

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜZEYSUYU METABOLİZMA BİLEŞENLERİNİN
DÜZCE MELEN AKARSUYU'NDA İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Behlül ESMEROĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Ahmet ÇELEBİ

Temmuz 2022

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜZEYSUYU METABOLİZMA BİLEŞENLERİNİN
DÜZCE MELEN AKARSUYU'NDA İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Behlül ESMEROĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 29/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Doç. Dr.
Ahmet ÇELEBİ
Jüri Başkanı**

**Prof. Dr.
Saim Özdemir
Üye**

**Prof. Dr.
Nusret Karakaya
Üye**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Ahmet Behlül ESMEROĞLU

10.09.2022

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Ahmet ÇELEBİ'ye ve tez çalışması boyunca beni projesine dahil ederek her konuda yardımcı olan Prof. Dr. Nusret KARAKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma kapsamında arazi çalışmalarında beraber çalıştığım katkılarını, yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Dr. Miraç ERYİĞİT ve Çevre Mühendisi Haluk FİDAN'a ve yine araştırma kapsamı boyunca laboratuvar çalışmaları vb. diğer işlerde yardımlarını esirgemeyen Çevre Mühendisi Ceren BOZKURT, Çevre Mühendisi Kadir YILDIZ ve Öğr. Gör. Dr. Ömer GENÇ'e teşekkür ederim.

116Y447 numaralı TÜBİTAK projesi ile tez çalışmasını destekleyen TÜBİTAK ve Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
BÖLÜM 3.	
ÇALIŞMA ALANI	12
BÖLÜM 4.	
MATERYAL VE YÖNTEM	19
4.1. Çevresel Değişkenlerin İzlenmesi	20
4.2. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin Hesabı	24
4.2.1. Brüt birincil üretim (GPP)	24
4.2.2. Ekosistem solunumu (ER)	25

4.2.3. Net ekosistem üretimi (NEP)	26
4.3 Atmosferik Oksijen Alışveriş Katsayısı (K)	27
BÖLÜM 5.	
BULGULAR	32
5.1. Akarsu Metabolizma Bileşenleri Karakterizasyonu’nu Belirleyici İstatiksel Parametreler	32
5.2. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin Hesabı	40
BÖLÜM 6.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	64
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	72

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Cl^-	: Klorür iyonu
CO_2	: Karbondioksit
$\dot{C}O$	: Çözünmüş Oksijen
D	: Akarsu Derinliği
DOT	: Diel Oksijen Tekniği
ER	: Ekosistem Solunumu
ER_T	: Sıcaklığı düzeltilmiş ekosistem solunumu
GPP	: Brüt Birincil Üretim
K	: Atmosferik Oksijen Alışveriş Katsayısı
K_T	: Sıcaklığı düzeltilmiş K katsayısı
NEP	: Net Ekosistem Üretimi
PAR	: Fotosentik Aktif Radyosyan
P/R	: Fotosentezin Solunuma Oranı
Q	: Akarsu Debisi
S_c	: Schmidt sayısı
Se	: Ortalama Ekosistem Solunumu
SF_6	: Kükürt Hekzaflorür
S_k	: Komünite Solunumu
T	: Sıcaklık
T_{su}	: Su sıcaklığı
V	: Akarsu Hızı
W	: Akarsu Genişliği

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. GPP ile ER etkileyen temel etkenler	4
Şekil 2.2. Akarsu metabolizma yöntemlerini belirlemek için karar ağacı	5
Şekil 3.1. Çalışma bölgesi	13
Şekil 3.2. Büyük Melen Çayı'nda akarsu metabolizması ile su kalitesi ölçümü yapılan noktalar	14
Şekil 4.1. İş akış şeması	19
Şekil 4.2. Çalışmada çözünmüş oksijen (ÇO) ve su sıcaklığı (T_{su}) ölçümleri için kullanılan PME MiniDOT Data Logger cihazı	21
Şekil 4.3. Akarsu yatağında su debisi (Q), su hızı (V), derinlik (D) ve genişlik (W) ölçümü	22
Şekil 4.4. Anlık pH ve İletkenlik parametrelerinin ölçümü	22
Şekil 4.5. Çözünmüş oksijen (ÇO) ve su sıcaklığı (T_{su}) ölçüm cihazlarının akarsu yatağına yerleştirilmesi	23
Şekil 4.6. Anlık numunelerin alımı	23

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Büyük Melen Çayında akarsu metabolizması ile su kalitesi ölçümü yapılan noktaların koordinatları	14
Tablo 4.1. PME MiniDOT Data Logger ölçüm cihazı özellikleri	21
Tablo 5.1. Temmuz 2020, Ağustos 2020, Eylül 2020, Ekim 2020 aylarında her bir akarsu kesiti için betimleyici değerler	33
Tablo 5.2. Kasım 2020, Aralık 2020, Ocak 2021, Mart 2021 aylarında her bir akarsu kesiti için betimleyici değerler	34
Tablo 5.3. Nisan 2021, Mayıs 2021, Haziran 2021, Ağustos 2021 aylarında her bir akarsu kesiti için betimleyici değerler	35
Tablo 5.4. Eylül 2021 ayında her bir akarsu kesiti için betimleyici değerler	36
Tablo 5.5. Temmuz 2020 – Eylül 2021 Tarihleri Arası Akarsu Kesitlerinde Ölçümü Yapılan Çevresel Değişkenler	38
Tablo 5.6. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin K değeri dikkate alınarak Yöntem 1 ve Yöntem 2 hesaplamaları	41
Tablo 5.7. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin K değeri dikkate alınarak Yöntem 3 ve Yöntem 4 hesaplamaları	43
Tablo 5.8. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin K değeri dikkate alınarak Yöntem 5 ve Yöntem 6 hesaplamaları	45
Tablo 5.9. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin K değeri dikkate alınarak Yöntem 7 hesaplamaları	47
Tablo 5.10. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 1 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri	49

Tablo 5.11. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 2 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri	50
Tablo 5.12. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 3 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri	51
Tablo 5.13. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 4 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri	52
Tablo 5.14. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 5 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri	53
Tablo 5.15. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 7 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri	54
Tablo 5.16. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 8 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri	55
Tablo 5.17. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 9 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri	56
Tablo 5.18. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 10 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri	57
Tablo 5.19. Akarsu Metabolizma Bileşenleri hesaplarına göre incelenen nehir kollarının kalite durumları	59

ÖZET

Anahtar kelimeler: Atmosferik alışveriş katsayısı, Brüt Birincil Üretim, Ekosistem Solunumu, Net Ekosistem Üretimi, Tek İstasyon Yöntemi, akarsu metabolizması.

Bu çalışmada akarsuların verimi ile işlevsel özelliklerini belirlemeye yardımcı olan son senelerin önemli araştırma konusu akarsu metabolizma bileşenlerine göre Düzce Melen Akarsuyunun incelemesi yapılmıştır. Araştırma bu su havzasındaki su kaynaklarının kalitesini görmek ve yönetmek açısından önemlidir. Aynı zamanda çalışma yapılan akarsuyu kaynaklarına gelebilecek olan kirletici yükleri tanımlamayı, akarsuyu kaynağının kalitesini ortaya çıkarmayı, ileriki zamanlarda yapılacak çalışmalara veri oluşturmayı, uygulanabilir bir yaklaşım geliştirmeyi ve alınması gereken önlemlerin neler olduğu konusunda karar vericilere yol göstermeyi amaçlamaktadır. Düzce Melen Akarsuyunun 10 farklı kolundaki noktalarda “tek istasyon yöntemi” uygulanarak yapılan çalışmada “brüt birincil üretim (GPP)”, “ekosistem solunumu (ER)” ve “net ekosistem üretimi (NEP)” değerleri farklı atmosferik alışveriş katsayısına (K) göre sonuçlandırılmış ve akarsu metabolizma bileşenleri istatistiksel olarak özetlenmiştir. Bu çalışma kapsamında arazi çalışmaları için seçilen 10 farklı noktada Temmuz 2020 – Eylül 2021 tarihleri arasında 13 ay boyunca ayda en az 2 gün olmak üzere 5 dakikalık aralıklar ile su sıcaklığı (T_{su}) ve çözünmüş oksijen parametresi ölçümleri ve debi ölçer cihazı kullanılarak akarsuyun hız, derinlik ve debi ölçümleri yapılmıştır. Arazi çalışmaları sonucunda ulaşılmış veriler ile birbirinden farklı 7 yöntem Rivermet[®] programında uygulanarak akarsu metabolizma bileşenlerinin hesabı yapılmıştır. Çalışma yapılan noktalar baz alındığında akarsuyun hızı, derinliği ve debisi sürekli değişiklik gösterebildiği için “K” katsayısında da değişiklik meydana getirdiği ve “K” katsayısının akarsu metabolizma bileşenleri hesabında direkt olarak etkili olduğu görülmüştür. Bu yüzden GPP, ER ve NEP sonuçlarında çevresel etkenler, zaman ve konuma göre artış ve azalışlar olduğu görülmektedir. Hesaplamaları yapılan veriler doğrultusunda ortalama GPP/ER değerleri $0.04-0.47 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında olduğu hesaplanmıştır. Yapılan araştırmalar akarsu ekosisteminin heterotrofik ($GPP/ER < 1$) hâlde olduğunu göstermektedir.

COMPONENTS OF SURFACE WATER METABOLISM

INVESTIGATION OF MELEN STREAM IN DUZCE

SUMMARY

Keywords: Atmospheric coefficient of variation, Gross Primary Production, Ecosystem Respiration, Net Ecosystem Production, One-station Method, stream metabolism.

In this study, the Düzce Melen Stream was examined according to the important research subject of recent years, which helps to determine the yield and functional characteristics of the streams, as well as the components of the stream metabolism. Research is important from the point of view of seeing and managing the quality of water resources in this watershed. At the same time, the study aims to identify the pollutant loads that may come to the sources of the studied stream, to reveal the quality of the stream source, to create data for future studies, it aims to develop a workable approach and guide decision-makers on what measures should be taken. Düzce Melen River at different points of the arm 10 “One-station Method” in a survey by applying ‘gross primary production (GPP)’, ‘ecosystem respiration (ER)’ and ‘net ecosystem production (NEP)’ values to different atmospheric shopping coefficient (K) according to the components of metabolism are summarized and statistically stream was finalized. The scope of this work selected for field studies in different locations, 10 July 2020 – September 2021 at least 2 days per month for 13 months between the dates of the water temperature at 5-minute intervals (T_{water}) and dissolved oxygen measurements using a device parameter and stream flow meter velocity, depth, and flow rate measurements were made. As a result of the field studies, 7 different methods were applied in the Rivermet © program with the data obtained and the calculation of the components of the metabolism of the stream was made. Based on the points studied, it was found that since the speed, depth and flow rate of the stream can constantly change, it also causes a change in the ‘K’ coefficient, and the ‘K’ coefficient is directly effective in calculating the components of the stream metabolism. Therefore, it is seen that there are increases and decreases in GPP, ER and NEP results according to environmental factors, time and location. According to the calculated data, the mean GPP/ER values were calculated to be the range of 0.04-0.47 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{day}^{-1}$. Studies conducted show that the stream ecosystem is in a heterotrophic (GPP/ER <1) state.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Akarsular; en yüksek derelerden ana ırmaklara doğru belirli bir yatak içerisinde ve eğim doğrultusunda sürekli veya dönemsel akan sulardır. Büyük alana sahiptirler aynı zamanda biyoçeşitlilik yönünden zengindirler. Akarsu ekosistemlerinin değişen çevre olaylarına göre nasıl reaksiyon gösterdiğini daha iyi anlayabilmek, farklı baskılar altında koruyucu ve düzeltici önlemler alabilme bakımından çok önemlidir. Farklı baskılar altında (evsel ve endüstriyel atık su deşarjı, aşırı su kullanımı, tarımsal faaliyetler, iklim değişikliği, kentleşme vb.) akarsuların ekosistem yapısı ile metabolizması bozulabilmekte, sunduğu hizmet ve ürünler (içme ve sulama suyu, rekreasyon amaçlı kullanım, balıkçılık vb.) ortadan kalkabilmektedir. Akarsularda meydana gelen büyük çaplı veya uzun süreli değişimler yapılan uzun zamanlı izleme, yerinde deneyler vb. araştırmalar sayesinde belirlenmekte ve akarsuların sürdürülebilir yönetimi için karar vericilere önemli bilgiler sağlamaktadır. Yapılan bu çalışma Düzce Melen Akarsuyunun ileriki zamanlarda içme suyu vs. olarak kullanılması durumunda akarsu metabolizma bileşenlerinin etkilerini göstermek ve su kaynağının kalitesinin yönetimi açısından önem arz etmektedir (Eryiğit M., 2017).

Çalışmanın amacı Düzce Melen Akarsuyunun belli başlı özelliklerini öne çıkararak yapılacak modelleme araştırmalarına veri üretmek, akarsu kaynaklarına karışabilecek olan kirlетici yükleri belirleyebilmek, akarsu havzası içindeki su kaynaklarının kalitesini ortaya çıkarmak ve diğer çalışmaların yönetimi için uygulanabilir yaklaşımlar sergilemektir. Akarsu metabolizmasını oluşturan ana bileşenler brüt birincil üretim (GPP), ekosistem solunumu (ER) ve net ekosistem üretimi (NEP); akarsuların verimi ile işlevsel özelliklerini belirlemeye yardımcı olduğu için son yıllarda önemli bir araştırma konusu olmuştur.

GPP, inorganik karbonun foto sentetik organizmalar aracılığıyla organik maddeye (biokütle) dönüşüm hızı olarak tanımlanır (Bott, 2006). ER, organik maddenin CO₂'ye oksidasyon hızını ifade etmektedir (Grace, 2006). NEP ise net ekosistem üretim hızıdır ve GPP ve ER arasındaki farktır (Vollenweider, 1974, Bott vd., 1978).

Yüzey sularında metabolizma bileşenlerinin hesaplanması için Diel Oksijen Tekniği (DOT) kullanılmaktadır. DOT uygulaması çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki (ÇO) günlük değişimin ölçümlerine bağlı kalmaktadır. Bu ölçümlerden faydalanılarak metabolizma bileşenleri hesaplanmaktadır (Eryiğit M., 2017).

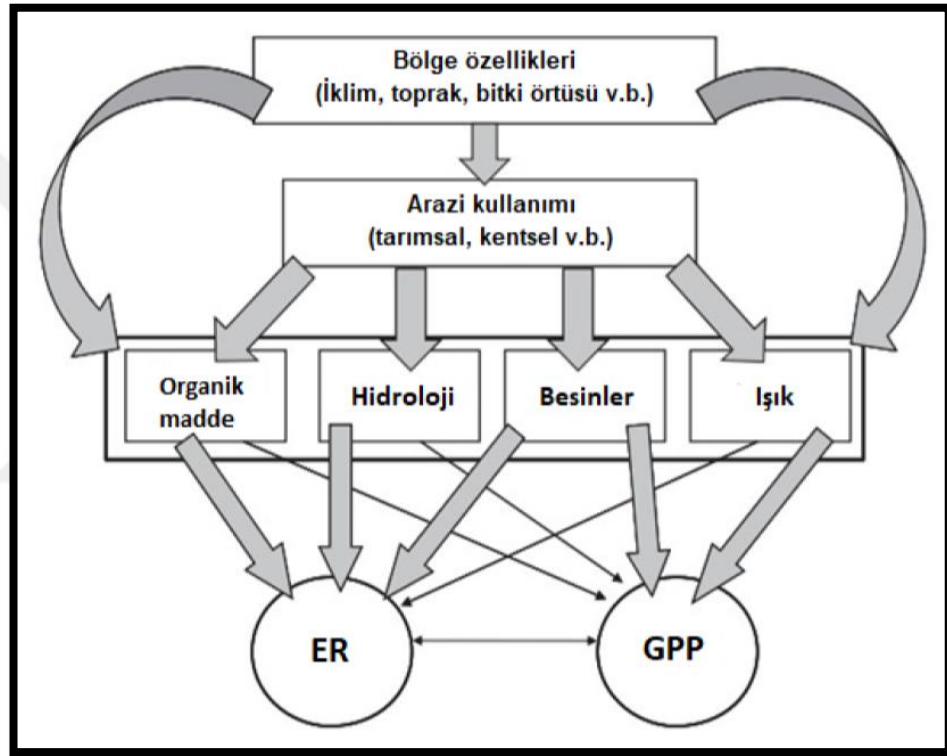
Bu çalışma akarsu metabolizma bileşenlerinin hesabı için tek istasyon yöntemi kullanılırsa ne kadar değişken sonuç çıkabileceğini, hesaplamalarda kullanılan K katsayısına bağlı farklı yöntemlerin akarsu metabolizma bileşenlerine ait sonuçları sayısal olarak ne kadar değiştirebileceğini, Düzce Melen Akarsuyu havzasının heterotrofik halde bir ekosistem olduğunu ve tek istasyon yönteminin arazi çalışmalarında kullanımıyla yaşanabilecek durumlar ve kullanım kolaylığını gösterecektir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Metabolizma, canlı bir organizma veya canlı hücre içinde oluşan kimyasal tepkimelerin bütünüdür. Fakat çoğunlukla bir organizmanın metabolizmasını ölçme de oksijen tüketimi adı altında bir değişken kullanılır. Benzer şekilde, yüzey suyu ekosistemlerindeki metabolizma özelliklerini ölçmek için oksijen üretimi ve tüketimi kullanılmıştır (Mulholland vd., 2001, Hall ve Tank, 2003). Akarsu metabolizması, bir akarsuyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik (hidroloji, jeomorfoloji, iklim, su kimyası, akarsuyun içerisi ve akarsuyun kenarı vejetasyonu vb.) karakteristiklerine bağlı olarak ekolojik açıdan akarsuların sağlık durumunu belirten önemli bir indikatör olarak kabul edilmektedir (Mulholland vd., 2005). Brüt Birincil Üretim (GPP), Net Ekosistem Üretimi (NEP) ve Komünite Solunumu (S_k), akarsu ve göl metabolizmalarını oluşturan ana bileşenlerdir. Bir akarsu ekosisteminde GPP, inorganik karbonun foto sentetik organizmalar yardımıyla biyokütleye dönüşüm hızıdır ve bunun nedeniyle enerjinin nasıl üretildiğini Birincil Üretim gösterirken bu enerjinin kullanımını da Solunum gösterir (Odum, 1956; Bott, 2006).

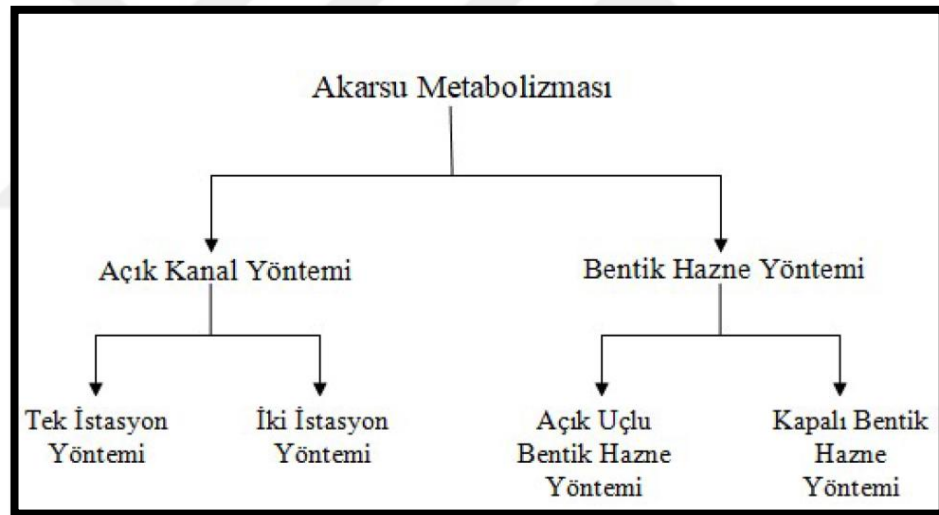
GPP akarsularda, foto sentetik organizmalar tarafından üretilen organik madde miktarıdır. ER ise üretilen organik maddenin ayrışmasından kaynaklanır (Mulholland vd., 2001). $GPP/ER < 1$ değeri bulunduğundan daha yüksek enerji kullanan ekosistemdir ve net heterotrofik ekosistemlerde görülürken, $GPP/ER > 1$ değeri bulunduğundan daha yüksek enerji üreten ekosistemdir ve net ototrofik olan ekosistemlerde görülür (Odum, 1956). Akarsu metabolizmalarında GPP ile ER etkileyen temel etkenler Şekil 2.1.'de gösterilmiştir. Şekil 2.1.'de gösterilen daha büyük ok sembolleri, metabolizma bileşenlerinin o etkenlerden daha fazla etkilediğini göstermektedir.

Yüzey suyu metabolizma bileşenlerinden faydalanılarak akarsu ekosistemlerinin kalitesi durumunda araştırmalarda bulunulabilir. GPP değerinin $0.8-4.0 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ile ER değerinin $1.5-5.0 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralıklarında olduğu halde akarsuyun “sağlıklı”; GPP <0.8 veya $4.0 - 8.0 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve ER $0.7 - 1.5$ veya $5.5 - 10.0 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralıklarında olduğu halde akarsuyun “ideal oranda sağlıklı”; GPP $>8.0 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve ER <0.7 ER $>10.0 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralıklarında olduğu halde ise akarsuyun “sağlıksız” olarak sınıflandırılması tavsiye edilmiştir (Izagirre vd., 2007).



Şekil 2.1. GPP ile ER etkileyen temel etkenler (Bernot vd., 2010).

Yüzey suları metabolizma bileşenlerinin değerlendirilebilmesinde Diel Oksijen Tekniği (DOT) kullanımı son zamanlarda artmıştır. Diel Oksijen Tekniği, bir su kütlesindeki foto sentetik oksijen üretimi, solunum ve atmosferik oksijen alışverişi sonucu çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki değişimin günlük olarak ölçülmesi esasına dayanır (Karakaya vd., 2011). Diel Oksijen Tekniği farklı yöntemlerle uygulanmaktadır. Bu yöntemler; “Bentik Hazne Yöntemi” ve “Açık Kanal Yöntemi” olarak ikiye ayrılmaktadır (bkz. Şekil 2.2.). Bu yöntemlerde kendi içlerinde ikiye ayrılarak “Kapalı Bentik Hazne Yöntemi”, “Açık Uçlu Bentik Hazne Yöntemi”, “Tek İstasyon Yöntemi” ve “İki İstasyon Yöntemi” yöntemlerini oluşturmuşlardır. Tek İstasyon Yöntemi ve İki İstasyon Yöntemi Odum (1956) tarafından geliştirilmiş yöntemlerdir. Kapalı Bentik Hazne Yöntemi Bott vd. (1978) ve Açık Uçlu Bentik Hazne Yöntemi ise Uzarski vd. (2001) tarafından geliştirilmiş yöntemlerdir.



Şekil 2.2. Akarsu metabolizma yöntemlerini belirlemek için karar ağacı (Grace ve Imberger, 2006).

Tek istasyon yöntemi, yüzey suyu metabolizma bileşenlerinin hesaplanabilmesi için kullanılan yöntemlerden biridir. Tek istasyon yönteminde sadece bir noktadan çözünmüş oksijen konsantrasyonu ölçülmekte ve bulunan değerler ile metabolizma bileşenleri hesaplanmaktadır. Uygulamanın dezavantajları; atmosferik oksijen alışverişinin hesaplanmasına ihtiyaç olması, yeraltı suyu gibi diğer debi girdilerinin ölçümlere olan etkilerinin tespit edilememesidir. Uygulamanın engebeli taban ile eğimin dik olduğu alanlarda çalıştırılması önerilmemektedir (Young ve Huryn, 1999).

İki istasyon yöntemi, yüzey suyu metabolizma bileşenlerinin hesaplanması için kullanılan diğer yöntemlerden biridir. İki istasyon yönteminde iki farklı noktadan çözünmüş oksijen konsantrasyonu ölçülerek metabolizma bileşenleri hesaplanmaktadır. İki istasyon yönteminin avantajları; uygulanmasının kolay olması, geniş çapta tasarımı olmasından kaynaklı ölçümlerin yapıldığı iki nokta arasında çözünmüş oksijen konsantrasyon değişiminin belirlenebilmesidir. Uygulamanın dezavantajları; atmosferik oksijen alışverişinin hesaplanmasına ihtiyaç olması, yeraltı suyu gibi diğer debi girdilerinin ölçümlere olan etkilerinin tespit edilememesidir (Young ve Huryn, 1999).

Kapalı bentik hazne yöntemi, yüzey suyu metabolizma bileşenlerinin hesaplanması için kullanılan diğer yöntemlerden biridir. Kapalı bentik hazne yönteminde saatlik ya da günlük ölçümlerle çözünmüş oksijen konsantrasyonu hesaplanmaktadır. Uygulamanın avantajı kontrol edilmesinin kolay olmasıdır ve çalışmada atmosferik oksijen alışverişi hesaplamalarına ihtiyaç duyulmamasıdır. Dezavantajı ise sistemin kapalı olmasından kaynaklı akarsuyun halihazırdaki çevresel olaylarını göstermemektedir.

Açık uçlu hazne yöntemi, yüzey suyu metabolizma bileşenlerinin hesaplanması için kullanılan diğer yöntemlerden biridir. Açık uçlu hazne yönteminde de saatlik ya da günlük ölçümlerle çözünmüş oksijen konsantrasyonu hesaplanmaktadır. Uygulamanın avantajı; sistem açık olduğu için akarsuyun çevresel durumunu yansıtmasıdır. Çalışmada atmosferik oksijen alışverişinin hesaplanmasına ihtiyaç vardır.

Amerika Arizona eyaletindeki Sonoran Çölü'nde yer alan Sycamore Deresi'nde açık kanal ve bentik hazne yöntemlerinden faydalanılarak akarsu metabolizması belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada ortalama ekosistem solunumunun (S_e) $-440 \text{ mgO}_2\text{m}^{-2}\text{saat}^{-1}$ değerinde, yüzey sedimentinde $-155 \text{ mgO}_2\text{m}^{-2}\text{saat}^{-1}$ değerinde ve hiporeik bölgede $-170 \text{ mgO}_2\text{m}^{-2}\text{saat}^{-1}$ değerinde ölçüm hesaplarına ulaşarak S_k miktarlarının aşıldığı belirlenmiştir. Fazla değerde Brüt Birincil Üretim hızları $600-1200 \text{ mgO}_2\text{m}^{-2}\text{saat}^{-1}$ ölçüldüğü halde yaz ayları çöl akarsularının heterotrofik ($GPP < S_k$) olabildiği sonucuna ulaşmışlardır (Grimm ve Fisher, 1984).

Fort Benning askeri üssü alanında (Columbus,GA yakınında) yer alan bazı noktalarda akarsu metabolizmaları araştırılmıştır. Askeri eğitimin yoğunluğundan (arazi örtüsündeki değişiklikler vb.) kaynaklanan karışıklığın etkisi; tek istasyon yöntemi uygulanarak her bir ölçüm noktasında birim yüzey alanı başına düşen toplam Se ve GPP belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, üsse ait akarsu alanındaki faaliyetlerin (askeri eğitim, su yapıları, yerleşim, yollar, erozyon v.b.) akarsu metabolizmasını etkilediğini göstermiştir. Akışın her mevsimde heterotrofik olduğu sonucuna varmışlardır. ER seviyesinin en yüksek kış ve ilkbaharda, en düşük yaz ve sonbaharda olduğuna ve GPP'de tüm kanallarda her mevsim en düşük seviyede olduğu sonucuna varmışlardır (Mulholland vd.,2005).

Akarsularda hızlı üreyen su bitkilerinin akarsu metabolizması ile çözünmüş oksijen değerlerindeki değişime sebep olup olmadığı İsviçre'de bulunan iki nehirde incelenmiştir. Chriesbach ve Muhlibach nehirlerinde GPP ve ER değerlerinin çok büyük değişimler göstermesi dikkat çekmiştir. İstenmeyen bu durumun önüne geçmek ve akarsu yapısını korumak için araştırmacılar yüksek su bitkileri biokütlesini önlemek amacıyla sürekli ve düzenli olarak bitkileri temizlemişlerdir. Çalışma sonucunda Chriesbach Nehrinde ilk olarak bahar aylarında yapılan bitki kesimlerinin GPP ve ER değerlerinde fazla bir etki yaratmadığı gözlemlenirken, Muhlibach Nehrinde yaz ayları bitiminde GPP ve ER değerlerinde %65-70 oranında azalma fark edilmiştir (Kaenal vd., 2000).

Akdeniz bölgesindeki orman akarsularının (Fuirosos) metabolizmasını 22 ayda izlemek için tek istasyonlu diel oksijen teknolojisi kullanılmıştır. GPP ve ER, organik madde girişi ve foto sentetik olarak aktif radyasyon (PAR) ile ilgilidir. Bu çalışmada yıllık ER $1690 \text{ gr O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ yıl}^{-1}$ ve yıllık GPP $275 \text{ gr O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ bulunmuştur. Bu akımdaki fotosentez-solunum oranı (P/R) ortalama olarak 0.16 olduğu için akımın heterotrofik olduğu sonucuna varılabilir. Genellikle düşük GPP oranına sahip akarsular, maksimum GPP değerine ilkbaharda, maksimum ER değerine ise organik madde birikiminin aşırı yüksek olduğu sonbaharda ulaşır (Acuna vd., 2004).

Güney Platte Nehri'nde yapılan bir araştırma, nehir yatağındaki tortuların hareketinin su ekosistemlerinin metabolizmasının düzenleyicisi olduğu sonucuna varmıştır. Metabolizmayı tahmin etmek için, tek istasyon yöntemi kullanılarak Haziran 2000 ile Mart 2003 arasında 106 farklı zamanda T ve ÇO ölçümleri yapılmıştır (Cronin vd., 2007).

Ekosistem metabolizması (GPP ve ER), Kuzey Carolina'daki Little Tennessee Nehri'nde 37 mil boyunca 4 yerde araştırıldı. Her mevsimdeki metabolik bileşenler, tek istasyonlu günlük oksijen teknolojisi kullanılarak tahmin edilmektedir. GPP'nin yukarı akıştan aşağı akışa 3 kat arttığı ve ER'nin yukarı akıştan aşağı akışa çok az değiştiği belirlendi. Çalışmalar, yukarı akış alanındaki metabolizmanın heterotrofik olduğunu ve akış aşağı alandaki metabolizmanın ototrofik olduğunu göstermiştir (McTammany vd., 2003).

İspanya Bask Bölgesindeki akarsulardaki akış, sıcaklık ve oksijen konsantrasyonu izlenmiştir. Nehir metabolizmasını belirlemek için tek bir istasyon yöntemi kullandılar. Ötrotfikasyon alanlarında ortalama GPP'nin ($2.7-11 \text{ g O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$) en yüksek olduğu, Se'nin ($-6.3 - -42.6 \text{ g O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$) çok kirli alanlarda En Yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca yaz aylarında GPP'i sınırlayan ana faktörün bulanıklık olduğunu ve havza faaliyetlerinin de GPP'i etkilediğini belirlemişlerdir (Izagirre vd., 2008).

Grand Teton Milli Parkı'ndaki (Wyoming, Amerika) 11 ayrı nehrin metabolizma bileşenlerini (GPP, Sk) belirlenmiştir. Bu akarsulardaki amonyum ve nitrat yüklenme hızlarını test ederek metabolizma bileşenleriyle olan ilişkilerini araştırmışlardır. Çoklu regresyon deneyleri yaparak amonyum alım hızındaki değişimin %82'si GPP ve Sk tarafından, nitrat yükleme hızındaki değişimin %75'ini ise sadece GPP tarafınca yorumlanabildiğini kanıtlamışlardır (Hall&Tank, 2003).

2010-2011 yılları arasında Güneybatı Carolina'da Kuzey'deki Little Tennessee Nehri'nin 9 farklı kolunda ÇO ve sıcaklık ölçümleri yapılmış ve değişik saha kullanım türlerinin (tarım, orman vb.) nehirlerin metabolizması üzerindeki etkilerini incelenmiştir. Metabolizmanın bileşenlerini belirlemek için tek istasyon yöntemini

uygulanmıştır. Akarsulardaki GPP'nin genellikle kış sonuna doğru ve ilkbahar başında yükseldiğini, sonbahar aylarında düştüğünü gözlemlemiştir. Ağaçlık alanların gölge düşürdüğü bölgelere bakarak GPP'nin en fazla güneş ışığı mevcudiyetinden dolayı değişiklik gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Sk'nın genellikle yaz aylarında yükselişe geçtiğini, kış aylarında ise en alçak düzeylerde değişiklik gösterdiğini gözlemlemiştir. Akarsu çevresindeki tarımsal faaliyetlere bakarak Sk'nın en fazla bu durumdan etkilendiği anlamıştır (Hart, 2013).

Minnesota Minnehaha Deresi'nde hidrolojik ve jeomorfik şartlar altında akarsu hattı çözünmüş oksijen ile metabolizma bileşenlerinin mekânsal ve zamansal farklılıklarını ön görebilmek için 24 saatlik çözünmüş oksijen ölçümü ve sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Metabolizma bileşenlerini hesaplamada hem tek hem de iki istasyon tekniğini uygulamışlardır. İki tekniğe göre de NEP değerinde yakın sonuç bulunmuştur. Nehir hattı boyunca çözünmüş oksijendeki konumsal farklılığın yaklaşık 10m çıktığı çözümlenmiştir (Hondzo vd., 2013).

Kanada Kızıl Nehir vadisindeki tarım, hayvancılık, atık su arıtma tesisi vb. beşeri faktörlere maruz kalan nehirlerin metabolizma bileşenleri tek istasyon tekniği uygulanarak hesaplanmıştır (GPP: $1.34 - 11.37 \text{ gr O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$, S_e : $-2.6 - -14.95 \text{ gr O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$). GPP'nin tarım kullanımları ile atık su arıtma tesislerine bağlı kalarak yükseldiğini, hayvancılığa bağlı kalarak ise azaldığını gözlemlemişlerdir (Yates vd., 2013).

Japonya'da üç barajı (Matsubara, Ohyamakawa ve Shimooke Barajı) besleyen ve debi değerleri giderek azalan bir akarsuda metabolizma bileşenleri ve su kalitesi incelenmiştir. Barajlar da taşkın kontrolü ile hidroelektrik üretimi sağlanmaktadır. Matsubara, Ohyamakawa ve Shimooke Barajlarında sırasıyla 1. Bölge, 2. Bölge ve 3. Bölge adlarıyla gözlem alanı oluşturulmuştur. İncelemede, giderek durumu kötüleşen bir akarsu biyolojik çeşitliliğini normale döndürmek için deneylere dayalı çevresel akış uygulanmıştır. Çevresel akışın bu akarsu üstündeki akarsu metabolizması ve su kalitesine olan önemi incelenmiştir. Akarsu metabolizması sonuçları için tek istasyon tekniğinden faydalanılmış, ÇO değerinin devamlı takibi sağlanmıştır. Rivermet

programı hesaplamalar için tercih edilmiş. 1.Bölgede ortalama GPP; $5.49 \text{ gr O}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve ortalama ER; $1.92\text{-}4.81 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ 2.Bölgede ortalama GPP; $8.33 \text{ gr O}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve ortalama ER; $2.26\text{-}7.79 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ 3.Bölgede ortalama GPP; $1.23 \text{ gr O}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve ortalama ER; $6.08 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Huang vd., 2018).

2009-2012 yılları arasında Yellow Nehri'nden (Çin) alınan datalara göre nehir metabolizmasındaki zamansal ve konumsal farklar ile hidrolojik farklar arasında bulunan bağlantılar bir ekosistem oluşumunun hidrolojik farklar açısından vereceği işlevsel reaksiyonları incelemek için analiz edilmiştir. İncelemeler sonucunda GPP; $0.002\text{-}8.49 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}\text{gün}^{-1}$, ER; $0.38\text{-}8.97 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}\text{gün}^{-1}$ ve NEP; $-5.8\text{-}7.3 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}\text{gün}^{-1}$ değerleri bulunmuştur. Bu değerler ile akarsu metabolizmasındaki dönemsel farkların hidrolojik farklardan etkilendiği sonucuna varılmıştır. Sıcaklık ile bulanıklık parametreleri akarsudaki metabolizma değişimine neden olan iki ciddi parametre olarak saptanmıştır (Shen vd., 2015).

Yukarıda anlatılan literatür özetlerinden faydalananarak arazi kullanım koşullarının, beşerî faktörlerin, tarım alanında uygulanan faaliyetlerin ve iklim süreçlerinin akarsu metabolizmasını etkilediği sonucuna ulaşabiliriz.

Birincil üretim tahminlerinde DOT harici kullanılan iki yöntem daha vardır; bu yöntemlerden biri olan ‘‘Karanlık-Aydınlık Şişe Yöntemi’’ doğal su numunelerinin aydınlık ve karanlık iki şişe içerisine koyularak uygulanmaktadır. Solunum ve fotosentez aydınlık şişede beraber gerçekleşirken, karanlık şişeye ışık etki edemediği için sadece solunum gerçekleşir. Her iki şişede de oksijen konsantrasyonları hesaplandıktan sonra şişelerin kapakları hava almayacak şekilde kapatılarak suyun içine yerleştirilir. Belli bir süre sonra şişeler tekrar açılarak oksijen konsantrasyonları belirlenir ve bu iki oksijen seviyesi arasındaki fark ile fotosentez ve solunum hızları çeşitli denklemler ile hesaplanır (Chapra, 1997). Diğer bir yöntem ise ‘‘İşaretlenmiş C (^{14}C) Yöntemi’’dir. Bu yöntemde planktonun tüketmiş olduğu radyoaktif karbon ölçülür. Belli bir miktar ^{14}C , $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ olarak su numunelerine eklenir ve 1 saat boyunca bekletilir. İşlem sonrası algler sudan filtreleme ile ayrılır. $^{14}\text{CO}_2$ 'nin fitoplanktonlar tarafından özümsettirileceği tahmin edildiğinden bu işlem sonrası ^{14}C

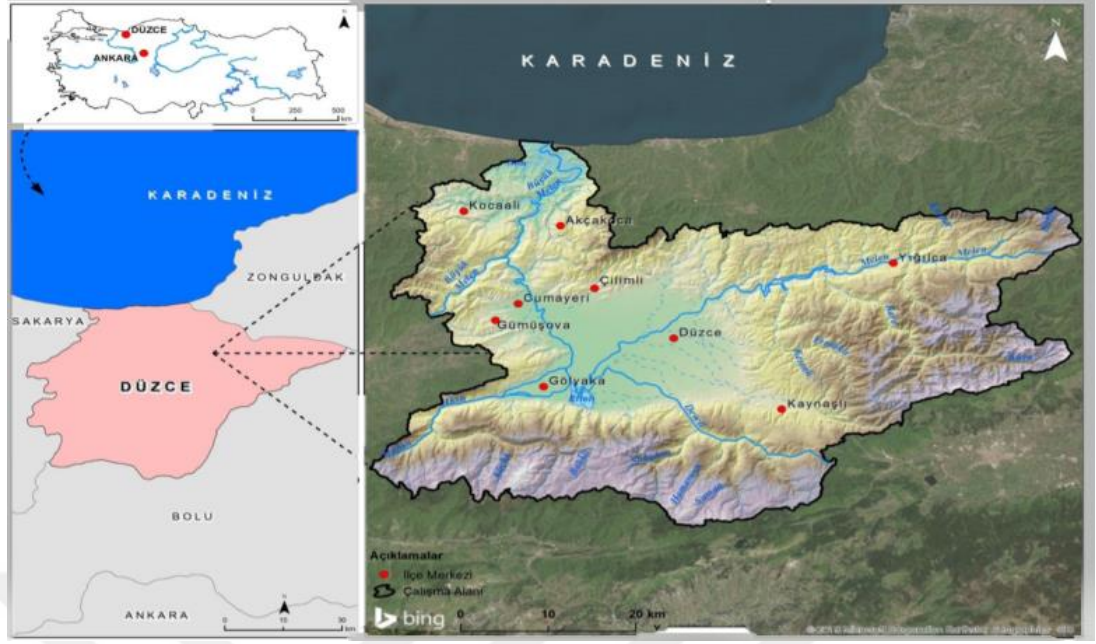
hesaplanabilir. Alglerdeki radyoaktivite ^{14}C elementinin ne kadarının organik karbon tarafından sabitlendiğini gösterir. Sabit karbonun toplamıyla, sabit ^{14}C elementi miktarının orantılı olduğu kabul edilir. Radyoaktif olmayan CO_2 ile ^{14}C elementinin birbirine oranı su için olduğu gibi algler içinde geçerlidir. Bu yöntem kullanıldığında ekosistem işleyişi bozulmaz. Ancak özümsettirilen ^{14}C 'nin bir kısmı solunum ile tekrar su ortamına salınabilir ve bu durum sorunlara yol açabilir (Başbuğ, 2000).



BÖLÜM 3. ÇALIŞMA ALANI

İzleme, inceleme ve çalışma alanı olarak Düzce Melen Nehri'nin farklı kolları seçilmiştir. Alan Düzce İli sınırları içinde bulunmaktadır (bkz. Şekil 3.1.). Düzce İli Bolu ilinin batısında ve kuzeyinde, Sakarya ilinin doğusunda ve Zonguldak ilinin güneybatısında yer alır, kuzey kesimi Karadeniz ile sınırlıdır. 40°- 42° kuzey enlemleri ile 30°- 33° doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Düzce'nin, rakımı 160 m'dir. Efteni Gölü ve Büyük Melen boyunca rakım 112 m'ye kadar düşmektedir. Melen akarsuyunun havzası 2.317 km² alanı kapsamaktadır. Akarsuyu havzası başlıca Küçük Melen, Asar Suyu, Uğur Suyu, Aksu Deresi ve bunlara bağlı küçük dereler gibi akarsulardan oluşarak (Akçakoca ilçesinde bulunan dere, akarsu vb. hariç) Efteni Gölü'nde birleşip Büyük Melen Çayı'nda taşınarak Karadeniz'e dökülür. Çalışma bölgesi Şekil 3.1. de gösterildiği gibi Düzce ilindeki akarsu kollarını kapsamaktadır. Havzanın yaklaşık olarak %40'ını orman ve yarı doğal ormanlar (doğal çayır, iğne yapraklı ormanlar vb.), %32,5'ini tarım alanları, %3,5'ini çayır ve meralar, %24'ünü de yerleşim yeri ve diğer alanlar oluşturmaktadır. Bölgedeki yıllık sıcaklık ortalama 13,4 °C, yıllık toplam yağışların ortalaması 822,8 mm, ortalama nispi nem %75,4'tür. En düşük sıcaklıklar Aralık-Mart ayları, en yüksek sıcaklıklar ise Mayıs-Ağustos ayları arasında görülmektedir. Toplam yağışın %21'i ilkbahar aylarında, %14'ü yaz aylarında, %19'u sonbahar aylarında ve %46'sı kış aylarında görülmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2020).

Çalışmanın yapıldığı Düzce iline ait coğrafi harita bilgileri Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



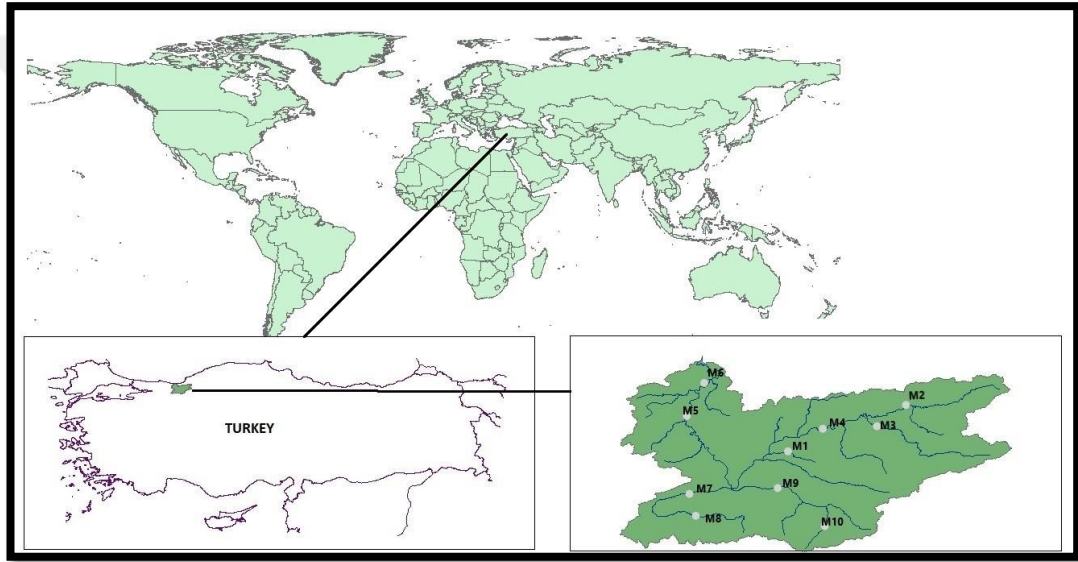
Şekil 3.1. Çalışma bölgesi.

Düzce Melen Akarsuyu kolları üzerinde belirlenen izleme ve araştırma noktalarının koordinatları Tablo 3.1.'de, konumları Şekil 3.2.'de verilmiştir. İzleme ve araştırma noktaları şu kriterlere göre belirlenmiştir:

1. Farklı arazi kullanımlarını ve çevresel faktörleri yansıtması
2. Ulaşım rahatlığı
3. Güvenlik

Tablo 3.1. Büyük Melen Çayında akarsu metabolizması ile su kalitesi ölçümü yapılan noktaların koordinatları

İstasyon No	Enlem	Boylam
M1	31°11'42.05"E	40°49'20.93"N
M2	31°27'17.57"E	40°57'52.31"N
M3	31°24'16.25"E	40°54'48.59"N
M4	31°14'19.54"E	40°54'48.06"N
M5	30°55'32.92"E	40°55'44.05"N
M6	30°59'02.47"E	41°01'07.58"N
M7	30°58'06.58"E	40°45'53.21"N
M8	30°59'21.21"E	40°42'29.97"N
M9	31°10'11.36"E	40°46'25.94"N
M10	31°15'18.18"E	40°42'48.55"N



Şekil 3.2. Büyük Melen Çayı'nda akarsu metabolizması ile su kalitesi ölçümü yapılan noktalar.

Coğrafi bir alanın belirleyici unsurlarında iklim önemli bir etkindir. Yer kürede fiziksel unsurlarca oluşan iklim; nem, rüzgâr, basınç, yağış ve sıcaklık parametrelerinin uzun yıllar boyunca belli bir alanda etkisi altına aldığı ve değişimlerin görülebildiği durum olarak yorumlayabiliriz. Aynı zamanda iklimi belli bir alanın kısa zamanlı hava durumunu uzun yıllar içindeki (55-65 yıl) ortalaması ile karakteristik hava olayları da belirler. Bu yüzden iklim akarsu rejimi üzerinde fazlasıyla etki gösteren önemli bir etkindir.

Sürekli değişkenlik gösterebilen iklim su kaynaklarında artışlara ve azalışlara neden olabilir. Bu durum havza geneli tarım ve hayvancılığı doğrudan etkilemektedir. Anlık

azalışlar nedeniyle de üretim alanında olumsuzluklara yol açabilmektedir. Su havzasında oluşan sıcaklık, buharlaşma, rüzgâr, bakı ve nemlilik gibi parametreler doğrudan yağışa etki eder. Bu yüzden çalışmaları yaptığım Düzce Melen Akarsuyu havzasının sıcaklık ve yağış durumu göz önüne alınarak iklimsel durumuna bakılmıştır. Akarsu havzası genelince Düzce, Yığılca ve Gölyaka bölgelerinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün ölçümler yapan 3 adet istasyonu bulunmaktadır.

Başlıca iklimi sıcaklık, yağış, güneşlenme süresi, nem, rüzgâr, buharlaşma ve basınç parametreleri etkilemektedir. Bu parametreler birbirleriyle etkileşim durumundadır. İklimin farklılıklarına bir kaynak gösterilecek olursa o kaynak güneştir. Güneşin yeryüzüne geliş açıları durumunu çok önemlidir. Bu açı ne kadar dik veya dike yakın açı ile gelirse sıcaklık o kadar fazla olurken, tam tersi ne kadar eğik açıya doğru olursa sıcaklık o kadar az olmaktadır. Çalışmanın yapıldığı Düzce Melen Akarsuyu havzasında güneş ışınlarının geliş açısı dike en yakın olduğu zamanlar Haziran-Temmuz aylarında, biraz daha eğik açılı olduğu zamanlar Mart-Eylül aylarında iken, Aralık-Ocak aylarında en eğik açıyla düştüğü görülmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2020).

Türkiye geneli sıcaklık ortalaması 13,2°C'lerde olurken, çalışma yapılan akarsu havzasının sıcaklık ortalaması 13,4°C bantlarında olup ülke ortalamasından az da olsa yukarıdadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2020). Batı Karadeniz dağları ile çevrelenen çöküntü ovası olan Düzce, Karadeniz'in denizsel etkisinde kaldığı için ılıman ve nemli hava yaşanmaktadır.

Düzce Melen Akarsuyu havzasında, Ekim ayında sıcaklık değerlerinde azalma görülmeye başlar. Eylül de 19-20°C'lerde olan ortalama sıcaklık Ekim ayında 14-15°C'lere düşer. Kasım-Aralık aylarında sıcaklık daha fazla düşerek ortalama 4-5°C'leri görür. Ocak ayında bu durumu takip ederek ortalama 3-4°C'lere kadar düşmekte olup yılın en soğuk ayıdır. Şubat ayının ortalarından sonra ortalama sıcaklık genel olarak yükselişe geçer ve yaz aylarında sıcaklıklar iyice yükselir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2020).

Çalışma yapılan Düzce ilinin etrafı dağlarla çevrili bir şekildedir. Bu durumdan kaynaklı olarak rüzgâr hızı kesintiye uğrayabilmektedir. Rüzgâr hızı sonbahar ve kış aylarında düşük olduğu için sisli hava olayları yoğun şekilde görülmektedir. Düzce ilinde yılda sisli geçen gün ortalama olarak 36,1 gün/yıl'dır. Sisli hava olaylarının hava kirliliği üzerine ciddi olumsuz etkileri vardır. Bacalardan fosil yakıtlar kullanılarak dışarı atılan gazlar sis ile birleşir ve yer yüzeyinde alçak alanlara kadar bu kirliliği taşıyabilir. Tarım üretim arazileri ve su kaynakları bu durumdan olumsuz etkilenebilmektedir (Akkaya Y.,2019).

Su kaynaklarındaki suyun sıcaklık nedeniyle sıvı halden gaz hale geçmesi durumuna buharlaşma denir. Buharlaşma alanı yani su yüzeyi genişliği ne kadar fazla ise buharlaşmada doğru oranda yüksek olmaktadır. Buharlaşmanın miktarı mutlak nem, güneşlenme süresi, basınç, buharlaşma yüzeyi ve sıcaklık gibi parametrelerle doğrudan ilişkilidir. Düzce Melen Akarsuyu havza genelince 807,9 mm yıllık buharlaşma miktarı vardır. Kış aylarında (Aralık, Ocak, Şubat, Mart) buharlaşma 0 mm'lere kadar düşebilirken, nisan ayından temmuz ayına kadar artarak devam eder ve temmuz ayında en yüksek buharlaşma oranı görülebilmektedir. Ağustos-Kasım ayları arası tekrar düşen buharlaşma miktarı kasım ayında en düşük orana ulaşır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 2020).

Çalışmanın yapıldığı Melen Akarsuyu havzası Düzce ili; Cumayeri, Gölyaka, Gümüşova, Çilimli, Kaynaşlı, Yığılca ve Merkez ilçe olmak üzere 6 ilçeye bölünmüştür. İlçelere bağlı mahalleler pek çok kırsal yerleşimlerden oluşmaktadır. İlçelerde merkez ilçe geçim kaynağı olarak hizmet sektörüne yönelmiş durumdadır. Diğer ilçelerde ise arazi kullanımı ve ekonomik açıdan bakıldığında tarım ve hayvancılık fazlasıyla görülmektedir. Bu durumdan dolayı nüfusun büyük bir kısmı tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlamaktadır.

Düzce ili Bursa, Yalova, İstanbul ve Kocaeli illerine yakın ve oradaki sanayileşme hareketliliğinden etkilenmektedir. Aynı zamanda Anadolu illerine bağlantı güzergahı üzerinde bulunması Düzce'nin şehir gelişimini hızlandırmış ve şehrin kenar kısımları ile kırsal bölgelerin birleşmesiyle yeni sanayi bölgeleri ve konut bölgeleri ortaya

çıkarak beşerî açıdan büyümeye devam etmektedir. Şehrin fiziki olarak büyümesi insanlara geçim kaynağı oluşturması bir yandan havza geneli arazi kullanımını kötü yönde etkileyip doğal kaynakların alanını daraltarak sorun teşkil etmektedir. Şehir gelişimi arttıkça her geçen yıl su yüzeyleri başta olmak üzere tarım ve ormanlık araziler; yerleşim, sanayi ve diğer beşerî alanlara göre yüz ölçümü olarak küçülmektedir (Akkaya Y.,2019).

Çalışma havzası geneli 400 bin kişiye yakın nüfustan oluşmakta olup kültürel, ekonomik ve şehirselleşme açıdan gelişen ve bunlara bağlı kalarak devamlı taleplerin fazlaştığı görülmektedir. Çalışma alanının ekonomik durumuna ticaret ve sanayi oluşumları açısından bakıldığında ilk başta Merkez ilçe ve diğerleri gelmektedir. Havza geneli faaliyette çalışmakta 3 adet Organize Sanayi Bölgesini bünyesinde toplamaktadır. Bu bölgeler içinde öne çıkan Otomotiv Yan Sanayisi, Tekstil Sanayisi, gıda işleme sanayi faaliyetleri ve Orman Endüstrisi Sanayi sektörleridir. En önemli sanayi alanını ise tarım alanı ürünü olan fındık işletmeleri oluşturmakta, yüksek orandan üretimi ve işlenip ihracatı yapılmaktadır. Üretim ve tüketimdeki hızlı artışlar faaliyetlerdeki alanların çalışmaya devam edebilmesi için daha fazla enerji kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Dünya üzerinde tüketilen enerji kaynaklarının çoğu fosil kaynaklar yani petrol, doğal gaz ve kömürden sağlanmaktadır. Çalışma alanı geneli elektrik üretimi Hidroelektrik Santraller, Biyogaz ve Doğalgaz gibi enerji kaynaklarından faydalanmaktadır. Akarsu üzerlerine inşa edilen Hidroelektrik Santrallerine havza genelince çokça rastlanmakta aynı zamanda evsel ve endüstriyel atıklarla enerji üreten Biyogaz Santralleri de bulunmaktadır. Suyun toplandığı havzaların çevresinde kurulan bütün beşerî çalışmalar su kalite durumunu ve kirliliğini etkilemektedir. Kirlilik, şehrin veya kırsal bölgelerdeki arazinin kullanım çalışmaları sonucu oluşabilen zararlı durumlardır. Çalışmanın yapıldığı alanın araziden faydalanma şartları ele alındığında canlı yaşam yerleri, çayırılık ve mera bölgeleri, tarım amaçlı arazi alanlarından faydalanma, sanayi bölgeleri ve ulaşım ağı vb. kullanımların varlığı görülmektedir. Bölgede hatalı kullanımlar nedeniyle akarsu yataklarının kalite standartlarına negatif yönde etkileyen kirlenici kaynaklar oluşmaktadır. Çalışma alanı içinde fazla bir nüfusun ve sanayileşmiş bölgelerin bulunması kirlenici kaynakların var oluşunu ortaya koymaktadır. Çalışma havzasında

bulunan il ve ilçeleri evsel ve endüstriyel çevre kirliliğine neden olabilecek atıklar çıkarmaktadır. Bunun üzerine sanayileşmeden kaynaklı çıkan kirletici atık maddelerin yeterince arıtımı yapılmadan doğaya salınması kirliliğin artması gibi sonuçları doğurmaktadır. Bölgedeki akarsular, göller ve barajlar gibi kaynak sular, yağışların nedeniyle yüzeyde oluşan akışla birlikte arazi üstündeki kirletici kaynakların taşınımı ve yeraltı suları karışımı ile zararlı yönden etkilenebilmektedir (Akkaya Y.,2019).

Havza geneli kirliliğe neden olabilecek durumların çoğu beşerî faaliyetlerin sonucudur. Akarsu havzasının çevresinde; tarımsal amaçlı suni-kimyasal gübreler (ilaçlar, pestisitler gibi), çayırların ve meraların bilinçsiz kullanılması, hayvancılık uygulamaları nedeniyle oluşan atıkların akarsular gibi yüzey sularına veya yeraltı sularına karışabilmesi, bölge yerleşimlerinden çıkan evsel veya endüstriyel atıkların arıtımı yapılmadan direkt olarak akarsu kaynaklarına dökülmesi, inşaat atıklarının (moloz, hafriyat vb.) izinsiz ve dağınık şekilde arazi şartlarına uygun depolaması yapılmadan akarsu kolunun kenarına atılması, köy veya kırsal yerleşim yerlerindeki lağım çukurlarından sızan suyun akarsuya karışması, akarsu havzası içinde bulunan karayollarından geçen araçların neden olabileceği kirletici faktörler, madencilik faaliyetleri kum-taş ocaklarının olması gibi birçok kirletici faktör Melen Akarsuyu havzası genelince kirlenebilmesine yol açmaktadır (Akkaya Y.,2019).

BÖLÜM 4. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışmasında Düzce Melen Nehri'nin kollarında belirlenen 10 farklı noktada “Tek İstasyon Yöntemi” ele alınarak GPP, ER ve NEP değerleri farklı K katsayısına bağlı olarak tahmin edilmiştir. Tez çalışmasında izlenen yol aşağıda maddeler halinde verilmiştir. Çalışma başından itibaren ilerleyişin açıklaması Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

1. Çalışma alanı olarak Melen Nehri'nin farklı konumlarda bulunan yan kollarına gidilmiş ve 10 adet inceleme noktası belirlenmiştir.
2. Belirlenen izleme noktalarında Temmuz 2020-Eylül 2021 tarihleri arasında her ay en az iki gün süreyle çözünmüş oksijen konsantrasyonu ve su sıcaklığı (T) ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca su debisi, su hızı ve su derinliği ölçümleri yapılmıştır.
3. İzleme çalışmasından elde edilen veriler kullanılarak GPP, ER ve NEP hesapları tek istasyon yöntemi ile akarsuyun metabolizma bileşenleri sayısallaştırılmıştır.



Şekil 4.1. İş akış şeması

4.1. Çevresel Değişkenlerin İzlenmesi

Temmuz 2020 – Eylül 2021 tarihleri arasında 13 ay boyunca Tablo 3.1.'de belirtilen 10 farklı noktaya gidilerek akarsu metabolizma bileşenlerinin hesaplanabilmesi için lazım olan çözülmüş oksijen (ÇO) ve su sıcaklığı (T_{su}) parametre değerleri ölçülmüştür. Fakat kötü hava şartları ve çevresel etkenler nedeniyle Şubat 2021 ve Temmuz 2021 aylarında arazi çalışması ve ölçümler yapılamamıştır. Ölçümler, 5 dakikalık aralıklarla en az 48 saat boyunca olacak şekilde (2–7 gün) gerçekleştirilmiştir (Bales ve Nardi, 2007). Bu iki parametrenin ölçümü için PME MiniDOT Data Logger cihazı kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.2.). Ölçümler bu cihaz ile istenilen zaman aralıklarında yapılabilmektedir. Ölçüm verileri dahili bir SD karta kaydedilmektedir. Akarsu akışına doğru ölçüm için yerleştirilen bu cihazın ortam koşulları nedeniyle (taş, yosun, bitki ve ağaç parçaları, deşarjdan gelen atık maddeler vb.) zarar görmemesi ve akarsu yatağında sabit kalması için plastik boru ve ucu sivri demir kazıklar kullanılmıştır. Ölçüm cihazlarının kurulumu ve toplanması sırasında eş zamanlı olarak metabolizma hesaplamalarında kullanmak için su debisi (Q), su hızı (V), akarsu derinliği (D) ve genişliği (W) ölçülmüştür ve akarsudan anlık su numuneleri alınmıştır. Alınan bu numuneler ile anlık pH ve İletkenlik parametreleri ölçümleri de yapılmıştır. pH ve iletkenlik ölçümlerinde Hach HQ40d portatif ölçüm cihazı kullanılmıştır. Su debisi (Q), su hızı (V), akarsu derinliği (D) ve genişliği (W) ölçümleri için Son Tek Flow Tracker Handheld ADV debi ölçer cihazı kullanılmıştır.

PME MiniDOT Data Logger cihazına ait özellikler Tablo 4.1.'de detaylı olarak verilmiştir. Son Tek Flow Tracker Handheld ADV debi ölçer cihazı ve Hach HQ40d portatif ölçüm cihazı kullanılarak yapılan arazi çalışmalarına ait örnek görüntüler ise Şekil 4.3.-4.6. arasında verilmiştir.



Şekil 4.2. Çalışmada çözünmüş oksijen (ÇO) ve su sıcaklığı (T_{su}) ölçümleri için kullanılan PME MiniDOT Data Logger cihazı.

Tablo 4.1. PME MiniDOT Data Logger ölçüm cihazı özellikleri

Sensör tipi	Optik
Kalibrasyon aralığı	%0-150 doyunluk
Oksijen doğruluğu	Ölçümün $\pm$ %5 veya $\pm$ 0.3 mg L ⁻¹
Oksijen çözünürlüğü	0.01 mg L ⁻¹
Sıcaklık doğruluğu	$\pm$ 0.1°C
Sıcaklık aralığı	0°C - 35°C
Sıcaklık çözünürlüğü	10 mg
Tepki süresi	Oksijen için yaklaşık 30 saniye
Örnekleme gücü kapasitesi	Bir sonraki pil değişimine kadar 500.000 numune
Bellek	-
Günlük oranı	5 saniye ile 24 saat aralığında
Pil	İki adet AA lityum pil
Yazılım	Görselleştirme yazılımı
Boyutlar	1.95 inç çap x 7.375 inç uzunluk
Maksimum derinlik	100 m



Şekil 4.3. Akarsu yatağında su debisi (Q), su hızı (V), derinlik (D) ve genişlik (W) ölçümü.



Şekil 4.4. Anlık pH ve İletkenlik parametrelerinin ölçümü.



Şekil 4.5. Çözünmüş oksijen (ÇÖ) ve su sıcaklığı (T_{su}) ölçüm cihazlarının akarsu yatağına yerleştirilmesi.



Şekil 4.6. Anlık numunelerin alımı.

4.2. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin Hesabı

Bu çalışmada akarsu metabolizma bileşenlerinin hesaplanması için 10 farklı noktadan PME MiniDOT Data Logger cihazı kullanılarak 5 dakikalık aralıklar ile T_{su} ve $\dot{C}O$ ölçümleri yapılmıştır. 10 numaralı istasyonda çevresel faktörlerden doğan olumsuzluklar nedeniyle Nisan 2021 tarihinden sonra ölçüm yapılamamıştır. Akarsu metabolizma bileşenlerinin hesaplanmasında kullanılan su debisi (Q), su hızı (V), akarsu derinliği (D) ve akarsu genişliği (W) gibi çevresel değişkenler $\dot{C}O$ ölçüm cihazlarının akarsuya yerleştirilmesi sırasında bir kez ölçülmüştür. Akarsu metabolizma bileşenleri hesaplarının yapılabilmesi için Rivermet[®] programından yararlanılmıştır. Rivermet[®] programı akarsu metabolizması bileşenlerini sıcaklık ve çözünmüş oksijen verilerinden faydalanarak tek istasyon yöntemiyle hesaplamaktadır. Program kullanıcıların isteklerine uygun durumda modellenmiş bir Microsoft Office Excel veri tabanlı yazılımdır. İki ana dosyası vardır; Metadata.mdb uzantılı ve Metacalc.xls uzantılı dosyalardır. Metadata.mdb, verileri kaydederek depolamak ve sıralamak için çalıştırılır. Metacalc.xls ise Microsoft Access Database programı ile hesaplamaları sonuçlandırmak için çalıştırılan dosyadır. Akarsu metabolizmasını hesaplamak için gerekli veriler tarih, saat, çözünmüş oksijen, sıcaklık, su debisi, su hızı, su derinliği, gün doğumu ve gün batımı zamansal bilgileridir (Izagirre vd., 2007).

4.2.1. Brüt birincil üretim (GPP)

GPP, fotosentez etkisiyle yeni üretilmiş organik madde miktarıdır. Birincil verimlilik, birincil üretim oranıdır (birim zaman oluşan miktar). Rivermet programı akarsu metabolizma bileşenlerini aşağıda verilen denklem ile hesaplamaktadır. Denklem 4.1 ile hesaplanmıştır (Izagirre vd., 2007).

$$GPP (dt) = \frac{dC}{dt} - K(C_s - C) + ER + A \quad (4.1)$$

Denklemde;

$GPP (d_t)$: t anındaki brüt birincil üretim ($grO_2m^{-2}gün^{-1}$),

- d_C/d_t : Çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki değişim oranı ($\text{mgL}^{-1}\text{d}_t^{-1}$),
- K : Atmosferik oksijen alışveriş katsayısı (d_K^{-1}),
- C_s : Çözünmüş oksijenin doyumluk konsantrasyonu (mgL^{-1}),
- C : Çözünmüş oksijen konsantrasyonu (mgL^{-1}),
- ER : Ekosistem solunumu ($\text{grO}_2\text{m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$),
- A : Çözünmüş oksijen dinamiğini etkileyen diğer girdileri (mgL^{-1})(ihmal edilmiştir)

ifade etmektedir.

Rivermet programında çözünmüş oksijen doyumluk konsantrasyonunu hesaplamak için kullandığı denklem 4.2’de verilmiştir.

$$\begin{aligned} \ln C_s = & -139.34411 + (1.575701 \times 10^5 / T) - (6.642308 \times 10^7 / T^2) + \\ & (1.243800 \times 10^{10} / T^3) - (8.621949 \times 10^{11} / \\ & T^4) \end{aligned} \quad (4.2)$$

Denklemde; T (sıcaklık °C cinsinden) ifade edilmektedir.

4.2.2. Ekosistem solunumu (ER)

ER, organik maddenin karbondioksit oksidasyonu ve organiklerin parçalanma hızını tanımlar (Grace, 2006). Solunum, hücre metabolizması ve büyüme için enerjiyi verir. Solunum işlemi oksijen tüketir. Oksijen konsantrasyonundaki diğer değişimlere genelde fotosentez ve solunum sebep olmaktadır.

Rivermet programı, gece vakitlerinde regresyon yaparak ER değerini hesaplamaktadır. Çalıştırılan bu işlemler 20 °C’deki solunum değerini ifade eder. Rivermet programı ilerleyen zamanda gece vakitlerindeki ortalama T_{su} ’dan faydalananarak, sıcaklık düzeltilmeli ekosistem solunumunu (ER_T) hesaplar (Izagirre vd., 2007). Çözünmüş

oksijen konsantrasyonunda gerilemeye sebep olduğu için Rivermet programında ER negatif (-) değer ile gösterilmektedir.

4.2.3. Net ekosistem üretimi (NEP)

Net ekosistem üretim hızı olan NEP, GPP ve ER arasındaki farktan sonuçlanır (Vollenweider, 1974, Bott vd., 1978). NEP değeri, sistemdeki mevcut günlük konsantrasyon kazanımının oksijen kaybına olan oranı gösterir. Rivermet programı NEP değerlerini aşağıdaki denklem 4.3'te gösterildiği gibi hesaplamaktadır.

$$NEP(dt) = dC/dt - K (C_s - C) \quad (4.3)$$

Denklemde;

$NEP(d_t)$: t anındaki net ekosistem üretimi ($grO_2m^{-2}gün^{-1}$),

dC/d_t : Çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki değişim oranı ($mgL^{-1}d_t^{-1}$),

K : Atmosferik oksijen alışveriş katsayısı (d_K^{-1}),

C_s : Çözünmüş oksijenin doygunluk konsantrasyonu (mgL^{-1}),

C : Çözünmüş oksijen konsantrasyonu (mgL^{-1}),

ifade etmektedir.

Rivermet programının 4.3 denkleminde verilen dC/d_t 'yi hesaplamak için uyguladığı denklem 4.4'te verilmiştir.

$$dC/dt = K (C_s - C) + ER \quad (4.4)$$

Denklemde;

dC/d_t : Çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki değişim oranı ($mgL^{-1}d_t^{-1}$),

K : Atmosferik oksijen alışveriş katsayısı (d_K^{-1}),

- C_s : Çözünmüş oksijenin doygunluk konsantrasyonu (mgL^{-1}),
- C : Çözünmüş oksijen konsantrasyonu (mgL^{-1}),
- ER : Ekosistem solunumu ($\text{grO}_2\text{m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$), ifade etmektedir.

4.3. Atmosferik Oksijen Alışverişi Katsayısı (K)

“K” katsayısı oksijen difüzyonu için oldukça önemlidir. Açık kanal yöntemlerinde (Tek istasyon ve iki istasyon yöntemi) “K” değerinin hesaplanması sonucu net belirleyici işlemdir. Bu katsayı değeri akarsu durumuna (su akış hızı, su derinliği vs.) göre değişiklik göstermektedir. “K” değeri ve akarsu durumları arasındaki bağlantı fazlasıyla sorun çıkarmaya meyillidir. “K” değerini hesaplamak için faydalanan yöntemlerden en fazla tercih edilenler; izleyici gaz metodu, ampirik formüller kullanmak ve geceleri oksijen konsantrasyonundaki azalışı ampirik formüller kullanarak sonuçlandırmaktır.

İzleyici gaz metodu, bir bölgede sabit izleyici gazın (propan, etan, SF_6) ve bir tutucu izleyicinin (^3H , Cl^-) sabit hızda enjekte edilmesini, sonradan tutucu ve gaz izleyici gazlarındaki düşüşü farklı birkaç noktadan alınan su numunelerinde ölçülmesini gösterir. Küçük ve türbülanslı akıma sahip akarsular için en uygun yöntem olarak bilinmektedir (Izagirre vd., 2007).

Ampirik formüller “K” değerinin hesaplanmasındaki sorunları çözmek için geliştirilmiştir. Çoğunlukla su hızı, su derinliği, eğim ve sürtünme hızı gibi temel hidrolojik parametrelere bağlıdır. Bu nedenle birden fazla formül geliştirilmiş, bulunmuştur fakat performansları farklılık göstermektedir.

Gece vakitlerindeki oksijen konsantrasyonu azalışını saptamak için “K” değeri hesabında farklı yöntem geliştirilmiştir. Gün batımı itibarıyla gün doğumuna kadar fotosentez durmaktadır. Geceleri bu zaman aralığında oksijen konsantrasyonundaki farklılıkları harekete geçiren bir diğer ana bileşende solunumdur. Doymunluk açığı oluşukça atmosfer tarafından oksijen difüzyonunda doğru oranda artış göstermeye

başlar. Bu nedenle gece vakitlerinde çözünmüş oksijen konsantrasyonu solunum hızı ve “K” değerine dayanarak farklılıklar gösterebilir (Izagirre vd., 2007).

Bu tez kapsamında akarsu metabolizma bileşenleri (GPP, ER ve NEP) hesapları için 7 değişik yöntem uygulanarak “K” değeri hesaplanmıştır. Bu yöntemler sırasıyla;

Yöntem 1: Hornberger-Kelly gece saatlerine bağlı regresyon yöntemi uygulanarak “K ve ER” hesaplamalarının yapılması

Yöntem 2: Hornberger-Kelly gece saatlerine bağlı regresyon yöntemi uygulanarak “K” değeri hesaplamalarının yapılması

Yöntem 3: Debiye bağlı ampirik formül uygulanarak “K” değeri hesaplamalarının yapılması

Yöntem 4: Owens formülü uygulanarak “K” değeri hesaplamalarının yapılması

Yöntem 5: O'Connor ve Dobbins formülü uygulanarak “K” değeri hesaplamalarının yapılması

Yöntem 6: Churchill formülü uygulanarak “K” değeri hesaplamalarının yapılması

Yöntem 7: Akarsu metabolizma hesaplamaları için Schmidt sayısına (S_c) ve K_{600} (msaat⁻¹) bağlı olarak “K” değeri hesaplamalarının yapılması

Yöntem 1 uygulanarak hesaplanan “K” değerinin ve ER’nin T düzeltme denklemleri aşağıda 4.5 ve 4.6’da gösterilmiştir.

$$K_T = K_{20^{\circ}\text{C}} (1.0241^{(T-20)}) \quad (4.5)$$

$$ER_T = ER_{20^{\circ}\text{C}} (1.07^{(T-20)}) \quad (4.6)$$

Denklemlerde;

K_T : Sıcaklığı düzeltilmiş K katsayısı

$K_{20^{\circ}\text{C}}$: K katsayısının 20°C 'deki değeri

ER_T : Sıcaklığı düzeltilmiş ekosistem solunumu

$ER_{20^{\circ}\text{C}}$: Ekosistem solunumunun 20°C 'deki değeri

ifade etmektedir.

Yöntem 2 uygulanarak hesaplanan “K” değerinin ve ER 'nin T düzeltme denklemi aşağıda 4.7’de gösterilmiştir.

$$K_T = K_{20^{\circ}\text{C}} (1.0241^{(T-20)}) \quad (4.7)$$

Denklemde;

K_T : Sıcaklığı düzeltilmiş K katsayısı

$K_{20^{\circ}\text{C}}$: K katsayısının 20°C 'deki değeri

ifade etmektedir.

Yöntem 3’te uygulanan denklem 4.8’de verilmiştir.

$$(T = 20^{\circ}\text{C} \text{ için}) K = (0.0162 * Q) + 0.054 \quad (4.8)$$

Denklemde;

Q : Akarsu debisini (m^3sn^{-1})

ifade etmektedir.

Yöntem 4’te uygulanan denklem 4.9’da verilmiştir.

$$(T = 20^{\circ}\text{C} \text{ için}) K = 5.32 * V^{0.67} * D^{-1.85} \quad (4.9)$$

Denklemde;

V : Akarsu hızı (m sn⁻¹)

D : Akarsu derinliğini (m)

ifade etmektedir.

Yöntem 5'te uygulanan denklem 4.10'da verilmiştir.

$$(T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C için}) K = 3.93 * V^{0.5} * D^{-1.5} \quad (4.10)$$

Denklemde;

V : Akarsu hızı (m sn⁻¹)

D : Akarsu derinliğini (m)

ifade etmektedir.

Yöntem 6'da uygulanan denklem 4.11'de verilmiştir.

$$(T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C için}) K = 5.026 * V * D^{-1.67} \quad (4.11)$$

Denklemde;

V : Akarsu hızı (m sn⁻¹)

D : Akarsu derinliğini (m) ifade etmektedir.

Yöntem 7'de uygulanan denklemler 4.12, 4.13, 4.14'te verilmiştir.

$$K = K_{600} * 1.024^{(T-17.5)} / D \quad (4.12)$$

$$K_{600} = 5937 * (1 - 2.54 * Fr^2) * (V * S)^{0.89} * D^{0.58} \quad (4.13)$$

$$Fr = V / (g * D)^{0.5} \quad (4.14)$$

Denklemlerde;

K_{600} : Raymond denklemine göre 17.5 °C’de tahmin edilmiş gaz transfer hızını

Fr : Froude sayısını

V : Akarsu hızı (m sn^{-1})

S : Eğimi (m/m)

D : Akarsu derinliğini (m)

g :Yer çekimi ivmesini (m sn^{-2})

T :Su sıcaklığını(°C), ifade etmektedir.



BÖLÜM 5. BULGULAR

5.1. Akarsu Metabolizma Bileşenleri Karakterizasyonu’nu Belirleyici İstatiksel Parametreler

Araştırma boyunca Temmuz 2020 – Eylül 2021 tarihleri aralığında 13 ay süreli ölçülen ve metabolizma bileşenlerini hesaplamada önemli parametreler olan T_{Su} , Çözünmüş Oksijen ve Çözünmüş Oksijen Doygunluk parametre değerleri Tablo 5.1., Tablo 5.2., Tablo 5.3. ve Tablo 5.4.’te verilmiştir. 10 farklı kesitte ölçülen değerler ölçüm yapılan zaman aralığında “Ölçülen veri sayısı, Minimum değer, Maksimum değer, değerlerin ortalaması ve standart sapması” şeklinde gruplanarak özetlenmiştir. Şubat 2021 ve Temmuz 2021 tarihlerinde kötü hava şartları ve çevresel etkenler nedeniyle ölçüm yapılamadığından tablolara eklenmemiştir.

Tablo 5.1. Temmuz 2020, Ağustos 2020, Eylül 2020, Ekim 2020 aylarında her bir akarsu kesiti için betimleyici değerler

İstasyon No	İstatistiksel Parametre	Temmuz 2020			Ağustos 2020			Eylül 2020			Ekim 2020		
		Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)	Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)	Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)	Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)
1	n*	852	852	852	598	598	598	546	546	546	582	582	582
	Min	17,945	4,27	51,5	18,97	1,01	1,01	19,56	1,99	23,43	14,77	4,26	44,42
	Maks	36,484	8,66	109,99	34,44	8,75	103,46	29,32	7,66	90,68	24,61	8,74	92,10
	Ortalama	21,9	7,24	84,4	22,36	5,06	50,42	21,99	6,02	69,90	17,16	6,99	73,47
	Std.Sapma	±3,04	±1,11	±11,72	±2,32	±2,30	±33,05	±1,58	±1,66	±19,34	±1,45	±1,41	±14,08
2	n*	832	832	832	606	606	606	646	646	646	573	573	573
	Min	15,8	6,98	92,56	14,76	6,39	91,95	12,96	6,24	87,55	13,23	6,46	67,16
	Maks	31,7	9,08	99,03	36,45	9,00	104,06	36,49	10,02	117,05	29,57	10,89	113,92
	Ortalama	18,6	8,53	94,77	21,10	8,10	94,26	21,44	8,43	95,67	15,80	8,28	84,73
	Std.Sapma	±2,11	±0,33	±1,30	±4,90	±0,60	±2,66	±6,86	±0,93	±5,74	±1,51	±1,23	±13,11
3	n*	817	817	817	577	577	577	624	624	624	556	556	556
	Min	15,35	6,53	84,37	16,19	6,15	83,92	16,07	4,00	41,20	13,34	6,91	81,20
	Maks	31,20	8,70	94,12	36,52	8,22	94,70	28,85	8,61	93,54	22,61	8,84	89,10
	Ortalama	17,002	8,38	90,29	18,37	7,79	86,37	18,14	7,43	79,92	14,73	8,39	83,92
	Std.Sapma	±1,199	±0,207	±1,007	±1,67	±0,24	±2,33	±2,46	±1,07	±12,23	±0,80	±0,19	±2,04
4	n*	806	806	806	554	554	554	562	562	562	588	588	588
	Min	18,32	6,75	75,75	20,34	6,30	74,02	21,49	6,15	70,97	16,29	7,14	75,44
	Maks	28,50	9,75	112,74	29,85	8,88	106,03	27,89	8,57	100,92	28,16	8,79	97,50
	Ortalama	20,04	7,96	90,00	22,00	7,39	86,86	22,23	7,15	83,40	18,34	7,68	82,94
	Std.Sapma	±1,03	±0,95	±11,83	±0,86	±0,86	±10,68	±0,59	±0,79	±9,90	±2,07	±0,41	±6,08
5	n*	X	X	X	495	495	495	508	508	508	576	576	576
	Min	X	X	X	18,42	7,05	85,01	19,07	7,3	83,8	15,03	7,45	85,41
	Maks	X	X	X	28,39	8,99	105,59	26,1	9,4	110,9	26,93	9,63	105,57
	Ortalama	X	X	X	21,63	7,96	91,79	21,0	8,0	91,6	17,51	8,64	91,74
	Std.Sapma	X	X	X	±2,51	±0,46	±6,47	±1,8	±0,7	±9,7	±1,60	±0,51	±6,52
6	n*	791	791	791	465	465	465	504	504	504	568	568	568
	Min	21,69	1,06	1,01	23,6	3,6	44,6	22,49	1,01	8,18	18,96	3,92	44,02
	Maks	25,92	7,92	94,34	28,0	12,9	161,2	25,82	7,85	95,06	34,34	8,26	96,37
	Ortalama	23,65	5,85	61,27	25,6	7,5	93,7	24,32	3,80	38,66	19,96	6,30	70,20
	Std.Sapma	±1,14	±1,25	±25,60	±1,1	±2,7	±34,9	±0,98	±1,69	±23,57	±0,79	±1,05	±11,66
7	n*	660	660	660	542	542	542	532	532	532	584	584	584
	Min	17,00	6,14	84,89	18,0	5,7	69,9	16,95	6,77	76,44	13,74	6,75	72,77
	Maks	36,04	8,53	97,53	36,4	12,4	152,7	36,43	10,07	118,18	30,86	11,94	124,10
	Ortalama	21,28	7,84	90,33	21,8	8,0	93,8	20,19	8,09	90,86	16,87	8,27	86,77
	Std.Sapma	±3,31	±0,36	±4,26	±3,2	±1,6	±20,8	±2,87	±1,02	±14,45	±2,04	±1,26	±14,49
8	n*	643	643	643	536	536	536	530	530	530	580	580	580
	Min	13,65	6,30	84,94	14,89	6,84	87,71	13,69	6,33	80,37	11,3	6,6	74,4
	Maks	31,23	8,29	93,29	28,74	8,43	96,41	31,64	8,57	87,76	20,7	9,2	86,8
	Ortalama	16,26	7,82	86,39	16,62	8,10	90,35	15,39	8,17	82,76	12,6	8,7	82,9
	Std.Sapma	±2,10	±0,29	±0,96	±1,39	±0,22	±1,04	±1,90	±0,27	±1,14	±0,7	±0,2	±1,2
9	n*	613	613	613	558	558	558	556	556	556	535	535	535
	Min	16,40	6,94	92,99	18,60	6,75	89,11	19,59	6,38	75,90	13,82	6,89	78,81
	Maks	31,68	9,09	99,62	36,49	9,36	113,39	32,68	9,61	121,88	25,42	10,17	110,77
	Ortalama	20,72	8,36	95,27	24,30	8,11	99,19	23,73	7,71	92,67	18,43	8,26	89,32
	Std.Sapma	±3,29	±0,44	±1,72	±4,50	±0,63	±8,70	±3,64	±0,87	±13,73	±3,02	±0,85	±10,29
10	n*	602	602	602	569	569	569	557	557	557	533	533	533
	Min	14,67	6,90	87,23	15,85	7,00	82,86	13,18	6,33	86,39	12,85	7,89	85,18
	Maks	28,33	8,72	93,66	24,49	8,21	91,43	36,45	9,29	101,59	21,48	9,56	93,85
	Ortalama	16,69	8,34	90,33	17,55	7,76	85,77	17,72	8,47	89,84	13,89	8,99	88,32
	Std.Sapma	±1,34	±0,23	±0,63	±1,09	±0,20	±2,38	±4,22	±0,56	±2,32	±0,58	±0,23	±2,25

Tablo 5.2. Kasım 2020, Aralık 2020, Ocak 2021, Mart 2021 aylarında her bir akarsu kesiti için betimleyici değerler

İstasyon No	İstatiksel Parametre	Kasım 2020			Aralık2020			Ocak 2021			Mart 2021		
		Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)	Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)	Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)	Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)
1	n*	587	587	587	581	581	581	588	588	588	592	592	592
	Min	9,53	8,03	78,04	7,59	8,79	83,25	7,26	9,24	84,56	7,11	8,28	84,23
	Maks	13,91	9,51	91,37	19,01	11,16	96,20	15,54	10,84	97,23	19,36	11,00	92,46
	Ortalama	12,13	8,62	81,33	9,45	9,78	86,68	9,51	9,76	86,80	9,05	10,34	90,69
	Std.Sapma	±1,01	±0,41	±2,37	±1,01	±0,39	±2,68	±0,99	±0,37	±1,97	±1,35	±0,38	±0,73
2	n*				586	586	586	593	593	593	594	594	594
	Min	X	X	X	5,00	7,76	65,22	4,12	8,90	73,60	5,94	8,14	81,20
	Maks				16,19	11,92	99,82	13,58	14,47	121,98	14,65	11,11	91,50
	Ortalama				6,53	9,38	77,47	5,66	10,76	87,14	7,20	10,55	88,48
	Std.Sapma				±0,93	±1,15	±9,79	±0,99	±1,49	±12,33	±1,03	±0,29	±1,14
3	n*	570	570	570	567	567	567	577	577	577	572	572	572
	Min	8,46	7,88	82,88	6,39	9,18	86,63	5,47	8,79	80,67	4,92	8,51	84,40
	Maks	17,12	10,60	94,30	15,59	11,00	93,51	13,70	10,63	88,54	18,98	11,50	92,91
	Ortalama	9,68	10,09	90,02	7,38	10,47	88,36	6,77	9,94	82,75	6,21	11,03	90,24
	Std.Sapma	±0,67	±0,24	±1,90	±0,78	±0,23	±2,09	±0,84	±0,27	±2,44	±1,04	±0,29	±0,71
4	n*	554	554	554	543	543	543	559	559	559	556	556	556
	Min	10,28	8,05	75,21	7,44	9,21	78,62	6,31	8,99	83,80	7,31	8,85	78,90
	Maks	15,38	9,89	93,18	12,37	11,23	97,94	17,10	12,79	108,59	16,39	11,76	103,59
	Ortalama	11,46	8,67	80,67	8,14	9,85	84,73	7,28	10,92	92,09	8,74	10,23	89,23
	Std.Sapma	±0,63	±0,47	±4,89	±0,41	±0,50	±4,96	±0,77	±0,67	±5,71	±0,94	±0,79	±8,08
5	n*	570	570	570	578	578	578	590	590	590	585	585	585
	Min	10,96	8,78	90,11	6,83	8,39	87,63	5,55	8,96	87,92	6,15	8,62	85,08
	Maks	19,01	11,40	108,34	19,52	11,63	101,32	15,33	11,66	99,28	14,17	11,28	92,85
	Ortalama	12,66	9,91	94,68	7,98	10,67	91,30	7,44	10,78	91,21	7,63	10,83	91,77
	Std.Sapma	±0,89	±0,61	±5,99	±1,13	±0,49	±4,25	±1,17	±0,47	±3,41	±0,93	±0,27	±0,59
6	n*	565	565	565	572	572	572	587	587	587	582	582	582
	Min	13,13	5,88	57,53	9,14	6,50	62,73	8,06	7,97	76,61	7,39	8,47	83,92
	Maks	20,73	9,92	97,60	19,67	10,59	93,81	23,13	11,05	99,11	14,33	10,46	89,55
	Ortalama	13,82	7,98	78,24	9,62	8,31	73,98	8,72	9,71	84,83	8,16	10,20	87,62
	Std.Sapma	±0,58	±0,94	±9,21	±0,49	±0,67	±5,86	±0,72	±0,47	±4,43	±0,46	±0,16	±0,60
7	n*	569	569	569	587	587	587	596	596	596	595	595	595
	Min	10,79	7,92	83,30	5,36	8,54	83,82	4,83	9,23	82,65	5,48	8,44	89,50
	Maks	24,66	11,27	109,46	19,44	14,11	122,28	15,59	14,43	126,42	19,87	11,60	96,03
	Ortalama	12,36	9,52	90,40	7,67	11,13	94,76	7,93	11,17	95,88	7,02	10,97	91,57
	Std.Sapma	±1,37	±0,77	±8,62	±1,72	±1,36	±13,38	±1,95	±1,60	±15,38	±1,11	±0,30	±1,79
8	n*	566	566	566	581	581	581	593	593	593	589	589	589
	Min	7,31	8,67	80,61	4,03	6,69	69,61	4,30	8,62	82,26	3,91	8,60	83,34
	Maks	11,45	10,03	85,10	16,61	10,80	85,12	13,87	10,98	86,92	14,41	11,08	87,16
	Ortalama	8,38	9,65	83,47	5,00	10,44	82,87	5,23	10,46	83,70	4,75	10,75	84,72
	Std.Sapma	±0,27	±0,12	±0,70	±0,81	±0,24	±1,06	±0,77	±0,24	±1,51	±0,78	±0,19	±0,62
9	n*	564	564	564	553	553	553	568	568	568	569	569	569
	Min	8,26	8,43	88,61	5,03	9,68	88,57	4,57	9,77	87,43	4,38	7,81	85,95
	Maks	20,17	11,71	112,68	13,44	12,27	103,49	12,00	12,86	111,83	22,31	11,43	91,54
	Ortalama	11,99	10,15	95,47	7,62	10,95	92,91	7,73	11,10	94,67	6,23	11,02	90,20
	Std.Sapma	±2,15	±0,72	±7,59	±1,52	±0,53	±4,52	±1,93	±0,82	±8,34	±1,19	±0,29	±0,54
10	n*	564	564	564	551	551	551	564	564	564	564	564	564
	Min	8,18	8,77	84,20	5,94	7,84	76,49	5,72	8,60	80,32	5,72	8,60	80,32
	Maks	12,86	10,68	94,33	13,59	10,66	89,87	11,58	11,15	91,95	11,58	11,15	91,95
	Ortalama	9,31	10,00	88,38	6,95	10,04	83,77	6,96	10,17	85,03	6,96	10,17	85,03
	Std.Sapma	±0,61	±0,30	±2,40	±0,69	±0,28	±2,28	±0,70	±0,35	±2,77	±0,70	±0,35	±2,77

Tablo 5.3. Nisan 2021, Mayıs 2021, Haziran 2021, Ağustos 2021 aylarında her bir akarsu kesiti için betimleyici değerler

İstasyon No	İstatiksel Parametre	Nisan 2021			Mayıs 2021			Haziran 2021			Ağustos 2021		
		Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)	Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)	Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)	Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)
1	n*	588	588	588	601	601	601	590	590	590	569	569	569
	Min	8,56	6,90	81,72	13,47	6,58	74,15	14,49	6,37	80,54	18,13	1,01	1,35
	Maks	23,45	11,05	96,82	30,98	9,83	105,46	36,44	9,27	94,66	27,08	53,50	576,66
	Ortalama	11,82	10,22	95,46	18,66	8,56	90,71	18,63	8,41	89,94	22,13	6,77	74,57
	Std.Sapma	±2,21	±0,54	±0,75	±3,53	±0,79	±5,03	±3,17	±0,58	±1,77	±2,88	±4,13	±48,57
2	n*	597	597	597	612	612	612	591	591	591	574	574	574
	Min	7,26	7,57	82,14	12,19	7,22	76,61	12,21	6,66	83,80	16,61	6,68	81,44
	Maks	24,51	10,20	91,97	24,51	11,05	115,36	34,37	9,61	95,20	32,99	9,31	101,15
	Ortalama	9,92	9,56	85,57	15,53	9,41	93,91	14,29	9,12	89,27	18,98	8,20	89,10
	Std.Sapma	±1,65	±0,36	±0,64	±2,35	±1,10	±12,65	±1,82	±0,30	±1,44	±1,87	±0,49	±5,75
3	n*	582	582	582	595	595	595	573	573	573	556	556	556
	Min	6,90	-4,45	-37,11	11,63	6,83	79,39	11,82	6,69	76,74	15,90	6,22	76,96
	Maks	20,20	642,66	5636,15	30,44	9,64	90,86	36,50	9,21	100,13	33,96	8,20	88,77
	Ortalama	8,83	9,11	79,78	13,57	9,06	86,56	12,99	8,93	84,97	17,21	7,94	83,18
	Std.Sapma	±1,26	±27,04	±236,86	±1,49	±0,32	±2,79	±1,26	±0,18	±1,14	±1,16	±0,17	±1,18
4	n*	563	563	563	578	578	578	557	557	557	538	538	538
	Min	9,99	7,68	85,81	12,41	6,48	74,39	14,21	7,43	81,79	18,37	6,90	76,75
	Maks	26,07	10,31	97,75	36,23	11,06	111,66	27,55	9,78	100,57	29,03	8,71	98,31
	Ortalama	11,11	10,09	92,94	14,80	9,25	90,88	16,42	8,63	88,55	20,09	7,67	85,23
	Std.Sapma	±1,41	±0,26	±1,42	±1,90	±1,17	±12,61	±1,48	±0,46	±5,83	±1,06	±0,61	±7,38
5	n*	588	588	588	558	558	558	574	574	574	572	572	572
	Min	9,42	8,40	91,41	12,78	7,27	82,33	12,75	7,64	89,94	17,36	6,91	90,13
	Maks	20,68	10,73	98,44	25,04	9,15	91,99	27,04	10,00	102,13	34,62	8,93	102,11
	Ortalama	12,14	10,06	94,72	17,17	8,32	85,74	16,93	9,15	94,72	20,43	8,41	93,98
	Std.Sapma	±2,36	±0,44	±1,81	±2,85	±0,44	±3,09	±3,00	±0,46	±4,06	±2,33	±0,36	±0,54
6	n*	579	579	579	556	556	556	570	570	570	568	568	568
	Min	11,07	1,03	1,04	17,24	5,40	59,00	16,48	7,77	90,36	21,87	1,00	1,06
	Maks	16,22	10,57	98,01	28,69	11,33	127,42	26,10	8,94	96,63	31,65	7,99	100,21
	Ortalama	11,92	9,96	85,66	19,62	7,35	79,90	17,98	8,66	91,78	23,40	5,13	45,78
	Std.Sapma	±0,49	±1,84	±29,62	±1,36	±1,37	±16,25	±1,18	±0,16	±0,87	±1,14	±2,14	±33,39
7	n*	596	596	596	565	565	565	581	581	581	581	581	581
	Min	8,12	5,68	72,97	12,90	6,63	79,70	13,19	6,57	87,29	16,69	5,55	79,57
	Maks	29,59	10,85	100,27	33,26	9,65	106,97	35,14	9,74	101,56	36,54	8,65	103,09
	Ortalama	10,30	10,29	92,87	17,48	8,54	88,77	16,45	9,01	92,41	19,79	8,04	88,77
	Std.Sapma	±1,83	±0,41	±1,08	±3,21	±0,56	±8,05	±2,67	±0,38	±4,23	±2,50	±0,32	±2,68
8	n*	593	593	593	562	562	562	577	577	577	576	576	576
	Min	4,57	7,82	83,17	10,49	7,37	80,12	10,03	7,03	76,92	13,90	7,17	82,76
	Maks	22,61	10,94	92,35	22,88	9,30	86,86	22,33	8,87	81,23	25,91	8,68	88,97
	Ortalama	6,02	10,54	85,78	12,89	8,79	82,68	11,81	8,46	78,35	15,47	8,35	84,30
	Std.Sapma	±1,39	±0,31	±0,36	±1,73	±0,30	±1,55	±1,40	±0,24	±1,13	±1,10	±0,18	±0,93
9	n*	575	575	575	550	550	550	588	588	588	576	576	576
	Min	6,19	6,27	74,31	11,71	7,29	87,70	12,65	7,33	87,49	17,02	-2,75	-29,30
	Maks	23,14	11,12	92,71	25,02	10,21	96,68	27,69	14,38	160,47	36,49	1351,17	15159,93
	Ortalama	8,30	10,55	90,84	15,05	9,47	93,32	15,30	9,24	92,43	20,83	10,91	122,66
	Std.Sapma	±1,42	±0,38	±0,82	±2,54	±0,44	±1,69	±2,03	±0,43	±3,68	±2,84	±56,84	±637,65
10	n*				225	225	225						
	Min	X	X	X	10,35	7,40	80,99	X	X	X	X	X	X
	Maks				22,32	9,42	85,72						
	Ortalama				12,02	9,05	83,43						
	Std.Sapma				±1,69	±0,34	±0,78						

Tablo 5.4. Eylül 2021 ayında her bir akarsu kesiti için betimleyici değerler

İstasyon No	İstatistiksel Parametre	Eylül 2021		
		Sıcaklık(°C)	Çözünmüş O ₂ (mgL ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ doygunluk (%)
1	n*	572	572	572
	Min	14,99	6,60	78,35
	Maks	31,14	10,22	112,02
	Ortalama	19,43	8,22	90,75
	Std.Sapma	±2,62	±0,99	±9,91
2	n*	577	577	577
	Min	13,30	5,80	77,64
	Maks	34,09	9,84	104,93
	Ortalama	16,54	8,46	88,17
	Std.Sapma	±2,18	±0,78	±8,40
3	n*	560	560	560
	Min	13,32	7,50	86,92
	Maks	25,94	9,21	93,99
	Ortalama	15,21	8,78	88,92
	Std.Sapma	±1,17	±0,24	±1,89
4	n*	544	544	544
	Min	18,23	7,10	79,75
	Maks	26,57	9,00	101,67
	Ortalama	20,04	7,83	87,71
	Std.Sapma	±1,02	±0,61	±7,31
5	n*	559	559	559
	Min	14,57	7,35	90,80
	Maks	27,70	9,81	107,27
	Ortalama	17,54	9,06	96,52
	Std.Sapma	±2,23	±0,43	±6,06
6	n*	555	555	555
	Min	19,57	3,64	40,81
	Maks	26,01	9,72	108,22
	Ortalama	20,75	6,07	69,03
	Std.Sapma	±0,79	±1,31	±15,31
7	n*	X	X	X
	Min	X	X	X
	Maks	X	X	X
	Ortalama	X	X	X
	Std.Sapma	X	X	X
8	n*	565	565	565
	Min	11,90	7,16	79,80
	Maks	25,67	8,92	89,72
	Ortalama	13,25	8,64	83,85
	Std.Sapma	±1,17	±0,20	±0,99
9	n*	577	577	577
	Min	13,85	6,84	89,09
	Maks	31,73	9,84	104,32
	Ortalama	18,33	8,78	94,81
	Std.Sapma	±3,30	±0,47	±4,86
10	n*	X	X	X
	Min	X	X	X
	Maks	X	X	X
	Ortalama	X	X	X
	Std.Sapma	X	X	X

n*: Örnek sayısı

Her ay düzenli olarak ölçülen T_{Su} , Çözünmüş Oksijen ve Çözünmüş Oksijen Doygunluk parametre değerleri Tablo 5.1., Tablo 5.2., Tablo 5.3. ve Tablo 5.4.'de verildiği gibidir. Temmuz 2020 tarihinde 5 numaralı istasyondan arazi şartlarının kötü ve elverişsiz olması nedeniyle veri alınamamıştır (bkz. Tablo 5.1).

Tablo 5.1.'de bulunan 4 aylık veri incelemesinde; Minimum T_{Su} değeri Ekim 2020 tarihinde 11,3 °C olarak İstasyon 8'de, Maksimum T_{Su} değeri Ağustos 2020 tarihinde 36,52 °C olarak İstasyon 3'te ölçülmüştür. Minimum Çözünmüş Oksijen değeri Ağustos 2020 ve Eylül 2020 tarihlerinde 1,01 mgL⁻¹ olarak İstasyon 1 ve İstasyon 6'da, Maksimum Çözünmüş Oksijen değeri Ağustos 2020 tarihinde 12,9 mgL⁻¹ olarak İstasyon 6'da ölçülmüştür. Minimum Çözünmüş Oksijen Doygunluk değeri Temmuz

2020 ve Ağustos 2020 tarihlerinde %1,01 olarak İstasyon 6 ve İstasyon 1’de, Maksimum Çözünmüş Oksijen Doygunluk değeri Ağustos 2020 tarihinde %161,2 olarak İstasyon 6’da ölçülmüştür. Kasım 2020 tarihinde 2 numaralı istasyondan arazi şartlarının kötü ve elverişsiz olması nedeniyle veri alınamamıştır (bkz. Tablo 5.2.).

Tablo 5.2.’de bulunan 4 aylık veri incelemesinde; Minimum T_{Su} değeri Mart 2021 tarihinde 3,91 °C olarak İstasyon 8’de, Maksimum T_{Su} değeri Kasım 2020 tarihinde 24,66 °C olarak İstasyon 7’de ölçülmüştür. Minimum Çözünmüş Oksijen değeri Aralık 2020 tarihinde 6,50 mgL⁻¹ olarak İstasyon 6’da, Maksimum Çözünmüş Oksijen değeri Ocak 2021 tarihinde 14,47 mgL⁻¹ olarak İstasyon 2’de ölçülmüştür. Minimum Çözünmüş Oksijen Doygunluk değeri Kasım 2020 tarihlerinde %57,53 olarak İstasyon 6’da, Maksimum Çözünmüş Oksijen Doygunluk değeri Ocak 2021 tarihinde %126,42 olarak İstasyon 7’de ölçülmüştür.

Nisan 2021 tarihinde 10 numaralı istasyondan arazi şartlarının kötü ve elverişsiz olması nedeniyle veri alınamamıştır (bkz. Tablo 5.3.) ve 10 numaralı istasyonda Haziran 2021 dahil olmak üzere sonrasında çevresel faktörler nedeniyle veri toplaması yapılmamıştır (bkz. Tablo 5.3., Tablo 5.4.).

Tablo 5.3.’de bulunan 4 aylık veri incelemesinde; Minimum T_{Su} değeri Nisan 2021 tarihinde 4,57 °C olarak İstasyon 8’de, Maksimum T_{Su} değeri Ağustos 2021 tarihinde 36,54 °C olarak İstasyon 7’de ölçülmüştür. Minimum Çözünmüş Oksijen değeri Ağustos 2021 tarihinde 1,00 mgL⁻¹ olarak İstasyon 6’da, Maksimum Çözünmüş Oksijen değeri Ağustos 2021 tarihinde 53,50 mgL⁻¹ olarak İstasyon 1’de ölçülmüştür. Minimum Çözünmüş Oksijen Doygunluk değeri Nisan 2021 tarihlerinde %1,04 olarak İstasyon 6’da, Maksimum Çözünmüş Oksijen Doygunluk değeri Haziran 2021 tarihinde %160,47 olarak İstasyon 9’da ölçülmüştür. Eylül 2021 tarihinde 7 numaralı ve 10 numaralı istasyondan arazi şartlarının kötü ve elverişsiz olması nedeniyle veri alınamamıştır (bkz. Tablo 5.4.).

Tablo 5.4.’de bulunan Eylül 2021 tarihi veri incelemesinde; Minimum T_{Su} değeri 11,90 °C olarak İstasyon 8’de, Maksimum T_{Su} değeri 34,09 °C olarak İstasyon 2’de

ölçülmüştür. Minimum Çözünmüş Oksijen değeri 3,64 mgL⁻¹ olarak İstasyon 6'da, Maksimum Çözünmüş Oksijen değeri tarihinde 10,22 mgL⁻¹ olarak İstasyon 1'de ölçülmüştür. Minimum Çözünmüş Oksijen Doygunluk değeri tarihlerinde %40,81 olarak İstasyon 6'da, Maksimum Çözünmüş Oksijen Doygunluk değeri tarihinde %112,02 olarak İstasyon 1'de ölçülmüştür.

Tablo 5.5. Temmuz 2020 – Eylül 2021 Tarihleri Arası Akarsu Kesitlerinde Ölçümü Yapılan Çevresel Değişkenler.

İstasyon No	Tarih	Ortalama Su Derinliği (m)	Ortalama Su Hızı (m sn ⁻¹)	Q (m ³ sn ⁻¹)	pH	İletkenlik
1	Temmuz 2020	0,202	0,254	0,854	8,42	377,0
	Ağustos 2020	0,177	0,182	0,493	8,58	630,0
	Eylül 2020	0,161	0,180	0,521	7,32	561,0
	Ekim 2020	0,133	0,216	0,416	8,05	613,0
	Kasım 2020	0,177	0,239	0,612	8,12	626,6
	Aralık 2020	0,167	0,154	0,376	8,31	614,0
	Ocak 2021	0,162	0,213	0,502	8,45	618,0
	Mart 2021	0,453	0,372	3,391	8,24	634,0
	Nisan 2021	0,456	0,536	4,567	8,68	504,5
	Mayıs 2021	0,153	0,4384	1,008	8,69	633,0
	Haziran 2021	0,238	0,512	1,806	8,49	576,5
	Ağustos 2021	0,202	0,357	1,237	8,48	596,5
2	Eylül 2021	0,230	0,326	1,232	8,47	568,5
	Temmuz 2020	0,327	0,699	2,904	8,12	430,0
	Ağustos 2020	0,190	0,464	0,793	8,13	348,0
	Eylül 2020	0,182	0,401	0,636	7,22	346,0
	Ekim 2020	0,146	0,499	0,633	8,56	358,0
	Kasım 2020	0,239	0,399	0,778	8,53	358,0
	Aralık 2020	0,226	0,269	0,505	8,60	364,0
	Ocak 2021	0,234	0,279	0,542	8,68	361,5
	Mart 2021	0,263	1,143	5,083	8,62	241,0
	Nisan 2021	0,319	1,126	6,646	8,79	251,0
	Mayıs 2021	0,316	0,669	2,259	9,24	291,0
	Haziran 2021	0,418	0,915	6,110	8,71	297,0
3	Ağustos 2021	0,267	0,678	2,860	8,67	310,5
	Eylül 2021	0,152	0,425	0,952	8,80	340,0
	Temmuz 2020	0,269	0,640	2,476	8,39	201,8
	Ağustos 2020	0,166	0,419	1,042	8,40	239,0
	Eylül 2020	0,153	0,368	0,842	7,26	252,0
	Ekim 2020	0,110	0,349	0,569	8,30	251,5
	Kasım 2020	0,150	0,404	0,901	8,42	250,0
	Aralık 2020	0,172	0,667	0,724	8,49	248,5
	Ocak 2021	0,193	0,567	0,655	8,56	250,5
	Mart 2021	0,270	1,034	4,755	8,70	149,1
	Nisan 2021	0,415	1,186	8,372	8,82	137,9
	Mayıs 2021	0,223	0,704	2,356	8,79	215,5
4	Haziran 2021	0,359	0,817	4,786	8,60	183,5
	Ağustos 2021	0,219	0,772	2,520	8,55	222,0
	Eylül 2021	0,184	0,488	1,231	8,43	245,0
	Temmuz 2020	0,176	0,488	0,860	8,50	280,0
	Ağustos 2020	0,155	0,543	0,808	8,82	301,0
	Eylül 2020	0,127	0,534	0,608	7,39	313,0
	Ekim 2020	0,070	0,185	0,069	8,13	477,0
	Kasım 2020	0,139	0,114	0,093	8,25	399,5
	Aralık 2020	0,176	0,175	0,203	8,25	395,0
	Ocak 2021	0,147	0,094	0,080	8,35	402,0
	Mart 2021	0,260	0,493	1,064	8,67	324,5
	Nisan 2021	0,502	0,828	6,023	8,72	209,0
5	Mayıs 2021	0,318	0,3963	1,095	8,70	277,0
	Haziran 2021	0,349	0,915	3,510	8,65	257,0
	Ağustos 2021	0,183	0,439	0,821	8,43	296,0
	Eylül 2021	0,188	0,413	0,784	8,28	307,5
	Temmuz 2020	0,364	0,120	0,296	8,40	325,0
	Ağustos 2020	0,205	0,124	0,172	8,54	349,0
	Eylül 2020	0,182	0,137	0,149	7,37	334,0
	Ekim 2020	0,158	0,117	0,115	8,32	373,0
	Kasım 2020	0,147	0,143	0,128	8,49	368,7
	Aralık 2020	0,152	0,101	0,095	8,43	379,5

Tablo 5.5. (Devamı).

İstasyon No	Tarih	Ortalama Su Derinliği (m)	Ortalama Su Hızı (m sn ⁻¹)	Q (m ³ sn ⁻¹)	pH	İletkenlik
5	Ocak 2021	0,158	0,115	0,114	8,47	394,5
	Mart 2021	0,181	1,304	1,986	8,57	241,0
	Nisan 2021	0,308	1,171	2,527	8,77	329,0
	Mayıs 2021	0,213	0,577	0,689	8,88	367,0
	Haziran 2021	0,190	0,664	0,871	8,83	339,0
	Ağustos 2021	0,130	0,563	1,327	8,56	344,0
	Eylül 2021	0,183	0,349	0,288	8,63	345,0
6	Temmuz 2020	X	X	X	8,25	202,0
	Ağustos 2020				8,20	440,0
	Eylül 2020				8,10	456,0
	Ekim 2020				7,81	552,5
	Kasım 2020				8,20	534,0
	Aralık 2020				8,08	543,5
	Ocak 2021				8,10	571,5
	Mart 2021				8,55	304,0
	Nisan 2021				8,57	261,5
	Mayıs 2021				8,68	407,5
	Haziran 2021				8,56	336,0
	Ağustos 2021				8,35	389,5
	Eylül 2021				8,37	411,5
7	Temmuz 2020	0,176	0,328	1,673	8,35	293,0
	Ağustos 2020	0,136	0,207	0,651	8,30	278,0
	Eylül 2020	0,113	0,260	0,523	7,20	253,0
	Ekim 2020	0,119	0,199	0,443	8,68	284,5
	Kasım 2020	0,118	0,205	0,471	8,69	295,5
	Aralık 2020	0,119	0,086	0,203	8,67	293,0
	Ocak 2021	0,122	0,160	0,384	8,72	283,0
	Mart 2021	0,260	0,738	6,094	8,78	193,8
	Nisan 2021	0,236	0,857	6,673	8,89	182,3
	Mayıs 2021	0,197	0,318	1,775	9,04	285,0
	Haziran 2021	0,220	0,433	2,781	8,84	268,0
	Ağustos 2021	0,272	0,445	3,490	8,60	289,0
	Eylül 2021	0,200	0,302	1,751	8,88	278,5
8	Temmuz 2020	0,296	0,238	0,423	8,41	328,0
	Ağustos 2020	0,314	0,124	0,208	8,77	212,0
	Eylül 2020	0,170	0,186	0,203	7,27	213,0
	Ekim 2020	0,250	1,163	0,220	8,27	206,3
	Kasım 2020	0,220	0,202	0,292	8,60	203,7
	Aralık 2020	0,255	0,163	0,237	8,55	203,4
	Ocak 2021	0,264	0,132	0,188	8,69	202,2
	Mart 2021	0,396	0,418	1,094	8,87	163,8
	Nisan 2021	0,252	1,095	3,622	8,92	107,5
	Mayıs 2021	0,151	0,478	0,554	8,97	186,8
	Haziran 2021	0,195	0,315	0,479	8,74	186,9
	Ağustos 2021	0,293	0,154	0,288	8,60	194,0
	Eylül 2021	0,144	0,179	0,144	8,52	216,5
9	Temmuz 2020	0,163	0,594	2,076	8,48	324,0
	Ağustos 2020	0,085	0,169	0,259	8,59	318,0
	Eylül 2020	0,038	0,071	0,048	7,24	334,0
	Ekim 2020	0,072	0,055	0,069	8,54	319,5
	Kasım 2020	0,061	0,245	0,286	8,63	331,5
	Aralık 2020	0,071	0,043	0,063	8,53	356,0
	Ocak 2021	0,086	0,142	0,232	8,68	333,5
	Mart 2021	0,291	1,332	9,667	8,84	242,3
	Nisan 2021	0,190	1,463	7,239	8,71	232,2
	Mayıs 2021	0,197	0,579	2,481	8,87	335,5
	Haziran 2021	0,236	0,668	3,421	8,82	324,0
	Ağustos 2021	0,175	0,643	2,432	8,70	344,0
	Eylül 2021	0,097	0,397	0,832	8,42	327,0
10	Temmuz 2020	0,256	0,398	0,601	8,22	567,0
	Ağustos 2020	0,280	0,117	0,191	8,38	362,0
	Eylül 2020	0,164	0,151	0,138	7,40	376,0
	Ekim 2020	0,107	0,178	0,097	8,39	386,0
	Kasım 2020	0,176	0,159	0,157	8,57	384,5
	Aralık 2020	0,134	0,133	0,110	8,42	392,5
	Ocak 2021	0,155	0,144	0,118	8,61	382,0
	Mart 2021	0,230	0,899	2,318	8,78	214,3
	Nisan 2021	0,244	0,919	2,649	8,69	218,2
	Mayıs 2021	0,234	0,395	0,564	8,81	332,00

Tablo 5.5.'de görüldüğü gibi 10 farklı ölçüm noktasında ortalama su derinliği 0,038-0,456 (m) arasında, ortalama su hızı 0,043-1,463 (m sn⁻¹) arasında, debi ise 0,048-9,667 (m³sn⁻¹) arasında farklılık göstermektedir. 6 numaralı ölçüm noktasında arazinin ölçüm için zor ve elverişsiz olması nedeniyle tüm çalışma boyunca ve 10 numaralı istasyonda kötü çevresel faktörler nedeniyle Haziran 2021 tarihinden sonra Tablo 5.5.'de verilen bileşenlerin ölçümü yapılamamıştır.

5.2. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin Hesabı

Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin hesaplamaları K değerine göre sonuçlanmaktadır. Bu çalışmada 7 farklı yöntem ile hesaplanan tüm sonuçlar K değerine göre hesaplanmıştır (bkz. Tablo 5.6.-5.9.). Çalışma boyunca elde edilen veriler sayesinde Yöntem 1 ve Yöntem 2 kullanılarak K değerince ulaşılan sonuçlar Tablo 5.6.'da, Yöntem 3 ve Yöntem 4 kullanılarak K değerince ulaşılan sonuçlar Tablo 5.7.'de, Yöntem 5 ve Yöntem 6 kullanılarak K değerince ulaşılan sonuçlar Tablo 5.8.'de, Yöntem 7 kullanılarak K değerince ulaşılan sonuçlar Tablo 5.9.'da gruplandırılarak gösterilmiştir. 6 numaralı nokta çevre koşulları ve nehir yatağının büyüklüğünden dolayı akarsu metabolizma hesapları için kullanılan hız, derinlik gibi parametrelerin ölçümü yapılamadığından bu bölümdeki hesaplara dahil edilememiştir. 10 numaralı noktada ise Nisan 2021 sonrası yaşanan olumsuz çevresel etkenler nedeniyle akarsu metabolizma hesapları için kullanılan hız, derinlik gibi parametrelerin ölçümü yapılamadığından bu bölümdeki hesaplara dahil edilememiştir. Ölçümler de alınan örnek sayısı bir olan yöntemlerde betimleyici istatistiklere ait sonuçlar hesaplanamamıştır ve tablolarda (-) olarak işaretlenmiştir.

Tablo 5.6. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin K değeri dikkate alınarak Yöntem 1 ve Yöntem 2 hesaplamaları.

İstasyon No	Tarih	Yöntem 1			Yöntem 2		
		GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)
1	Temmuz 2020	-1,05	1,10	-0,05	-0,89	0,86	-0,03
	Ağustos 2020	-0,54	0,01	-0,55	0,20	1,20	-1,00
	Eylül 2020	0,68	1,68	-1,00	0,14	0,67	-0,53
	Ekim 2020	-0,21	0,67	-0,88	-0,47	0,12	-0,59
	Kasım 2020	-0,27	0,22	-0,05	-0,29	0,26	-0,03
	Aralık 2020	-0,94	6,01	-5,08	-0,67	5,35	-4,68
	Ocak 2021	-0,13	0,80	-0,93	-0,04	1,01	-1,06
	Mart 2021	2,84	6,53	-3,70	2,30	5,51	-3,19
	Nisan 2021	1,52	19,18	-17,66	1,95	19,81	-17,87
	Mayıs 2021	-1,13	1,43	-0,31	-0,89	1,07	-0,18
	Haziran 2021	0,02	2,57	-2,55	0,01	2,55	-2,55
	Ağustos 2021	6,96	12,61	-5,65	2,66	5,81	-3,14
2	Eylül 2021	-4,34	7,63	-3,29	-3,93	6,92	-2,97
	Temmuz 2020	0,60	6,68	-6,08	0,56	6,63	-6,07
	Ağustos 2020	0,60	2,10	-1,50	0,60	2,10	-1,50
	Eylül 2020	7,58	14,10	-6,53	7,61	14,13	-6,49
	Ekim 2020	-1,05	1,66	-0,60	-1,13	1,80	-0,66
	Kasım 2020	-1,27	1,95	-0,68	-1,40	2,24	-0,83
	Aralık 2020	-2,04	5,75	-3,71	-2,00	5,65	-3,63
	Ocak 2021	-3,21	7,71	-4,50	-3,02	7,23	-4,17
	Mart 2021	-0,33	1,47	-1,81	0,37	1,40	-1,78
	Nisan 2021	1,42	20,08	-18,66	1,91	20,84	-18,93
	Mayıs 2021	-5,95	8,52	-2,57	-5,54	7,92	-2,38
	Haziran 2021	-0,67	0,31	-0,35	-0,52	0,10	-0,43
3	Ağustos 2021	-1,66	3,17	-1,52	-1,54	2,98	-1,44
	Eylül 2021	-2,41	5,46	-3,06	-2,21	5,11	-2,90
	Temmuz 2020	0,35	5,73	-5,37	0,29	5,64	-5,35
	Ağustos 2020	-3,20	19,28	-16,09	-3,32	19,41	-16,08
	Eylül 2020	2,41	7,38	-4,97	0,92	4,64	-3,71
	Ekim 2020	-0,17	0,86	-0,69	-0,20	0,92	-0,72
	Kasım 2020	-0,21	0,49	-0,28	-0,23	0,53	-0,30
	Aralık 2020	-0,27	1,06	-0,79	-0,24	0,98	-0,74
	Ocak 2021	-0,51	3,70	-3,20	-0,41	3,49	-3,07
	Mart 2021	-0,06	2,48	-2,54	-0,04	2,51	-2,55
	Mayıs 2021	-13,00	54,80	-41,80	-10,58	50,99	-40,38
	Haziran 2021	0,61	11,61	-10,99	0,55	11,51	-10,96
4	Ağustos 2021	1,41	15,20	-13,79	1,24	14,93	-13,69
	Eylül 2021	-0,55	2,21	-1,65	-0,51	2,12	-1,61
	Temmuz 2020	2,38	4,49	-2,11	2,44	4,59	-2,13
	Ağustos 2020	1,62	3,77	-2,15	1,66	3,83	-2,16
	Eylül 2020	0,80	1,95	-1,15	0,75	1,86	-1,10
	Ekim 2020	-0,05	0,05	-0,01	-0,09	0,13	-0,04
	Kasım 2020	-0,58	2,80	-2,23	-0,60	2,86	-2,26
	Aralık 2020	-0,74	3,15	-2,41	-0,66	2,94	-2,28
	Ocak 2021	-0,31	0,85	-0,54	-0,20	0,58	-0,38
	Mart 2021	1,13	3,02	-1,89	1,05	2,86	-1,80
	Nisan 2021	-0,17	0,09	-0,26	-0,11	0,19	-0,31
	Mayıs 2021	-30,42	48,17	-17,76	-27,91	44,10	-16,07
5	Haziran 2021	-1,40	3,23	-1,83	-1,15	2,83	-1,68
	Ağustos 2021	1,79	5,28	-3,49	1,71	5,14	-3,42
	Eylül 2021	1,95	5,41	-3,47	1,85	5,23	-3,37
	Temmuz 2020	-0,25	0,54	-0,79	-0,35	0,39	-0,75
	Ağustos 2020	-1,81	3,04	-1,23	-1,65	2,81	-1,16
	Eylül 2020	-1,98	3,14	-1,16	-1,97	3,12	-1,15
	Ekim 2020	0,63	1,10	-1,73	0,59	1,17	-1,77
	Kasım 2020	-0,73	1,30	-0,56	-0,73	1,29	-0,55
	Aralık 2020	-0,39	1,17	-0,77	-0,40	1,18	-0,78
	Ocak 2021	-0,34	0,79	-0,44	-0,37	0,84	-0,47
	Mart 2021	0,50	11,39	-10,89	0,55	11,48	-10,93
	Nisan 2021	-0,02	1,37	-1,39	-0,08	1,29	-1,36
	Mayıs 2021	-1,06	1,91	-0,85	-1,14	2,01	-0,87
	Haziran 2021	-0,65	0,55	-0,10	-0,63	0,52	-0,11
	Ağustos 2021	0,85	6,87	-6,02	0,98	7,07	-6,09
	Eylül 2021	-1,68	2,71	-1,03	-1,57	2,51	-0,94

Tablo 5.6. (Devamı).

İstasyon No	Tarih	Yöntem 1			Yöntem 2		
		GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)
7	Temmuz2020	-0,42	0,35	-0,07	-0,40	0,32	-0,08
	Ağustos2020	-3,15	4,24	-1,09	-2,65	3,49	-0,83
	Eylül 2020	-1,29	1,63	-0,34	-1,33	1,70	-0,36
	Ekim 2020	-1,58	3,22	-1,64	-1,46	2,97	-1,51
	Kasım 2020	-1,09	2,15	-1,06	-1,03	2,04	-1,00
	Aralık 2020	-1,68	2,39	-0,71	-1,71	2,46	-0,73
	Ocak 2021	-1,67	4,02	-2,34	-1,58	3,77	-2,17
	Mart 2021	-0,05	1,16	-1,22	-0,06	1,14	-1,21
	Nisan 2021	1,75	14,48	-12,73	1,67	14,33	-12,66
	Mayıs 2021	-2,29	3,68	-1,39	-2,43	3,87	-1,42
	Haziran 2021	-0,92	1,19	-0,27	-0,81	1,04	-0,22
	Ağustos2021	-0,49	0,37	-0,12	-0,42	0,26	-0,17
	Eylül 2021	-9,65	4,33	-5,32	-9,45	4,01	-5,48
	Temmuz2020	0,64	6,41	-5,77	0,62	6,36	-5,74
8	Ağustos2020	0,64	8,23	-7,60	0,58	8,14	-7,55
	Eylül 2020	-0,06	1,18	-1,24	-0,06	1,19	-1,25
	Ekim 2020	-0,06	1,99	-2,06	-0,09	1,94	-2,03
	Kasım 2020	-0,06	1,75	-1,81	-0,05	1,77	-1,82
	Aralık 2020	-1,52	145,02	-143,50	-2,75	148,06	-145,28
	Ocak 2021	-0,27	1,57	-1,30	-0,31	1,67	-1,36
	Mart 2021	0,42	20,70	-20,28	0,70	21,21	-20,51
	Nisan 2021	-0,51	5,18	-4,67	-0,59	5,32	-4,72
	Mayıs 2021	-0,15	0,73	-0,88	-0,08	0,83	-0,91
	Haziran 2021	0,72	7,49	-6,77	0,73	7,52	-6,78
	Ağustos2021	-0,06	2,31	-2,37	-0,05	2,33	-2,38
	Eylül 2021	0,49	7,52	-7,03	0,49	7,53	-7,04
	Temmuz2020	0,41	1,84	-1,42	0,41	1,83	-1,42
	Ağustos2020	-0,54	0,54	-0,01	-0,56	0,58	-0,01
9	Eylül 2020	0,22	0,55	-0,33	0,17	0,47	-0,30
	Ekim 2020	-0,83	1,22	-0,39	-0,88	1,31	-0,43
	Kasım 2020	-0,33	0,43	-0,10	-0,34	0,45	-0,11
	Aralık 2020	-0,23	0,46	-0,23	-0,20	0,38	-0,18
	Ocak 2021	-0,51	0,74	-0,23	-0,43	0,55	-0,12
	Mart 2021	0,48	8,56	-8,08	0,14	7,91	-7,77
	Nisan 2021	1,75	38,01	-36,26	2,95	40,08	-37,13
	Mayıs 2021	0,54	2,39	-1,85	0,42	2,22	-1,79
	Haziran 2021	0,05	1,29	-1,24	0,12	1,39	-1,27
	Ağustos2021	-1,22	2,19	-0,97	-1,16	2,10	-0,94
	Eylül 2021	-1,04	1,76	-0,72	-0,88	1,49	-0,61
	Temmuz2020	0,75	10,70	-9,95	0,65	10,56	-9,91
	Ağustos2020	-0,20	0,62	-0,83	-0,19	0,64	-0,83
	Eylül 2020	-0,35	1,83	-1,49	-0,39	1,90	-1,52
10	Ekim 2020	-0,27	1,89	-1,63	-0,29	1,95	-1,66
	Kasım 2020	-0,53	3,89	-3,37	-0,57	3,99	-3,42
	Aralık 2020	-0,32	1,81	-1,49	-0,28	1,71	-1,43
	Ocak 2021	0,57	2,92	-2,35	0,28	2,21	-1,93
	Mart 2021	0,41	10,63	-10,22	0,43	10,68	-10,24
	Nisan 2021	-	-	-	-	-	-
	Mayıs 2021	-	-	-	-	-	-
	Haziran 2021	-	-	-	-	-	-
	Ağustos2021	-	-	-	-	-	-
	Eylül 2021	-	-	-	-	-	-

Tablo 5.7. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin K değeri dikkate alınarak Yöntem 3 ve Yöntem 4 hesaplamaları.

İstasyon No	Tarih	Yöntem 3			Yöntem 4		
		GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)
1	Temmuz 2020	1,41	6,36	-4,95	0,01	1,95	-1,94
	Ağustos 2020	0,03	23,79	-23,78	0,12	11,19	-11,07
	Eylül 2020	1,34	7,02	-5,67	0,74	3,85	-3,10
	Ekim 2020	0,28	6,03	-5,75	0,26	5,82	-5,56
	Kasım 2020	0,02	5,91	-5,88	-0,09	3,70	-3,79
	Aralık 2020	0,16	4,07	-3,92	0,02	2,55	-2,52
	Ocak 2021	0,18	4,08	-3,90	0,12	3,34	-3,21
	Mart 2021	12,54	42,00	-29,38	1,48	2,57	-1,08
	Nisan 2021	0,39	9,09	-8,71	-0,94	0,06	-0,89
	Mayıs 2021	0,63	3,33	-2,71	0,68	3,49	-2,81
	Haziran 2021	0,80	6,12	-5,33	-0,06	2,24	-2,30
	Ağustos 2021	7,18	14,70	-7,50	3,80	8,05	-4,24
	Eylül 2021	2,59	7,22	-4,62	0,05	1,71	-1,66
	Temmuz 2020	0,89	8,68	-7,80	-0,33	1,01	-1,34
2	Ağustos 2020	1,52	4,87	-3,35	1,04	3,44	-2,39
	Eylül 2020	1,72	3,22	-1,49	1,30	2,44	-1,14
	Ekim 2020	1,07	5,29	-4,20	1,86	7,82	-5,94
	Kasım 2020	0,89	7,47	-6,57	-0,05	3,46	-3,51
	Aralık 2020	1,01	9,77	-8,75	0,30	6,12	-5,82
	Ocak 2021	1,97	7,70	-5,71	0,61	3,64	-3,02
	Mart 2021	1,12	21,19	-20,07	0,20	8,99	-8,79
	Nisan 2021	2,05	22,07	-20,02	2,64	27,17	-24,53
	Mayıs 2021	5,99	11,06	-5,07	0,54	2,10	-1,56
	Haziran 2021	2,85	21,42	-18,55	-0,07	2,80	-2,88
	Ağustos 2021	2,49	8,38	-5,89	0,37	2,40	-2,03
	Eylül 2021	1,15	4,86	-3,70	1,30	5,29	-3,99
	Temmuz 2020	0,67	9,35	-8,68	-0,07	2,12	-2,19
	Ağustos 2020	0,73	5,98	-5,25	0,57	4,96	-4,39
3	Eylül 2020	1,37	6,99	-5,61	1,31	6,68	-5,36
	Ekim 2020	0,19	3,29	-3,10	0,49	6,51	-6,02
	Kasım 2020	0,16	3,13	-2,97	0,26	4,13	-3,87
	Aralık 2020	0,26	4,00	-3,74	0,44	5,82	-5,37
	Ocak 2021	0,46	6,50	-6,04	0,53	7,29	-6,75
	Mart 2021	0,39	10,31	-9,92	0,07	4,61	-4,53
	Mayıs 2021	1,23	8,00	-6,77	0,61	4,95	-4,33
	Haziran 2021	1,14	19,91	-18,76	-0,03	3,38	-3,41
	Ağustos 2021	0,79	10,19	-9,40	0,38	5,87	-5,48
	Eylül 2021	0,45	4,83	-4,37	0,31	3,78	-3,47
	Temmuz 2020	4,03	7,60	-3,54	3,40	6,39	-2,98
	Ağustos 2020	3,04	7,08	-4,02	3,32	7,75	-4,40
	Eylül 2020	2,07	5,72	-3,64	3,28	9,27	-5,98
	Ekim 2020	0,39	2,21	-1,82	1,37	6,95	-5,58
4	Kasım 2020	0,51	4,53	-4,02	0,32	3,25	-2,94
	Aralık 2020	0,73	5,01	-4,28	0,45	3,44	-2,98
	Ocak 2021	0,52	2,79	-2,27	0,36	2,05	-1,69
	Mart 2021	6,44	17,22	-10,74	1,70	4,59	-2,88
	Nisan 2021	2,03	18,35	-16,32	0,06	1,67	-1,61
	Mayıs 2021	8,54	13,54	-4,97	2,30	3,68	-1,37
	Haziran 2021	6,25	17,63	-11,36	1,06	3,27	-2,21
	Ağustos 2021	2,41	7,18	-4,76	1,74	5,23	-3,49
	Eylül 2021	2,35	6,62	-4,25	1,57	4,46	-2,88
	Temmuz 2020	1,55	4,71	-3,16	-0,71	0,42	-0,29
	Ağustos 2020	1,56	4,31	-2,75	-0,02	0,80	-0,83
	Eylül 2020	1,62	3,80	-2,18	0,21	1,08	-0,87
	Ekim 2020	1,96	2,81	-0,83	1,41	1,21	-0,21
	Kasım 2020	0,27	1,51	-1,24	0,07	0,96	-0,89
5	Aralık 2020	0,06	2,29	-2,23	-0,03	1,58	-1,62
	Ocak 2021	0,09	2,38	-2,29	-0,01	1,64	-1,66
	Mart 2021	0,16	3,86	-3,70	0,28	6,13	-5,85
	Nisan 2021	1,28	6,15	-4,87	3,51	14,17	-10,65
	Mayıs 2021	1,69	6,54	-4,85	1,03	4,55	-3,52
	Haziran 2021	1,10	3,01	-1,91	1,02	2,85	-1,83
	Ağustos 2021	0,19	1,99	-1,80	0,34	2,93	-2,59
	Eylül 2021	1,03	2,41	-1,38	0,67	1,73	-1,06

Tablo 5.7. (Devamı).

İstasyon No	Tarih	Yöntem 1			Yöntem 2		
		GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)
7	Temmuz2020	1,85	6,55	-4,69	0,61	2,76	-2,15
	Ağustos2020	3,53	5,59	-2,05	2,49	4,06	-1,57
	Eylül 2020	1,67	3,30	-1,62	2,53	4,73	-2,18
	Ekim 2020	1,36	4,29	-2,92	1,60	4,91	-3,30
	Kasım 2020	0,64	2,55	-1,91	1,03	3,62	-2,59
	Aralık 2020	0,68	1,78	-1,09	0,61	1,65	-1,04
	Ocak 2021	1,03	4,01	-2,98	1,15	4,37	-3,21
	Mart 2021	1,19	10,93	-9,73	-0,11	0,80	-0,90
	Nisan 2021	0,96	9,14	-8,18	0,15	3,22	-3,07
	Mayıs 2021	3,15	7,60	-4,44	0,81	2,80	-1,99
	Haziran 2021	2,60	7,13	-4,53	0,45	1,97	-1,53
	Ağustos2021	2,65	12,41	-9,75	0,22	2,39	-2,17
	Eylül 2021	14,67	5,17	-9,56	6,03	1,88	-4,17
	Temmuz2020	0,55	5,78	-5,23	-0,05	0,83	-0,88
8	Ağustos2020	0,62	8,49	-7,87	-0,18	1,03	-1,22
	Eylül 2020	0,24	4,83	-4,60	0,08	2,88	-2,81
	Ekim 2020	0,21	6,81	-6,60	0,25	7,54	-7,29
	Kasım 2020	0,04	5,90	-5,86	-0,03	2,74	-2,77
	Aralık 2020	0,03	7,01	-6,98	-0,05	2,39	-2,45
	Ocak 2021	0,09	6,88	-6,80	-0,15	1,70	-1,85
	Mart 2021	1,68	41,10	-39,41	0,02	2,65	-2,63
	Nisan 2021	0,78	11,93	-11,15	2,70	35,97	-33,27
	Mayıs 2021	0,56	4,72	-4,16	0,88	6,67	-5,78
	Haziran 2021	0,74	7,55	-6,81	0,53	5,90	-5,37
	Ağustos2021	0,35	7,67	-7,32	-0,12	1,33	-1,45
	Eylül 2021	0,19	3,86	-3,67	0,15	3,38	-3,23
	Temmuz2020	0,99	3,64	-2,65	0,55	2,26	-1,72
	Ağustos2020	0,74	1,10	-0,36	1,56	2,16	-0,60
9	Eylül 2020	0,42	0,91	-0,50	2,56	4,75	-2,18
	Ekim 2020	0,54	1,65	-1,11	0,86	2,32	-1,46
	Kasım 2020	0,14	0,74	-0,60	1,70	4,66	-2,94
	Aralık 2020	0,13	0,92	-0,79	0,26	1,44	-1,18
	Ocak 2021	0,41	1,27	-0,86	1,24	3,09	-1,85
	Mart 2021	0,51	17,85	-17,35	0,04	5,12	-5,09
	Nisan 2021	0,64	11,70	-11,05	3,30	44,46	-41,16
	Mayıs 2021	0,93	3,78	-2,85	0,43	2,23	-1,80
	Haziran 2021	1,48	6,94	-5,46	0,44	2,70	-2,26
	Ağustos2021	1,12	4,01	-2,88	0,66	2,78	-2,12
	Eylül 2021	0,77	1,82	-1,05	2,18	4,66	-2,47
	Temmuz2020	0,28	6,29	-6,01	-0,10	1,84	-1,94
	Ağustos2020	0,86	8,68	-7,82	-0,12	1,22	-1,33
	Eylül 2020	0,39	3,04	-2,65	0,16	1,56	-1,41
10	Ekim 2020	0,05	2,06	-2,02	0,14	3,20	-3,06
	Kasım 2020	0,08	3,40	-3,32	-0,04	2,02	-2,06
	Aralık 2020	0,18	3,44	-3,26	0,17	3,36	-3,19
	Ocak 2021	1,10	9,63	-8,52	0,87	7,52	-6,65
	Mart 2021	0,29	7,38	-7,09	0,23	6,01	-5,78
	Nisan 2021	-	-	-	-	-	-
	Mayıs 2021	-	-	-	-	-	-
	Haziran 2021	-	-	-	-	-	-
	Ağustos2021	-	-	-	-	-	-
	Eylül 2021	-	-	-	-	-	-

Tablo 5.8. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin K değeri dikkate alınarak Yöntem 5 ve Yöntem 6 hesaplamaları.

İstasyon No	Tarih	Yöntem 5			Yöntem 6		
		GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)
1	Temmuz2020	-0,39	0,69	-1,08	-0,46	0,49	-0,95
	Ağustos 2020	0,16	6,71	-6,55	0,17	5,33	-5,16
	Eylül 2020	0,43	2,21	-1,78	0,33	1,70	-1,36
	Ekim 2020	-0,15	2,66	-2,81	-0,20	2,23	-2,43
	Kasım 2020	-0,19	1,75	-1,94	-0,20	1,52	-1,72
	Aralık 2020	-0,06	1,63	-1,69	-0,14	0,72	-0,86
	Ocak 2021	0,00	1,61	-1,61	-0,03	1,27	-1,29
	Mart 2021	1,89	4,04	-2,14	1,83	3,84	-2,00
	Nisan 2021	-1,00	0,45	-0,56	-0,99	0,35	-0,64
	Mayıs 2021	-0,13	1,11	-1,25	-0,03	1,41	-1,44
	Haziran 2021	-0,59	0,14	-0,45	-0,58	0,10	-0,48
	Ağustos 2021	2,31	5,12	-2,80	2,32	5,13	-2,81
	Eylül 2021	-0,61	0,28	-0,90	-0,67	0,16	-0,83
2	Temmuz2020	-0,46	0,24	-0,70	-0,41	0,52	-0,93
	Ağustos 2020	0,41	1,51	-1,10	0,51	1,81	-1,30
	Eylül 2020	0,58	1,11	-0,53	0,64	1,22	-0,58
	Ekim 2020	0,33	2,91	-2,57	0,59	3,74	-3,15
	Kasım 2020	-0,59	1,21	-1,80	-0,55	1,37	-1,92
	Aralık 2020	-0,17	3,72	-3,90	-0,59	1,56	-2,16
	Ocak 2021	-0,01	1,77	-1,79	-0,20	1,21	-1,42
	Mart 2021	-0,19	3,80	-3,99	0,03	6,80	-6,76
	Nisan 2021	0,50	8,70	-8,20	5,85	54,87	-49,02
	Mayıs 2021	-0,52	0,34	-0,87	-0,23	0,82	-1,05
	Haziran 2021	0,71	7,78	-7,06	6,17	42,57	-36,38
	Ağustos 2021	-0,17	0,88	-1,05	0,00	1,36	-1,36
	Eylül 2021	0,16	1,91	-1,75	0,31	2,35	-2,04
3	Temmuz2020	-0,19	0,94	-1,13	-0,15	1,26	-1,41
	Ağustos 2020	0,12	2,13	-2,02	0,16	2,41	-2,25
	Eylül 2020	0,70	3,46	-2,76	0,74	3,66	-2,92
	Ekim 2020	0,12	2,58	-2,46	0,15	2,89	-2,73
	Kasım 2020	0,00	1,67	-1,67	0,03	1,92	-1,89
	Aralık 2020	0,11	2,48	-2,38	0,22	3,60	-3,38
	Ocak 2021	0,18	3,27	-3,09	0,27	4,24	-3,97
	Mart 2021	-0,07	2,01	-2,08	0,01	3,36	-3,36
	Mayıs 2021	-0,01	1,81	-1,82	0,18	2,78	-2,60
	Haziran 2021	0,23	7,03	-6,80	2,04	32,52	-30,48
	Ağustos 2021	0,07	2,56	-2,49	0,19	3,81	-3,62
	Eylül 2021	0,01	1,59	-1,59	0,06	1,98	-1,92
	Temmuz2020	1,60	2,98	-1,37	1,89	3,53	-1,63
4	Ağustos 2020	1,47	3,37	-1,90	1,89	4,37	-2,46
	Eylül 2020	1,42	3,81	-2,39	1,82	4,97	-3,15
	Ekim 2020	0,48	2,64	-2,16	0,41	2,29	-1,89
	Kasım 2020	0,08	1,70	-1,62	-0,02	0,98	-1,00
	Aralık 2020	0,25	2,25	-2,00	0,06	1,17	-1,12
	Ocak 2021	0,15	1,05	-0,90	0,07	0,72	-0,64
	Mart 2021	0,82	2,24	-1,42	0,94	2,58	-1,63
	Nisan 2021	-0,01	1,07	-1,08	0,04	1,52	-1,48
	Mayıs 2021	1,35	2,18	-0,82	1,35	2,18	-0,82
	Haziran 2021	0,23	0,97	-0,74	0,35	1,32	-0,97
	Ağustos 2021	0,77	2,41	-1,64	0,88	2,74	-1,85
	Eylül 2021	0,88	2,54	-1,66	0,80	2,34	-1,53
	Temmuz2020	-0,77	0,56	-0,21	-0,85	0,74	-0,11
5	Ağustos 2020	-0,29	0,22	-0,51	-0,44	0,12	-0,32
	Eylül 2020	-0,20	0,30	-0,49	-0,40	0,09	-0,31
	Ekim 2020	1,15	0,46	-0,70	1,02	0,09	-0,95
	Kasım 2020	-0,17	0,27	-0,45	-0,27	0,02	-0,28
	Aralık 2020	-0,16	0,63	-0,80	-0,20	0,32	-0,52
	Ocak 2021	-0,16	0,63	-0,79	-0,21	0,29	-0,50
	Mart 2021	0,09	2,40	-2,32	0,21	4,89	-4,67
	Nisan 2021	0,60	3,72	-3,12	6,41	24,61	-18,18
	Mayıs 2021	0,14	1,87	-1,73	0,37	2,57	-2,19
	Haziran 2021	0,73	2,26	-1,53	7,60	16,31	-8,70
	Ağustos 2021	0,05	1,10	-1,05	0,12	1,54	-1,42
	Eylül 2021	0,09	0,63	-0,54	0,08	0,62	-0,53

Tablo 5.8. (Devamı).

İstasyon No	Tarih	Yöntem 1			Yöntem 2		
		GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)
7	Temmuz2020	0,08	1,13	-1,05	0,08	1,13	-1,05
	Ağustos2020	0,83	1,62	-0,79	0,51	1,16	-0,64
	Eylül 2020	0,65	1,60	-0,95	0,58	1,47	-0,90
	Ekim 2020	0,48	2,01	-1,53	0,28	1,49	-1,22
	Kasım 2020	0,19	1,31	-1,12	0,08	1,02	-0,94
	Aralık 2020	-0,09	0,41	-0,51	-0,40	0,14	-0,27
	Ocak 2021	0,52	2,49	-1,97	0,20	1,55	-1,34
	Mart 2021	-0,16	0,40	-0,56	-0,16	0,39	-0,55
	Nisan 2021	-0,11	1,32	-1,43	0,00	2,12	-2,13
	Mayıs 2021	-0,05	1,03	-1,08	-0,12	0,89	-1,01
	Haziran 2021	0,16	1,29	-1,13	0,45	1,97	-1,53
	Ağustos2021	-0,09	1,09	-1,18	-0,07	1,19	-1,26
	Eylül 2021	2,78	0,65	-2,14	2,58	0,57	-2,02
	Temmuz2020	-0,09	0,47	-0,57	-0,11	0,33	-0,44
8	Ağustos2020	-0,24	0,53	-0,77	-0,27	0,20	-0,48
	Eylül 2020	-0,04	1,41	-1,45	-0,06	1,11	-1,18
	Ekim 2020	-0,01	3,26	-3,27	0,14	5,77	-5,63
	Kasım 2020	-0,06	1,53	-1,58	-0,07	1,12	-1,19
	Aralık 2020	-0,06	1,69	-1,75	-0,06	1,69	-1,75
	Ocak 2021	-0,19	0,98	-1,17	-0,21	0,47	-0,69
	Mart 2021	-0,03	1,64	-1,67	-0,03	1,59	-1,62
	Nisan 2021	0,67	10,51	-9,84	4,38	57,06	-52,68
	Mayıs 2021	0,24	2,76	-2,52	0,36	3,50	-3,14
	Haziran 2021	1,10	10,47	-9,36	7,03	57,71	-50,68
	Ağustos2021	-0,16	0,80	-0,97	-0,19	0,41	-0,60
	Eylül 2021	0,00	1,61	-1,61	-0,04	1,19	-1,23
	Temmuz2020	0,09	0,84	-0,75	0,21	1,21	-1,01
	Ağustos2020	0,36	0,62	-0,25	0,19	0,39	-0,20
9	Eylül 2020	0,82	1,65	-0,82	0,41	0,90	-0,49
	Ekim 2020	0,16	0,86	-0,70	-0,16	0,20	-0,35
	Kasım 2020	0,46	1,55	-1,09	0,47	1,57	-1,10
	Aralık 2020	0,06	0,63	-0,57	-0,01	0,36	-0,37
	Ocak 2021	0,38	1,21	-0,83	0,20	0,81	-0,61
	Mart 2021	-0,07	2,26	-2,33	0,02	4,64	-4,63
	Nisan 2021	0,65	11,81	-11,16	5,88	76,18	-70,30
	Mayıs 2021	-0,03	0,82	-0,85	0,07	1,12	-1,05
	Haziran 2021	2,09	9,45	-7,35	14,77	61,16	-46,36
	Ağustos2021	-0,05	0,88	-0,93	0,15	1,42	-1,26
	Eylül 2021	0,66	1,60	-0,94	0,84	1,96	-1,12
	Temmuz2020	-0,19	0,82	-1,01	-0,18	0,91	-1,09
	Ağustos2020	-0,18	0,72	-0,90	-0,25	0,22	-0,47
	Eylül 2020	0,03	0,78	-0,74	-0,01	0,47	-0,49
10	Ekim 2020	-0,01	1,38	-1,39	-0,04	1,06	-1,10
	Kasım 2020	-0,13	1,04	-1,17	-0,16	0,63	-0,80
	Aralık 2020	0,02	1,60	-1,58	0,02	1,60	-1,58
	Ocak 2021	0,56	4,71	-4,16	0,35	2,85	-2,49
	Mart 2021	0,08	2,64	-2,56	0,15	4,15	-4,00
	Nisan 2021	-	-	-	-	-	-
	Mayıs 2021	-	-	-	-	-	-
	Haziran 2021	-	-	-	-	-	-
	Ağustos2021	-	-	-	-	-	-
	Eylül 2021	-	-	-	-	-	-

Tablo 5.9. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin K değeri dikkate alınarak Yöntem 7 hesaplamaları.

İstasyon No	Tarih	Yöntem 7		
		GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)
1	Temmuz 2020	0,35	3,02	-2,67
	Ağustos 2020	0,12	11,53	-11,42
	Eylül 2020	0,66	3,44	-2,77
	Ekim 2020	-0,04	3,53	-3,57
	Kasım 2020	-0,12	3,13	-3,24
	Aralık 2020	-0,06	1,63	-1,69
	Ocak 2021	0,06	2,47	-2,41
	Mart 2021	4,86	14,62	-9,73
	Nisan 2021	-0,52	2,84	-3,37
	Mayıs 2021	0,07	1,71	-1,64
	Haziran 2021	0,05	2,76	-2,70
	Ağustos 2021	3,06	6,60	-3,53
	Eylül 2021	-0,01	1,59	-1,60
	Temmuz 2020	-0,03	2,89	-2,93
	Ağustos 2020	0,80	2,70	-1,90
2	Eylül 2020	0,94	1,77	-0,83
	Ekim 2020	0,24	2,60	-2,36
	Kasım 2020	-0,05	3,46	-3,51
	Aralık 2020	-0,17	3,72	-3,90
	Ocak 2021	0,48	3,26	-2,77
	Mart 2021	-	-	-
	Nisan 2021	-	-	-
	Mayıs 2021	1,13	3,06	-1,93
	Haziran 2021	0,19	4,46	-4,27
	Ağustos 2021	0,44	2,61	-2,17
	Eylül 2021	0,37	2,53	-2,16
	Temmuz 2020	0,56	8,33	-7,77
	Ağustos 2020	0,96	7,43	-6,47
	Eylül 2020	1,68	8,58	-6,90
	Ekim 2020	0,31	4,55	-4,24
3	Kasım 2020	0,25	4,00	-3,76
	Aralık 2020	0,21	3,51	-3,30
	Ocak 2021	0,64	8,54	-7,89
	Mart 2021	-	-	-
	Mayıs 2021	0,68	5,27	-4,59
	Haziran 2021	0,49	10,67	-10,18
	Ağustos 2021	0,37	5,74	-5,37
	Eylül 2021	0,63	6,12	-5,48
	Temmuz 2020	2,54	4,77	-2,21
	Ağustos 2020	1,09	2,48	-1,38
	Eylül 2020	1,19	3,15	-1,95
	Ekim 2020	0,22	1,39	-1,17
	Kasım 2020	0,05	1,50	-1,44
	Aralık 2020	0,25	2,25	-2,00
	Ocak 2021	0,10	0,85	-0,75
4	Mart 2021	1,95	5,26	-3,30
	Nisan 2021	0,40	4,52	-4,12
	Mayıs 2021	4,06	6,46	-2,39
	Haziran 2021	1,06	3,27	-2,21
	Ağustos 2021	1,49	4,50	-3,00
	Eylül 2021	1,46	4,16	-2,69
	Temmuz 2020	-0,42	0,23	-0,66
	Ağustos 2020	5,00	16,27	-11,26
	Eylül 2020	0,01	0,69	-0,68
	Ekim 2020	1,17	0,53	-0,66
	Kasım 2020	-0,19	0,23	-0,42
	Aralık 2020	-0,19	0,38	-0,58
	Ocak 2021	-0,19	0,43	-0,62
	Mart 2021	-	-	-
	Nisan 2021	-	-	-
5	Mayıs 2021	0,49	2,92	-2,43
	Haziran 2021	-0,12	0,51	-0,63
	Ağustos 2021	-0,02	0,66	-0,67
	Eylül 2021	0,48	1,37	-0,89

Tablo 5.9. (Devamı).

İstasyon No	Tarih	Yöntem 1			Yöntem 2		
		GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	GPP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	ER (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)	NEP (grO ₂ m ⁻² gün ⁻¹)
7	Temmuz2020	0,54	2,54	-2,00	0,54	2,54	-2,00
	Ağustos2020	1,09	2,00	-0,91	1,09	2,00	-0,91
	Eylül 2020	0,54	1,41	-0,87	0,54	1,41	-0,87
	Ekim 2020	0,34	1,66	-1,32	0,34	1,66	-1,32
	Kasım 2020	0,06	0,96	-0,90	0,06	0,96	-0,90
	Aralık 2020	-0,44	0,20	-0,24	-0,44	0,20	-0,24
	Ocak 2021	0,11	1,26	-1,16	0,11	1,26	-1,16
	Mart 2021	0,06	2,12	-2,06	0,06	2,12	-2,06
	Nisan 2021	-0,21	0,59	-0,80	-0,21	0,59	-0,80
	Mayıs 2021	0,28	1,70	-1,42	0,28	1,70	-1,42
	Haziran 2021	0,34	1,72	-1,38	0,34	1,72	-1,38
	Ağustos2021	0,65	4,15	-3,50	0,65	4,15	-3,50
	Eylül 2021	6,23	1,96	-4,30	6,23	1,96	-4,30
	Temmuz2020	0,90	8,68	-7,78	0,90	8,68	-7,78
8	Ağustos2020	0,52	7,51	-7,00	0,52	7,51	-7,00
	Eylül 2020	0,47	7,71	-7,24	0,47	7,71	-7,24
	Ekim 2020	-	-	-	-	-	-
	Kasım 2020	0,12	9,33	-9,22	0,12	9,33	-9,22
	Aralık 2020	0,06	8,75	-8,69	0,06	8,75	-8,69
	Ocak 2021	0,09	6,93	-6,84	0,09	6,93	-6,84
	Mart 2021	0,95	21,40	-20,44	0,95	21,40	-20,44
	Nisan 2021	-	-	-	-	-	-
	Mayıs 2021	1,25	8,90	-7,64	1,25	8,90	-7,64
	Haziran 2021	1,49	13,52	-12,03	1,49	13,52	-12,03
	Ağustos2021	0,47	9,21	-8,74	0,47	9,21	-8,74
	Eylül 2021	0,50	7,58	-7,08	0,50	7,58	-7,08
	Temmuz2020	0,56	2,30	-1,74	0,56	2,30	-1,74
	Ağustos2020	0,59	0,92	-0,32	0,59	0,92	-0,32
9	Eylül 2020	0,18	0,50	-0,32	0,18	0,50	-0,32
	Ekim 2020	-0,07	0,39	-0,46	-0,07	0,39	-0,46
	Kasım 2020	0,23	0,97	-0,74	0,23	0,97	-0,74
	Aralık 2020	-0,04	0,23	-0,27	-0,04	0,23	-0,27
	Ocak 2021	0,26	0,96	-0,69	0,26	0,96	-0,69
	Mart 2021	-	-	-	-	-	-
	Nisan 2021	-	-	-	-	-	-
	Mayıs 2021	0,40	2,13	-1,73	0,40	2,13	-1,73
	Haziran 2021	0,62	3,45	-2,83	0,62	3,45	-2,83
	Ağustos2021	-0,19	0,49	-0,69	-0,19	0,49	-0,69
	Eylül 2021	0,69	1,66	-0,97	0,69	1,66	-0,97
	Temmuz2020	1,39	19,16	-17,77	1,39	19,16	-17,77
	Ağustos2020	1,21	11,37	-10,16	1,21	11,37	-10,16
	Eylül 2020	0,83	5,87	-5,03	0,83	5,87	-5,03
10	Ekim 2020	0,36	5,80	-5,43	0,36	5,80	-5,43
	Kasım 2020	0,39	6,92	-6,52	0,39	6,92	-6,52
	Aralık 2020	0,49	6,88	-6,39	0,49	6,88	-6,39
	Ocak 2021	2,11	18,72	-16,61	2,11	18,72	-16,61
	Mart 2021	0,12	3,45	-3,33	0,12	3,45	-3,33
	Nisan 2021	-	-	-	-	-	-
	Mayıs 2021	-	-	-	-	-	-
	Haziran 2021	-	-	-	-	-	-
	Ağustos2021	-	-	-	-	-	-
	Eylül 2021	-	-	-	-	-	-

Akarsu metabolizma bileşenlerine dair betimleyici istatistiksel çözümler 7 farklı yöntem altında hesaplanarak Tablo 5.6., 5.7., 5.8., 5.9.'da gösterilmiştir. Çözünmüş Oksijen Doygunluk değeri Sıcaklık (T_{su}) parametresi ile direkt bağlantılıdır. Sıcaklık değerinin gündüz-gece zaman değişikliğinde uğradığı yüksek değer farkları Çözünmüş Oksijen konsantrasyonunu etkilemektedir. Çözünmüş Oksijen konsantrasyonunu etkileyen diğer girdiler hesaplamalar da yok sayıldığı için negatif GPP sonuçları elde edildiği düşünülmektedir. Negatif olarak sonuçlanan GPP değerleri dikkate alınmamıştır.

Tablo 5.10. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 1 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri.

İstasyon No	Yöntem	İstatistiksel Parametre	GPP ($grO_2 m^{-2} gün^{-1}$)	ER ($grO_2 m^{-2} gün^{-1}$)	NEP ($grO_2 m^{-2} gün^{-1}$)
1	1	n	5	5	5
		Min.	0,02	1,68	-17,66
		Maks.	6,96	19,18	-1,00
		Ortalama	2,40	8,52	-6,11
		Std. Sapma	$\pm 2,46$	$\pm 6,58$	$\pm 5,97$
	2	n	6	6	6
		Min.	0,01	0,67	-17,87
		Maks.	2,66	19,81	-0,53
		Ortalama	1,21	5,93	-4,71
		Std. Sapma	$\pm 1,11$	$\pm 6,51$	$\pm 5,97$
	3	n	13	13	13
		Min.	0,02	3,33	-29,38
		Maks.	12,54	42,00	-2,71
		Ortalama	2,12	10,75	-8,62
		Std. Sapma	$\pm 3,53$	$\pm 10,46$	$\pm 7,88$
	4	n	10	10	10
		Min.	0,01	1,71	-11,07
		Maks.	3,80	11,19	-1,08
		Ortalama	0,73	4,45	-3,72
		Std. Sapma	$\pm 1,11$	$\pm 2,89$	$\pm 2,74$
	5	n	5	5	5
		Min.	0,00	1,61	-6,55
		Maks.	2,31	6,71	-1,61
		Ortalama	0,96	3,94	-2,98
		Std. Sapma	$\pm 0,95$	$\pm 1,87$	$\pm 1,83$
	6	n	4	4	4
		Min.	0,17	1,70	-5,16
		Maks.	2,32	5,33	-1,36
		Ortalama	1,16	4,00	-2,83
		Std. Sapma	$\pm 0,93$	$\pm 1,45$	$\pm 1,44$
	7	n	8	8	8
		Min.	0,05	1,71	-11,42
		Maks.	4,86	14,62	-1,64
		Ortalama	1,15	5,77	-4,61
		Std. Sapma	$\pm 1,69$	$\pm 4,50$	$\pm 3,50$

n: Negatif GPP değerleri hariç bırakılarak alınmış örnek sayısı.

Tablo 5.11. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 2 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri.

İstasyon No	Yöntem	İstatistiksel Parametre	GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)
2	1	n	4	4	4
		Min.	0,60	2,10	-18,66
		Maks.	7,58	20,08	-1,50
		Ortalama	2,55	10,74	-8,19
		Std. Sapma	$\pm 2,92$	$\pm 6,89$	$\pm 6,36$
	2	n	5	5	5
		Min.	0,37	1,40	-18,93
		Maks.	7,61	20,84	-1,50
		Ortalama	2,21	9,02	-6,95
		Std. Sapma	$\pm 2,76$	$\pm 7,45$	$\pm 6,34$
	3	n	13	13	13
		Min.	0,89	3,22	-20,07
		Maks.	5,99	22,07	-1,49
		Ortalama	1,90	10,46	-8,55
		Std. Sapma	$\pm 1,33$	$\pm 6,43$	$\pm 6,30$
	4	n	10	10	10
		Min.	0,20	2,10	-24,53
		Maks.	2,64	27,17	-1,14
		Ortalama	1,02	6,94	-5,92
		Std. Sapma	$\pm 0,74$	$\pm 7,11$	$\pm 6,60$
	5	n	6	6	6
		Min.	0,16	1,11	-8,20
		Maks.	0,71	8,70	-0,53
		Ortalama	0,45	3,98	-3,54
		Std. Sapma	$\pm 0,18$	$\pm 3,07$	$\pm 2,98$
	6	n	8	8	8
		Min.	0,00	1,22	-49,02
		Maks.	6,17	54,87	-0,58
		Ortalama	1,76	14,34	-12,57
		Std. Sapma	$\pm 2,46$	$\pm 20,16$	$\pm 17,77$
	7	n	8	8	8
		Min.	0,19	1,77	-4,27
		Maks.	1,13	4,46	-0,83
		Ortalama	0,57	2,87	-2,30
		Std. Sapma	$\pm 0,32$	$\pm 0,73$	$\pm 0,91$

n: Negatif GPP değerleri hariç bırakılarak alınmış örnek sayısı.

Tablo 5.12. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 3 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri.

İstasyon No	Yöntem	İstatistiksel Parametre	GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)
3	1	n	4	4	4
		Min.	0,35	5,73	-13,79
		Maks.	2,41	15,20	-4,97
		Ortalama	1,19	9,98	-8,78
		Std. Sapma	$\pm 0,80$	$\pm 3,70$	$\pm 3,75$
	2	n	4	4	4
		Min.	0,29	4,64	-13,69
		Maks.	1,24	14,93	-3,71
		Ortalama	0,75	9,18	-8,43
		Std. Sapma	$\pm 0,36$	$\pm 4,23$	$\pm 4,06$
	3	n	12	12	12
		Min.	0,16	3,13	-18,76
		Maks.	1,37	10,31	-2,97
		Ortalama	0,65	7,71	-7,05
		Std. Sapma	$\pm 0,39$	$\pm 4,40$	$\pm 4,19$
	4	n	10	10	10
		Min.	0,07	3,78	-6,75
		Maks.	1,31	7,29	-3,47
		Ortalama	0,50	5,46	-4,96
		Std. Sapma	$\pm 0,31$	$\pm 1,10$	$\pm 0,96$
	5	n	9	9	9
		Min.	0,00	1,59	-6,80
		Maks.	0,70	7,03	-1,59
		Ortalama	0,17	2,98	-2,80
		Std. Sapma	$\pm 0,20$	$\pm 1,55$	$\pm 1,48$
	6	n	11	11	11
		Min.	0,01	1,92	-30,48
		Maks.	2,04	32,52	-1,89
		Ortalama	0,37	5,74	-5,37
		Std. Sapma	$\pm 0,56$	$\pm 8,50$	$\pm 7,96$
	7	n	11	11	11
		Min.	0,21	3,51	-10,18
		Maks.	1,68	10,67	-3,30
		Ortalama	0,62	6,61	-5,99
		Std. Sapma	$\pm 0,40$	$\pm 2,16$	$\pm 1,98$

n: Negatif GPP değerleri hariç bırakılarak alınmış örnek sayısı.

Tablo 5.13. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 4 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri.

İstasyon No	Yöntem	İstatistiksel Parametre	GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)
4	1	n	6	6	6
		Min.	0,80	1,95	-3,49
		Maks.	2,38	5,41	-1,15
		Ortalama	1,61	3,99	-2,38
		Std. Sapma	$\pm 0,52$	$\pm 1,23$	$\pm 0,85$
	2	n	6	6	6
		Min.	0,75	1,86	-3,42
		Maks.	2,44	5,23	-1,10
		Ortalama	1,58	3,92	-2,33
		Std. Sapma	$\pm 0,55$	$\pm 1,23$	$\pm 0,83$
	3	n	13	13	13
		Min.	0,39	2,21	-1,82
		Maks.	8,54	18,35	-16,32
		Ortalama	3,02	8,88	-5,84
		Std. Sapma	$\pm 2,50$	$\pm 5,52$	$\pm 4,08$
	4	n	13	13	13
		Min.	0,06	1,67	-5,98
		Maks.	3,40	9,27	-1,37
		Ortalama	1,61	4,77	-3,15
		Std. Sapma	$\pm 1,14$	$\pm 2,17$	$\pm 1,37$
	5	n	12	12	12
		Min.	0,08	0,97	-2,39
		Maks.	1,60	3,81	-0,74
		Ortalama	0,79	2,35	-1,55
		Std. Sapma	$\pm 0,54$	$\pm 0,81$	$\pm 0,51$
	6	n	12	12	12
		Min.	0,04	0,72	-3,15
		Maks.	1,89	4,97	-0,64
		Ortalama	0,88	2,48	-1,60
		Std. Sapma	$\pm 0,69$	$\pm 1,23$	$\pm 0,68$
	7	n	13	13	13
		Min.	0,05	0,85	-4,12
		Maks.	4,06	6,46	-0,75
		Ortalama	1,22	3,43	-2,20
		Std. Sapma	$\pm 1,10$	$\pm 1,62$	$\pm 0,89$

n: Negatif GPP değerleri hariç bırakılarak alınmış örnek sayısı.

Tablo 5.14. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 5 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri.

İstasyon No	Yöntem	İstatistiksel Parametre	GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)
5	1	n	3	3	3
		Min.	0,50	1,10	-10,89
		Maks.	0,85	11,39	-1,73
		Ortalama	0,66	6,45	-6,21
		Std. Sapma	$\pm 0,15$	$\pm 4,21$	$\pm 3,74$
	2	n	3	3	3
		Min.	0,55	1,17	-10,93
		Maks.	0,98	11,48	-1,77
		Ortalama	0,71	6,58	-6,27
		Std. Sapma	$\pm 0,19$	$\pm 4,22$	$\pm 3,74$
	3	n	13	13	13
		Min.	0,06	1,51	-4,85
		Maks.	1,96	6,54	-0,83
		Ortalama	0,96	3,52	-2,55
		Std. Sapma	$\pm 0,68$	$\pm 1,51$	$\pm 1,23$
	4	n	9	9	9
		Min.	0,07	0,96	-10,65
		Maks.	3,51	14,17	-0,21
		Ortalama	0,95	3,96	-3,05
		Std. Sapma	$\pm 1,00$	$\pm 3,96$	$\pm 3,14$
	5	n	7	7	7
		Min.	0,05	0,46	-3,12
		Maks.	1,15	3,72	-0,54
		Ortalama	0,41	1,78	-1,57
		Std. Sapma	$\pm 0,40$	$\pm 1,06$	$\pm 0,85$
	6	n	7	7	7
		Min.	0,08	0,09	-18,18
		Maks.	7,60	24,61	-0,53
		Ortalama	2,26	7,23	-5,23
		Std. Sapma	$\pm 3,03$	$\pm 8,77$	$\pm 5,91$
	7	n	5	5	5
		Min.	0,01	0,53	-11,26
		Maks.	5,00	16,27	-0,66
		Ortalama	1,43	4,35	-3,18
		Std. Sapma	$\pm 1,82$	$\pm 6,02$	$\pm 4,09$

n: Negatif GPP değerleri hariç bırakılarak alınmış örnek sayısı.

Tablo 5.15. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 7 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri.

İstasyon No	Yöntem	İstatistiksel Parametre	GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)
7	1	n	1	1	1
		Min.	-	-	-
		Maks.	-	-	-
		Ortalama	-	-	-
		Std. Sapma	-	-	-
	2	n	1	1	1
		Min.	-	-	-
		Maks.	-	-	-
		Ortalama	-	-	-
		Std. Sapma	-	-	-
	3	n	13	13	13
		Min.	0,64	1,78	-9,75
		Maks.	14,67	12,41	-1,09
		Ortalama	2,77	6,19	-4,88
		Std. Sapma	$\pm 3,55$	$\pm 3,08$	$\pm 3,16$
	4	n	12	12	12
		Min.	0,15	1,65	-4,17
		Maks.	6,03	4,91	-1,04
		Ortalama	1,47	3,20	-2,41
		Std. Sapma	$\pm 1,57$	$\pm 1,09$	$\pm 0,85$
	5	n	8	8	8
		Min.	0,08	0,65	-1,97
		Maks.	2,78	2,49	-0,79
		Ortalama	0,71	1,51	-1,34
		Std. Sapma	$\pm 0,82$	$\pm 0,52$	$\pm 0,46$
	6	n	9	9	9
		Min.	0,00	0,57	-2,13
		Maks.	2,58	2,12	-0,64
		Ortalama	0,53	1,39	-1,31
		Std. Sapma	$\pm 0,75$	$\pm 0,45$	$\pm 0,48$
	7	n	11	11	11
		Min.	0,06	0,96	-4,30
		Maks.	6,23	4,15	-0,87
		Ortalama	0,93	1,95	-1,80
		Std. Sapma	$\pm 1,70$	$\pm 0,81$	$\pm 1,07$

n: Negatif GPP değerleri hariç bırakılarak alınmış örnek sayısı.

Tablo 5.16. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 8 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri.

İstasyon No	Yöntem	İstatistiksel Parametre	GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)
8	1	n	5	5	5
		Min.	0,42	6,41	-20,28
		Maks.	0,72	20,70	-5,77
		Ortalama	0,58	10,07	-9,49
		Std. Sapma	$\pm 0,11$	$\pm 5,35$	$\pm 5,43$
	2	n	5	5	5
		Min.	0,49	6,36	-20,51
		Maks.	0,73	21,21	-5,74
		Ortalama	0,63	10,15	-9,53
		Std. Sapma	$\pm 0,09$	$\pm 5,56$	$\pm 5,53$
	3	n	13	13	13
		Min.	0,03	4,72	-39,41
		Maks.	1,68	41,10	-3,67
		Ortalama	0,47	9,43	-8,96
		Std. Sapma	$\pm 0,43$	$\pm 9,35$	$\pm 8,98$
	4	n	7	7	7
		Min.	0,02	2,65	-33,27
		Maks.	2,70	35,97	-2,63
		Ortalama	0,66	9,28	-8,62
		Std. Sapma	$\pm 0,88$	$\pm 11,04$	$\pm 10,19$
	5	n	4	4	4
		Min.	0,00	1,61	-9,84
		Maks.	1,10	10,51	-1,61
		Ortalama	0,50	6,34	-5,84
		Std. Sapma	$\pm 0,42$	$\pm 4,17$	$\pm 3,78$
	6	n	4	4	4
		Min.	0,14	3,50	-52,68
		Maks.	7,03	57,71	-3,14
		Ortalama	2,98	31,01	-28,03
		Std. Sapma	$\pm 2,89$	$\pm 26,39$	$\pm 23,67$
	7	n	11	11	11
		Min.	0,06	7,51	-20,44
		Maks.	1,49	21,40	-7,00
		Ortalama	0,62	9,95	-9,34
		Std. Sapma	$\pm 0,45$	$\pm 3,98$	$\pm 3,79$

n: Negatif GPP değerleri hariç bırakılarak alınmış örnek sayısı.

Tablo 5.17. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 9 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri.

İstasyon No	Yöntem	İstatistiksel Parametre	GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)
9	1	n	6	6	6
		Min.	0,05	1,29	-36,26
		Maks.	1,75	38,01	-0,33
		Ortalama	0,57	8,77	-8,20
		Std. Sapma	$\pm 0,55$	$\pm 13,34$	$\pm 12,80$
	2	n	6	6	6
		Min.	0,12	0,47	-37,13
		Maks.	2,95	40,08	-0,30
		Ortalama	0,70	8,98	-8,28
		Std. Sapma	$\pm 1,01$	$\pm 14,11$	$\pm 13,13$
	3	n	13	13	13
		Min.	0,13	0,74	-17,35
		Maks.	1,48	17,85	-0,36
		Ortalama	0,68	4,33	-3,66
		Std. Sapma	$\pm 0,37$	$\pm 4,92$	$\pm 4,86$
	4	n	13	13	13
		Min.	0,04	1,44	-41,16
		Maks.	3,30	44,46	-0,60
		Ortalama	1,21	6,36	-5,14
		Std. Sapma	$\pm 0,96$	$\pm 11,06$	$\pm 10,45$
	5	n	10	10	10
		Min.	0,09	0,62	-11,16
		Maks.	2,09	11,81	-0,25
		Ortalama	0,57	3,02	-2,45
		Std. Sapma	$\pm 0,56$	$\pm 3,86$	$\pm 3,52$
	6	n	11	11	11
		Min.	0,02	0,39	-70,30
		Maks.	14,77	61,16	-0,20
		Ortalama	2,11	13,76	-11,65
		Std. Sapma	$\pm 4,32$	$\pm 26,10$	$\pm 22,62$
	7	n	8	8	8
		Min.	0,18	0,50	-2,83
		Maks.	0,69	3,45	-0,32
		Ortalama	0,44	1,61	-1,17
		Std. Sapma	$\pm 0,19$	$\pm 0,91$	$\pm 0,81$

n: Negatif GPP değerleri hariç bırakılarak alınmış örnek sayısı.

Tablo 5.18. Akarsu Metabolizma Bileşenlerinin İstasyon 10 için hesaplanmış betimleyici istatistikleri.

İstasyon No	Yöntem	İstatistiksel Parametre	GPP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	ER ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)	NEP ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$)
10	1	n	3	3	3
		Min.	0,41	2,92	-10,22
		Maks.	0,75	10,70	-2,35
		Ortalama	0,58	8,08	-7,51
		Std. Sapma	$\pm 0,14$	$\pm 3,65$	$\pm 3,65$
	2	n	3	3	3
		Min.	0,28	2,21	-10,24
		Maks.	0,65	10,68	-1,93
		Ortalama	0,46	7,82	-7,36
		Std. Sapma	$\pm 0,15$	$\pm 3,97$	$\pm 3,84$
	3	n	8	8	8
		Min.	0,05	2,06	-8,52
		Maks.	1,10	9,63	-2,02
		Ortalama	0,40	5,49	-5,09
		Std. Sapma	$\pm 0,35$	$\pm 2,69$	$\pm 2,40$
	4	n	5	5	5
		Min.	0,14	1,56	-6,65
		Maks.	0,87	7,52	-1,41
		Ortalama	0,31	4,33	-4,02
		Std. Sapma	$\pm 0,28$	$\pm 2,14$	$\pm 1,92$
	5	n	4	4	4
		Min.	0,02	0,78	-4,16
		Maks.	0,56	4,71	-0,74
		Ortalama	0,17	2,43	-2,26
		Std. Sapma	$\pm 0,22$	$\pm 1,47$	$\pm 1,26$
	6	n	3	3	3
		Min.	0,02	1,60	-4,00
		Maks.	0,35	4,15	-1,58
		Ortalama	0,17	2,86	-2,69
		Std. Sapma	$\pm 0,14$	$\pm 1,04$	$\pm 1,00$
	7	n	8	8	8
		Min.	0,12	3,45	-17,77
		Maks.	2,11	19,16	-3,33
		Ortalama	0,86	9,77	-8,91
		Std. Sapma	$\pm 0,63$	$\pm 5,68$	$\pm 5,12$

n: Negatif GPP değerleri hariç bırakılarak alınmış örnek sayısı.

Her bir nokta için 7 farklı yöntem kullanılarak betimleyici istatistiklerin Minimum, Maksimum, Ortalama ve Standart Sapma değerleri Tablo 5.10.–5.18. arasında gösterilmiştir. Negatif GPP değerine sahip aylar oluşturulan tablo analizlerinde hariç tutulmuştur. Tablolar özet haline alınacak olursa; Minimum GPP değerleri 1,2,3,7,8 numaralı istasyonlarda “0,00 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” ile 2 numaralı istasyonda “0,89 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” aralığında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Maksimum GPP değerleri 10 numaralı istasyonda “0,35 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” ile 9 numaralı istasyonda “14,77 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” aralığında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Minimum ER değerleri 5 numaralı istasyonlarda “0,09 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” ile 8 numaralı istasyonda “7,51 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” aralığında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Maksimum ER değerleri 7 numaralı istasyonda “2,12 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” ile 9 numaralı istasyonda “61,16 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” aralığında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Minimum NEP değerleri 9 numaralı istasyonlarda “-70,30 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” ile 4 numaralı istasyonda “-1,82 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” aralığında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Maksimum NEP değerleri 4 numaralı istasyonda “-16,32 ($\text{gr O}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” ile 9 numaralı istasyonda “-0,20 ($\text{grO}_2 \text{ m}^{-2}\text{gün}^{-1}$)” aralığında değişiklik gösterdiği görülmüştür.

İncelemesi ve ölçümleri yapılan nehir ekosistemlerinin kullanılabilir bazda sağlık kalite durumları Tablo 5.19.’da belirtilmiştir. Kalite durumları GPP ve ER değerleri göz önünde bulundurularak belirtilmiştir. İzagirre vd. yaptığı çalışmaya göre GPP değerinin 0,8-4,0 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve ER değerinin 1,5-5,0 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralıklarında olan akarsuyun “sağlıklı”; GPP <0,8 veya 4,0-8,0 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve ER 0,7-1,5 veya 5,5-10,0 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralıklarında olan akarsuyun “ideal oranda sağlıklı”; GPP>8,0 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ve ER <0,7 veya ER>10,0 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralıklarında olan akarsuyun ise “sağlıksız” olarak sınıflandırılması yapılmıştır. GPP ve ER kalite değerlerine göre gruplandırılan Tablo 5.19.’da aynı kalite durumuna ait sonuçlar tek satır halinde gösterilirken farklı değer aralıklarına göre farklı kalite değeri belirten GPP ve ER kalite durumları ayrı olarak değerlendirilip gösterilmiştir.

Tablo 5.19. Akarsu Metabolizma Bileşenleri hesaplarına göre incelenen nehir kollarının kalite durumları.

İstasyon No	Hesaplama Yöntemleri	Akarsu Kalite Durumu	
		GPP değerine göre	ER değerine göre
1	Yöntem 1	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
	Yöntem 2	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
	Yöntem 3	Sağlıklı	Sağlıksız
	Yöntem 4	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 5	Sağlıklı	
	Yöntem 6	Sağlıklı	
	Yöntem 7	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
2	Yöntem 1	Sağlıklı	Sağlıksız
	Yöntem 2	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
	Yöntem 3	Sağlıklı	Sağlıksız
	Yöntem 4	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
	Yöntem 5	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 6	Sağlıklı	Sağlıksız
	Yöntem 7	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
3	Yöntem 1	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
	Yöntem 2	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 3	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 4	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 5	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 6	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 7	İdeal oranda sağlıklı	
4	Yöntem 1	Sağlıklı	
	Yöntem 2	Sağlıklı	
	Yöntem 3	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
	Yöntem 4	Sağlıklı	
	Yöntem 5	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 6	Sağlıklı	
	Yöntem 7	Sağlıklı	
5	Yöntem 1	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 2	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 3	Sağlıklı	
	Yöntem 4	Sağlıklı	
	Yöntem 5	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 6	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
	Yöntem 7	Sağlıklı	
7	Yöntem 1	-	
	Yöntem 2	-	
	Yöntem 3	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
	Yöntem 4	Sağlıklı	
	Yöntem 5	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 6	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 7	Sağlıklı	
8	Yöntem 1	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıksız
	Yöntem 2	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıksız
	Yöntem 3	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 4	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 5	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 6	Sağlıklı	Sağlıksız
	Yöntem 7	İdeal oranda sağlıklı	
9	Yöntem 1	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 2	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 3	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 4	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı
	Yöntem 5	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 6	Sağlıklı	Sağlıksız
	Yöntem 7	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
10	Yöntem 1	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 2	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 3	İdeal oranda sağlıklı	
	Yöntem 4	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 5	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 6	İdeal oranda sağlıklı	Sağlıklı
	Yöntem 7	Sağlıklı	İdeal oranda sağlıklı

GPP ve ER değerleri baz alınarak oluşturulmuş tablolarda (bkz. Tablo 5.6.-5.18.) 1 numaralı ölçüm noktasının bütün yöntemler ile bulunmuş GPP değerleri 0,00-12,54 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmektedir. GPP değerinin 8,0 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ değerinden fazla olduğu zamanlarda kirletici yüklerin akarsuya etkisi olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda ölçüm noktası için bulunan ER değerlerinin de 0,67-42,00 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu görülmektedir. ER değeri 0,7 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ değerinden az olduğu ve 10,0 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ değerinden fazla olduğu zaman kirletici yüklerin akarsuya etki gösterdiği düşünülmektedir. 1 numaralı ölçüm noktası için tablolardan ele alınan değerler doğrultusunda zaman zaman kirlenerek sağlıklı bir akarsu olarak düşünülebilmesi söz konusudur. Ölçüm noktası alanınca şehir merkezi bölgesinde bulunduğu için kirlene bilme nedeninin evsel veya endüstriyel atıkların arıtımı yapılmadan direkt akarsu koluna döküldüğü, yerleşim yerlerindeki lağım çukurlarından sızan suyun akarsu koluna karışıyor olabileceği ve inşaat atıklarının (moloz, hafriyat vb.) izinsiz olarak akarsu kolunun çevresine döküldüğü için zaman zaman akarsuyun kirlendiği düşünülmektedir.

2 numaralı ölçüm noktası için yukarıda belirtilen tablolara bakıldığında GPP değerinin 0,00-7,61 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu, ER değerinin ise 1,11-54,87 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu görülmektedir. Bu değerlerin olması gereken değerlerden az ve fazla olduğu zamanlar olmaktadır. Bu durumdan kaynaklı ölçüm noktası çevresince kirlenmeler oluşabilmektedir. Bu ölçüm noktası bulunduğu konum açısından köy yerleşkesinin merkezi bir bölümünde olduğu söylenebilir. Bölge akarsuyunun kirlenme nedeninin evsel atıkların arıtımı yapılmadan akarsu kaynağına verilmesi, köy yerleşim yerindeki lağım çukurlarından sızan suyun akarsuya karışması ve bölgedeki tarım ve hayvancılık uygulamalarından kaynaklı atıkların akarsuya karışması gibi durumlardan zaman zaman akarsu kaynağının kirlendiği düşünülmektedir.

3 numaralı ölçüm noktası için yukarıda belirtilen tablolara bakıldığında GPP değerinin 0,00-2,41 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu, ER değerinin ise 1,59-32,52 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu görülmektedir. Bu değerlerin olması gereken değerlerden az ve fazla olduğu zamanlar olmaktadır.

Bu durumdan kaynaklı ölçüm noktası çevresince kirlenmeler oluşabilmektedir. Bu ölçüm noktası bulunduğu konum açısından kırsal-köy yerleşkesinin içinden geçmektedir ve bölge çevresinde madencilik faaliyetleri (kum, taş ocakları gibi) sıkça görülmektedir. Bu tarz kuruluşlar nedeniyle bölge akarsu kollarının zaman zaman kirlenebildiği düşünülmektedir.

4 numaralı ölçüm noktası için yukarıda belirtilen tablolara bakıldığında GPP değerinin $0,04-8,54 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu, ER değerinin ise $0,72-18,35 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu görülmektedir. Bu değerlerin olması gereken değerlerden az ve fazla olduğu zamanlar olmaktadır. Bu durumdan kaynaklı ölçüm noktası çevresince kirlenmeler oluşabilmektedir. Bu ölçüm noktası bulunduğu konum açısından 2 ve 3 numaralı ölçüm noktalarının birleşiminden sonra aşağı bölgede kalmaktadır. Bu durumdan kaynaklı akarsu kolunun zaman zaman kirliliğine yol açan nedenlerin aynı durumlardan kaynaklı olduğu söylenebilir.

5 numaralı ölçüm noktası için yukarıda belirtilen tablolara bakıldığında GPP değerinin $0,01-7,60 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu, ER değerinin ise $0,09-24,61 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu görülmektedir. Bu değerlerin olması gereken değerlerden az ve fazla olduğu zamanlar olmaktadır. Bu durumdan kaynaklı ölçüm noktası çevresince kirlenmeler oluşabilmektedir. Bu ölçüm noktası bulunduğu konum açısından kırsal yerleşim bölgesinden geçmektedir. Bölge çevresince birçok su sporu tesisi faaliyet göstermektedir. Bulunan bu tesislerin ve çevrede tarımsal amaçlı suni-kimyasal gübrelerin veya ilaçların kullanılması zaman zaman akarsu kaynağının kirliliğine yol açtığı düşünülmektedir.

7 numaralı ölçüm noktası için yukarıda belirtilen tablolara bakıldığında GPP değerinin $0,00-14,67 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu, ER değerinin ise $0,57-12,41 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu görülmektedir. Bu değerlerin olması gereken değerlerden az ve fazla olduğu zamanlar olmaktadır. Bu durumdan kaynaklı ölçüm noktası çevresince kirlenmeler oluşabilmektedir. Bu ölçüm noktası bulunduğu konum açısından kırsal köy yerleşim yerindedir.

Bölgedeki akarsuyun; çayır ve meraların bilinçsiz kullanılması, hayvancılık faaliyetlerinin sonucu oluşan atıkların akarsuya karışması, çevrede tarımsal faaliyetlerde suni-kimyasal ilaçların kullanımı gibi nedenler sonucu zaman zaman kirlenebildiği düşünülmektedir.

8 numaralı ölçüm noktası için yukarıda belirtilen tablolara bakıldığında GPP değerinin $0,00-7,03 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu, ER değerinin ise $2,65-57,71 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu görülmektedir. Bu değerlerin olması gereken değerlerden az ve fazla olduğu zamanlar olmaktadır. Bu durumdan kaynaklı ölçüm noktası çevresince kirlenmeler oluşabilmektedir. Bu ölçüm noktası bulunduğu konum açısından dağlık bir köy yerleşim yerinden geçmektedir. Akarsu kaynağının kirlenebilmesi bölgedeki Hidroelektrik santrallere, alabalık üretim tesislerine bağlı oluşabilecek kirliliklerden, evsel ve inşaat atıklarının akarsu kaynağına atılması sonucu oluşacak kirliliklerden dolayı etkilendiği düşünülmektedir.

9 numaralı ölçüm noktası için yukarıda belirtilen tablolara bakıldığında GPP değerinin $0,02-14,77 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu, ER değerinin ise $0,39-61,16 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu görülmektedir. Bu değerlerin olması gereken değerlerden az ve fazla olduğu zamanlar olmaktadır. Bu durumdan kaynaklı ölçüm noktası çevresince kirlenmeler oluşabilmektedir. Bu ölçüm noktası bulunduğu konum açısından kırsal köy yerleşiminde ve Organize Sanayi Bölgesi yanında kalmaktadır. Akarsu kolunun zaman zaman kirlenmesine yol açabilecek kaynakların; endüstriyel atıkların arıtımı yapılmadan akarsu havzasına karışmasından ve inşaat atıklarının izinsiz bir şekilde akarsu koluna bırakılmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

10 numaralı ölçüm noktası için yukarıda belirtilen tablolara bakıldığında GPP değerinin $0,02-2,11 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu, ER değerinin ise $0,78-19,16 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında değişmekte olduğu görülmektedir. Bu değerlerin olması gereken değerlerden az ve fazla olduğu zamanlar olmaktadır. Bu durumdan kaynaklı ölçüm noktası çevresince kirlenmeler oluşabilmektedir. Bu ölçüm noktası bulunduğu konum açısından dağlık bir alanda köy yerleşimlerine yakın bir noktada

bulunmaktadır. Akarsu kaynağında zaman zaman oluşan kirlenme bölgedeki madencilik faaliyetlerinden, tarım yapılan arazilerde kimyasal gübre, ilaç kullanımından ve evsel atıkların arıtılmadan akarsu kaynağına verilmesinden dolayı olabildiği düşünülmektedir.

Tablolara bakıldığında (bkz. Tablo 5.6.-5.19.) bulunan değerler doğrultusunda ölçüm noktalarındaki akarsuların kirlenebildiği görülmüştür ve bu kirliliklerin havza genelince çalışma arazilerinde rastlanan durumlar sayesinde yorumlamaları önceki bölümlerde ve araştırmalarda belirtilen değer aralıklarına göre yapılmıştır.



BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tek istasyon yönteminin kullanıldığı Düzce Melen Akarsuyunun 10 farklı noktasında tez kapsamınca akarsu metabolizma bileşenlerine dair parametreler hesaplanmıştır. 9 farklı noktaya dair GPP, ER ve NEP sonuçlarının zaman ve konuma göre farklılıklar gösterebileceği çalışmada belirtilmiştir. “K” katsayısının akarsu metabolizma bileşenleri hesabını direkt olarak etkilediği ve akarsuyun debi, derinlik gibi parametrelerinin de bu katsayıya direkt etki gösterdiği çalışma içinde gösterilmiştir. “K” katsayısının akarsu metabolizma bileşenleri çalışmaları doğrultusunda mevcut yöntemler doğrultusunda belirlenmesi gerektiği sonucu önem taşımakta ve ön görülmektedir. Araştırma kapsamında; akarsuyun farklı kollarında yapılan incelemeler dahilinde GPP değerinde artış ve azalışlar olduğu görülmektedir. Çalışma yapılan noktalar baz alındığında akarsuyun aşağı yataklarında su kalitesinde ve miktarında meydana gelebilecek değişimlerle bulanıklık gibi parametrelerde de anlık artış-azalış değişiklikleri oluşmasından kaynaklı bu durumun sonuçlanabileceği düşünülmektedir. Bu tarz oluşumlarda su derinliğinde ışığın ve oksijen miktarlarında azalma oluşacağından fotosentez azalır ve sucul bitki türlerinin sayısı gibi su içinde yer alan tür çeşitliliği azalır. Hesaplamaları yapılan veriler doğrultusunda ortalama GPP/ER değerleri $0.04-0.47 \text{ grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ aralığında olduğu hesaplanmıştır. Sonuç olarak inceleme noktaları ele alınarak akarsu ekosisteminin heterotrofik ($\text{GPP/ER} < 1$) hâlde olduğu görülmektedir. Akarsuların ekosistem kalitelerinin değerlendirmek için akarsu metabolizma bileşenlerinin incelenmesine gerek duyulabilir. Akarsu metabolizması ile uç meteorolojik olaylar (sıcak hava dalgaları, aşırı yağışlar, ani basınç değişimleri, kuraklık vb.) arasındaki bağlılığın incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Çevresel faktörlerin akarsu metabolizmasına etkileri ayrı bir inceleme konusunu ele verir.

Mevsimsel, iklimsel, genel olarak çevresel durumlar göz önüne alındığında akarsu yatağına ulaşan su miktarının ve su kalitesinin göstereceği farklılıklara göre akarsu metabolizma bileşenlerini ve hesaplamalarını olumlu-olumsuz ne şekilde etki göstereceği ve bu durumlara karşı nasıl bir yol izleneceği ayrıca incelenebilir ve geliştirilebilir.

Bu çalışmanın arazi ölçüm aşamalarında öğrenilen tecrübeler baz alınarak, Sıcaklık (T_{su}) ve Çözünmüş Oksijen verileri toplanması için akarsu yatağına bırakılan ölçüm cihazlarının yaprak, yosun, herhangi bir katı madde vs. kirleticilerine maruz kalmaması için suda kalma süresinin iki günü aşmaması önerilir. Çünkü ölçüm cihazlarının akarsu yatağında bulunduğu sürece çevresine kir, çöp, tortu vs. toplanabilir ve bu yüzden ölçülen verileri, sonuçları olumsuz etkileyebilir. Bir diğer yandan daha önce de belirtildiği gibi akarsuyun hız, debi, derinlik ölçümleri de akarsu metabolizma bileşenleri hesaplamalarında kritik önem taşır. Bu çalışmada da Sıcaklık (T_{su}) ve Çözünmüş Oksijen verileri ölçümü başlangıcında hız, debi, derinlik ölçümleri yapılmıştır. Yapılacak çalışmaların imkanlarına bağlı olarak Sıcaklık (T_{su}) ve Çözünmüş Oksijen ölçümleriyle eş zaman aralığında olacak şekilde hız, debi, derinlik ölçümleri yapılması tavsiye edilir.

Çalışma sonuçları son yıllarda yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılmak istenirse aşağıdaki gibi yorumlanabilir;

Japonya Ohyama Nehri'nde yürütülen bir çalışmada akışı azaltılmış bir nehrin su kalitesi ve metabolizmasındaki değişimler araştırılmıştır. Ardından bir çevresel akış modeli uygulanarak su kalitesinin iyileştiği görülmüştür. Çalışma bölgesinde az akıştan dolayı çeşitli alg patlamalarının olması ve sudaki bulanıklığın çokluğundan GPP ve ER değerlerinin kirlilik görülebilecek derecede yüksek olduğu görülmektedir (Huanga W. ve ark.). Yapılan çalışmada ortalama GPP/ER değerlerini üç farklı bölgede 0,2-1,62-1,82 $grO_2m^{-2}gün^{-1}$ gibi yüksek değerlerde bularak ototrofik bir nehir olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bizim yaptığımız çalışmada akarsularda sürekli bir akış olduğu için kirlilik durumları daha az görülmekte, alg patlaması gibi sorunlar

oluşmamakta ve sonuçlarımız bu çalışmaya göre 4'te 1 oranında daha az ve sağlıklı olduğu görülmektedir.

Çin Changjiang Nehri'nde CO₂ emisyonlarının akarsu metabolizmasına bağlı olarak değişimi rapor edilmiştir. Akış akarsu metabolizmasını ve akış içi karbon döngüsünü önemli ölçüde etkileyebilir fakat CO₂ bileşeninin akış halinde ekosistem solunumuna (ER) nasıl tepki verdiği hala bilinmemektedir (Gong C. ve ark.). Kaynak suyu akışının yüksek derecede akarsu metabolizma değerlerine sahip olduğu ve ER değerinin bizim yaptığımız çalışmadaki gibi çözünmüş oksijen konsantrasyonu ile arttığı, su deşarjı ile azaldığı sonucu görülmüştür (ER: $1,99 \pm 0,82 \text{ grCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$, GPP: $1,52 \pm 0,84 \text{ grCm}^{-2}\text{gün}^{-1}$). Bizim çalışmamız ile kıyasladığımız da geceleri çözünmüş oksijen konsantrasyonunun düştüğü ve CO₂ bileşeninin arttığı sonucuna ve akarsu metabolizması üzerine etkisi kabul edilebilir bir duruma ulaşmaktadır.

Çin'de bulunan Yellow Nehri halicinde yapılan çalışma 3 yıllık veri toplama ile akarsu metabolizma bileşenlerini analiz etmiştir. Brüt birincil üretim (GPP) 0,002 ila 8.488 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$, Ekosistem solunumu (ER) 0,382 ila 8,968 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$, Net ekosistem üretimi (NEP) -5,792 ile 7,293 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında değişmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır. GPP/ER ise 0,506 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ değerinde bulmuşlardır. Çalışmada bizim çalışmamızdaki gibi mevsimsel olarak akarsu metabolizmalarında değişimler olduğu görülmüş fakat yaz aylarında bu değişimler maksimum miktarda artarak heterotrofik sonuçlar yerine ototrofik sonuçlara dönüştüğü gözlemlenmiştir. Bu durum bizim sonuçlarımızdan daha yüksek değerlere ulaştıklarını göstermiştir. Bulanıklık ve su sıcaklığı bu değişimlerden dolayı metabolizmayı etkileyen önemli parametreler olarak tanımlanmıştır (Shen X. ve ark.).

İspanya'nın en büyük nehir havzası olan Ebro Nehri'nde yapılan çalışmada iklim değişikliğinin akarsu metabolizmasını nasıl etkilediği araştırılmıştır. 25 farklı alandan alınan veriler doğrultusunda kuraklık zamanlarını ele alarak iklim değişikliğinin etkileri 1998-2012 yılları arasında araştırılmıştır (Val J. ve ark.). Bu çalışmada GPP/ER oranı 0,2-0,6 $\text{grO}_2\text{m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ arasında olup bizim çalışmamıza kıyasla daha fazla çıkararak ototrofik bir duruma eğilim gösterdiği görülmüştür. Bu sonuçların nedeninin uzun

sürelili düşük akışlar sonrası aniden meydana gelen taşkınların nehir solunumuna gösterdiği olumsuz etkilerden olduğu düşünülmektedir (Val J. ve ark.).

İspanya’da Saja, Miera ve Escudo Nehirlerinde yapılan bir çalışmada akarsu ekosistemlerine giren kanalizasyon kirliliklerine göre akarsu metabolizmaları dahilinde araştırma yapılmıştır. Bu tür girdilerin nehir durumunu doğrudan etkilediğini bizim araştırmamızda olduğu gibi gözlemlemiştirlerdir. Fakat seçilen nehir kolları direkt atık su deşarj noktalarında bulunduğu için akarsu metabolizma değerleri oldukça yüksek çıkarak ototrofik eğilimli olduğu görülmüştür. GPP ve ER değerleri sırasıyla 2,06-21,95 grO₂m⁻²gün⁻¹ arasında ve 2,57-17,53 grO₂m⁻²gün⁻¹ arasında değişmektedir. Yapılan çalışmada ER değeri farklı yerlerde ve dönemlerde benzer değerdeydi ancak GPP değeri yaz aylarında düşme eğilimindeyken atık su girdilerinden dolayı nehirde ototrofik durum artış göstermiştir (Castillo T.R. ve ark.). GPP/ER oranı hesaplamalarında -0,19-0,43 53 grO₂m⁻²gün⁻¹ arasında ortalama değerlerde bulunmuştur. Bu hesaplamalar Saja ve Mineral nehirlerinde ototrofik duruma doğru bir eğilim gösterdiğini, ancak Saja Nehri yaz aylarında ve Miera Nehri ilkbaharda daha ototrofik olduğunu. Bununla birlikte, Escudo Nehri, çoğunlukla yaz aylarında heterotrofik duruma eğilimli olduğunu göstermiştir (Castillo T.R. ve ark.).

Font R.A. ve arkadaşları iklim değişikliğinin ve çevresel stres faktörlerinin nehir ekosistemleri üzerinde bir etki yaratacağını düşünerek iki ay süreli bir araştırma yapmışlardır. Düşük akış hızı ve sıcak hava dalgaları gibi etkili olaylar akarsu ekosisteminin işleyişi üzerinde etkili sonuçlara sebep olmaktadır (Font R.A. ve ark.). Araştırmada çakıl vb. sürtünme etkisi olmadan %66 oranında azalmış su seviyesinde düşük akış ve 10-15 °C’lik ortamdaki ısı dalgalarının etkisini test eden iki aylık bir akış mezokozm deneyi yapılmıştır. Düşük akışın GPP ve ER oranlarını bastırarak sistem metabolizmasını azalttığı görülmüştür (ER=-1,804 grO₂m⁻²gün⁻¹, GPP=-3,937 grO₂m⁻²gün⁻¹). Isı dalgaları etkisi normale yakınken (ER=1,128 grO₂m⁻²gün⁻¹, GPP=-0,415 grO₂m⁻²gün⁻¹) düşük akış hızıyla birlikte meydana geldiğinde hem ER hem de GPP değerlerinde ciddi değişiklikler oluşmuştur (ER=-0,689 grO₂m⁻²gün⁻¹, GPP=0,145 grO₂m⁻²gün⁻¹). Bu sonuçlar mikrobiyal ölümlerin arttığına işaret etmektedir (Font R.A. ve ark.). NEP değerinin ise deney boyunca düşük akış hızı ve ısı dalgaları açısından belirgin olarak azaldığı gözlemlenmiştir (-1,297 grO₂m⁻²gün⁻¹,

-0,965 grO₂m⁻²gün⁻¹). Çalışma sonbahar mevsimi için sıcak hava dalgalarının potansiyel olarak birincil üreticiler için büyüme mevsimini uzattığını ve ayrıştırıcıları uyardığını ortaya koymaktadır (Font R.A. ve ark.).

Ebro Nehri'nin 13 alt kolunda inceleme yapılarak kentleşmenin akarsu metabolizması üzerine etkilerine değinilmiştir. Kentsel kirlilik akarsu ekosistemlerinin stres kaynaklarından birisidir. Bu çalışmada kanalizasyon girdileri nedeniyle çevresel değişkenler ölçülmüştür. Kanalizasyon girdileri nehrin kimyasal özelliklerini ciddi şekilde bozmuş ve ekosistem işleyişi üzerinde karmaşık etkilere yol açmıştır (Peredo O. ve ark.). Bizim çalışma bölgelerimizde zaman zaman kanalizasyon kirliliklerinin girdiği düşünüldüğü için bu çalışmanın; özellikle iklim değişikliği nehir kıyısındaki organizmaları strese sokacağı ve alıcı akarsuların seyreltme kapasitesini azaltacağı için atık su arıtımlarının daha da iyileştirilmiş şekilde yapıp havzalara verilmesinin doğru olacağı düşüncesi çalışmalar kıyaslandığı zaman tartışmanın aynı sonuca ulaşmasını sağlıyor.

KAYNAKLAR

- Acuna, V., Giorgi, I., Munos, I., Uehlinger, U., Sabaters, S. 2004. Flow Extremes and Benthic Organic Matter Shape the Metabolism of a Headwater Mediterranean Stream. *Freshwater Biology*, 49: 960-971.
- Akkaya, Y. 2019. Melen Çayı Havzası'nın Coğrafi Potansiyeli ve Sürdürülebilirlik Açısından Havza Yönetimi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Bales, J.D., Nardi, M.R. 2007. Automated Routines for Calculating Whole-Stream Metabolism—Theoretical Background and User's Guide: U.S. Geological Survey Techniques and Methods. Reston, Virginia, 4-C2, 33 (online at <http://pubs.water.usgs.gov/tm4c2/>).
- Bott, T.L., Brock, J.T., Cushing, C.E., Gregory, S.V., King, D., Petrsen, R.C. 1978. Comparisin of Methods for Measuring Primary Production and Community Respiration in Stream. *Hydrobiologia*, 60: 3-12.
- Bott, T.L. 2006. Primary Productivity and Community Respiration, in Hauer, F.R., and Lamberti, G.A., eds. *Methods in Stream Ecology*: San Diego, Academic Press, Inc., 533–556.
- Başbuğ Saygı, Y. 2000. Yeniçağa Gölü'nün (Bolu) Bazı Limnolojik Özellikleri; Primer ve Sekonder Produktivitesi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. Doktora Tezi.
- Castillo, T.R., Barquín, J., Cabria, M.A., Peñas, F.J., Álvarez, C. 2017. Effects of sewage effluents and seasonal changes on the metabolism of three Atlantic rivers. *Science of the Total Environment*, 599–600: 1108–1118.
- Chapra, S.C. 1997. *Surface Water-Quality Modelling*, McGraw-Hill. New York.
- Cronin, G., Mccutchan, J.H., Pitlick, J., Lewis, W.M. 2007. Use of Shields Stress to Reconstruct and Forecast Changes in River Metabolism. *Freshwater Biology*, 52, 1587–1601.
- Device Manuals MiniDOT® Logger, MiniDOT® Logger, www.pme.com/wp-content/uploads/PME-miniDOT-Manual-2021.pdf, 13 Ekim 2021.
- Eryiğit, M. 2017. Beşerî Baskı Altındaki Akarsu Metabolizmasının Modellenmesi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Flow Tracker Manual, Son Tek Flow Tracker Handheld ADV, www.sontek.com/flowtracker2, 5 Kasım 2021.

- Font, R.A., Khamis, K., Milner, A.M., Sambrook Smith, G.H., Ledger, M.E., (2021). Low flow and heatwaves alter ecosystem functioning in a stream mesocosm experiment. *Science of the Total Environment*, 777: 146067.
- Gong, C., Yan, W., Zhang, P., Yu, O., Li, Y., Li, X., Wang, D., Jiao, R. 2021. Effects of stream ecosystem metabolisms on CO₂ emissions in two headwater catchments, Southeastern China. *Ecological Indicators*, 130: 108136.
- Grimm, N.B. Fisher, S.G. 1984. Exchange Between Interstitial and Surface Water: Implications for Stream Metabolism and Nutrient Cycling. *Hydrobiologia*, 111:219-228.
- Grace, M., Imberger, S. 2006. Stream Metabolism: Performing & Interpreting Measurements, Water Studies Centre Monash University. Murray Darling Basin Commission and New South Wales Department of Environment and Climate Change, Australia, 3-124.
- Hall, R.O., Tank, J.L. 2003. Ecosystem Metabolism Controls Nitrogen Uptake in Grand Teton National Park, Wyoming, *Limnology and Oceanography*, 48: 1120-1128.
- Hart, A.M. 2013. Seasonal Variation in Whole Stream Metabolism Across Varying Land Use Types, Master Thesis, Virginia Polytechnic Institute ve State University, Virginia.
- Hondzo, M., Voller, V.R., Morris, M., Foufoula-Georgiou, E., Finlay, J., Ganti, V., Power, M.E. 2013. Estimating and Scaling Stream Ecosystem Metabolism along Channels with Heterogeneous Substrate, *Ecohydrology*, 6:679–688.
- Huang, W., Liu, X., Peng, W., Wu, L., Yano, S., Zang, J., Zhao, F. 2018. Periphyton and Ecosystem Metabolism as Indicators of River Ecosystem Response to Environmental Flow Restoration in a Flow-Reduced River. *Ecological Indicator*, 92: 394-401.
- Izagirre, O., Bermejo, M., Pozo, J., Elosegui, A. 2007. An Excel-based Tool to Calculate River Metabolism from Diel Oxygen Concentration Curves. *Environmental Modelling & Software*, 22: 24-32.
- Izagirre, O., Agirre, U., Bermejo, M., Pozo, J., Elosegui, A. 2008. Environmental Controls of Whole-Stream Metabolism Identified From Continuous Monitoring of Basque Streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 27, 2:252–268.
- Kaenel, B.R., Buehrer, H., Uehlinger, U. 2000. Effects of Aquatic Plant Management on Stream Metabolism and Oxygen Balance in Streams. *Freshwater Biology*, 45: 85-95.
- McTammany, M.E., Webster, J.R., Benfield, E.F., Neatrour, M.A. 2003. Longitudinal Patterns of Metabolism in a Southern Appalachian River. *Journal of the North American Benthological Society* 22, 3: 359-370.

- Mulholland, P.J., Fellows, C.S., Tank, J.L., Grimm, N.B., Webster, J.R., Hamilton, S.K., Marti, E., Ashkenas, L., Bowden, W.B., Dodds, W.K., McDowell, W.H., Paul, M.J., Petersdon, B.J. 2001. Inter-Biome comparison of Factors Controlling Stream Metabolism. *Freshwater Biology*, 46: 1503-1517.
- Mulholland PJ, Houser JN ve Maloney KO (2005) "Stream Diurnal Dissolved Oxygen Profiles as Indicators of in Stream Metabolism and Disturbance Effects: Fort Benning as a Case Study", *Ecological Indicators*, 5: 240–255.
- Odum, H.T. 1956. Primary Production in Flowing Waters. *Limnology and Oceanography*, 1,2: 102-117.
- Pereda, O., vonSchiller, D., Baquero, G.G., René Mor, J., Acuña, V., Sabater, S., Elozegi, A., 2021. Combined effects of urban pollution and hydrological stress on ecosystem functions of Mediterranean streams. *Science of the Total Environment*, 753: 141971.
- Product Brochures MiniDOT® Logger , MiniDOT® Logger, www.pme.com/wp-content/uploads/2014/07/DataSheet_miniDOT_RevE.pdf, 13 Ekim 2021.
- Shen, X., Sun, T., Liu, F., Xu, J., Pang, A. 2015. Aquatic Metabolism Response to the Hydrologic Alteration in the Yellow River estuary, China", *Journal of Hydrobiologia*, 525: 41-55.
- T.C. Düzce Belediyesi, Düzce coğrafyası, www.duzce.bel.tr/11-cografi-yapi, 11 Mart 2021.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Resmi İstatistikler, www.mgm.gov.tr, 25 Mart 2021.
- Uzarski, D.G., Burton, T.M., Stricker, C.A. 2001. A New Chamber Design for Measuring Community Metabolism in a Michigan Stream", *Hydrobiologia*, 455:137-155.
- Val, J., Chinarro, D., Pino, M.R., Navarro, E. 2016. Global change impacts on river ecosystems: A high-resolution watershed study of Ebro river metabolism. *Science of the Total Environment*, 569–570: 774–783.
- Vollenweider, R.A. 1974. A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments, 2, Blackwell Scientific, Oxford UK.
- Young, R.G., Huryn, A.D. 1999. Effects of Land use on Stream Metabolism and Organic Matter Turnover. *Ecological Applications*, 9: 1359-1376.
- Yates, A.G., Brua, R.B., Culp, J.M., Chambers, P.A. 2013. Multi-Scaled Drivers of Rural Prairie Stream Metabolism along Human Activity Gradients. *Freshwater Biology*, 58:675–689.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Ahmet Behlül Esmeroğlu

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Çevre Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Sakarya Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği	2019
Lise	Sakarya Yunus Emre Anadolu Lisesi	2015

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2020-2022	116Y147 No'lu TUBİTAK Araştırma Projesi	Stajyer
9.2019-12.2019	Boyner Mağazacılık A.Ş.	Satış Danışmanı

YABANCI DİL

İngilizce