



# Kahramanmaraş Sütçü İmam University

## Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 19.12.2022  
Kabul Tarihi : 23.01.2023

Received Date : 19.12.2022  
Accepted Date : 23.01.2023

### SU ALMA AĞIZLARINDAN HAVA GİRİŞİNİN BULANIKLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

### THE EFFECTS OF AIR ENTERING FROM WATER INTAKES ON TURBIDITY

Ercan GEMİCİ<sup>1\*</sup> (ORCID: 0000-0001-8464-4281)  
Betül Tuba GEMİCİ<sup>2</sup> (ORCID: 0000-0003-1731-536X)

<sup>1</sup> Bartın Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bartın, TÜRKİYE  
<sup>2</sup> Bartın Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bartın, TÜRKİYE

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Ercan GEMİCİ, egemici@bartin.edu.tr

#### ÖZET

Rezervuarlarda su seviyesinin düşük olduğu durumlarda su ile birlikte hava girişi de meydana gelmektedir. Hava girişiyle beraber oluşan çevrinti, su yüzeyinde ve askıda bulunan ince maddelerin suyla beraber boru hatlarına girmesine ve suyu bulandırmaya sebep olmaktadır. Hava girişinin başladığı kritik batıklık ( $S_c$ ) olarak adlandırılan su ağız ile su yüzeyi arasındaki mesafe çok sayıda faktöre göre değişmektedir. Su alma ağzının boyutu, şekli, debisi, su alma ağzının yakınındaki engeller bu faktörlerden sadece bazılarıdır. Bu çalışmada dairesel kesitli bir boru ile farklı debilerle kum serili rezervuardan su çekilmesi durumunda oluşan kritik batıklık yükseklikleri belirlenmiştir. Kritik batıklık yüksekliğinin hemen üzerinde ve kritik batıklık yüksekliğinde suyun bulanıklık değerleri ölçülerek kritik batıklık ve debinin bulanıklık üzerine etkileri araştırılmıştır. Froude sayısı ve debi değerlerinden boyutsuz kritik batıklık/su alma borusu çapı oranının ( $S_c/D$ ) belirlenmesine yönelik regresyon denklemleri kurulmuş ve denklemlerin anlamlılıkları test edilmiştir. Ayrıca bulanıklık değerlerinin belirlenmesine yönelik denklemler oluşturulmuştur. Oluşturulan denklemler istatistiksel olarak bulanıklığın, debi ve  $S_c/D$  değerleri kullanılarak yaklaşık olarak belirlenebileceğini göstermiştir. Su alma ağzlarının kanal tabanına yakın olmasının bulanıklığı önemli ölçüde artırdığı görülmüştür. Hava girişi ile beraber bulanıklığın %700-800 kadar arttığı durumlar olmaktadır. Su alma ağzlarının kritik batıklık yüksekliği dikkate alınarak tasarlanması, su kalitesinin korunması bakımından da oldukça önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Bulanıklık, hava girişi, kritik batıklık, su alma ağızı

#### ABSTRACT

In reservoirs, when water level is low, air entering also occurs with the water. The vortex occurs with air entering causes the fine substances on the water surface and suspended to enter the pipelines with water and muddy the water. The distance between the water mouth and the water surface, which is called the critical submergence ( $S_c$ ), where the air entering starts, varies according to many factors. The size, shape, flow rate and obstructions near the intake are just some of these factors. In this study,  $S_c$  that occur when water is drawn from a sand laid reservoir with different flow rates with a circular pipe were determined. The turbidity values of the water were measured just above the critical submergence height and at the critical submergence height, and the effects of critical submergence and flow on turbidity were investigated. Regression equations were established to determine the dimensionless critical submergence/water intake pipe diameter ratio ( $S_c/D$ ) from Froude number and flow rate values, and significance of the equations was tested. In addition, equations for the determination of turbidity values were generated. The generated equations statistically showed that turbidity can be approximated using flow rate and  $S_c/D$  values. It has been observed that the closeness of the water intake openings to the bottom of the channel significantly increases the turbidity. It has been determined that turbidity increases by 700-800% with air entering. It is also very important for the water intakes to be designed considering the critical submergence height in terms of maintaining water quality.

**Keywords:** Turbidity, air entering, critical submergence, water intake

ToCite: GEMİCİ, E., & GEMİCİ, B.T., (2023). SU ALMA AĞIZLARINDAN HAVA GİRİŞİNİN BULANIKLIK ÜZERİNE ETKİLERİ. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(1), 241-249.

## GİRİŞ

İçme ve kullanma suları rezervuarlarda, su depolarında biriktirilerek borularla şebekelere dağıtılmaktadır. Rezervuarlardan boru ile su alınması sırasında boru ağzı ile su yüzeyi arasında yükseklik düşük ise su ile beraber boruya çevrintili bir hava girişi de olmaktadır. Çevrintili hava girişinin başladığı zamandaki su alma ağzı ile su üst yüzeyi arasındaki düşey uzaklık kritik batıklık ( $S_c$ ) olarak adlandırılır. Araştırmacılar tarafından kritik batıklığın analitik ve deneysel çalışmalarla formüle edilmesine dair çalışmalar günümüze kadar devam etmektedir (Hashid vd., 2021; Sarkardeh vd., 2010; Eroğlu ve Bahadır, 2007; Yıldırım ve Kocabaş, 1995). Hem miktar hem de kalite bakımından verimli bir su çekimi yapılabilmesi için su alma ağzının üzerindeki su yüksekliğinin ( $H$ ) kritik batıklık yüksekliğinden fazla olması gerekir. Akarsu ile beraber doğal veya yapay su haznelere katı maddeler de taşınmaktadır. Özellikle suyun bulanıklaşmasına neden olan kil, silt, çok küçük inorganik ve organik maddeler, algler, çözünmüş renkli organik bileşikler, plankton ve diğer mikroskobik organizmalar hafif oldukları için su içerisindeki hafif çalkantılardan dahi etkilenecek yüzeye doğru hareketlenirler. Taban kayma gerilmesi yeterince büyük olduğunda tabandaki sediment tabakası da gevşer (Bohling, 2009) ve partiküller üst tarafta bulunan su kütesine doğru tortu hareketine başlar (Tang vd., 2019). Su hızlarının yüksek olduğu durumlarda, su ile karışan malzeme miktarı çok daha fazlalaşır ve tabandaki ince malzemeler askıya geçerek daha yüksek bulanıklığa neden olur.

Bulanıklık, bir sıvının göreceli berraklığının ölçüsüdür ve suyun optik bir özelliğidir. Hem su yaşamı hem de insan sağlığı için zararlı olan patojenlerin, bakterilerin, çok küçük inorganik ve organik maddelerin ve diğer kirleticilerin varlığını belirtmek için bulanıklık ölçümü yapılmaktadır (APHA/AWWA/WEF, 2012). Bu nedenle içme suyu ve atık su sistemlerinde bulanıklık önemli parametreler arasındadır. Laboratuvarında veya sahada özel optik ekipman kullanılarak bulanıklık ölçümü yapılabilir. Bir su örneğine bir ışık yönlendirilir ve saçılan ışık miktarı ölçülür. Ölçüm birimi Nefelometrik Bulanıklık Birimi (NTU) olarak adlandırılır (ISO, 2016; APHA/AWWA/WEF, 2012; Davies-Colley ve Smith, 2001). Işığın saçılması ne kadar büyük olursa, bulanıklık da o kadar yüksek olur. Düşük bulanıklık değerleri, yüksek su berraklığını gösterir; yüksek değerler düşük su berraklığını gösterir.

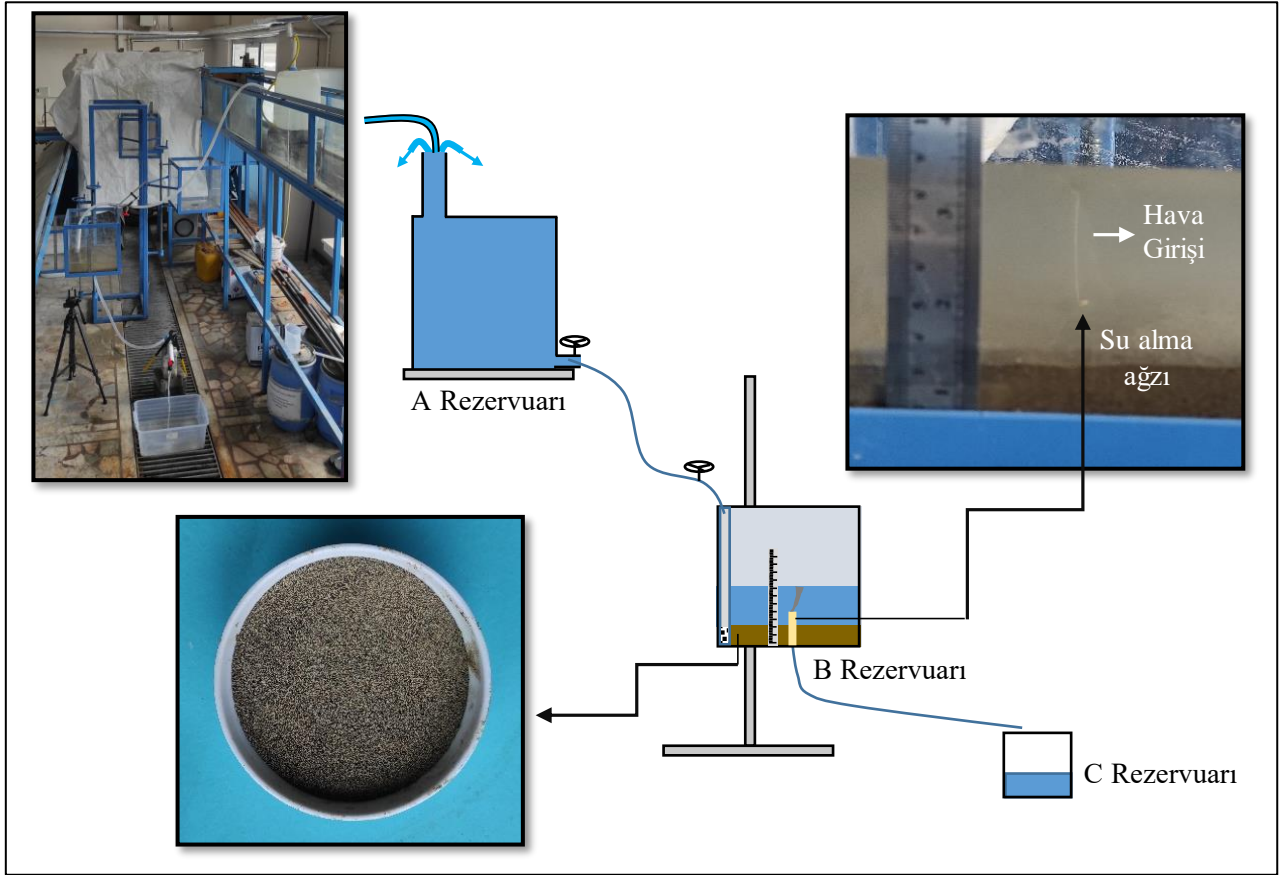
Bulanıklık, su kalitesinin bir göstergesidir ve patojenik mikroorganizmaların büyümesine neden olur. Yüksek kalitede su devamlılığını sağlamak için suyun bulanıklığının değerlendirilmesi ve izlenmesi oldukça önemlidir. Ancak, çoğu durumda bulanıklık değerlendirmesi üzerinde yeterince durulmamakta ve bulanıklığın neden kaynaklandığı çoğu kez bilinmemektedir. Oysa düşük bulanıklık, suda patojen miktarının az olduğunun ve suyun güvenilir olduğunun temel göstergelerindedir. Birçok çalışma, yüksek bulanıklık durumuyla çeşitli hastalık salgınlarmı ilişkilendirmektedir. (Halder ve Islam, 2015; Mann vd., 2007; Hruday ve Hruday, 2004). Ayrıca bulanıklık içme suyu arıtma tesislerinin çalışma performansını da doğrudan etkileyebilir. Bu riskleri en aza indirmek için etkili bir strateji oluşturmak ve içme suyu kaynaklarının bulanıklığını önceden tahmin etmek gerekir (Zhang vd., 2021).

## MATERYAL VE YÖNTEM

### *Deney Düzenegi*

Deneyler Bartın Üniversitesi Hidrodinamik Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Düzenek üç adet rezervuardan oluşmaktadır (Şekil 1). A rezervuarı yüksek debi ile beslenerek sürekli tam dolu olan bir depo görevini üstlenmektedir. Bu sayede su kotu sabit olan A rezervuarından B rezervuarına su akışı permenan olarak sağlanmaktadır. B rezervuarı hava girişinin gözlemlendiği rezervuardır. Bu rezervuara giren suyun debisi, A rezervuarından çıkan boruya bağlı vana yardımıyla ayarlanabilmektedir. B rezervuarı hareket edebilen bir mekanizmaya bağlıdır, bu haznede su üst kotu ve su çıkış kotları değiştirilerek farklı akış koşulları elde edilebilmektedir. Suyun bulanmasına neden olan katı malzeme bu rezervuarda bulunmaktadır. Dere kenarından elde edilen ve 0.6 mm elekten geçirilen ince kum 3 cm kalınlığında tabana serilmiştir. Tabanda bulunan dişli parçaya, farklı su alma ağzları yerleştirilerek su alma ağzının özellikleri değiştirilebilmektedir. Bu çalışmada dairesel kesitli 15 mm çapında bir su alma ağzı kullanılmıştır. Su alma ağzı kum tabakasıyla aynı seviyede ( $c=0$  cm) ve kum seviyesinden 3.5 cm yükseklikte ( $c= 3.5$  cm) olacak şekilde iki farklı durum oluşturularak kanal tabanı yüksekliğinin kritik batıklık ve su bulanıklığı üzerine etkileri de araştırılmıştır. Kumun yıkanması dolayısıyla bulanıklık zamanla azalacağı için her bir deney aynı koşulda kumun rezervuara serilmesi ile tekrarlanmıştır. B haznesinden hacmi belli C haznesine boşalan suyun dolma süresi bulunarak borudan geçen suyun debisi belirlenmektedir. Bu hazneye boşalan sudan alınan örneklerin bulanıklığı, bulanıklık ölçerle ölçülmektedir. Bulanıklığın belirlenebilmesi amacıyla hava girişi başlamadan önce sık sık numune alınmakta ve hava girişi başlamasından önce alınan son örnek hava girişi

öncesi bulanıklık tayininde kullanılmaktadır. Hava girişinin başladığının görülmesiyle alınan örnek de hava girişi sonrası bulanıklık tayininde kullanılmaktadır.



Şekil 1. Deney Düzenegi

### Regresyon Analizi

Regresyon analizi, Montgomery vd. (2013) tarafından, değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak ve modellemek için kullanılan istatistiksel bir metot olarak ifade edilmiştir. Regresyon modellerinde, bağımlı değişken ve bağımsız değişken ya da değişkenler bulunur. Basit doğrusal regresyonda,  $y_i$  yanıt değişkeni,  $x_i$  açıklayıcı değişkeni,  $\beta_0$  ve  $\beta_1$  bu değişkenin bilinmeyen parametrelerini ve  $\varepsilon_i$  şansa bağlı hata terimlerini ifade etmek üzere basit doğrusal regresyon modeli Eşitlik 1-3 kullanılarak kurulur (Kutner vd., 2005).

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ için} \quad (1)$$

$$\beta_1 = (\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})) / \sum (x_i - \bar{x}) \quad (2)$$

$$\beta_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x} \quad (3)$$

Polinom regresyon, bağımsız bir  $x$  değişkenine bağlı olarak  $y$  bağımlı değişkeninin değişiminin ölçüldüğü çoklu regresyonun özel bir durumudur. Doğrusal modellere kıyasla, değişkenler arasında iyi bir doğrusal ilişki olmayan veri kümeleri için doğrusal olmayan polinom modelleri tercih edilir. Tek değişkenli polinom regresyon modeli aşağıdaki Eşitlik 4 ile ifade edilmektedir. Burada  $k$  polinomun derecesidir. Polinomun derecesi modelin sırasındır.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 x_i^3 + \dots + \beta_k x_i^k + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ için} \quad (4)$$

Modelde  $\beta_0$  regresyon modelinin sabiti,  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  regresyon modelinin eğim katsayıları veya bağımsız değişkenin katsayı değerleri,  $\varepsilon$  ise modelin hata terimidir (Aggrey, 2002).

Regresyon analizinde verilen noktaları temsil eden en iyi denklemi bulma işleminde yaygın olarak kullanılan yöntem en küçük kareler (EKK) yöntemidir. EKK yöntemi hem birinci dereceden fonksiyonlar için hem de polinomlar için kullanılabilir (Rawlings, 1998).

Regresyon denklemlerinin geçerliliğini kontrol etmek için genel olarak % 95 güven aralığında F ve t-testleri kullanılmaktadır. t-testi, denklemlerin R değerlerinin önem seviyesini belirlemek için kullanılmaktadır. Regresyonların önemini araştırmak amacıyla t-testine ilave olarak, % 95 güven düzeyinde regresyon varyans analizi (F-testi) uygulanmaktadır. Regresyon denklemleri için hesaplanan F değerlerinin,  $F_{tablo}$  değerlerinden yüksek olması F testi açısından regresyonların anlamlı olduğunu göstermektedir (Gökçe, 2020; Karakul ve Özaydın 2019).

Regresyon analizlerinde bağımlı ve bağımsız değişkenler olarak;  $S_c/D$ : kritik batıklık/su alma borusu çapı oranı,  $Q$ : debi,  $T$ : Bulanıklık ve  $F_r$ : boyutsuz froude sayısı kullanılmıştır. Froude sayısı Eşitlik 5 ile hesaplanmaktadır.

$$F_r = v/(gD)^{0.5} \quad (5)$$

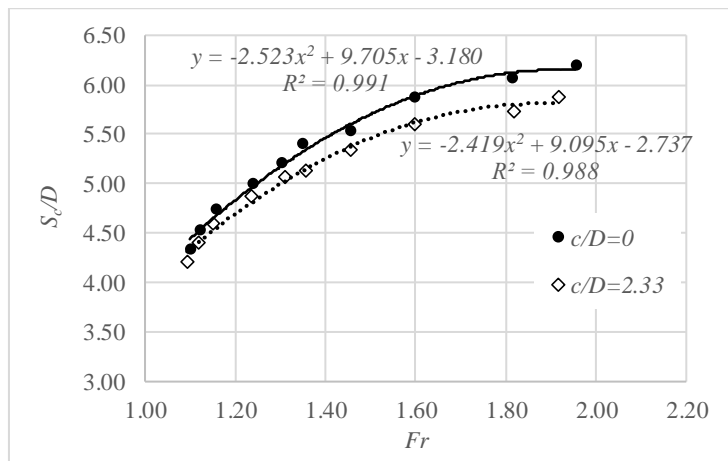
Burada;  $v$ : borudaki suyun hızı,  $g$ : yerçekimi ivmesi ve  $D$ : boru çapıdır.

## BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

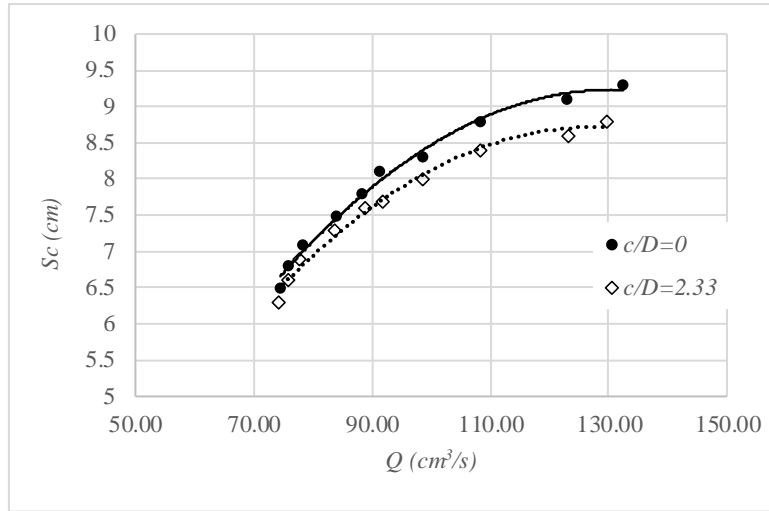
Regresyon denklemi EKK yöntemi ile tahmin edildiğinde modellerin tüm katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.  $c/D=0$  olması durumunda regresyon denklemi  $S_c/D = -2.523F_r^2 + 9.705F_r - 3.180$  belirlilik katsayısı  $R^2=0.991$  olarak bulunmuş varyans testi sonucu  $F=375.27$  ve anlamlılık  $F$  değeri ( $F_{sig}$ )  $10^{-7}$ 'den küçük elde edilmiştir.  $c/D=2.33$  iken  $S_c/D = -2.419F_r^2 + 9.095F_r - 2.737$  belirlilik katsayısı  $R^2=0.988$  olarak hesaplanmıştır. Bu durumda da  $F=277.86$  ve anlamlılık  $F$  değeri  $<3 \times 10^{-7}$  hesaplanmış ve bir bütün olarak regresyon denklemi anlamlı bulunmuştur. Bu şartlar altında Tablo 1 ve Şekil 2, boyutsuz  $S_c/D$  değerinin boyutsuz Froude sayısı kullanılarak yaklaşık olarak tahmin edilebileceğini göstermektedir. Aynı şekilde deney parametreleri altında debi değerlerine bağlı olarak kritik batıklık değerleri ( $S_c$ ) Şekil 3 üzerinden okunabilecektir. Tabloda verilen  $b$  değerleri değişkenlerin katsayılarını,  $sb$  standart hataları,  $t$  değeri hesaplanan  $t$  istatistiklerini ve  $p$  değeri hesaplanan  $p$  istatistiklerini göstermektedir.

**Tablo 1.** Froude Sayısına Bağlı Polinom Regresyonu Parametre İstatistikleri

Model	Değişken	$b$	$s_b$	$t$	$p$
$c/D=0$	sabit	-3,180	0,75	-4,26	0,00374
	x	9,705	1,02	9,52	0,00003
	$x^2$	-2,523	0,34	-7,50	0,00014
$c/D=2.33$	sabit	-2,737	0,79	-3,46	0,01054
	x	9,095	1,09	8,33	0,00007
	$x^2$	-2,419	0,36	-6,64	0,00029



**Şekil 2.** Froude Sayısı ile  $S_c/D$  Değişimi

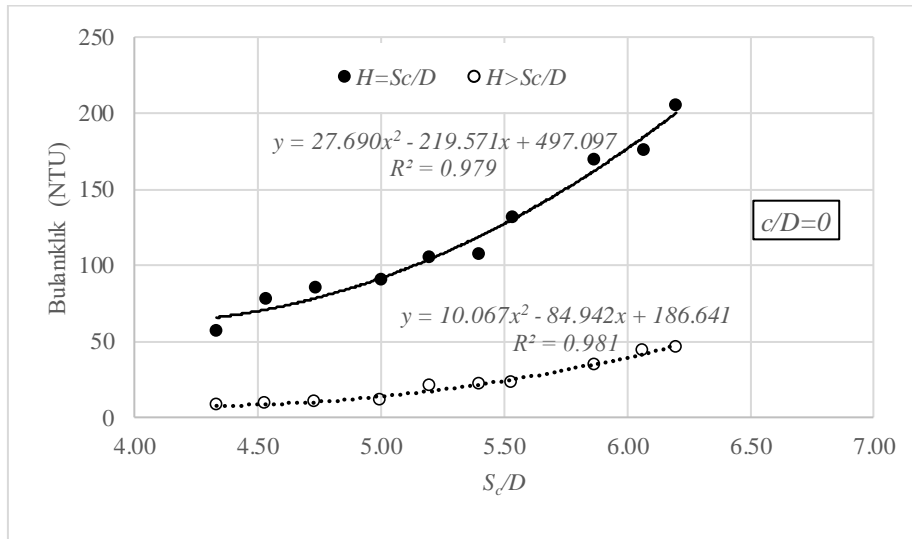


Şekil 3. Debi ile Kritik Batıklık ( $S_c$ ) Değişimi

Tablo 2.  $c/D=0$  Koşullarında Kritik Batıklığa Bağlı Polinom Regresyonu Parametre İstatistikleri

Model	Değişken	$b$	$s_b$	$t$	$p$
$H=S_c/D$	sabit	497,097	217,71	2,28	0,05636
	x	-219,571	83,23	-2,64	0,03352
	$x^2$	27,690	7,87	3,52	0,00975
$H>S_c/D$	sabit	186,641	61,06	3,06	0,01842
	x	-84,942	23,35	-3,64	0,00383
	$x^2$	10,067	2,21	4,56	0,00260

$c/D=0$  olması durumunda su ağızından hava girişi başlamış ise bulanıklık değerini tahmin eden regresyon denklemi  $T=27.69(S_c/D)^2-219.571(S_c/D)+497.097$  belirlilik katsayısı  $R^2=0.979$  olarak hesaplanmış, varyans testi sonucu  $F=159.37$  ve anlamlılık  $F$  değeri  $2 \times 10^{-6}$ 'nın altında bulunmuştur.  $c/D=0$  ve hava girişi henüz başlamamışken bulanıklık tahmini için polinom regresyon denklemi  $T=10.067(S_c/D)^2-84.942(S_c/D)+186.641$ , belirlilik katsayısı  $R^2=0.981$  olarak belirlenmiştir. Bu denklem için  $F=177.96$  ve anlamlılık  $F$  değeri  $<10^{-6}$  hesaplanmış ve bir bütün olarak regresyon denklemi anlamlı bulunmuştur. Tablo 2 ve Şekil 4  $c/D=0$  durumunda boyutsuz  $S_c/D$  değeri kullanılarak bulanıklık değerinin yaklaşık olarak tahmin edilebileceğini göstermektedir.



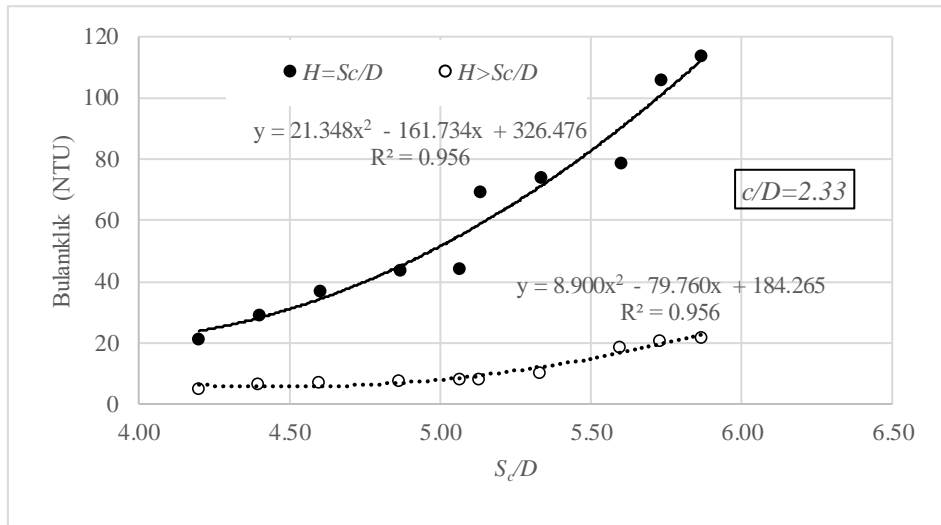
Şekil 4.  $c/D=0$  Koşullarında Kritik Batıklığın ( $S_c$ ) Bulanıklık Üzerine Etkisi



**Tablo 3.**  $c/D=2.33$  Koşullarında Kritik Batıklığa Bağlı Polinom Regresyonu Parametre İstatistikleri

Model	Değişken	$b$	$s_b$	$t$	$p$
$H=S_c/D$	sabit	326,476	235,81	1,38	0,20874
	x	-161,734	94,199	-1,72	0,12969
	$x^2$	21,348	9,32	2,29	0,05581
$H>S_c/D$	sabit	184,265	46,88	3,93	0,00567
	x	-79,760	18,73	-4,26	0,00375
	$x^2$	8,900	1,85	4,80	0,00196

$c/D=2.33$  koşullarında su alma ağzından hava girişi başlamış ise bulanıklık değeri tahmininde kullanılabilir regresyon denklemi  $T=21.348(S_c/D)^2-161.734(S_c/D)+326.476$  belirlilik katsayısı  $R^2=0.956$  olarak elde edilmiş, anova testi sonucunda  $F=75.58$  ve anlamlılık  $F$  değeri  $2 \times 10^{-5}$ 'den küçük hesaplanmıştır.  $c/D=2.33$  ve su derinliği hava girişinin başladığı kritik batıklık yüksekliğinin üzerinde iken bulanıklık tahmini için polinom regresyon denklemi  $T=8.9(S_c/D)^2-79.76(S_c/D)+184.265$  ve belirlilik katsayısı  $R^2=0.956$  bulunmuştur. Bu regresyon denklemi için  $F=76.31$  ve anlamlılık  $F$  değeri  $<2 \times 10^{-5}$  olarak bulunarak regresyon denkleminin bütün olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

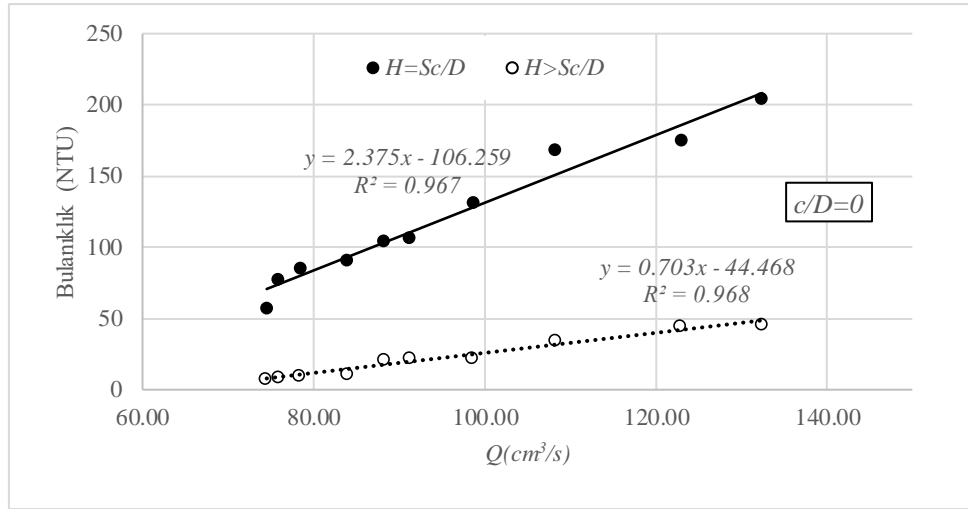
**Şekil 5.**  $c/D=2.33$  Koşullarında Kritik Batıklığın ( $S_c$ ) Bulanıklık Üzerine Etkisi

Rezervuar içerisinde su yüksekliğinin kritik batıklık değerine düşmesi ve su alma ağzına hava girişinin olmasıyla beraber bulanıklığın önemli ölçüde arttığı Şekil 4 ve Şekil 5'den görülmektedir.

**Tablo 4.**  $c/D=0$  Koşullarında Debiye Bağlı Doğrusal Regresyon Parametre İstatistikleri

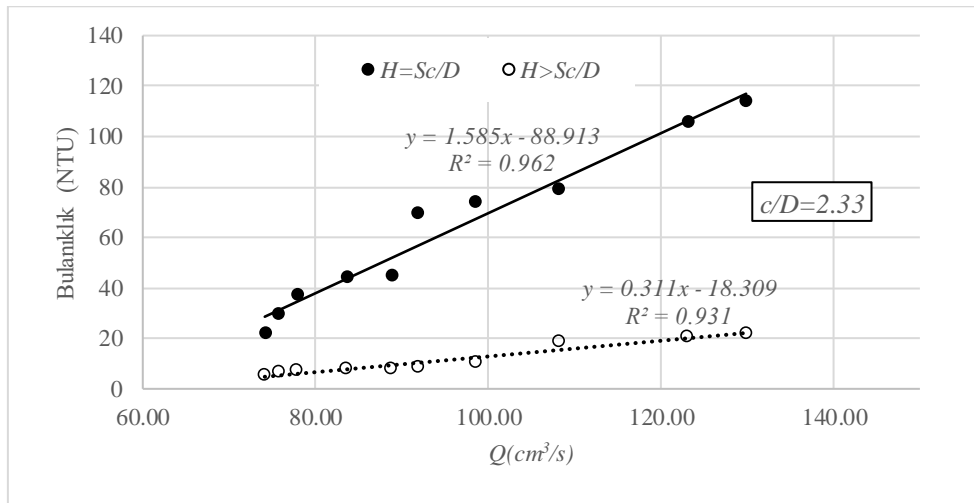
Model	Değişken	$b$	$s_b$	$t$	$p$
$H=S_c/D$	sabit	-106,259	14,99	-7,09	0,00010
	x	2,375	0,15	15,42	$3,1 \times 10^{-7}$
$H>S_c/D$	sabit	-44,468	4,42	-10,06	$8,1 \times 10^{-6}$
	x	0,703	0,05	15,50	$3 \times 10^{-7}$

$c/D=0$  koşulunda su ağzından hava girişi başlamış ise debi değerine bağlı olarak bulanıklık değerini tahmin eden doğrusal regresyon denklemi  $T=2.735Q-106.259$  ve belirlilik katsayısı  $R^2=0.967$  olarak hesaplanmış, varyans testi sonucu  $F=237.84$  ve anlamlılık  $F$  değeri  $4 \times 10^{-7}$ 'nin altında bulunmuştur.  $c/D=0$  ve hava girişi henüz başlamamışken bulanıklık tahmini için regresyon denklemi  $T=0.703Q-44.468$  ve belirlilik katsayısı  $R^2=0.968$  olarak belirlenmiştir. Bu denklem için  $F=240.09$  ve anlamlılık  $F$  değeri  $<3 \times 10^{-7}$  hesaplanmış ve bir bütün olarak regresyon denklemi anlamlı olmaktadır.

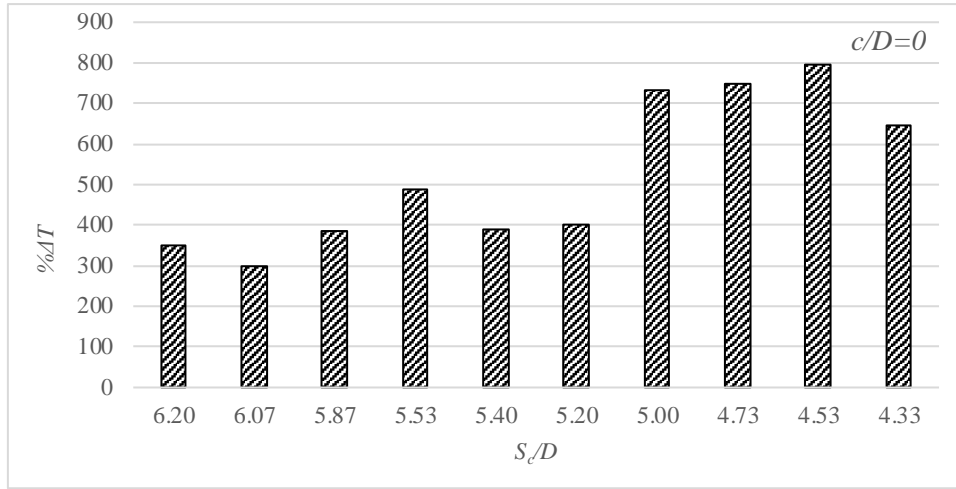
Şekil 6.  $c/D=0$  Koşullarında Debinin ( $Q$ ) Bulanıklık ( $T$ ) Üzerine EtkisiTablo 5.  $c/D=0$  Koşullarında Debiye Bağlı Doğrusal Regresyon Parametre İstatistikleri

Model	Değişken	$b$	$s_b$	$t$	$p$
$H=Sc/D$	sabit	-88,913	10,75	-8,27	$3,4 \times 10^{-5}$
	x	1,585	0,11	14,31	$5,6 \times 10^{-7}$
$H>Sc/D$	sabit	-18,309	2,91	-6,30	0,00023
	x	0,311	0,03	10,40	$6,3 \times 10^{-6}$

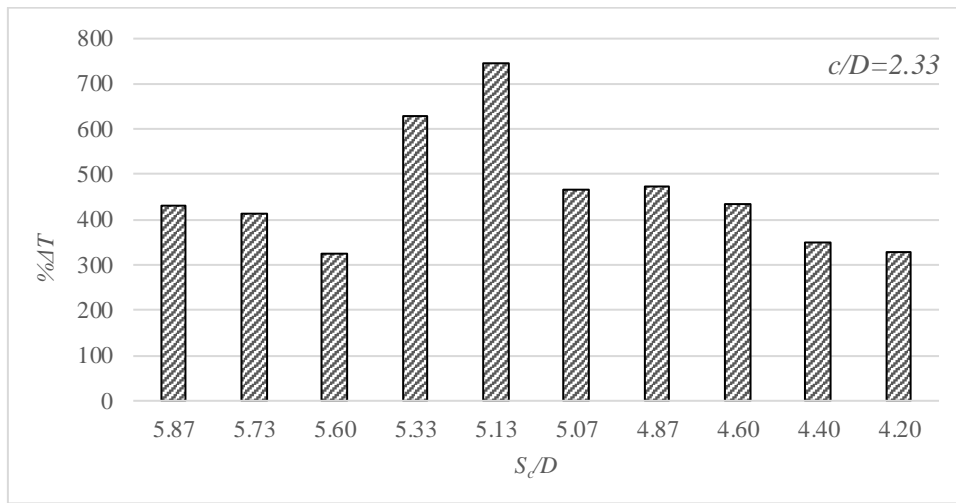
$c/D=2.33$  iken boruya hava girmeye başladığında debiye bağlı olarak bulanıklığı tahmin eden doğrusal regresyon denklemi  $T=1.585Q-88.913$  ve belirlilik katsayısı  $R^2=0.962$  olarak bulunmakta, varyans testi sonucunda  $F=204.63$  ve anlamlılık  $F$  değeri  $6 \times 10^{-7}$ 'nin altında olmaktadır.  $c/D=2.33$  ve hava girişi henüz yok iken bulanıklık tahmini için regresyon denklemi  $T=0.311Q-18.309$  ve belirlilik katsayısı  $R^2=0.931$  olarak hesaplanmaktadır. Bu denklemin  $F$  değeri  $108.10$  ve anlamlılık  $F$  değeri  $<6.4 \times 10^{-6}$  olmakta ve bir bütün olarak regresyon denkleminin kullanılabilir olduğu sonucuna varılmaktadır.

Şekil 7.  $c/D=2.33$  Koşullarında Debinin ( $Q$ ) Bulanıklık ( $T$ ) Üzerine Etkisi

Rezervuarlarda hava girişinin başlamasıyla beraber bulanıklıklarda görülen değişim yüzdesel olarak Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir. Su alma ağzının taban seviyesinde olduğu durumda ( $c/D=0$ ) hava girişi oluşmasıyla beraber bulanıklığın %300 ile %800 arasında arttığı görülmektedir (Şekil 8). Özellikle kritik batıklık seviyesinin düşük olduğu değerlerde bulanıklığın %600'ün üzerinde arttığını göstermektedir.



Şekil 8.  $c/D=0$  Koşullarında Hava Girişi Etkisiyle Bulanıklığın Değişimi



Şekil 9.  $c/D=2.33$  Koşullarında Hava Girişi Etkisiyle Bulanıklığın Değişimi

$c/D=2.33$  koşullarında %325 ile %750 arasında arttığı görülmektedir (Şekil 9). Genel olarak hava girişiyle beraber suya karışan malzemeler ortalama %400'ün üzerinde bulanıklık değerini yükseltmektedir (Şekil 9).

## SONUÇLAR

Elde edilen denklemlerin anlamlılığını araştırmak için %95 güven aralığında  $F$  ve  $t$ -testleri kullanılmıştır. 10'ar adet örneğin kullanıldığı çalışmada tablo  $F$  değeri 5.32 ve tablo  $t$ -değeri 2.262'dir. Hesaplanan  $F$  ve  $t$  değerlerinin tablo  $F$  ve  $t$  değerlerinden büyük olması ile bütün denklemlerde belirlilik katsayılarının yüksek olması ( $R^2 > 0.930$ ) regresyon denklemlerinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu anlamlılık rezervuarlardan çekilen suyun bulanıklığının, bilinen  $S_c/D$  veya çekilen suyun debisi ile tahmin edilebileceğini ifade etmektedir.

Rezervuarlardan alınan suların bulanıklığını azaltmak için su alma ağzlarının tabandan yeterince yüksek yapılması ve su alma ağzı ile suyun üst yüzeyi arasında mesafenin kritik batıklık değerinden yüksek olması gerektiği belirlenmiştir. Bu mesafenin kritik batıklık değerinde olması durumunda bulanıklık değeri, hava girişinin henüz başlamadığı durumdaki su yüksekliğine göre %300'ün üzerinde fazla bulunmuştur. Su alma ağzının üzerinde yüksekliğinin kritik batıklığa düşmesiyle bulanıklığın %800 seviyelerine kadar arttığı görülmüştür. Özellikle su alma ağzı taban seviyesinde olduğunda kritik batıklık değerinin küçük olduğu durumlarda bulanıklığın %600'ün üzerinde arttığı görülmektedir. Su alma ağzlarından hava girişinin olması mekanik hasarlara ve hidrolik problemlere yol açabileceği gibi aynı zamanda su kalitesinin de düşmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle su kaynaklarının sürdürülebilirliği sağlayabilmek açısından su kirliliğine yol açan faktörler daha detaylı incelenmelidir. Suyu kirlüten faktörün kaynağında yok edilmesi veya azaltılması hem iş gücünün azaltılması hem de maliyetin daha az olması bakımından en uygundur. Su alma ağzlarının tasarımında da bulanıklık gibi su kalitesi parametrelerinin dikkate alınması gereklidir.



## KAYNAKLAR

- APHA/AWWA/WEF (2012). Standard method 2130: turbidity. Standard methods for the examination of water and wastewater, 22nd edition. Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation.
- Aggrey, S. E. (2002). Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poultry Science Association*, 81(12), 1782-1788. <https://doi.org/10.1093/ps/81.12.1782>
- Bohling, B. (2009). Measurements of threshold values for incipient motion of sediment particles with two different erosion devices. *Journal of Marine Systems*, 75, 330-335. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2007.01.014>
- Davies-Colley, R. J., and Smith, D. G. (2001). Turbidity Suspended Sediment, and Water Clarity: A Review. *Journal of the American Water Resources Association*, 37(5), 1085-1101. doi:10.1111/j.1752-1688.2001.tb03624.x
- Eroglu, N., ve Bahadırli, T. (2007). Prediction of critical submergence for a rectangular intake. *Journal of Energy Engineering*, 133(2), 91-103. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9402\(2007\)133:2\(91\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9402(2007)133:2(91))
- Halder, J. N., and Islam, M. N. (2015) Water pollution and its impact on the human health. *Journal of Environment and Human*, 2(1), 36-46. doi: 10.15764/EH.2015.01005
- Hashid, M., Hussain, A., Ahmad, Z. (2021) Critical submergence for side circular intake in an open channel flow. *Journal of Hydraulic Research*, 59(1), 136-147. doi: 10.1080/00221686.2020.1744749
- Hrudey, S. E. and Hrudey, E. J. (2004) Safe drinking water—lessons from recent outbreaks in affluent nations. IWA Publishing, London, UK
- ISO (2016). International Standard ISO 7027-1:2016(E): Water quality – determination of turbidity. Part 1: quantitative methods. Geneva: International Organization for Standardization.
- Gökçe, H. (2020). Bakır Malzemenin Delinme Performansının Kesme Kuvveti ve Takım Sıcaklığı Açısından İncelenmesi. *El-Cezeri*, 7(3), 1039-1053. doi.org/10.31202/ecjse.730812
- Karakul, A., ve Özaydın, G. (2019). Türkiye'nin İnovasyon Göstergeleri Arasındaki İlişkilerin Değişen Varyans Problemlili Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon İle Modellenmesi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2), 125-139.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., Li, W., (2005). Applied linear statistical models. McGraw-Hill Irwin Companies Inc. New York.
- Mann, A. G., Tam, C. C., Higgins, C. D., and Rodrigues, L. C. (2007) The association between drinking water turbidity and gastrointestinal illness: a systematic review. *BMC Public Health*, 7(1), 1-7. doi.org/10.1186/1471-2458-7-256
- Montgomery, D.C., Peck, E.A., Vining G.G. (2013). Linear Regression Analysis. 5th. John Wiley & Sons.
- Ostertagová, E. (2012). Modelling using polynomial regression. *Procedia Engineering*, 48, 500-506. doi.org/10.1016/j.proeng.2012.09.545
- Rawlings D, John O, Pantula, Sastry G, Dickey, David A. (1998). Applied Regression Analysis (2nd ed.): A Research Tool, Springer Science & Business Media.
- Sarkardeh, H., Zarrati, A. R., Roshan, R. (2010). Effect of intake head wall and trash rack on vortices. *Journal of Hydraulic Research*, 48(1), 108-112. <https://doi.org/10.1080/00221680903565952>
- Tang C. Y., Li, Y., Acharya, K., Du, W., Gao, X., Luo, L., and Yu, Z. (2019). Impact of intermittent turbulent bursts on sediment resuspension and internal nutrient release in Lake Taihu, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 26:16519-16528. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04847-2>
- Yıldırım, N., and Kocabas, F. (1995). Critical submergence for intakes in open channel flow. *Journal of Hydraulic Engineering*, 121(12), 900-905. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1995\)121:12\(900\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1995)121:12(900))
- Zhang, Y., Yao, X., Wu, Q., Huang, Y., Zhou, Z., Yang, J., and Liu, X. (2021). Turbidity prediction of lake-type raw water using random forest model based on meteorological data: A case study of Tai lake, China. *Journal of Environmental Management*, 290, 112657. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112657>