Yuvacık havzasında 3102.6 ha'lık bir alan tarımsal amaçlar dışında kullanılmaktadır. Buna karşılık orman kullanım şekli ise, yetenek sınıflarını 2182.96 ha aşmıştır.

Diğer taraftan, güncel arazi kullanım ve arazi yetenek sınıfları haritalarının birlikte değerlendirilmesinden; I-IV.sınıf arazinin 5631.1 ha'rının ormanlık olduğu, VI. ve VII. sınıf arazinin ise 2482.0 ha'mın tarımsal amaçla kullanıldığı anlaşılmıştır (Şekil 5).

Yetenek sınıflamasından beklenen amaç, o arazinin hangi kullanım şekillerine uygun olduğunun belirlenmesinden ziyade amaçlara uygun kullanımlar sırasında toprağın erozyonla yitirilmesinin önlenmesidir. Bu olgu, yetenek sınıflarının kullanım şekillerinin amaçlar doğrultusunda belirlendiğini göstermektedir. Yuvacık havzasının öncelikli kullanım amacı su üretimidir. Bu amaca erozyon yaratılmadan ulaşılmasını sağlayacak en uygun kullanım şekli ise ormandır. Dolayısıyla, yetenek sınıflarının miktarlarına bakılarak ormanlık alanların azaltılmasının önerilmesi doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Bu noktadan hareketle, havzada su üretimi açısından arazi kullanımıyla ilgili asıl sorunun, tarımsal amaçlı kullanımlardan kaynaklanacağını belirtebiliriz. Başka bir ifadeyle, VI. ve VII. sınıf arazinin 2482.0 ha'mın tarımsal amaçla kullanılması, su üretimi amacıyla çeliştiği için yanlış kullanım olarak algılanmalıdır.

### **5.2. Ana ve Alt Havzaların Özellikleri**

Önceden de belirtilmiş olduğu gibi Yuvacık havzasının Serin, Kiraz ve Kazan dere olmak üzere 3 adet ana havzası bulunmaktadır. Dere sayıları

<sup>1</sup> Birim alandaki toplam yol uzunluğu (m/ha) yol yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır (Balcı, 1996).

bakımından bu ana havzalar arasında önemli farklar (Dere sayıları Serin, Kiraz ve Kazan dere havzalarında sırasıyla 283, 222 ve 52 adettir) bulunmaktadır. Diğer taraftan bu ana havzaların dere sıklıklarının 2.15-2.68 adet/km<sup>2</sup>, drenaj yoğunluklarının ise 1.39-1.70 km/km<sup>2</sup> arasında değişmesi; dere sayıları ile havza alanlarının farklı (Serin, Kiraz ve Kazan dere havzalarının alanları sırasıyla 131.68 km<sup>2</sup>, 82.91 km<sup>2</sup> ve 23.23 km<sup>2</sup>'dir) olmasından kaynaklanmaktadır. Yine havzaların dere sıklık ve drenaj yoğunluk değerlerine göre, bu havzaların yüzeysel suları boşaltma olanakları birbirlerine benzerdir.

Yüksek akımlar veya bunlara bağlı olarak oluşan sel olayları, su üretimini özellikle kalite açısından olumsuz etkilemektedir. Sel olayları; ise havzaların form faktörü, çatallanma ve dairesellik oranları ile doğru, toplanma (konsantrasyon) zamanı ile ters orantılıdır (Morris ve Fan, 1998). Tablo 11'den form faktörü, çatallanma ve dairesellik oranlarının Serin dere havzasında sırasıyla 0.49, 4.14 ve 0.49 olduğu ve bu değerlerin diğer iki havzanın aynı değerlerinden daha büyük oldukları anlaşılmaktadır. Aynı Tablo bulguları; suların toplanma zamanı bakımından Serin ve Kazan dere havzaları arasında önemli bir farkın olmadığı (Sırasıyla 13'08" ve 11'14"), Kiraz dere havzasının ise 30'41" ile en büyük toplama zamanına sahip olduğunu göstermektedir. Bulgulara ilişkin bu açıklamalar; Kiraz dere havzasının yağışa karşı daha gecikmeli tepki vereceğini, dolayısıyla şiddetli sağanaklara karşı daha yayvan hidrograflar oluşturacağını, buna karşılık Kazan ve Serin dere havzalarının şiddetli sağanaklara daha hızlı bir tepki göstereceğini ortaya koymakta ve bu açıdan en olumsuz havzanın, Serin dere olduğunu ortaya koymaktadır.

Yine form faktörü, çatallanma ve dairesellik oranlarına göre alt havzalardan su üretimi açısından en olumsuz olanı Serin derenin III nolu alt havzasıdır. Bu havzayı, Kiraz ve Serin derenin sırasıyla I ve III b nolu havzaları izlemektedir. Buna karşılık, su üretimi açısından Kiraz derenin I nolu alt havzası ise en olumludur (Tablo 11).

Uzunlaşma oranlarına ilişkin değerlerin her üç ana havzada 1.0'dan küçük olması, bu havzaların dağlık havzalar olduklarını göstermektedir. Bu özellik nedeniyle su üretimi açısından havzadaki orman örtüsünün sürekliliğinin önemi kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

### 5.3. Dere Sularının Özellikleri <sup>1)</sup>

#### 5.3.1. Fiziksel Özellikler

Dere sularının gözlem boyunca ölçülen bütün sıcaklık değerleri, TSE tarafından içme suları için izin verilen 25 °C'lık üst sıcaklık sınırının altında kalmıştır. Dere kenarı bitki örtüsünün gölgeleme etkisi, bunun önemli nedenlerinden biri olarak gösterilebilir. Çoğu gazın sularda eriyebilirliğinin sıcaklığın artmasıyla azalması ve buna bağlı olarak sıcaklık kirlenmesinin oluşması (Zumdahl ve Zumdahl, 2000) düşünülürse, suların yıllık ortalama sıcaklıklarının 10.87°C – 12.22°C arasında değişmesi olumlu bir özellik olarak değerlendirilmelidir. Diğer taraftan bütün dere sularının aylık ortalama askıda sediment konsantrasyon değerleri DSÖ, TSE ve AB tarafından içme suları için verilen alt sınır değerlerinden daha küçük; aylık ortalama renk ve pH değerleri ise yine bu örgütlerce verilen alt sınır ve üst sınır değerleri arasında kalmaktadır. Buna ilave olarak, bütün derelerin aylık ortalama renk ve pH'larının en büyük değerleri de yine içme suları için verilen sınır değerleri arasında kalmaktadır. Buna karşılık, ekim ayında Kazan, Kiraz ve Serin derelerde sırasıyla 1.84 gL<sup>-1</sup>, 0.87 gL<sup>-1</sup> ve 1.21 gL<sup>-1</sup>; ağustos ayında ise Çımarlı dereye 0.47 gL<sup>-1</sup> olarak en yüksek seviyelerde ölçülen aylık ortalama askıda sediment konsantrasyon değerlerinden Kiraz ve Çımarlı derelerinkiler DSÖ tarafından verilen 1000 mgL<sup>-1</sup>'lik değer altında kalırken, bunlar ve bunların yanında Serin dereninki de TSE'nin 500-1500 mgL<sup>-1</sup> 'lik değerleri arasında kalmaktadır. Bununla birlikte Kazan derenin ekim ayındaki 1.84 gL<sup>-1</sup> 'lik aylık ortalama en büyük askıda sediment konsantrasyon değeri ile 2000 yılının Ekim ayında Kazan dereye 3.63 gL<sup>-1</sup> (Aylık ortalama) olarak ölçülen gözlem süresinin en büyük sediment konsantrasyon değeri yukarıda verilen sınır değerlerinden daha büyüktür. Bütün derelerde aylık ortalama ve aylık en büyük bulanıklık değerleri ile 2000 yılının Ekim ayında Kazan dereye ölçülen gözlem süresinin en büyük bulanıklık değeri (3951.86 NTU, aylık ortalama) DSÖ'nün ve TSE'nin sınır değerlerinden daha büyüktür. Ekim ayında derelerin (Çımarlı dere hariç) aylık ortalama sediment konsantrasyon miktarlarının yüksek seviyelerine ulaşması; 2000 yılının Ekim ayında Kazan, Kiraz ve Serin derelerde sırasıyla 3.63 gL<sup>-1</sup>, 1.66 gL<sup>-1</sup> ve 2.32 gL<sup>-1</sup> olarak ölçülen gözlem süresinin en yüksek askıda sediment konsantrasyon miktarıyla ilgilidir. Bunun nedeni, 2000 yılının Ekim ayında ilgili derelerin

<sup>1)</sup> Karşılaştırmalarda kullanılan Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ve Avrupa Birliği (AB) sınır değerleri için (AWWA, 1971; Özyuvacı, 1976; WHO (1993), ve Chapman and Kimsach (in press) (Chapman, D.V. 1997); Örgün ve Uğur, 1995; Ercan ve Arkadaşları, 1995)'den yararlanılmıştır.

debilerinin düşük seviyelere inmesiyle açıklanabilir. Balcı (1996)'nın debideki azalmaya bağlı olarak askıda sediment konsantrasyonunun artacağını bildirmesi, Hızal ve Arkadaşları (1992) ile Balcı ve Arkadaşları (1992)'nin yaptıkları araştırmalarda askıda sediment konsantrasyonunun debideki azalmaya bağlı olarak yükseldiğini belirlemeleri de bu yargıyı doğrulamaktadır. Bu konuda etkili olduğu düşünülen bir diğer faktör de Yuvacık havzasına 2000 yılının Ekim ayının 23 ve 24'ünde sırasıyla 32.3 mm, 20.2 mm yağışın düşmesidir. Nitekim Özyuvacı (1976) günlük 32.9 mm ve 55.0 mm'lik yağış miktarından sonra Arnavutköy deresinde askıda sediment konsantrasyonlarını sırasıyla  $2100.2 \text{ mgL}^{-1}$  ve  $2524 \text{ mgL}^{-1}$  ölçmüştür. Brooks ve Arkadaşları (1991)'de şiddetli akışlar sırasında yükselen debi ile birlikte taşınan materyalin ve bozulmanın da arttığını ifade etmişlerdir. Daha önceden belirtildiği gibi Kazan dere havzası en kısa toplanma zamanına ve en büyük sediment verimine sahiptir. Bu olgu, askıda sediment konsantrasyonunun niçin en fazla bu derede ölçüldüğünü açıklamaktadır. Bunun diğer bir sebebi de, debinin bu derede diğer iki derenin debilerinden küçük olması olabilir. Diğer taraftan, Çınarlı derenin aylık ortalama sediment konsantrasyonunun ( $0.22 \text{ gL}^{-1}$ ) Kiraz ( $0.20 \text{ gL}^{-1}$ ) ve Serin ( $0.23 \text{ gL}^{-1}$ ) derelerinkine yakın olmasını bu derenin debisinin düşük olması ve havzasının ağırlıklı olarak tarım ve bozuk ormanlarla kaplı olmasıyla açıklanabilir. Çınarlı derede aylık ortalama askıda sediment konsantrasyonunun ağustos ayında  $0.47 \text{ gL}^{-1}$  ile en yüksek seviyesine ulaşmasını, bu derenin debisinin bu ayda  $0.001 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ile en küçük değere erişmiş olmasına bağlamak mümkündür. Kazan, Kiraz ve Serin dere sularında sırasıyla 182.17 NTU, 51.70 NTU ve 75.05 NTU olarak ölçülen aylık ortalama bulanıklık değerlerinin bu kadar yüksek ölçülmesi de yine bu derelerde 2000 yılının Ekim ayında ve sırasıyla 3951.86 NTU, 858.39 NTU ve 1594.77 NTU olarak ölçülen bulanıklık değerleriyle açıklanabilir. Bunu, aynı zamanda 1999 yılının Şubat ayında Kazan, Kiraz ve Serin derelerde sırasıyla 120.25 NTU, ve 165.10 NTU ve 33.45 NTU ve 1999 yılının Haziran ayında 48.48 NTU olarak Kazan derede ölçülen bulanıklık değerleri de etkilemiş olabilir. 2000 yılının Ekim ayında derelerde ölçülen bulanıklık değerleri, hiç şüphesiz ki yine bu ayda bu derelerde ölçülen ve bulanıklığın önemli bir nedenini oluşturan askıda sediment konsantrasyon miktarıyla ilgili olabilir. 1999 yılının Şubat ayında Kazan, Kiraz ve Serin, Haziran ayında Kazan derelerde ölçülen bulanıklık değerleri, söz konusu bu derelerde bu aylarda diğer aylara oranla daha büyük konsantrasyonlarda ölçülen demir ve mangan maddelerinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim bu maddelerin de sular da bulanıklık yaptığı bildirilmektedir (AWWA, 1971). Diğer taraftan Çınarlı derenin aylık ortalama bulanıklık değeri 62.87 NTU



olarak ölçülmüştür. Bu değer, Kiraz ve Serin derelerin ortalama bulanıklık (Sırasıyla 51.88 NTU ve 76.45 NTU) değerlerinin arasında olup, DSÖ ve TSE tarafından verilen sınır değerlerinden daha büyüktür. Bunun yanında Çınarlı derede 1999 yılının Ocak, Şubat, Mart ve Haziran, 2000 yılının Ocak, Şubat, Mart, Temmuz, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında bulanıklık değerleri 25 NTU'dan daha büyük ölçülmüş ve bunlardan 1999 Şubat ve 2000 yılının Temmuz aylarının bulanıklık değerleri sırasıyla 328.00 NTU ve 456.52 NTU olarak kaydedilmiştir. Çınarlı derenin bulanıklık değerlerinin bu şekilde ölçülmesini; bu derenin debisinin azlığı ile 1999 Şubat ve 2000 Temmuz aylarında bu dereye ölçülen mangan ve demir konsantrasyonlarının diğer aylara oranla daha yüksek olmasından ve yüksek eğimle birlikte yetersiz bitki örtüsünden dolayı bu derenin daha ziyade yüzeysel akışlarla beslenmesi ve bu akışların çok kısa bir sürede dereye ulaşmasıyla açıklamak mümkündür. Bütün dere sularında gözlem boyunca ölçülen elektriki iletkenlik değerlerinin, TSE tarafından verilen 750  $\mu\text{hos/cm}^2$  standart değerlerden daha küçük bulunması, bu suların tuzluluk bakımından bir sorunları olmadığını bir göstergesidir.

Derelerin ortalama aylık, ortalama aylık en yüksek ve gözlem süresince ölçülen en yüksek ve en küçük pH değerleri, DSÖ ve TSE tarafından verilen sınır değerler arasında kalmakta ve 7.63 – 8.47 arasında değişmektedir. Fakat, havza topraklarının pH'sı 8.0'dan büyük değildir. Ayrıca 5.5 – 6.0, 4.95 – 6.0, 6.5 – 7.0, 5.0 – 6.0, 4.50 – 6.48 arasında değişen pH'lara sahip topraklar da vardır. Dere sularının pH'sı ise 7.63'den küçük değildir. Kısacası suların pH değerleri topraklarınkilere oranla yükselmiştir. Bu olayı; suların ağırlıklı olarak bazik kayalardan süzülerek taban suyuna erişmeleriyle açıklamak mümkündür.

### **5.3.2. Kimyasal Özellikler**

Toplam fosforun aylık ortalama konsantrasyonları ve bunların yüksek değerleri, bütün dere sularında TSE tarafından verilen sınır değerlerden daha büyük bulunmuştur.

Fosfor konsantrasyon miktarlarının sınır değerlerden büyük olması, tarımsal amaçlarla kullanılan gübrelerin yıkanmasıyla dere sularına karıştığı bir göstergesi olarak algılanabilir. Çınarlı dereyedeki fosfor konsantrasyon miktarlarının diğer dereyelere oranla daha büyük olması ise; çok dik-sarp eğimli olan bu havzanın yoğun olarak tarım alanları ve bozuk ormanlarla kaplı olmasıyla açıklanabilir. Bütün dere sularında sertlik, alüminyum, bakır, çinko, mangan ve klorid ölçümlerine ilişkin ortalama aylık ve gözlem boyunca ölçülen en yüksek konsantrasyon değerleri DSÖ ve TSE tarafından içme suları için verilen sınır değerler arasında kalmaktadır.

Toplam demirin bütün derelerdeki aylık ortalama konsantrasyonları ve bunların yüksek değerleri verilen sınır değerleri arasında kalırken, 1999 Şubat ayında Çınarlı derede  $2.12 \text{ mgL}^{-1}$  olarak belirlenen gözlem süresinin en büyük demir konsantrasyonunun, DSÖ tarafından verilen sınır değerler arasında kalmasına karşılık TSE tarafından verilen sınır değerinden daha büyüktür. Bu olgu Çınarlı dere havzasının tamamının andezit-bazalt kayaçlarından meydana gelmesiyle bağlantılı olabilir. Diğer taraftan, kadmiyumun aylık ortalama konsantrasyon değerleri bütün derelerde verilen sınır değerlerin aşağısında belirlenmiştir. Bununla birlikte kadmiyumun 2000 yılının Mart ayında  $7.000 \mu\text{gL}^{-1}$ 'lik gözlem süresinin en büyük ve  $6.50 \mu\text{gL}^{-1}$  lik aylık ortalama yüksek konsantrasyon değerleri Çınarlı derede ölçülmüştür. Bu değerler ise verilen sınır değerlerinden daha büyüktür.

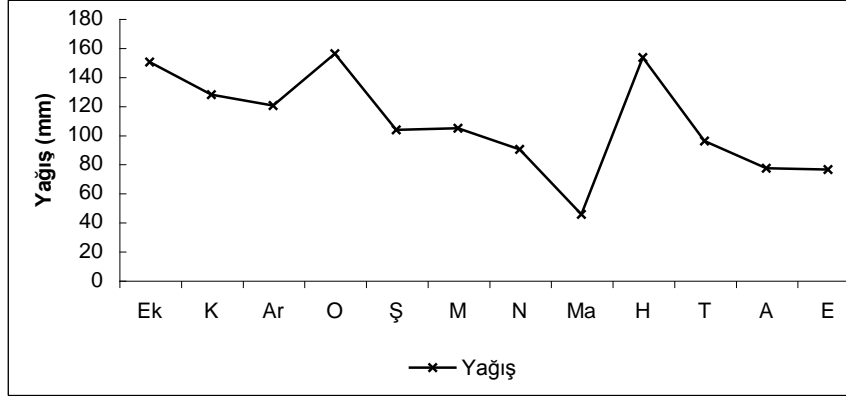
Dere sularının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin buraya kadar verilen bilgiler, dere sularının incelenen özellikler açısından sorunlarının olmadığını göstermektedir. Bu olguyu, havzanın %64.28'inin iyi bir orman örtüsüyle kaplı bulunması ve buna bağlı olarak derelere taşınan askıda sediment miktarının düşük olmasıyla açıklanabilir. Nitekim, Balcı ve Arkadaşları (1992) iyi koru ormanlarıyla kaplı İstanbul-Belgrad ormanı Ortadere ve Özyuvacı (1976) iyi bir baltalık orman örtüsüne sahip İstanbul-Arnavutköy deresi havzalarında sırasıyla  $199.9 \text{ mgL}^{-1}$  ve  $209.9 \text{ mgL}^{-1}$  askıda sediment konsantrasyonu ölçmüşlerdir. Buna karşılık, Hızal ve Arkadaşları (1992)'nin %74.8'i tarım alanı olarak kullanılan Bandırma-Manyas-Kuşgölü Sığırcı deresi havzasında ölçtükleri askıda sediment konsantrasyonu miktarı ise, ortalama  $979.3 \text{ mgL}^{-1}$ 'dir. Bununla birlikte, şiddetli yağışları takiben derelerin büyük miktarda askıda sediment taşımaları Yuvacık havzasının önemli bir güncel sorunu olarak algılanmalıdır. Belirlenen kimyasal özellikler açısından da dere sularının önemli sorunları olmamasını hem havzadaki kayaçların özelliklerine, hem de hava yoluyla havzaya kirletici maddelerin gelmemesine bağlamak mümkündür.

#### **5.4. Debi ve Su Verimi ile Akış Katsayısı**

Dere debilerinin birbirlerinden farklı bulunması (Çınarlı, Kazan, Kiraz ve Serin derelerde sırasıyla;  $0.006 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ ,  $1.0 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ ,  $1.76 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ , ve  $2.74 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ ), bunların havzalarının büyüklükleriyle bağlantılı olabilir. Çünkü havza alanları, yukarıda verilen sıra dahilinde (Çınarlı, Kazan, Kiraz ve Serin dere havzalarının alanları sırasıyla  $1.75 \text{ km}^2$ ,  $23.23 \text{ km}^2$ ,  $82.91 \text{ km}^2$  ve  $131.68 \text{ km}^2$ 'dir) büyümektedir. 2000 yılının Nisan ayında Kazan, Kiraz ve Serin derelerin debileri sırasıyla  $3.26 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$ ,  $5.43 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ve  $7.10 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ile en büyük seviyelerine ulaşması; bu yılın Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında yağış dağılımlarının çok tekdüze olmasıyla açıklanabilir. Nitekim, bu ayların

23-28 günleri yağışlı geçmiştir. Bu olgu, toprağın Ocak, Şubat ve Mart aylarında duygun hale geldiğini ve bu nedenle Nisan ayında yağın yağışların hemen hemen tamamının akışa geçtiğini göstermektedir. Çınarlı derenin ortalama debisinin şubat ve mart aylarında yüksek seviyelere ulaşmasını da yukarıda verilen gerekçelere bağlamak mümkündür. 2000 yılındaki ölçümlere göre; Kazan, Kiraz ve Serin derelerde sırasıyla  $0.07 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ile Ağustos,  $0.06 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ile Kasım ve  $0.22 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  Aralık aylarında en küçük seviyelerde debiler saptanmıştır. Bu durum, 2000 yılının Mayıs ayında başlayan yağış dağılımındaki düzensizliğin Aralık ayının sonuna kadar sürmesiyle açıklanabilir. Çünkü, bu dereyi oluşturan ayların yağışları yalnızca birkaç gün içerisinde meydana gelmiştir. Dolayısıyla, bu devrede bir su açığı söz konusudur. Debinin ilk önce Kazan derede en küçük seviyesine inmesi ve bunu sırasıyla Kiraz ve Serin derelerin izlemesi, yine bu dere havzalarının büyüklükleri ile açıklanabilir. Gözlem süresinin en büyük debisinin 25/04/2000 günü  $8.73 \text{ m}^3\text{sn}^{-1}$  ile Serin derede ölçülmüş olması 21, 22, 23 Nisan günlerinin yağışlı geçmesi ve bu günlerde toplam  $61.30 \text{ mm}$ 'lik yağış düşmesidir. Gözlem süresinin en küçük debisinin  $0.16 \text{ Lsn}^{-1}$  ile 13/07/1999 tarihinde Çınarlı derede belirlenmesi, 1999 yılının haziran ve temmuz aylarının kurak geçmesiyle ilgili olabilir

Yuvacık havzasının 2000 yılındaki  $1420.55 \text{ mm}$ 'lik yağışının  $725.18 \text{ mm}$ 'sinin akışa geçmiş ve bununla bağlantılı olarak akış katsayısı %51.05 olarak hesap edilmiştir. Bu miktarın ülkemiz akış katsayısından (%32) oldukça fazla olması ve İstanbul su havzalarından Darlık havzasının akış katsayısı (%66) hariç, diğer havzalarının akış katsayılarından büyük olması Yuvacık havzasının su veriminin oldukça yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Bu duruma; havzanın %64.28 oranında iyi nitelikli koru ve baltalık kuruluşunda bir orman örtüsüne, dik-çok-dik eğimli bir topografik yapıya, geçirgen topraklara, dikine çatlaklı anakayalara sahip olması ve iklim özellikleri (yağış ve sıcaklık) ile açıklamak mümkündür.



**Şekil 23: Yuvacık havzasında iki yılın (1999-2000) ortalama yağış miktarının aylara göre dağılımı**  
**Figure 23: Monthly distribution of the mean precipitation values of 1999 and 2000 years in the Yuvacik watershed**

Akışın %60.9'unun ilkbahar mevsiminde meydana gelmesi, ilkbahara kadar toprağın doymasıyla birlikte bu mevsimde yağın yağışların hemen hemen tamamının akışa geçmesiyle ilgilidir. Yaz mevsiminde akışın %17.4'de ulaşması, yaz aylarında yağın yağışların şiddetli olmasıyla açıklanabilir. Nitekim, 2000 yılının haziran ayında dört günde 92.6 mm, 2000 yılının Temmuz ayında iki günde 51.7 mm ve Ağustos ayında bir günde 36.0 mm yağış düşmesi bu savı doğrulamaktadır. Sonbaharda düşen yağış miktarının çok fazla olmasına rağmen, akışın diğer mevsimlere oranla daha az olması, yağışın sonbahar aylarının birkaç gününde ve şiddetli yağması ve suyun bir kısmının toprak tarafından depolanması ile ilgilidir (Şekil 23).

### 5.5. Yuvacık Baraj Gölüne Taşınan Madde Miktarı

Yuvacık baraj gölüne taşınan maddelerin başında yılda 31295.57 ton (sürüntü materyali<sup>1</sup> ile birlikte 40684.24 ton<sup>2</sup>) ile askıda sedimentin gelmesi tarım alanlarının tehlikeli yağışlar sırasında özellikle sonbaharda ve yolların bütün yıl boyunca çıplak olması ve andezit-bazalt arazisinin de yine bütün yıl boyunca toprağı koruyacak bir örtüye sahip olmamasıyla açıklamak

<sup>1</sup> Sürüntü materyali, askıda sedimentin %30'u olarak kabul edilmiştir.

<sup>2</sup> Bu miktar, ölçüm yapılmadığı için andezit-bazalt arazisinin büyük bir bölümünden gelen sedimenti içermemektedir.

mümkündür. İkinci sırada  $\text{CaCO}_3$ 'ın yer alması ise, havzadaki dolomit-kireç taşı, rekristalize kireç taşı ve kireç taşı-marn gibi kayaçların bulunmasıyla ilgilidir. Demirin andezit ve bazalt kayaçlardan (Sorsbie, 1938), bakırın tarım alanlarından (Tobbaş ve Ark., 1998), mangan ve kloridin de kayaçlardan geldiği düşünülebilir. Nitekim, Dugan (1972)'da tarım alanlarına, ağırlıklı olarak azot ve fosfor içeren gübreler verildiği için bu alanlara çözülmüş besleyicilerin süzülmesi bir kaynak olarak dikkat edilmesini belirtmektedir. Eser miktarda saptanan kadmiyumun çöplüğe atılan bazı endüstriyel ürünlerin yıkanmasıyla dere sularına karıştığı düşünülebilir.

### 5.6. Sediment Verimi

Ana dere havzaları içerisinde en büyük sediment verimine Kazan dere havzasının sahip olması ( $289.61 \text{ ton km}^{-2}\text{yıl}^{-1}$ ) ve bunu sırasıyla Kiraz dere ( $126.42 \text{ ton km}^{-2}\text{yıl}^{-1}$ ) ve Serin dere ( $177.73 \text{ ton km}^{-2}\text{yıl}^{-1}$ ) havzalarının izlemeleri, Kazan dere havzasının diğer dere havzalarına oranla daha küçük olmasıyla açıklanabilir. Buna ek olarak bu derenin konsantrasyon zamanının en küçük olması ve bir toplanma bölgesini içermemesinin de bu konuda etkili olduğunu belirtebiliriz. Yuvacık havzasının sediment veriminin  $169.82 \text{ ton km}^{-2}\text{yıl}^{-1}$  olması, büyük bir olasılıkla bunun tarım alanları, bozuk ormanlar ve ham (çıplak) yollar gibi unsurlardan kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir. Zira, verimli bir orman örtüsü altında bu miktarda bir sediment verimini doğuracak bir sediment taşınmasının meydana gelme olasılığı hemen hemen yok gibidir. Nitekim, Stocking (1988) tahrip edilmemiş bir ormanda erozyon oranlarının  $500 \text{ kg/ha/yıl}$  altında olduğunu belirterek, Lanm (1979)'a atfen Hong Kong'da 29 derece eğimli bir arazideki çam plantasyonundan meydana gelen toprak kaybının  $450 \text{ kg/ha}$  olduğunu ifade etmiştir. Diğer taraftan, Yuvacık havzasının bu miktardaki sediment veriminin su üretimi açısından bir sorun yaratmayacağını belirtebiliriz. Nitekim Özyuvacı (1976) İstanbul-Arnavutköy deresi havzasında  $11.68-200 \text{ ton km}^{-2}\text{yıl}^{-1}$  arasında ölçtüğü sediment veriminin, su üretimi açısından bir sakınca yaratmayacağını bildirmiştir. Diğer taraftan, sediment veriminin en büyük olduğu mevsimin  $86.56 \text{ ton km}^{-2}$  ile sonbahar olması, bu mevsimdeki pik akımlara neden olan şiddetli yağışların tarım alanları ve yol gibi çıplak yüzeylerden erozyon yoluyla fazla miktarda sedimenti akarsulara taşınmasıyla bağlantılı olabilir. Nitekim, Özyuvacı (1976)'nın yukarıda verilen çalışmasında; askıda sedimentin yaz sonu ve sonbahar mevsimlerinde en yüksek düzeylerine ulaştığı ve bu olgunun günlük şiddetli yağışlardan kaynaklandığı belirtilmiştir. Kocaeli için erozyon indeksinin en büyük değerinin 15 Temmuz-31 Aralık tarihleri arasında

saptanmış olması da (Hızal, 1984), sonbahar mevsimindeki yağışların erozyon açısından tehlikeli olduğunu göstermiştir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın bulguları ve tartışmalarına ilişkin açıklamalar, Yuvacık havzası akarsularının incelenen özellikler açısından içme ve kullanma suyu standartlarına uygun olduklarını göstermektedir. Bu sonuç;

1. Havzanın yetiştirme ortamı koşullarının su üretimi bakımından genellikle olumlu özellikleri içerdiklerini, ve
2. Havzanın toprak, su ve bitki ögeleri arasındaki doğal dengenin sürdüğünü, diğer bir anlatımla bozulmadığını ortaya koymaktadır.

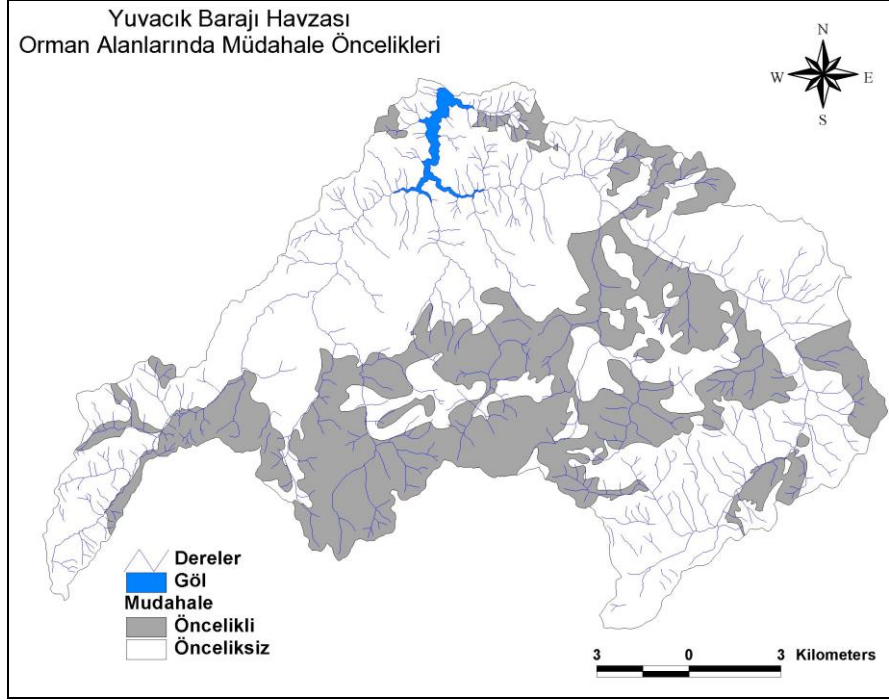
Bununla birlikte; suların askıda sediment, bulanıklık ve toplam fosfor gibi özelliklerinin gözlem süresince saptanan en yüksek miktarları, bunlar için verilen standart değerlerden daha büyüktür. Bu olgu, su üretimi açısından bazı sonuçların gündeme gelebileceğinin bir göstergesi olarak algılanabilir. Diğer taraftan, havza amenajmanının ilkelerinden bir tanesi sorunların başlamadan veya başlangıç aşamalarında çözülmesidir. Çünkü; bu şekildeki bir hareket hem daha etkili, hem de daha ekonomik bir yöntemdir. Konuya bu açıdan yaklaşıldığında, Yuvacık havzasında su üretimi açısından bazı önlemlerin alınmasının zorunlu olduğunu belirtmek mümkündür. Bu önlemler ve bunlarla ilişkili öneriler öncelik sırası da gözetilerek maddeler halinde aşağıda verilmiştir.

1. 25759 hektarlık bir alana sahip olan Yuvacık havzasında İzmit (Kocaeli), İznik (Bursa) ve Pamukova (Sakarya) ilçelerine bağlı yerleşim birimleri bulunmaktadır. Bu birimlerde sürdürülen veya sürdürülecek idari, teknik ve sosyal çalışmaların su üretimi açısından tek elden izlenmesi, denetlenmesi, sorunların ve çözümlerinin belirlenmesi ve uygulamaya aktarılması veya benzeri faaliyetleri yerine getirmek ve bu araştırmalarda verilen önlem ve önerileri yaşama geçirmek amacıyla İzmit Büyükşehir Belediyesi bünyesinde özerk yapıya sahip bir “Havza Yönetim Bölümü” ve buna bağlı “Havza Koruma Birimi” kurulmalıdır.
2. Havza içerisinde tüm kadastro faaliyetleri tamamlanmalıdır. Dolayısıyla mülkiyet sorunları çözümlenmelidir. Ayrıca, imar durumuna açıklık getirilmeli, yeni yerleşim yerleri oluşturulmaması için hukuki ve idari önlemler alınmalıdır.

3. Andezit-bazalt arazisinin baraj gölünü çevreleyen bölümü; yüksek yol yoğunluğunu içermesi, ağırlıklı olarak VI. ve VII. yetenek sınıflarından oluşması, havzadaki bozuk ormanların % 46.7'sini kapsamaması, % 15.18'inin tarımsal amaçla kullanılması, havzadaki toplam tarım alanlarının % 17.5'inin bu sahada olması, şiddetli tabaka erozyonuna uğraması ve cazibe merkezi olması gibi nedenlerle su üretimi açısından büyük bir olumsuzluk sergilemektedir. Bunun için andezit-bazalt arazisinin bozuk ormanlarla kaplı bölümünün mutlaka koruma altına alınması gerekmektedir. Andezit-bazalt arazisi içerisindeki bozuk orman alanlarında iyileştirme çalışmalarına acilen başlanmalıdır. Bu amaçla gerekli etütler yapıldıktan sonra, erozyona karşı alınacak kültürel ve teknik önlemler saptanmalı ve uygulamaya geçirilmelidir. Havzada ana amaç su üretimi olduğundan bitkilendirmenin bir ayağını teşkil edecek ağaçlandırmalarda, bu amaç gözetilmelidir. Bu kapsamda erozyonu önleyecek ve az su tüketen, sığ kök geliştiren yapraklı ağaç türleri tercih edilmeli, gerektiğinde doğal veya suni yoldan çalılendirme ve otlandırma da yapılmalıdır.
4. Hacıosman ve Kutluca köylerinin dereye salınan evsel atıklarının önlenmesi, bu amaçla bu ve diğer köylerde gerekli önlemlerin alınması konusunda çalışmalar başlatılmalıdır.
5. Havzadaki VIII. sınıf arazinin bir bölümü orman örtüsüyle kaplıdır. Fakat, bu alanlarda toprak sığ ve alttaki ana kaya genellikle yekparedir. Bu nedenle, havzadaki VIII. sınıf arazinin hepsi koruma altına alınmalıdır.
6. Toprak (ham) yolların bakımları ve sanat yapıları yapılmalı ayrıca yeni yol inşasına izin verilmemelidir. Yol şevlerinde erozyonla mücadele çalışmalarına ivedilikle başlanmalıdır.
7. Tarım alanlarındaki tabaka erozyonuyla mücadele etmek amacıyla rotasyon, şerit ekimi ve eş-yükselti (kontur) tarım sistemleri uygulamaya sokulmalıdır.
8. Mesruriye-Bakacak Orman Deposu arasında Çilekli köyü yönünde Sular deresinin doğu yamaçlarında, Menekşe yaylasının Bayrak tepe civarında ve Hacıosman köyünün kuzeybatısındaki mera alanındaki oyuntuların büyük taşlarla doldurularak ıslah edilmesi gerekmektedir.
9. Akarsu boylarında yer alan vejetasyon, hem dere yatakları boyunca, hem de dere yataklarından itibaren her iki taraftan 150'şer metrelik şeritler halinde (300 m genişliğinde bir bant) korunmalı ve bu alanda kesim yaptırılmamalıdır.

10. Ormanların işletilmesi, ağaçlandırma faaliyetleri vb gibi ormancılık uğraşları için yapılacak plan ve düzenlemelerde havzanın öncelikli işlevinin “su üretimi” olduğu gözetilmeli ve bu amaç doğrultusunda gerekli değişikliklerin yapılması sağlanmalıdır. Örneğin; **TARTIŞMA** bölümündeki **Yetiştirme Ortamı Özellikleri** başlığı altında yer alan **Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanma Şekilleri** kısmında verilen kaynaklara göre baltalık ormanların, koru ormanlarına nazaran su üretimine katkısı daha fazladır. Bu maksatla baltalıkların seçme baltalığı olarak işletilmesi ve kesim alanlarının erozyon yaratmayacak büyüklüklerde belirlenmeleri yerinde olacaktır. Ayrıca kesim ve taşıma uğraşları sırasında ölü örtünün tahrip edilmemesine de özen gösterilmelidir.
11. Havzadaki ormanların gençleştirilmesi ve odun üretimi çalışmalarında öncelik, haritada (Şekil 24) gösterilen alanlara verilmelidir.
12. I nolu alt havzanın biriktirme bölgesi yoktur. Bu nedenle, Kiraz dereye baraj gölüne 4-5 km mesafede bir taşıntı barajı yapılması uygun olacaktır.
13. Ana havzalardan taşınan askıda sediment miktarı ile savaşta önceliğin Serin dere havzasına verilmesi daha uygun bir yaklaşımdır.
14. Tarımsal uğraşlarda kullanılan gübre ve ilaçların miktarlarının uygun seviyelerde ve zamanlarda kullanılması amacıyla yöre çiftçilerinin eğitilmesi konusuna özen gösterilmesi gerekmektedir.





**Şekil 24: Yuvacık havzasında öncelikle gençleştirilmesi gereken yaşlı orman sahaları**  
**Figure 24: Old growth forest areas that need to be firstly regenerated**

## 7. ÖZET

Bu çalışmanın amacı; Yuvacık havzasının yenilenebilir doğal kaynaklarının su üretimi amacıyla planlanmasıdır. 25759 hektarlık havza, Marmara bölgesinin doğusunda, İzmit şehrinin 16 km güneyinde yer almaktadır.

1998 yılında 4 yıl sürecek büro, arazi ve laboratuvar çalışmalarına başlanılmış, havzanın iklim, jeoloji, topoğrafya, toprak, vejetasyon, arazi kullanma şekilleri ve akarsuları gibi özellikleri ve yerleşimler ile bunun etkileri ile oluşan erozyon olguları incelemiş ve değerlendirilmiştir.

Büro çalışmalarında 1/25000 ölçekli topoğrafik, orman amenajmanı ve jeoloji haritaları gibi sayısal ve analog altlıklar, yanlış renkli ve siyah-beyaz hava fotoğrafları ile iklim, bitki örtüsü ve havzanın diğer özelliklerine ait daha önceden yapılan çalışmalar yorumlanmış ve değerlendirilmiştir. Böylece havzaya ait jeoloji, güncel arazi kullanım şekilleri, fizyografik toprak haritası gibi yorum haritaları elde edilmiştir. Ön büro çalışmaları ile elde edilen bu haritalar; aşağıda belirtilen arazi çalışmalarından sağlanan verilerle kontrol edilmiş ve bunlar, son büro çalışmaları ve yazılımlar kullanılmak suretiyle sayısal jeoloji, fizyografik toprak, güncel arazi kullanım şekilleri ve arazi yetenek sınıfları haritalarına dönüştürülmüştür. Yine büroda yapılan çalışmalarla, Yuvacık havzası hidrolojik bakımdan 5 alt havzaya ayrılarak incelenmiş ve bu amaçla SMADA (Storm Water Design Aid) ve TR 55 yazılımlarından yararlanılmıştır.

Arazi çalışmaları, ön büro çalışmaları ile elde edilen yorum haritalarını kesin haritalara dönüştürmek ve bu havzadaki akarsuların içme ve kullanma suyuna uygun olup olmadığını ortaya koymak için yapılmıştır. Bu amaçla havzanın toprakları yeterli sayıda toprak profil çukurları, küçük çukurlar ve burgulamalar yapılmak suretiyle incelenmiş ve bazı toprak özelliklerinin saptanması amacıyla yeterli sayıda doğal yapısı bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bu kapsamda havzanın jeolojisine, bitki örtüsüne, erozyon olgusuna ve sosyo ekonomik yapısına ait bulgular da elde edilmiştir. Ayrıca barajı besleyen 4 farklı akarsuda debi ölçümleri yapılmış ve 15'er gün aralıklarla su örnekleri alınmıştır. Laboratuvar çalışmaları araziden alınan toprak ve su örneklerinin proje amacına uygun olarak bazı özelliklerinin saptanması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmalardan sağlanan sonuçlarla, Yuvacık havzasının %64.28'inin iyi, %13.68'inin bozuk ormanla kaplı olduğu, tarım alanlarının %17.31'lik, meraların da %3.57 gibi nispeten dar bir alanı kapladığı belirlenmiştir. Havzada en geniş alana (%52.21) VII. sınıf arazi sahiptir. Arazi yetenek

sınıfları haritasına göre tarım yapılabilecek arazi (I-IV. sınıf) havzada %29.4 olmasına karşın, bunun %23.6'sı IV. sınıf arazidir. Bilindiği gibi bu sınıfta yer alan arazide tarım yapılırken erozyonu engelleyici önlemlerin kesinlikle alınması gerekmektedir.

Su analiz sonuçlarına göre ani pik akımların yarattığı sediment taşınması ciddi bir sorundur. Yüksek akımlar bir miktar kalite bozulması yaratmaktadır. Bunun dışında incelenen özellikler açısından sözkonusu derelerin suları içme suyu standartlarına uygundur.

Havzanın akış katsayısı %51.05 ve sediment verimi  $169.82 \text{ ton km}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ 'dir. Havza genelinde göze çarpan yanlışlardan biri, nüfus yoğunluğunun ülke ortalamasından düşük olmasına karşın, yerleşimin çok dağınık olmasıdır. 2000 yılı nüfus sayımı sonuçlarına göre havzada 3909 kişi yaşamaktadır. Tüm yerleşim birimlerinin altyapı ihtiyaçlarının karşılanması için yoğun bir yol şebekesi kurulmuş ve kurulmaktadır. Büyük bir bölümü kaplamasız olan yollardan ve baraja yakın kısımlardaki dere kanallarının şevlerinden oluşan erozyon önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu yolların çoğunda gerekli sanat yapılarının da olmaması bunları önemli birer sediment kaynağı haline getirmiştir.

Havzanın baraj gölüne yakın kesiminde (andezit-bazalt anakayasının yer aldığı) gerek toprak ve topoğrafik yapı (dik eğim), gerekse yetersiz vejetasyon örtüsü nedeniyle oluşan erozyon; su üretimi açısından çok önemli bir soruna dönüşmüştür. Baraj gölüne yakınlık faktörü de göz önüne alındığında, baraj çevresindeki andezit-bazalt zonunda insan faaliyetlerinin sınırlandırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Üstelik bu bölge havzanın insan faaliyetleri bakımından en fazla baskıya maruz kalan kesimdir. Yine hidrolojik değerlendirmelere göre sel tehlikesinin en fazla olduğu alt havza Serindere havzasıdır. Bu olgu, sellerin yoğun bir şekilde oluşması durumunda öncelikli önlemlerin Serindere havzasında alınmasının gerektiğini göstermektedir.

Havzada şu anda önemli olmayan fakat ileride sorun yaratabilecek bir olgu da, bazı yerleşimlerin doğrudan doğruya dereye salınan kanalizasyon atıklarıdır.

Konuyla ilgili araştırmaların bulgularına göre baltalık kuruluşundaki ormanlar su üretimi bakımından idealdir. Bu husus dikkate alınarak baltalık ormanlar ve diğer orman kuruluşları için proje metninde önerilen tedbirlere göre amenajman planlarında gerekli değişikliklerin yapılması ve baltalık ormanlarda seçme baltalık işletmesi, koru ormanlarında ise seçme işletmesinin uygulanması doğru bir yaklaşım olacaktır.

## 8. SUMMARY

The aim of this study was to plan the renewable natural resources of Yuvacik dam watershed in order to optimize the water production potential. The watershed has an area of 25759 hectares and located in the eastern part of Marmara Region, 16 km south of İzmit city.

Office, field, and laboratory studies that went on for 4 years were started in 1998. In four years climate, geology, topography, soil, vegetation, and other natural resources including land use types and water potential have been studied and evaluated together with human impacts and erosion hazard.

Office studies included the interpretation of analog and digital topographic, forest management, and geological maps, false color and black and white aerial photos and some other data sources on the climate, vegetation, and other properties of the watershed. In this way, new interpretation maps of the watershed have been prepared on the geology, physiographic soil properties and land use. These maps prepared with initial office studies have been verified with the field work data and digital geology, physiographic soil, land use types, and land capability classes maps have been produced using computer software. In order to make a detailed hydrological evaluation, Yuvacik watershed has been divided into 5 sub watersheds and SMADA (Storm Water Design Aid) and TR 55 hydrologic software have been employed to produce hypothetical hydrographs and hydrological parameters.

Field studies were done to achieve 2 objectives, first to control the interpretation maps and prepare final digital maps, and also to examine the stream waters for drinking water standards. To reach the first objective, representative amount of soil samples were picked up for analyses. Other related data were collected in the field, including the geology, vegetation, erosion and socio-economic circumstances. Discharge measurements were performed on 4 creeks draining into the dam and water samples of these creeks were analyzed periodically.

The results of the study showed that 64.28 percent of the total area of Yuvacık dam watershed was covered with forest in good condition, 13.68 percent nonproductive forest, 17.31 percent farmlands and 3.57 percent rangelands. According to land capability classification VIIth class terrain had the greatest area while Ist class had the least (0.65 percent). The watershed land that can be subject to agricultural use according to capability classification was only 29.36 percent and mostly (23.6) in IVth class. In this capability class, measures to protect from erosion should be implemented. In conclusion, agriculture in the watershed should only be done with the measures to decrease erosion and sedimentation.

The results of the water analyses showed that peak flows caused deterioration in the creek water to some extent. However, there wasn't any water quality parameter to cause a significant problem towards the drinking water potential of the creeks during the normal flow.

The runoff coefficient and the sediment yield of the watershed were calculated as 51.05 percent and  $169.82 \text{ ton km}^{-2} \text{ yr}^{-1}$  respectively.

In spite of the low population density, the settlement in the watershed is extensive and this causes an intensive road framework. These roads, mostly not covered, are significant sources of sediment.

The erosion hazard increases approaching the dam in the watershed because of the erodible parent material (andesit-bazalt), topography and degraded vegetation cover. This belt around the reservoir is the zone most subject to human activities and clearly would affect the dam directly. Thus, human activities in this zone should absolutely be limited. According to hydrological evaluation, the most susceptible subwatershed to the torrents is Serindere and priority should be given to this watershed while considering measures.

Discharging the sewerage directly to the creeks is not a significant problem for today, but could have unwanted consequences in the future.

Based on the current data, coppice is known to be the best management practice for the forests in water producing watersheds. Hence, in the management plans the proposals of this study should be taken into consideration.

## KAYNAKLAR

- ATALAY, İ., 1986.** Türkiye’de Erozyon, Taşıma ve Birikme Olaylarının Genel Durumu. Ağaçlandırma OGM, Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi. Ankara. s. 385-388.
- AWWA, 1971.** Water Quality and Treatment. Third Edition. Mc GRAW-HILL BOOK COMPANY, New York.
- AYDEMİR, H., 1973.** Bolu Massifinde Araziden Faydalanma Biçimlerinde Yüzeysel Akışla Su Kaybı ve Toprak Taşınması Üzerine Araştırmalar. Or. Arş. Ens. Yay. Teknik Bülten Serisi No: 54 Ankara.
- BALCI, A.N., 1958.** Elmalı Barajının Siltasyondan Korunması İmkanları ve Vejetasyon-Su Düzeni Üzerine Araştırmalar (Doktora Tezi, yayınlanmamış).
- BALCI, A.N., 1978.** Kurak ve Nemli İklim Koşulları Altında Gelişmiş Bazı Orman Topraklarının Erodilite Karakteristikleri. İ.Ü. Yay. No: 2402, O.F. Yay.No: 246. İstanbul.
- BALCI, A.N., 1996.** Toprak Koruması. İ.Ü. Yay.No: 3947, Or. Fak. Yay.No: 439. ISBN 975-404-423-6. İstanbul.
- BALCI, A.N., ÖZYUVACI, N., ÖZHAN, S., ŞENGÖNÜL, K., 1992.** Calibration of Paired Experimental Watersheds with Respect to Streamflow Characteristics in Mature Oak-Beech Forest Ecosystem Near İstanbul-Turkey. Presented at the International Union of Forestry Research Organizations. Centennial Meeting 31 August – 4 September 1992, Berlin Eberswalde, Germany.
- BAVER, L.D., 1961.** Soil Physics. Third Edition. John Wiley and Sons, Inc., New York, London.
- BENNETT, H.H., 1939.** Soil Conservation. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. Newyork and London.
- BENNETT, H.H., 1947.** Element of Soil Conservation. Mc. Graw-Hill Book Company, Inc. Newyork and London.
- BERGSMAN, E., 1970.** Aerial Photo-interpretation for Soil Survey and Conservation Surveys. Part III. Mapping. Lecture Notes, ITC.
- BLACK, C.A., EVANS, D.D., WHITE, D.D., ENSMINGER, L.E., CLARK, F.E., 1965.** Methods of Soil Analysis. Part I. Agronomy

Number 9, American Society of Agronom, Inc. Publisher Madison. Wisconsin, USA.

- BROOKS, K.N., FFOLLIOTT, P.F., GREGERSEN, H.M., THAMES, J.L.,** 1991. Hydrology and the Management of Watersheds. Iowa State University Press, USA.
- CHAPMAN, D.V.,** 1997. Water-Quality Monitoring. In: A.K. Biswas (Editor), Water Resources. Mc Graw-Hill. Companies. pp. 209-248.
- ÇEPEL, N.,** 1971. Toprak Yüzüne Varan Yağış Miktarına Bitkilerin Yaptığı Etki ve Belgrad Ormanında Yapılan Bir Araştırmaya Ait 5 Yıllık Sonuçlar. Or.Fak.Der. XXI. 2/B s.54-59.
- DİE, 2000:** Genel Nüfus Sayımı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Ankara
- DMİGM, 1974.** Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteorolojisi Bülteni. Ankara.
- DMİGM, 1984.** Ortalama Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni (Günlük-Aylık). Ankara.
- DSİ, 2003.** Krizden Çıkmanın Yolu Enerji ve Tarımda ([www.dsi.gov.tr/su](http://www.dsi.gov.tr/su)).
- DUGAN, P.R.,** 1972. Biochemical Ecology of Water Pollution. Plenum Press. New York-London.
- ERCAN, A., KANAN, E., METZ, J.W.,** 1995. Suların Sağlığa Etkileri. İstanbul Su Kongresi ve Sergisi. 21-25 Haziran. Bildiriler Kitabı. s. 199-208.
- GUSTAFSON, A.F.,** 1941. Soils and Soil Management. First Edition. Mc Graw Hill Book Company. Inc. New York and London.
- GUTBERLET, F.,** 1957. Türkiye’de Sakarya Nehrinde Vukubulan Erozyon ve Süspanse Materyalin Taşınması Hadisesi, Bunun Baraj ve Göllerin Dolması Üzerine Olan Tesiri. Or.Fak. Der., Cilt VII, Sayı: 2 (Selman, U.).
- GÜLÇUR, F.,** 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İ.Ü. Yay. No: 1970., Or. Fak. Yay.No: 201. Kutulmuş Matbaası. İstanbul.
- GÜNAY, T.,** 1986. Keban Baraj Havzasına Uzaydan Bir Bakışın Düşündürdükleri. Orman Genel Müdürlüğü Dergisi, Temmuz, s. 29-30.

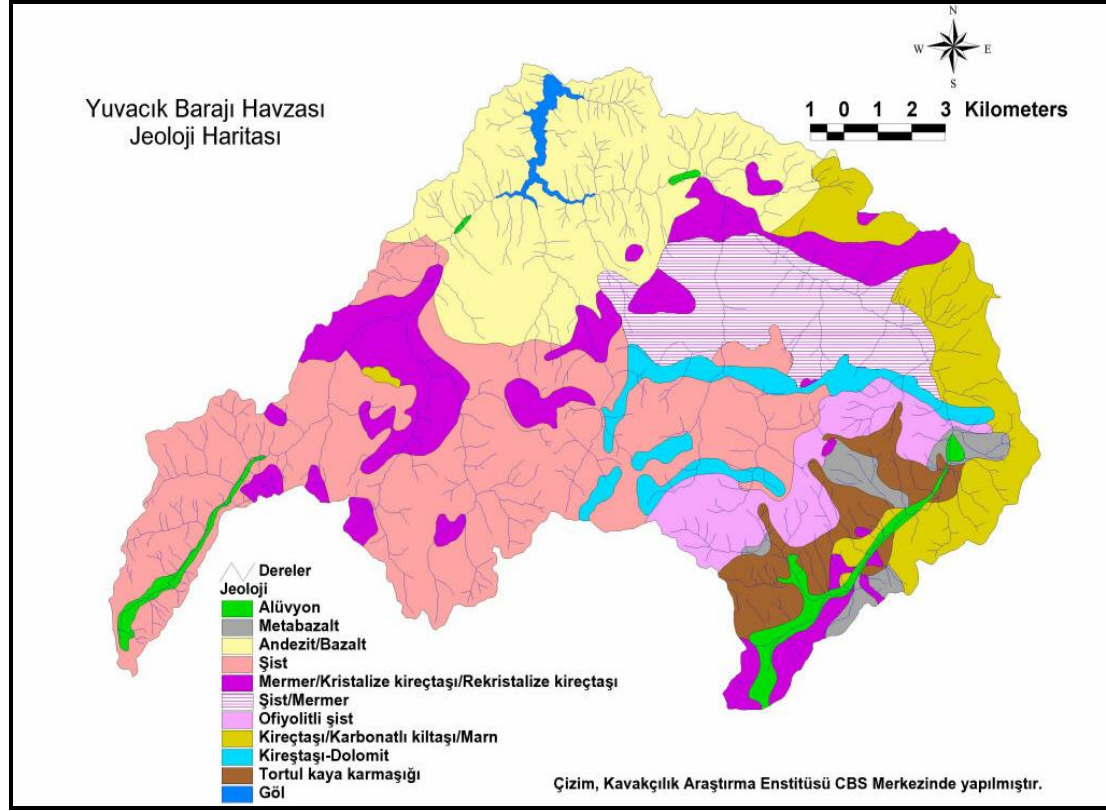
- GÖNCÜOĞLU, C., TEKELİ, O., ERENDİL, M., AKSAY, A., ÜRGÜN, B., KUŞÇU, İ., TEMREN, A., TUNAY, G., 1989.** Armutlu Yarımadası Jeoloji Haritası. MTA Ankara.
- HACH COMPANY, 1997.** Hach Water Analysis Handbook (3rd Edition). Loveland Colorado USA.
- HIZAL, A., ŞENGÖNÜL, K., EFE, A., UTKU, M., 1992.** Sığırcı Deresi Havzasında Erozyon Olgusu ve Bunun Manyas Kuşgölünün Kirlenmesine Etkileri. İ.Ü. Or. Fak. Orarum Proje No: 1290/004, İstanbul.
- HIZAL, A., ÖZER, C., 1998.** The Vegetation Changes of the Ömerli Watershed and Their Effects on the Water Yield. International Symposium on Water Supply and Treatment. pp. 77-86. 25-26 May. İstanbul.
- HIZAL, A., ASAN, Ü., 1995.** Ali Bey Barajı (Malova dere) Havzasında Orman Fonksiyonları ve Su Verimi Üzerindeki Etkileri. İstanbul Su Kongresi ve Sergisi. 21-25 Haziran 1995. Bildiriler Kitabı. s.309-316. İstanbul.
- HIZAL, A., GERÇEK, H., 1995.** İstanbul'un Yüzeysel Su Kaynakları ve Su Sorunu. İstanbul Su Kongresi ve Sergisi. 21-25 Haziran. Bildiriler Kitabı. s. 37-40. İstanbul.
- IRMAK, A., 1954.** Arazide ve Laboratuarda Toprağın Araştırılması Metotları. İ.Ü. Yay. No: 599, Or.Fak. No: 27.
- IRMAK, A., 1972.** Toprak İlimi (İkinci Baskı). İ.Ü. Yay. No: 1268. Or. Fak. Yay. No: 121.
- KIRBY, A., 2000.** Dawn of a Thirsty Century. BBC News UK Edition. Friday, 25 June (news.bbc.co.uk).
- KÖY HİZMETLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ. 2003.** Toprak ve Su Kaynakları Envanteri ([www.khgm.gov.tr/envanter/en-topraksu.htm](http://www.khgm.gov.tr/envanter/en-topraksu.htm)).
- LEE, R., 1980.** Forest Hydrology. Columbia University Press. New York.
- MORRIS, G.L., FAN, J., 1998.** Reservoir Sedimentation Handbook. Mc Graw-Hill. ISBN 0-07-043302-X New York.
- OAKES, H. 1958.** Türkiye Toprakları. Türk Yüksek Ziraat Mühendisleri Birliği Neşriyatı. Sayı 18.



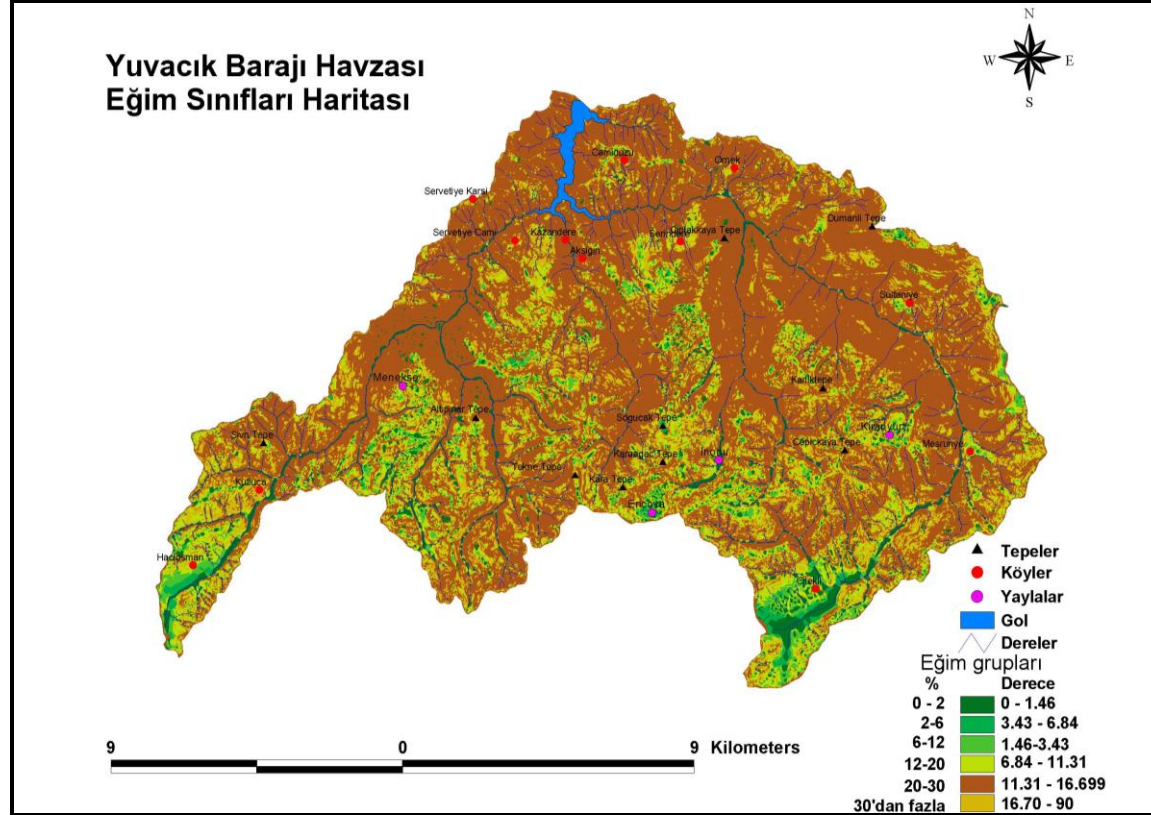
- ÖRGÜN, Y., UĞUR, Z., 1995.** İstanbul'un İçilebilir Sularının Hidrojeokimyası ve Standartlarla Karşılaştırılması. İstanbul Su Kongresi ve Sergisi 21-25 Haziran. Bildiriler Kitabı. s. 75-82.
- ÖZHAN, S., 1982.** Belgrad Ormanındaki Bazı Meşcerelerde Evapotranspirasyonun Deneysel Olarak Saptanması ve Sonuçlarının Ampirik Modellerle Karşılaştırılması. İ.Ü. Yay. No: 2906, Or. Fak. Yay. No: 311. İstanbul.
- ÖZHAN, S., 2003.** Havza Amenajmanı Ders Notları. İ.Ü. Orman Fakültesi Bahçeköy, İstanbul (Yayınlanmamış).
- ÖZHAN, S., GÖKBULAK, F., 2001.** Bitki Örtüsünün Su Üretim Havzalarının Su Verimi Üzerindeki Etkileri. I. Türkiye Su Kongresi. 8-10 Ocak. Bildiriler Kitabı. Cilt I (Editörler: Zekai Şen, Sevinç Sırdaş, Abdüsselam Altun Kaynak). İTÜ- Su Vakfı. İstanbul. s.105-115.
- ÖZKAHRAMAN, İ., 1986.** Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ve Ormancılığımızın Vazgeçilmez Yeri. Orman Mühendisliği Dergisi, Eylül. s.30-35.
- ÖZYUVACI, N., 1976.** Arnavutköy Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Toprak. Su İlişkileri. İ.Ü. Yay. No: 2082, Or.Fak.Yay. No: 221. Kutulmuş Matbaası. İstanbul.
- ÖZYUVACI, N., 1999.** Meteoroloji ve Klimatoloji. İ.Ü. Or. Fak. Yayınları. Rektörlük No: 4196, Fak.No: 460. ISMN: 975-404-544-5. İstanbul.
- ÖZYUVACI, N., HIZAL, A., GÖKBULAK, F., 2001.** Su Üretimine Tahsis Edilen Yağış Havzalarını Planlama ve Kullanım İlkeleri. I. Türkiye Su Kongresi, 8-10 Ocak, Cilt I, s. 7-15, İstanbul.
- ÖZYUVACI, N., 2002,** Havza Analizi ve Değerlendirme Ders Notları. İ.Ü. Orman Fakültesi Bahçeköy. İstanbul (Yayınlanmamış).
- RICE, R.M., 1992.** The Science and Politics of BMP's in Forestry: California Experiences. In: Robert J. Naiman (Editor) Watershed Management. Springer-Verlag. pp.385-400.
- SORSBIE, R.F., 1938.** Geology For Engineers. G. Bell and Sons LTD. London.
- STOCKING, M.A., 1988.** Assessing Vegetative Cover and Management Effects. In: R.Lal (Editor) Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society. Ankeny. Iowa. pp.163-185.

- TOBBAŞ, M.T., BROHI, A.R., KARAMAN, M.R., 1998.** Çevre Kirliliği. T.C. Çevre Bakanlığı. Ankara.
- TOPRAKSU GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 1983.** Kocaeli İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. TOVEP Yayın No: 17, Gen.Yay.No: 745. Ankara.
- ULUOCAK, N., 1964.** Sakarya Kirmir Çayı Havzasında Mera Amenajmanı Araştırmaları. Or.Gn.Md. Yayınlarından Sıra No: 384, Seri No: 3 Ankara.
- UN, 2003-a.** Global Water Availability ([www.un.org/events/water/images/water\\_year\\_graph.jpg](http://www.un.org/events/water/images/water_year_graph.jpg)).
- UN, 2003-b.** The Message by Secretary-General Kofi Annan for World Environment Day. 5 June 2003 ([www.un.org/events/water](http://www.un.org/events/water)).
- USDA, 1948.** Guide for Soil Conservations Surveys. Washington, D.C.
- USDA, 1951.** Soil Survey Manual. U.S. Dept. Agriculture Handbook No: 18.
- WANIELİSTA, M., KERSTEN, R., EAGLIN, R., 1997.** Hydrology. Water Quantity and Quality Control. Second Edition. John Wiley and Sons, Inc., New York. Chichester. Brisbane – Toronto – Singapore – Weinheim.
- WHO, 1993.** Guidelines for Drinking Water Quality. 2<sup>nd</sup> ed. Vol. 1. Recommendations. Geneva.
- WILDE, S.A., 1958.** Forest Soils. Their Properties and Relation to Silviculture. The Ronald Press. Oxford.
- YAMANLAR, O., 1957.** Kağıthane ve Alibey Derelerinde Toprak Taşınmaları ve Haliç'in Dolmasını Önleyecek Teknik ve Kültürel Tedbirler Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Yay. No: 275, Or.Fak. No: 48 İstanbul.
- YAMANLAR, O., 1962.** Türkiye Şartlarına Uygun Yeni Bir Erozyon Klasifikasyonu. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri B, Cilt XII, Sayı 1, s.53-66. Bahçeköy. İstanbul.
- ZENGİN, M., 1997.** Kocaeli Yöresinde Orman Ekosistemlerinin Hidrolojik Ağaçlandırmalar Yönünden Karşılaştırılması. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü. Teknik Bülten No: 182. İzmit.
- ZUMDAHL, S.S., ZUMDAHL, S.A., 2000.** Chemistry. Fifth Edition. Houghton Mifflin Company. Boston, New York.

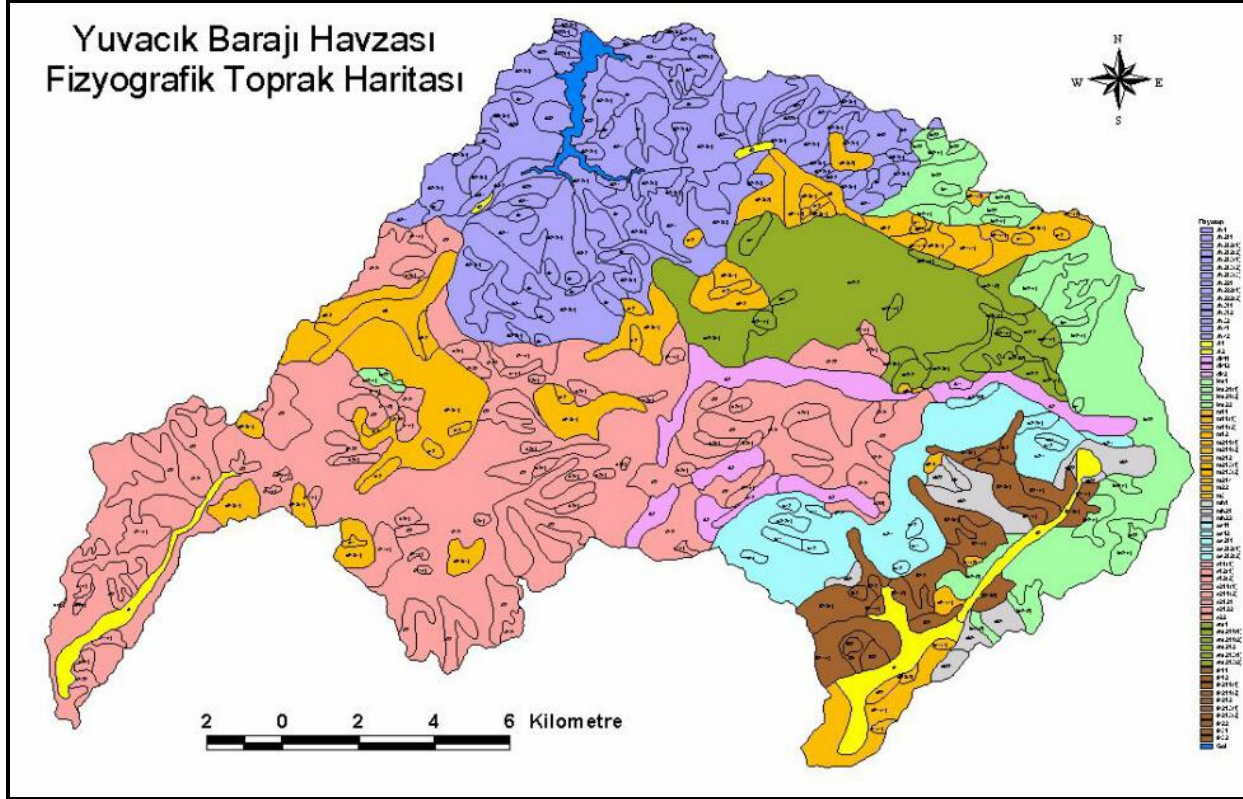
## **EKLER**



**Ek Harita 1: Yuvacık havzası jeoloji haritası**  
**Appendix 1: Geological map of Yuvacık watershed**



**Ek Harita 2: Yuvacık havzası eğim grupları haritası  
Appendix 2: Map of slope groups of the Yuvacık watershed**



**Ek Harita 3: Yuvacık havzası fizyografik toprak haritası  
Appendix 3: Physiographic soil map the Yuvacık watershed**

**Tablo 14: Fizyografik toprak haritası lejant bilgileri**

**Table 14: Legend for physiographic soil map**

Ana arazi şekilleri	Alt bölümler		Haritalama birimleri		Topraklar	
					Egemen	Diğer
Alüvyon dere düzlükleri (AL)	AL1		AL1	Geniş dere düzlükleri tarım ve otlak	Nötr-alkalen pelosol toprakları	-
	AL2		AL2	Dar dere düzlükleri tarım ve otlak	Nötr-alkalen pelosol toprakları	-
Paralel akan derelerle parçalanmış sarp-çok dik eğimli andezit ve bazalt arazisi (AB)	AB1		AB1	Düz-düze yakın veya az eğimli tepe ve sırt düzlükleri, tarım	Asit esmer orman toprağı	-
	AB.2-sarp-çok dik eğimli yamaçlar	AB 21 Kompleks yamaçlar	AB211	Şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanlar	Asit-nötr esmer orman toprağı	-
			AB212	Hafif şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Asit-nötr rankerler (1)	Nötr-alkalen koluviyal topraklar (2)
		AB213	Hafif şiddetli tabaka erozyonlu genellikle iyi ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı (1)	Nötr-ranker toprağı (2) Alkelen koluviyal orman toprağı (3)	
		AB 22 Konveks yamaçlar	AB221	Şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Asit esmer orman toprağı	-
	AB222		Erozyon yok, iyi ormanlık alanları	Asit esmer orman toprağı(1)	Nötr esmer orman toprağı (2)	

**Tablo 14: Devam**  
**Table 14: Continued**

Ana arazi şekilleri	Alt bölümler		Haritalama birimleri		Topraklar	
					Egemen	Diğer
Paralel akan derelerle parçalanmış sarp-çok dik eğimli andezit ve bazalt arazisi (AB)	AB.3 Sarp-çok dik eğimli V şeklinde vadiler	AB 31 Kompleks yamaçlar	AB311	Şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Nötr-alkalen esmer orman toprakları	-
			AB312	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı	-
		AB 32 Konkav ve Konveks yamaçlar	AB32	Şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Asit ranker	-
	AB 4 Genellikle sivri çatılı ve çok dik eğimli küçük tepelik konkav arazi		AB41	Şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Asit esmer orman toprağı	-
			AB42	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı	-
	Paralel akan derelerle parçalanmış sarp-çok dik eğimli kireç taşı, karbonatlı kil taşı, fliş ve marn arazisi (KM)	KM1	KM1	Düz-düze yakın veya az eğimli tepe ve sırt düzlükleri, tarım ve otlak alanları	Asit esmer orman toprağı	-
KM2 Sarp-çok dik eğimli kompleks yamaçlar		KM21	Orta şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Asit-nötr esmer orman toprakları (1)	Alkalin esmer orman toprağı (2)	
		KM22	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı	-	



**Tablo 14: Devam**  
**Table 14: Continued**

Ana arazi şekilleri	Alt bölümler		Haritalama birimleri		Topraklar	
					Egemen	Diğer
Paralel akan derelerle parçalanmış çok dik veya dik eğimli sırt ve tepelik tortul kaya karmaşığı arazisi (TK)	TK 1 Düz-düze yakın eğimli tepe ve sırt düzlükleri		TK11	Otlak, erozyon yok	Nötr ranke toprağı	-
			TK12	İyi orman	Asit esmer orman toprağı	-
	TK 2 Sarp çok dik eğimli kompleks yamaçlar	TK 21 Kompleks yamaçlar	TK211	Şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Nötr esmer orman toprağı (1)	Alkale solgun esmer orman toprağı(2)
			TK212	Şiddetli tabaka erozyonlu bozuk ormanlık alanlar	Nötr esmer orman toprağı	-
			TK213	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit-nötr ranke toprakları (1)	Rendzina toprağı(2)
		TK 22 Etek alanı	TK22	Hafif şiddetli tabaka erozyonlu etek alanı, tarım	Alkale (Koluviyal) toprağı	-
	TK 3 Kompleks yamaçlı küçük sırt ve tepeler		TK31	Şiddetli tabaka erozyonlu tarım alanları	Nötr esmer orman toprağı	-
			TK32	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı	-

**Tablo 14: Devam**  
**Table 14: Continued**

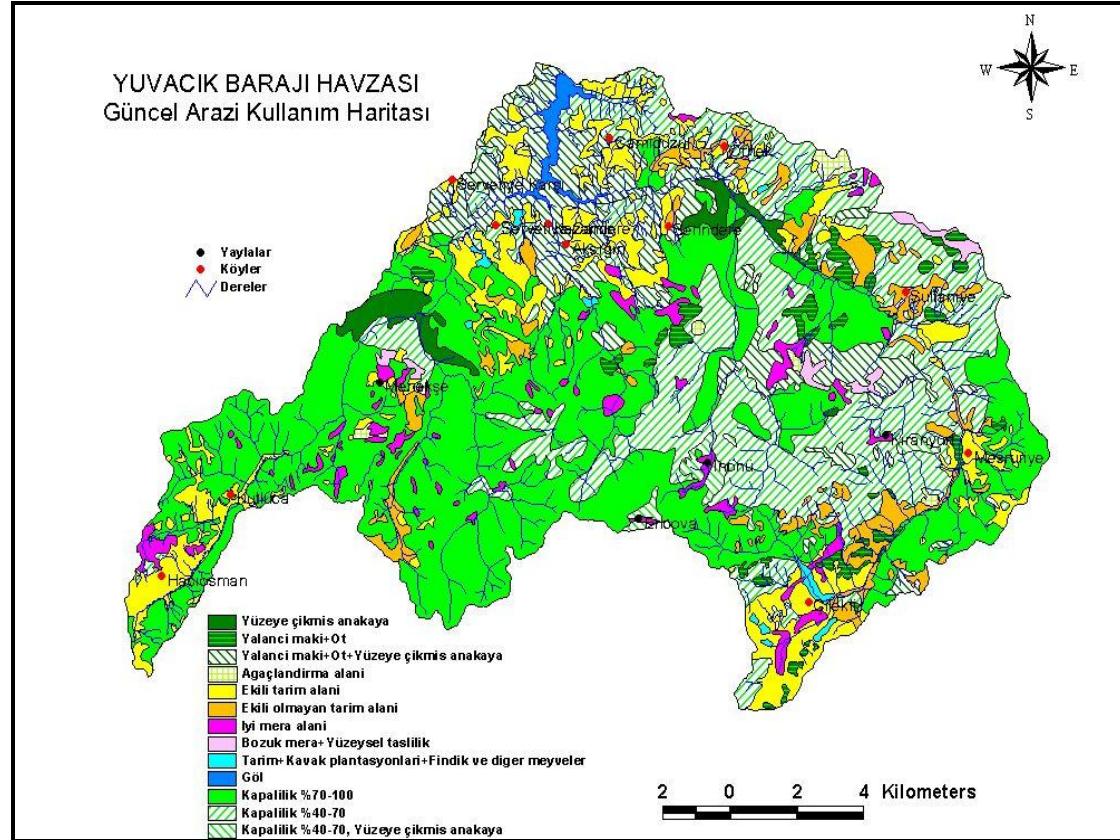
Ana arazi şekilleri	Alt bölümler	Haritalama birimleri		Topraklar	
				Egemen	Diğer
Sarp-çok dik eğimli tepelik meta bazalt arazisi (MB)	MB1 Tepe ve sırt düzlüğü	MB1	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı	-
	MB2 Sarp-çok dik eğimli kompleks yamaçlar	MB21	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit-nötr esmer orman toprakları	-
		MB22	Orta şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Nötr- alkalen esmer orman toprakları	-
Paralel akan derelerle parçalanmış sarp-çok dik eğimli küt zirveli ofiyolitik şist arazisi (OŞ)	OŞ1 Tepe ve sırt düzlükleri	OŞ11	Düz- düze yakın, hafif şiddetli tabaka erozyonlu otlak alanları	Asit ranker toprağı	-
		OŞ12	Az eğimli, erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit ranker toprağı	-
	OŞ2 Sarp- çok dik eğimli kompleks yamaçlar	OŞ21	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı	-
		OŞ22	Orta şiddetli tabaka erozyonlu bozuk orman ve otlak alanları	Asit-nötr esmer orman toprakları(1)	Asit ranker toprağı(2)
Sarp-çok dik eğimli tepe ve sırt dolomit ve kireç taşı arazisi (DK)	DK1 Düz-düze yakın veya az eğimli tepe ve sırt düzlükleri	DK11	Şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Nötr rendzina toprağı	-
		DK12	Erozyon yok, ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı	-
	DK2 Sarp-çok dik veya dik eğimli kompleks yamaçlar erozyon yok, ormanlık alanlar	DK2	Sarp- çok dik veya dik eğimli kompleks yamaçlar, erozyon yok, ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı	-

**Tablo 14: Devam**  
**Table 14: Continued**

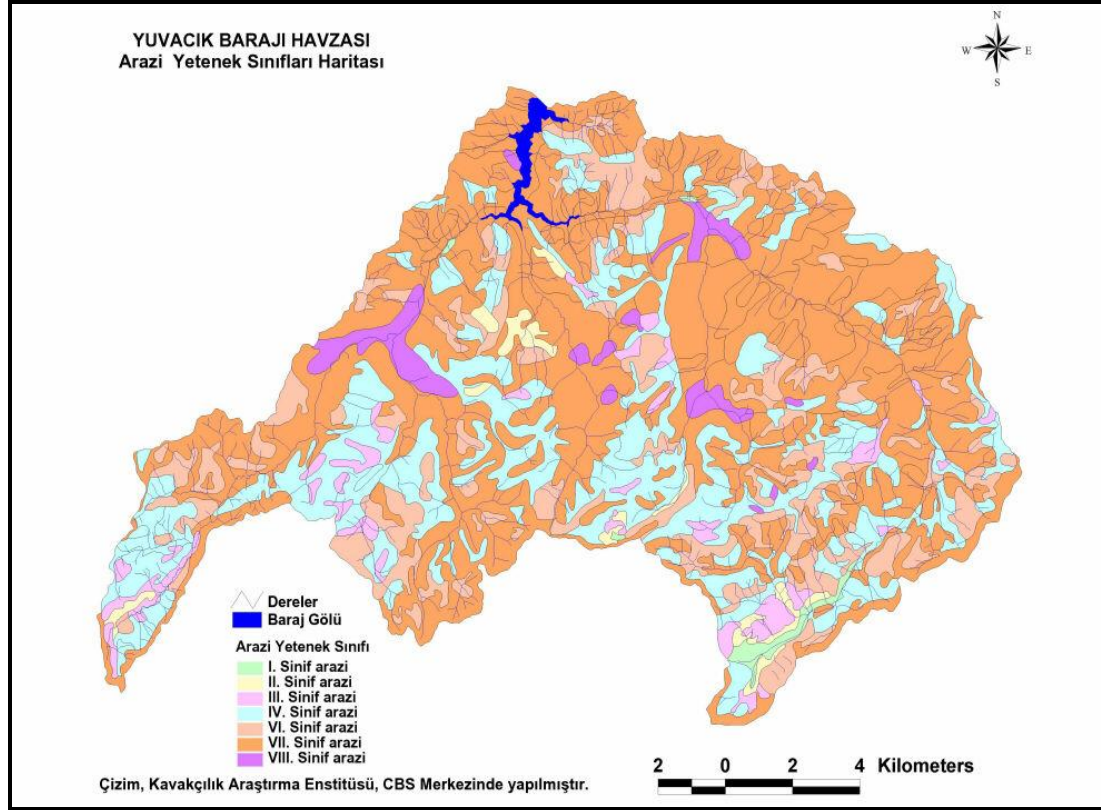
Ana arazi şekilleri	Alt bölümler		Haritalama birimleri		Topraklar	
					Egemen	Diğer
Sarp-çok dik eğimli genellikle küt zirveli tepelik ve sırt rekristalize kireç taşı arazisi(M)	M1 Düz-düze yakın veya az eğimli tepe ve sırt düzlükleri		M11	Orta şiddetli tabaka erozyonlu tarım	Rendzina toprağı (1)	Alkalem esmer orman toprağı(2)
			M12	Orman, erozyon yok	Asit-nötr esmer orman toprağı	-
	M2 Sarp-çok dik eğimli yamaçlar	M21 Kompleks yamaçlar	M 211	Şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Nötr alkalem esmer orman toprakları(1)	Rendzina toprağı(2)
			M212	Şiddetli tabaka erozyonlu bozuk ormanlık alanlar	Rendzina toprağı	-
			M213	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit-nötr esmer orman toprakları(1)	Alkalem esmer orman toprağı(2)
			M214	Kötü arazi, çok bozuk otlak alanları	Rendzina toprağı	-
		M22	M22	Hafif şiddetli tabaka erozyonlu etek alanı, tarım	Koluviyal alkalem ham toprak	-
	M3 Sarp-çok dik eğimli V şeklinde vadiler		M3	Orta şiddetli tabaka erozyonlu ormanlık alanlar	Rendzina toprağı	-

**Tablo 14: Devam**  
**Table 14: Continued**

Ana arazi şekilleri	Alt bölümler		Haritalama birimleri		Topraklar	
					Egemen	Diğer
Paralel akan derelerle parçalanmış sarp-çok dik eğimli tepelik ve sırt şist arazisi (Ş)	Ş1 Genellikle düz-düze yakın eğimli, bazen az eğimli-eğimli tepe ve sırt düzlükleri, genellikle ormanlık alanlar		Ş11	Hafif şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak	Asit esmer orman toprağı (1)	-
			Ş12	Orman, erozyon yok	Asit esmer orman toprağı (1)	Asit ranker toprağı(2)
	Ş2 Sarp-çok dik eğimli yamaçlar	Ş21 Kompleks yamaçlar	Ş211	Orta şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Asit-nötr esmer orman toprakları (1)	Nötr ranker toprağı (2)
			Ş212 Ormanlık alanlar	Ş2121	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı
		Ş2122		Hafif şiddetli tabaka erozyonlu bozuk ormanlık alanlar	Asit esmer orman toprağı	-
		Ş22 Konkav yamaçlar	Ş22	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit-nötr esmer orman toprakları	-
Paralel akan derelerle parçalanmış sarp-çok dik eğimli şist ve mermer arazisi(ŞM)	ŞM1 düze yakın veya az eğimli tepe ve sırt düzlükleri		ŞM1	Orman, erozyon yok	Nötr ranker toprağı	-
	ŞM2 Sarp-çok dik eğimli kompleks yamaçlar		ŞM211	Orta şiddetli tabaka erozyonlu tarım ve otlak alanları	Asit-nötr esmer orman toprakları (1)	Nötr-alkalen esmer orman toprakları (2)
			ŞM212	Erozyon yok, iyi ormanlık alanlar	Asit-nötr esmer orman toprakları	-
			ŞM213	Hafif şiddetli tabaka erozyonlu bozuk ormanlık alanları	Asit esmer orman toprağı (1)	Nötr-alkalen esmer orman toprakları(2)



**Ek Harita 4: Yuvacık havzası güncel arazi kullanım haritası**  
**Appendix 4: Present land use map of the Yuvacik watershed**



**Ek Harita 5: Yuvacik havzası arazi yetenek sınıfları haritası**  
**Appendix 5: Land capability classes of the Yuvacik watershed**