TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: SU ANALİZ CİHAZI

TAKIM ADI: BİOYDG

KATEGORİ: Sosyal İnovasyon

Başvuru ID: 423704

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

DANIŞMAN ADI: Tamer Aslan

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı) 3
2. Problem Durumunun Tanımlanması: 3
3. Çözüm 4
3.1. Algılayıcılar 5
3.1.1. TDS sensörü 5
3.1.2. pH sensörü 5
3.1.3. Sıcaklık sensörü 5
3.1.4. Sıvı seviye sensörü 5
3.1.5. İnternet box 6
4. Yöntem 6
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü 7
6. Uygulanabilirlik 8
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması 8
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar): 9
9. Riskler 9
10. Kaynaklar 10

Tablo 1: Tahmini maaliyet 8
Tablo 2: Proje Zaman Planlaması 9
Tablo 3: Risk tablosu 10

Şekil 1: Dinar İlçesi'nde bazı köylerin içme suyu depolarının tahlil sonuçları (kaynak: ilçe sağlık müdürlüğü raporu) 4
Şekil 2: Sırasıyla TDS, pH ,Sıcaklık ve sıvı seviye sensörleri 5
Şekil 3: Proje şeması ve mobil uygulama çıktıları 6
Şekil 4: Sırasıyla prototipin önden görünüşü ve klorlama tertibatı 7

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Sağlıklı suya ulaşım hakkı, en temel insan hakları arasındadır. Uluslararası metinlerde de yer aldığı gibi; herkesin yeterli, güvenli, kabul edilebilir, fiziksel olarak ulaşılabilir ve maddi olarak karşılanabilir suya erişim hakkı vardır. Ancak günümüzde yaklaşık 700 milyon insan güvenilir içme suyu erişiminden yoksundur. Her yıl 1,8 milyon insan sudan kaynaklı salgın hastalıklardan dolayı yaşamını yitirmektedir.

İçme sularında iki türlü klorlama yapılır. Bunlardan ilki her daim ve belirli aralıklarla yapılan periyodik klorlama, ikincisi ise; organik madde ve bakteri bulaşı tespit edildiği durumlarda şok klorlama. İçme suyu olarak kullanılacak bir suyun kalitesini ve içilebilirliğini tayin eden çok sayıda parametre vardır. Biz bu parametrelerden TDS, pH ve iletkenlik verilerini mikroişlemcide işleyip kullandık. Belirlenen bu parametrelerin dışına çıkılması sonucu insan sağlığı olumsuz etkilenebilmektedir. Bu parametreler doğal veya beşeri yollarla, anlık olarak değişebilir. Aynı zamanda suyun içerisine karışan organik veya inorganik maddeler sonucu salgın hastalıklar meydana gelmektedir. Bu durum insan sağlığını olumsuz etkileyip iş gücü kaybına, eğitim duraksamalarına ve insan hayatının günlük yaşantısını aksatan birden fazla olumsuz duruma sebep olmaktadır. Bunun için tasarladığımız cihaz, Su Analiz Cihazıdır. İçindeki sensörler ve algılayıcılar sayesinde anlık olarak bildirim verip anlık müdahalede bulunulmasını ve su analizlerinin tam zamanında yapılmasını sağlayacaktır. Böylelikle bulunan mecranın sorumlusu için de zamandan tasarruf ve anlık veriye erişim söz konusu olacaktır.(İSG 2022)

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

Köylerde içme suları depolardan temin edilmekte. Bu suların klorlanma ve temel parametre (pH ve klor miktarı) ölçüm işlemini ise il ve ilçe sağlık müdürlüklerinin yetkisiyle köy muhtarları yürütmekte. Bunun için köy muhtarlarına eğitim verilse de klorlamanın etkin yürütülemediği aşikar. Afyonkarahisar çevre köylerinde yaptığımız araştırmalarda 20 köy incelendi. İncelenen köylerden 12 tanesinde kullanılan suyun içmeye uygun olmadığını gördük.

İL	İLÇE	KÖY/BELDE	İZLEME NK	NUMUNE ALMA TARİHİ	UYGUN MU?	UYGUNSUZ PARAMETRELER
Afyonkarahisar	Dinar	Afşar	AFSAR KÖYÜ	29.07.2021 14:25	UYGUN	
Afyonkarahisar	Dinar	Akça	AKÇA KÖY	29.07.2021 13:15	UYGUN	
Afyonkarahisar	Dinar	Akgün	AKGÜN KÖYÜ	29.07.2021 13:00	UYGUNSUZ	Enterokok(4),Koliform bakteri(10)
Afyonkarahisar	Dinar	Alacatlı	ALACATLI KÖYÜ	29.07.2021 12:00	UYGUNSUZ	Enterokok(3),Koliform bakteri(64)
Afyonkarahisar	Dinar	Burunkaya	BURUNKAYA KÖYÜ	29.07.2021 12:50	UYGUNSUZ	Nitrat(227,45)
Afyonkarahisar	Dinar	Cumhuriyet	CUMHURIYET KÖYÜ	29.07.2021 13:50	UYGUNSUZ	Enterokok(2),Koliform bakteri(29),Escherichia Coli (1)
Afyonkarahisar	Dinar	Çağlayan	ÇAGLAYAN KÖYÜ	29.07.2021 14:35	UYGUN	
Afyonkarahisar	Dinar	Çapalı	ÇAPALI KÖYÜ	29.07.2021 12:35	UYGUN	
Afyonkarahisar	Dinar	Çayüstü	ÇAYÜSTÜ KÖYÜ	29.07.2021 13:45	UYGUNSUZ	Enterokok(32),Koliform bakteri(2),Escherichia Coli (2)
Afyonkarahisar	Dinar	Çobansaray	ÇOBANSARAY KÖYÜ	29.07.2021 15:00	UYGUNSUZ	Enterokok(1),Nitrat(51,47),Koliform bakteri(8)
Afyonkarahisar	Dinar	Dombay	DOMBAY KÖYÜ	29.07.2021 14:00	UYGUNSUZ	Koliform bakteri(6)
Afyonkarahisar	Dinar	Eldere	ELDERE KÖYÜ	29.07.2021 12:25	UYGUNSUZ	Enterokok(5),Koliform bakteri(21)
Afyonkarahisar	Dinar	Göçerli	GÖÇERLI KÖYÜ	29.07.2021 12:15	UYGUNSUZ	Enterokok(8),Koliform bakteri(32)
Afyonkarahisar	Dinar	Karakuyu	KARAKUYU KÖYÜ	29.07.2021 12:10	UYGUNSUZ	Enterokok(3),Koliform bakteri(2),Escherichia Coli (2)
Afyonkarahisar	Dinar	Karataş	KARATAS KÖYÜ	29.07.2021 13:35	UYGUN	
Afyonkarahisar	Dinar	Kazanpınar	KAZANPINAR KÖYÜ	29.07.2021 14:15	UYGUN	
Afyonkarahisar	Dinar	Keklicek	KEKLICEK KÖYÜ	29.07.2021 14:45	UYGUN	
Afyonkarahisar	Dinar	Uluköy	MEYDANLIK ŞADIRVAN	29.07.2021 13:25	UYGUNSUZ	Enterokok(1),Koliform bakteri(15),Escherichia Coli (3)
Afyonkarahisar	Dinar	Yeşilyurt	YEŞILYURT KÖYÜ	29.07.2021 14:05	UYGUNSUZ	Koliform bakteri(7)

Şekil 1: Dinar İlçesi'nde bazı köylerin içme suyu depolarının tahlil sonuçları (kaynak: ilçe sağlık müdürlüğü raporu)

Türkiye'de 2021 yılında yapılan adrese dayalı nüfus sayımında il ve ilçe merkezlerinde yaşayan nüfusun oranı %93,2 iken, belde ve köylerde yaşayanların oranı %6,8'dir. 2021 yılında yapılan nüfus sayımında Türkiye'nin nüfusunun 84 milyon 680 bin 273 kişi olduğunu kabul edersek yaklaşık 6 milyon kişi belde ve köylerde yaşamaktadır. Bu tür mecraların su tüketimi yer altı kaynaklarından temin edilmektedir. Su depolarının kontrolü ve su analizleri merkezi yerleşim yerlerine göre daha az denetlenmekte ve alınan örneklerin analizi için geçen süre daha uzun olmaktadır. Bu durum da kırsal kesimlerde yaşayan insanların sağlıklı suya erişiminde problemler yaşamasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda suya karışan organik ve inorganik maddelerin ortaya çıkardığı salgın hastalıklar sonucu insan sağlığı da olumsuz etkilenmektedir. Bu tür sağlık problemleri insan hayatında iş gücü kaybına, hayat standartlarında kalite düşmelerine neden olmaktadır. (ÖLMEZ and SARAÇ 2009)

Ayrıca yaptığımız araştırmalarda incelediğimiz köylerin neredeyse tamamında, köylerde periyodik klorlama ve şok klorlama işlerinin köy muhtarları tarafından yürütüldüğü görüldü. Periyodik olmayan ölçümler de yine köy muhtarları tarafından yapılmakta.

Bu durum klorlama veya ölçme işlemlerinde insan kaynaklı hata yapılmasını analiz sonuçlarından da anlaşılacağı üzere kaçınılmaz kılıyor. Bu bakımdan tasarlayacağımız cihaz ölçme ve klorlama işlemlerine daha profesyonel yaklaşım getiren düşük maliyetli bir çözüm sunacak.(Yaman 2019)

3. Çözüm

Geliştirdiğimiz cihaz su deposunda bulunan suyun pH'ını, iletkenliğini, TDS'sini (sudaki toplam çözünmüş katı maddeler) ve sıcaklığını anlık olarak ölçebilecek. Belirlenen parametrelerin dışına çıkıldığında geliştirmiş olduğumuz mobil uygulama ile mobil uygulamayı kullanan herkese anlık olarak bildirim gönderebilecektir. Böylelikle erken müdahele ve zamandan tasarruf da söz konusu olacaktır. Klorlama işlemi daha etkin yapılıp klordan kaynaklı risklerin önüne geçilip toplum sağlığı korunmuş olacak. Geliştirdiğimiz cihaz içerisinde bulunan sensörler ve algılayıcar aşağıda alt başlıklar halinde belirtilmiştir.

3.1.Algılayıcılar

3.1.1. TDS sensörü

TDS, bir çözelti'nin toplam çözünmüş katı maddelerini (TDS), yani çözünmüş katı parçacıkların konsantrasyonunu gösteren bir ölçü birimidir. (Wikipedia 2022) TDS iletkenliği baz alır. Ne kadar düşük ise o kadar iyidir. TDS sensörü parçacıkları ppm (particul per million) cinsinden ölçer. Evsel su, hidroponik ve diğer su kalitesi test alanlarına uygulanabilir. Bu ürün, 3.3 ~ 5.5V geniş voltaj girişini ve 0 ~ 2.3V analog voltaj çıkışını destekler, bu da onu 5V veya 3.3V kontrol sistemleri veya kartlarıyla uyumlu hale getirir.

3.1.2. pH sensörü

pH sıvı çözeltilerin asitlik bazlık derecesini gösteren 0-14 arasında değişen bir birimdir. pH'ın 7 olması durumunda çözelti nötr kabul edilir 7'den küçükse asidik 7'den büyükse bazik. pH'ın içme sularında 6,5 ile 9,2 aralığında olması beklenir.(ASLAN and TÜRKMAN 2003) Suya karışan yabancı maddeler ve aşırı kullanılan klor suyun pH'ını önemli ölçüde değiştirir. pH Sensör Modülü bu değişimi ve su kalitesini ölçmek için kullanılır. Analog ölçüm yapar.

3.1.3. Sıcaklık sensörü

Suyun sıcaklığı durgun depolarda özellikle kış aylarının soğuk geçtiği yerlerde önemli bir faktör olabilir. Bu bağlamda kullanılacak sensör suyun sıcaklığını santigrat cinsinden her bir saat aralıklarla ölçüp grafik olarak mobil uygulamada son 24 saatin verileri şeklinde gösterecek. Kullanılacak sensör -50 ile +150 derecelerinde çalışabilen ve 0.5 derece hassasiyete sahip bir sensör olacak. Bu hassasiyet bizim projemiz için yeterli düzeyde.

Şekil 2: Sırasıyla TDS, pH ,Sıcaklık ve sıvı seviye sensörleri

3.1.4. Sıvı seviye sensörü

Bu sensör digital bir sensör olmakla birlikte güvenlik amaçlı cihazımızın içine yerleştirilmiştir. Cihazın içerisine olası su kaçaklarında devreyi kesip mobil uygulamaya gönderilmek üzere mikroişlemciye sinyal gönderecektir. Böylelikle cihaz içerisinde bulunan klor tabletleri de suya karışmadan önlem alınabilecek.

3.1.5. İnternet box

Yıllık abonelikle edinilebilen 4g uyumlu internet sağlayıcılar projemiz için düşünülmüştür. Bu cihazlar 4g sinyallerini wifi sinyallerine çevirip esp32'yi internete bağlayacaktır. Batarya ile beslenmeyecek olup depo yakınlarında bulunan elektrik hattına bağlanacaktır. Not: depolarda su iletimi için alternatif akım motorları kullanıldığı için her depoda elektrik bağlantısı da mevcut olmak zorunda.

3.1.6. Batarya

Batarya için lipo pil tercih edilmiştir. Pili seçerken, ihtiyacımız olan kullanım süresi belirlendi. Cihaz saatte bir periyotlarla veri aldığı için kalan kısımda disable olarak kullanılacaktır. Sensörler analog sensör olarak düşünüldüğünden ve 3.3 volt ile çalışan bir işlemci kullanıldığından pil tüketimi düşük tutulmuştur. Ortalama kullanım süresi gün başına 5-10 dakika olarak belirlendi bu süre değişkenlik göstermekle birlikte bu süre içerisinde esp32 10 mAh sensörler ise toplamda 24 mah güç tüketimi yaptığı hesaplandı. 740 mah lipo batarya ile 21 günlük pil ömrü sunulmakta. Bu değerler kullanım süresi optimize edildiğinde daha da yukarılara çıkabilir. Bu konuda cihaz ayrıca test edilecek.(Espressif 2022)

$$21.7 = \frac{7400\ mAh}{(10mAh + 24mAh)}$$

4. Yöntem

Cihaz gövdesinin alt kısmında sensör propları yer alır, ölçtükleri değerleri mikroişlemciye aktarır, mikroişlemci ise sensörlerden gelen verileri işler ve bağlı olduğu realtime çalışan veri tabanına (firebase) aktarır. Veri tabanına bağlı oluşturduğumuz mobil uygulama ise verileri grafiğe döker. Bu bağlamda oluşturduğumuz mobil uygulama kullanım videosuna aşağıdaki linkten erişilebilir.

Şekil 3: Proje şeması ve mobil uygulama çıktıları

Video linki: https://www.youtube.com/watch?v=Rd9NlWl1HdA

4.1.Prototip

Prototip tasarlanırken su almayacak bir dış gövdeden yola çıkıldı. Bunun için silindirik bir tasarım tercih edildi. Tasarımın üst kısmında bulunan içi hava dolu simit tasarımı su içerisinde yüzer şekilde tutacak. Alt kısmında ise klor tabletinin de bırakıldığı su girişine olanak sağlayan mazgallı bir yapı tasarlandı. Bu sayede ağırlık alt bölgelerde toplanacak. Bu haznenin etrafında sensör propları haznenin orta kısmında ise elektronik komponentler (esp32 sensörler ve devre kartları) sudan izole şekilde bulunacak.

Not: suyun klorlanmadan önce pompa yardımıyla içeri alınıp ölçümlerin yapıldığı bir tasarım daha mevcut ancak kolay uygulanabilirlik ve boyutlar açısından bu tasarım düşük öncelikli prototip için seçilmedi.

Şekil 4: Sırasıyla prototipin önden görünüşü ve klorlama tertibatı

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Ürün ülkemizdeki bir problemden yola çıkılarak geliştirildiği için muadili düşük maliyetli bir ürün piyasa bulunmamakta. Piyasada otomatik klorlama cihazı adı altında ulaşılabilen ürünlerin çoğu herhangi elektronik aksamı bulunmayan yüzer klor tableti dağıtıcılarından oluşmakta. Otomatik klorlama yapan büyük cihazlar mevcut ancak bu cihazlar depo için uygun olmamakla birlikte PLC kontrollü fazla büyük ve maliyetli cihazlar. Projemiz bu özgün ve yenilikçi yönleriyle, araştırmalarımız sırasında aldığı pozitif geri dönüşler ve tavsiyelerle son halini almıştır.

Projemizin tablet klorlama tertibatı ve dış gövdesi 3d yazılım programlarıyla çizilmiştir büyük akvaryumlarda tds ve sıcaklık sensörüyle yapılan ön testlerde başarılı sonuçlar alınmıştır.

Tasarımın kodları esp32 mikrodenetleyicisi üzerine arduino ide'si kullanılarak yazılmıştır. Esp32 mobil uygulama ile firebase veri tabanının ücretsiz versiyonu üzerinden haberleşmiştir. Firebase'in ücretsiz versiyonu 0.5 saniyelik gecikme ile çalışsa da saatte bir veri alacağımız için bu önemli bir risk oluşturmamakta. Mobil uygulama ise appinventor ile android için geliştirilmiştir. Verilerin grafiğe dökülebilmesi için appinventorde harici charts eklentisi kullanılmıştır.

6. Uygulanabilirlik

Proje şekil 2'de gösterildiği gibi tasarlanacak olup, özellikle sağlık müdürlükleri tarafından yetkilendirilen köy muhtarlarının kullanımı için ticarileştirilebilir. Boyutlar ayarlanarak batarya ömrü uzatılıp daha cazip hale dönüştürülebilir. 4g uyumlu internet box'lar kurulacak alana önceden yerleştirilmeli.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tablo 1: Tahmini maaliyet

Malzeme Adı	Adet	Toplam
Fotoelektrik su/sıvı seviye sensörü	1 adet	₺135,38
TDS sensörü V1.O	1 adet	₺266,89
Sıvı PH değeri algılama sensörü modülü	1 adet	₺560,87
Esp 32 devre kartı	1 adet	₺159,50
Powepool klor hapı tablet DPD1	1 adet	₺28,00
Charge Analog tds sensörü su iletkenlik sensörü	1 adet	₺467,60
Batarya	1 adet	₺355,00
Toplam		₺1.973,24

TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

Tablo 2: Proje Zaman Planlaması

NO	İŞ PAKETİ	Görevli	1.AY				2.AY				3.AY				4.AY			
			1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta
1	Uygulama algoritmasının oluşturulması	Yağmur Kömürcü																
2	Kullanılacak sensörlerin ve denetleyicinin seçimi	Gamze Nur Ardıç																
3	Veri Seti Üzerinde Ön işlem ve Özellik Çıkarımlarının Yapılması	Gamze Nur Ardıç																
4	Veri tabanı ile iletişimin sağlanması ve kodların yazımı	Dilek Sağlam Yağmur Kömürcü																
5	Mobil uygulama ve mikrodenetleyici kodlarının yazılması	Dilek Sağlam Yağmur Kömürcü																
6	Klorlama tertibatı ve düşük öncelikli prototipin 3d yazıcı ile üretilmesi	Yağmur Kömürcü																
7	Batarya performansının incelenmesi	Gamze Nur Ardıç																
8	Senaryoların Sonuçlarının Değerlendirilmesi	Dilek Sağlam																

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Geliştireceğimiz cihazın hedef kitlesi köy ve kasaba gibi kırsal kesimler ve ulaşımı zor olan yaşam alanlarındaki bireylerdir. Özellikle köy yerlerinde sağlık müdürlükleri tarafından yetkilendirilen köy muhtarları hedef kitle arasında ilk sırada yer almakta. Günümüzde bu işlem insan hataları yüzünden sağlıklı bir şekilde yürütülememekte. Aynı zamanda kırsal kesimlerde yaşayan insanların hayatlarını devam ettirebilmeleri için uğraştıkları tarım ve hayvancılık sektörü de hedef kitlemiz arasındadır. Bilinçsiz klorlanmaya bağlı sudaki aşırı klor miktarı onları da tehdit etmektedir. Suyun periyodik klorlanması ve gerekli görüldüğü zaman şok klorlanması işlemlerinin cihazımız sayesinde otomatik bir hale getirilmesi hayatlarında büyük bir kolaylık sağlayacaktır.(Elguero, Katritzky et al. 2000)

9. Riskler

Projemizin uygulanabilirliğinin önündeki engellerden biri 4g sinyali bulunmayan köy yerleri. 4G çekmeyen köylerde uygulanması otomatik kullanım ile mümkün olabilir. Bu kullanımda cihaz internete kurulum sırasında bağlanır, periyodik klorlama için otomatik klorlama seçilir ve depoya bırakılır. Bu kullanımda ölçüm grafiklerinin uzaktan izlenemeyeceği unutulmamalıdır. Ayrıca 4g ağının bulunmadığı köy sayısı artık oldukça az olduğundan bu uygulanabilirlik açısından büyük bir risk teşkil etmemektedir.

Ayrıca cihazımız sürekli olarak suda kalacağından dolayı cihazın içine su girmesi elektrik aksamında kısa devreye neden olabilir. Bu durumda yalıtım çift taraflı yapılarak cihazın içine

su almasını önleyebiliriz. Cihaza su girdiğinde tespit edilmesi elektronik akşamların zarar görmesinin engellenmesi için harici bir sensör de kullandık. Bunun dışında genel riskleri aşağıdaki gibi tablolandırabiliriz.

Tablo 3: Risk tablosu

RİSK	RİSK TÜRÜ	ÇÖZÜM ÖNERİSİ	OLASILIK-ETKİ
Cihazın içine su girmesi	Sistemsel risk	Yalıtım çift korumalı yapılır. *Su seviye sensörü devreyi keser ve bilgilendiri.*	Olasılık: yüksek Etki: yüksek Risk seviyesi: yüksek
Arazide internet çekmemesi	Çevresel risk	Farklı bir algoritma ile uzaktan kontrolsüz yürütülebilir.	Olasılık: yüksek Etki: yüksek Risk seviyesi : düşük
Cihaz suya yerleştirilirken cihazla birlikte suya yabancı madde bulaşı	Çevresel risk	Cihaz sterilize edilip suya bırakılır.	Olasılık: düşük Etki: düşük Risk seviyesi: düşük
Bataryanın kısa devre yapması	Sistemsel risk	Batarya silikon ile yalıtılarak önüne geçilebilir.	Olasılık : düşük Etki: düşük Risk seviyesi: düşük
Uygulamayı kullanacak kişilerin anlamaması	Çevresel risk	Anlaşılır ve net bir biçimde eğitiminin vermek.	Olasılık : düşük Etki: orta Risk seviyesi: düşük
Su seviyesinin artıp azalması	Çevresel risk	Düzenli kontrol sağlanır.	Olasılık : orta Etki: orta Risk seviyesi : düşük

10. Kaynaklar

ASLAN, Ş. and A. J. D. E. Ü. M. F. F. v. M. D. TÜRKMAN (2003). "İçme sularindan biyolojik denitrifikasyon yöntemiyle nitrat gideriminde ortam koşullarinin etkisi." **5**(1): 17-25.

Elguero, J., A. R. Katritzky and O. V. J. A. i. H. C. Denisko (2000). "Prototropic tautomerism of heterocycles: Heteroaromatic tautomerism-General overview and methodology." **76**: P1-P84.

Espressif (2022). "Esp 32." 1 **1**.

İSG (2022). "Klorlama Nedir." **1**: 1.

ÖLMEZ, M. and D. J. Z. M. SARAÇ (2009). "Su Ürünleri İçin Ph'nın Önemi." (353): 12-17.

Wikipedia. (2022). "TDS Meter." Retrieved 22 May, 2022, from https://tr.wikipedia.org/wiki/TDS_metre.

Yaman, S. (2019). Tatlı su kaynaklarındaki pH ve klor seviyesinin kolorimetrik yöntemle ölçülmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.