

otomatik akarsu kalite kontrolü

S. EROL ULUĞ
Dr. İnş. Yük. Müh.

Son yıllarda su kirlenmesi kontrolü faaliyetleri yeni ve artan bir ilgi kaynağı olmuştur. Daha önceki çalışmalar, öncelikle sudan geçen hastahklarla ilgili idi. Su kirlenmesi kontrolünün, aradığımız çevre niteliklerine ulaşmak için sürekli olarak geliştirilmesi gereken ekolojik sistemin bir kısmı olarak düşünülmesi artık, söz konusudur.

Su kirlenmesi kontrolünün açık amacı uygun su kalite kontrolünün havza boyunca yapılarak yeterli su kalitesinin idamesidir. Bu amaca ulaşmak için, genellikle anlamlı ve ekonomik su kalitesi ile ilgili veri toplama sistemleri gerekli görülmektedir.

Su kalitesini koruma gayretlerinde başarı, faydalı kullanım alanı için uygun kalitede su sağlamakta ki yeterliliğe bağlıdır. Ayrıca suda mevcut yabancı maddelerin ölçülmesi ve bunların su çevresindeki etkilerinin belirlenmesi başarılı bir su kalite kontrolü programı için gereklidir.

SU KALİTESİ İNDİSİ VE SU KİRLENMESİ KONTROLÜ

Önceki yıllar boyunca, hattâ bugün bile bir gölün veya akarsuyun "kalitesi" ile ilgili karar hükmî tespit şeklinde verilmektedir. Saha da veya laboratuvarında elde edilen değerler incelenmekte ve su kaynağının hedef alınan kullanım için uygunluğu bu değerlerin sonucuna göre kararlaştırılmaktadır. Bu karar çok sayıda parametre değerlerinin entegrasyonu, sübjektif bir değerlendirilmesini öngörmektedir ve bu işlemin sonucundaki kalite belirlenmesinin tam kesinliği mümkün olmamaktadır. Bugüne kadar "Su Kalitesi" için bir birim bulunamamıştır, ayrıca böyle bir birimin gerekliliği üzerinde genel bir kabul de yoktur. Kirlenmenin sınırlandırılması çalışmalarında karar organlarının, yüzey sularının kalite statüsü ve bu statüdeki değişimler üzerinde geniş bilgi sahibi olmalarına ihtiyaç vardır. Kalite tespiti için tek bir faktör veya gösterge yoktur. Su

kalitesi tayinlerinde çeşitli parametreler vardır. Tayin işlemi, önünde çeşitli rakamlar ve parametre değerleri bulunan bilgili bir kimsenin bu değerlere göre şahsî hüküm vermesi şeklinde olmaktadır. Kalite tayini, tasvir edici şekilde ve gruplandırmalarla ifade edilmekte ve bu anlatımda ölçü birimleri kullanılmamaktadır.

En geniş anlamda, Su Kirlenmesi; bir su külesine faydalı kullanımı azaltacak, yok edecek veya bağdaşmayacak miktarlarda herhangi bir maddenin eklenmesi şeklinde tarif edilebilir. Büyük miktarda organik madde varlığı çözünmüş oksijenin tükenmesine, balık ölümlerine, zararlı bazı bitkilerin üremesine veya faydalı kullanımı etkileyen zararlı şartların oluşmasına sebep olabilir.

En önemli faydalı kullanım alanları içme ve kullanma suyu olarak, endüstride, tarım, turistik tesislerde, ulaşımda ve atıkların atılması şeklindedir.

Ticarî değeri haiz balıkların çoğu kıyı ve koy sularında yaşar, ve bunlar kirlenmenin, bulanıklığın, oksijen tükenmesinin, zararlı organizmaların aşırı büyümesinin, toksik maddelerin ve diğer gayrimüsaıt çevre şartlarının etkilerine daha fazla maruz kalırlar.

Gemi ulaşımı ve artıkların atılması sürekli bir şekilde su arzını gerektirmektedir. Fazla miktarda asitlerin bulunması ise gemilere zararlıdır.

Su alanlarındaki artan kullanma miktarı taleple doğru orantılı ve arz ile ters orantılı olmaktadır. Kaynakların kirlenme etkisiyle tahribi, estetik değerlerini ve büyük bir endüstri sayılan turizm alanında kullanımlarını etkilemektedir. Ticarî balık yetiştirmek için bile uygun bir çevre ve su kalitesi gerekmektedir.

Turistik yerler için su, berrak, yüzen katı maddelerden yoksun kokusuz ve kirlenmemiş olmalı ve suda yaşayan canlılar için uygun bir çevre sağlamalıdır. Kirleticiler, suyun kullanımını çeşitli şekillerde etkileyebilirler;

Süspansiyon haldeki maddeler estetik değerini, ışık geçirgenliğini ve neticede fotosentez ile üretkenliğini azaltıcı bulanıklıklara yol açabilirler.

Birikmeler balıklara gıda olacak omurgasız yaratıkların üremesine engel olur.

Endüstri artıklarından gelen eriyik katı maddeler sudaki hayatı etkilerler. Eğer erimiş haldeki tuzlar fizyolojik olarak denge halinde ise izmotik etki konsantrasyonuna ulaşmadıkça sudaki canlılar üzerinde çok az etkili olabilirler.

Ağır metallerin tuzları su hayatı için genellikle toksiktir. Böceklerle karşı kullanılan kimyasal maddeler, bazı sentetik organik maddeler ve siyanürler de toksiktir.

Çürüeyebilen artıkların en büyük etkisi eriyik oksijenin azalması ve göze çirkin gözükten şartların oluşmasıdır.

İnsan topluluklarından gelen artıklar, ihtiva edebilecekleri zararlı organizmalar yüzünden su kaynaklarına kötü etkilerde bulunurlar.

Radyoaktif maddelerin akarsulara atılması ise diğer kirlenme problemlerinin aksine olarak kontrol ve bertaraf edilme güçlüğü yüzünden ön tasfiye gerektirir.

Tüm artıkların akarsulara atılmasını yasaklamak mümkün değildir, ayrıca bu günümüzdeki bilgiler karşısında ekonomik bir çözüm olamaz. Bu yüzden, problem, akarsularda artıkların konsantrasyonunu suyun faydalı kullanış imkânlarına zarar vermiyecek seviyelerde tutmaktır. Spesifik bazı maddeler için sınır konsantrasyonları, su kullanma alanının şekline, alıcı suyun kalitesine ve kullanma noktasıyla artığın döküldüğü noktalar arasındaki uzaklığa bağlıdır.

Alıcı suyun karakteri, emniyetle boşaltılabilecek artık madde miktarının, ve sudaki toksisite derecesinin tespitinde önemli bir faktördür.

Alkali bir su kütlesi, nötr veya az asit suya nazaran daha fazla miktarda asitli artığı nötralize edebilir. Alkali bir artık içinde bunun tam tersi söz konusudur.

Önemli bir kirlenme problemi de, sudaki canlıları etkileyen bulanıklık ve toprak erozyonu ile süspansiyon halde madde ihtiva eden artıkların suya atılmasından doğan çökelebilir katı madde varlığıdır.

Eriyik oksijen seviyeleri 24 saatlık bir süre içinde 8 saattan fazla, milyonda 5 kısmın altına düşmemeli, ayrıca kesinlikle milyonda 3 kısımdan az olmalıdır.

Balıklar genellikle 5 ilâ 9, bazı hallerde ise daha fazla pH seviyelerine tahammül edebilirler ve görünürde bir zarara uğramamaktadırlar, fakat 6.5 ilâ 8.2 arasında daha iyi yaşama ortamı bulmuşlardır. pH, toksisiteye, CO₂ etkisine ve balıkların sudan oksijen alma yeteneğine tesir etmektedir.

SU KALİTE KONTROLU İÇİN NÜMUNE ALMA

İstatistikî prensipleri temel alan numune alma sistemleri kullanma konusunda artan bir eğilim vardır, bu sistemler akıntı hızını veya bir grid sisteminin baz olarak almaktadır.

Ana su mecralarında araştırma maksadıyla sürekli otomatik numune alma ve kaydetme istasyonları kurulmaktadır.

Akarsularda genellikle numune almadaki hatalar daima analiz hatalarından büyüktür. Numune alma teknikleri üzerinde istatistikî teorilerin çok gelişmiş olmasına rağmen, bunların çok azının akarsu araştırmalarında tatbik edildiği de bir gerçektir.

NÜMUNE ALMA PROGRAMLARI

Herhangi bir numune alma sistemi ulaşılabilecek amaca uygun olmalıdır. Akarsuyun kendi kendine temizlenme özellikleri üzerinde bir araştırma söz konusu ise bu halde daha ziyade ekstrem değerler yerine su mecrasında ortalama durumların tespiti uygundur. Fakat ayrıca hesaplanan ortalama değerlerin güvenilirlik derecesini, bazan da araştırılan değişkenlerdeki "eğilim" ve "devir durumlarını" bilmek arzu edilebilir. Genellikle tatbik edilen dört ana numune alma sisteminin özelliklerini burada belirtmek yerinde olacaktır. Bu sistemler tabii ki sürekli ölçme ve kaydetme yoluyla değil değişik zamanlarda akarsuyun yalnız bir bölümüne tatbik edilecek çalışma programlarının izahı olacaktır.

Basit, Random Numune Alma :

Rastgele, random, numune alma tablolarına dayanılarak birbiriyle bağımsız numuneler alınır. Sonuçlar hemen istatistikî hesaplamalara tabi tutulur. Burada aralıklı numune alma yüzünden önemli pratik güçlüklerle karşılaşılır. Bu yüzden bu metod genellikle diğer kaynaklardan temin edilen sonuçların

kullanıldığı hallerde ve bir bütünleşme sağlamak amacıyla kabule şayan bir metod olarak gösterilebilir.

Tabakalardan Nümune Alma :

Bu metodda, ilk iş akarsuyu, herbirinden sonradan nümune alınabilecek izafi olarak homojen kısımlara bölmektir. Sonuçlar, tabakaların büyüklükleriyle orantılı ağırlıklarına göre birleştirilir. (Tabakaların aynı boyutlara sahip olması gerekmez.) Tabakalar hem hacimce hemde zamana göre bölünebilecekleri için, bu analizin daha belirgin sürelerde yoğunlaştırılması avantajı vardır; örneğin, suyun kompozisyonunun en çok değiştiği zamanlarda. İyi tanımlanmış bir kimyasal periyoda sahip akarsuların dışında, bu çeşit periyodlar önceden pek tespit edilemez.

Sistematik Nümune Alma :

Bu zaman dizilerini incelemek için en çok kullanılan metodtur. Nümuneler belirli aralıklarla alınır. Nümune alma yerleri ise düzenli bir grid sisteminin kesişme noktalarında olabilir. Zamanla bağıntı kurmak için tek bir nümune alma zamanı uygulanır. Bir akarsuyun kompozisyonu sürekli olarak değiştiği için, bu program devamlı olarak tekrerrür eden akarsuların kimyasal devre özelliklerinden faydalanılarak, ölçümlerin uygun düzgünlükle dağılmasını sağlar. Sonuçların doğruluğu, random programdan elde edilenlerden daha çok fazladır. Metod anormal ölçüm neticelerinden oldukça uzaktır, ve istatistikî parametrelerin dağılımı rastgele programla sağlananlardan daha normale yakındır. Ayrıca, bu metod sayesinde, örneğin değerlerde analizle bulunmayan herhangi bir dalgalanmanın azami büyüklüğünü belirlemek mümkündür. Bu metodun pratikte uygulanması çok kolaydır, fakat belirli bir frekansın devresel değişmelerini tespit etmek bu metoda mümkün değildir.

Tabakalardan Sistematiik Olarak Nümune Alma :

Bu, tabakalardan ve sistematiik nümune alma metodlarının birleştirilmesidir. Sakin periyotlar boyunca aylık olarak nümuneler alınır ve büyük değişme periyodları boyunca haftalık nümuneler alınır. Çok fazla kirlenmiyen akarsular için bu metod en iyi metod olarak söylenebilir.

Sistematiik Nümune Almada Geçerlilik :

Burada nümune alma programlarının sadece genel avantajları ve dezavantajları belirtilmiştir. Tabii ki ilk bakışta elde edilen değerlerin doğruluğunu kestirmek güçtür. Bu konuda fikir edinmek için en emin yol bunları "ideal nümunelerle" karşılaştırmak (her gün veya mümkünse sürekli olarak alınan nümuneler) ve nümune alma programı dârtlaştırıldığında elde edilen ortalamaların gittikçe nasıl daha az güvenilebilir olduğunu görmektir. Bu da gene akarsuyun özelliklerine bağlıdır; Eğer akarsuda kanal kontrolü varsa ve düzenli bir akış temin edilmiş ise su zamana bağlı olarak çok küçük değişik-

lik gösterir; fakat dikey veya yatay tabakalaşma olabilir; eğer büyük hızla akıyorsa su mekana göre homojen, fakat zamana göre değişken olur. Bugün için bile, sadece hidrolik değerlere dayanan bir nümune alma programı seçmek imkânsızdır. (Örneği Reynolds sayısı gibi). Bu sahada tabii ki araştırmalar devam etmektedir.

Uzun Süreli Nümune Almada Geçerlilik :

Sistematiik nümune almadaki geçerliliği belirlemek için, bu konuda yayınlanan az sayıdaki araştırmalardan biri değişik akarsularda alınan günlük değerlerinin yıllık sayımına dayandırılmıştır. Bu 365 ölçüm takımı, yedi değişik haftalık program, 28 aylık program v.s. sağlayabilir. Her program için ortalamalar ve standard sapmalar hesaplanır. Bunlar daha sonra, günlük değerin bütün değerler içinde yalnız bir nümune şeklinde olduğu ve hatalı olabileceği gerçeğine göre doğrulaştırılır. Bu, şekil 1'dekine benzer bir grafik verecektir, fakat bu grafik her akarsu için değişik görünümde olacaktır. Bu eğrilerin karşılaştırılması çok enteresan sonuçlara yol açmaktadır.

Örneğin :

— Akarsular farklıdır ve bir su mecrasının debisinin aylık ölçümü diğer birinde yapılan günlük ölçümlerden daha doğru olabilir.

— Ölçümlerin izafi olarak tekrarlanması nümune alma aralığına bağlı olarak düzkün bir şekilde değişmediği için, ölçüm sayısındaki azalmayla hata sayısında ki artış düzgün bir değişme göstermeyebilir.

— İki ayrı değişken (örneğin : Debi ve eriyik oksijen muhtevası aynı akarsuda ve aynı nümune alma nisbeti için bile değişik) hatalar gösterebilirler.

Kısa Süreli Nümune Almada Geçerlilik :

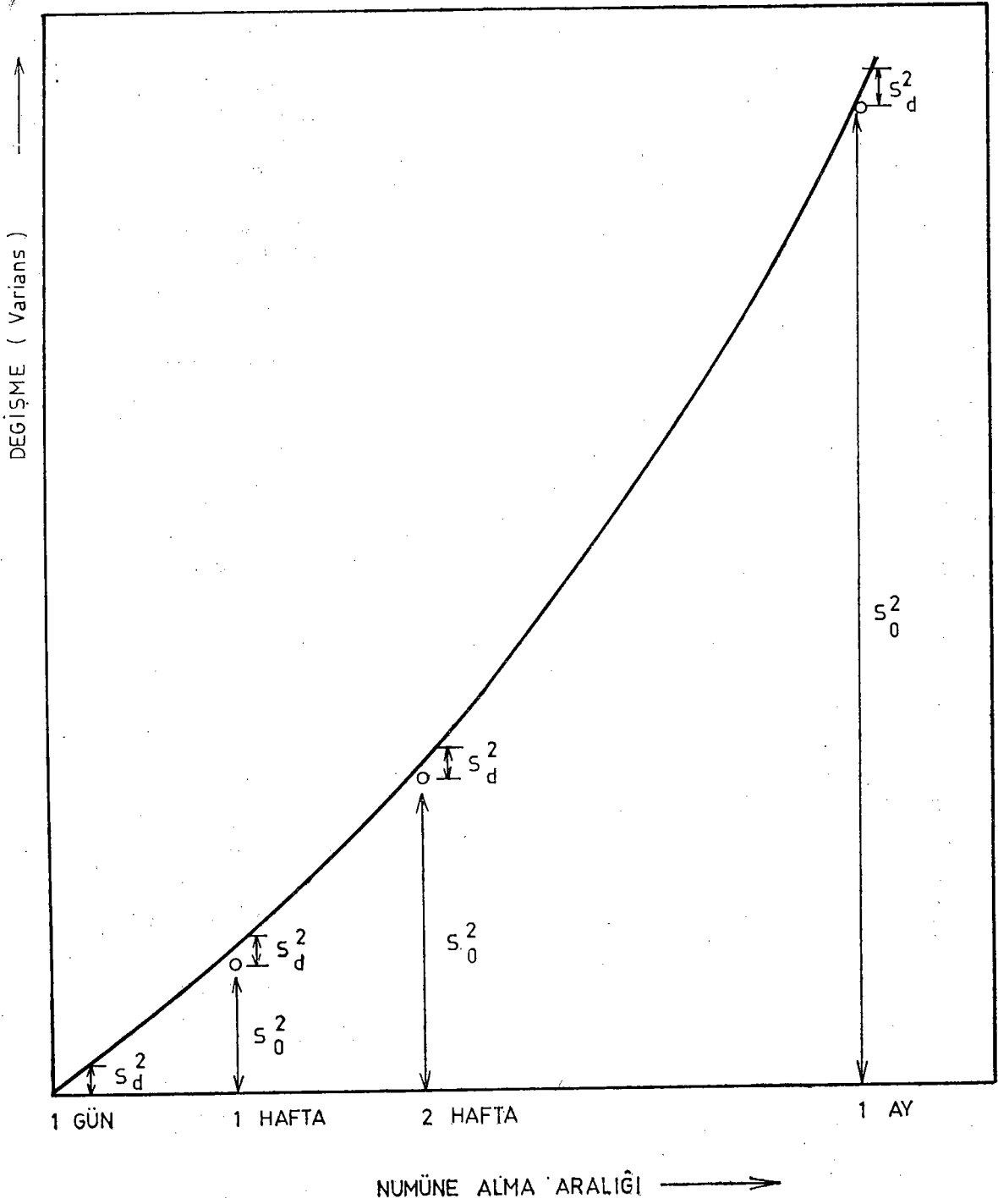
Genellikle akarsuyun kendi kendine temizlenme özellikleri üzerindeki araştırmalar, iki veya daha fazla ıstasyonda kısa bir zaman periyodu içinde (örneğin 24 veya 48 saat) alınan nümunelere dayanırılır. Bu şekilde debi ve ısıdaki büyük değişikliklerin etkisi önlenmiş olur. Burada ayrıca nümune almanın mekan ve zamana göre programlanması yapılabilir, bu ise sadece akarsuyun çeşitli değişkenlerinin dağılımının derinlik, akarsuyun setlerinden uzaklık ve zamana göre değişiminin önceden tayin edilmiş olması halinde tesirli olabilir.

NÜMUNE ALMA ÜZERİNE GENEL TAVSİYELER :

Nümune Alma Zamanı ve Yeri :

Genellikle, herhangi bir önceden saptanmış özel nümune alma sistemi programından veya kullanılan basit bir nümune alma yönteminden çalışmalarda bahsedilmemektedir.

Akarsuyun kompozisyonu ve durumu üzerinde yapılmış araştırmaların çoğunda, nümune alma noktaları kararlaştırıldıktan sonra, sabit aralıklarla, ör-



Şekil : 1

neğin her saat veya gün, veya hafta veya ay, su nümuneleri alınmıştır.

Nümune ya tek ya da 50 cm. ilâ 10. m. arası bir derinlikten alınan nümunelerin karışımıdır.

Aynı zamanda, akarsuyun homojenliği için, su nümuneleri değişik derinliklerde ve akarsu setlerine dik olarak düzenlenen grid sisteminden meydana gelen bir şebeke boyunca alınabilir.

Neticeler üzerinde istatistikî bir değerlendirme yapabilmek için akarsularda kısa bir süre fakat yoğun bir şekilde nümune alma faydalı görülmektedir. Birçok nümune alma istasyonunun olmasına ihtiyaç gösterilmeyebilir. Fakat istasyonların mevzii tesirlerden (bilhassa şehir veya endüstri atıklarının katıldığı yerlerden) uzak tutulması gereklidir. Böyle yerlerde akarsudaki tesirlilik boyu, karışma entervalinin önceden bilinmemesi halinde bile dikkatle seçilmiş birkaç noktada ölçmeler yapılarak anlaşılabilir.

Akarsuda akım karakterinin yerinde incelenmesi; sırasıyla vasatî akım nisbeti, türbülanslı akım yayılma katsayısı, karışma entervali tayini ile yapılabilir. Bu maksatla yükleme deneyi yapmak için, radyoaktif maddelerle izleme ve kimyasal madde olarak lityum tuzları iyi netice vermektedir.

Neticede Su Kirlenme kontrolü için alınan nümunelerin geçerliliği muhtelif açılardan münakaşa

edilse bile nümunelerin çok katıyetle olmasa da belirli maksatlar için geçerli sayılabileceğini söyleyebiliriz.

SU KIRLENME KONTROLUNDA BAKTERİYOLOJİK MUAYENELER

Bakteriyolojinin su kaynaklarına, örneğin nehirlere ve çaylara uygulanmasıyla elde edilen bilgiler çok daha değişik karakterde olduğundan daha da faydalıdır. Suların bu çeşit muayenesi iki grupta ana bilgileri sağlar;

— Bulaşık ve bulaşık olmayan bağırsak mikro-organizmalarının sayısı ile gösterilen, mevcut kirlenme derecesi.

— Çamur, toprak ve diğer kirlenme kaynaklarından gelen tabii bakteriyel hayatın üreme sayısı ile suyun kendi kendine temizlenme imkânlarının tesbiti.

"Escherichia Coli" çoğalması halen en önemli tek testtir. Çünkü bu organizma insan ve hayvan kirlenmelerinin temel indisidir. Koliform bakteri miktarına dayanan Su Kirlenmesi için bakteriyolojik endeks yıllar önce "Streeter" tarafından öne sürülmüş ve Dünya Sağlık Teşkilâtı'nın "Uluslararası İçme Suyu Standartları, 1963" adlı yayına, aşağıdaki şekilde girmiştir.

Su Kaynakları İçin Kalite Standartları Bakteriyolojik Standartları :

Sınıflandırma	MPN/100 ml. Koliform kalitesi (*)
I. Sadece dezenfeksiyona tabi tutulması uygun olan bakteriyel su kalitesi	0 — 50
II. Koagülasyon, filtrasyon gibi konvansiyonel tasfiye metodlarını gerektiren bakteriyel kalite	50 — 5000
III. Şumüllü Tasfiye tatbikini gerektiren ağır kirlenme	5000 — 50000
IV. Çok ağır kirlenme; bu tür su özel hazırlanmış tasfiye olmaksızın kabul edilemez; Kaynak ancak zorunlu olursa kullanılmalıdır	50000'den daha fazla

(*) MPN endeksiyle temsil edilen koliform bakterisi sayısının yüzde 40'ından fazlası dışkı kökenli koliform gurubunda bulunursa, su kaynağı için gerekli tasfiyenin bir üst kategorideki şekilde yapılması uygun mütalâa edilmektedir.

Bu ayırma tasfiye edilmemiş suyla ilgili olduğu için, kirlenme açısından yukardaki tabloda "Escherichia Coli" sayılarının ekivalan koliform bakterisi sayıları yerine verilmesinin daha uygun olabileceği tartışma konusudur.

Bakteriyolojik Muayeneler İçin Genel Tavsiyeler :

— Patogen bakteriler sadece küçük sayılarda ve bazan kirlenmiş nehirler veya ırmaklarda tecrid

edilbilirler. Bu organizmalarla rutin muayene, kirlilik belirlenmesi için bu yüzden pratik ve arzu edilir değildir.

— Nehir ve çaylarda kirlenme kontrolü için en iyi index "Escherichia Coli" dir. Çünkü bu, insan ve hayvan bağırsağında en çok bulunan organizmadır.

— Nehir suyunda "Escherichia Coli" üremesi kirlenmenin derecesini gösterir bir delildir.

— Modern su temizleme sistemleri kirlenmiş nehir suyunu içilebilir su haline getirebilir ve tasfiye bakteriyolojik analizlerle kontrol edilebilir.

— Membran filitre ve MPN metodlarıyla koliform bakteri ve "E. Coli" üremesi karşılaştırılabilir sonuçlar verir, fakat henüz bu konuda herhangi bir kesin sonuca varmak mümkün değildir, çünkü her iki metod için teknik ve ortam sürekli olarak geliştirilmektedir ve daha çok mukayese çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Otomatik Su Kalite Kontrolünün Amaçları :

Elle nümune alma ve analiz tekniklerinin, insanların su kalitesi üzerinde yaptığı tesirler ve akarsulardaki hızlı tabii değişimler yanında kullanılması uygun olmayabilir.

Sürekli ölçüm yapmanın avantajları da bu sebeple aşîkârdır. Akarsuların korunması, idamesi ve araştırma gayeleri için uygun verilerin otomatik olarak elde edilmesiyle, aşağıdaki amaçlara ulaşılabilir :

— Su kalite standartlarına uygunluk veya uygun olmamanın belirlenmesi.

— Su kalitesinde taban sınırlarının ve genel eğilimin tesbiti.

— Debi ayarlamasının sağlanması.

— Anî olarak meydana gelebilecek su kalite problemlerinin sezilmesi.

— Artık suların nehirlerle verilmesi halinde buna sebep olanların bulunması.

— Anî su kalite değişikliklerinin tabii sebeplerinin bulunması.

— Akarsuyun mansabında kalite şartlarının tahminini sağlayacak su kalite bağıntılarının tesbiti.

— Mansapta suyu kullanacaklara uygun olmayan su kalitesinin su alış ağızlarına yaklaştığına dair erkenden ikaz.

Bu tür sistemlerde havza alanı boyunca ilgilenilen bütün akarsu parametrelerini sürekli olarak ölçecek ve sonuçları merkezî toplama yerine iletecek otomatik aletlerin entegre bir şebekesine sahip olmak gereklidir.

Bu gaye için ekonomi ve mevcut olan güvenilir âlet durumu beraberce bütün olarak mütalâa edilmelidir. Alet imalatçıların iddialarına rağmen, arzide ekonomik ve güvenilir şekilde ölçülebilecek su kalite parametreleri oldukça sınırlıdır.

Sürekli su kalite monitörlerinin kurulması için fizibilite aşağıdaki formül yardımıyla kararlaştırılabilir.

$$\begin{aligned} x &= f(y + z + w) \\ x &= \text{elde edilmiş veriler.} \\ y &= \text{mevcut personel} \\ z &= \text{kaynaklar} \\ w &= \text{para} \end{aligned}$$

Bazı hallerde ise stratejik olarak yerleştirilmiş sabit kontrol istasyonları ile kısa aralıklarla tekrar-

lanan sürveyans sistemi arasında karşılaştırma yapılabilir.

Sabit istasyonlardan sağlanan veriler problem alanlarını ve akarsu kalitesindeki eğilimleri ayırt edecek bilgiler sağlarken, kısa vadeli sürveyans sistemi problemin tesirlilik sahasını anlamak için kullanılabilir. Eski kayıtların kullanılması bağıntılı olarak mümkündür. Geçmişte belirlenmiş olan veriler, önemli değişimler yüzünden devamlı analizi gereken parametrelerin tesbitinde atıkların verildiği alıcı sularda değişen şartları en iyi ayırtedebilecek yerleşim noktalarının tesbitinde yararlı olacaktır.

ÖLÇÜLMESİ GEREKEN PARAMETRELER

Otomatik su kalite kontrolünde iki ana yaklaşım vardır. İlki, elektro kimyasal transduser ve sensörlerin ölçme aleti yerine kullanılması ve ikincisi de otomatik olarak sulu analitik metodların tatbik edildiği sistemlere dayanır.

Otomatik su kalitesi ölçen monitörlerle ölçülebilen parametreler genellikle aşağıdakilerin iki ve ya daha fazlasıdır :

- Termistörlerle ısı ölçümü,
- Fotoelektrik hücrelerle ışık kesafeti,
- Geçirgenlik hücreleriyle elektrik geçirgenlik,
- Işık emme veya ışık dağıtımı ile bulanıklık,
- Voltametik membran elektrodlarıyla eriyik oksijen,
- Potensiyometrik, kimyasal etkisi bulunmayan metal elektrodlarla redoks potansiyeli,
- Cam elektrodlarla pH,
- Ag/AgCl potansiyometrik elektrodlarıyla klorürler.

Otomatik, sulu analitik metodlarla ölçümleme, nehir kıyılarına kurulmuş ve gerekli kimyasal maddeleri hazırlayıcılarla donatılmış seyyar laboratuvarlarla yapılır. Bulanıklık ve başka benzeri faktörlerin analize tesir etmemesi şartıyla, bu cins monitörler çok sayıda parametre ölçebilir, fakat her gün proseslerin gözlenmesine ihtiyaç vardır.

Eser derecede bulunan metallerin analizi, (Cn, Pb, Zn, Bi, Co ve Ni gibi maddeleri, milyarda kısım olarak karakterize etmek için) grafit elektrodlarla anot ayırıcı voltametre kullanılışına bağlıdır. Bu teknik sürekli olarak kuartz hücrelerinin kullanılması suretiyle otomatikleştirilmiştir.

Halen araştırma seviyesinde bulunan teknikler ise aşağıda verilmiştir :

- Amonyak ölçümü için potansiyometrik elektrodları,
 - Absorpsiyon spektrofotometresi ile organik madde tayini,
 - İyon elektrodları ile arazi de uygulamalar.
- Ekseriyi devamlı olarak ölçülmekte olan su kalite parametreleri ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Isı,
- Meteorolojik veriler,
- Geçirgenlik,
- Bulanıklık,
- Eriyik oksijen,
- ORP (oksidasyon ve redüksiyon potansiyeli)
- pH,
- Klorürler.

Ekonomik olarak ve devamlı otomatik veya kısmen devamlı otomatik kontrol monitörü kullanılışı, ancak basit ve güvenilir sensörlerin mevcudiyeti ve konsantrasyonların zamana göre çok hızlı değişmesi hali için kabule şayandır.

Büyük miktarlarda zararlı maddelerin varlığı yüzünden istasyonlarda alınan nünunelerin hepsinin laboratuvarında tahlili mümkün olmayabilir, bazen suyun biyolojik hayat üzerindeki etkisini güvenilir bir şekilde saptayacak bir indikatörün gerekli yerde bulundurulması yeterlidir. Bu amaçla, içlerinden daimi şekilde nehir veya artık suyunun aktırıldığı balık tankları (kontrol istasyonları olarak kullanılmaktadır; (Batı Almanya). Değişik seyreltmeler (1/10 ilâ 1/20) temin etmek suretiyle, nehre zarar vermiyecek, emniyet sınırları içinde, toksisite seviyesini tayin etmek de mümkün olmaktadır. Bu balık testleri, değişen yüklerin var olduğu endüstriyel atıkların akarsuya giriş yerlerini kontrol için çok faydalı bulunmaktadır.

Halihazırda otomatik aletlerle kaydedilebilen değişkenler aşağıda verilmektedir:

Değişken	Kayıt Birimi
Isı	C° veya F°
Geçirgenlik	mikro ohm
Oksijen	ppm (milyonda kısım)
Bulanıklık	Jackson Standardı
pH	log 1/H konsantrasyonu
Güneş ışığı şiddeti	gr. kal/cm ² /dak.
Toplam sertlik	Milyonda kısım CaCO ₃
Metil oranj alkalinitesi	Milyonda kısım CaCO ₃
Fenolfitaleyn alkalinitesi	Milyonda kısım CaCO ₃
Karbon dioksit	Milyonda kısım
Klorür iyonu	" "
Kalıcı klor	" "
Siyanür iyonu	" "
Florür iyonu	" "
Kimyasal oksijen ihtiyacı	" "
Fenoller	" "
Renk	Platin-Kobalt standardı
Oksidasyon, redüksiyon potansiyeli	milivolt
Alfa ve Beta Radyoaktivitesi	microküri/lt.

Bu parametrelere ilâveten, Almanya'da yüzey gerilmesi de daimi olarak ölçülmektedir.

Sensörlerde diğer önemli bir gelişme de Bromür, Kadmiyum, Kalsiyum, Klorür, Bakır, Siyanür,

Florür, Florborat (Boron), İyodür, Kurşun, nitrat, perklorat, Potasyum, Redoks, Gümüş, Sodyum, Sülfür, Tiyoziyanür, su sertliği gibi özel bazı iyonların elektrodlarla sürekli olarak ölçülebilmesidir.

Su kalitesinin kontrolü için gerekli parametre ölçümünün tartışılmasında, hidrolojik ve hidrolik ölçümlerde ihmal edilmemelidir ve bu konu aşağıda, incelenecektir.

Akarsu akım nisbeti ve kirlenme konsantrasyonları arasındaki bağıntılar:

Yüzey sularının kalitatif kontrolü, kontrol kesitleri boyunca elle, sabit, yüzen veya hareketli otomatik su kalite kontrolü istasyonlarıyla yapılır. Şekil 2'de verildiği gibi, araştırmacılar tarafından üç tip eğri ayırt edilmiştir. Bu eğrilerin şekli, çeşitli faktörlere (ki bunların en önemlileri nehir kirlenmesinin durumu, hidroteknik ve hidrolojik özellikleri, kendi kendine temizlenme kapasitesi, kesitlerin kirlenme kaynağından uzaklığı, kirlenme kaynağının özellikleri, özellikle boşaltılan yüklerin heterojenliği, özellikleri ve büyüklüğü, vs.) dayanır.

Ağır şekilde kirlenmiş nehirler (Eğri Tip I)

Kontrol kesitiyle kirlenmenin kaynağı arasındaki mesafenin kısa olması halinde akarsudaki seyrelme nisbeti, en etkili faktördür. Ekstrem şartlarda, $Q = O$, x eksenini $(a/d + b)$ 'de keser. Burada a/d kirlenme kaynağından verilen atıkların konsantrasyonunu ve "b" değerinde yaklaşık olarak suyun tabii kirlenmesini temsil etmektedirler. $y = a/x + b$ denklemin basitleştirilmiş şeklidir.

Temiz Nehirlerde (Eğri, Tip II)

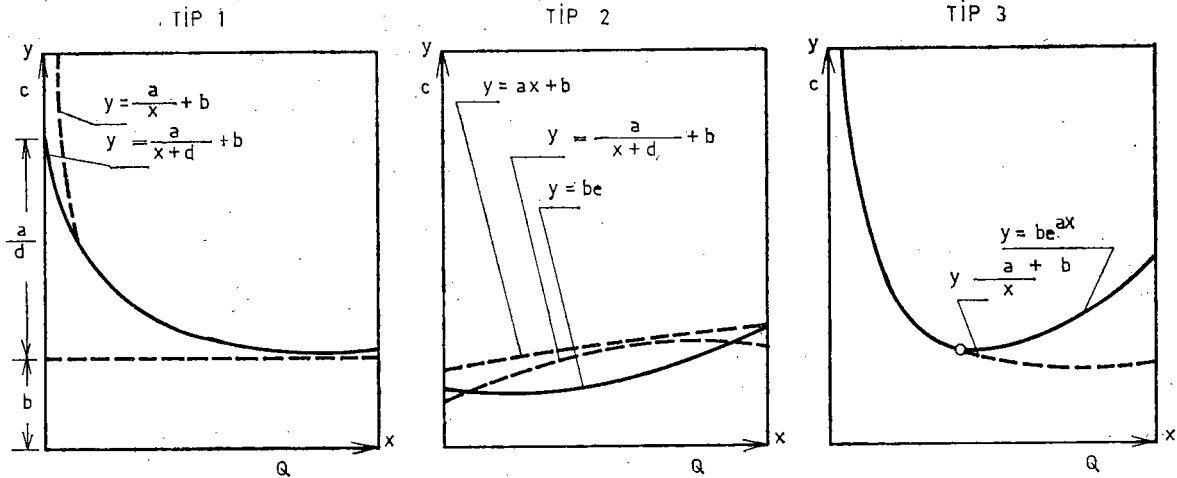
Artan nehir akım nisbetiyle lineer veya eksponansiyel olarak x eksenini $Q = O$ 'da kesen eğri nehrin tabii kirlenmesini temsil eder, veya fonksiyonun karesi çıkabilir. Bu tip eğrinin şekli, organik kirlenme halinde kendi kendine temizlenmenin sonucuna bağlı olabilir, çünkü nehirde BOI, değerindeki azalma zamanın bir fonksiyonudur.

Orta Derecede Kirlenmiş Nehirler (Eğri Tip III)

Bu durumda kirlenmenin, akış temposuyla bağıntısı da orta karakterdedir. Alçak akım bölgelerinde seyrelme tesiri büyük olup, bu yüzden eğri Tip I'e benzer.

Daha hızlı akımlarda, seyrelme olayı ortadan kalkar ve tabandaki çökeltilerdeki ve yüzey sularındaki kirlenme maddeler önem kazanır. Yani akışlar yıllık ortalamalarından yüksek olursa, kirlenme nehrin artan akış temposuyla artar. Yukarıda anlatılan bağıntı su sıcaklığıyla bağıntılı olarak hesaplanabilir, fakat bu tür açıklama sadece yeterli sayıda gözlem mevcut olduğu zaman mümkündür.

İdeal olarak otomatik su kalite kontrolü sistemlerinde hidrolojik durum, su seviyeleri, akımın nisbeti ve hızları da hesaba katılır. Kirlenme kalite-gram tabir edilen kalite profilleri ve tek tek pa-



Şekil 2

parametrelerin oluşma sınırlarına dayandırılarak değerlendirilir.

Kirleticilerin konsantrasyonlarıyla akım nisbeti arasındaki bağıntıların tayini istatistikî regresyon analizine dayanır. Gözlem süresince elde edilen verilerin değerlendirilmesi, karakteristik konsantrasyonların ve tek tek kirlenme parametreleri yüklerinin tesbiti, frekans histogramlarının hazırlanması, parametreler için zaman süre eğrilerinin ve kirlenme yükleri için toplam eğrilerin kirlenme parametreleri konsantrasyonu ile akış temposu arasındaki bağıntıların hazırlanmasına dayanır.

OTOMATİK AKARSU KALİTE KONTROL İSTASYONLARININ YERLEŞİMİ

Geçmişteki verilerin incelenmesi, devamlı ölçümleri gereken su kalite parametrelerini ve atıkları alıcı sularda değişen şartları en iyi şekilde temsil edecek yerleşimleri belirleyebilir.

Ana maksat su ekonomisi için önem arzeden, suların kirlenmeden korunması olabilir. Bu durumlarda yerleşimler, endüstrilerin aşağısındaki yerler, belediyelerin su alış ağızlarının üstü, ve nisbeten az kirlenmemiş suların mevcut olduğu noktalar olabilir. Esas amaç asgari sayıda istasyonla gerekli miktarda veri elde etmektir. Bu yüzden bir optimizasyon tekniği kullanılmalıdır.

İstasyon Yerlerinin Özellikleri :

Özet olarak, otomatik su kalite kontrolü istasyonlarının yerinin tesbitinde aşağıdaki faktörler göz önüne alınmalıdır :

— Nehirlerin memba tarafında, şehir ve endüstriyel merkezlerden boşaltılan organik yüklerin ve diğer atıkların kontrolü.

— Kendi kendine temizlenme ve seyrelme olaylarından dolayı su kalitesindeki değişikliklerin incelenmesine yarıyacak şekilde yerleşimler.

— Halihazırda ve gelecekteki nehir su kalitesini etkileyecek çeşitli faktörlere cevap vermek üzere yerleşimler.

— Akarsu kirlenme kontrolü üzerindeki yatırım programlarının tamamlanmasından sonra gelecek devrelerde de su kalite kontrolünü kapsayacak şekilde yerleşim.

— Yerleşim noktaları, su kirlenmesi yüzünden ekonomik kayıpların ölçülmesi görüşü ile atık yüklerinin etkisini belirleyen araştırma çalışmaları içinde uygun şartları haiz olmalıdır.

OTOMATİK AKARSU KALİTE KONTROL İSTASYONLARININ ÇALIŞTIRILMA PRENSİPLERİ

Bu sistemler, modern telemetreler ve uzaktan kontrol aletleri ile donatılmıştır. Ölçme modülü, suyun belli başlı parametrelerini tayine yarayan sensörlerle donatılmış aletlerden oluşmaktadır. (Honey Well tipi W - 20'de olduğu gibi). Verilerin teletransmisyonu radyo ve telgraf devreleri kullanılarak telemekanik sistemlerle yapılır. (Siemens Tip 7C sisteminde olduğu gibi). Ölçülen miktarlarla orantılı olarak elektrik sinyalleri merkezî istasyonu na iletilerek daha sonra işleme tabi tutulmak ve kullanılmak üzere bir teletayp yüzeyi üzerine veya karta kaydedilir.

Kritik durumlarda bir alarm sinyali vasıtasıyla atık girişleri kapanarak temiz su kapıları açılabilir. Merkezî istasyondaki aletler, kompütere de işlemeye müsaittir. Kompüter günlük veri değerlendirilmesinde, periyodik raporların hazırlanmasında ve su kaynaklarının idaresi için, yapılan çalışmalarda bir program altında kullanılabilir.

Ölçmeyi yapan modül karakteristik bileşenlerin analizini yapar ve sensör bölmesi, transdüser, göstergeç ünitesi ve kaydediciden oluşur.

Toplanan bilgiler kâğıt şerit veya manyetik kayıt edicilerde depolanır.

Veri İletim Devresi :

Otomatik Su Kalite Kontrol Sistemi içindeki bu devre, iki yönlü bir telekomünikasyon devresinden ve veri iletim aletlerinden oluşur.

Radyo bağlantıları ve telekomünikasyon kablolarının birleşiminden oluşan bir devre, ideal bir sistem olarak kabul edilmektedir. İletici ve alıcı antenler yönlü tipten olup alıcıdan sağlanan sinyal demodülasyondan sonra kablo devresine geçer ve merkezî istasyona gönderilir. Her ölçüm istasyonu, bilgilerin sürekli şekilde gönderildiği ayrı bir telgraf kanalına sahip olmalıdır.

Veri iletim aletleri, zamana bağlı vuruş kodu modülasyonu şeklinde çalışır. Çeşitli ölçümler doğru akım sinyalleri vasıtasıyla kodlu bir vuruş sistemine dönüştürülür. Bu bilgiler bir kelime meydana getirirler. Sekiz kelimeden bir cümle oluşur.

Merkezî istasyonda bulunan alıcı kısım, çeşitli iletilicilerden gelen bilgileri almaya, dekode etmeye ve bir teletayp ve deliciden oluşan kayıt aletine veya kompüte verilme üzere hafıza devrelerine sokmaya yarar.

Telemetre sistemleri içinde halen kullanılmakta olanlar aşağıda verilmektedir.

Dijital Telemetre Sistemleri : Ölçümlerin hassasiyetinde % 1 veya daha fazla güvenilirlik gerektiği zaman kullanılır.

Dijital Uzaktan Kontrollü Sistemler : Genellikle güç dağıtım ve boru hatları sistemlerinin kontrolü için kullanılırlar. Doğruluk, hassasiyet ve kontrol sürati yönünden yüksek özel kompüter uygulaması gerektirirler.

Analog Telemetre Sistemleri : Maliyette ucuzluk ve % 1 ilâ 3 doğruluk isteniyorsa analog sistemlerinin kullanılması uygundur. Ölçülen değerlere tekabül eden analog sinyalleri, telekomünikasyon kanalıyla merkezî istasyona iletilirler. Merkezî istasyonda, analog sinyali dijital şekle çevrilir, tabloya basılır, kâğıt şeride delinir veya manyetik bantda kaydedilir. Kaydedilen değerler standart birimlerle ifade edilmemiştir, bu yüzden bir kompüter veya nomogram kullanılması dönüşüm için gereklidir.

OTOMATİK AKARSU KALİTE KONTROL İSTASYONLARI ŞEBEKESİNDEN GELEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Merkezî istasyona iletilen verilerin değerlendirilmesinde iki amaç vardır. İlki, herhangi bir parametrenin konsantrasyonunun kabul edilebilir sınırı aşıp aşmadığını bulmaktır. Aşma durumunda veri işleme sistemi bu konuda yeterli bilgi verir. Bu şekilde kontrol için uygun kararlar alınması ve önleme tedbirlerinin uygulanması sağlanır. İkinci amaç belirli bir zaman süresince kirlenmeyle ilgili sayısal özellikleri toplamaktır. Bu cins veri toplama belirli bir su yağış alanında su kirlenmesinin durumu üzerinde uzun vadeli araştırmalar için gereklidir.

Tüm verilerin biriktirilmesi gerekli olmayabilir. Az sayıda, kirlenme durumunu en iyi şekilde belirleyen parametreler seçilmeli ve zaman birimiyle yapılan çalışmalar arasında ilgi kurulmalıdır. Meselâ temel zaman birimi olarak 1 gün seçilmişse, (i) inci kontrol istasyonuna ait (j) parametresi için aşağıda verilen günlük değerlerin kaydedilmesinin uygun olacağı kabul edilebilir;

$x_{\max}$ = günlük azami

x_{ort} = günlük ortalama

$x_{\min}$ = günlük asgari

$\sum x^2_{ij} (1) = 1 = \text{karelerin toplamı}$

$1 = 1$

$\sum x^3_{ij} = \text{üçüncü kuvvetlerin toplamı}$

r = gözlem sayısını göstermektedir.

Yukarda verilen ilk üç değer ortalama değer ve günlük sapmaları belirler. Karelerin ve üçüncü kuvvetlerin toplamaları ve gözlem sayısı (r) ise istatistikî hesaplamalar için gereklidir.

Otomatik Su Kalite Kontrolü İstasyonlarından gelen verilerin değerlendirilmesi, su ekonomisiyle ilgili geniş kapsamlı kompüter program ve alt programlarının gerekli şekilde kullanılmasını zorunlu kılar.

Verilerin toplanması ve programlar iki kısımda düşünülebilir. Birinci kısım özel maksatlar için sürekli olarak kullanılan programları ihtiva edebilir. Bu tür programlar şunlardır :

— Periyodik raporlar için programlar

— Kirleticilerin konsantrasyon eğrilerini tahmin için hazırlanmış programlar.

— Akım debilerini tahmin için programlar,

— Su kalitesinin istatistikî özelliklerinin hesabı için programlar,

— Kirleticiler için hesapları için programlar.

— Akım debilerini tahmin için programlar.

— Araştırma amaçları, sensör kalibrasyonu, veri doğrulanması ve sistemin bakımı yönünden hazırlanmış istatistikî hesaplar için programlar.

İkinci gruptaki programlar ise genellikle ekonomi ve bilimsel ihtiyaçları karşılamak için kullanılırlar. Sonuç olarak denilebilir ki, otomatik su kalite kontrolü yoluyla verilerin verimli şekilde kullanılması, su kirlenmesi üzerinde periyodik raporların hesaplanması, karşılaştırma çalışmaları ve diğer amaçlar için hazırlanmış programlar ve alt programlardan oluşan bir arşivi gerekli kılar. Alt programlar, istatistikî hesaplamalar için sık sık kullanılırlar, diğer programlar ise akarsu kirlenmesi ile ilgili verilerin gruplar halinde tekrar gözden geçirilmesi için lüzumludur.

SONUÇ

Çevremizde kalite kontrolü, rastgele ve tek tek nümune olarak bunların laboratuvarlarda analizi günlerinden, otomasyon, dijital kompüterlerle verilerin değerlendirilmesi, otomatik ikâz sistemleri ve hat-ta verimli kirlenme kontrolünün nasıl olabileceğini içeren karmaşık yöntemlere kadar gelişmiştir.