Suyun Mineral Dengesi

İçme Suyu, Beslenme ve İnsan Sağlığı



Galip Arduç

Suyun Mineral Dengesi

İçme Suyu, Beslenme ve İnsan Sağlığı

Galip Arduç

Künye

Suyun Mineral Dengesi: İçme Suyu, Beslenme ve İnsan Sağlığı

Yazar: Galip Arduç
© 2026 Galip Arduç

Bu eser, bilimsel araştırmaların ve resmî teknik kaynakların özgün bir Türkçe sentezidir. Bir kurum yayınının tam çevirisi değildir. Dünya Sağlık Örgütü veya kaynak gösterilen diğer kurumlar tarafından hazırlanmış ya da onaylanmış olduğu ileri sürülmez. Kurum logoları kullanılmamıştır.

Araştırmaların yayın tarihi, incelenen veri dönemi ve rehberlerin değerlendirme tarihleri farklı olabilir. Kaynakların erişim tarihi 13 Kasım 2026'dır. Metindeki temsili hesaplar, gerçek kişi veya ürün ölçümü olarak sunulmaz.

Bilgiler kişisel tanı, tedavi veya bireysel sıvı ve mineral reçetesinin yerine geçmez. Sağlıkla ilgili özel durumlarda değerlendirme, kişinin klinik koşullarına göre yapılmalıdır.

Yayın iletişimi: galiparduc@gmail.com
galiparduc.com • galiparduc.com.tr

Dizgi: 17 × 24 cm. Ana metin Source Serif 4; başlıklar Source Sans 3. Şekillerin ve hesap modellerinin kaynak ve temsili nitelikleri ilgili açıklamalarda belirtilmiştir. Kapak görseli temsili bir illüstrasyondur; ölçekli teknik çizim değildir.

Önsöz

Bir bardak suyu değerlendirmek için çoğu zaman birkaç sayı önümüze konur: pH, sertlik, toplam çözünmüş madde, kalsiyum, magnezyum. Sonra bu sayılardan çok daha büyük sonuçlara geçilir. Bir su "en sağlıklı" ilan edilir; bir başka su bütün hastalıkların nedeni gibi gösterilir. Aradaki hesap ve kanıt basamakları ise çoğu kez görünmez kalır.

Bu kitabı o basamakları görünür kılmak için yazdım. Amacım bir su türünü, arıtma yöntemini veya ürünü koşulsuz savunmak değil; hangi sorunun hangi bilgiyle cevaplanabileceğini açık biçimde ortaya koymaktır. Suyun mineral bileşimi önemlidir. Ancak bu önem, ölçülmeyen yararlar vaat etmek veya tek bir sayıdan korku üretmek için gerekçe değildir.

Bir mineralin insan vücudunda gerekli olması, o minerali içeren her ürünün belirli bir hastalığı önlediğini göstermez. Suda bir mineralin azalması da kişinin toplam alımının aynı oranda düştüğünü göstermez. Bu iki cümlenin arasındaki fark, kitap boyunca korunmaya çalışılan temel ayrımdır: bileşim, alım, emilim ve sağlık sonucu aynı şey değildir.

Okurun karşısına yalnız genel ifadeler çıkarmak istemedim. Bir suyun günlük beslenmeye katkısı hesaplanabiliyorsa hesabı girdileri ve birimleriyle gösterdim. Bir arıtma işlemi başka bir iyonu artırıyorsa bu değişimi ayrıca ele aldım. Araştırmalar farklı sonuçlar bildiriyorsa tek bir sonucu seçip diğerlerini dışarıda bırakmak yerine, neyin karşılaştırıldığını ve hangi sınırlamaların bulunduğunu açıklamaya çalıştım.

Bu yaklaşım her soruya tek sözcüklü cevap vermeyi sağlamaz. Buna karşılık belirsizliğin nerede başladığını netleştirir. "Bilmiyoruz" demek ile "hiçbir şey bilmiyoruz" demek aynı değildir. Bir işlemin mineral katkısını kesin olarak hesaplayabilir, fakat bu katkının belirli bir kişide hastalık riskini ne kadar değiştireceğini henüz belirleyemeyebiliriz. Bilimsel açıklık, bu iki düzeyi birbirine karıştırmamaktır.

Kitap temel kavramlarla başlar; minerallerin vücuttaki görevlerine, sağlık araştırmalarına ve yaşam dönemlerine ilerler. Ardından düşük mineralli su, ters ozmoz, yumuşatma, yeniden mineralizasyon ve mineral filtreleri ele alınır. Son kısımda numune alma, değişen tüketim alışkanlıkları, saha performansı, kullanım ömrü, şebeke değişimleri ve mutfaktaki mineral dengesi için uygulamalı değerlendirmeler bulunur.

Hesapların bir bölümünde temsili sayılar kullandım. Bu örneklerin gerçek bir kişinin, su kaynağının veya ürünün sonucu olmadığını özellikle belirttim. Bir hesabın anlaşılması için kurulan model ile bir laboratuvarda elde edilmiş veri arasındaki sınır korunmalıdır. Aynı nedenle, kaynakların desteklemediği kişisel deneyim veya saha gözlemi anlatıları kurmadım.

Bu kitabın sonunda okurun elinde tek bir "ideal su" reçetesi bulunmasını beklemiyorum. Daha sağlam bir şey bulunmasını istiyorum: bir iddiaya doğru soruları yöneltebilme, analizdeki birimi anlayabilme, günlük katkıyı hesaplayabilme ve bir araştırmanın sonucunu sınırlarıyla okuyabilme becerisi. Suyu anlamak, sayıları ezberlemekten önce onların neyi anlattığını ve neyi anlatmadığını öğrenmektir.

Galip Arduç

Bu kitabı kullanırken

Kitap baştan sona okunabilir; belirli bir soruya cevap ararken bölüm başlıklarından ve dizinden de yararlanılabilir. İlk altı bölüm, sonraki değerlendirmelerin temelini oluşturur. Özellikle derişim–alım ayrımı, biyoyararlanım ve sağlık iddiasının nasıl sınanacağı, teknik ayrıntıya geçmeden anlaşılması gereken kavramlardır.

Kalsiyum, magnezyum ve diğer mineraller için ilgili mineral bölümünden başlanabilir. Kemik ve eklem konuları 13., kalp-damar bulguları 14., kan basıncı 15., böbrek taşı 16. bölümde ele alınır. Böbrek hastalığı ve özel yaşam dönemlerinde genel bilgilerin neden bireysel değerlendirmeyle birleştirilmesi gerektiği sonraki bölümlerde açıklanır.

Ev tipi arıtmayı değerlendiren okur için 24–30. bölümler birbiriyle bağlantılıdır. Düşük mineralli su tartışması, mineralin hangi işlemle değiştiğinden bağımsız okunmamalıdır. Ters ozmoz, yumuşatma ve yeniden mineralizasyon farklı işlemlerdir. Analiz raporu ile cihazın çalışma koşullarını birlikte değerlendirmek isteyenler, 33–37. bölümlerdeki uygulamalı hesaplardan yararlanabilir.

Temsili örnekler bir kavramı açıklamak için kurulmuştur. Bu örneklerde seçilen tüketim hacmi, günlük içme miktarı önerisi değildir. Benzer biçimde bir tasarım örneğindeki mineral hedefi veya değerlendirme eşiği, ayrıca belirtilmedikçe yasal sınır veya sağlık önerisi olarak alınmamalıdır. Gerçek araştırma bulgularında ise çalışmanın yılı, kişi grubu, sonuç türü ve önemli sınırı metinde gösterilir.

Formüllerde birimler hesabın parçasıdır. mg/L ile mg/gün, element olarak kalsiyum ile kalsiyum karbonat eşdeğeri, nitrat ile nitrat-azotu birbirinin yerine yazılmaz. Bir sonuç beklenmedik görünüyorsa önce kullanılan birimler ve hangi büyüklüklerin karşılaştırıldığı kontrol edilmelidir. İlgili örneklerde ara işlemler, hesabın yeniden yapılabilmesi için verilmiştir.

Metindeki numaralı atıflar kitabın sonundaki tek kaynakçaya gider. Atıf yanında sayfa veya bölüm bilgisi varsa bu bilgi ilgili kaynaktaki konumu belirtir. Bir kaynağın yayın yılıyla belirli bir değerlendirmenin yapıldığı yıl aynı olmayabilir. Örneğin güncel bir rehber, daha eski tarihte değerlendirilmiş bir başlığı koruyabilir; yalnız kapak yılına bakılarak bütün bulguların o yıl üretildiği düşünülmemelidir.

Terimler sözlüğü kısa tanımları ve ilgili bölüm yönlendirmelerini içerir. Dizin, her kelimenin bütün geçtiği yerleri sayan bir liste değil, konunun anlamlı biçimde işlendiği bölümlere ulaşmayı sağlayan seçilmiş konu dizinidir. Şekil ve tablo listeleri de doğrudan ilgili öğeye geçiş için kullanılabilir.

Bu kitap kişisel tanı ve tedavi kılavuzu değildir. Özellikle böbrek hastalığı, kalp yetmezliği, belirli ilaçlar, gebelik veya bebek beslenmesi gibi durumlarda sıvı ve mineral kararları kişisel sağlık planıyla birlikte değerlendirilir. Bir laboratuvar bulgusu, belirti veya tedavi kararı yalnız su etiketi üzerinden yorumlanmamalıdır.

İçindekiler

Önsöz iii
Bu kitabı kullanırken v
Tablo listesi ix
Şekil listesi xii
Kısaltmalar ve birimler xiii

I. Temel kavramlar

1. Bir bardak su ne sağlar? 1
2. Kayadan bardağa mineral yolculuğu 6
3. Sertlik, TDS, pH ve alkalinite 11
4. Bir litreden günlük mineral payına 17
5. Bağırsaktan hücreye 24
6. Sağlık iddiası nasıl sınanır? 30

II. Mineraller

7. Kalsiyum: iskeletin ötesinde 38
8. Magnezyum: hücrenin çalışma düzeni 45
9. Sodyum ve klorür: miktarın belirlediği denge 52
10. Potasyum: hücre içindeki büyük pay 58
11. Bikarbonat ve sülfat: eşlik eden iyonlar 63
12. Eser elementler: gereklilik ile fazlalık arasında 69

III. Sağlık bulguları ve yaşam dönemleri

13. Kemik, eklem ve kireçlenme aynı şey değildir 78
14. Su sertliği ve kalp-damar hastalıkları 84
15. Tansiyon ve mineral alımı 91
16. Böbrek taşları ve içme suyu 97
17. Böbrek hastalığında değişen kurallar 104
18. Bebekler ve çocuklar 111
19. Gebelik ve emzirme 118

20. Yaşlılıkta su ve mineral dengesi 124
21. Spor, sıcak ve terleme 129
22. Florür: diş sağlığı ve toplam maruziyet 134
23. Metabolizma, diyabet ve diğer sağlık iddiaları 140

IV. Arıtma ve mineral bileşimi

24. Düşük mineralli su tartışmasını çözümlemek 145
25. Ters ozmoz, damıtma ve mineral kaybı 154
26. Yumuşatma: kalsiyumun yerine ne gelir? 161
27. Yeniden mineralizasyonun kimyası 168
28. Mineral filtreleri nasıl sınanır? 176
29. Şişe etiketi, kaynak ve gerçek bileşim 184
30. Analiz raporundan mineral bütçesine 190
31. Yaygın iddialar için kanıt dosyaları 198
32. Evden toplum sağlığına doğru karar 205

V. Uygulamalı değerlendirmeler

33. Numune zinciri ve ölçüm planı 211
34. Su değişikliğinde zamana bağlı mineral bütçesi 222
35. Ters ozmoz sisteminin saha performansı 233
36. Yeniden mineralizasyon için tasarım hesabı 243
37. Mineral filtresinin ömür ve güvenlik deneyi 254
38. Şebekede kaynak değişimi ve izleme 265
39. Çelişen araştırmaları birlikte değerlendirmek 274
40. Mutfakta su ve mineral kütle dengesi 285
Uygulama ekleri 294
Terimler sözlüğü 300
Konu dizini 328
Kaynaklar 334

Tablo listesi

1. Aynı su için sorulan farklı sorular....2
2. Bir bardakta ve günlük örnek hacimde kalsiyum hesabı....3
3. İşlem adından hangi sonuç çıkarılabilir?....8
4. Eşit sertliğin sakladığı bileşim farkı....12
5. Sık karıştırılan dört gösterge....16
6. Hesap öncesi birim kontrolü....18
7. Farklı kaynaklardan gelen günlük katkı: temsili örnek....19
8. Derişim ve hacmin birlikte etkisi: temsili kalsiyum alımı....22
9. Yüksek yüzde her zaman yüksek miktar değildir....25
10. İddianın düzeyi ve gereken kanıt....31
11. Aynı göreli farkın farklı mutlak karşılıkları....34
12. Sağlıklı yetişkinlerde kalsiyum için günlük alım referansı....40
13. Aynı su değişikliği, farklı beslenme bağlamı....41
14. Yetişkin magnezyum referansıyla su katkısı: temsili hesap....46
15. Sodyum ve tuz eşdeğeri: temsili su katkısı....53
16. Potasyum katkısını ölçek içinde görmek....59
17. İki anyon için ayrı hesap: temsili örnek....67
18. Gereklilik, günlük alım ve su rehber değeri farklıdır....76
19. Kalsiyumla ilgili görünen farklı sorular....79
20. Su değişiminin kalsiyum bütçesine etkisi: temsili örnek....81
21. Danimarka araştırmasında düşük ve yüksek su magnezyumunun karşılaştırılması86
22. Aynı adres, farklı kişisel maruziyet: temsili örnek....88
23. İki su arasında sodyum farkı: temsili günlük bütçe....92
24. Tansiyonla ilgili su iddialarında gerekli ayrımlar....95
25. Taş türü bilindiğinde değişen araştırma sorusu....98
26. Aynı atılım miktarının farklı hacimlerdeki derişimi....101
27. Böbrek hastalığında su değerlendirmesinin ayrı bileşenleri....105
28. Aynı derişimde kilogram başına farklı katkı: temsili model....112
29. Toz ve suyun katkılarının ayrı sayılması: temsili örnek....113
30. Gebelikte su katkısının toplamdan ayrı gösterilmesi: temsili model....119
31. Kalsiyumla ilgili üç farklı sayı türü....120

32. Kas ve kemik araştırmalarında farklı sonuç ölçütleri....126
33. Ter kaybı için temsili kütle dengesi....130
34. Sabit ter hacminde farklı sodyum derişimleri: temsili model....131
35. Florür için birbirine karıştırılmaması gereken değerler....137
36. Yalnız suyla florür alımı: temsili derişim–hacim hesabı....138
37. Magnezyumlu su denemesinin yorumunda kritik ayrımlar....141
38. Grup içi değişim ile gruplar arası değişim farkı: temsili örnek....142
39. Birbirine karıştırılan dört su tanımı....146
40. Aynı su değişikliğinin su katkısı ve toplam alım üzerindeki etkisi....148
41. Ters ozmozda temsili kalsiyum kütle dengesi....155
42. Arıtma kararında birlikte sorulacak sorular....159
43. Temsili yumuşatma işleminde sertlik ve sodyum bütçesi....163
44. Sertlik kontrolünde işlem adı ile beklenen değişiklik....166
45. Saf kalsitin karbondioksitle çözünmesi için temsili stokiyometrik bilanço....169
46. Tek karışım oranının farklı iyonlara etkisi: temsili örnek....173
47. Mineral filtresi iddiaları ve gerekli kanıt türü....177
48. Bekleme sonrası ölçümün günlük ortalamadan ayrılması: temsili örnek....179
49. Belge türünü doğru okumak....182
50. Üç temsili suyun aynı porsiyondaki mineral katkısı....185
51. Etiket veya rapordaki ifadenin hesapta karşılığı....188
52. Analiz raporunda sonucu yorumlamadan önce doğrulanacak bilgiler....191
53. Üç kaynaktan kalsiyum alımının temsili hesabı....197
54. Bir ürün iddiasının dört aşamada ayrıştırılması....204
55. Sorudan doğrulamaya uzanan karar zinciri....206
56. Bir ev için temsili izleme dosyası....209
57. Aynı sistem için farklı ölçüm soruları....212
58. Eşleştirmenin etkisini gösteren temsili veri....215
59. Örnekleme formunda kullanılabilecek kısa alanlar....217
60. Çok kaynaklı günlük mineral bütçesi: temsili örnek....223
61. Haftalık magnezyum katkısının ağırlıklandırılması....224
62. Zamanla değişen net magnezyum katkısı: temsili örnek....227
63. Girdi belirsizliğinin katkıya etkisi: temsili sınır hesabı....231
64. RO testinde temsili element dengesi....235
65. Sabit giriş ve ürün derişiminde geri kazanımın konsantreye etkisi....239

66. RO saha incelemesinde birbirinden ayrılacak sonuçlar 241
67. 35 mg/L net kalsiyum artışı için kuramsal kalsit dengesi 245
68. İki suyun karışımında birlikte değişen bileşenler 248
69. Temsili bir suyun iyonik yük hesabı 250
70. Tasarım hesabını doğrulama adımları 253
71. Temsili mineral filtresi deneyinin değişkenleri 256
72. Temsili kullanım ömrü ölçüm noktaları 258
73. Mineral kartuşu değerlendirmesinde ayrı kanıt alanları 263
74. Sonuç raporunda bulunması gereken dört sonuç cümlesi 264
75. Kaynak değişiminde bölgelere göre temsili magnezyum bileşimi 266
76. Kaynak değişiminde izleme dönemleri 269
77. Kohort bulgularını karşılaştırırken korunacak ayrımlar 275
78. Aynı olay sayılarının farklı ölçülerle anlatılması 280
79. Sağlık araştırması için kısa değerlendirme kaydı 284
80. Pişirme için temsili mineral bilançosunun bileşenleri 286
81. Su alımıyla derişim azalırken toplam mineralin artabildiği temsili örnek 287
82. Aynı tencerede farklı tüketim biçimlerinin hesabı 289
83. İki suyla pişirme karşılaştırmasında tutulacak kayıt 292
84. Temel birim dönüşümleri 294
85. Bazı iyonlar için yaklaşık kütle–mol–yük ilişkileri 295
86. Hesap, girdi ve yorum sınırı 296
87. Üç kaynağın temsili günlük hesabı 297
88. Hesap denetimi için kısa kontrol çizelgesi 299

Şekil listesi

1. Alım, emilim ve sağlık sonucu....4
2. Eşit sertlik, farklı bileşim....13
3. Kalsiyum katkısında derişim ve hacim....22
4. Emilim ile tutulumun ayrılması....27
5. Birlikte etkileyen etkenler....32
6. Kalsiyumun düzenlenmesi....39
7. Suyla sodyum alımı....53
8. İyon yükü ile kütle farkı....64
9. Kireçlenme sözcüğünün örttüğü farklı süreçler....79
10. Aynı kohortta farklı kalp-damar sonlanımları....87
11. İki beslenme yaklaşımında taşın tekrarı....99
12. Böbrek ve mineral düzenlemesinin farklı sonuçları....108
13. Mama hazırlanırken iki mineral kaynağı....113
14. Kas, düşme ve kırık sonuçlarını ayırmak....126
15. Yaklaşık ter kaybının kütle dengesi....130
16. Florür alımında hacmin etkisi....138
17. İki grubun değişimini karşılaştırmak....142
18. Alımdaki azalma hangi toplam üzerinden hesaplanır?....149
19. Kalsit çözünmesinin kuramsal bileşenleri....170
20. Bir mineral filtreli sistemde örnekleme noktaları....178
21. Günlük alım belirsizliğine iki katkı....195
22. Sorudan numune düzenine....213
23. Değişen salımın kümülatif katkısı....228
24. RO işleminde hacim ve kalsiyum dengesi....235
25. Karışımda iki hedefin aynı anda sınanması....249
26. Kullanım hacmi boyunca net mineral salımı....259
27. Önce–sonra farkının karşılaştırma bölgesiyle okunması....270
28. Çoklu sınamada tesadüf olasılığı....282
29. Toplam miktar ile derişimin ayrılması....288

Kısaltmalar ve birimler

AI — Yeterli alım

Ca — Kalsiyum

$CaCO_3$ — Kalsiyum karbonat

Cl^- — Klorür iyonu

CO_2 — Karbondioksit

DRI — Besinsel referans alımlar

EAR — Tahmini ortalama gereksinim

EBCT — Boş yatak temas süresi

EFSA — Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi

EPA — ABD Çevre Koruma Ajansı

GAC — Granüler aktif karbon

GPD — Günlük galon; kullanılan galon türü belirtilmelidir

HCO_3^- — Bikarbonat iyonu

HR — Tehlike oranı

IRR — Olay hız oranı

K — Potasyum

L — Litre

Mg — Magnezyum

mg — Miligram

mg/L — Litre başına miligram

mg/gün — Günlük miligram

mL — Mililitre

mmol/L — Litre başına milimol

Na — Sodyum

NF — Nanofiltrasyon

NIH — ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri

NO_3^- — Nitrat iyonu

NTU — Nefelometrik bulanıklık birimi

OR — Odds oranı

pH — Asitlik durumunun logaritmik ölçüsü

RDA — Önerilen günlük alım

RO — Ters ozmoz

RR — Risk oranı

SO_4^{2-} — Sülfat iyonu

TDS — Toplam çözünmüş madde

UF — Ultrafiltrasyon

UL — Üst alım düzeyi

WHO — Dünya Sağlık Örgütü

µg — Mikrogram

µS/cm — Santimetre başına mikrosiemens

1. Bir bardak su ne sağlar?

İçme suyunun insan vücuduna ilk katkısı sudur. Mineraller bu katkıya eşlik eder; suyun miktarına ve bileşimine göre beslenme açısından anlam kazanır. Kalsiyum ve magnezyum bakımından zengin bir su günlük alıma ölçülebilir bir pay ekleyebilir. Aynı hacimdeki başka bir suyun katkısı çok küçük olabilir. Bu nedenle ne "mineralleri yalnız besinlerden alırız" ne de "mineral ihtiyacımızı su karşılar" cümlesi bütün insanlar ve bütün sular için doğrudur. Doğru değerlendirme, içilen hacimle her mineralin derişimini birlikte hesaplamaktır. [1, s.3–8, 43]

Bir bardak suyun saydam olması, içinde yalnızca su molekülleri bulunduğu anlamına gelmez. Çözünmüş iyonları gözle göremeyiz. Kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, klorür, bikarbonat ve sülfat, doğal suların bileşimine farklı oranlarda katılır. Suyun geçtiği jeolojik ortam, kaynağın özellikleri ve uygulanan işlemler bu bileşimi değiştirir. "Su" sözcüğü ortak bir maddeyi anlatırken "içme suyu" çok farklı kimyasal bileşimlere sahip örnekleri kapsar. [1, s.1–5, 41]

Birbirinden ayrı üç soru

Bir su hakkında önce güvenliği, sonra beslenmeye katkısı, ardından kullanım özellikleri sorulmalıdır. Bu sıra, mineralleri önemsizleştirmez. İçilebilirliği, yararlı maddelerin varlığıyla kanıtlamaya çalışmamızı önler. Bir örnekte kalsiyum bulunması, o örneğin mikrobiyolojik veya kimyasal açıdan güvenli olduğunu göstermez. İçme suyu güvenliği; kaynağın korunmasını, uygun işlemleri, dağıtım ve depolama koşullarını, gerektiğinde analizle doğrulamayı kapsar. [2, s.1–7]

Beslenme sorusu farklıdır: Bu sudan bir gün içinde ne kadar kalsiyum, magnezyum veya sodyum alınmaktadır? Yanıtın bulunması için bütün kirleticilerin aynı anda tartışılması gerekmez; ilgili iyonun derişimi ile tüketim hacmi yeterlidir. Ancak bu hesabın sonunda elde edilen miktar, güvenlik değerlendirmesinin yerine geçmez. Bir suyun mineral katkısını hesaplamakla o suyu içmeye uygun ilan etmek iki ayrı işlemdir.

Kullanım özellikleri ise tadı, borularda oluşan birikimi, sabunla etkileşimi ve arıtma sistemlerinin çalışma koşullarını içerir. Sertliğin bu alanlarda belirgin sonuçları vardır. Buna karşılık sertlik için teknik açıdan istenen bir değer, kendiliğinden insan sağlığı için zorunlu bir değere dönüşmez. Su tesisatı ile insan vücudu aynı sistem değildir;

birinde oluşan çökelme, diğerinde aynı biçimde gerçekleşiyormuş gibi yorumlanamaz. [2, s.243–244, 436–437]

Tablo 1. Aynı su için sorulan farklı sorular

Soru	Gerekli bilgi	Tek başına yeterli olmayan bilgi
İçmeye uygun mu?	İlgili tehlikeler, uygun analiz ve güvenli tedarik koşulları	Berrak görünüm, hoş tat, mineral varlığı
Beslenmeye ne ekler?	Her mineralin derişimi ve tüketilen hacim	Toplam çözünmüş madde değeri
Vücut bu minerali kullanır mı?	Kimyasal biçim, emilim ve kişinin durumu	Etikette yazan toplam miktar
Hastalık riskini değiştirir mi?	Uygun tasarımlı insan araştırmaları ve sonuçların birlikte değerlendirilmesi	Bir mineralin fizyolojik görevlerinin sıralanması
Tesisatla uyumlu mu?	pH, alkalinite, mineral bileşimi ve malzeme koşulları	Yalnız “sert” veya “yumuşak” tanımı

Tablo, su kalitesi ve beslenme değerlendirmesindeki ayrımlardan oluşturulmuş özgün bir karşılaştırmadır. [1, s.41–43, 108–114; 2, s.1–7, 243–245]

Derişim ile alınan miktar aynı değildir

Derişim, belirli bir hacimde ne kadar madde bulunduğunu söyler. Etiketteki “kalsiyum: 60 mg/L” ifadesi, o sudan içilen her litrede 60 miligram kalsiyum bulunduğu anlamına gelir. Bu bir günlük gereksinim değildir. Ayrıca vücudun 60 miligramın tamamını emeceğini de söylemez.

Temsili bir hesapta, kalsiyum derişimi 60 mg/L olan sudan 250 mL, yani 0,25 L içildiğini düşünelim. Alınan kalsiyum 60 × 0,25 = 15 mg olur. Aynı sudan gün boyunca 1,5 L tüketilirse 90 mg alınır. Suyu değiştirmeden yalnız hacmi değiştirmek, mineral alımını altı katına çıkarmıştır. Bu örnek herhangi bir kişiye 1,5 L içme önerisi değildir; derişim ve hacim arasındaki ilişkiyi gösterir.

Başka bir temsili suda kalsiyum 4 mg/L olsun. Aynı 1,5 L hacim bu kez 6 mg kalsiyum sağlar. İki suyun içilen miktarı eşit olduğu hâlde mineral katkısı eşit değildir. “Su mineral kaynağıdır” cümlesi bu farkı gizlediğinde yarım bir bilgiye dönüşür. Daha açıklayıcı cümle şudur: “Bu su, belirtilen tüketim hacminde günde 90 mg kalsiyum sağlar.”

Tablo 2. Bir bardakta ve günlük örnek hacimde kalsiyum hesabı

Temsili su	Kalsiyum, mg/L	250 mL ile alınan, mg	1,5 L ile alınan, mg
A	4	1	6
B	20	5	30
C	60	15	90
D	120	30	180

Bu değerler gerçek marka veya şebeke ölçümleri değildir. Hesaplama, derişim × hacim işlemine dayanır. Hacimler karşılaştırma amacıyla seçilmiştir.

Gerekli olan mineral, her miktarda yararlı değildir

Beslenmede "gerekli" sözcüğü, vücudun normal işlevler için o öğeye gereksinim duyduğunu anlatır. Bu sözcük, miktar arttıkça yararın sınırsız biçimde arttığını söylemez. Yetersiz alım ile aşırı alım farklı sorunlardır. Temel besin öğeleri için referans değerlerin oluşturulmasının amacı da bu iki uç arasında yeterliliği değerlendirmektir. [1, s.41–43]

Bir otomobilin yakıta gereksinim duyması, deposunun dışına taşan yakıtın performansı artıracağı anlamına gelmez. İnsan fizyolojisi bu benzetmeden çok daha karmaşıktır; yine de düşünme hatası aynıdır. "Magnezyum gereklidir" önermesinden "magnezyum ne kadar çok olursa su o kadar sağlıklıdır" sonucu çıkarılamaz. İkinci iddia için miktarın, kişinin toplam alımının, böbrek işlevinin ve ölçülen sağlık sonucunun ayrıca değerlendirilmesi gerekir. [1, s.4–5, 47; 2, s.437]

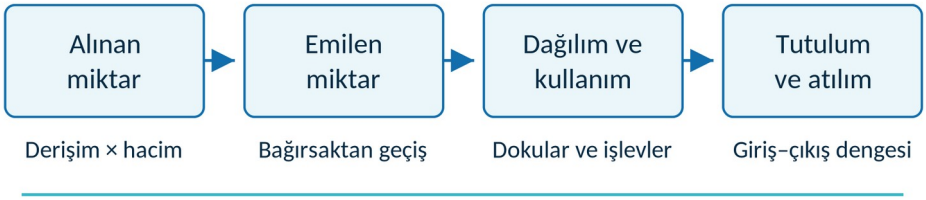
Benzer biçimde, bir öğenin fazla alınmasının sakıncalı olması, o öğeyi içeren her suyu zararlı yapmaz. Risk, maddenin adıyla değil maruziyetin düzeyi ve koşullarıyla değerlendirilir. Bu yaklaşım, mineralli suyu övmek veya arıtılmış suyu savunmak için değil, karşılaştırmayı doğru zemine oturtmak için gereklidir.

Alım, emilim, kullanım ve sağlık sonucu

İçilen sudaki mineralin tamamı doğrudan kemiğe, kasa veya başka bir dokuya yerleşmez. Önce sindirim sisteminde bulunur; bir bölümü emilir. Emilmiş miktarın da tamamı kalıcı olarak tutulmaz. Dağılım, depolanma, yeniden dolaşıma katılma ve atılım süreçleri devam eder. Bu yüzden bir

etiket, vücuda giren miktarın hesabını destekler; vücutta kalan miktarı tek başına vermez. [1, s.4–5, 41–48]

"Yüksek biyoyararlanım" ifadesi de tek başına hastalıkların önlendiğini kanıtlamaz. Bir mineralin bağırsaktan emilebildiğini göstermek, o mineralin belirli bir sudan yıllarca alınmasının kalp krizi, kırık veya başka bir klinik olay riskini azalttığını göstermekten farklıdır. İlk soru emilim araştırmalarıyla, ikinci soru uygun süre ve tasarıma sahip sağlık araştırmalarıyla sınanır. Bir basamaktaki olumlu sonuç, aradaki basamaklar gösterilmeden son basamağın sonucu gibi sunulamaz. [1, s.108–114]



Şekil 1. Alım, emilim ve sağlık sonucu. Alım, emilim, kullanım ve sağlık sonucu aynı ölçüm değildir. Niteliksel şema; oklar sayısal aktarım oranı göstermez.

Dayanak: **[1]**, s.4–5, 41–48, 108–114.

Bu ayrım, "vücutta önemli görevleri var" diye başlayan ürün anlatılarını değerlendirmede özellikle kullanışlıdır. Kalsiyumun kasılmada rol oynaması, belirli bir suyun kas performansını artırdığının kanıtı değildir. Magnezyumun enzimlerle ilişkisi, bir mineral kartuşunun hastalık tedavi ettiğini göstermez. Fizyolojik gereklilik genel bilgidir; ürüne veya müdahaleye ilişkin sonuç ise ayrıca sınanması gereken bir iddiadır. [1, s.46–48, 113–114]

Beslenmenin tamamı görülmeden su hakkında hüküm kurulamaz

Temsili olarak iki kişinin aynı sudan aynı hacimde içtiğini düşünelim. İkisi de sudan 80 mg kalsiyum alıyor olsun. Birinin besinlerle aldığı kalsiyum 900 mg, diğerinin 400 mg ise toplamlar sırasıyla 980 ve 480 mg olur. Su katkısı aynı, beslenmedeki bağlam farklıdır. Buradaki sayılar tanı

koymak veya gereksinim belirlemek için değil, toplamın nasıl oluştuğunu göstermek için kullanılmıştır.

İlk kişinin suyunu düşük kalsiyumlu bir suyla değiştirmek, ikinci kişinin suyunu değiştirmekle aynı beslenme bağlamında değildir. Buna karşılık ikinci kişinin düşük alımını yalnız suyla düzeltmeye çalışmak da doğru bir genelleme olmaz. Önce toplam alımın hangi besinler, hangi içecekler ve hangi alışkanlıklarla oluştuğu bilinmelidir. İçme suyu, beslenmenin bir parçasıdır; bütün beslenmenin yerine konamaz. [1, s.8, 29–30, 43]

Suyun katkısının küçük olması "sıfır" olması demek değildir. Katkının büyük olması da "tek başına yeterli" olduğu anlamına gelmez. Bilimsel değerlendirme bu iki farklı cümleyi aynı anda kurabilir. Bir mineral kaynağının değeri, yalnız yüzdesiyle değil toplam beslenmedeki yeri ve kullanım koşullarıyla belirlenir.

Her su için tek bir ideal mineral sayısı yoktur

Dünya Sağlık Örgütünün 2026 içme suyu rehberi, kalsiyum ve magnezyum için bütün toplumlara uygulanacak bir minimum derişim önermemektedir. Rehber, bu minerallerin beslenmeye katkısını kabul eder; özellikle toplam alımı yetersizliğe yakın olan gruplarda bu katkının önem taşıyabileceğini belirtir. Ancak epidemiyolojik ilişkilerin nedenselliği kanıtlamadığını ve evrensel alt veya üst mineral derişimleri belirlemek için verilerin yetersiz olduğunu da açıklar. [2, s.119, 436–437]

Bu hüküm iki yönde de yanlış genişletilmemelidir. Bir minimum değer konmamış olması, su minerallerinin gereksizliğini kanıtlamaz. Çok düşük mineralli suya ilişkin belirsizlik bulunması da her düşük mineralli suyun hastalığa yol açtığı sonucunu vermez. Karar, iddianın hangi kısmının gerçekten gösterildiğini ayırarak kurulmalıdır.

Mineral bileşimi değiştirilen suyun şebekede kullanılmasında ayrıca teknik bir sorun vardır: suyun dağıtım sistemiyle uyumlu duruma getirilmesi. Bu amaçla yapılan stabilizasyon ile beslenme amacıyla mineral düzeyinin değiştirilmesi ilişkili olsa da aynı karar değildir. Boruları korumak için gerekli bir işlemden, bütün insanlar için aynı günlük mineral reçetesi çıkarılamaz. [2, s.437]

Bir bardak suyu anlamanın başlangıcı, onu mucize veya tehdit olarak adlandırmak değildir. Ne içerdiğini, ne kadar tüketildiğini ve hangi soruya yanıt arandığını belirlemektir. Bu üç bilgi açık olduğunda tartışma sloganlardan uzaklaşır: suyun beslenmeye katkısı hesaplanabilir, sağlık iddiası sınanabilir ve ölçümün söylemediği şeyler görünür hâle gelir.

2. Kayadan bardağa mineral yolculuğu

Suyun mineral bileşimi, yalnızca kaynağa verilen adla açıklanamaz. Yağışın toprağa ve kayalara temasından başlayıp arıtma, depolama ve dağıtıma uzanan yol boyunca suya maddeler katılabilir veya sudan uzaklaştırılabilir. Aynı bölgedeki iki kaynak farklı bileşim gösterebilir; aynı kaynağın arıtma öncesindeki bileşimi de tüketicinin musluğundaki bileşimle aynı olmak zorunda değildir. [1, s.1–2, 13–19, 41]

Bu yolculuğun anlaşılması, iki yaygın yanılgıyı önler. Birincisi, “doğal” sözcüğünü koşulsuz güvenlik belgesi saymaktır. İkincisi, arıtma sırasında mineral bileşimi değişen bütün suları tek bir kimyasal ürün gibi düşünmektir. Doğallık, suyun kökenini anlatabilir; güvenliğini ve belirli bir mineralin miktarını tek başına belirleyemez. Arıtma da tek bir işlem değildir: kullanılan yöntem, suda hangi maddelerin nasıl değişeceğini belirler. [2, s.1–7, 119, 436–437]

Mineral sözcüğünün iki farklı kullanımı

Jeolojide mineral, belirli özellikleri olan doğal bir katı maddeyi anlatır. Beslenmede ise kalsiyum, magnezyum veya demir gibi elementlerden söz ederken de “mineral” denir. İçme suyundaki kalsiyumun büyük bölümü, gözle görülen kalsiyum taşçıkları biçiminde düşünülmemelidir. Çözünmüş kimyasal türler, özellikle iyonlar söz konusudur. Mineral kayacı, element ve çözünmüş iyon, birbirine bağlı ama aynı olmayan kavramlardır. [1, s.3–5, 41]

İyon, elektrik yükü taşıyan atom veya atom grubudur. Kalsiyum su analizlerinde çoğunlukla Ca^{2+}, magnezyum Mg^{2+}, sodyum Na^{+}, klorür Cl^{-} ve bikarbonat HCO_3^{-} ile gösterilir. Artı ve eksi işaretleri besinsel değeri değil elektrik yükünü belirtir. Pozitif yüklü iyonlara katyon, negatif yüklülere anyon denir. Bir suyun bileşimini anlamak için iki tarafın da görülmesi gerekir; yalnız kalsiyum ve magnezyum sayıları bütün çözünmüş maddeyi açıklamaz. [1, s.3–5, 14–15]

Bir tuzun adı ile içerdiği elementin kütlesi de ayrıdır. Kalsiyum karbonatın kütlesinin tamamı kalsiyum değildir; karbon ve oksijen de bu kütleye katılır. Bu nedenle “100 mg kalsiyum karbonat” ile “100 mg

kalsiyum" aynı alımı ifade etmez. Su analizlerinde sertliğin kalsiyum karbonat eşdeğeriyle yazılması, bu ayrımı daha da önemli yapar. Sertlik bir sonraki bölümde element miktarından ayrı olarak ele alınacaktır. [2, s.436–437]

Kaynak suya ne ekler?

Su kaya ve toprakla temas ettiğinde, koşullara bağlı olarak bazı bileşenler çözünür. Jeolojik ortam bu nedenle su kimyasının başlıca belirleyicilerindendir. Kalsiyum ve magnezyumca zengin oluşumlardan geçen bir su ile farklı kayaçlarla temas eden bir suyun bileşimi aynı olmayabilir. Çözünmenin miktarı ve hızı; mineralin özelliği, suyun kimyası ve temas koşullarıyla birlikte değerlendirilir. [1, s.41; 2, s.436–437]

Bu süreç bir fabrika ayarı değildir. "Yeraltı suyu" denildiğinde tek bir mineral profili anlaşılmaz. Bazı yeraltı suları az mineralli, bazıları çok mineralli olabilir. Yüzey suları için de tek bir bileşim yoktur. Kaynağın adı, ölçümün yerine konduğunda analiz edilmesi gereken bir özellik varsayılmış olur. Doğru soru, "Bu su hangi tür kaynaktan geliyor?" ile bitmez; "İlgili bileşenler hangi derişimlerde?" diye devam eder. [1, s.i–ii, 1–2]

Doğal süreçlerle suya geçen maddeler yalnız beslenmede yararlı olanlarla sınırlı değildir. İçme suyu rehberlerinin doğal kaynaklı kimyasal tehlikeleri de değerlendirmesinin nedeni budur. Bir maddenin doğal kökeni ile insan için uygun maruziyet düzeyi ayrı konulardır. Aynı şekilde, arıtmayla eklenmiş bir maddenin varlığı da tek başına zararlı olduğu sonucunu vermez; maddenin niteliği, saflığı, miktarı ve işlemin kontrolü önemlidir. [2, s.6–7, 189–191; 1, s.2, 10]

Arıtma bütün mineralleri aynı biçimde değiştirmez

Arıtmanın amacı, kaynaktaki sorunlara uygun bir işlem dizisiyle kullanılabilir ve güvenli su sağlamaktır. Askıda parçacıkları uzaklaştıran bir işlem ile çözünmüş tuzları azaltan bir işlem aynı değildir. "Filtrelenmiş" sözcüğü tek başına son ürünün kalsiyum ve magnezyum miktarını bildirmez. Bu miktarlar, yöntemin yanında giriş suyunun özelliklerine ve işletme koşullarına da bağlıdır. [1, s.1–2, 16–19]

Ters ozmoz ve damıtma, yüksek tuzlu kaynaklardan içme suyu üretiminde çözünmüş madde miktarını belirgin biçimde değiştiren yöntemlerdir. Üretilen su, dağıtılmadan önce stabilizasyon veya

karıştırma gibi son işlemlere tabi tutulabilir. Bu nedenle bir tesisin "ters ozmoz kullandığını" bilmek, son musluktaki suyu kimyasal olarak bütünüyle tanımlamaz. Membrandan çıkan ara akım ile tüketiciye verilen son su birbirinden ayrılmalıdır. [1, s.16–19; 2, s.437]

Yumuşatma ise ayrı bir kavramdır. Sertliğin azaltılması hedeflenir; kullanılan yönteme göre diğer iyonların durumu değişir. Sodyumlu iyon değişimi örneğinde kalsiyum ve magnezyumun yerini sodyum alabilir. Bu işlem, bütün çözünmüş maddelerin aynı oranda uzaklaştırılması anlamına gelmez. "Yumuşak" olmak ile "çok düşük toplam mineral içeriğine sahip olmak" bu yüzden eş anlamlı değildir. [1, s.19–20; 2, s.243–244, 491]

Tablo 3. İşlem adından hangi sonuç çıkarılabilir?

Bilinen özellik	Çıkarılabilecek sınırlı sonuç	Ölçmeden söylenemeyecek sonuç
Kaynak suyu olduğu belirtiliyor	Kaynağın niteliğine ilişkin bir tanım vardır	Kalsiyum ve magnezyumca zengin olduğu
Su filtreleniyor	Bir ayırma veya tutma işlemi uygulanıyor	Bütün minerallerin korunduğu ya da uzaklaştırıldığı
Ters ozmoz uygulanıyor	Membranla çözünmüş bileşenlerin ayrılması söz konusu	Son üründe her iyonun sıfır olduğu
Su yumuşatılıyor	Sertliğin azaltılması hedefleniyor	Sodyumun da azaldığı
Sonradan mineral ekleniyor	Bileşime kontrollü bir müdahale amaçlanıyor	Son derişimin her kullanım koşulunda aynı kaldığı

Karşılaştırma, arıtma süreçlerinin farklı hedeflerinden türetilmiştir; belirli bir cihazın performans beyanı değildir. [1, s.1–2, 16–19; 2, s.437, 491]

Boru ve depolar da suyun yolculuğuna katılır

Su, arıtma tesisinden çıktıktan sonra kimyasal olarak değişmez bir nesneye dönüşmez. Temas ettiği malzemeler ve bulunduğu koşullar önem taşımaya devam eder. İç tesisat ve bağlantı elemanları, uygun olmayan koşullarda suya bazı metallerin geçişine katkıda bulunabilir. Bu nedenle son kullanıcı açısından yalnız kaynak veya tesis çıkışı değil, dağıtım sistemi ve bina içi tesisat da değerlendirilir. [1, s.41; 2, s.17, 437]

Burada “mineral artışı” ifadesinin neden otomatik bir olumlu anlam taşımadığı görülür. Suda bakır veya başka bir metalin yükselmesi, her zaman beslenmeye yararlı bir zenginleşme değildir. Artışın kaynağı tesisat olabilir; miktar, insan sağlığı ve su kalitesi açısından ayrıca yorumlanmalıdır. Gerekli bir eser element ile uygun olmayan maruziyet aynı başlık altında eritilemez. [1, s.41, 45; 2, s.397–398]

Suyun dağıtım sistemiyle uyumluluğu tek başına pH veya sertlikten çıkarılamaz. Rehber, suyun koşullandırılmasında yerel su kalitesi, malzemeler ve korozyon koşullarının birlikte ele alınmasını ister. Bu, “yumuşak su her yerde aynı ölçüde aşındırıcıdır” gibi bir genellemeyi de sınırlar. Mineral içeriği ile malzeme davranışı arasındaki ilişki koşullara bağlıdır; tek bir etiket sözcüğüyle tamamlanmış sayılmaz. [2, s.245, 437, 480]

Karışan iki su, yeni bir bileşim oluşturur

Karıştırma hesabı, mineral bileşiminin nasıl değiştiğini görmenin en yalın yollarından biridir. Temsili olarak A suyunda kalsiyum 80 mg/L, B suyunda 10 mg/L olsun. A suyundan 3 L, B suyundan 1 L birleştirildiğinde toplam kalsiyum kütlesi 3 × 80 + 1 × 10 = 250 mg olur. Toplam hacim 4 L olduğundan karışımın kalsiyumu 62,5 mg/L'dir.

Aynı sular eşit hacimde karıştırılırsa sonuç 45 mg/L olur. Karışımın derişimi, iki başlangıç değerinin aritmetik ortalaması ancak hacimler eşit olduğunda bu şekilde bulunabilir. Hacim oranı değişirken basit ortalamayı kullanmak hesap hatasıdır. Gerçek bir karışımda çökelme, çözünme veya başka bir tepkime varsa yalnız bu doğrusal hesap yeterli olmayabilir; örnek, bileşenin karışma sırasında korunması varsayımına dayanır.

Bu varsayım, eğitim hesabının sınırını belirler. Formülün doğru olması, gerçek tesisin bütün kimyasını temsil ettiği anlamına gelmez. Bir suyun pH'ı ise bu kütle ortalamasıyla hesaplanamaz. pH logaritmik bir ölçüdür; asit-baz dengesi ve tamponlama birlikte ele alınmalıdır. Mineral kütlesi hesabını pH'a uygulamak, farklı türde ölçümleri birbirine karıştırır. [14, “Alkalinity and Acid Neutralizing Capacity”; 2, s.245, 480]

Temsili karışım hesabı

Son derişim = $(C_1 \times V_1 + C_2 \times V_2) / (V_1 + V_2)$.

C derişimi mg/L, V hacmi L cinsinden gösterir. Bu örnekte 250 mg / 4 L = 62,5 mg/L. Sonuç, yalnız belirtilen kütlenin korunduğu ve hacimlerin toplandığı varsayımlarında geçerlidir. Hesap güvenlik veya içilebilirlik onayı değildir.

Analizin yeri, sonucun anlamını değiştirir

Bir analiz raporunda numunenin nereden alındığı, sonuçların kendisi kadar önemlidir. Kaynaktan, arıtma çıkışından, depodan veya musluktan alınan örnekler farklı sorulara yanıt verir. Bir noktada ölçülmüş derişimin, hiç değişmeden başka bir noktayı temsil ettiği varsayılmamalıdır. Özellikle bir arıtma işleminin etkisi araştırılırken giriş ve çıkış örneklerinin karşılaştırılabilir koşullarda alınması gerekir. [2, s.43–72, 17]

Aynı mantık evde kullanılan bir sisteme de uygulanır. Membran çıkışı, depolama tankı sonrası ve son mineral kartuşu sonrası üç ayrı ölçüm noktası olabilir. Son suyun kalsiyumunu tartışırken ara noktadan alınan bir örneği kullanmak, yanlış ürünü değerlendirmektir. Bu yalnız teknik bir ayrıntı değildir; günlük mineral alımı hesabının girdisini değiştirir.

Numune tarihi de sonucun hangi zamana ait olduğunu gösterir. Tek bir ölçümü sonsuza kadar geçerli bir özellik gibi sunmak doğru değildir. Buradan her suyun sürekli büyük değişimler gösterdiği sonucu çıkmaz; çıkarılması gereken sonuç, değişmezliğin varsayımla değil uygun izlemeyle gösterilmesidir. Ölçümün kapsamı, yanıtın kapsamını belirler. [2, s.60–68]

“Doğal” ile “işlenmiş” arasında değil, ölçülebilir özellikler arasında karşılaştırma

Bir suyun değerlendirilmesinde köken bilgisi gereklidir; ama nihai hüküm değildir. Kaynak türü, hangi tehlikelerin ve hangi mineral özelliklerinin araştırılacağını düşündürür. Arıtma bilgisi, hangi değişimlerin beklenebileceğini açıklar. Tesisat bilgisi, tüketim noktasında ortaya çıkabilecek farkları gösterir. Analiz ise bu beklentilerin ilgili numunede ne ölçüde gerçekleştiğini sınar. [1, s.13–19, 41; 2, s.17, 43–68]

Bu nedenle iyi bir su karşılaştırması, “doğal su mu arıtılmış su mu?” sorusuna tek cümleyle yanıt aramaz. Hangi kaynak, hangi işlem, hangi son bileşim ve hangi kullanım koşulu söz konusu olduğunu belirler. Mineral değerlendirmesi bu bilgiler üzerine kurulduğunda, suyun hikâyesi ile ölçülmüş niteliği birbirine karıştırılmaz.

3. Sertlik, TDS, pH ve alkalinite

Sertlik, toplam çözünmüş madde, pH ve alkalinite suyun farklı özelliklerini tanımlar. Bunlardan biri diğerinin yerine kullanılamaz. Sertlik ağırlıklı olarak kalsiyum ve magnezyumla ilişkilidir; toplam çözünmüş madde farklı çözünmüş bileşenlerin toplamını ifade eder. pH asit-baz durumuna, alkalinite ise asit eklenmesine karşı nötralizasyon kapasitesine ilişkin bilgi verir. Bu dört başlık karıştırıldığında suyun beslenmeye katkısı hakkında da yanlış sonuçlara ulaşılır. [2, s.243–246, 436–437, 480, 498–499; 14]

Sertlik: kalsiyum miktarının başka adı değil

Su sertliğine çoğunlukla kalsiyum ve magnezyum gibi çok değerlikli katyonlar katkıda bulunur. Geleneksel olarak sertlik, suyun sabunla etkileşimiyle ilişkilendirilmiştir; sert su aynı köpürme etkisi için daha fazla sabun gerektirir. Analiz raporlarında sertlik genellikle “mg/L $CaCO_3$ olarak” yazılır. Buradaki $CaCO_3$, ölçümün ortak bir eşdeğerlik ölçeğine aktarılmasıdır. Suyun içinde o miktarda kalsiyum elementi bulunduğu anlamına gelmez. [2, s.436–437]

Örneğin toplam sertliği 200 mg/L $CaCO_3$ olan bir suyun kalsiyumunu 200 mg/L kabul etmek yanlıştır. Sertliğin bir bölümü magnezyumdan kaynaklanabilir. Ayrıca kalsiyumun kendi sertlik katkısı da element kütlesinden farklı bir katsayıyla ifade edilir. Bir beslenme hesabında ihtiyaç duyulan veri, toplam sertliğin kendisi değil kalsiyum ve magnezyumun ayrı derişimleridir.

Kalsiyum ve magnezyumun baskın olduğu bir su için yaklaşık hesap, kalsiyumun mg/L değerini 2,5 ile, magnezyumunkini 4,1 ile çarpıp toplamaktır. Sonuç mg/L $CaCO_3$ cinsinden yaklaşık sertliktir. Katsayılar ortak yük eşdeğerliğinin kütleye çevrilmesinden gelir. Bu yuvarlatılmış yaklaşım, başka sertlik iyonlarının katkısının ihmal edilebildiği eğitim hesaplarında kullanışlıdır; hassas analiz sonucunun yerine geçirilmemelidir. [2, s.436–437; eşdeğerlikten türetilen hesap]

Sertlikten beslenme hesabına doğrudan atlanmaz

Yaklaşık sertlik = 2,5 × kalsiyum + 4,1 × magnezyum.

Kalsiyum ve magnezyum mg/L, sonuç mg/L $CaCO_3$ cinsindendir. "$CaCO_3$ olarak" ifadesi çıkarıldığında birim anlamını kaybeder. Beslenme hesabı, bu eşdeğer sertlikten değil ayrı element miktarlarından yapılır.

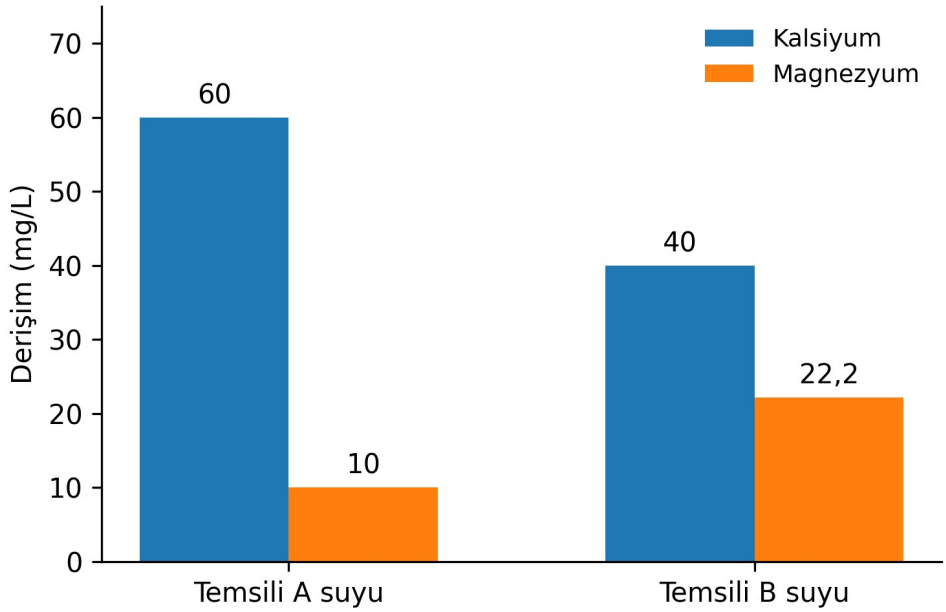
Aynı sertlik, farklı mineral payları

Temsili A suyunda kalsiyum 60 mg/L, magnezyum 10 mg/L olsun. Yaklaşık sertlik 2,5 × 60 + 4,1 × 10 = 191 mg/L $CaCO_3$ olur. B suyunda kalsiyum 40 mg/L, magnezyum 22,2 mg/L olduğunda yaklaşık sertlik 191,02 mg/L $CaCO_3$'tür. Yuvarlatıldığında iki suyun sertliği aynıdır; mineral bileşimleri değildir.

Bu sulardan 2 L tüketildiği varsayılırsa A suyu 120 mg kalsiyum ve 20 mg magnezyum, B suyu 80 mg kalsiyum ve 44,4 mg magnezyum sağlar. Buradaki 2 L, yalnız hesap hacmidir. Aynı sertlik etiketi, günlük magnezyum alımında iki kattan fazla farkı gizleyebilir. "Sert su" tanımı, mineral profilinin kısa bir özeti olabilir; ayrıntılı beslenme verisi değildir.

Tablo 4. Eşit sertliğin sakladığı bileşim farkı

Temsili özellik	A suyu	B suyu
Kalsiyum, mg/L	60	40
Magnezyum, mg/L	10	22,2
Yaklaşık sertlik, mg/L $CaCO_3$	191	191,02
2 L'den kalsiyum, mg	120	80
2 L'den magnezyum, mg	20	44,4



Şekil 2. Eşit sertlik, farklı bileşim. Yaklaşık sertliği aynı iki temsili suda kalsiyum ve magnezyum derişimleri farklıdır. Sertlik hesabı: 2,5 × Ca + 4,1 × Mg.

Dayanak: Özgün temsili hesap; **3. bölüm**.

Sertlik ile sağlık arasındaki araştırmaların yorumlanmasında bu fark önemlidir. Bir çalışmada yalnız toplam sertlik ölçülmüşse kalsiyumun etkisi ile magnezyumun etkisi birbirinden kolayca ayrılamaz. Üstelik aynı sertlikle birlikte değişen başka su özellikleri veya toplumsal koşullar da bulunabilir. Toplam sertlik, araştırılabilecek bir maruziyet göstergesidir; tek bir mineralin kesin etkisini doğrudan açıklamaz. [1, s.108–114]

Sertlik sınıfları bir hastalık cetveli değildir

ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumunun kullandığı yaygın sınıflamada, $CaCO_3$ olarak 0–60 mg/L yumuşak, 61–120 mg/L orta sert, 121–180 mg/L sert ve 180 mg/L üzeri çok sert su olarak adlandırılır. Bunlar suyu sınıflandırmaya yarayan aralıklardır; hastalığın başladığı veya sağlığın garanti edildiği eşikler değildir. Sınıflamanın adı, bir sağlık önerisi gibi okunmamalıdır. [13, “Measures of water hardness”]

Dünya Sağlık Örgütü sertlik için sağlık temelli bir rehber değer belirlememektedir. Bu durum sertliğin teknik açıdan etkisiz olduğunu göstermez. Sertlik, tat ve kullanım kabulü yanında birikim oluşumu ve işletme maliyetleri açısından önemlidir. Ayrıca kalsiyum ve

magnezyumun beslenmeye katkısı değerlendirilebilir. Aynı parametre, sağlık standardı olmayan bir teknik özellik ve beslenmeyle bağlantılı bir bileşim göstergesi olabilir. [2, s.243–244, 436–437]

Bir evde çaydanlığın hızla birikim yapması, kullanılan suyun teknik özellikleri hakkında ipucu sağlar. Ancak bu gözlemden vücudun belirli bir bölgesinde benzer birikim oluştuğu sonucu çıkarılamaz. İnsan vücudu suyu bir çaydanlık gibi kaynatıp buharlaştırmaz; alınan iyonlar emilim, dolaşım ve atılım süreçlerine katılır. Çökelme benzetmesi, bu biyolojik basamakları atladığında açıklama olmaktan çıkar. [1, s.4–5, 46–48; 2, s.243–244]

Toplam çözünmüş madde: toplam var, kimlik yok

Toplam çözünmüş madde için İngilizce adının kısaltması olan TDS yaygın biçimde kullanılır. Bu büyüklük, sudaki çözünmüş bileşenlerin toplamına ilişkin bilgi verir. Ancak aynı toplamın hangi maddelerden oluştuğunu söylemez. Kalsiyum ve bikarbonatın ağırlıkta olduğu bir örnek ile sodyum ve klorürün ağırlıkta olduğu başka bir örnek, benzer toplam değere sahip olabilir. Beslenme ve kullanım bakımından bu örnekler eşdeğer değildir. [2, s.498–499]

Bir toplamın bileşenlerini tek başına belirleyemeyeceği basit bir matematik gerçeğidir. Toplamı 300 olan sayılar 100 + 200 de olabilir, 20 + 280 de. TDS'yi kalsiyum veya magnezyum miktarı gibi yorumlamak, toplamdan tekil bileşeni çıkarmaya çalışmaktır. Bunun için ilave bilgi gerekir. Dolayısıyla yalnız TDS gösteren bir ölçümden “magnezyumu yeterli” sonucu üretilemez.

TDS ayrıca bir kirletici listesi değildir. Düşük toplam değer, önem taşıyan her kirleticinin ayrı ayrı kontrol edildiğini göstermez. Bir toplam ölçümün kapsamıyla maddeye özgü güvenlik değerlendirmesinin kapsamı farklıdır. Mikrobiyolojik güvenlik hakkında da yalnız TDS ile hüküm kurulamaz. İçme suyu rehberinin mikrobiyolojik, kimyasal ve kabul edilebilirlik başlıklarını ayrı değerlendirmesinin nedeni, bu özelliklerin birbirinin yerine geçmemesidir. [2, s.4–7, 246, 498–499]

Taşınabilir cihazlarda “TDS” diye gösterilen sayının hangi yöntemle elde edildiği de bilinmelidir. Elektriksel bir sinyalin belirli bir dönüşümle mg/L biçiminde gösterilmesi, ayrı iyonların ölçüldüğü anlamına gelmez. Bir cihazı yorumlamak için ölçüm ilkesi, kalibrasyon ve kullanılan dönüşüm bilgisi gerekir. Bu bilgi verilmeden ekrandaki sayıya gereğinden fazla anlam yüklenmemelidir. Buradaki sonuç bir cihazın

hatalı olduğu değil, toplam gösterimin mineral türü analizi olmadığıdır. [20, “Specific conductance”]

pH: miktar değil, asit-baz durumuna ilişkin ölçü

pH, sudaki hidrojen iyonu etkinliğiyle ilişkili logaritmik bir ölçüdür. Logaritmik olması, bir birimlik farkın sıradan aritmetik fark gibi ele alınamayacağını gösterir. Bununla birlikte pH, sudaki bütün asit veya baz kapasitesinin toplamı değildir. Aynı pH değerine sahip iki suyun asit eklenmesine karşı davranışı farklı olabilir. Bu farkı anlamak için alkalinite gibi başka özelliklere bakmak gerekir. [14; 2, s.245, 480]

Yüksek pH ile yüksek kalsiyum veya magnezyum arasında zorunlu bir eşitlik yoktur. pH'ı artıran bir işlem, mutlaka bu iki elementi eklemez. Bu nedenle “alkali” sözcüğü bir mineral analiz tablosu yerine kullanılamaz. Bir suyun pH'ını bilmek, hangi iyonun ne kadar alındığını hesaplamaya yetmez. Beslenme bakımından anlamlı olan soru hâlâ ayrı bileşenlerin miktarıdır.

İçme suyu pH'ı için sağlık temelli bir rehber değer bulunmaması, pH'ın önemsiz olduğu anlamına gelmez. pH; arıtma işlemleri, dezenfeksiyon ve dağıtım sistemindeki korozyonla ilişkili işletme kararlarında önem taşır. Böylece bir kez daha aynı ayrım ortaya çıkar: teknik işletme için önemli bir gösterge, tek başına besinsel üstünlük göstergesi değildir. [2, s.245, 480]

Su pH'ını kan pH'ına doğrudan aktaran açıklamalar ise iki farklı ortamı karıştırır. İçilen su sindirim sisteminden geçer; vücudun sıvı ve asit-baz dengesine katılır. Böbrekler fazla suyun ve asidin uzaklaştırılmasında ve mineral dengesinde rol oynar. İçme suyunun etiketteki pH'ından kişinin kan pH'ı hesaplanamaz. Bu hesap için gerekli fizyolojik bilgiler su etiketinde bulunmaz. [1, s.48; 15, “Why are the kidneys important?”]

Alkalinite: bir rezervin ölçülmesi

Alkalinite, suyun asidi nötralize edebilme kapasitesini ifade eder. Doğal sularda bikarbonat ve karbonat gibi bileşenler bu kapasiteye katkıda bulunur. Ölçüm, asit eklenirken sistemin nasıl davrandığını izleyen titrasyon yaklaşımıyla ilişkilidir. Başlangıç pH'ını okumakla asit nötralizasyon kapasitesini ölçmek aynı işlem değildir. [14, “Measuring alkalinity”]

pH için bir anlık durum, alkalinite için değişime karşı kapasite benzetmesi yararlı olabilir. Ancak bu yalnız kavramsal bir benzetmedir;

sayısal hesap yerine geçmez. Alkalinitesi yüksek iki su da aynı kalsiyum ve magnezyum profiline sahip olmak zorunda değildir. Eşlik eden katyonlar farklı olabilir. Dolayısıyla alkalinite de tek başına "vücuda yararlı mineral miktarı" olarak okunamaz.

Alkalinite analizde $CaCO_3$ eşdeğeriyle verildiğinde, sertlikteki birim tuzağı burada da ortaya çıkar. Aynı yazım biçimi, iki parametrenin aynı fiziksel özellik olduğu anlamına gelmez. Sertlik esas olarak çok değerlikli katyonların katkısını, alkalinite ise asit nötralizasyon kapasitesini anlatır. Sonuçların ikisinde de "mg/L $CaCO_3$" yazması, sütunların birbirine aktarılmasını haklı çıkarmaz. [2, s.436–437; 14]

Dört ölçümün birlikte okunması

Tablo 5. Sık karıştırılan dört gösterge

Gösterge	Temel olarak ne anlatır?	Ne anlatmaz?
Sertlik	Başta kalsiyum ve magnezyum olmak üzere sertlik iyonlarının eşdeğer katkısı	Ayrı kalsiyum ve magnezyum derişimlerini tek başına
TDS	Çözünmüş bileşenlerin toplamına ilişkin büyüklük	Her bileşenin kimliğini, mikrobiyolojik güvenliği
pH	Asit-baz durumuyla ilişkili logaritmik ölçü	Toplam mineral miktarını, günlük besinsel katkıyı
Alkalinite	Asit nötralizasyon kapasitesi	Tek başına kalsiyum miktarını veya sağlık üstünlüğünü

Tablo, ilgili tanımların özgün bir karşılaştırmasıdır. [2, s.243–246, 436–437, 480, 498–499; 14]

Bir analiz raporu okurken önce parametrenin adı, sonra birimi, ardından ölçümün yanıtladığı soru görülmelidir. "Değer yüksek" cümlesi tek başına eksiktir: Hangi değer, hangi birimde ve hangi değerlendirme bakımından yüksek? Bu sorular yanıtlanmadığında, teknik bir gözlem sağlık hükmüne veya beslenme tavsiyesine dönüşebilir.

Bir su kalsiyum katkısı, sodyum yükü ve tesisatla uyumluluk açısından farklı biçimlerde değerlendirilebilir. Bunlar çelişen hükümler değil, farklı soruların yanıtlarıdır; suları tek bir sayıyla sıralamak bu ayrımı ortadan kaldırır.

4. Bir litreden günlük mineral payına

İçme suyunun beslenmeye katkısı bir çarpma işlemiyle başlar: mineral derişimi, tüketilen su hacmiyle çarpılır. Ancak doğru bir değerlendirme, işlemi yapmaktan fazlasını gerektirir. Hacmin gerçekten hangi sudan geldiği, başka içeceklerin nasıl sayıldığı, referans alınan günlük değerin ne anlama geldiği ve sonucun emilmiş miktarla karıştırılmaması gerekir. Hesap basittir; yanlış varsayım kullanıldığında basit hesap da yanlış soruya yanıt verir. [1, s.3–5, 29–30, 41–43]

Önce birimler

Miligram, gramın binde biridir. Mikrogram ise miligramın binde biridir. Böylece 1 g = 1.000 mg ve 1 mg = 1.000 µg eşitlikleri kullanılır. Birim farkı gözden kaçtığında sonuç bin kat değişebilir. Selenyum veya iyot gibi küçük miktarlarla tartışılan elementlerde bu hata özellikle önem taşır. Ondalık işaretleri, binlik ayırıcılar ve birim aynı anda kontrol edilmelidir.

Hacim tarafında 1 L = 1.000 mL'dir. Dolayısıyla 200 mL için 0,20 L, 250 mL için 0,25 L ve 750 mL için 0,75 L kullanılır. Derişim mg/L olarak yazılmışken 250 mL'yi dönüştürmeden 250 ile çarpmak, sonucu bin kat büyütür. Bir hesabın görünüşte ayrıntılı olması, temel birim hatasını telafi etmez.

Tablo 6. Hesap öncesi birim kontrolü

Rapor veya tüketim bilgisi	Hesapta kullanılacak karşılığı	Sık yapılan hata
250 mL su	0,25 L	mg/L değeriyle 250'yi doğrudan çarpmak
0,04 mg/L bir element	40 µg/L	0,04 mg ile 0,04 µg'ı eşit saymak
1,2 g mineral	1.200 mg	Gram ve miligramı karıştırmak
200 mg/L $CaCO_3$ olarak sertlik	Eşdeğer sertlik ölçüsü	200 mg/L elementel kalsiyum kabul etmek
2 L toplam örnek hacim	Her kaynağın hacimleri toplamı	Toplamın tamamını tek suya yazmak

Son satır aritmetik kadar önemlidir. Gün içinde farklı sular içiliyorsa her birinin kendi derişimi ve hacmiyle ayrı hesap yapılır. Tek bir şişenin analizini bütün güne uygulamak, diğer kaynakların aynı bileşimde olduğunu varsaymak demektir.

Tek kaynak, tek mineral

Temsili bir suyun magnezyumu 18 mg/L olsun. Bu sudan 1,2 L içildiğinde alınan magnezyum:

18 mg/L × 1,2 L = 21,6 mg.

İşlemde litre birimleri birbirini götürür ve sonuç miligram olur. Bu, içilen suyla alınan miktardır. “21,6 mg emildi” veya “kaslara 21,6 mg ulaştı” denilemez; emilim ve dağılım hakkında ayrı veri gerekir. Ayrıca bu hesap bir kan tahlili sonucu üretmez. Bir derişim-hacim çarpımıyla serum magnezyumu tahmin edilemez. [1, s.4–5, 47]

Aynı suyun kalsiyumu 70 mg/L ise kalsiyum için de ayrı işlem yapılır: 70 × 1,2 = 84 mg. Magnezyum hesabının sonucu ile kalsiyum hesabının sonucu toplanarak “mineral gereksiniminin şu kadarı karşılandı” denemez. İki elementin gereksinimleri ve görevleri farklıdır; toplam kütle, ortak bir beslenme yeterliliği puanına dönüşmez. [1, s.41–48]

Birden fazla su içildiğinde

Temsili bir günün su tüketimi üç parçadan oluşsun. Evde 0,8 L A suyu, işte 0,7 L B suyu ve başka bir yerde 0,3 L C suyu içilsin. A suyunda

kalsiyum 50 mg/L, B suyunda 12 mg/L, C suyunda 100 mg/L olsun. Günlük kalsiyum katkısı 40 + 8,4 + 30 = 78,4 mg'dır. Toplam 1,8 L hacim, tek bir kaynağın değil bu üç hacmin toplamıdır.

Tablo 7. Farklı kaynaklardan gelen günlük katkı: temsili örnek

Kaynak	Tüketilen hacim, L	Kalsiyum, mg/L	Magnezyum, mg/L	Alınan kalsiyum, mg	Alınan magnezyum, mg
Evde A suyu	0,8	50	12	40	9,6
İşte B suyu	0,7	12	3	8,4	2,1
C suyu	0,3	100	25	30	7,5
Toplam	1,8	—	—	78,4	19,2

Bu gündeki hacim ağırlıklı ortalama kalsiyum derişimi 78,4 / 1,8 ≈ 43,6 mg/L'dir. Üç derişimi doğrudan toplayıp üçe bölmek ise 54 mg/L verir. İkinci sonuç, kaynakların eşit hacimde tüketildiği farklı bir durumu temsil eder. Ortalama türü yanlış seçildiğinde sonuç matematiksel olarak düzgün görünebilir ama gerçek tüketimi anlatmaz.

Bu örnekte tüm sayılar öğretim amacıyla oluşturulmuştur. Gerçek değerlendirmede bilinmeyen bir suyun bileşimi, başka bir suya benzetilerek doldurulmamalıdır. Bilinmeyen katkı “sıfır” değildir; bilinmeyendir. Belirsiz kaynağın toplam tüketimdeki payı büyükse önce o bilgi tamamlanmalıdır.

İçilen su ile toplam su alımı

Beslenme değerlendirmesinde toplam su alımı; sade içme suyu, diğer içecekler ve besinlerle alınan suyu kapsayabilir. Buna karşılık bir su markasının mineral katkısı, yalnız o sudan gerçekten tüketilen hacim üzerinden hesaplanır. Toplam su alımına ilişkin bir değeri alıp bütün hacmi aynı şişenin mineral derişimiyle çarpmak, farklı kaynakları tek kaynak gibi sayar. [1, s.29–31]

Örneğin temsili olarak günlük toplam su alımı 2,5 L olan bir kişinin sade su tüketimi 1,4 L olsun. Geri kalan su besin ve başka içeceklerden geliyorsa, şişe analizini 2,5 L ile çarpmak doğru değildir. O şişenin günlük katkısı 1,4 L üzerinden bulunur. Diğer kaynaklardaki mineral katkıları ayrıca hesaplanır; eksik kalan hacme otomatik olarak aynı derişim atanmaz.

Çay veya başka bir içecek hazırlanırken kullanılan su da hesapta yer alabilir. Ancak iki kez sayılmamalıdır. Aynı 300 mL su hem sade su tüketiminde hem de çayın içinde yazılırsa katkı ikiye katlanır. İçecek için kullanılan hacmin tamamının tüketilip tüketilmediği de önemlidir. Kapta bırakılan veya başka kişilere verilen miktar, kişinin alımına eklenmez.

Pişirme suyu için sorun daha farklıdır. Yemeğe eklenen suyun tamamı tüketilmeyebilir; bir kısmı süzülebilir veya buharlaşabilir. Üstelik besinden suya ya da sudan besine madde geçişi olabilir. Bu nedenle tencereye konan hacim, doğrudan kişiye ulaşan mineral miktarı değildir. Pişirme işlemleriyle ilgili araştırmalar bu değişimleri tartışır; her yemeğe tek bir genel kayıp yüzdesi uygulanamaz. [1, s.8, 153–154]

Gereksinimin yüzdesini hesaplarken

Bir mineralin suyla alınan miktarı, uygun bir günlük referans değere bölünüp yüz ile çarpılarak referansa oranı bulunabilir. Ancak payda seçilmeden yüzde anlamsızdır. Referans değer yaşa, cinsiyete veya fizyolojik duruma göre değişiyorsa aynı mineral katkısı farklı yüzdeler verir. Ayrıca referansın bireysel tanı eşiği değil bir beslenme değerlendirme aracı olduğu unutulmamalıdır. [1, s.41–43]

NIH'nin aktardığı ABD/Kanada kalsiyum referanslarında, sağlıklı 19–50 yaş yetişkinler için önerilen günlük alım 1.000 mg'dır. Bu değer suya konulması gereken kalsiyum derişimi değildir; tüm kaynaklardan alınan kalsiyuma ilişkindir. [3, “Recommended Intakes”, Tablo 1]

Bu referans kullanıldığında temsili 90 mg su katkısı, 90 / 1.000 × 100 = %9 eder. Bu sonuç “içme suyu her insanda kalsiyum ihtiyacının %9'unu karşılar” diye genellenemez. Yalnız belirtilen su, tüketim hacmi ve referans değeriyle yapılan hesabı anlatır. Hacim veya derişim değiştiğinde yüzde de değişir.

Ayrıca “referans değerin %9'u” ile “gerçek günlük toplam alımın %9'u” farklıdır. Aynı kişi temsili olarak besinlerden 510 mg ve sudan 90 mg alıyorsa toplam 600 mg'dır. Suyun gerçek toplam içindeki payı 90 / 600 × 100 = %15 olur. İki yüzde de kendi paydasına göre doğrudur; biri referansla, diğeri gerçekleşen toplamla karşılaştırmadır.

Aynı miktar, iki doğru yüzde

Suyla alınan kalsiyum: 90 mg.

Örnekte seçilen günlük referans: 1.000 mg. Referansa katkı: %9.

Besinlerden gelen temsili miktar: 510 mg. Gerçekleşen toplam: 600 mg. Toplamdaki su payı: %15.

Hangi paydanın kullanıldığı belirtilmeden yalnız yüzde vermek, okurun yanlış sonuç çıkarmasına neden olur.

Referans değeri tanı sınırı gibi okumamak

Önerilen günlük alım, yeterli alım ve üst alım düzeyi aynı kavramlar değildir. Önerilen günlük alım, sağlıklı bir grubun büyük çoğunluğunun gereksinimini karşılamaya yönelik bir hedef olarak kullanılır. Yeterli alım, bu hedefi daha kesin hesaplamaya yetecek bilgi bulunmadığında farklı kanıtlardan oluşturulur. Üst alım düzeyi ise daha çok almanın daha iyi olduğu noktayı değil, olumsuz etki riskinin değerlendirilmesini ilgilendirir. [1, s.41–43]

Tek bir günün referansın altında kalması, o gün bir eksiklik hastalığı geliştiğini göstermez. Aynı şekilde bir gün referansa ulaşılması, kişinin uzun dönem durumunun bütün yönleriyle iyi olduğunu kanıtlamaz. Alışılmış alım, vücudun depoları, emilim ve kayıplar gibi etkenler değerlendirmede yer alır. Gereksinim araştırmaları bu yüzden yalnız tek öğün hesabına dayanmaz. [1, s.41–42]

Bu ayrımın pratik sonucu açıktır: bir suyun beslenmeye katkısı hesaplanabilir; fakat bu hesapla kişiye eksiklik tanısı konulmaz. Hesap ile klinik değerlendirme arasındaki sınır korunmalıdır. Bir analiz raporu sudaki miktarı ölçer, kişinin hastalığını değil.

Sonucun duyarlılığı: hangi bilgi daha önemli?

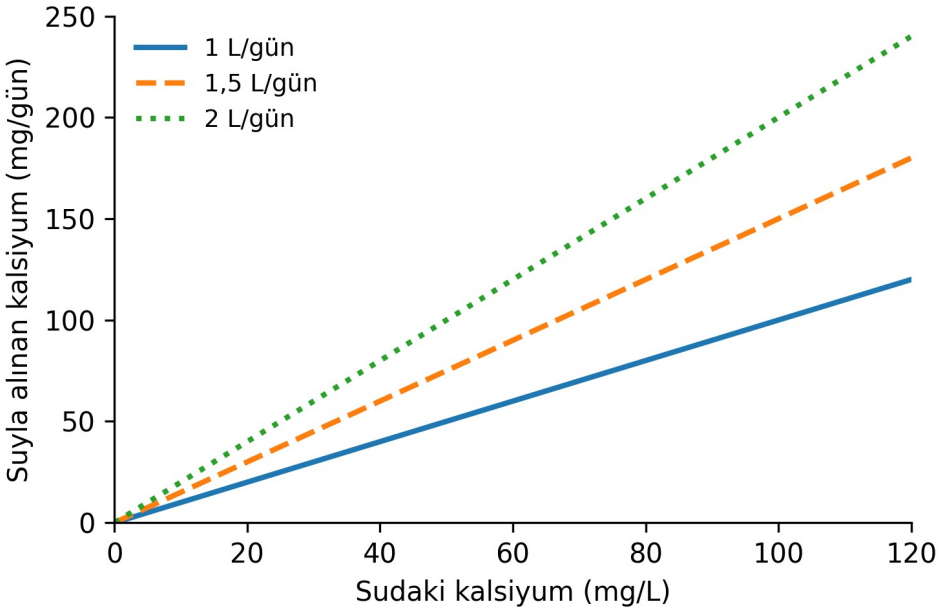
Temsili bir su için kalsiyum derişiminin 40–60 mg/L aralığında, günlük tüketimin de 1–2 L aralığında olduğunu varsayalım. En düşük çarpım 40 mg, en yüksek çarpım 120 mg olur. Bu aralık bir laboratuvar güven aralığı değildir; seçilen olası girdilerin ürettiği senaryo aralığıdır. İki farklı belirsizlik türünün aynı adla sunulmaması gerekir.

Orta değerlerle hesap yapılırsa 50 mg/L × 1,5 L = 75 mg bulunur. Bu sayı kullanışlı bir örnek olabilir; fakat gerçek kişinin her gün tam 75 mg aldığı

anlamına gelmez. Girdiler belirsizken çıktıyı 75,000 mg biçiminde yazmak bilgiyi artırmaz. Ondalık basamakların sayısı, veri kalitesinden daha büyük bir kesinlik izlenimi oluşturmamalıdır.

Tablo 8. Derişim ve hacmin birlikte etkisi: temsili kalsiyum alımı

Kalsiyum, mg/L	1 L ile, mg	1,5 L ile, mg	2 L ile, mg
10	10	15	20
40	40	60	80
80	80	120	160
120	120	180	240



Şekil 3. Kalsiyum katkısında derişim ve hacim. Derişim ve hacmin kalsiyum katkısına etkisi. Matematiksel model; hacimler sıvı tüketim önerisi değildir.

Dayanak: Özgün hesap modeli; **4. bölüm**.

Tablodaki yükseliş, daha çok su içmenin her kişi için daha iyi olduğu önerisi değildir. Hacmin sonuç üzerindeki matematiksel etkisini gösterir. Mineral hedefi uğruna kişinin gereksiniminden bağımsız biçimde su hacmini artırmak, beslenme hesabını sıvı tüketimi reçetesine dönüştürür. Su gereksinimleri bireyler ve koşullar arasında değişir; bir hesap örneği bu değişkenliği ortadan kaldırmaz. [1, s.25–30]

Su değiştirildiğinde kaybolan katkıyı hesaplamak

Bir arıtma işleminin veya kaynak değişikliğinin beslenme etkisini değerlendirmede, başlangıç ve son derişim karşılaştırılır. Temsili olarak kalsiyum 70 mg/L'den 8 mg/L'ye, magnezyum 20 mg/L'den 2 mg/L'ye düşsün. Değişmeyen tüketim hacmi 1,5 L kabul edilirse kalsiyum katkısı 105 mg'dan 12 mg'a, magnezyum katkısı 30 mg'dan 3 mg'a iner. Günlük farklar 93 mg kalsiyum ve 27 mg magnezyumdur.

Bu sonuçlar gerçek bir mineral katkısı azalmasını gösteren aritmetik örneklerdir. Ancak “katkı azaldı” ile “kişide hastalık gelişti” aynı cümle değildir. İlk sonuç derişim-hacim hesabından çıkar. İkinci sonuç için kişinin önceki toplam alımı, sonraki beslenmesi, fizyolojik durumu ve uygun sağlık verisi gerekir. Bu farkı saklamak, arıtmanın etkisini ya olduğundan küçük ya da olduğundan büyük göstermeye yol açar. [1, s.41–43, 108–114; 2, s.437]

Kaynak değişikliğinde yalnız azalmaya bakmak da eksiktir. Başka bir mineral artmış olabilir; sodyumlu yumuşatma örneğinde sodyum ayrıca değerlendirilmelidir. Ayrıca işlem belirli bir kirleticiyi azaltıyorsa bunun güvenlik yararı, mineral katkısındaki değişimle aynı birimde toplanıp çıkarılamaz. İki sonuç ayrı değerlendirilir, sonra kararın bütünü içinde tartışılır. [1, s.19–20; 2, s.491]

Günlük hesap ile yıllık birikim aynı değildir

Temsili olarak günde 100 mg kalsiyumun bir yıl boyunca suyla alındığını varsayalım. 365 ile çarpıldığında 36.500 mg, yani 36,5 g bulunur. Bu, yıl boyunca ağız yoluyla alınmış toplam kalsiyum miktarıdır. Kemiğe eklenen, böbrekte kalan veya başka bir dokuda biriken miktar değildir.

Yıllık alımdan doku birikimi çıkarabilmek için emilim, atılım ve vücuttaki değişim süreçleri bilinmelidir. Vücut, her gün alınan bütün mineralleri üst üste ekleyip sonsuza kadar depolayan kapalı bir kutu değildir. Alım ile tutulum arasındaki ayrım yapılmadan yıllık toplamları çarpıcı biçimde sunmak, sayısal doğruluk görüntüsü altında biyolojik bir hata üretir. [1, s.4–5, 41–48]

Güvenilir bir mineral bütçesi, sayının nasıl bulunduğunu ve neyi temsil etmediğini birlikte gösterir. Okurun denetleyebileceği bir hesapta başlangıç derişimi, hacim, birim, işlem ve karşılaştırma paydası görünür olmalıdır. Böyle kurulmuş bir hesap, suyun beslenmedeki payını küçümsemeden de büyütmeden de ifade edebilir.

5. Bağırsaktan hücreye

İçilen sudaki mineralin miktarı ile vücudun kullandığı miktar aynı değildir. Mineral önce sindirim sistemiyle karşılaşır; kimyasal biçimi, öğünün bileşimi ve kişinin fizyolojik durumu emilimi etkiler. Emilimden sonra da dağılım ve atılım sürer. Bu nedenle suyun mineral katkısını anlamak için yalnız etikete değil, etiketle doku arasındaki basamaklara da bakmak gerekir. [1, s.4–5, 41–48]

Çözünmüş olmak, tamamının emilmesi demek değildir

Çözünmüş bir mineral, bağırsakta emilebilecek bir biçimde bulunabilir. Fakat “çözünmüş” ile “yüzde yüz emilen” eş anlamlı değildir. İyonun kimyasal çevresi, başka bileşenlerle etkileşimleri ve emilim mekanizmaları önem taşır. Sudaki mineraller de besinlerdeki mineraller gibi biyoyararlanımı etkileyen etkenlerden bütünüyle bağımsız değildir. [1, s.4–5]

Bir elementin farklı kimyasal biçimlerinin davranışı aynı olmayabilir. Bu durum elementin kimliğini değiştirmez; vücudun o elemente hangi yolla ve ne ölçüde erişebildiğini değiştirir. Bu yüzden “aynı element” ile “aynı emilim koşulu” ayrı değerlendirilir. Suya ilişkin tartışmalarda bu iki düzeyin karıştırılması, ya bütün kaynakları eşdeğer saymaya ya da bütün su minerallerini kullanılamaz ilan etmeye yol açar.

Suyun mineral içeriğine “inorganik” denmesi, insan vücudunun bu mineralleri kullanamayacağını göstermez. Beslenmede birçok mineral iyon veya inorganik bileşik biçiminde de alınır. Bir biçimin kullanılabilirliği, adına yüklenen olumlu veya olumsuz çağrışımla değil emilim araştırmalarıyla değerlendirilir. Kalsiyum içeren bazı mineral sular üzerinde yapılan insan çalışmaları, sudaki kalsiyumun emilebildiğini göstermektedir. [1, s.4–5; 9, özet]

Emilim oranı ile emilen miktar

Emilim oranı, alınan miktarın hangi bölümünün emildiğini ifade eder. Emilmiş miktar ise bunun kütle karşılığıdır. Temsili olarak 40 mg magnezyumun %50'si emilirse emilen miktar 20 mg olur. Başka bir durumda 100 mg'ın %35'i emilirse 35 mg emilir. İkinci örnekte oran daha

düşük, emilen miktar daha yüksektir. Yalnız yüzdeye bakarak “ilk kaynak daha çok magnezyum sağlar” denemez.

Bu örnekler deney sonucu değildir. Oran ile miktarın neden ayrı verilmesi gerektiğini gösterir. Gerçek karşılaştırmada alınan doz, araştırma yöntemi, öğün koşulu ve katılımcıların özellikleri birlikte değerlendirilir. Farklı dozlarla yapılan iki çalışmanın yüzdelerini yan yana koyup doğrudan ürün sıralaması yapmak, karşılaştırılabilirliği varsaymak demektir. [1, s.4–5, 41–42]

Tablo 9. Yüksek yüzde her zaman yüksek miktar değildir

Temsili durum	Alınan miktar, mg	Varsayılan emilim oranı	Hesaplanan emilim, mg
A	40	%50	20
B	100	%35	35
C	20	%70	14

Varsayılan yüzdeler belirli bir suya, kişiye veya minerale ait gerçek ölçümler değildir. Tablo, iki farklı büyüklüğün karşılaştırılmasını öğretmek için hazırlanmıştır.

Bir iddianın “daha iyi emilir” diye kurulması da bu yüzden yeterli değildir. Daha iyi olanın oran mı, toplam emilen miktar mı, belirli süre içindeki tutulum mu yoksa klinik sonuç mu olduğu açıklanmalıdır. Tanımlanmamış bir üstünlük, bilimsel karşılaştırmanın yerini tutamaz.

Öğün, yalnız suyun yanında duran bir ayrıntı değildir

Mineral emilimi sırasında sindirim kanalında yalnız su bulunmaz. Aynı öğündeki diğer maddeler çözünürlüğü ve etkileşimleri değiştirebilir. Fitat ve oksalat gibi bileşenler bazı minerallerin kullanılabilirliğini etkileyebilir; belirli mineraller arasında da etkileşimler vardır. Etkinin yönü ve büyüklüğü maddeye ve koşula bağlı olduğundan “yemekle alınan her mineral daha iyi emilir” veya tersi biçiminde tek bir kural kurulamaz. [1, s.4–5]

Magnezyum içeren bir mineral suyun araştırıldığı çalışmada, sağlıklı kadınlarda ortalama emilim aç karnına tüketimde %45,7, öğünle tüketimde %52,3 olarak bildirilmiştir. Bu iki ortalama arasındaki fark 6,6 yüzde puandır. Çalışma, öğün koşulunun su kaynaklı magnezyum emilimini değiştirebildiğine ilişkin belirli bir insan örneğidir; bütün sular veya bütün kişiler için sabit emilim yüzdesi vermez. [8, özet]

Buradaki farkı “%6,6 artış” diye yazmak belirsiz olur. Yüzde puan farkı 52,3 − 45,7 = 6,6'dır. Başlangıç ortalamasına göre göreli fark ise 6,6 / 45,7 × 100 ≈ %14,4'tür. Aynı iki sayıdan iki farklı, ama doğru tanımlandığında uyumlu sonuç çıkar. Araştırma aktarımında hangi büyüklüğün kullanıldığının belirtilmesi gerekir.

Bu bulgudan “her öğünde özel mineral suyu içilmelidir” önerisi çıkmaz. Çalışmanın araştırdığı soru emilimdir; bir beslenme düzeninin yıllar içindeki yararı veya hastalıkların önlenmesi değildir. Araştırmanın değerini korumanın yolu, sonucunu genişletmek değil doğru soru içinde kullanmaktır.

Bağırsak bir borudan ibaret değildir

Besin öğelerinin bağırsaktan geçişi yalnız suyun bir elekten akmasına benzetilemez. Emilim, fizyolojik olarak düzenlenen süreçleri içerir. Gereksinim araştırmalarında da bu düzenleme önem taşır: alım değiştiğinde emilim veya kayıp değişebilir. Bu nedenle bir kişinin farklı alım düzeylerindeki denge hesabı, sabit bir emilim yüzdesi varsayılarak her zaman açıklanamaz. [1, s.41–42]

Bu düzenleme sınırsız değildir. “Vücut gerektiğini alır, gerisini atar” cümlesi, bütün miktarlarda ve bütün hastalık koşullarında güvenlik güvencesi gibi kullanılamaz. Emilim ve atılım kapasitesi, sağlığın önemli bir parçasıdır; bozulduğunda veya maruziyet uygun sınırları aştığında aynı basit varsayım geçerli olmayabilir. Yeterlilik ve fazlalığın ayrı değerlendirilmesi bu yüzden gereklidir. [1, s.41–43; 15]

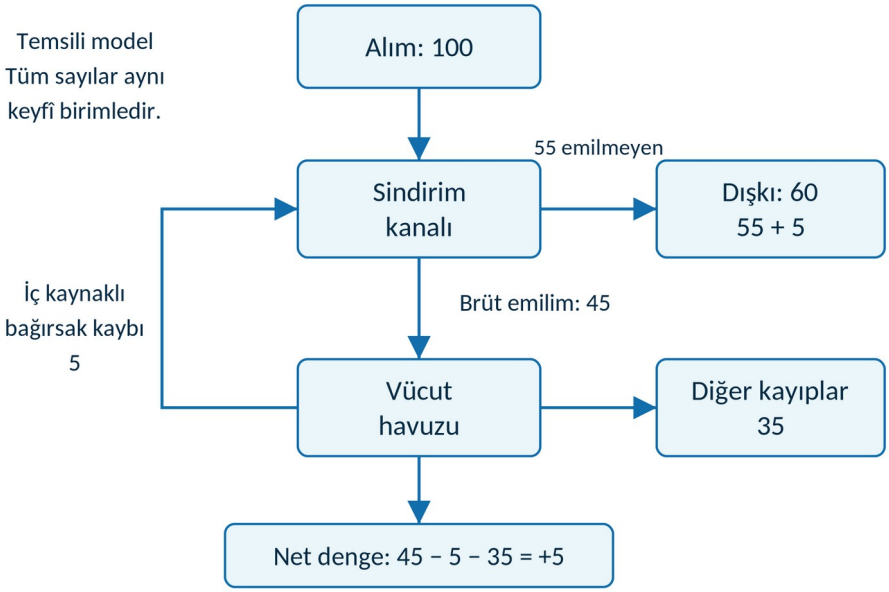
Aynı zamanda düzenleme mekanizmalarının varlığı, düşük alımın her koşulda eksiksiz telafi edileceği anlamına da gelmez. Adaptasyon ile gereksinimin ortadan kalkması farklıdır. Emilim verimini artırmak, hiç alınmayan bir elementi sınırsız olarak üretmek değildir. Bu temel ayrım, hem gereksiz takviye iddialarını hem de bütün beslenme yetersizliklerini önemsiz gösteren açıklamaları sınırlar.

Emilim ile tutulumun ayrılması

Bir elementin vücuda emilerek girmesi, aynı miktarın vücutta kalacağı anlamına gelmez. İdrar ve diğer yollarla kayıplar devam eder. Araştırmalarda “denge” veya “tutulum” değerlendirilirken giriş ve çıkışlar birlikte düşünülür. Ayrıca dışkıda ölçülen mineralin tamamı yalnız emilmemiş besin kökenli değildir; vücuttan sindirim kanalına salgılanan

bileşenler de hesaba katılabilir. Bu ayrıntı, görünen emilim ile gerçek emilim arasındaki farkın neden araştırıldığını açıklar. [1, s.41–42, 44–47]

Temsili bir günlük modelde 100 birim mineral alınsın. Bunun 45 birimi bağırsaktan emilsin; aynı süreçte vücuttan bağırsağa geçen 5 birim mineral dışkıyla kaybedilsin. Dışkıdaki toplam 55 + 5 = 60 birim olur. Alım eksi dışkı hesabı 40 birim verir; bu, 45 birimlik brüt emilimle aynı değildir. İdrar ve başka yollardan 35 birim kayıp daha varsa net denge 100 − 60 − 35 = +5 birimdir.



Şekil 4. Emilim ile tutulumun ayrılması. Brüt emilim, görünür emilim ve net tutulum farklıdır. Temsili modelde 100 birim alım, 60 birim dışkı ve 35 birim diğer kayıp sonunda net denge +5 birimdir.

Dayanak: Özgün temsili denge hesabı; **5. bölüm**.

Bu model gerçek bir kişinin ölçümü değildir; sayılar kavramsal ayrım için seçilmiştir. Dışkıdaki iç kaynaklı kaybın bütünüyle bilindiği ve diğer akımların eksiksiz ölçüldüğü varsayılmıştır. Gerçek denge araştırmalarında örnek toplama, ölçüm hatası, zamanlama ve vücudun yeni alım düzeyine uyumu gibi sorunlar bulunur. Yalnız “alınan miktar” tablosunun bu süreçlerin hepsini temsil etmediği görülmelidir. [1, s.41–42]

Bu ayrım yıllık mineral hesabında da geçerlidir. Bir yıl boyunca içilen suyla alınan toplam miktar, vücut dokularındaki yıl sonu değişimi değildir. Doku değişimini açıklamak için net dengeye ve biyolojik

düzenlemeye ilişkin bilgi gerekir. Aritmetik toplam ile fizyolojik bilanço karıştırılmamalıdır.

Kan düzeyi, bütün vücut için tek bir depo göstergesi değildir

Kan, minerallerin taşındığı ve düzenlendiği bölmelerden biridir; bütün vücut değildir. Kalsiyumun büyük bölümü iskelette bulunur. Magnezyum da kemik ve yumuşak dokular arasında dağılır. Bu nedenle bir kan ölçümünün neyi temsil ettiği, ilgili mineralin dağılımı ve düzenlenmesi bilinmeden yorumlanamaz. [1, s.46–47, 101]

Bu durum kan testlerini değersiz yapmaz. Test, uygun klinik soruya yanıt verdiğinde değerlidir. Hata, tek bir sonucun bütün beslenme geçmişini ve bütün doku depolarını eksiksiz anlattığını varsaymaktır. Bunun tersi de hatadır: sınırlılık bulunduğu için her normal sonucu gizli eksiklik kanıtı saymak bilimsel değildir. Sınırlı bir ölçüm, desteklemediği iki zıt iddiadan birini keyfî olarak doğrulamaz.

Bir suyun mineral içeriğiyle kişinin kan düzeyini doğrudan eşleştiren değerlendirmeler bu nedenle dikkatle ele alınmalıdır. Su analizi, maruziyetin bir parçasını verir. Kan veya başka biyolojik ölçümler kişinin fizyolojik yanıtına ilişkin farklı bilgi sağlar. Aralarında ilişki araştırılabilir; ancak iki ölçüm aynı nesneyi ölçmüyormuş gibi değil, gerçekten farklı nesneleri ölçtüğü bilinerek karşılaştırılmalıdır. [1, s.41–48, 101–103]

Böbreklerin rolü

Böbrekler, dolaşımdaki sıvının süzülmesi ve gerekli maddelerin geri alınmasıyla su ve mineral dengesine katkıda bulunur. Fazla suyun ve atıkların uzaklaştırılması yanında asit ve bazı mineral düzeylerinin düzenlenmesinde görev yapar. Bu nedenle bir kişinin su ve mineral alımını yorumlarken böbrek işlevi, yalnızca yan bir ayrıntı değildir. [15, “Why are the kidneys important?” ve “How do my kidneys work?”]

Buradan bütün insanlara aynı mineral kısıtlaması çıkarılamaz. Sağlıklı bir yetişkinin beslenme hesabı ile böbrek hastalığı bulunan bir kişinin değerlendirmesi farklı sorulardır. Genel bir su kitabındaki miktar örnekleri, hastalığa özgü planın yerine geçmez. Sınırlılık, hesapların işe yaramadığı anlamına değil, doğru kişiye ve doğru soruya uygulanması gerektiğine işaret eder.

Emilim araştırmasından hangi hüküm çıkar?

Kalsiyumca ve sülfatça zengin belirli bir mineral suyu sütle karşılaştıran küçük bir çalışmada dokuz sağlıklı genç kadın incelenmiştir. Bildirilen ortalama kalsiyum emilim oranları sütte %25,0, mineral suda %23,8 olmuş; aradaki fark anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuç, incelenen sudaki kalsiyumun emilebilir olduğunu destekler. Her mineral suyun sütle bütün beslenme özellikleri bakımından aynı olduğu sonucunu vermez. [9, özet]

Bu araştırma özellikle bir düşünme hatasını düzeltir: sudaki kalsiyumun yalnız kayadan geldiği için kullanılamayacağını söylemek doğru değildir. Ancak aynı araştırmayı kemik kırıklarının önlendiğinin kanıtı gibi sunmak da yanlıştır. Çalışmanın sonlanımı emilimdir. Araştırmaya saygı, her iki sınırı birlikte korumaktır.

Emilim üzerine bir iddia değerlendirilirken beş bilginin görünür olması yararlıdır: hangi mineralin, hangi kimyasal bileşimde, hangi dozda, hangi kişilerde ve hangi yöntemle incelendiği. Bu bilgiler eksikse üstünlük iddiasının hangi koşula ait olduğu anlaşılamaz. Vücuda ulaşma yolunu açıklayan bilim, bir etiket sıfatından daha fazla ayrıntı gerektirir.

6. Sağlık iddiası nasıl sınanır?

Bir mineralin yaşam için gerekli olması, o minerali içeren belirli bir suyun hastalıkları önlediğini kanıtlamaz. Sağlık iddiası, doğrudan araştırılan sonuçla sınanmalıdır. Kalsiyumun emildiğini gösteren bir çalışma emilim sorusuna, su sertliği ile ölüm oranlarını karşılaştıran bir çalışma ise o toplumlarda gözlenen ilişkiye yanıt verir. Bu iki sonucu birbirinin yerine kullanmak, araştırmanın gösterdiğinden daha ileri bir hüküm kurmaktır. [1, s.108–114]

Bilimsel bir değerlendirme her cümleyi "olabilir" diye bitirmek zorunda değildir. Kanıtın desteklediği sonuç açıkça söylenebilir: "Bu çalışmada emilim ölçülmüştür; kırık riski ölçülmemiştir." Böyle bir cümle yuvarlak değildir. Bilginin sınırını tanımlar. Kesinlik, belirsizliği gizlemekten değil hangi soruya yanıt verildiğini doğru belirlemekten doğar.

Önce iddiayı ölçülebilir hâle getirmek

"Bu su sağlıklıdır" cümlesi, tek başına bir araştırma sorusu değildir. Kimin için, hangi suyla karşılaştırıldığında, ne kadar ve ne süre tüketildiğinde, hangi sonuç bakımından üstünlük ileri sürüldüğü belli değildir. İddia bu unsurları içerdiğinde sınanabilir hâle gelir. "Günlük magnezyum alımını artırır" ile "kalp-damar ölümünü azaltır" farklı büyüklükte ve farklı türde iddialardır. [1, s.108–114]

Birinci iddia, doğrulanmış derişim ve tüketim hacmiyle desteklenebilir. İkinci iddia için uygun sağlık araştırması gerekir. Mineral alımındaki artışın gösterilmiş olması, aynı artışın ölüm riskine etkisini sayısal olarak belirlemez. Bu sınır, mineral katkısını değersizleştirmez; iki iddiaya farklı kanıt gerektiğini söyler.

Tablo 10. İddianın düzeyi ve gereken kanıt

İddia	Doğrudan araştırılması gereken özellik	Tek başına yeterli olmayan gösterge
Bu su magnezyum içerir	Uygun kimyasal analiz	Etikette “mineralli” yazması
Günlük alıma belirli miktar ekler	Derişim ve tüketim hacmi	Yalnız derişim
Mineral bağırsaktan emilir	Uygun biyoyararlanım ölçümü	İyonun suda çözünmüş olması
Bir biyolojik göstergede değişim yapar	Tanımlı grupta ölçülmüş yanıt	Hücre düzeyinde olası mekanizma
Belirli bir hastalık riskini azaltır	Geçerli tasarım ve klinik sonlanım	Yalnız alım veya emilim artışı
Herkes için zorunlu bir su düzeyi vardır	Farklı gruplara genellenebilir, yeterli kanıt	Tek çalışma veya tek yazarın önerisi

Tablo, araştırma sorusu ile ölçülen sonucun eşleştirilmesine yönelik özgün bir çerçevedir. [1, s.41–43, 108–114]

Ekolojik araştırma: toplum düzeyindeki resim

Ekolojik çalışmalarda bir bölgenin su özelliği, o bölgenin sağlık istatistikleriyle karşılaştırılabilir. Böyle bir araştırma önemli bir ilişkiyi görünür kılabilir. Ancak bölge ortalaması, o bölgedeki her kişinin gerçek maruziyetini göstermez. Kişi işyerinde başka su içiyor, şişelenmiş su kullanıyor veya araştırma döneminin bir bölümünde başka yerde yaşamış olabilir. Grup düzeyindeki ilişki, otomatik olarak bireysel etkiyi vermez. [1, s.109–110]

Temsili bir örnekte, A ilçesinin suyu daha sert ve kalp-damar ölüm oranı daha düşük olsun. B ilçesinde su daha yumuşak ve ölüm oranı daha yüksek olsun. Bu karşılaştırma bir hipotez üretir: Su bileşimiyle sağlık arasında ilişki var mı? Fakat A ve B ilçeleri yaş dağılımı, beslenme, sigara kullanımı, gelir veya sağlık hizmetine erişim bakımından da farklı olabilir. Bu değişkenler bilinmeden bütün farkı suya yazmak, bir olasılığı sonuç ilan etmektir.

Bu sınırlılık ekolojik araştırmanın değersiz olduğu anlamına gelmez. Geniş bir örüntüyü fark etmek, daha ayrıntılı araştırmalara yön verebilir. Doğru kullanım, çalışmayı yerine uygun değerlendirmektir: hipotez

oluşturan veya toplum düzeyinde ilişkiyi inceleyen bilgi olarak. Yanlış kullanım, bütün bireylerde aynı etkiyi kesinleştirmiş gibi aktarmaktır. [1, s.109]



Şekil 5. Birlikte etkileyen etkenler. Su maruziyetiyle sağlık sonucunu birlikte etkileyebilecek etkenler. Kavramsal örnek; kesik ok araştırılan ilişkiyi gösterir, kanıtlanmış etki değildir.

Dayanak: **[1]**, s.109–114.

Birey düzeyine geçildiğinde sorunlar bitmez

Kohort araştırması, belirli özelliklere veya maruziyetlere sahip kişilerin sağlık sonuçlarını izler. Vaka-kontrol araştırması ise hastalık veya sonuç durumundan başlayıp geçmiş maruziyetleri karşılaştırır. Bu tasarımlar birey düzeyinde bilgi sağlayabilir; fakat maruziyetin doğru ölçülmesi, karşılaştırılan grupların uygun seçilmesi ve diğer etkenlerin değerlendirilmesi yine gereklidir. [1, s.109–112]

Su araştırmalarında maruziyeti yalnız ikamet adresine göre belirlemek, gerçek tüketimi tam yansıtmayabilir. Bir şebekedeki derişim ile bir kişinin o şebekeden aldığı günlük miktar aynı değildir. Derişim ölçülmüş olsa bile tüketim hacmi, farklı kaynakların kullanımı ve zaman içindeki değişim bilinmiyorsa kişisel alım yanlış sınıflandırılabilir. Bu hata, ilişkinin görünmesini zayıflatabilir veya tasarıma göre farklı yönlerde etkileyebilir. [1, s.110–112]

Hastalık ortaya çıktıktan sonra su tercihi değişmişse zaman sırası da sorgulanmalıdır. Örneğin kişilere hastalık tanısından sonra özel bir su önerilmiş olabilir. Sonradan ölçülen tercih ile önceki hastalık aynı anda değerlendirilip su hastalığın nedeni gibi sunulamaz. Nedensellik

tartışmasında maruziyetin sonuçtan önce gelmesi temel bir koşuldur. [1, s.113]

Karıştırıcı etken ile aracı mekanizma

Bir karıştırıcı etken, araştırılan maruziyetle ilişkili olup sağlık sonucunu da etkileyebilir. Su sertliği daha yüksek bölgelerde beslenme örüntüsünün de farklı olması, araştırmada değerlendirilmesi gereken bir örnektir. Yalnız iki bölgenin ölüm oranını karşılaştırmak, bu etkenleri birbirinden ayırmaz. Araştırma tasarımı ve istatistiksel çözümleme bu nedenle önem taşır. [1, s.112]

Ancak her ek değişkeni modele koymak da tek başına doğruluk güvencesi değildir. Ölçülen etkenin neden seçildiği ve neyi temsil ettiği açıklanmalıdır. Yaş gibi bir özelliğin dağılımını hesaba katmakla, araştırılan etkinin bir parçası olabilecek biyolojik bir değişimi hesaba katmak aynı mantık değildir. Çalışmanın varsaydığı neden-sonuç düzeni görünür olmadığında, yapılan düzeltmenin neyi düzelttiği de belirsiz kalır.

Bir araştırma “diğer etkenlere göre düzeltilmiş” sonuç bildirdiğinde, bu ifade “mümkün olan bütün farklar yok edildi” diye okunmamalıdır. Yalnız ölçülmüş, seçilmiş ve modelde ele alınmış etkenler bakımından bir düzeltme yapılmıştır. Ölçüm hatası, eksik değişkenler ve tasarım sınırlılıkları bundan sonra da değerlendirilebilir. Bu, gözlemsel araştırmayı reddetmek değil, verdiği yanıtın sınırını doğru kurmaktır. [1, s.111–114]

Göreli risk ile mutlak fark

Temsili bir araştırmada, belirli bir süre boyunca A grubunda 1.000 kişiden 20'sinde, B grubunda 1.000 kişiden 15'inde aynı olay görülsün. A grubundaki risk %2, B grubundaki risk %1,5'tir. B'nin A'ya göre risk oranı 0,015 / 0,020 = 0,75 olur. Göreli olarak %25 daha düşük bir risk gözlenmiştir.

Mutlak fark ise %2 − %1,5 = 0,5 yüzde puandır; başka bir anlatımla aynı sürede 1.000 kişide 5 olay farkıdır. “Risk %25 daha düşük” cümlesi ile “1.000 kişide 5 olay daha az” cümlesi aynı temsili veriyi farklı ölçeklerde anlatır. İkinci bilgi verilmediğinde farkın günlük hayattaki büyüklüğü yanlış algılanabilir.

Aynı göreli oran daha düşük başlangıç riskinde farklı mutlak sonuç verir. Başlangıçta 10.000 kişide 20 olay varsa, 0,75 oranı 10.000 kişide 15 olaya karşılık gelir. Mutlak fark bu kez 10.000 kişide 5 olaydır. Göreli değer aynı kalırken mutlak fark on kat küçülmüştür. Bu örnekler suyun herhangi bir hastalığı önlediğine ilişkin veri değildir; risk anlatımının matematiğini gösterir.

Tablo 11. Aynı göreli farkın farklı mutlak karşılıkları

Temsili senaryo	Karşılaştırma grubunda olay	Diğer grupta olay	Risk oranı	Mutlak fark
Daha yüksek başlangıç riski	20/1.000	15/1.000	0,75	5/1.000
Daha düşük başlangıç riski	20/10.000	15/10.000	0,75	5/10.000

Gözlemsel bir araştırmada böyle bir fark bulunması, müdahale yapıldığında aynı sayıda olayın kesin önleneceği anlamına gelmez. Bu ikinci yorum nedensellik varsayımı gerektirir. Sayısal etkinin büyüklüğü kadar etkinin nasıl çıkarıldığı da önemlidir. [1, s.111–114]

Olasılık oranı ile risk oranı neden karıştırılmamalı?

Risk, olay görülen kişi sayısının ilgili toplam kişi sayısına oranı olarak düşünülebilir. Olasılık oranı karşılaştırmalarında kullanılan “odds” ise olayın olma olasılığının olmama olasılığına oranıdır. Bu ikisi aynı büyüklük değildir. Olay seyrek olduğunda sayısal olarak birbirine yaklaşabilir; bu yakınlık her durumda eşit olduklarını göstermez.

Temsili olarak A grubunda risk %10, B grubunda %20 olsun. Risk oranı 0,20 / 0,10 = 2'dir. A grubunun odds değeri 0,10 / 0,90, B grubununki 0,20 / 0,80 olur. Odds oranı 0,25 / 0,111... = 2,25'tir. Aynı veride 2 ile 2,25 farklıdır. Bir yayındaki odds oranını açıklama yapmadan “risk şu kadar arttı” cümlesine çevirmek, bu farkı gizleyebilir.

Bu hesap, özellikle vaka-kontrol çalışmalarının sonuçlarını okurken önem taşır. Çalışmada raporlanan ölçütün adı korunmalı, başka bir ölçüte çevriliyorsa gerekli varsayımlar belirtilmelidir. Eski bir derlemede kullanılan kısa bir açıklama bile matematiksel tanımın yerine geçirilemez. Sayısal aktarım, kaynağı tekrar etmek kadar ölçütün ne olduğunu denetlemeyi de gerektirir. [1, s.110–111; burada verilen ayrım matematiksel tanımlardan türetilmiştir]

Anlamlılık, kesinlik ve önem

İstatistiksel anlamlılık, bir bulgunun büyüklüğü veya klinik önemiyle aynı şey değildir. Çok sayıda kişinin incelendiği bir araştırma küçük bir farkı istatistiksel olarak saptayabilir. Az sayıda kişinin bulunduğu bir çalışma ise önemli olabilecek bir farkı yeterli kesinlikle belirleyemeyebilir. Sonuç değerlendirilirken yalnız “anlamlı” veya “anlamsız” sözcüklerine bakılmaz; tahminin büyüklüğü ve belirsizliği de görülür. [1, s.111]

Güven aralığı, araştırmanın kullandığı istatistiksel modele göre tahminin belirsizliğine ilişkin bilgi sağlar. Bir risk oranı için aralığın 1'i içermesi, farkın incelenen anlamlılık ölçütüyle net biçimde gösterilmemiş olabileceğini anlatır. Bu durum iki grubun her bakımdan eşdeğer olduğunun kanıtı değildir. “Fark saptanmadı” ile “fark olmadığı kanıtlandı” farklı iddialardır. [1, s.111]

Aynı şekilde aralığın 1'i içermemesi, araştırmada yanlılık veya karıştırıcı etken bulunmadığını göstermez. Güven aralığı her türlü belirsizliğin otomatik toplamı değildir. Ölçümün yanlış yapılması veya grupların uygun seçilmemesi gibi sorunlar yalnız örneklem büyüklüğü artırılarak ortadan kalkmaz. Daha dar aralık, yanlış sorunun daha kesin yanıtlanması hâline de gelebilir. [1, s.111–113]

Bu nedenle “istatistiksel olarak anlamlı” sözü, “nedeni kesin olarak kanıtlandı” sözünün yerine kullanılmamalıdır. Bilimsel yorumda kesinlik, tasarım ve ölçüm kalitesiyle birlikte kurulur. Sayısal sonuç, bu bağlamdan çıkarıldığında kendi gücünden fazlasını temsil etmeye başlar.

Müdahale araştırmaları neyi değiştirir?

Bir müdahale araştırmasında kişilere veya gruplara belirli koşullar altında farklı uygulamalar verilir. Karşılaştırmanın yapısı iyi kurulduğunda, maruziyetin araştırmacı tarafından belirlenmesi neden-sonuç yorumuna katkıda bulunabilir. Ancak araştırmanın süresi, katılımcı sayısı, grupların karşılaştırılabilirliği ve ölçülen sonlanım yine önemlidir. Kısa süreli bir mineral emilim deneyi, uzun dönem hastalık sonucunu doğrudan ölçmez. [1, s.41–42, 110, 113–114]

Çapraz tasarımda aynı kişiler farklı dönemlerde birden fazla uygulamayı deneyebilir. Böylece kişilerin kendi aralarındaki farklılıkların bir kısmı karşılaştırmada daha iyi kontrol edilir. Buna karşılık dönem sırası, uygulamalar arasındaki bekleme süresi ve önceki uygulamanın

etkisinin sürmesi gibi konular değerlendirilmelidir. Aynı kişinin iki uygulamayı almış olması, her türlü yanlılığı kendiliğinden ortadan kaldırmaz.

Mineral su çalışmalarında karşılaştırılan iki içeceğin yalnız bir mineral bakımından farklı olması istenirken gerçekte başka bileşenler de değişebilir. Kalsiyum artışıyla birlikte bikarbonat, sülfat veya sodyum da farklıysa sonucun yalnız kalsiyuma ait olduğu ayrıca gerekçelendirilmelidir. Bir karışımın etkisi ile tek bileşenin etkisi aynı soruyu anlatmaz. [1, s.4–5, 108–114]

Biyolojik akla yatkınlık ile gösterilmiş sonuç

Magnezyumun belirli enzimlerde görev alması, magnezyumla ilgili bir sağlık hipotezinin biyolojik olarak tartışılmasını sağlar. Bu önemli bir başlangıçtır. Ancak olası mekanizma, kullanılan suyun belirli dozda aynı sağlık sonucunu yarattığını tek başına kanıtlamaz. Mekanizma ile insan araştırmaları birbirini tamamlar; birinin varlığı diğerinin eksikliğini her zaman kapatmaz. [1, s.47, 113]

Bir açıklamanın ayrıntılı biyokimyasal terimler içermesi de kanıt düzeyini otomatik olarak yükseltmez. “Enzim”, “hücre zarı”, “iyon kanalı” veya “oksidatif süreç” gibi kavramlar doğru kullanıldığında açıklayıcıdır. Fakat ürüne özgü etki gösterilmemişse terim sayısının artması bu boşluğu doldurmaz. Bir mineralin bilinen işlevi, ürünün kanıt dosyası değildir.

Ters yöndeki hata da önemlidir. Mekanizmanın bütün ayrıntıları bilinmiyor diye iyi kurulmuş insan verisi yok sayılamaz. Bilimsel değerlendirme tek bir kanıt türüne kapanmaz; sonuçların tutarlılığı, zaman sırası, ölçüm kalitesi ve alternatif açıklamalar birlikte incelenir. Ama hiçbir ölçüt, tek başına bütün soruları bitiren sihirli anahtar gibi kullanılmaz. [1, s.113–114]

Araştırmanın tarihi ile yayın tarihini ayırmak

Bir rehberin yeni baskısı, içindeki bütün değerlendirmelerin aynı yıl yapılmış olduğu anlamına gelmez. Örneğin 2026 WHO içme suyu rehberinin sertlik bilgi notunda değerlendirme tarihi 1993, revizyon tarihi 2011 olarak belirtilmektedir. Güncel baskı, kurumun yayımladığı geçerli metni gösterir; değerlendirmenin hangi kanıt dönemine dayandığı ayrıca görülebilir. [2, s.437]

Benzer biçimde, 2005 tarihli bir uzman derlemesi tarihsel olarak değerli olabilir; fakat içindeki bir yazar önerisi, sonraki rehberlerde kabul edilmiş evrensel bir sınır gibi sunulamaz. Belgenin adı, bölümün yazarı, ifadenin türü ve sonraki kurumsal değerlendirme birbirinden ayrılmalıdır. “Dünya Sağlık Örgütü yayını içinde yer alıyor” ile “Dünya Sağlık Örgütünün resmî rehber değeri” aynı ifade değildir. [1, künye, s.i–ii, 155–158; 2, s.119, 436–437]

Bu ayrım, bir kaynağı gözden düşürmek için değil, doğru biçimde kullanmak için gereklidir. Eski çalışma bir sorunun tarihini, olası mekanizmasını veya önceki gözlemlerini açıklayabilir. Güncel hüküm ise bu bilgilerin sonraki kanıtlarla nasıl değerlendirildiği bilinerek kurulmalıdır.

İddiayı doğrulamak ile iddiayı çürütmek

Bir iddianın desteklenmemiş olması, karşıt iddianın kanıtlandığı anlamına gelmez. “Çok düşük mineralli suyun uzun dönem yarar veya zararları hakkında öneri oluşturmak için bilgi yetersiz” ifadesinden “kesin zararlıdır” da “her koşulda yararlıdır” da çıkarılamaz. Kanıt yetersizliğinin iki yönde de kullanılmaması gerekir. [2, s.119]

Bu sınır, karar verilemeyeceği anlamına gelmez. Su güvenliği, ölçülmüş bileşim, toplam beslenme, kullanım koşulları ve belgelendirilmiş performans üzerinden karar verilebilir. Eksik olan kanıt, gerçekten eksik olduğu yerde bırakılır. Bilinmeyenin üzerine kesinlik eklemek yerine, bilinenler kullanılır.

Bir başvuru kitabının görevi her tartışmayı tek sözcükle bitirmek değildir. Hangi hükmün hesapla, hangisinin deneyle, hangisinin uzun dönem araştırmayla desteklendiğini göstermektir. Böyle kurulan açıklama hem açık hem denetlenebilirdir: soru, ölçüm, sonuç ve sınır aynı çizgide kalır.

7. Kalsiyum: iskeletin ötesinde

Sudaki kalsiyum vücut tarafından kullanılabilir ve yeterli derişimde bulunduğunda günlük kalsiyum alımına anlamlı bir katkı sağlayabilir. Ancak kalsiyum içeren bir su, bu nedenle tek başına kemik hastalıklarını önleyen veya tedavi eden bir ürün sayılmaz. Birinci hüküm beslenme ve emilimle, ikinci hüküm klinik sonuçlarla ilgilidir. Kalsiyumun insan vücudundaki yerini anlamak, bu iki düzeyi birbirine karıştırmamakla başlar. [1, s.4–8, 46; 9, özet]

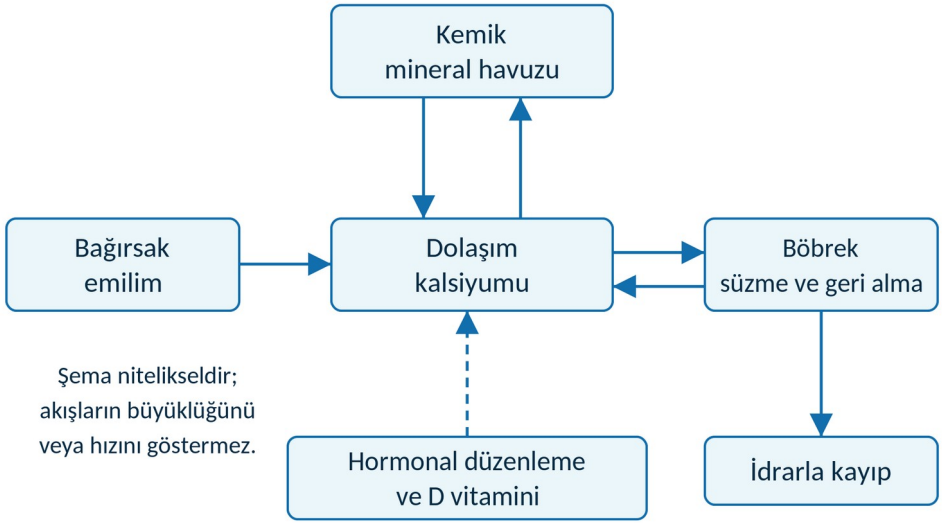
Büyük depo, küçük ama yaşamsal dolaşım payı

Kalsiyum, vücudun en bol bulunan mineralidir ve büyük bölümü iskelette yer alır. Kemik ve diş yapısına katılması, onun en görünür görevidir. Bunun dışında sinir iletimi, kasların çalışması, kanın pıhtılaşması, damarların kasılıp gevşemesi ve çeşitli hücresel yanıtlar için de gereklidir. Dolayısıyla kalsiyum yalnız "kemik malzemesi" olarak düşünülmemelidir. [1, s.46]

Bu görevler aynı fiziksel ortamda gerçekleşmez. İskeletteki kalsiyum yapısal bir bütünün parçasıyken dolaşımdaki ve hücrelerle ilişkili kalsiyum farklı işlevlere katılır. Vücudun büyük deposunu oluşturan bölümle, hızlı değişimlerin ve sinyallerin gerçekleştiği küçük bölüm birbirinden ayrılmalıdır. Birinin miktarının fazla olması, diğerinin gereksiz olduğu anlamına gelmez.

Kemikteki mineral yapıyı muslukta oluşan kireç tabakasıyla özdeşleştirmek yanlıştır. Kemik, canlı hücreler ve düzenlenen yapım-yıkım süreçleri içeren bir dokudur. Suyun ısınırken oluşturduğu çökelti ise farklı bir fizikokimyasal olaydır. Her iki bağlamda kalsiyum adının geçmesi, iki sürecin aynı olduğu sonucunu vermez. [1, s.46; 2, s.243–244]

Kalsiyum dengesinde hormonal düzenleme de yer alır. Paratiroid hormonu, kan kalsiyumunun korunmasına kemik, böbrek ve bağırsak üzerinden katkıda bulunur. Aşırı hormon üretimi gibi bozukluklarda kan kalsiyumu ile kemik sağlığı arasındaki ilişki değişebilir; yüksek kan kalsiyumu, güçlü kemiklerin otomatik göstergesi değildir. [18, "What do the parathyroid glands do?" ve "Weakened bones"]



Şekil 6. Kalsiyumun düzenlenmesi. Kalsiyumun bağırsak, dolaşım, kemik ve böbrek arasındaki ilişkisi. Niteliksel düzenleme şeması; havuzların büyüklükleri ve akış hızları ölçekli değildir.

Dayanak: **[1]**, s.46; **[18]**.

Bu bilgi, su seçimiyle kişisel hastalık tanısı koymak için kullanılmamalıdır. Sağladığı temel kavrayış şudur: kalsiyum yalnız dışarıdan gelen miktarla değil, vücudun bu miktarı nasıl yönettiğiyle de ilgilidir. Bu nedenle bir kişinin kan sonucu veya kemik ölçümü, su etiketinden türetilemez.

Kalsiyumun miktarı ile kalsiyum tuzunun miktarı

Bir analizde “kalsiyum 80 mg/L” yazıyorsa bu, element olarak kalsiyumun derişimini ifade eder. “Kalsiyum karbonat 80 mg” veya “sertlik 80 mg/L $CaCO_3$” ifadeleri farklı anlam taşır. Kimyasal bileşiğin kütlesi, yalnız kalsiyumun kütlesi değildir. Sertlikte ise ayrıca eşdeğerlik hesabı söz konusudur. Bu üç yazım aynı sonuç gibi kullanılamaz. [2, s.436–437]

Yaklaşık bir kimyasal hesapta kalsiyum karbonatın kütlesinin %40'ı kalsiyumdur. Dolayısıyla 100 mg saf kalsiyum karbonat yaklaşık 40 mg kalsiyum içerir. Bu hesap, belirli bir kartuşun suya ne kadar kalsiyum verdiğini söylemez. Kartuş içindeki toplam madde miktarı ile suya çözünerek geçen miktar aynı değildir. [3, “Dietary supplements”; oran üzerinden hesap]

Suda ölçülmüş çıkış değeri bu nedenle önemlidir. Bir cihazın içinde kalsiyumlu bir malzeme bulunması, her litre suya aynı miktarın geçtiğini kanıtlamaz. Bileşim, temas ve çalışma koşulları dikkate alınmadan ambalajdaki malzeme kütlesi günlük alıma çevrilemez. Doğrulanması gereken nicelik, kullanıcının tükettiği son sudaki kalsiyumdur.

Aynı ayrım mineralce zengin su ile kalsiyum takviyesi karşılaştırılırken de gereklidir. Elementel kalsiyum miktarları eşitlense bile ürünlerin diğer bileşenleri ve kullanım koşulları aynı olmayabilir. “Aynı miligram kalsiyum içeriyor” ifadesi, “bütün etkileri aynıdır” ifadesine dönüşmemelidir. [1, s.4–5, 41–43]

Günlük referansların doğru kullanımı

Kalsiyum için verilen günlük alım değerleri suya özel değildir. Besin, içecek ve uygun olduğunda takviye gibi kaynakların toplamıyla ilişkilidir. Ayrıca yaş grupları arasında değişir. Aşağıdaki kısa tablo, NIH'nin aktardığı ABD/Kanada önerilen günlük alım değerlerini gösterir; Türkiye'de içme suyu için yasal bir derişim tablosu değildir. [3, “Recommended Intakes”, Tablo 1]

Tablo 12. Sağlıklı yetişkinlerde kalsiyum için günlük alım referansı

Grup	Günlük referans, mg
19–50 yaş erkek ve kadın	1.000
51–70 yaş erkek	1.000
51–70 yaş kadın	1.200
70 yaş üzeri erkek ve kadın	1.200

Bu değerler önerilen günlük alım, yani RDA çerçevesindedir. Çocukluk, gebelik ve emzirme ayrıca değerlendirilir. Bir hastalığın tedavisinde uygulanacak miktar bu tablodan doğrudan çıkarılmaz. [3, Tablo 1]

Temsili olarak 1.000 mg'lık referansın %15'ini suyla sağlamak isteyen bir hesapta hedef katkı 150 mg'dır. Bu, “herkes suyla 150 mg almalıdır” önerisi değildir; belirli bir katkının ne gerektirdiğini görmek için seçilmiş bir sorudur. 1,5 L hacimde bu katkı için derişim 100 mg/L olmalıdır. 2 L hacimde ise 75 mg/L yeterlidir. Aynı katkı farklı derişim-hacim çiftleriyle elde edilebilir.

Burada bütün gereksinimi suyla karşılamaya çalışmak ayrıca sorgulanmalıdır. 1.000 mg'ı 1,5 L'den sağlamak için yaklaşık 667 mg/L

kalsiyum gerekir. Bu aritmetik sonuç, böyle bir suyun seçilmesini veya böyle bir hedefin benimsenmesini önermez. Yalnız beslenmenin tamamını tek bir içeceğe yüklemenin ne anlama geldiğini görünür kılar.

Kalsiyumun temel besin kaynakları olduğu gerçeğiyle suyun ek katkı sağlaması çelişmez. Bazı kişilerin beslenmesinde su payı küçük, bazılarında daha büyük olabilir. Doğru hedef, bütün kaynakların payını bilmek ve yetersizliği veya fazlalığı bu toplam içinde değerlendirmektir. [1, s.8, 43, 46]

Kalsiyumlu suyla yapılabilecek üç farklı hesap

İlk hesap, tek bir ürünün günlük katkısıdır. Temsili olarak 90 mg/L kalsiyum içeren sudan 1,6 L içilirse 144 mg alınır. İkinci hesap, kaynak değişikliğinin etkisidir. Aynı hacimde 15 mg/L kalsiyum içeren suya geçilirse katkı 24 mg olur; günlük fark 120 mg'dır. Üçüncü hesap, bu farkın toplam alımdaki yeridir.

Örnekte besinlerden gelen kalsiyum 800 mg ise toplam 944 mg'dan 824 mg'a iner. Besinlerden gelen miktar 400 mg ise toplam 544 mg'dan 424 mg'a iner. Değişikliğin mutlak miktarı her iki kişide 120 mg'dır; toplam beslenmedeki bağlamı farklıdır. Bu iki temsili kişi için yalnız su hesabından klinik sonuç çıkarılamaz.

Tablo 13. Aynı su değişikliği, farklı beslenme bağlamı

Temsili durum	Besinlerden gelen, mg/gün	İlk suyla toplam, mg/gün	İkinci suyla toplam, mg/gün	Günlük fark, mg
A	800	944	824	120
B	400	544	424	120

Bu tablo, “arıtma mineral alımını azaltır mı?” sorusunun ölçülebilir kısmını gösterir. Giriş ve çıkış kalsiyum derişimi azalıyor, tüketim hacmi aynı kalıyorsa suyun kalsiyum katkısı azalır. Bu aritmetik olarak nettir. “Bu azalma kişide hangi sağlık sonucunu doğurur?” sorusu ise aynı tablodan yanıtlanamaz. [2, s.437]

Benzer biçimde, mineral eklenmesiyle katkının artması da ölçülebilir bir sonuçtur; ancak artan her miktarın ek sağlık yararı sağlayacağı ayrıca gösterilmelidir. Alım değişikliği ile sağlık etkisini birbirine eşitlememek, hem arıtma karşıtı hem de mineral ürünü lehine iddialarda aynı ölçütün uygulanmasını sağlar.

Sudaki kalsiyumun emilimine ilişkin insan verisi

Mineral suyu, süt ve bir takviyeyi karşılaştıran 2017 tarihli randomize çapraz araştırmada 21 sağlıklı kişi değerlendirilmiştir. Her uygulamada 300 mg kalsiyum sağlanmış; kan ve idrar ölçümleriyle incelenen kısa süreli göstergelerde kaynaklar arasında anlamlı fark bildirilmemiştir. Araştırma, incelenen sulardaki kalsiyumun biyoyararlanımına ilişkin veri sağlar; kemik kırığı veya uzun dönem hastalık sonucu ölçmez. [7, özet]

Bu çalışmanın katkısı, karşılaştırılan kaynakların aynı kalsiyum dozuyla ele alınmasıdır. Farklı kalsiyum miktarları verilseydi yanıtın kaynaktan mı dozdan mı kaynaklandığını ayırmak zorlaşabilirdi. Bununla birlikte örneklem, süre ve kullanılan göstergeler, sonucun genellenebileceği alanı sınırlar. “Anlamlı fark bulunmadı” ifadesi bütün ürünlerin ve bütün kullanıcıların koşulsuz eşdeğerliği değildir.

Daha önceki küçük emilim çalışması da belirli bir kalsiyumlu mineral suyun kullanılabilirliğini desteklemektedir. İki araştırmanın ortak yönü, “sudaki kalsiyum hiç emilmez” iddiasını desteklememeleridir. Ancak bu ortak yön, suyun bütün besinsel özellikleriyle sütün yerini tuttuğunu göstermez. Protein, enerji ve diğer besin öğeleri farklı bir karşılaştırmanın konusudur. [9, özet; 1, s.4–5]

Bu sonuçların önemi, suyu diğer besinlerle yarışan bir tedavi ürünü hâline getirmesinde değildir. Suyu toplam kalsiyum bütçesine katarken, içindeki kalsiyumu sırf kaynağı nedeniyle yok saymamayı sağlamasındadır. Hesaplanan alımın biyolojik olarak bütünüyle anlamsız olduğu varsayımı doğru değildir; ne kadarının emildiği ise koşullara bağlı olarak araştırılır.

Kan kalsiyumu neden tek başına beslenme karnesi değildir?

Toplam serum kalsiyumu, vücudun kalsiyum durumunu eksiksiz yansıtmaz; düzey sıkı biçimde düzenlenir. Kalsiyumun bağırsaktan aktif emiliminde D vitamini rol oynar. Bu nedenle yeterli alımı ve vücudun durumu hakkındaki değerlendirme, yalnız suyun kalsiyumu veya tek bir kan sonucu üzerinden yapılmaz. [3, “Introduction” ve “Assessing calcium status”]

Bir kan sonucunun normal olması, kişinin uzun yıllar boyunca her gün yeterli kalsiyum aldığı anlamına gelmez. Aynı şekilde tek bir anormal sonucun nedeni doğrudan içilen suya bağlanamaz. Kalsiyumun dağılımı

ve hormonal düzenlemesi, böyle bir doğrusal yorumu engeller. Burada amaç testin yerini başka bir ölçümle değiştirmek değil, sorunun hangi yöntemle yanıtlanabileceğini ayırmaktır.

Kanın yüksek kalsiyum taşıdığı bazı hastalık durumlarında kemikten kalsiyum kaybı da bulunabilir. Paratiroid hormonuyla ilgili bozukluklar bu ayrımın klinik bir örneğidir. Kan kalsiyumunun yüksekliğini "depolar çok iyi dolmuş" diye yorumlamak bu nedenle yanlıştır. Böyle sonuçlar, su seçimi tavsiyesine indirgenmeden sağlık değerlendirmesi içinde ele alınmalıdır. [18, "Weakened bones" ve "How do doctors diagnose primary hyperparathyroidism?"]

İdrarla kalsiyum çıkması neyi gösterir?

İdrardaki kalsiyum, vücudun kalsiyum dengesinin bir çıktısıdır; alınan bütün kalsiyumun işe yaramadan atıldığını göstermez. Emilim, dolaşım ve böbrek üzerinden işleme süreçleri bu çıktıyı etkiler. İdrar miktarı ve ölçüm süresi de sonucun anlamına katılır. Tek bir ölçümü bağlamından koparıp "bu su kemiği eritti" veya "bütün kalsiyum böbreğe gitti" biçiminde yorumlamak doğru değildir. [1, s.41–42, 46; 18]

Bir araştırmada idrar kalsiyumu ölçülmüş olması, o araştırmanın böbrek taşı oluşumunu doğrudan ölçtüğü anlamına gelmez. Biyokimyasal bir gösterge ile klinik olay farklıdır. Aynı nedenle bir suda kalsiyum bulunması, tek başına o suyun taş oluşturduğu sonucuna yetmez. Böbrek taşları değerlendirilirken hangi taş türünün ve hangi kişisel koşulların söz konusu olduğu ayrıca ele alınmalıdır. [1, s.65, 108–114]

Bu ayrımlar mineral tartışmasında gereksiz ayrıntı değildir. Birden fazla süreçte aynı elementin adı geçtiğinde, tek bir neden-sonuç zinciri kurulması kolaylaşır. Bilimsel değerlendirme, aynı adın geçmesinden değil ölçülmüş bağlantılardan hareket eder.

Kireç, kalsiyum ve hastalık adları

Günlük dilde "kireç" sözcüğü, su ısıtıcılarındaki birikim için kullanılır. Aynı sözcük bazı eklem sorunlarının anlatımında da yer alır. Dilin ortak sözcüğü, iki olayın biyolojik ve kimyasal olarak aynı olduğunu göstermez. İçme suyunun kalsiyum içeriği ile bir eklem hastalığı arasındaki ilişki, sözcük benzerliğinden değil araştırmadan çıkarılmalıdır.

Bu nedenle "çaydanlıkta kireç bırakıyorsa dizde de bırakır" açıklaması bir kanıt değildir. Tersine, "kireç bırakmıyorsa kemikleri mutlaka

zayıflatır” cümlesi de aynı benzetmenin başka yönde kurulmuş hâlidir. Her iki iddia suyun fiziksel davranışından insan vücuduna, emilim ve düzenleme basamaklarını göstermeden geçer. [1, s.4–5, 46, 108–114; 2, s.243–244]

Sert suyun kalsiyum katkısı olabilir; bunun hesaplanması mümkündür. Eklemler, kemik yoğunluğu ve doku kalsifikasyonu ise birbirinden farklı sağlık konularıdır. Bir kitabın bu konuları ayırması, yanıt vermekten kaçınmak değil yanlış sorunun önünü kesmektir.

Bir kalsiyum iddiasını değerlendiren örnek okuma

Temsili bir ürün açıklamasında “Bu su litre başına 100 mg kalsiyum içerir; kemikleri güçlendirir ve eklemlerdeki kireçlenmeyi önler” denilsin. İlk bölüm kimyasal bir ölçüm iddiasıdır ve uygun analizle doğrulanabilir. İkinci bölüm klinik bir etki iddiasıdır; yalnız kalsiyum varlığıyla doğrulanmaz. Üçüncü bölüm daha da özel bir hastalık iddiasıdır ve kendi doğrudan kanıtını gerektirir.

Günde 1 L tüketimde 100 mg kalsiyum alınacağı hesaplanabilir. Fakat bu hesabın doğru çıkması, açıklamadaki diğer iki cümleyi de doğru yapmaz. Bir paragrafta doğru ve desteklenmemiş ifadeler yan yana bulunabilir. Doğru sayı, çevresindeki bütün iddialara otomatik güvenilirlik kazandırmaz.

İddia “günlük kalsiyum alımına katkı sağlar” biçiminde sınırlandırıldığında hesapla uyumlu olur. “Yetersiz alımı olan herkeste kırığı önler” gibi bir hüküm içinse başka bilgiler gerekir. İyi bilimsel anlatım, güçlü görünen en uzun cümleyi değil kanıtın taşıyabildiği cümleyi seçer.

Kalsiyumlu su hakkında verilebilecek temel hüküm açıktır: içindeki kalsiyum beslenme bütçesinde sayılabilir ve belirli sularda emilebilirliği insan araştırmalarıyla gösterilmiştir. Bu katkının büyüklüğü ölçülmüş derişime ve tüketim hacmine bağlıdır. Kemik veya başka bir sağlık sonucu hakkındaki iddia ise ayrıca incelenir. [1, s.4–8, 46; 7; 9]

8. Magnezyum: hücrenin çalışma düzeni

Magnezyum, yalnız kas kramplarıyla ilişkilendirilemeyecek kadar geniş görevleri olan temel bir mineraldir. Enzimlerin çalışmasına, enerji metabolizmasına, protein ve nükleik asitlerle ilgili süreçlere, hücre zarındaki iyon hareketlerine ve sinir-kas işlevlerine katılır. İçme suyundaki magnezyum bu elementin günlük alımına eklenebilir. Fakat magnezyumun bu görevleri, her magnezyumlu suyun belirli bir hastalığı önlediğini göstermez. [1, s.47, 101–103, 152]

İşlev, yalnız miktardan ibaret değildir

Bir enzimin çalışmasında yardımcı olan mineral veya başka bir bileşen için kofaktör sözcüğü kullanılır. Magnezyumun pek çok enzimatik süreçte yer alması, hücresel düzen açısından önemini açıklar. Bu görevler tek bir organla sınırlı değildir. Dolayısıyla magnezyumu yalnız kas veya yalnız kalp minerali diye tanımlamak eksik kalır. [1, s.47, 152]

Ancak görev listesini uzatmak, bir kişinin daha fazla magnezyum aldığında bütün bu işlevlerinin aynı oranda iyileşeceğini söylemez. Yetersizlik koşulunu düzeltmek ile zaten yeterli bir düzeyin üzerine çıkmak farklı durumlardır. “Gereklidir” önermesinden “miktarı arttıkça her işlev daha iyi olur” sonucu çıkmaz. Beslenme öğelerinin değerlendirilmesinde eksiklik ve fazlalığın birlikte ele alınmasının nedeni budur. [1, s.41–43]

Magnezyum, sodyum ve potasyum gibi diğer iyonların hücre içi düzeniyle de ilişkilidir. Bir mineralin etkisini bütünüyle başka minerallerden bağımsız düşünmek bu nedenle fizyolojik resmi daraltır. Bununla birlikte ilişkili olmaları, bütün minerallerin aynı anda rastgele artırılması gerektiği anlamına gelmez. Etkileşimin varlığı, miktar ve klinik bağlamın daha dikkatli değerlendirilmesini gerektirir. [1, s.101–102]

Vücudun hangi bölümünde bulunur?

Magnezyum kemik ve yumuşak dokulara dağılmıştır; serumdaki payı toplamın küçük bir bölümüdür. Bu dağılım, kanda ölçülen miktarın bütün vücut magnezyumunu eksiksiz yansıtmamasının nedenlerinden

biridir. Aynı zamanda vücuttaki bütün bölmelerin aynı hızla ve aynı yönde değişeceği varsayılmamalıdır. [1, s.47, 101]

NIH bilgi notu, magnezyum durumunun tek bir yöntemle yeterince değerlendirilemediğini ve serum ölçümünün sınırlılıklarını belirtir. Bu sınırlılık, normal bir sonucun otomatik olarak eksiklik kanıtı olduğu anlamına gelmez. Ölçüm, belirtiler, olası kayıplar ve klinik koşullarla birlikte yorumlanır. [4, "Assessing magnesium status"]

Bu ayrım uygulamada önemlidir. "Kan normal ama kesin magnezyum eksikliğiniz var" gibi bir iddia, testin sınırlılığını olumlu tanı kanıtına çevirmiş olur. "Kan normal, beslenme hiçbir koşulda değerlendirilmeye gerek duymaz" cümlesi ise ters yönde aşırı bir yorumdur. İki uç arasında yapılması gereken, ölçümün yanıtlayabildiği soruyu ve yanıtlayamadığı soruyu ayırmaktır.

Günlük alım referansları

ABD/Kanada önerilen günlük magnezyum alımı, 19–30 yaş erkeklerde 400 mg ve kadınlarda 310 mg; 31 yaş ve üzerindeki erkeklerde 420 mg ve kadınlarda 320 mg'dır. Bunlar sağlıklı yetişkinler için toplam günlük alıma ilişkin referanslardır, suya özel minimum değerler değildir. [4, "Recommended Intakes", Tablo 1]

Tablo 14. Yetişkin magnezyum referansıyla su katkısı: temsili hesap

Örnek suyun magnezyumu, mg/L	1,5 L ile alınan, mg	320 mg referansına oran	420 mg referansına oran
2	3	%0,94	%0,71
10	15	%4,69	%3,57
25	37,5	%11,72	%8,93
50	75	%23,44	%17,86

Su derişimleri ve 1,5 L hacim öğretim amacıyla seçilmiştir. Yüzdeler, referans alımın payıdır; emilim oranı veya hastalık riskindeki değişim değildir. Çocukluk, gebelik, emzirme ve hastalık durumları bu basit yetişkin hesabının dışında ayrıca değerlendirilir.

Tablo iki temel gerçeği gösterir. Magnezyum derişimi çok düşük bir suyun katkısı küçük olabilir. Daha yüksek derişimli başka bir suyun katkısı ise göz ardı edilemeyecek bir miktara ulaşabilir. Bu nedenle "su

her durumda önemsizdir” demek de “su herkesin magnezyum ihtiyacını karşılar” demek de sayılara bakmadan kurulmuş genellemelerdir.

Bununla birlikte tabloda yüksek görünen bir yüzde, o suyun bütün özellikler bakımından daha iyi olduğunu kanıtlamaz. Eşlik eden iyonlar, güvenlik, kişisel gereksinimler ve toplam beslenme ayrıca değerlendirilir. Bir mineralin katkısı, suyun tümü için tek puanlı bir sağlık sıralaması değildir. [1, s.4–8; 2, s.119, 437]

Yüzde değişim mi, gerçek kayıp mı?

Temsili olarak arıtma öncesi magnezyum 20 mg/L, son suyun magnezyumu 2 mg/L olsun. Derişim %90 azalmıştır. Günlük tüketim 1,5 L ise katkı 30 mg'dan 3 mg'a iner; fark 27 mg'dır. “Magnezyumun %90'ı uzaklaştırıldı” ile “günlük toplam magnezyum alımı %90 azaldı” aynı ifade değildir.

Besinlerden 300 mg alındığı varsayılırsa toplam 330 mg'dan 303 mg'a iner. Toplamdaki azalma 27 / 330 × 100 ≈ %8,18'dir. Besinlerden 200 mg alındığı varsayılırsa toplam 230 mg'dan 203 mg'a düşer; bu kez toplamın yaklaşık %11,74'ü kadar azalma olur. Aynı su işlemi farklı toplam beslenme payları üretmiştir.

Bu hesap mineral kaybını önemsiz göstermediği gibi, büyütmez de. Suyun içindeki azalma, suyun toplam beslenme içindeki payı üzerinden yorumlanır. İlgili kişinin yetersizliğe yakın olması durumunda küçük görünen ek miktar önem taşıyabilir; bunun değerlendirilmesi, yüzdeyi bağlamından koparmakla yapılamaz. [1, s.8, 43; 2, s.437]

Temsili değişim dosyası

Giriş suyu: 20 mg/L magnezyum. Son su: 2 mg/L. Aynı hacim: 1,5 L/gün.

Suyun magnezyum derişiminde azalma: %90.

Suyla alınan miktarda azalma: 27 mg/gün.

Besinlerden 300 mg/gün varsayımında toplam alımdaki azalma: yaklaşık %8,18.

Bu üç sayı aynı olayı farklı paydalarla anlatır; birbirinin yerine kullanılamaz.

Magnezyumun sudan emilimi

Magnezyumun su içinde bulunması, emilim için biyolojik olarak kullanılabilecek bir kaynak olabileceğini gösteren araştırmaların

konusudur. Ancak emilim oranı suyun içeriğinden bağımsız sabit bir sayı değildir. Öğün, doz, tüketim düzeni ve kişinin durumu değerlendirmeye katılır. Sudaki minerallerin biyoyararlanımını ele alan çalışmalar, besinlerle etkileşimi de bu nedenle inceler. [1, s.4–5, 61–68]

Beşinci bölümde ele alınan öğün çalışmasının verdiği ders, "magnezyumlu su her zaman şu yüzdeyle emilir" değildir. Araştırma koşulunun sonuca katıldığını gösterir. Aynı araştırmanın değerini korumak için, ölçülen emilim yanıtı uzun dönem sağlık sonucu gibi aktarılmamalıdır. [8, özet]

Tüketim düzenini araştıran başka bir çapraz çalışmada 12 sağlıklı erkekte aynı günlük mineral su hacmi iki büyük porsiyonla veya yedi küçük porsiyonla verilmiştir. Bu tasarım, toplam günlük miktarla tüketimin gün içindeki dağılımını ayırmayı amaçlar. İki günlük emilim araştırmasını yıllarca uygulanacak kişisel tedavi protokolü gibi okumak doğru değildir. [10, "Abstract"]

Böyle çalışmaların uygulamadaki değeri, ölçülen sonucun hangi koşullarda elde edildiğini göstermesidir. Bir şişenin içerdiği magnezyum miktarı değişmese bile kişinin tüketim biçimi araştırma açısından önem taşıyabilir. Fakat belirli bir araştırmanın düzenini bütün insanlara kopyalamak için yalnız emilim deneyi yeterli olmaz.

Eksiklik belirtileri, su analiziyle tanı konulacak işaretler değildir

Magnezyum yetersizliği sinir-kas ve diğer sistemlerle ilişkili bulgulara katılabilir. Ancak yorgunluk, güçsüzlük veya kramp gibi belirtiler yalnız magnezyuma özgü değildir. Bu belirtilerin bulunmasından içilen suyun magnezyumunun düşük olduğu veya bir mineral ürününün gerekli olduğu sonucu çıkarılamaz. [1, s.47, 101–103]

Tersinden bakıldığında, bir suyun magnezyumunun düşük olması da o suyu içen kişinin mutlaka magnezyum eksikliği yaşadığını göstermez. Besinlerden ve diğer kaynaklardan alınan miktarlar, emilim ve kayıplar bilinmelidir. Su analizi ile klinik tanının farklı bilgi alanları olduğu burada yeniden görülür.

Belirli bir arıtma sistemini kullanmaya başladıktan sonra bir yakınma gelişmesi, incelenmeye değer bir zaman ilişkisi olabilir. Fakat aynı dönemde beslenme, ilaç kullanımı, hastalık, sıvı kaybı veya başka davranışlar değişmiş olabilir. Zaman sırası önemli olmakla birlikte tek

başına nedenselliği kanıtlamaz. Bu tür bildirimlerin araştırma başlangıcıyla kesin sonuç arasındaki yeri doğru belirlenmelidir. [1, s.111–114, 152–153]

Bu yaklaşım yakınmayı küçümsemek değildir. Tersine, nedeni yanlış belirleyip başka önemli bir durumu gözden kaçırmamak için gereklidir. Bilimsel değerlendirme, kişisel gözlemi kaydeder ama gözlemi tek başına kontrollü araştırma yerine koymaz.

Kalp-damar ilişkisi neden özellikle magnezyumla tartışılır?

Su sertliği ve kalp-damar sağlığı araştırmalarında magnezyum, hem biyolojik görevleri hem de bazı epidemiyolojik ilişkiler nedeniyle özel ilgi görmüştür. 2005 derlemesi bu hipotezi ayrıntılı biçimde tartışır. Bununla birlikte farklı araştırmalar aynı sonucu vermemiş ve nedensellik sorunu açık kalmıştır. [1, s.6–8, 92–103, 108–114]

2026 WHO rehberi de magnezyum veya sertlikle kardiyovasküler ölüm arasında koruyucu yönde ilişkiler bulunduğunu belirtirken bunların nedenselliği kanıtlamadığını açıklar. Bu nedenle herkes için bir minimum veya maksimum mineral derişimi önerilmemektedir. Hipotezin ciddiye alınması ile evrensel bir sayı ilan edilmesi farklı karar düzeyleridir. [2, s.437]

Bir suya “kalbi korur” demek, bu tarihsel literatürü ürüne doğrudan aktarmak olur. Ürünün bileşimi, tüketim miktarı, hedef grup ve ölçülen sonlanım kendi kanıtıyla değerlendirilmelidir. Magnezyumun fizyolojik önemi araştırma için gerekçe sağlar; tek başına ürün beyanını doğrulamaz.

Bu tartışmanın ayrıntıları sağlık sonuçları ele alınırken incelenecektir. Burada kurulması gereken temel ayrım, mineral gerekliliğinin kesinliği ile belirli su derişiminin belirli hastalığa etkisinin kesinliğinin aynı olmadığıdır.

Kalsiyum-magnezyum oranının sınırı

Bir suda kalsiyum ile magnezyumun oranı hesaplanabilir. Ancak aynı oran, çok farklı mutlak miktarlarda bulunabilir. Temsili olarak 4 mg/L kalsiyum ve 2 mg/L magnezyum içeren bir suyun oranı 2'dir. 100 mg/L kalsiyum ve 50 mg/L magnezyum içeren başka bir suyun oranı da 2'dir. İki suyun mineral katkısı aynı değildir.

Günlük 1,5 L hacimde ilk örnek 6 mg kalsiyum ve 3 mg magnezyum, ikinci örnek 150 mg kalsiyum ve 75 mg magnezyum sağlar. Aynı oran, yirmi beş kat farklı miktarları saklamıştır. Orana bakıp mutlak miktarları söylememek, önemli bilginin büyük bölümünü dışarıda bırakır.

Ayrıca suyun oranı ile toplam diyetin oranı farklıdır. Besinlerle gelen kalsiyum ve magnezyum bu dengeyi değiştirebilir. Suyun içinde görülen bir oranı insanın bütün beslenmesine ait değişmez bir hedef gibi sunmak için yeterli gerekçe yoktur. WHO derlemesinde de optimal oran sorununun belirsizliği belirtilir. [1, s.101]

Bir “ideal oran” iddiası değerlendirilirken önce hangi oran olduğu sorulmalıdır: kütle oranı mı, mol oranı mı, su içindeki oran mı, toplam alım oranı mı? Bu ayrıntılar belirtilmeden verilen tek sayı, bilimsel hedef olarak kullanılamaz. Kalsiyum ve magnezyumun atom kütleleri farklı olduğundan kütle oranı ile mol oranı da aynı değildir.

350 miligram sayısı neden yanlış yorumlanır?

NIH'nin aktardığı yetişkin magnezyum üst alım düzeyi olan 350 mg/gün, takviye ve ilaç kaynaklı magnezyuma ilişkindir; besin ve içeceklerde doğal olarak bulunan magnezyum bu sınırın kapsamında değildir. Bu sayı toplam günlük gereksinimle veya bütün kaynakların toplamı için tek bir yasak eşiğiyle karıştırılmamalıdır. [4, “Health Risks from Excessive Magnesium”]

Bu ayrım, 420 mg önerilen günlük alım ile 350 mg üst düzeyinin neden görünüşte çelişebildiğini açıklar. İki sayı aynı kaynak kapsamına uygulanmaz. Birincisi toplam alım referansıdır; ikincisi belirtilen ek kaynakların olumsuz etki değerlendirmesinde kullanılır. Kapsam silindiğinde gerçekte bulunmayan bir çelişki yaratılır.

Sınırın doğal besin ve içecek magnezyumunu kapsamaması, bütün magnezyumlu suların her miktarda ve her kişi için sınırsız güvenli olduğu anlamına gelmez. Böbrek işlevi, diğer bileşenler ve yüksek derişimlerin gastrointestinal etkileri ayrıca değerlendirilir. Özellikle magnezyumla birlikte sülfat gibi iyonların yüksek bulunduğu sularda yalnız tek elemente bakmak yetersizdir. [1, s.47; 2, s.494]

Daha dengeli bir mineral değerlendirmesi

Temsili olarak iki su karşılaştırılsın. A suyunda magnezyum 30 mg/L, sodyum 10 mg/L; B suyunda magnezyum 40 mg/L, sodyum 250 mg/L

olsun. Günde 1,5 L tüketimde magnezyum farkı 15 mg'dır; sodyum farkı ise 360 mg'dır. B suyunu yalnız daha yüksek magnezyum içerdiği için herkes açısından üstün saymak, eşlik eden bileşeni gözden kaçırır.

Bu temsili tablo belirli bir suyu kötülemek için değildir. Su karşılaştırmasının çok bileşenli olduğunu gösterir. Bir iyon bakımından avantaj gibi görünen özellik, bütün kullanıcılar için aynı anlamı taşımayabilir. Günlük alıma eklenen miktarlar açıkça yazıldığında kullanıcı veya sağlık uzmanı kararın hangi verilere dayandığını görebilir.

Magnezyumun sudaki yerini değerlendiren sağlam yaklaşım, üç ayrı bilgiyi birlikte korur: ölçülmüş derişim, toplam beslenme bağlamı ve doğrudan araştırılmış sağlık sonucu. İlk ikisi alımın büyüklüğünü açıklar; üçüncüsü bundan hangi sağlık hükmünün çıkarılabileceğini sınırlar. Böylece magnezyum ne önemsiz bir ayrıntıya indirgenir ne de her sorunu çözen bir maddeye dönüştürülür.

9. Sodyum ve klorür: miktarın belirlediği denge

Sodyum ve klorür vücut için gereklidir; buna karşılık fazla sodyum alımı bir sağlık sorunudur. Bu iki cümle çelişmez. Bir maddenin gerekli olması, her miktarda yararlı olduğunu göstermez. İçme suyunun sodyum katkısı ise suyun derişimine ve tüketilen hacme bağlıdır: bazı sularda küçük, bazı sularda toplam alım hesabına katılması gereken bir pay oluşturabilir. [1, s.20, 48; 2, s.491; 5]

Sodyum, hücre dışı sıvının başlıca katyonudur. Klorür de bu ortamın önemli anyonudur. Sıvı dağılımı, elektriksel dengeler, sinir iletimi ve kasların çalışmasıyla ilişkili süreçlerde rol alırlar. Klorür ayrıca mide asidinin oluşumuna katılır. Bu görevler, sodyum ve klorürün yalnız tat veren maddeler olmadığını gösterir. [1, s.48]

Sodyum ile sofra tuzu aynı kütle değildir

Sofra tuzunun temel bileşeni sodyum klorürdür. Bu bileşiğin kütlesinin tamamı sodyum değildir; klorür de kütleye katılır. Yaklaşık dönüşümde 1 g tuz, 400 mg sodyuma karşılık gelir. Sodyumdan tuz eşdeğerine geçmek için sodyum kütlesi yaklaşık 2,5 ile çarpılır. [5, “Sodium and salt converter”]

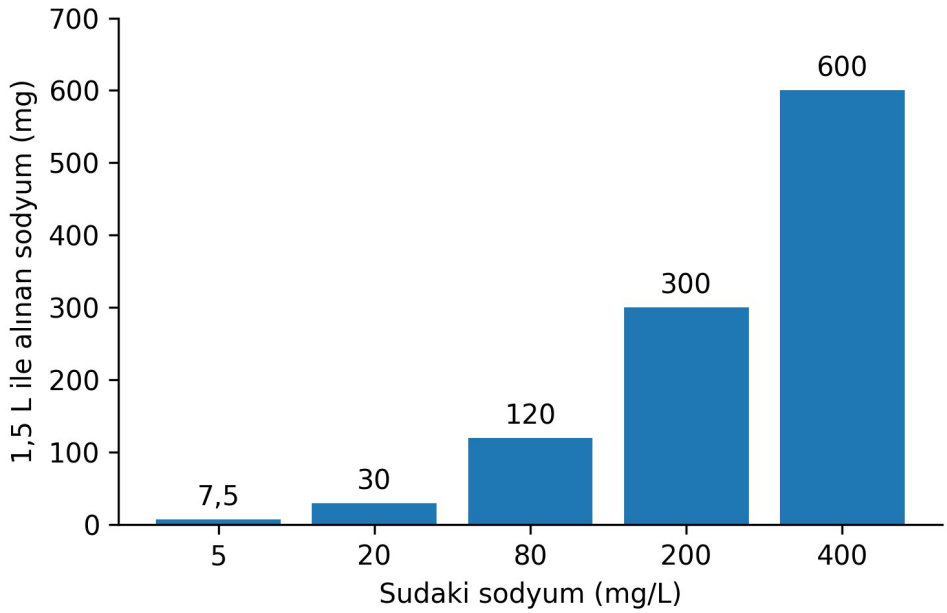
Temsili bir suyun sodyumu 80 mg/L ise 1,5 L tüketimde 120 mg sodyum alınır. Bunun tuz eşdeğeri yaklaşık 300 mg, yani 0,30 g'dır. Bu, suyun içinde mutlaka 300 mg sodyum klorür bulunduğunu söylemez. Sodyuma eşlik eden anyon bikarbonat veya başka bir iyon da olabilir. “Tuz eşdeğeri” karşılaştırma için kullanılan bir dönüşümdür; suyun bütün kimyasal türlerini belirlemez.

Bu ayrım özellikle etiket karşılaştırmalarında önemlidir. Bir üründe “sodyum”, diğerinde “tuz” yazıyorsa sayılar aynı birimdeymiş gibi karşılaştırılamaz. Miligram ve gram dönüşümü de ayrıca yapılmalıdır. Örneğin 0,3 g tuz ile 300 mg sodyum aynı değildir; 0,3 g tuz yaklaşık 120 mg sodyuma karşılık gelir.

Tablo 15. Sodyum ve tuz eşdeğeri: temsili su katkısı

Sodyum derişimi, mg/L	1,5 L'den sodyum, mg	Yaklaşık tuz eşdeğeri, g
5	7,5	0,019
20	30	0,075
80	120	0,300
200	300	0,750
400	600	1,500

Tablo gerçek marka veya bölge verisi değildir. Hacim matematiksel karşılaştırma için seçilmiş, tuz eşdeğerleri yuvarlatılmıştır. Son sütun suyun içinde mutlaka o miktarda sodyum klorür bulunduğu anlamına gelmez.



Şekil 7. Suyla sodyum alımı. Aynı tüketim hacminde sodyum katkısı derişime göre değişir. Temsili veriler; 1,5 L yalnız hesap hacmidir.

Dayanak: Özgün temsili hesap; **9. bölüm**.

Toplam günlük alım içinde suyun yeri

Dünya Sağlık Örgütü yetişkinler için günlük sodyum alımının 2.000 mg'ın, buna karşılık gelen tuz alımının yaklaşık 5 g'ın altında tutulmasını

önermektedir. Bu öneri bütün beslenmeye ilişkindir; litre başına içme suyu sınırı değildir. Yüksek sodyumlu beslenmenin kan basıncını yükseltmesi, bu önerinin temel gerekçelerindendir. [5, “Recommendations for reducing sodium”]

Bu toplam içinde suyun payı değişebilir. Temsili olarak besinlerden 1.800 mg sodyum alındığını düşünelim. 1,5 L sudan 30 mg geliyorsa toplam 1.830 mg olur. Aynı hacimde sudan 600 mg geliyorsa toplam 2.400 mg'a çıkar. Suyun iki durumda aynı miktarda içilmesi, aynı sodyum katkısını yaptığı anlamına gelmez.

Bu sayılar, belirli bir kişiye hazırlanmış beslenme planı değildir. Yalnız suyun bazı koşullarda küçük, başka koşullarda belirgin bir katkı sağlayabildiğini gösterir. Su kaynağı bilinmeden “sodyumun tamamı yemekten gelir” denilemez. Buna karşılık sudaki küçük katkıyı büyütüp yüksek sodyumlu besin örüntüsünü gözden kaçırmak da yanlıştır. [2, s.491]

Toplam hesabında görünmeyen başka kaynaklar da bulunabilir. Örneğin sodyum içeren bir ürün yalnız tuz tadıyla tanınmayabilir. Tat, maddeye özgü nicel analizin yerini tutmaz. Özellikle beslenme planında sodyumun ayrıca izlenmesi isteniyorsa, ilgili içeceklerin ve suyun ölçülmüş bileşimi üzerinden hesap yapmak daha açıklayıcıdır.

Tat eşiği bir sağlık sınırı değildir

WHO içme suyu rehberinde sodyumun 200 mg/L üzerindeki derişimlerde kabul edilebilir olmayan tada yol açabileceği belirtilir; tat, eşlik eden anyona ve koşullara da bağlıdır. Bu değer herkes için tek bir sağlık eşiği değildir. Suyun tadına bakıp günlük sodyum katkısını kesin olarak belirlemek mümkün değildir. [2, s.245, 491]

Bir su 150 mg/L sodyum içeriyorsa, “200'ün altında olduğundan toplam sodyum açısından dikkate alınmaz” denilemez. 2 L örnek tüketim hacminde 300 mg sodyum sağlar. Bu miktarın kişinin toplamındaki önemi ayrıca değerlendirilir. Tersine, tatla ilgili bir aralığın üstünde olmak da tek başına bütün sağlık etkilerinin aynı anda ortaya çıktığı bir eşik anlamına gelmez.

Bu, su kalitesi rehberlerini okurken sık karşılaşılan bir ayrımdır. Kabul edilebilirlik, işletme gerekliliği ve sağlık temelli değer farklı amaçlarla kullanılır. Sayının hangi amaca ait olduğu silindiğinde yanlış bir güvenlik veya tehlike mesajı üretilebilir. [2, s.7, 237–248]

Sodyum için suya özgü rehber değer olmaması ne anlama gelir?

WHO, içme suyundaki sodyum için sağlık temelli bir rehber değer önermemektedir. Bu hüküm, toplam beslenmede fazla sodyumun önemsiz olduğunu söylemez. İçme suyuna özel bir sınır türetme sorusu ile toplam günlük sodyum alımının sağlık etkileri aynı değerlendirme değildir. İki konuya ilişkin kurumsal ifadeler kapsamları korunarak birlikte okunmalıdır. [2, s.491; 5]

Bu nedenle “WHO sodyum için limit koymamış, öyleyse yüksek sodyumlu su herkes için uygundur” sonucu yanlıştır. Aynı şekilde toplam günlük 2.000 mg önerisini alıp bunu litre başına su sınırı gibi yazmak da yanlıştır. Birim ve kapsam, değerlendirmeyi belirler.

Bir suyun sodyumunu yorumlamak için ölçülmüş mg/L değeri, gerçek tüketim hacmi ve toplam beslenme birlikte kullanılır. Sağlık nedeniyle özel bir kısıtlama varsa bu ayrıca dikkate alınır. Genel bir içme suyu tablosu, kişisel tedavi planının yerini alamaz.

Yumuşatma sırasında sodyum artışı

Sodyumlu iyon değişimiyle yumuşatmada, sertliğe katkıda bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonları sudan alınırken yerlerine sodyum geçebilir. Bu nedenle suyun yumuşaması, sodyumun azalması anlamına gelmez. Aynı işlemin iki farklı sonucu vardır: sertlik azalır, sodyum katkısı artabilir. [1, s.19–20; 2, s.491]

Yük eşdeğerliğine dayalı yaklaşık bir hesapla, giderilen her 100 mg/L $CaCO_3$ sertlik başına yaklaşık 46 mg/L sodyum artışı beklenir. Bu eğitim hesabı, değişimin sodyumlu reçineyle gerçekleştiğini, eşdeğerlik ilişkisinin geçerli olduğunu ve başka karışım veya işlem olmadığını varsayar. Gerçek çıkış suyu yine ölçülmelidir.

Temsili olarak girişte 20 mg/L sodyum bulunan bir sudan 200 mg/L $CaCO_3$ sertlik giderilsin. Yaklaşık sodyum artışı 92 mg/L, son sodyum ise 112 mg/L olur. Bu sudan 1,5 L içildiğinde sodyum katkısı 168 mg'dır. İşlem öncesinde aynı hacim 30 mg sağlardı; aradaki fark 138 mg'dır.

İyon değişimi hesabının kimyasal temeli

100 mg $CaCO_3$ eşdeğeri yaklaşık 2 miliekivalan yükü temsil eder. Tek değerlikli sodyumun bir miliekivalanı yaklaşık 23 mg olduğundan aynı yükün sodyum karşılığı yaklaşık 46 mg'dır. Hesap bir ürünün sertifikalı performans sonucu değil, ideal eşdeğerlik modelidir. Reçine türü, giriş bileşimi ve son karışım bilgisi bilinmeden her sisteme uygulanmaz.

Bu model, yumuşatma ile ters ozmozun neden aynı kategoriye konmaması gerektiğini de gösterir. İkisi de suyu değiştirebilir; fakat değişimin türü farklıdır. “Arıtılmış su” ifadesi, hangi iyonun ne kadar değiştiğini söylemek için yetersizdir. [1, s.16–20]

Sodyum yerine başka bir iyon kullanılan sistemlerde hesap yeniden yapılmalıdır. “Tuz kullanmıyor” veya “sodyumsuz” gibi bir tanım, son suyun bütün bileşenlerinin kendiliğinden uygun olduğu anlamına gelmez. Hangi maddenin kullanıldığı ve son üründe ne ölçüldüğü açık olmalıdır.

Klorür ile dezenfeksiyon kloru aynı değildir

Klorür iyonu, Cl^- biçiminde ifade edilen çözünmüş bileşendir. İçme suyunun dezenfeksiyonunda kullanılan klor ve klorla ilişkili dezenfektan türleriyle aynı analitik başlık değildir. Suda klorür ölçülmesi, o miktarda serbest klor dezenfektanı bulunduğu anlamına gelmez. Bir rapordaki “klorür” satırıyla “serbest klor” satırını birbirine geçirmek temel bir kimyasal hatadır. [2, s.241, 389–390]

Klorürün vücutta fizyolojik görevleri vardır; fakat bu bilgi dezenfektan kalıntılarının değerlendirmesini ortadan kaldırmaz. Benzer adların kullanılması, maddelerin işlev ve davranışlarının aynı olduğunu göstermez. Su analizinin dili, gündelik sözcük benzerliğinden daha hassas okunmalıdır. [1, s.48; 2, s.389–390]

Sodyum ve klorür çoğu tartışmada birlikte anılsa da her suda aynı oranda bulunmaları gerekmez. Sodyum bikarbonat veya kalsiyum klorür gibi farklı bileşimler düşünülebilir. Bu nedenle sodyum ölçümünden klorür derişimi, klorür ölçümünden de sodyum derişimi tek başına hesaplanamaz. Eşlik eden bütün iyonlar bilinmeden tuz türü varsayılmamalıdır.

Düşük kan sodyumu ile düşük sodyumlu su

Hiponatremi, kandaki sodyum derişiminin düşük olmasıdır; yalnız içilen suyun sodyumunun düşük olmasının başka adı değildir. Sıvı alımı ve tutulması, kayıplar ve fizyolojik düzenleme bu durumda önem taşır. Özellikle uzun süreli egzersiz bağlamında aşırı sıvı tüketimi, su-sodyum dengesini bozabilir. CDC, çok miktarda sıvı içmenin her koşulda güvenli olduğu anlayışının tehlikeli olabileceğini vurgular. [19, "Exercise-induced hyponatremia"]

Bu bilgi, günlük hayatta herkese suya tuz ekleme önerisi olarak kullanılamaz. Egzersiz, sıcak maruziyeti, hastalık ve olağan yaşam koşulları aynı değildir. Toplam sodyum fazlalığına ilişkin toplum sağlığı önerileriyle belirli koşullardaki akut sıvı-elektrolit sorunları birbirine karıştırılmamalıdır.

Aynı nedenle mineralli bir su kullanmak, aşırı sıvı alımının bütün risklerini ortadan kaldırdığı varsayılan bir güvenlik önlemi değildir. İçecekte bazı mineraller bulunması ile kişinin aldığı toplam sıvının uygun olması farklı sorulardır. Hiponatremi bir etiket değerlendirmesi değil tıbbi değerlendirme konusudur. [19]

Tek bir sayıdan daha açıklayıcı bir karşılaştırma

Temsili bir kişinin iki su arasında seçim yaptığını düşünelim. A suyunda sodyum 15 mg/L, magnezyum 5 mg/L; B suyunda sodyum 150 mg/L, magnezyum 20 mg/L olsun. Günlük 1,5 L hacimde B suyu A'ya göre 22,5 mg daha fazla magnezyum ve 202,5 mg daha fazla sodyum sağlar. Bu bilgiler birlikte verildiğinde karşılaştırma anlaşılır olur.

Yalnız magnezyum farkını yazmak, bütün mineral değişimini göstermemiş olur. Yalnız sodyum farkını yazmak da beslenme bağlamının tamamını vermez. İlgili kişinin toplam alımları ve gereksinimleri bilinmeden bütün kullanıcılar için tek bir "en iyi" hükmü kurulamaz. Bu, sayılardan kaçınmak değil doğru sayıları aynı tabloda tutmaktır.

Sodyum ve klorürü değerlendirmede korunması gereken çizgi nettir: fizyolojik gereklilik, günlük alım hedefi, su derişimi, tat ve kişisel sağlık koşulu ayrı kavramlardır. Bunlar doğru birimlerle birleştirildiğinde suyun katkısı hesaplanabilir. Kavramlar birbirinin yerine geçtiğinde ise doğru görünen sayılar yanlış bir sağlık mesajına dönüşebilir.

10. Potasyum: hücre içindeki büyük pay

Potasyumun insan vücudundaki önemi büyüktür; doğal içme sularının çoğunda beslenmeye yaptığı katkı ise kalsiyum ve magnezyuma göre daha sınırlıdır. Bu iki özellik birlikte söylenmelidir. Bir mineralin çok önemli olması, içme suyunun mutlaka o mineralin başlıca kaynağı olduğu anlamına gelmez. Kaynağın değerini belirleyen, mineralin görevleri kadar o kaynaktan alınan gerçek miktardır. [1, s.5, 43, 48; 2, s.483–484]

Hücre içi ve hücre dışı aynı ortam değildir

Potasyum, ağırlıklı olarak hücre içinde bulunan katyondur; sodyum ise hücre dışı sıvıda başlıca katyondur. Bu dağılım, sıvı hacmi ve elektriksel dengelerin sürdürülmesinde rol oynar. Sinir iletimi ve kasların çalışması, hücre zarının iki tarafındaki iyon düzeninden bağımsız değildir. Potasyumun görevi yalnız kalp veya kas başlığına indirgenemez; hücresel düzenin parçasıdır. [1, s.48]

Magnezyumla ilişkili süreçler de bu düzeni etkileyebilir. WHO derlemesinde magnezyumun hücresel sodyum-potasyum düzeniyle ilişkisi ve yetersizlik durumunda başka elektrolitlerin etkilenebileceği tartışılır. Bu, beslenmenin tek bir elementin izole hesabından daha karmaşık olduğunu gösterir. Ancak etkileşim bilgisi, gereksiz yere birden fazla mineral ürününün birlikte kullanılmasını haklı çıkarmaz. [1, s.101–102]

Bir mineralin hücre içinde yoğunlaşması, dışarıdan alınan her miktarın doğrudan ve yalnız hücre içine gideceği anlamına gelmez. Emilim, dolaşım, hücreler arası dağılım ve atılım süreçleri bulunur. Suya eklenen miktar ile hücre içindeki derişim arasında tek adımlı bir eşitlik kurulamaz. [6, “Introduction”]

Günlük referans ile suda bulunan miktar

NIH'nin aktardığı ABD/Kanada yeterli alım değerleri, sağlıklı yetişkin erkeklerde 3.400 mg/gün, kadınlarda 2.600 mg/gündür. Bunlar RDA değil, yeterli alım yani AI değerleridir. Potasyum atılımı hastalık veya ilaç

nedeniyle bozulmuş kişiler için bu genel değerler doğrudan uygulanmaz. [6, “Recommended Intakes”, Tablo 1]

Bu değerleri suyun potasyumuyla karşılaştırırken önce günlük alım hesaplanır. Temsili olarak 3 mg/L potasyum içeren sudan 1,5 L içilirse 4,5 mg alınır. Bu, 2.600 mg'lık referansın yaklaşık %0,17'sidir. Aynı hacimde 20 mg/L içeren bir su ise 30 mg sağlar; oran yaklaşık %1,15 olur. İki katkı da sıfır değildir, fakat bu örneklerde toplam gereksinimi taşıyan başlıca kaynak değildir.

Tablo 16. Potasyum katkısını ölçek içinde görmek

Temsili suyun potasyumu, mg/L	1,5 L'den alınan, mg	2.600 mg referansına oran
1	1,5	%0,06
3	4,5	%0,17
10	15	%0,58
20	30	%1,15
100	150	%5,77

Tablo, doğal suların tipik dağılımını gösteren bir veri seti değildir. Farklı derişimlerin aritmetik sonucunu gösterir. Yüksek satırın varlığı, böyle bir derişimin hedeflenmesi veya herkes için önerilmesi anlamına gelmez.

Bu ölçek, bazı pazarlama ifadelerini değerlendirmede işe yarar. Bir üründe potasyum bulunması gerçek olabilir; fakat miktar düşükse “potasyum kaynağı” anlatısının günlük alım içindeki ağırlığı küçük kalır. Besin öğesinin varlığı ile anlamlı miktarda katkı sağlaması ayrı düzeylerdir.

Küçük bir başlangıç değeri, büyük bir yüzde üretir

Temsili bir suyun potasyumu 1 mg/L'den 3 mg/L'ye yükseltilsin. Göreli artış %200'dür. Bu ifade matematiksel olarak doğrudur. Ancak 1,5 L hacimde günlük katkı 1,5 mg'dan 4,5 mg'a çıkmıştır; mutlak artış yalnız 3 mg'dır. Yüzde tek başına verildiğinde küçük miktar farkı olduğundan daha büyük algılanabilir.

Benzer biçimde “potasyum üç katına çıktı” cümlesi, eski ve yeni miktarlar söylenmediğinde eksiktir. Bir mineralin zenginleştirilmesine ilişkin değerlendirmede hem başlangıç hem son derişim hem de günlük

katkı gösterilmelidir. Ürün içindeki değişim yüzdesi, insanın toplam alımındaki değişim yüzdesi değildir.

Bu ilke yalnız potasyuma özgü değildir; fakat potasyumun birçok suda düşük düzeyde bulunması nedeniyle burada özellikle görünür olur. Sıfıra yakın bir başlangıç değeri büyük göreli değişimlere elverişlidir. Bilimsel anlatım bu etkiyi kullanarak önem görüntüsü üretmez; mutlak miktarı da verir. [2, s.483–484]

Besin kaynakları ile su aynı görevde olmayabilir

WHO'nun potasyum değerlendirmesinde başlıca alım kaynağının besinler olduğu belirtilir. Suyun katkısı, sıradan koşullarda bu toplamın daha küçük bir parçasıdır. Bu nedenle su seçimindeki bir değişikliği bütün potasyum beslenmesinin düzeltilmesi gibi sunmak doğru değildir. Su, uygun bileşimdeyse katkı yapar; genel beslenme örüntüsünün yerine geçmez. [2, s.483–484]

Bir kişinin sebze, baklagil veya başka besinleri ne ölçüde tükettiğine ilişkin bilgi olmadan, yalnız suyun potasyumundan toplam yeterlilik sonucu çıkarılamaz. Burada belirli besinler için sabit miligramlar sıralamak yerine temel yaklaşım önemlidir: bütün kaynakların gerçek miktarı ve alışılmış tüketimi değerlendirilir. Etiket karşılaştırması, beslenme değerlendirmesinin tamamı değildir. [6, “Sources of Potassium”]

Suyun küçük katkısını kabul etmek, o suyu kötü veya faydasız yapmaz. İçme suyunun ilk işlevi su sağlamaktır; her besin öğesinin ana kaynağı olması gerekmez. Bir su, potasyum bakımından sınırlı katkı yaparken kalsiyum veya magnezyum açısından farklı bir profile sahip olabilir. Her element ayrı hesaplanmalıdır.

Sodyumun yerine potasyum kullanıldığında

Bazı su yumuşatma uygulamalarında sodyum yerine potasyum içeren tuzlar kullanılabilir. Bu durumda “sodyum eklenmiyor” bilgisi önemlidir ama tek başına yeterli değildir. Suda potasyum artışı oluşabileceği için son bileşim ve kullanıcının koşulları ayrıca değerlendirilmelidir. WHO, potasyumlu iyon değişimiyle yumuşatılmış suyun duyarlı kişiler için önem taşıyabileceğini belirtir. [2, s.483–484]

Eşdeğerlik hesabıyla, 100 mg/L $CaCO_3$ sertliğinin potasyumlu değişimle giderilmesi yaklaşık 78 mg/L potasyum artışına karşılık gelir. Bu, iki miliekivalan yükün potasyumun yaklaşık 39,1 mg/miliekivalan kütlesiyle

çarpılmasıyla elde edilir. Model ideal iyon değişimini ve başka işlem olmamasını varsayar; gerçek cihaz performansını ölçmüş sayılmaz.

Temsili olarak 200 mg/L $CaCO_3$ sertlik giderildiğinde ek potasyum yaklaşık 156 mg/L olur. Girişte 4 mg/L potasyum varsa son derişim yaklaşık 160 mg/L'ye ulaşır. Bu sudan 1,5 L tüketildiğinde yaklaşık 240 mg potasyum alınır. Bu kez sıradan düşük potasyumlu örneklerin çok üzerinde bir katkı söz konusudur.

Bu hesap, potasyumlu yumuşatmanın her kişi için uygunsuz olduğunu göstermez. Gösterdiği şey, suyun kimyasal profilinin işlemle değiştiği ve "sodyumsuz" sözcüğünün bütün değerlendirmeyi bitirmediğidir. Bir iyonun azalması veya kullanılmaması, başka bir iyonun önemini ortadan kaldırmaz.

Böbrek işlevi ve potasyum atılımı

Potasyumun vücuttan uzaklaştırılmasında böbrekler önemli rol oynar. Böbrek işlevi veya potasyum atılımını etkileyen ilaçlar nedeniyle denge değişebilir. Bu nedenle genel nüfus için beslenme değerlendirmesi ile potasyum atılımı bozulmuş kişinin değerlendirmesi aynı değildir. [6, "Introduction" ve Tablo 1 dipnotu]

Bu durumda bir suyun ek potasyum katkısı, yalnız günlük referansın yüzdesiyle güvenli ilan edilmemelidir. Referansın hangi kişiler için oluşturulduğu sorulmalıdır. Bir genel değer, kapsamı dışındaki kişiye aynen taşındığında yanlış karar üretir.

Bunun tersi yönde, böbrek hastalığı bulunan kişilerde özel değerlendirme gerektiği için herkesin potasyum içeren sudan kaçınması gerektiği sonucu da çıkarılamaz. Duyarlı gruba ilişkin bilgi ile genel nüfusa ilişkin bilgi doğru kapsamda tutulmalıdır. Bilimsel anlatım, istisnayı saklamadan da herkese genellemeden de açıklayabilir.

Kan potasyumu bir su etiketi değildir

Kan potasyumu klinik açıdan önemli bir ölçümdür; ancak günlük su katkısıyla bire bir aynı büyüklük değildir. Hücre içi ve hücre dışı dağılım, kayıplar, böbrek işlevi ve başka koşullar sonucu etkiler. Bir etiketin potasyumu düşük diye kişinin kan potasyumunun düşük olduğu söylenemez. Aynı şekilde kanda potasyum sorunu bulunduğunda nedeni yalnız içilen suya bağlamak doğru değildir. [1, s.48; 6, "Introduction"]

Su analizinde mg/L, kan analizinde ise çoğu zaman farklı birimlerle farklı ortamın derişimi görülür. Ortamlar arasında doğrudan eşitlik kurmak, hem birim hem fizyoloji hatasıdır. İki sayı yan yana getirilebilir; fakat aralarındaki ilişki ancak doğru değerlendirme içinde açıklanır.

Potasyum-sodyum oranı tek başına yeterli mi?

Bir suyun potasyum-sodyum oranı, bileşim hakkında sınırlı bir bilgi verebilir. Ancak mutlak derişimler olmadan beslenme etkisi belirlenemez. Temsili A suyunda potasyum 2 mg/L, sodyum 1 mg/L; B suyunda potasyum 200 mg/L, sodyum 100 mg/L olsun. Her iki suda kütle oranı 2'dir; günlük katkılar yüz kat farklıdır.

Ayrıca suyun oranı, bütün günün toplam potasyum-sodyum oranı değildir. Besinlerin katkısı toplamı değiştirebilir. Bu nedenle etiket üzerinde görülen bir oranı kişinin beslenme dengesi gibi sunmak doğru değildir. Her iki iyon için derişim, hacim ve diğer kaynaklar birlikte hesaplanmalıdır.

Kütle oranı ile mol oranı da ayrılmalıdır. Sodyum ve potasyumun atom kütleleri farklı olduğundan aynı miligram sayıları aynı iyon miktarını göstermez. Oran verilen bir bilimsel çalışmanın hangi birimi kullandığı belirtilmeden sonuç başka bir tabloya taşınmamalıdır.

Küçük katkı, büyük iddia

Temsili bir reklam “Hücrelerin çalışması için potasyum gereklidir; suyumuz potasyum içerir; bu yüzden hücresel sağlığınızı güçlendirir” diye ilerleyebilir. İlk cümle fizyolojik bilgidir. İkinci cümle kimyasal analiz iddiasıdır. Üçüncü cümle ise ilk ikisinin otomatik sonucu değildir. Etkinin gösterilmesi için miktar, kullanım ve sonlanım belirlenmelidir.

Suyun 3 mg/L potasyum içerdiği doğrulansa bile bu bilgi, günlük 1,5 L'den gelen 4,5 mg'ın belirli bir klinik sonuç doğurduğunu göstermez. Doğru sayı, desteklenmemiş sağlık cümlesine dayanak olarak kullanılamaz. Bu hata, mineralin önemiyle üründen gelen miktarın önemini birbirine karıştırır.

Potasyum için sağlam yaklaşım, fizyolojik önemini kabul etmek ve suyun katkısını gerçek ölçeği içinde tutmaktır. Düşük katkı olan yerde düşük, işlemle yükselmiş katkı olan yerde yüksek denilmelidir. Böylece temel bir mineral ne göz ardı edilir ne de adı bir etiket üzerinde geçtiği için bütün sağlık yararlarının kaynağı gibi sunulur.

11. Bikarbonat ve sülfat: eşlik eden iyonlar

Bir suyun kalsiyum ve magnezyumunu bilmek, mineral bileşiminin tamamını bilmek değildir. Pozitif yüklü iyonlara negatif yüklü iyonlar eşlik eder. Bikarbonat ve sülfat bunlar arasındadır. Bu iyonların miktarı suyun kimyasal davranışını, tadını ve bazı koşullarda tüketimle ilişkili etkilerini değiştirir. Bir suyu yalnız iki katyon üzerinden değerlendirmek, resmin diğer yarısını eksik bırakır. [1, s.14–15; 2, s.245, 494]

Bikarbonat bir kalsiyum ölçüsü değildir

Bikarbonat HCO_3^- ile gösterilir. Kalsiyum, magnezyum veya sodyumla birlikte bir suyun iyon bileşimine katılabilir. Bu yüzden etikette yüksek bikarbonat görülmesi, mutlaka yüksek kalsiyum veya yüksek magnezyum bulunduğu anlamına gelmez. Eşlik eden katyonlar ayrı ölçülmelidir.

Bu ayrım, “bikarbonatlı su”, “alkali su” ve “mineralli su” ifadelerinin neden birbirinin tam karşılığı olmadığını açıklar. Biri belirli bir iyonu, biri asit-baz özelliğini, diğeri ise daha genel bir bileşim tanımını işaret edebilir. İfade ne kadar genişse, gerçek mineral katkısını hesaplamak için o kadar çok ayrıntı gerekir. [14; 2, s.245, 480]

Bikarbonat doğal suların alkalinitesinde önemli rol oynar. Alkalinite asit nötralizasyon kapasitesidir; yalnız pH değildir. Bir suyun başlangıç pH'ı ile asit eklendiğinde göstereceği değişim aynı ölçümle açıklanamaz. Bikarbonatın önemi burada, suyun tamponlama davranışına yaptığı katkıda ortaya çıkar. [14]

Birim değiştiğinde sayı da değişir

Alkalinite bazen mg/L $CaCO_3$, bikarbonat ise mg/L HCO_3^- olarak raporlanır. İki değerin sayısal olarak aynı olması beklenmez. Bikarbonatın baskın alkalinite bileşeni olduğu ve diğer katkıların ihmal edildiği basitleştirilmiş bir hesapta, bikarbonat kütlesi $CaCO_3$ eşdeğeri alkalinitenin yaklaşık 1,22 katına karşılık gelir.

Bu katsayı, bir miliekivalan bikarbonatın yaklaşık 61 mg, bir miliekivalan $CaCO_3$ eşdeğerinin ise yaklaşık 50 mg olmasından türetilir. Temsili olarak alkalinite 150 mg/L $CaCO_3$ ise, yalnız belirtilen varsayımlar

altında bikarbonat yaklaşık 183 mg/L hesaplanır. Bu, her pH ve her bileşimde kullanılabilecek genel bir analiz dönüşümü değildir.

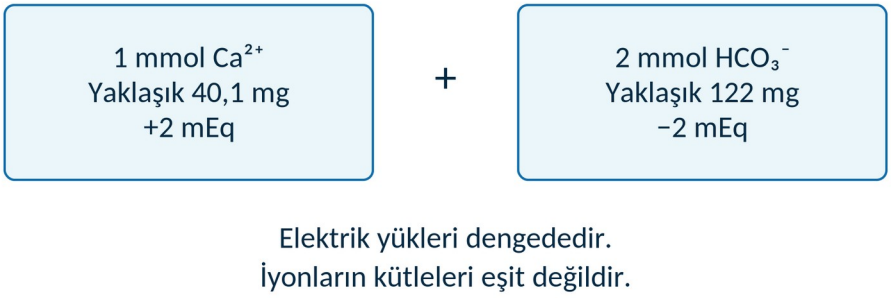
Koşullu dönüşüm

Bikarbonat baskınsa: HCO_3^-, mg/L ≈ 1,22 × alkalinite, mg/L $CaCO_3$.

Örnekte: 1,22 × 150 = 183 mg/L.

Karbonat, hidroksit veya başka alkalinite bileşenlerinin katkısı önem taşıyorsa bu sadeleştirme yeterli değildir. Birim benzerliği, bütün kimyasal türlerin bilindiği anlamına gelmez.

Alkalinite ile sertliğin ikisinin de $CaCO_3$ eşdeğeriyle yazılabilmesi başka bir karışıklık yaratır. Sertlik ve alkalinite aynı kavram olmadığı için biri diğerinin yerine kopyalanamaz. Bikarbonat hesabını sertlik değerine otomatik uygulamak, iki ayrı özelliği birleştirir. [2, s.436–437; 14]



Şekil 8. İyon yükü ile kütle farkı. Yük eşitliği kütle eşitliği değildir. Temsili iyon eşdeğerliği: 1 mmol Ca^{2+} ile 2 mmol HCO_3^- zıt işaretli eşit yük taşır; kütleleri farklıdır.

Dayanak: Özgün stokiyometrik hesap; **11. bölüm**.

Karbonat dengesi ve kireç oluşumu

Kalsiyum karbonat, karbondioksit ve su arasındaki ilişki, bazı doğal suların bileşimini anlamaya yardımcı olur. Basitleştirilmiş tepkime şu biçimde gösterilebilir:

$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{2-} + 2\ HCO_3$.

Bu denklemde atomlar ve elektrik yükleri dengededir. Sol taraftaki koşullar çözünmeyi, ters yön ise belirli koşullarda çökelmeyi düşünmeye yardımcı olur. Gerçek bir suyun hangi yönde davranacağını yalnız bu denklemden söylemek yeterli değildir; kimyasal bileşim ve fiziksel

koşullar gerekir. Denklem öğretici bir denge gösterimidir, tek başına tesis işletme hesabı değildir.

Isıtma ve diğer koşullar nedeniyle oluşan birikimler, suyun kabul edilebilirlik ve kullanım özellikleri içinde değerlendirilir. Bir kapta çökelti görülmesinin insan vücudunda aynı olayın gerçekleştiği anlamına gelmediği burada da korunmalıdır. Kimyasal süreç, bulunduğu ortamla birlikte yorumlanır. [2, s.243–244]

Karbonatlı mineral ortamından çözünerek suya geçen kalsiyum ile sonradan uygun bir mineral bileşiğiyle suya eklenen kalsiyumun kökeni farklı olabilir. Ancak beslenme değerlendirmesi, yalnız köken etiketine bakmaz; son kimyasal biçim, miktar ve kullanılabilirliği ele alır. Kaynak hikâyesi, son bileşim bilgisinin yerini tutmaz. [1, s.1–5, 41]

Bikarbonat miktarından sağlık sonucu çıkarılamaz

Bikarbonat içeriği, belirli araştırmalarda fizyolojik etkiler bakımından incelenebilir. Ancak bir etikette bikarbonat görülmesi, kanın pH'ının belirli miktarda değiştiğini veya bütün vücudun “alkalileştirildiğini” göstermez. Suyun asit-baz davranışı ile insanın asit-baz düzenlemesi aynı hesap değildir. [1, s.48; 15]

Bir sağlık iddiası için hangi bileşimdeki suyun, hangi miktarda ve kimlerde incelendiği belirlenmelidir. Bikarbonat yüksek bir su aynı zamanda yüksek sodyum taşıyabilir; başka bir su farklı katyonlara sahip olabilir. Bu iki suyu yalnız bikarbonat sayısına göre eşdeğer saymak doğru değildir.

Temsili olarak A suyunda bikarbonat 600 mg/L ve sodyum 15 mg/L, B suyunda bikarbonat yine 600 mg/L ve sodyum 250 mg/L olsun. 1 L tüketimde bikarbonat katkısı aynı görünürken sodyum katkısı farklıdır. Bu örnek gerçek bir marka bileşimi değildir; tek iyon eşitliğinin bütün ürün eşitliği olmadığını gösterir.

Gazlı olma özelliği de ayrı bir sorudur. Karbondioksitin suda bulunması, kalsiyum veya magnezyumun belirli miktarda bulunduğunu tek başına göstermez. Bir içeceğin gazlı olmasıyla mineral analizinin aynı bilgi sayılması doğru değildir. Bileşenler ayrı ad ve birimleriyle değerlendirilmelidir.

Sülfat ile kükürt aynı kütle değildir

Sülfat SO_4^{2-} biçimindeki anyondur. Kükürt ve oksijenden oluşur. Bir raporda 300 mg/L sülfat yazılması, 300 mg/L elementel kükürt bulunduğu anlamına gelmez. Yaklaşık kütle hesabında sülfatın üçte biri kükürttür; geri kalan büyük pay oksijendir. Bileşik veya iyon kütlesini element kütlesine eşitlememek gerekir.

Bu ayrım suda "kükürt var" diye yapılan yorumlarda önemlidir. Sülfat, hidrojen sülfür ve başka kükürtlü türler aynı madde değildir. Tat, koku ve kimyasal davranışları birbirinin yerine geçirilemez. Belirli bir tür için verilen bilgi, yalnız ortak element adından hareketle diğerine aktarılmamalıdır. [2, s.244–245, 440, 494]

Sülfat doğal mineral kaynaklardan suya geçebilir; insan faaliyetleri de katkıda bulunabilir. WHO rehberi, yüksek derişimlerin özellikle bazı yeraltı sularında doğal kökenli olabileceğini belirtir. Bu durum, doğal kaynağın her zaman düşük maruziyet sağladığı varsayımını sınırlar. [2, s.494]

Günlük sülfat katkısı nasıl hesaplanır?

Temsili olarak sülfatı 40 mg/L olan bir sudan 1,5 L içildiğinde 60 mg sülfat alınır. Sülfatı 600 mg/L olan bir suda aynı hacim 900 mg sağlar. İki katkı arasındaki fark, kaynağın "doğal" veya "işlenmiş" diye adlandırılmasından değil ölçülmüş derişimden kaynaklanır.

WHO, genel olarak besinlerin sülfat alımında önemli kaynak olduğunu; yüksek sülfatlı içme suyu bulunan yerlerde ise suyun başlıca kaynak hâline gelebileceğini belirtir. Dolayısıyla "su her zaman küçük paydır" önermesi sülfat için de koşulsuz kullanılamaz. [2, s.494]

Tablo 17. İki anyon için ayrı hesap: temsili örnek

Bileşen	Derişim, mg/L	Tüketim, L	Alınan miktar, mg
Bikarbonat	240	1,5	360
Sülfat	80	1,5	120
Bikarbonat	600	0,5	300
Sülfat	600	0,5	300

İki farklı iyonun aynı kütlede alınması, aynı fizyolojik etkiye veya aynı besinsel değere sahip olması demek değildir. Tablo yalnız kütle hesabını gösterir.

Bağırsak etkisi ve eşiklerin doğru okunması

Yüksek sülfat içeren suların gastrointestinal etkileri araştırılmıştır. WHO bilgi notunda, bazı deneysel koşullarda laksatif etki gözlendiği belirtilir. Bununla birlikte sülfat için sağlık temelli tek bir rehber değer önerilmemektedir. Bu durum yüksek derişimlerin değerlendirme dışı olduğu anlamına gelmez. [2, s.494]

Aynı bilgi notu, sülfatı 500 mg/L'yi aşan içme suyu kaynakları hakkında sağlık makamlarının bilgilendirilmesini önerir. Bu sayı, evrensel bir günlük alım hedefi değildir; herkes için kesin hastalık başlangıcı veya bütün koşullarda güvenli tüketim çizgisi olarak okunmamalıdır. Bildirim önerisi, sağlık temelli sınır ve beslenme gereksinimi farklı kavramlardır. [2, s.494]

Bir suda magnezyum ile sülfatın birlikte yüksek olması durumunda yalnız magnezyum katkısını öne çıkarmak, suyun toplam etkisini eksik anlatabilir. İlgili bileşim ve tüketim miktarı birlikte değerlendirilmelidir. Aynı nedenle bir araştırmada sülfatlı mineral suya ilişkin sonuç bulunduğunda, bunu aynı magnezyum derişimindeki bütün sulara aktarmak doğru olmaz.

Burada “mineralce zengin” ifadesinin sınırlılığı açıkça görülür. Zenginliğin hangi bileşenle ilgili olduğu, ne kadar tüketildiği ve hangi sonucun beklendiği bilinmeden yarar hükmü kurulamaz. Bir özellik tat, kabul edilebilirlik ve gastrointestinal yanıt bakımından aynı kişide farklı önem taşıyabilir.

Teknik uygunluk, beslenme üstünlüğü değildir

Alkalinite ve mineral bileşimi, arıtılmış suyun dağıtım sistemiyle uyumlu hâle getirilmesinde önem taşır. Bir suyun korozyon ve işletme açısından uygun koşullara getirilmesi, güvenilir su tedarikinin parçasıdır. Fakat teknik dengelemenin her bileşeni, ayrı bir insan beslenmesi hedefi gibi sunulmamalıdır. [1, s.2, 17–19; 2, s.437]

Örneğin suyun alkalinitesini artıran bir işlem, kalsiyumu da artırabilir veya artırmayabilir; kullanılan madde ve yöntem önemlidir. Yalnız pH'ın yükselmesi, beklenen kalsiyum-magnezyum katkısının gerçekleştiğini kanıtlamaz. Son ürünün ilgili iyonları ölçülmelidir.

Teknik bir hedef için kullanılan sayı, başka bir amaç için yeniden değerlendirilmeden taşınamaz. Bir tesisin belirli alkalinite aralığında çalışmasının uygun bulunması, bütün insanların o aralıkta su içmesinin klinik olarak üstün olduğu anlamına gelmez. Teknik ve biyolojik hedefler birbirini etkileyebilir; ama aynı oldukları varsayılmamalıdır.

Bir etikette bütün bileşimi görmek

Bikarbonat ve sülfat satırları, kalsiyum ve magnezyum satırlarının süsü değildir. Suyun kimyasal profilinin tamamlanmasına yardım eder. Buna karşılık bu anyonların varlığı da kendi başına sağlık sonucuna dönüşmez. Etiketi doğru okumak, her satırı ait olduğu kavram içinde tutmaktır.

İyi bir karşılaştırma, örneğin “bu su 1,5 L tüketimde 90 mg kalsiyum, 30 mg magnezyum, 45 mg sodyum ve 120 mg sülfat sağlar” diyebilir. Bu dört sayı, tek bir “toplam mineral” övgüsünden daha kullanışlıdır. Ancak yine de suyun mikrobiyolojik güvenliği veya belirli bir hastalığa etkisi için gerekli diğer bilgiler ayrı kalır. Bileşimin açıklanması, bütün soruların aynı anda yanıtlanması değildir.

12. Eser elementler: gereklilik ile fazlalık arasında

Eser elementlerin küçük miktarlarda gerekli olması, etkilerinin önemsiz olduğu anlamına gelmez. Demir, çinko, bakır, iyot, selenyum ve manganez farklı fizyolojik görevlere katılır. Ancak bu elementlerin içme suyunda bulunması, her durumda yararlı bir zenginleşme sayılmaz. Gereksinim, kimyasal biçim, toplam alım ve fazla maruziyet aynı değerlendirmede birlikte ele alınmalıdır. [1, s.41–48; 2, s.397–398, 441–442, 448–450, 487–488, 510]

"Eser" sözcüğü miktarın ölçeğini anlatır, güvenlik güvencesi vermez. Bazı elementler için mikrogram düzeyindeki farklar değerlendirmede önemlidir. Üstelik bir elementin toplam miktarı kadar bulunduğu kimyasal tür de davranışını etkileyebilir. Bu nedenle küçük sayıları önemsiz görmek veya gerekli elementleri otomatik olarak güvenli saymak aynı ölçüde yanıltıcıdır. [1, s.4–5, 41–43]

Demir: oksijen taşınmasından emilim sorununa

Demir, oksijen taşınması ve çeşitli hücresel süreçlerle ilişkilidir. Yetersizliği önemli bir beslenme sorunudur; fakat suyun demir içermesi, o suyu demir yetersizliği için güvenilir bir tedavi kaynağı hâline getirmez. Demirin kimyasal biçimi, emilim koşulları ve toplam beslenme önem taşır. WHO derlemesi, sudaki bazı inorganik demir biçimlerinin kullanılabilirliğinin düşük olabileceğine dikkat çeker. [1, s.4–5, 44]

Bu nedenle "Suda demir var, o hâlde kansızlığı giderir" cümlesi eksik bir akıl yürütmedir. İlk bölüm kimyasal bir bulgu, ikinci bölüm bir hastalık iddiasıdır. Arada kişinin gerçekten demir yetersizliği olup olmadığı, suyla ne kadar demir aldığı, bunun ne kadarını emebildiği ve tedavi gereksiniminin ne olduğu gibi sorular bulunur.

Temsili olarak demiri 0,1 mg/L olan sudan 1,5 L tüketilirse 0,15 mg demir alınır. Derişim 0,5 mg/L olduğunda aynı hacim 0,75 mg sağlar. Bu sayılar alınan toplam demiri gösterir; emilen miktarı veya kan yapımına katılan miktarı göstermez. Bir suyun demirini beslenme hesabına katmakla o sudan tedavi sonucu beklemek aynı değerlendirme değildir.

Suda demir renk, görünüm ve birikim sorunlarıyla da ilişkilidir. WHO, demirin oksidasyonuyla kahverengi-kırmızı görünüm ve lekelenme oluşabileceğini anlatır. Bu gözlemler su sisteminin incelenmesini gerektirebilir, fakat "renk daha fazla besin değeri demektir" sonucunu vermez. Ayrıca görünür renk bulunmaması bütün kimyasal sorunların yokluğunu göstermez. [2, s.244, 442]

Demir durumunun klinik değerlendirmesinde ferritin gibi göstergeler kullanılır; ferritin iltihabi durumlarla da değişebilir. Kansızlığın her nedeni demir yetersizliği değildir. Bu nedenle bir belirtinin veya tek bir ölçümün suyun demiriyle açıklanması yerine uygun sağlık değerlendirmesi gerekir. [16, "Introduction" ve "Assessing iron status"]

İçme suyundaki demirin arıtılması, bu nedenle yalnız besinsel bir kayıp hesabına indirgenmemelidir. İşletme, görünüm ve kabul edilebilirlik sorunları da söz konusu olabilir. Bir elementin vücutta gerekli olması, su sistemindeki her varlığının korunması gerektiği anlamına gelmez.

Bakır: besin öğesi ve temas malzemesi

Bakır, çeşitli enzimlerin yapısına ve çalışmasına katılır; demirin kullanımı, kan hücreleriyle ilişkili süreçler, bağ dokusu ve diğer işlevlerle bağlantılıdır. Ancak bakırın beslenmedeki gerekliliği, yüksek derişimde içme suyuyla alınmasının uygun olduğunu göstermez. Aynı element için yetersizlik ve fazla maruziyet ayrı sorunlardır. [1, s.45–46; 2, s.397–398]

Suya bakır geçişinde tesisat ve bağlantı malzemeleri önem taşıyabilir. Kaynaktaki bakır ile musluktaki bakır bu nedenle aynı derişimde olmak zorunda değildir. Bir musluk örneğinde bakır saptandığında, bunu otomatik olarak doğal kaynağın yararlı mineral zenginliği saymak yanlış olabilir. Temas koşulları ve numune noktası değerlendirilmelidir. [1, s.41; 2, s.397–398]

WHO'nun bakır için içme suyu rehber değeri 2 mg/L'dir. Bu bir beslenme hedefi değildir. Suyun bu değere kadar bakırla zenginleştirilmesi gerektiği veya bu düzeyin her kişi için tercih edilmesi gereken miktar olduğu anlamına gelmez. Rehber değer ile önerilen günlük alım farklı sorulara yanıt verir. [2, s.397–398]

Temsili bir hesapta 0,05 mg/L bakır içeren sudan 2 L tüketilirse 0,10 mg bakır alınır. 1 mg/L bakır içeren başka bir suda aynı hacim 2 mg sağlar. Her iki örneği yalnız "bakır içeriyor" başlığında birleştirmek, yirmi katlık

derişim farkını gizler. Hacim burada hesap amacıyla seçilmiştir; tüketim önerisi değildir.

Ayrıca tek bir musluk ölçümünden uzun dönem ortalama maruziyet çıkarılacaksa örnekleme koşulları ve zaman içindeki değişim dikkate alınmalıdır. Suyun temas ettiği malzemelerden geçişin söz konusu olduğu durumlarda bu bilgi özellikle önem taşır. Bir analiz, ilgili numunenin sonucudur; örnekleme düzeni kurulmadan bütün kullanımları eksiksiz temsil ettiği söylenemez. [2, s.397–398]

Bakır örneği, "vücut için gerekli" ifadesinin güvenlik değerlendirmesini ortadan kaldırmadığını gösterir. Beslenmedeki yarar ve içme suyundaki uygunsuz maruziyet birbirini dışlayan kavramlar değildir; aynı elementin farklı miktar ve koşullardaki iki yönüdür.

Çinko: görevleri geniş, su payı koşula bağlı

Çinko, enzimler, protein yapıları, gen ifadesi, büyüme, bağışıklık ve duyu işlevleriyle ilişkili temel bir elementtir. Emilimi alınan miktara ve besinin diğer bileşenlerine bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle çinkonun yalnız kimyasal toplamı değil biyoyararlanımı da beslenme değerlendirmesine katılır. [1, s.45]

İçme suyu için WHO değerlendirmesi, çinkoda başlıca kaynağın genel olarak beslenme olduğunu belirtir. Musluk suyundaki miktar, borulardan geçiş nedeniyle kaynağa göre yükselebilir. Bu nedenle çinkonun su içinde bulunması, kaynağın kendisinden mi yoksa dağıtım sisteminden mi geldiği sorusunu da doğurur. [2, s.510]

Temsili olarak 0,02 mg/L çinko içeren sudan 1,5 L alındığında 0,03 mg çinko alınır. Başka bir örnekte 0,5 mg/L varsa katkı 0,75 mg olur. Bu sayılar günlük payın ne kadar değişebildiğini gösterir. Fakat bileşimi yüksek çıkan örneğin neden yüksek olduğunu bilmeden "daha besleyici" diye tanıtılması doğru değildir.

Çinko için suyun tadı ve kabul edilebilirliği de önem taşır. Rehberde bu nedenle tatla ilişkili etkiler değerlendirilir. Tat açısından sorunlu bir derişim, beslenme gereksiniminin başka biçimde ifade edilmesi değildir; aynı element farklı değerlendirme başlıklarında yer alabilir. [2, s.247, 510]

2005 tarihli beslenme tablosundaki bir değerin veya eski bir içme suyu değerlendirmesinde geçen günlük gereksinimin, bugün bütün yaş gruplarına uygulanacak evrensel sayı gibi kullanılması doğru olmaz. Çinko gibi öğelerde yaş, fizyolojik durum ve kullanılan referans sistemi

açıkça belirtilmelidir. Kaynağın tarihi ve amacı korunmadan sayısal aktarım yapılmamalıdır. [1, s.41–45; 2, s.510]

Su katkısı önce kütle olarak hesaplanır. Günlük alımdaki yüzde ise ilgili yaş ve fizyolojik durum için tanımlanmış beslenme referansına göre bulunur. Eski bir günlük gereksinim sayısını herkese uygulamak, doğru çarpma işleminin ardından yanlış bir karşılaştırma yapmaktır.

İyot: küçük miktar, özel biyolojik görev

İyot, tiroit hormonlarının yapısına katılır. Bu hormonlar büyüme, gelişme ve metabolizmayla ilişkili süreçlerde görev yapar. Bu nedenle iyot gerekliliği, yalnız suyun mineral zenginliğiyle ilgili genel bir özellik değil belirli bir biyolojik gereksinimdir. [1, s.46]

Ancak içme suyunun iyot miktarı bölgelere ve kaynaklara göre değişebilir. Bir suyun denize yakın bir yerden gelmesi veya “doğal mineralli” diye adlandırılması, yeterli iyot katkısını garanti etmez. Bunun için maddeye özgü analiz ve tüketim hacmi gerekir. TDS veya sertlik değerinden iyot miktarı çıkarılamaz. [2, s.441–442]

Mikrogram ölçeği burada özellikle önemlidir. Temsili olarak 4 µg/L iyot içeren sudan 1,5 L tüketildiğinde 6 µg alınır. Aynı sayının yanlışlıkla 4 mg/L yazılması, varsayılan alımı bin kat artırır. Bu yalnız yazım sorunu değildir; değerlendirmeyi bütünüyle değiştirir. Raporda birim, element adı ve kimyasal tür bilgisi birlikte kontrol edilmelidir.

İyot örneğinde de eksiklik ile fazlalığın ayrı değerlendirilmesi gerekir. Bir kişinin tiroit hastalığı olması, otomatik olarak iyotlu suya gereksinim duyduğu anlamına gelmez. Tiroitle ilgili bütün hastalıkların tek nedeni iyot eksikliği değildir; suyun bileşimi kişisel tedavi yerine kullanılamaz. WHO'nun içme suyu değerlendirmesi, iyot için mevcut verilerden genel bir sağlık temelli rehber değer türetilemediğini belirtir. [2, s.441–442]

Bu belirsizlik iyodun gereksizliğini değil, suya özel genel bir sayının dayanağının ayrı değerlendirilmesi gerektiğini gösterir. Bir besin öğesinin biyolojik gerekliliği ile içme suyunda herkes için aynı derişimin gerekli olması aynı önerme değildir.

Selenyum: “antioksidan” sözcüğünün ötesi

Selenyum, belirli proteinlerin ve enzimlerin işlevleriyle ilişkilidir. Tiroit hormon metabolizması ve oksidatif süreçlerle ilgili rolleri vardır. Ancak “antioksidan” sözcüğü, daha çok selenyumun herkeste daha iyi sağlık

sonucu sağlayacağı anlamına gelmez. Yeterli alımın sağlanması ile yüksek maruziyet aynı hedef değildir. [17, “Introduction”; 2, s.487–488]

Selenyumun başlıca kaynağı genel olarak besinlerdir; besinlerin içeriği üretildiği coğrafyanın özellikleriyle değişebilir. İçme suyundaki katkı birçok durumda daha küçük olmakla birlikte bölgesel farklılıklar önem taşır. Toplam maruziyet değerlendirilirken su ve yerel beslenme birlikte düşünülmelidir. [2, s.487–488]

WHO'nun selenyum için geçici içme suyu rehber değeri 0,04 mg/L, yani 40 µg/L'dir. “Geçici” nitelemesi bilimsel veri tabanındaki belirsizliklerle ilişkilidir; sayının bir günlük beslenme hedefi olduğu anlamına gelmez. Bu değere ulaşmak için suya selenyum eklenmesi gerektiği sonucu çıkarılamaz. [2, s.487–488]

Temsili olarak selenyumu 2 µg/L olan sudan 2 L tüketildiğinde 4 µg alınır. Derişim 20 µg/L ise katkı 40 µg olur. Bu örneklerde su aynı hacimde içilmiştir; alım on kat farklıdır. Selenyumun küçük birimlerle ifade edilmesi, farkın kendiliğinden önemsiz olduğu anlamına gelmez.

Bir rehber derişim, günlük alım hesabına çevrilebilir; fakat bu aritmetik işlem değerinin amacını değiştirmez. Örneğin 40 µg/L ile 2 L'nin çarpımı 80 µg'dır. Bu, belirtilen varsayımlardaki su katkısıdır; kişinin alması gereken günlük miktarın tanımı değildir. Besinlerden ve başka kaynaklardan gelen selenyum hâlâ toplamın içindedir.

Selenyum örneği, sınır değerlerin “faydalı mineral hedefi” gibi kullanılmasının neden tehlikeli bir düşünme biçimi olduğunu gösterir. Bir maddenin aşırı maruziyetini yönetmek için kullanılan sayı, bir ürünü o sayıya kadar zenginleştirme talimatı değildir.

Manganez: güncelliği özellikle önemli bir örnek

Manganez gerekli bir eser elementtir; bazı enzimlerin bileşenidir ve başka enzimleri etkinleştirebilir. Buna karşılık yüksek maruziyetin sinir sistemi açısından değerlendirilmesi gerekir. Aynı elementin beslenme ve toksisite başlıklarında bulunması çelişki değildir; miktarın ve kişinin koşullarının önemini gösterir. [2, s.449]

Eski metinlerde manganezin sınıflandırılması ve içme suyundaki sağlık değerlendirmesi farklı biçimlerde aktarılmış olabilir. Bir bilgi, tanınmış bir kaynakta yer alması nedeniyle süresiz olarak geçerli sayılmaz. Tarihsel açıklamayla güncel kurumsal değerlendirme, aynı kaynağın devamı olarak görülse bile birbirinden ayrılmalıdır.

2026 WHO rehberinde toplam manganez için geçici değer 0,08 mg/L, yani 80 µg/L'dir. Değer, özellikle biberonla beslenen bebekler gibi duyarlı grupların nörolojik etkilerden korunması gözetilerek türetilmiştir. Bilgi notunda değerlendirme yılı 2020, başlıca destek belgesi ise 2021 olarak yer alır. Yayın yılı ile değerlendirme yılı aynı değildir. [2, s.448–450]

Manganezle ilgili renklenme ve lekelenme sorunları da görülebilir. Ancak suyun görünümü, sağlık değerlendirmesinin yerini tutmaz. Görünür sorun olduğunda uygun inceleme gerekir; görünür sorun olmaması ise ilgili derişimin analiz edildiği anlamına gelmez. Tat veya renkten nicel güvenlik hükmü üretilemez. [2, s.244, 449–450]

Temsili bir raporda “manganez: 0,06 mg/L” yazdığını düşünelim. Önce birim 60 µg/L olarak da ifade edilebilir. Sonra bu sonucun hangi numuneye ve tarihe ait olduğu, hangi toplam veya tür ölçümünü gösterdiği ve uygun rehberle nasıl karşılaştırıldığı değerlendirilir. Tek bir sonucun 80 µg/L'nin altında olması, gelecekte bütün numunelerin aynı olacağını veya başka parametrelerin uygun olduğunu kanıtlamaz.

Rehber değerin üstünde bir sonuç ise yalnız suyun kaynağını değiştirerek ve yeni kaynağın güvenliğini hiç değerlendirmeyerek çözülecek bir konu gibi sunulmamalıdır. WHO, kimyasal sorunlar ele alınırken yeterli ve mikrobiyolojik olarak güvenli suya erişimin korunmasını da vurgular. Bir riski azaltmaya çalışırken daha ciddi başka bir tehlikeye geçilmemelidir. [2, s.450]

Manganez bu nedenle “mineral” sözcüğünün neden otomatik bir olumlu değer taşımadığını en açık gösteren örneklerden biridir. Gerekli element bilgisi doğru olabilir; aynı örnekte maruziyetin azaltılması gereği de doğru olabilir. Bilimsel değerlendirme bu iki bilgiyi birlikte tutar.

Fosfor: eser element değil, bağlantıyı tamamlayan mineral

Fosfor, miktar ölçeği bakımından burada ele alınan eser elementlerle aynı grupta değildir. Ancak kalsiyumla birlikte düşünülmesi gereken bir mineral olduğundan bu bölümde ayrımı belirtilerek yer alır. Kemik mineral yapısının yanında hücre zarları, enerji üretimi ve depolanması, fosforilasyon ve asit-baz süreçleriyle ilişkilidir. [1, s.47]

Bir suyun kalsiyum içermesi, bütün kemik yapısı için gereken diğer besin öğelerini aynı oranda sağladığını göstermez. Su, tek bir mineralin kaynağı olabilir; fakat bütün bir biyolojik dokunun gereksinimleri

bundan ibaret değildir. Bu ayrım, mineral suyun "kemik besini" gibi basitleştirilmesini önler.

Fosfat ile elementel fosforun kütlesi de birbirine eşit değildir. Analizlerde bazen fosfor cinsinden, bazen fosfat türü cinsinden raporlama yapılabilir. Sayı karşılaştırılırken hangi biçimin yazıldığı görülmelidir. Kalsiyum karbonat-kalsiyum ve sülfat-kükürt ayrımlarında olduğu gibi, ortak element adı bütün kütleyi aynı yapmaz.

Fosfor için yetersizlik, fazla maruziyet ve belirli hastalık durumları ayrıca değerlendirilir. Özellikle böbreklerle ilgili durumlarda genel beslenme anlatısı kişisel öneriye dönüştürülmemelidir. Bu bölümün amacı, fizyolojik bağlantıyı kurmak; su etiketi üzerinden hastalık yönetmek değildir. [1, s.47; 15]

Florür: yarar konusu ile zorunlu besin öğesi kavramı

Florürün diş sağlığına ilişkin etkileri vardır; ancak "yararlı etki" ile "klasik anlamda vazgeçilmez besin öğesi" kavramları birbirinin aynısı değildir. WHO derlemesi, florürün insan için vazgeçilmezliğiyle ilgili sınıflandırmanın diğer bazı minerallerden farklı olduğunu belirtir. Diş çürüğü ve florozis değerlendirmeleri ise toplam maruziyet ve yaşam dönemi bağlamında ayrı ele alınır. [1, s.47–48, 180–183]

Bu nedenle florürü sırf "mineral" başlığı altında daha çok bulunması gereken bir öğe olarak sunmak doğru değildir. Aynı şekilde yalnız kimyasal adından hareketle bütün maruziyetleri aynı ölçüde zararlı ilan etmek de doğru değildir. Güncel sağlık değerlendirmesi, doz ve kaynaklarla birlikte yapılmalıdır. Florürün sağlık kanıtları kendi bölümünde ayrıntılı olarak incelenecektir; eski bir derlemedeki değerler güncel karar yerine otomatik kullanılmaz.

Üç farklı sayı türünü aynı sütunda birleştirmemek

Tablo 18. Gereklilik, günlük alım ve su rehber değeri farklıdır

Kavram	Yanıtladığı soru	Yanıtlamadığı soru
Besin öğesinin gerekliliği	Normal fizyoloji için gerekli mi?	Suda her miktarda bulunması yararlı mı?
Günlük alım referansı	Belirli sağlıklı grupta alım nasıl değerlendirilir?	Her litre suda ne kadar olmalı?
Sağlık temelli su rehber değeri	Su kaynaklı maruziyet hangi çerçevede yönetilir?	Beslenme için o düzeye ulaşılmalı mı?
Tat veya görünümle ilgili değer	Kabul edilebilirlik ne zaman etkilenebilir?	Bütün sağlık riskleri ölçülmüş mü?
Ölçüm veya tayin sınırı	Yöntem ne kadar düşük miktarı saptayabilir?	Maddenin biyolojik olarak hiçbir etkisi yok mu?

Tablo, beslenme referansları ve içme suyu değerlendirmelerinin amaçlarından türetilmiştir. [1, s.41–43; 2, s.170–183, 237–248]

Bir laboratuvarın “tespit edilmedi” ifadesi de dikkatle okunmalıdır. Bu ifade ilgili yöntem ve raporlama sınırı içinde yorumlanır; matematiksel olarak tam sıfırın kanıtı sayılmaz. Bir ürünün “hiç içermez” iddiası kurulurken yöntem bilgisi görmezden gelinmemelidir. Aynı şekilde çok küçük bir miktarın saptanması, kendi başına sağlık riski veya yararı belirlemez. [2, s.181–183]

Bir rehber değeri günlük gereksinime çevirmek neden hatalıdır?

Temsili bir yayın, “Bakırın su rehber değeri 2 mg/L olduğuna göre günde 2 L sudan 4 mg bakır almak gerekir” diyebilir. Çarpma işlemi doğrudur; sonuç cümlesi yanlıştır. Rehber değerin amaçladığı soru, günlük beslenme gereksinimi değildir. Doğru aritmetik, yanlış öncülü düzeltemez. [2, s.397–398]

Aynı hata selenyum ve manganez için de yapılabilir. Bir değerin aşılmaması veya maruziyetin yönetilmesiyle ilgili çerçeve, o değere mümkün olduğunca yaklaşmanın yararlı olduğu anlamına gelmez. İçme suyu kalitesi tablosu, besin öğelerinin hepsinin “tamamlanacağı” bir reçete değildir.

Bu nedenle remineralizasyon düşünülürken bütün eser elementlerin topluca artırılması gibi bir yaklaşım bilimsel gerekçeye dayanmaz. Hangi elementin neden seçildiği, ne kadar ekleneceği, saflık ve son bileşim nasıl doğrulanacağı ayrı sorulardır. Birden fazla elementin adını saymak, daha iyi beslenme kanıtı oluşturmaz. [1, s.2, 10; 2, s.437]

Analiz raporunda uygulanabilir bir okuma sırası

Bir eser element sonucu görüldüğünde ilk adım maddenin ve birimin doğrulanmasıdır. İkinci adım, sonucun hangi numuneyi ve hangi ölçüm kapsamını temsil ettiğini anlamaktır. Üçüncü adım, günlük alım soruluyorsa gerçek tüketim hacmiyle kütle hesabı yapmaktır. Sağlık veya mevzuat değerlendirmesinde ise ilgili ve güncel çerçevenin ayrıca seçilmesi gerekir.

Temsili bir raporda demir mg/L, selenyum µg/L ve sertlik mg/L $CaCO_3$ olarak veriliyorsa, bu üç sütunun sayıları doğrudan karşılaştırılamaz. Üçü farklı anlam ve ölçekte bilgi verir. “En yüksek sayı en tehlikeli madde” veya “en çok olan en yararlı mineral” gibi sıralamalar bilimsel değildir.

Toplam çözünmüş madde veya iletkenlik ölçümü de bu ayrıntıların yerine geçmez. Eser elementlerin tekil derişimleri, toplamdan çıkarılamaz. Az miktarda bulunan bir bileşen için ayrı analiz gerekmesi, toplam ölçümün hatalı olduğu anlamına değil farklı soruya yanıt verdiğine işaret eder. [2, s.181–183, 498–499]

Eser elementlerin su içindeki yerini anlamak, küçük miktarları ciddiye almak ama küçük miktarın varlığından büyük sağlık hikâyeleri üretmemektir. Gereklilik, biyoyararlanım, toplam maruziyet ve fazla alım birlikte görüldüğünde “mineralli” sözcüğü bir slogan olmaktan çıkar; ölçülebilir ve denetlenebilir bir bileşim bilgisine dönüşür.

13. Kemik, eklem ve kireçlenme aynı şey değildir

İçme suyunun çaydanlıkta bıraktığı tortu ile dizdeki osteoartrit aynı olay değildir. Birinde suyun kimyası ve ısıtma koşulları altında çökelme, diğerinde canlı eklemin farklı dokularını ilgilendiren bir hastalık süreci vardır. Sudaki kalsiyumu azaltarak eklemdeki hastalığı giderdiğimiz ya da artırarak hastalığı önlediğimiz sonucu bu benzerlikten çıkmaz. Kalsiyumun kemik için gerekli olması da her eklem ağrısının kalsiyum eksikliğinden kaynaklandığı anlamına gelmez. [2, s.243–244, 436–437; 21, “What happens in osteoarthritis?”]

Aynı sözcüğün örttüğü farklı olaylar

Gündelik dilde “kireçlenme” çoğu zaman osteoartrit yerine kullanılır. Osteoartritte yalnız kıkırdak değil; kemiğin ekleme komşu bölümü, eklem zarı ve başka destek dokuları da etkilenebilir. Eklem kenarında yeni kemik çıkıntıları oluşması, içilen sudaki tortunun ekleme taşınıp yapışması değildir. Yaş, önceki yaralanma, eklem yapısı ve yüklenme gibi etkenler hastalıkla ilişkilidir. Bu tablo basitçe bir borunun tıkanmasına benzemez. [21, “Overview”, “Causes”]

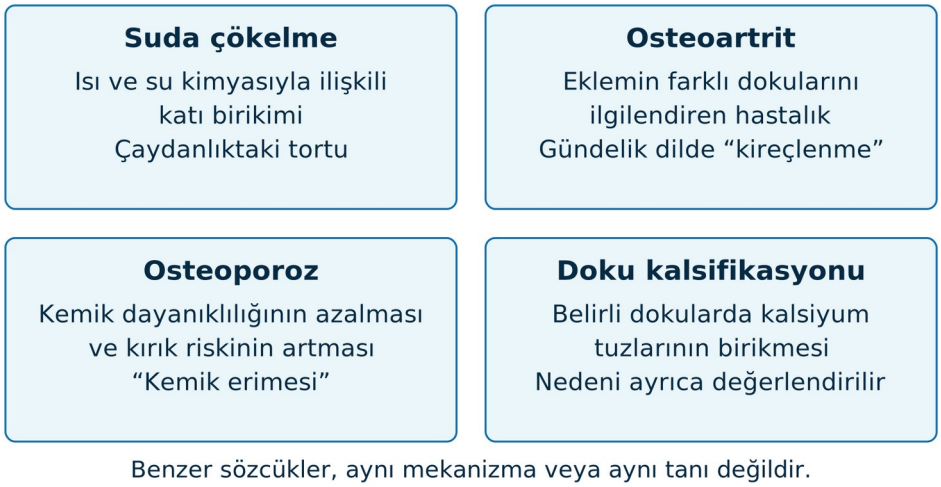
Osteoporoz başka bir sorundur: kemiğin miktarı, yapısı ve dayanıklılığı değişir; kırılma riski artar. Osteoartrit ile osteoporoz aynı kişide bulunabilir. Bir eklemde kemik çıkıntısı görülmesi, bütün iskeletin güçlü olduğunu göstermez. Benzer biçimde, kemik mineral yoğunluğu düşük çıkan bir kişinin eklem ağrısının tek nedeni bu ölçüm değildir. [22, “Overview”, “Causes”]

Üçüncü kavram, dokularda kalsiyum içeren birikimlerin bulunmasıdır. Bunun yeri ve nedeni ayrıca tanımlanmalıdır. Özellikle kronik böbrek hastalığında kemik bozukluğu ile damar veya yumuşak doku kalsifikasyonu birlikte değerlendirilebilir. Bu durum, vücudun her yerindeki kalsiyumun tek bir depodaki su gibi artıp azalmadığını gösterir. [33, “What is mineral and bone disorder?”]

Tablo 19. Kalsiyumla ilgili görünen farklı sorular

Konu	Asıl değerlendirilen yapı veya olay	Su hakkında doğrudan çıkarılamayacak sonuç
Osteoartrit	Eklem dokuları, ağrı ve işlev	Sert su ekleme tortu bırakır
Osteoporoz	Kemik dayanıklılığı ve kırık riski	Mineralli su tek başına tedavidir
Doku kalsifikasyonu	Birikimin yeri, nedeni ve metabolik bağlam	Kalsiyum içeren bütün gıdalar kesilmelidir
Çaydanlık tortusu	Isıtılan sudaki çökelme	Aynı çökelme insan ekleminde gerçekleşir

Tablo, hastalık adıyla gündelik benzetmenin birbirine karıştırılmasını önlemek için hazırlanmıştır. Tanı tablosu değildir. [2, s.243–244; 21; 22; 33]



Şekil 9. Kireçlenme sözcüğünün örttüğü farklı süreçler. Suda çökelme, osteoartrit, osteoporoz ve doku kalsifikasyonu farklı kavramlardır. Özgün kavramsal karşılaştırma; anatomik çizim değildir.

Dayanak: **[2]**, s.243–245; **[21]**; **[22]**; **[33]**.

Kemik bir mineral torbası değildir

Kalsiyum, iskeletin başlıca mineral bileşenlerinden biridir; fakat kemiğin işlevini yalnız kalsiyum kütlesi açıklamaz. Canlı kemik sürekli yenilenen bir dokudur. Mineralin yerleştiği yapı, hücrelerin etkinliği, hormonlar, mekanik yüklenme ve başka besin öğeleri birlikte çalışır. Bir binanın dayanıklılığını yalnız çimento miktarından çıkarmak nasıl yetersizse,

kırık riskini yalnız içilen suyun kalsiyumundan çıkarmak da yetersizdir. Bu benzetme kalsiyumun önemini azaltmaz; öneminin hangi sistem içinde bulunduğunu açıklar. [1, s.46–47; 3, "Introduction"; 22]

Kandaki kalsiyum düzeyi de uzun dönem beslenmenin doğrudan göstergesi değildir. Bağırsak, böbrek, kemik ve hormonal düzenleme birlikte kan düzeyini dar bir aralıkta tutmaya çalışır. Bu nedenle tek bir normal kan sonucu, yıllardır yeterli kalsiyum alındığının kanıtı olarak kullanılamaz. Öte yandan yüksek kan kalsiyumu da yalnız "fazla kireçli su içme" açıklamasına bağlanmamalıdır; paratiroit hastalıkları gibi farklı nedenler araştırılabilir. [1, s.46; 3, "Introduction"; 18]

Burada üç ayrı büyüklük vardır: günlük alınan kalsiyum, kan örneğinde ölçülen kalsiyum ve iskeletin dayanıklılığı. Bunlar ilişkilidir, fakat birbirinin yerine geçmez. Günlük alım bir beslenme hesabıdır. Kan ölçümü belirli andaki dolaşım durumuyla ilgilidir. Kemik değerlendirmesi ise yoğunluk, yapı, kırık öyküsü ve klinik risk gibi başka bilgileri içerir. Tek bir sayıyı diğer ikisinin özeti gibi görmek, su seçimi konusunda gereksiz kesinlik yaratır.

Örneğin bir kişi besinlerden yetersiz kalsiyum alıyor, buna karşılık içtiği su önemli bir katkı sağlıyor olabilir. Suyu değiştirmek toplam alımı etkiler. Fakat değişikliğin varlığı, o kişinin kemik yoğunluğunun hangi hızla değişeceğini hesaplamaya yetmez. Emilim, hormonlar, yaş, hastalıklar ve tedaviler bilinmeden "şu kadar miligram kayıp, şu kadar kemik kaybı" diye bir dönüşüm yapılamaz. Su analizi beslenme hesabını başlatır; kemik değerlendirmesini bitirmez.

Kalsiyumlu suya ilişkin doğrudan insan araştırması

Meunier ve çalışma arkadaşlarının 2005 tarihli araştırması, başlangıçtaki kalsiyum alımı düşük olan menopoz sonrası kadınlarda kalsiyumdan zengin suyu incelemiştir. Çalışmaya 180 kadın alınmış, altı aylık dönemi 152 kadın tamamlamıştır. İncelenen müdahalede günlük bir litre su, litre başına 596 mg kalsiyum sağlamıştır. Bulgular kemik döngüsünün biyokimyasal göstergeleriyle ilgilidir; çalışma bir kırık önleme deneyi değildir. [23, özet]

Bu ayrım önemlidir. Kemik yapım veya yıkımıyla ilişkili bir göstergenin değişmesi, müdahalenin biyolojik etkisi bulunduğunu düşündürebilir. Buna karşılık "kalça kırıklarını önler" iddiası için kırıkların uygun sürede izlendiği başka bir kanıt gerekir. Araştırmanın değeri, söylemediği bir sonuçla büyütülmez. Desteklediği daha dar sonuç

şudur: belirli koşullarda kalsiyumdan zengin su, düşük kalsiyum alımını artırmanın ve bazı kemik metabolizması göstergelerini etkilemenin yollarından biri olabilir. [23, özet]

Bu araştırmayı marketteki bütün sulara uygulamak da hatalıdır. Litre başına 596 mg ile 40 mg aynı katkıyı sağlamaz. Günlük bir litre yerine bir küçük bardak içildiğinde alınan miktar da farklıdır. Çalışmada kullanılan suyun bileşimi, müdahalenin dozu ve katılımcıların başlangıç beslenmesi birlikte tanımlanmalıdır. Yalnız "mineral su içtiler" demek, deneyin belirleyici özelliklerini siler.

Su değiştirildiğinde kemik değil, önce bütçe hesaplanır

Temsili bir yetişkinin besinlerden günlük 750 mg kalsiyum aldığını düşünelim. İçtiği suyun kalsiyumu 120 mg/L, o sudan tükettiği günlük hacim 1,5 L olsun. Su 180 mg, besinlerle birlikte toplam 930 mg sağlar. Aynı hacimde 10 mg/L kalsiyum içeren başka bir suya geçildiğinde katkı 15 mg, toplam 765 mg olur. Günlük alımdaki fark 165 mg'dır.

Bu hesap iki farklı yorum hatasını görünür kılar. "Su önemsizdir" denirse 165 mg'lık fark yok sayılır. "Yeni su kemikleri eritir" denirse alım farkı doğrudan hastalık sonucuna dönüştürülür. Doğru ifade, bu temsili kişinin toplam kalsiyum alımının azaldığıdır. Beslenme planının yeterliliği bundan sonra, ilgili kişinin gereksinimi ve sağlık durumu içinde değerlendirilir.

Tablo 20. Su değişiminin kalsiyum bütçesine etkisi: temsili örnek

Hesap öğesi	İlk durum	Su değiştikten sonra
Besinlerden kalsiyum	750 mg/gün	750 mg/gün
Sudaki kalsiyum	120 mg/L	10 mg/L
Hesap hacmi	1,5 L/gün	1,5 L/gün
Suyun katkısı	180 mg/gün	15 mg/gün
Toplam kalsiyum alımı	930 mg/gün	765 mg/gün

Veriler gerçek bir kişinin ölçümü değildir. Tablo, alınan miktarı gösterir; emilimi, kemikte tutulumu veya kırık riskini hesaplamaz. Hacim bir sıvı önerisi değildir.

Aynı su değişimi, başlangıçta besinlerden 1.100 mg alan başka bir kişide toplamı 1.280 mg'dan 1.115 mg'a indirir. Alımdaki mutlak azalma yine 165 mg'dır; beslenme bağlamı farklıdır. Bir ürün değişikliğinin

herkes için aynı klinik anlamı taşıdığı varsayımı bu nedenle yanlıştır. Farkın önemini belirleyen, yalnız farkın büyüklüğü değil başlangıç durumudur.

Su yoluyla kaybolan katkının yerine ne konacağı da tek seçenekli değildir. Uygun bir besin düzenlemesi, başka bir güvenli su kaynağı veya sağlık değerlendirmesine göre önerilen destek farklı yollardır. Bunların hiçbiri otomatik olarak herkese gerekli sayılmaz. Amaç bir su markasını savunmak değil, güvenli su ile yeterli toplam beslenmeyi birlikte sağlamaktır. [2, s.119, 437]

“Minerali az su kemikten mineral çeker” cümlesindeki boşluk

Bu iddia, sindirim sistemini bir deney kabı gibi düşünür. Oysa su ağızdan alındıktan sonra sindirim salgıları, besinler ve vücudun düzenleyici süreçleriyle karşılaşır. İçilen sıvının başlangıç derişimi ile kanın ya da kemiğin derişimi arasında doğrudan ve değişmeden işleyen bir aktarım varsayılamaz. Mineral alımının azalmasıyla kemikten mineralin zorunlu olarak çekilmesi aynı önerme değildir. [1, s.25–32, 41–48; 15]

Bu, çok düşük mineralli suyun uzun dönem sonuçlarına ilişkin bütün soruların çözülmüş olduğu anlamına da gelmez. WHO'nun 2026 rehberi, çok düşük mineralli suların uzun süreli tüketiminin yarar ve zararları için genel bir öneri oluşturmayı sağlayacak bilimsel bilginin yetersiz olduğunu belirtir. Sertlik değerlendirmesi de beslenmenin diğer kaynaklarına dikkat çeker. Dolayısıyla kesin zarar iddiası da, her koşulda etkisizlik iddiası da bu metinden çıkarılamaz. [2, s.119, 436–437]

Buradaki açık sonuç şudur: bir suyun kalsiyumu az olduğunda, o sudan alınan kalsiyum azdır. Bunun ötesindeki her sağlık iddiası kendi kanıtını gerektirir. Kişinin yeterli beslenip beslenmediğini sormak bilimsel bir adımdır; suyun tek başına vücut depolarını boşalttığını ilan etmek değildir.

Eklem ağrısını su üzerinden teşhis etmenin bedeli

Temsili bir kişi, arıtma cihazı aldıktan birkaç ay sonra diz ağrısı fark etmiş olsun. Zaman sıralaması araştırılabilecek bir gözlemdir; nedenin cihaz olduğu sonucuna yetmez. Bu dönemde kilo, hareket, iş yükü, yaralanma, ilaç kullanımı ve başka sağlık koşulları değişmiş olabilir. Ağrının osteoartrit mi, başka bir eklem sorunu mu olduğu bile henüz belli

değildir. Öykünün bilimsel değerlendirmesinde önce belirti ve tanı, sonra maruziyet incelenir.

Tersi de geçerlidir. Bir kişi mineral içeriği yüksek su içmeye başladıktan sonra daha az ağrı bildirebilir. Eşzamanlı egzersiz, dinlenme, tedavi, beklenti ve ağrının doğal dalgalanması değerlendirilmeden etki suya bağlanamaz. Bu örnekler kişinin deneyimini küçümsemez; deneyimin hangi sorulara yanıt verebildiğini sınırlar. Günlük yaşam gözlemi bir araştırma sorusu oluşturabilir, fakat tek başına ürünün tedavi gücünü ölçmez. [1, s.108–114]

Eklem yakınması olan birinin suyun sertliğini değiştirmekle yetinmesi, doğru değerlendirmenin gecikmesine yol açabilir. Şişlik, hareket kaybı veya süren ağrı söz konusu olduğunda yapılacak iş, bütün kalsiyum kaynaklarını gelişigüzel kesmek değildir. Hastalığın adı ve bakım gereksinimi belirlenmelidir. Beslenme ve su seçimi bundan sonra bakımın uygun yerine oturur.

Kemik sağlığında suya verilecek doğru görev

Kemik sağlığı açısından suyun en savunulabilir görevi, güvenli sıvı sağlaması ve bileşimine göre günlük mineral alımına katkıda bulunmasıdır. Bu katkı ölçülür; etiket, hacim ve gerekirse analizle hesaplanır. Kırık riskini azaltma ise yalnız su seçimine değil, beslenmeye, fiziksel etkinliğe, düşme riskine ve gerektiğinde tıbbi tedaviye uzanan daha geniş bir konudur. [22, “Overview”; 1, s.46–47]

Bir ürüne “kemik dostu” denilecekse en azından hangi mineralden ne kadar sağladığı açıklanmalıdır. “Eklem kireçlenmesini giderir” denilecekse başka, çok daha güçlü bir kanıt gerekir. Kalsiyumun yararlı bir besin öğesi olması bu kanıtın yerine geçmez. Suya gerçek görevini vermek, onu küçümsemek değildir; hem gereksiz korkudan hem de karşılanamayacak beklentiden korumaktır.

14. Su sertliği ve kalp-damar hastalıkları

Magnezyum içeren suyun kalp-damar sağlığıyla ilişkisi araştırmaya değer bir konudur; buna karşılık bugün bütün insanlar için kalp krizini önleyen tek bir su sertliği veya magnezyum derişimi gösterilmiş değildir. Bazı insan araştırmalarında daha yüksek su magnezyumu daha düşük belirli hastalık riskleriyle ilişkilendirilmiştir. Sonuçlar bütün hastalıklar, toplumlar ve araştırma tasarımları için aynı yönde değildir. Bu nedenle su seçimi, kanıtlanmış kalp-damar bakımının yerine konamaz. [2, s.436–437; 25; 26]

Kalp için biyolojik olarak anlamlı olan ne?

Kalp kası ve damar sistemi, hücre zarları boyunca iyon hareketlerine ve bunları düzenleyen mekanizmalara dayanır. Magnezyum, kalsiyum ve potasyum bu sistemin farklı parçalarıdır. Magnezyumun enerji kullanımına ve iyon taşınmasına katılması, suyla gelen magnezyumun neden araştırıldığını açıklar. Fakat bir maddenin gerekli olması, o maddenin eklenmesinin zaten yeterli alımı olan herkeste hastalık riskini düşürdüğünü kanıtlamaz. [1, s.47–48, 92–95, 101–103]

Magnezyum yetersizliği ile bazı ritim bozuklukları arasındaki klinik ilişki de bu bağlamda değerlendirilmelidir. Belirli bir hastada eksikliğin düzeltilmesi ile bütün sağlıklı insanların içme suyuna belirli miktarda magnezyum eklenmesi farklı müdahalelerdir. Birincisinde kişinin durumu ve tedavi gereksinimi tanımlanır. İkincisinde ise geniş ve farklı özellikteki bir toplum için yarar, zarar ve uygulanabilirlik birlikte kanıtlanmalıdır. [1, s.101–105; 4, “Magnesium Deficiency”]

Sertlik bu biyolojik sorunun ancak dolaylı bir göstergesidir. Aynı toplam sertliği taşıyan iki su, farklı kalsiyum ve magnezyum bileşimlerine sahip olabilir. Bu nedenle yalnız sertlik bildiren bir araştırma, hangi iyonun etkili olabileceği konusunda sınırlı bilgi verir. Birinci kısımdaki eşit sertlik örneği burada klinik bir anlam kazanır: kimyasal toplam, biyolojik etkiyi belirleyen bileşimin yerine geçmeyebilir. [1, s.8, 116–133; 2, s.436–437]

“Kalp hastalığı” tek bir sonuç değildir

Miyokart enfarktüsü, inme, ritim bozukluğu, kalp yetmezliği ve bunlara bağlı ölüm aynı sonuç değildir. Bir çalışma hastalığın ilk ortaya çıkışını; başka bir çalışma o hastalıktan ölümü; bir diğeri ise kan basıncı gibi bir ara göstergeyi inceleyebilir. Ölüm riskindeki fark hem hastalığın oluşumundan hem de hastalık sonrası sağkalım ve bakımdan etkilenebilir. Bu nedenle sonuç başlığındaki küçük görünen kelime değişiklikleri yorumu değiştirir. [1, s.108–114, 116–133]

Örneğin magnezyumla akut miyokart enfarktüsünden ölüm arasında bir ilişki bulunması, aynı ölçüde toplam kalp-damar ölümünün azaldığını göstermez. İnmenin alt türlerinde farklı sonuç bulunabilir. Bir makalenin en dikkat çekici sayısını alıp bütün kalp-damar hastalıklarının ortak sonucu gibi sunmak, okura kanıtın kapsamını yanlış anlatır.

Araştırmanın örneklemi de aynı derecede önemlidir. Yalnız menopoz sonrası kadınlarda incelenen bir ilişki, doğrudan genç erkeklere veya çocuklara aktarılmaz. Çok büyük bir ulusal veri tabanı kullanılması ise bireylerin ne kadar su içtiğinin mutlaka ölçüldüğü anlamına gelmez. Katılımcı sayısı, maruziyet ölçümünün doğruluğundan farklı bir özelliktir.

Danimarka: büyük örneklem, farklı yönlere giden sonuçlar

Danimarka'da 2022'de yayımlanan bir kohort çalışması, 30 yaş ve üzerindeki 4.274.132 kişiyi 2005–2016 döneminde değerlendirmiştir. Yerleşim bilgileriyle içme suyunun magnezyumu ilişkilendirilmiştir. En düşük magnezyum kategorisi, en yüksek kategoriyle karşılaştırıldığında akut miyokart enfarktüsüne bağlı ölüm daha yüksek bulunmuştur. Buna karşılık toplam kalp-damar ölümü ve inme ölümü aynı yönde sonuç vermemiştir. [25, özet]

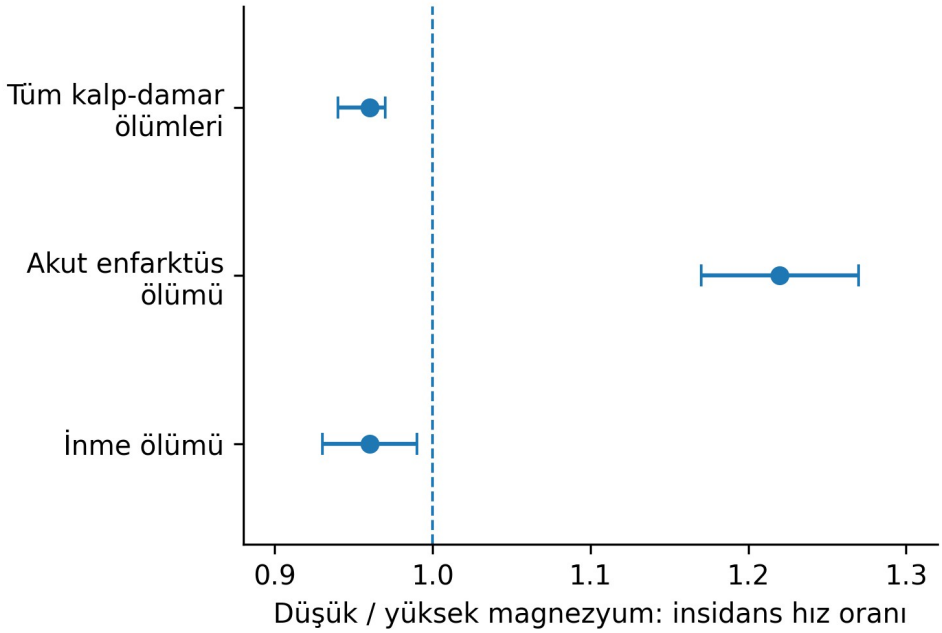
Tablo 21. Danimarka araştırmasında düşük ve yüksek su magnezyumunun karşılaştırılması

Ölüm sonucu	Düzeltilmiş insidans hız oranı	%95 güven aralığı
Bütün kalp-damar nedenleri	0,96	0,94–0,97
Akut miyokart enfarktüsü	1,22	1,17–1,27
İnme	0,96	0,93–0,99

Karşılaştırma: magnezyum <6,5 mg/L olan kategori, >21,9 mg/L olan kategoriye karşıdır. Tablo hastalık oluşumunu değil, belirtilen nedenlere bağlı ölümü gösterir. [25, özet]

Bu bulguyu “magnezyum kalp ölümünü yüzde 22 azaltır” şeklinde yeniden yazmak yanlıştır. Önce karşılaştırmanın yönü ters çevrilmiş olur; ardından akut enfarktüs ölümü bütün kalp ölümleri yerine kullanılır. Ayrıca gözlemsel bir hız oranı, su değiştirildiğinde elde edilecek tedavi etkisi değildir. Sayının doğru aktarılması için hem sonuç hem karşılaştırma grubu korunmalıdır.

Araştırmanın belirli bir sonlanım için destekleyici bulgu vermesi değerlidir. Diğer sonuçların farklı yön göstermesi de aynı derecede değerlidir. Birbiriyle uyuşmayan sonuçlar silinerek sadeleştirildiğinde bilimsel bilgi değil, seçilmiş bir tanıtım anlatısı ortaya çıkar.



Şekil 10. Aynı kohortta farklı kalp-damar sonlanımları. Danimarka kohortunda düşük su magnezyumu (<6,5 mg/L), yüksek düzeyle (>21,9 mg/L) karşılaştırılıyor. Noktalar düzeltilmiş insidans hız oranlarını, çizgiler %95 güven aralıklarını gösterir. Gözlemsel ilişki, nedensel etki değildir.

Dayanak: **[25]**, yayımlanmış özet.

İsveç: inme ile enfarktüsü ayırmak

2022 tarihli İsveç araştırması, 26.733 kadının yerleşim bilgilerini su izleme verileriyle birleştirmiş ve beslenme bilgilerini de değerlendirmeye katmıştır. Daha yüksek kalsiyum ve magnezyum maruziyeti kategorisinde iskemik inme için tehlike oranı 0,87; kanamalı inme için 0,78 bulunmuştur. Miyokart enfarktüsü için oran 0,93'tür ve güven aralığı 1'i içermektedir. [26, özet ve sonuçlar]

Bu araştırmada düşük inme riskiyle ilişki görülmesi, aynı kesinlikle enfarktüs azalması gösterildiği anlamına gelmez. “Anlamlı bulunmadı” ifadesi de etkinin kesinlikle sıfır olduğunu söylemez; eldeki sonuç, belirsizlik aralığıyla birlikte okunur. Araştırma, doğrudan su mineralizasyonu ile insan sağlığı arasındaki ilişkiyi incelemesi bakımından önemlidir; gözlemsel tasarımın sınırlarını ortadan kaldırmaz. [26]

Danimarka ve İsveç çalışmalarını karşı karşıya getirirken ilk sorulacak şey hangisinin “doğru” olduğundan önce, aynı soruyu sorup sormadıklarıdır. Biri belirli nedenlerden ölümü, diğeri hastalık olaylarını incelemektedir. Katılımcılar, su bileşimleri, takip süreleri ve yapılan istatistiksel düzeltmeler farklıdır. Bu farkların açıklanması, çelişkiyi saklamak değil karşılaştırmayı doğru kurmaktır.

Su derişimi ile gerçek magnezyum alımı arasındaki mesafe

Bir evin şebekesinde 20 mg/L magnezyum ölçülmesi, evdeki her kişinin her gün aynı miktarda magnezyum aldığı anlamına gelmez. Biri gün boyunca işyerinde başka su içebilir. Bir başkası şişelenmiş suyu tercih edebilir. Evde ters ozmoz kullanılması veya suyun yalnız yemeklerde tüketilmesi de kişisel alımı değiştirir. Yerleşim temelli çalışmalarda bu ayrıntıların tümü aynı doğrulukta yakalanamayabilir. [1, s.108–114]

Temsili olarak, aynı şebeke suyu üç kişi için farklı günlük paylar oluştursun. Birinci kişi bu sudan 2 L, ikincisi 0,5 L, üçüncüsü hiç içmesin. Derişim 20 mg/L olsa da doğrudan içmeyle gelen magnezyum sırasıyla 40 mg, 10 mg ve 0 mg'dır. Adresleri aynı olduğu için üçünü aynı maruziyet grubunda değerlendirmek, aralarındaki farkı örter. Yemeklerdeki katkı varsa ayrıca eklenmelidir.

Tablo 22. Aynı adres, farklı kişisel maruziyet: temsili örnek

Kişinin su kullanımı	Şebekeden içilen hacim	20 mg/L suda doğrudan magnezyum alımı
Günlük içme suyunun çoğu şebekeden	2,0 L	40 mg
Başka su kaynakları ağırlıkta	0,5 L	10 mg
Şebeke suyu doğrudan içilmiyor	0 L	0 mg

Bu tablo bir araştırmanın verisi değildir. Yerleşim bilgisi ile kişisel tüketim arasındaki farkı gösteren özgün hesap örneğidir. Hacimler öneri niteliği taşımaz.

Besinlerden gelen magnezyum da bu hesabın dışında bırakılamaz. Su katkısı, toplam alımın bir parçasıdır. Beslenmesi yetersiz bir kişi için belirli bir katkı daha önemli olabilir; iyi beslenen başka bir kişide aynı

katkının etkisi farklı olabilir. Su, beslenmenin yerine konduğunda da tamamen dışlandığında da değerlendirme eksik kalır. [1, s.8, 43, 101–105]

Bir çalışmada kişisel beslenmenin ölçülmüş olması bu sorunu azaltabilir, fakat bütün ölçüm hatalarını ortadan kaldırmaz. Beslenme anketi ile su analizi farklı hata kaynaklarına sahiptir. Önemli olan "düzeltme yapıldı" sözünü mutlak güvence gibi görmek değil, hangi değişkenin nasıl ölçüldüğünü bilmektir.

Bir su kaynağının değişmesi doğal deney olabilir mi?

Bir kent başka kaynağa geçtiğinde veya deniz suyundan arıtılmış su kullanmaya başladığında mineral maruziyetinde belirgin değişiklik olabilir. Böyle bir değişim, sağlık sonuçlarının incelenmesi için değerli bir fırsattır. Ancak kaynak değişimi yalnız magnezyumu değiştirmeyebilir; kalsiyum, sodyum, başka kimyasal özellikler, dağıtım koşulları ve su kullanım davranışı da değişebilir. "Önce ve sonra" karşılaştırması bu nedenle dikkatli tasarlanmalıdır. [1, s.10–11, 19–20; 2, s.437]

İyi bir değerlendirme, değişimden önceki mineral bileşimini ve sonrasındaki kararlılığını belgelendirir. Değişimi yaşayan toplumun yanında benzer ama değişim yaşamayan bir karşılaştırma topluluğu bulunması yorumu güçlendirebilir. Hastalık sonuçları için yeterli izlem gerekir. Aynı dönemde sağlık hizmetlerinin gelişmesi, sigara kullanımının azalması veya nüfusun yaşlanması gibi etkenler de hesaba katılır.

Bu çerçeve, mineral katkısının korunmasına yönelik uygulamaları araştırmanın yoludur. Sonuç bilinmeden "magnezyum eklemek kesin olarak şu kadar ölümü önler" diye hesap yapmak farklıdır. Böyle bir hesap ancak açıkça varsayımsal bir model olarak, kullanılan etki tahmininin belirsizliği ve aktarılabilirliği belirtilerek sunulabilir. Bir modelin ondalıklı çıktı vermesi, dayandığı varsayımı gerçeğe dönüştürmez.

Hastanede magnezyum verilmesi neden içme suyu kanıtı değildir?

Magnezyumun klinikte kullanılması, etkili olduğu belirli durumlar bulunduğunu gösterir. Uygulama yolu, doz, tedavinin zamanı ve hastanın durumu tedavinin bir parçasıdır. Damar yoluyla verilen bir maddenin

etkisini, aynı elementin düşük derişimli bir içecekle alınmasına aynen taşımak doğru değildir. 2005 tarihli WHO derlemesi de magnezyum tedavisi çalışmalarının farklı sonuçlarını ve tedavi başarısının hastalık önlemeyi tek başına kanıtlamadığını tartışmıştır. [1, s.102–105]

Bu ayrımı sayısal bir düşünce deneyiyle görmek mümkündür. Bir suyun litre başına 15 mg magnezyum sağladığını varsayalım. Bu suyla 300 mg almak için 20 L gerekir. Bu hacim burada yalnız matematiksel sonucun uygunsuzluğunu göstermek için hesaplanmıştır; tüketilmemelidir. Kaldı ki ağızdan alım ile damar içi uygulama, miktarlar eşit olsa bile aynı maruziyet değildir.

Magnezyum tedavisi alan bir hastanın evde mineralli suyla ilacını değiştirmesi bu nedenle kabul edilebilir bir çıkarım değildir. Aynı şekilde ritim bozukluğu olan bir kişinin hangi suyu içeceği, yalnız mineral etiketiyle kararlaştırılamaz. Hastalık, böbrek işlevi ve kullanılan ilaçlar ayrı değerlendirme gerektirir. [4, “Health Risks from Excessive Magnesium” ve “Interactions with Medications”]

Kalp-damar açısından su seçerken hangi bilgi gerçekten işe yarar?

İlk basamak suyun içme amacıyla güvenli olmasıdır. Sonraki basamak gerçek kalsiyum, magnezyum ve gerektiğinde sodyum katkısını bilmektir. Kalp-damar hastalığı bulunan kişide sıvı veya sodyumla ilgili özel bir plan varsa, su bu planın içinde değerlendirilir. Magnezyum içeriği yüksek diye diğer özellikler görmezden gelinmez. Özellikle farklı elementleri aynı “yararlı mineraller” başlığı altında toplamak, gereksiz bir güvenlik genellemesi yaratır. [2, s.1–7, 437; 34]

Günlük uygulamada sorulacak yararlı soru, “En yüksek sertlik hangi suda?” değil, “Bu su mevcut beslenmeme hangi miktarda ne ekliyor?” sorusudur. Ardından o katkının kişisel bakım planıyla uyumlu olup olmadığına bakılır. Ölçülebilen bir mineral katkısını takdir etmek için kalp krizini önleme sözü vermeye gerek yoktur.

Bugünkü kanıtın açık bıraktığı alan, su minerallerinin toplum düzeyindeki uzun dönem etkisidir. Bu alanın açık olması konunun değersiz olduğunu göstermez. Tam tersine, iyi maruziyet ölçümü ve uygun sağlık sonlanımlarıyla araştırılması gerektiğini gösterir. Kesin olan, gözlemsel ilişkinin otomatik ürün vaadine çevrilemeyeceğidir. [2, s.436–437]

15. Tansiyon ve mineral alımı

Kan basıncı söz konusu olduğunda içme suyunda ilk bakılacak değerlerden biri sodyumdur. Ancak sodyumun etkisi yalnız suyun etiketiyle değil, bütün gün alınan miktarla ilgilidir. Sodyumu yüksek bir su toplam alıma belirgin katkı yapabilir; düşük sodyumlu su seçmek ise çok tuzlu bir beslenmenin etkisini kendiliğinden ortadan kaldırmaz. Kalsiyum veya magnezyum içeren suyun ilaç yerine kullanılabileceği sonucu mevcut kanıtlardan çıkarılamaz. [5; 1, s.48, 92–95; 28; 47]

Tansiyon tek bir mineralin göstergesi değildir

Kan basıncı, dolaşım hacmi ve damarların özellikleriyle ilişkili düzenlemelerin sonucudur. Sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum bu düzenlemelerde farklı roller taşır. Birinin görevini anlatmak, diğerlerini yok saymak için gerekçe değildir. Böbreğin su ve elektrolit yönetimiyle damar sisteminin yanıtı birlikte düşünülmelidir. [1, s.47–48, 92–95; 15]

Bir suyun pH'sının yüksek olması, kan basıncını düşüren bir mineral bileşimine sahip olduğunu göstermez. Sodyum bikarbonatı yüksek bir su ile kalsiyumdan zengin başka bir su benzer pH gösterebilir, fakat beslenme hesabına farklı miktarlarda iyon ekler. İçme suyunun pH'sını “tansiyon dostu” göstergesi gibi kullanmak, kimyasal ölçümün yanıtlamadığı bir soruyu ona yüklemektir. [2, s.245, 480, 491]

Benzer şekilde “tuzu yok” ifadesi dikkatle okunmalıdır. Bir suya sofra tuzu eklenmemiş olması, sodyum içermediği anlamına gelmez. Sodyum farklı iyonlarla birlikte bulunabilir. Beslenme hesabında ölçülen sodyum miktarı önemlidir; yalnız klorür veya tadın tuzlu oluşu yeterli gösterge değildir. [1, s.48; 2, s.245, 491]

Sodyum ile tuz eşdeğerini ayırmak

Sofra tuzu sodyum klorürdür. Beslenme iletişiminde sodyum miktarı yaklaşık 2,5 ile çarpılarak tuz eşdeğerine dönüştürülür. Bu, bütün sodyumun gerçekten sodyum klorür biçiminde bulunduğunu söylemez; farklı kaynakların ortak ölçekte karşılaştırılmasını sağlar. Bir suyun sodyumunu tuz eşdeğerine çevirmek, bileşim analizini değiştiren bir işlem değildir. [5]

WHO yetişkinler için günlük sodyum alımının 2 g'ın altında tutulmasını önerir; bu yaklaşık 5 g tuza karşılık gelir. Bu toplum düzeyindeki öneri, her hastanın bireysel tedavisini tanımlamaz. Kullanılan sayı ayrıca su için litre başına sınır değildir. “Günde 2 g sodyum” ile “litrede 2 g sodyum” birbirinden tamamen farklı maruziyetlerdir. [5]

Su seçiminin gerçek etkisi ancak içilen hacimle hesaplanabilir. Litre başına 20 mg ve 250 mg sodyum içeren iki suyu, günlük 1,5 L'lik temsili hacimde karşılaştıralım. İlk su 30 mg, ikinci su 375 mg sodyum sağlar. Fark 345 mg'dır. Yaklaşık tuz eşdeğeri 0,86 g'dır. Bu miktar beslenmenin geri kalanına eklenir; tek başına günün toplamı değildir.

Tablo 23. İki su arasında sodyum farkı: temsili günlük bütçe

Hesap öğesi	A suyu	B suyu
Sodyum derişimi	20 mg/L	250 mg/L
Kullanılan günlük hacim	1,5 L	1,5 L
Suyla sodyum alımı	30 mg	375 mg
Yaklaşık tuz eşdeğeri	0,075 g	0,938 g
Besinlerden varsayılan sodyum	2.500 mg	2.500 mg
Günlük toplam	2.530 mg	2.875 mg

Örnek, gerçek ürün veya hasta ölçümü değildir. Hesap hacmi öneri değildir. Tuz eşdeğeri sodyum × 2,5 yöntemiyle bulunmuştur.

Bu örnekte B suyundan A suyuna geçiş toplam alımı azaltır; fakat toplamı WHO'nun yetişkinler için belirttiği düzeyin altına indirmez. Böylece iki aşırı yorumdan kaçınılır: suyun katkısını yok saymak ve bütün çözümü suya yüklemek. Azalmanın klinik etkisi de kişide ölçülmeden kesin bir tansiyon düşüşü sayısına çevrilemez.

Beslenme örüntüsünü değiştiren deney neyi gösterir?

DASH-Sodyum araştırması, 412 katılımcıda beslenme düzeni ve farklı sodyum alım düzeylerini karşılaştırmıştır. Düşük sodyumlu DASH düzeni ile yüksek sodyumlu kontrol düzeni arasındaki sistolik kan basıncı farkı, hipertansiyonu olmayanlarda ortalama 7,1 mmHg, hipertansiyonu olanlarda 11,5 mmHg olarak bildirilmiştir. Bu bir içme suyu deneyi değildir; bütün beslenme düzenini ilgilendiren kontrollü bir müdahaledir. [28, özet]

Araştırmadan çıkarılacak sonuç, sodyum ve beslenme örüntüsünün birlikte ele alınmasının önemidir. Sonuçları "magnezyum içeren su tansiyonu 11,5 mmHg düşürür" diye aktarmak, deneyde sınanmamış bir ürüne etki atfetmek olur. Sebze, meyve, süt ürünleri ve diğer beslenme değişkenleriyle oluşan bir düzenin etkisi tek bir minerale veya şişeye indirgenemez. [28]

Kontrollü beslenme çalışması ile günlük yaşam arasındaki fark da görülmelidir. Araştırmada hedeflenen beslenme koşulları daha yakından izlenir. Günlük yaşamda kişi seçtiği suyun yanında daha fazla tuzlu yiyecek tüketirse planlanan net azalma gerçekleşmeyebilir. Bu nedenle uygulamanın başarısı yalnız ürünün özelliğine değil, ürünün neyin yerine geçtiğine bağlıdır.

Suya özgü tansiyon araştırması

Rylander ve Arnaud'nun 2004 tarihli çalışmasında sınırda yüksek kan basıncı bulunan 70 kişi dört hafta boyunca üç farklı suyla değerlendirilmiştir. Başlangıç idrar magnezyum ve kalsiyumu düşük olan katılımcılarda bazı kan basıncı düşüşleri bildirilmiştir. Bu sonuç, başlangıç durumunun önemli olabileceğine işaret eder; bütün toplum için aynı büyüklükte etki veya uzun dönem kalp-damar koruması kanıtlamaz. [47, özet]

Kısa süre, küçük örneklem ve alt grup bulguları birlikte düşünülmelidir. Böyle bir deney araştırma yönünü destekleyebilir; fakat tek başına bir suyu hipertansiyon tedavisi hâline getirmez. Kan basıncıyla ilgili doğrudan bir su çalışması olduğu için değerlidir, tüm soruları yanıtladığı için değil. [47]

Alt grup sonuçları günlük uygulamada özellikle kolay abartılır. "Düşük mineral atılımı olan bazı kişilerde yanıt görüldü" cümlesi, "herkesin daha fazla minerale ihtiyacı var" anlamına gelmez. Başlangıçta düşük ölçülen bir değerin neden düşük olduğu da araştırılmalıdır. İdrardaki miktar alımı yansıtabileceği gibi böbreğin düzenlemesi ve örnekleme koşullarından da etkilenebilir. [1, s.101–103; 15]

İyon değişimiyle yumuşatılmış su

Kalsiyum ve magnezyumu sodyumla değiştiren yumuşatma işlemi, suyun sertliğini düşürürken sodyumu artırabilir. Bu nedenle daha az tortu bırakan bir suyun daha az sodyum içerdiği söylenemez. İşlemin

beslenme açısından değerlendirilmesi, giriş ve çıkış suyunun iyon bileşimleriyle yapılır. [1, s.2, 19; 2, s.243–244, 491]

Temsili bir kimyasal hesap yapalım. Suya sodyum esaslı iyon değişimiyle müdahale edildiğinde, uzaklaştırılan her 1 mmol kalsiyum için elektriksel yükü dengelemek üzere 2 mmol sodyum geçer. Yaklaşık atom kütleleriyle 40,1 mg kalsiyumun karşılığı 46,0 mg sodyumdur. Uzaklaştırılan her 1 mmol magnezyumda da iki değerlik bulunduğundan karşılık yine 2 mmol sodyumdur. Bu stokiyometri, cihazın belirli saha performansını ölçmez; beklenen iyon değişiminin temelini açıklar.

Giriş suyundan litre başına 80 mg kalsiyum ve 12 mg magnezyum tamamen uzaklaştırıldığı varsayılsın. Kalsiyuma karşılık yaklaşık 91,8 mg/L, magnezyuma karşılık yaklaşık 22,7 mg/L sodyum eklenir; toplam artış yaklaşık 114,5 mg/L olur. Girişte 25 mg/L sodyum varsa, idealize edilmiş çıkış yaklaşık 139,5 mg/L'dir. Gerçek çıkış değeri harmanlama, işlemin tamamlanma derecesi ve diğer koşullar nedeniyle analizle doğrulanmalıdır.

Bu örnek bir yumuşatma cihazının kullanılamayacağını söylemez. Sodyum bakımından özel değerlendirmesi gereken kişide içme hattının ayrıca ele alınabileceğini gösterir. Teknik bir hedefin, yani daha düşük sertliğin, beslenme açısından başka bir değişkeni artırabileceğini bilmek gerekir. Üçüncü kısımda yumuşatma daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

Potasyum içeren ürünler otomatik çözüm değildir

Potasyum normal fizyoloji için gereklidir ve toplam beslenme örüntüsü içinde değerlendirilir. Buna karşılık böbrek işlevi azalmış kişilerde veya potasyumu etkileyen bazı ilaçları kullananlarda fazladan potasyum uygun olmayabilir. “Sodyumsuz” veya “potasyumlu” ürün sözcükleri, herkes için aynı güvenlik anlamını taşımaz. [6, “Health Risks from Excessive Potassium”; 34]

Bu nedenle tansiyon endişesi olan bir kişinin sodyumu azaltmak amacıyla gelişigüzel potasyumlu tuz veya mineral konsantresi eklemesi doğru değildir. Bir mineralin bir bağlamda yararlı olması, böbrek atılım kapasitesinden bağımsız olarak her miktarda güvenli olacağı anlamına gelmez. Suya eklenen ürünün kimliği, miktarı ve kişisel bakım planı bilinmelidir.

Bir suyun doğal potasyum içeriği düşük olabilir; özel olarak zenginleştirilmiş bir ürün farklı miktarlar sağlayabilir. Etikette yalnız “elektrolit içerir” yazması yetmez. Hangi elektrolitten ne kadar

bulunduğu açıklanmalıdır. Aksi durumda tüketici, alım hesabının temel verisine sahip değildir.

Bir haftalık gözlem nasıl anlamlı hâle gelir?

Temsili bir kişi daha düşük sodyumlu suya geçtikten sonra ev ölçümlerinde tansiyonunun düştüğünü fark etsin. Bu gözlem değerlidir; fakat bir haftalık değişikliği yalnız suya bağlamak için yeterli değildir. Ölçüm saati, dinlenme durumu, cihaz, ilaç kullanımı, yemeklerdeki tuz, uyku ve günlük dalgalanma sonucu etkileyebilir. Aynı dönemde bütün beslenmenin değişmesi de olasıdır. [1, s.108–114]

Böyle bir gözlemi yararlı kılan, tek bir iyi ölçümü seçmek değil, bakım ekibinin önerdiği koşullarda düzenli kayıt tutmaktır. Su değişimi sırasında başka nelerin değiştiği not edilebilir. Bunun amacı evde klinik deney yürütmek değil, hekimle yapılacak görüşmeye daha güvenilir bilgi taşımaktır. Tansiyon ilacı, seçilen su nedeniyle kendiliğinden bırakılmaz.

Tablo 24. Tansiyonla ilgili su iddialarında gerekli ayrımlar

Duyulan ifade	Yanıtlanması gereken soru
Bu su tansiyonu düşürür	Aynı suyla, hangi kişilerde ve hangi karşılaştırmayla gösterildi?
Sodyumu düşük, kesin yeterli	Besinlerden gelen günlük sodyum ne kadar?
pH'sı yüksek, kalbe iyi gelir	pH dışında hangi madde ve hangi klinik sonuç ölçüldü?
Minerali çok, ilaç gerektirmez	İlaç yerine kullanımını sınayan güvenilir bir deney var mı?
Yumuşak su daha uygundur	Yumuşatma sonrası sodyum ne oldu?

Tablo, bir ürünün tedavi gücünü değerlendirmez; iddianın hangi veriye ihtiyaç duyduğunu gösterir. [1, s.108–114; 2, s.243–245]

Net sınır

İçme suyu, toplam sodyum ve mineral alımını yönetmenin bir parçasıdır. Kişinin yüksek sodyumlu bir sudan düşük sodyumlu suya geçmesi, diğer koşullar değişmediğinde sodyum alımını azaltır. Bu hesaplanabilir bir sonuçtur. Tansiyonun ne kadar değişeceği ise kişide izlenmesi gereken klinik sonuçtur.

Suyun mineral bileşimi hakkında doğru konuşmak, hipertansiyon tedavisine rakip bir yöntem kurmak değildir. Güvenli su, uygun beslenme ve gerektiğinde tıbbi tedavi aynı bakımın farklı parçalarıdır. Birinin varlığı diğerini geçersiz kılmaz.

16. Böbrek taşları ve içme suyu

Böbrek taşı bulunan bir kişi için yalnız “sert su” veya “yumuşak su” etiketiyle karar verilemez. Taşın türü, idrarın bileşimi, günlük idrar hacmi, beslenme ve böbrek işlevi birlikte değerlendirilir. Kalsiyum içeren taş görülmesi, bütün kalsiyum kaynaklarının kesilmesi gerektiği anlamına gelmez. Taş tekrarını önlemeye yönelik güncel yaklaşım, uygun hastalarda yeterli sıvıyla birlikte normal besinsel kalsiyumu korumayı ve sodyum gibi diğer etkenleri yönetmeyi içerir. [29, bölüm 4.1–4.2; 31]

Taşın adı, önerinin yönünü değiştirir

Kalsiyum oksalat, kalsiyum fosfat ve ürik asit taşları aynı kimyasal ortamda oluşmaz. Enfeksiyonla ilişkili taşlar veya sistin taşları da farklı değerlendirme gerektirir. Bu nedenle taş analizi, yalnız laboratuvarın ek bir ayrıntısı değildir; hangi önlemin uygun olacağına yön veren bilgidir. EAU, taş oluşturan kişilerde temel metabolik değerlendirmeyi ve güvenilir taş analizini vurgular; yüksek riskli kişilerde daha ayrıntılı inceleme gerekir. [29, bölüm 4.1]

Bir taşın içinde kalsiyum bulunması, taşın içilen sudaki kalsiyumdan doğrudan oluştuğunu göstermez. İdrardaki kalsiyum; bağırsaktan emilim, kemik metabolizması ve böbreğin geri emme süreçlerinin ortak sonucudur. Günlük beslenme ve bazı hastalıklar da bu sonucu etkiler. İçme suyundan gelen kalsiyum toplam alımın bir parçasıdır; bütün sürecin tek açıklaması değildir. [1, s.46, 68; 18]

Kalsiyum oksalat taşı ile kalsiyum fosfat taşının adında ortak bir element bulunması da aynı öneriye yeterli değildir. Oksalatın bağırsaktan geçişi ve idrarın pH'sı gibi değişkenler farklı ağırlık taşıyabilir. Özellikle “bütün taşları eritmek için alkali su” düşüncesi bu farkları örter. Bazı taş türlerinde idrarın alkalileştirilmesi tedavinin parçası olabilirken, yüksek idrar pH'sı bazı kalsiyum fosfat kristallerinin oluşumuna elverişli olabilir. [29, bölüm 4.4–4.5]

Tablo 25. Taş türü bilindiğinde değişen araştırma sorusu

Taşla ilgili bilgi	Su seçimine yön veren soru	Kaçınılacak genelleme
Kalsiyum oksalat	İdrar hacmi, kalsiyum, oksalat, sitrat ve toplam beslenme nasıl?	Bütün kalsiyum kaynakları kesilmeli
Kalsiyum fosfat	İdrar pH'sı ve altta yatan neden nedir?	Daha alkali her zaman daha iyidir
Ürik asit	İdrar pH'sı ve metabolik değerlendirme ne gösteriyor?	Düşük TDS taşı kendiliğinden eritir
Taş türü bilinmiyor	Taş analizi ve değerlendirme yapılabilir mi?	Herkese aynı su önerilebilir

Bu tablo tedavi reçetesi değildir. Taş türü ile ölçülen idrar özelliklerinin neden birlikte okunması gerektiğini gösterir. [29, bölüm 4.1, 4.4–4.5]

Kalsiyumun bağırsaktaki ve idrardaki rolleri farklıdır

Yemekle birlikte alınan kalsiyum, bağırsakta oksalatla etkileşebilir. Bu etkileşim oksalatın emilimini etkilediği için, kalsiyumu azaltmanın sonucu yalnız "idrara daha az kalsiyum gidecek" varsayımından ibaret değildir. Çok düşük kalsiyumlu beslenme, bazı kişilerde oksalat bakımından istenmeyen sonuç oluşturabilir. Bu nedenle taşı kalsiyum içeren kişiye otomatik olarak düşük kalsiyum diyeti önerilmez. [1, s.5, 68; 31]

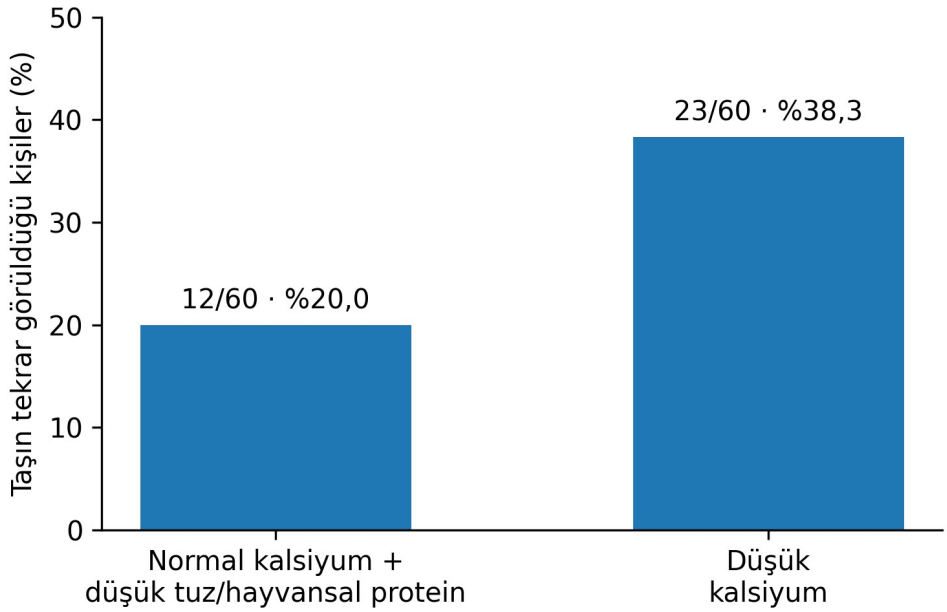
Bu durum ilk bakışta çelişkili görünür. Taşın bileşenlerinden birini azaltmak yerine yeterli düzeyde tutmak neden düşünülsün? Çünkü bir sistemdeki sonuç, tek bileşenin miktarından değil diğer bileşenlerle etkileşiminden doğar. Bağırsakta bağlı kalan oksalat ile emilip idrara geçen oksalat aynı etkiye sahip değildir. Yalnız taşın kimyasal adını okuyarak beslenme planı kurulamaz.

Kalsiyumun hangi zamanda ve hangi kaynaktan alındığı da önemlidir. Gün boyunca yemeklerle dağılan besinsel kalsiyum, tek seferde alınan yüksek doz destek veya öğün dışında tüketilen yüksek kalsiyumlu su aynı maruziyet olarak kabul edilmemelidir. Bu ayrım, bütün kaynakları iyi veya kötü diye sınıflandırmak için değil, klinik araştırmalardaki koşulları doğru anlamak için gereklidir. [1, s.68; 29, bölüm 4.2.2]

Beş yıllık diyet deneyi

Borghi ve çalışma arkadaşlarının 2002'de yayımladığı araştırmada, tekrarlayan kalsiyum oksalat taşı ve idrarda yüksek kalsiyum atılımı olan 120 erkek iki beslenme yaklaşımıyla izlenmiştir. Beş yılda normal kalsiyum içeren, hayvansal protein ve tuzu azaltılmış grupta 60 kişinin 12'sinde; düşük kalsiyum grubunda 60 kişinin 23'ünde taş tekrarı görülmüştür. [30, özet]

Bu bulgu, kalsiyum taşlarında kalsiyumu genel olarak kısmanın doğru yaklaşım olmadığını destekler. Ancak deney yalnız kalsiyumu değiştirmemiştir; tuz ve hayvansal protein de değişmiştir. Sonucu "kalsiyumlu su taşları önler" diye çevirmek mümkün değildir. Araştırma bir su deneyi değil, farklı beslenme paketlerinin karşılaştırılmasıdır. [30]



Şekil 11. İki beslenme yaklaşımında taşın tekrarı. Beş yıllık çalışmada tekrarlayan taş: normal kalsiyum ile düşük tuz/hayvansal protein grubunda 12/60, düşük kalsiyum grubunda 23/60. İlk grupta birden fazla beslenme değişikliği vardır. Bu bir su sertliği deneyi değildir.

Dayanak: **[30]**, sonuçlar.

Bu sayıları kendi içlerinde de doğru okumak gerekir. Gözlenen oranlar 12/60 = %20 ve 23/60 ≈ %38,3'tür. Aradaki yaklaşık 18,3 yüzde puanlık fark, bu katılımcılarda ve bu izlem koşullarında gözlenmiştir. Aynı farkın her yaş, cinsiyet veya taş türü için geçerli olacağı varsayılamaz. Bu

aritmetik, araştırmanın örneklemindeki sonuçların anlaşılması içindir; kişiye özel risk tahmini değildir.

Sert su araştırmalarında neden aynı sonuç çıkmaz?

WHO'nun 2005 derlemesinde özetlenen, 18 taş hastasında yapılan bir çapraz araştırmada sert suyla idrar kalsiyumunda artış bildirilmiştir. Aynı anlatımda oksalat atılımının değişmediği ve kalsiyum-sitratla ilişkili göstergenin olumsuz yönde değiştiği belirtilir. Bu, "sert su her durumda yararlıdır" genellemesini desteklemez. Öte yandan kısa süreli idrar göstergelerini inceleyen küçük bir deney, bütün topluma yönelik uzun dönem taş riski sonucunu da tek başına vermez. [1, s.68]

Bu araştırmayı yukarıdaki diyet deneyiyle karşılaştırırken müdahalelerin farklılığı unutulmamalıdır. Suyun kalsiyumu, eşlik eden iyonları, tüketim zamanı, toplam beslenme ve katılımcıların taş oluşturma eğilimi farklı sonuçlar doğurabilir. Bikarbonat veya sitratla ilgili özellikleri hesaba katmadan yalnız "sertlik" başlığı altında toplamak, araştırmaları yapay olarak birbirine benzetir.

Taş oluşumuna ilişkin çalışma sonuçları yalnız kalsiyumdan okunmaz. İdrar hacmi, kalsiyum, oksalat ve sitrat birbiriyle ilişkili değerlendirilir. Birinde iyileşme varken diğerinde kötüleşme olabilir. Net sonucun ne olduğu, yalnız bir laboratuvar değerinin yönünden çıkarılamaz. Aynı nedenle daha çok idrar yapmakla idrarın bütün kimyasal risklerini ortadan kaldırmak aynı şey değildir. [1, s.68; 29, bölüm 4.4]

Asıl hacim: içilen su mu, oluşan idrar mı?

İçilen suyun tamamı idrara geçmez. Terleme, solunum, bağırsak kayıpları ve besinlerden gelen su toplam dengeyi etkiler. Taş önleme açısından içilen hacim önemlidir; fakat idrarın ne kadar seyreldiğini doğrudan gösteren ölçüm günlük idrar hacmidir. Sıcak bir günde aynı miktarda içen kişinin idrarı, serin ve hareketsiz bir gündekinden farklı olabilir. [1, s.25–32]

EAU'nun genel taş önleme tablosunda günlük 2,5–3,0 L sıvı ve 2,0–2,5 L idrar hacmi çerçevesi yer alır; aynı bölümde güçlü öneri günlük idrar hacmini 2,5 L'nin üzerine çıkaracak yeterli alımı hedefler. Bunlar taş tekrarının önlenmesi bağlamındadır. Böbrek veya kalp hastalığı nedeniyle sıvı kısıtlaması bulunan kişilere doğrudan uygulanamaz. [29, bölüm 4.2 ve 4.2.3]

Bu iki ifade birbiriyle karıştırılmamalıdır: içilen miktar bir davranış ve alım ölçüsü, idrar hacmi ise vücudun o günkü çıktı ölçüsüdür. Bir hedefe ulaşmak için gerekli içme miktarı kişinin kayıplarına göre değişebilir. Başka birinin şişe sayısını kopyalamak, aynı idrar hacmini sağlayacağı anlamına gelmez.

Temsili bir hesapta, aynı miktarda atılan bir maddenin 1,2 L idrar içinde 240 mg olduğunu düşünelim. Ortalama derişim 200 mg/L olur. Aynı günlük miktar 2,4 L idrara dağılsa 100 mg/L olur. Bu basit seyreltme hesabı idrar hacminin neden önemli olduğunu açıklar. Gerçek taş oluşumunu hesaplamaz; iyon etkinlikleri, pH ve diğer maddeler değişmeden varsayılmıştır.

Tablo 26. Aynı atılım miktarının farklı hacimlerdeki derişimi

Temsili günlük atılım	İdrar hacmi	Ortalama derişim
240 mg	1,2 L	200 mg/L
240 mg	1,8 L	133,3 mg/L
240 mg	2,4 L	100 mg/L

Bu matematiksel model, taş riski veya kişisel idrar hedefi tablosu değildir. Hacim artarken günlük madde atılımının sabit kaldığı varsayılmıştır.

Suyun pH'sı ile idrarın pH'sı aynı sayı değildir

Şişede ölçülen pH, o anda o sudaki asit-baz durumunu anlatır. İçilen su, besinler ve metabolizma süreçleriyle birlikte vücuda girer; böbrek oluşan yükleri düzenler. Bu yüzden “pH 9 su içtim, idrarım da pH 9 olur” çıkarımı geçersizdir. Alkalinite, eşlik eden iyonlar ve alınan toplam miktar pH değerinden farklı bilgiler taşır. [2, s.245, 480; 15]

Bir suyun bikarbonatı yüksek olabilir ve tüketim koşullarına bağlı olarak asit-baz yüküne katkıda bulunabilir. Buna rağmen hekimce düzenlenen idrar alkalileştirme tedavisinin yerine aynı pH değerindeki herhangi bir su geçirilemez. Tedavinin etkinliği, gereken iyon miktarı ve idrar yanıtı üzerinden izlenir. Etiketteki pH, doz değildir.

Temsili olarak iki suyun pH'sı aynı, bikarbonatı ise sırasıyla 50 ve 1.000 mg/L olsun. Bir litre içildiğinde alınan bikarbonat yirmi kat farklıdır. Bu karşılaştırma, pH'nın tek başına yükü göstermediğini kanıtlar; iki sudan birinin her taş hastası için üstün olduğunu kanıtlamaz. Üstelik bikarbonatın eşlik ettiği sodyum veya diğer iyonlar da ayrı hesaba katılmalıdır.

Analiz raporunun taş açısından okunması

İçme suyu raporu vücuda giren kaynağı, idrar analizi ise vücudun işledikten sonra çıkardığı bileşimi gösterir. Bu iki rapor aynı rapor değildir. Sudaki kalsiyumun 60 mg/L olmasıyla idrardaki kalsiyumun belirli bir düzeyde olması arasında bire bir dönüşüm kurulamaz. Arada besinler, emilim, metabolizma ve böbrek düzenlemesi bulunur. [1, s.41–48, 68]

Örneğin bir laboratuvar idrar kalsiyumunu mg/24 saat olarak verirken başka bir sonuç mg/L olabilir. Günlük atılımı bulmak için derişim ile toplam hacmin birlikte bilinmesi gerekir. 100 mg/L kalsiyum içeren 1 L idrar ile aynı derişimde 3 L idrar, günlük atılım bakımından eşit değildir. Birimlerin atlanması, gereksiz bir beslenme kısıtlamasına veya yanlış güven duygusuna yol açabilir.

Yüksek riskli kişilerde ardışık iki 24 saatlik idrar örneğinin önerilmesi de günlük değişkenlikle ilgilidir. Numunenin eksik toplanması, sonuçların günün gerçek atılımını temsil etmesini bozar. Toplama ve saklama yöntemi laboratuvarın talimatıyla yürütülmelidir; evde gelişigüzel kap veya koruyucu kullanılması uygun değildir. [29, bölüm 4.1.2]

Temsili uygulama: üç farklı su, tek bir karar değil

Taş öyküsü olan bir yetişkinin üç seçenek arasında kaldığını düşünelim. A suyu düşük kalsiyum ve düşük sodyum içeriyor; B suyu yüksek kalsiyum, düşük sodyum içeriyor; C suyu yüksek bikarbonatla birlikte yüksek sodyum içeriyor olsun. Sadece bu bilgilerle “C taşı eritir”, “B taş yapar” veya “A herkes için en iyidir” denemez.

Karar için önce taşın türü ve kişiye özgü hedef belirlenir. Kişinin besinlerden kalsiyumu yeterli mi? İdrar kalsiyumu, oksalatı, sitratı ve hacmi ne durumda? Sodyum alımını azaltması isteniyor mu? Sıvı kısıtlaması var mı? Bu sorular suyun teknik özelliklerini klinik bağlama yerleştirir. Analizin bulunması kararı kolaylaştırır; klinik bilgiyi gereksiz kılmaz.

Bu örnekte yapılabilecek somut işlem, her suyla alınacak kalsiyum ve sodyumu gerçek tüketim hacmiyle hesaplayıp bakım ekibine sunmaktır. Yapılmaması gereken işlem ise yalnız marka veya sertlik sınıfından kişisel tedavi sonucu çıkarmaktır. Su seçiminin yararı, ölçülebilir katkıyı tedavi hedefiyle uyumlu hâle getirmesindedir.

Taşı önlemek ile mevcut taşı tedavi etmek

Tekrar riskini azaltmaya yönelik içme düzeni, mevcut bir taşın boyutu ve yerine göre gereken tedaviyi belirlemez. Bir taşın kendiliğinden geçip geçmeyeceği veya başka işlem gerektirip gerektirmeyeceği yalnız suyun mineral içeriğiyle anlaşılamaz. Özellikle ateş, belirgin ağrı veya idrar çıkışında sorun gibi durumlarda su değiştirerek beklemek uygun bir değerlendirme yolu değildir.

Bu bölümün pratik sonucu nettir: kalsiyum taşında kalsiyumu körlemesine kesmek, alkali suyu bütün taşlar için tedavi saymak ve içilen hacimle idrar hacmini eşitlemek yanlış yaklaşımlardır. Güvenli suyun düzenli tüketimi, uygun kişide sıvı hedefinin karşılanması ve su minerallerinin toplam beslenme içinde hesaplanması ise değerlendirmenin gerçek parçalarıdır. [29; 31]

17. Böbrek hastalığında değişen kurallar

Kronik böbrek hastalığında “daha fazla su” veya “daha fazla mineral” herkese uygun bir öneri değildir. İdrar miktarı, böbrek işlevi, kan potasyumu, sıvı birikimi, ilaçlar ve hastalığın evresi kararın parçalarıdır. İçme suyu seçimi bu bilgilere göre yapılır. Sodyumu veya potasyumu az olan bir ürünün bütün böbrek hastaları için zorunlu olduğu da, mineral içeriği yüksek olan bir suyun böbreği güçlendirdiği de genel bir kural olarak söylenemez. [32; 34]

Böbrek yalnız bir süzgeç değildir

Böbrek, kandan süzülen maddelerin bir bölümünü geri alır, bir bölümünü idrarla uzaklaştırır ve vücudun su, elektrolit ve asit-baz dengesine katılır. Bu işlevler yalnız geçen suyun miktarıyla açıklanamaz. Sağlıklı durumda daha fazla alınan bir iyonun önemli bölümü uygun düzenlemeyle atılabilir; atılım kapasitesi değiştiğinde aynı alım farklı sonuç doğurabilir. [15; 1, s.26–27, 46–48]

Bu nedenle sağlıklı bir yetişkin için yapılan mineral katkısı hesabı, böbrek hastasında tek başına güvenlik kararı vermez. Hesap yine doğrudur: 50 mg/L potasyum içeren 1 L su 50 mg potasyum sağlar. Fakat bu miktarın kişinin bütün kaynaklardan aldığı miktar ve atılım kapasitesiyle ilişkisi ayrıca değerlendirilir. Aritmetik değişmez; fizyolojik bağlam değişir.

Böbrek hastalığının bütün evrelerini aynı düzeyde kısıtlama gerektiriyor gibi anlatmak da yanlıştır. Erken evredeki bir kişinin beslenme planıyla ileri evrede, belirgin sıvı birikimi bulunan bir kişinin planı aynı olmayabilir. Kişiye özgü bakımın anlamı, herkese belirsiz bir öneri vermek değil, kararı değiştiren ölçümleri açıkça belirlemektir. [34, “How can I eat healthy with CKD?”]

Sıvı miktarı ile suyun bileşimi ayrı kararlar

Bir kişi için sıvı miktarı uygun değilse suyun düşük TDS'li olması bu sorunu çözmez. Litrelerce düşük mineralli su da litrelerce sıvıdır. Buna karşılık izin verilen sıvı hacmi içinde hangi suyun içildiği, sodyum ve

diğer iyonların alımını değiştirebilir. Hacim ve bileşim, birinin diğerinin yerine geçtiği ölçüler değildir. [34, "Liquids"; 2, s.498–499]

Temsili bir bakım planında günlük sıvı miktarının sağlık ekibi tarafından sınırlandığını düşünelim. Burada verilecek sayı evrensel bir öneri olamayacağı için belirli bir sınır seçmeyelim. Hesaba yalnız sade su değil, sağlık ekibinin sıvı olarak sayılmasını istediği diğer içecekler ve yiyecekler de katılır. Kişinin "su içmedim, yalnız çorba ve çay aldım" demesi toplam sıvıyı sıfırlamaz.

Buna benzer biçimde şişe üzerindeki "hafif", "yumuşak" veya "düşük mineral" ifadeleri tıbbi sıvı planı anlamına gelmez. Bunlar farklı özellikleri tanımlar. Kişinin su tercihini değerlendiren raporda, güvenlik, günlük hacim ve ilgili iyonların miktarı ayrı satırlarda yer almalıdır.

Tablo 27. Böbrek hastalığında su değerlendirmesinin ayrı bileşenleri

Değerlendirilen konu	Gereken bilgi	Tek başına yeterli olmayan bilgi
Sıvı dengesi	Günlük plan, idrar çıkışı, ödem ve klinik izlem	TDS'nin düşük olması
Sodyum	Su ve besinlerden toplam alım	Tadın tuzlu olmaması
Potasyum	Kan sonuçları, ilaçlar ve toplam alım	Üründe "doğal" yazması
Magnezyum	Alım kaynakları ve atılım kapasitesi	Kas krampının bulunması
Kemik-mineral dengesi	Kalsiyum, fosfor ve ilgili klinik değerlendirme	Yalnız suyun sertliği

Tablo bir kısıtlama listesi değildir. Kişisel kararın hangi bilgilerle kurulacağını gösterir. [15; 33; 34]

Potasyum: gerekli olanın fazlası da sorun olabilir

Potasyum hücre işlevleri için gereklidir. Böbrekler kan potasyumunun düzenlenmesinde önemli rol oynar. Böbrek işlevi ve bazı ilaçlar nedeniyle potasyumu uzaklaştırma kapasitesi değişebildiğinde, yüksek potasyum içeren ürünler ayrıca değerlendirilmelidir. Bu nedenle düşük sodyum amacıyla potasyumlu bir ürün seçmek her kişi için uygun bir değişim olmayabilir. [6, "Health Risks from Excessive Potassium"; 34, "Potassium"]

İçme suyundaki potasyum miktarı çoğu üründe düşük olabilir; fakat zenginleştirilmiş su, elektrolit içeceği veya mineral konsantresi aynı kategori sayılmaz. Bir ürün suya ekleniyorsa alım hesabı yalnız musluk suyundan başlamamalıdır. Eklenen ürünün sağladığı potasyum da toplamın içindedir. “Birkaç damla” ifadesi miktar yerine geçmez; damla başına veya porsiyon başına içeriğin bilinmesi gerekir.

Temsili bir örnekte, başlangıç suyu 2 mg/L potasyum içersin. Suya eklenen ürün hazırlanan her litreye 200 mg potasyum getiriyorsa son toplam yaklaşık 202 mg/L olur. Başlangıç suyunun düşük potasyumlu olması sonucu değiştirmez. Bu bir kullanım önerisi değil, kaynağın sonradan nasıl değişebildiğini gösteren hesap örneğidir.

Etikette potasyum klorürün kütlesi ile elementel potasyumun kütlesi de karıştırılmamalıdır. Tuzun tamamı potasyum değildir. Beslenme açısından hangi miktarın bildirildiği açık değilse, kişisel planla karşılaştırma yapılamaz. Bir ürünün toplam “mineral karışımı” kütlesini potasyum alımı saymak da yanlıştır.

Magnezyum ve “eksikliği tamamlamak” düşüncesi

Böbrek işlevi azalmış bir kişide magnezyum içeren destekler, bazı ilaçlar ve zenginleştirilmiş sular birlikte değerlendirilmelidir. Magnezyumun normal fizyolojide gerekli olması, sınırsız alımı güvenli kılmaz. Özellikle atılım kapasitesi bozulduğunda yüksek alımın sonucu sağlıklı kişidekinden farklı olabilir. [4, “Health Risks from Excessive Magnesium”]

Kas krampı bu konuda yanıltıcı bir çıkış noktasıdır. Krampın bulunması tek başına magnezyum yetersizliği tanısı değildir. Sıvı, ilaçlar, dolaşım, kas kullanımı ve başka nedenler değerlendirilmeden “magnezyumlu suyu artır” önerisi yapmak uygun olmaz. Böbrek hastalığı olan kişide bu genellemenin güvenlik bedeli daha yüksek olabilir.

Temsili olarak suyla 40 mg, bir destekle 250 mg ve başka bir üründen 100 mg magnezyum alındığını varsayalım. Görünür üç kaynaktaki toplam 390 mg'dır; besinler henüz eklenmemiştir. Yalnız suyun 40 mg'ını değerlendirip diğer ürünleri sormamak, kişinin gerçek maruziyetini eksik bırakır. Bu toplam, bir güvenli üst sınır olarak sunulmamaktadır; kaynakların birlikte sayılmasının örneğidir.

Beslenme referanslarındaki üst düzeylerin hangi kaynakları kapsadığı da ayrıca okunmalıdır. Örneğin magnezyumun bazı üst alım değerleri, besinlerde doğal bulunan magnezyumdan farklı bir kapsamla tanımlanır. Bu nedenle bütün kaynakları aynı sınıra karşı gelişigüzel toplamak veya

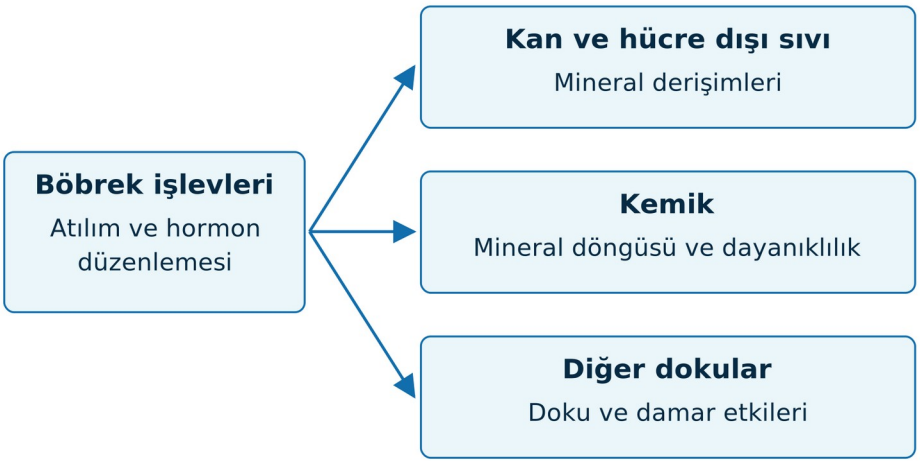
sınırın altında kalan her miktarı böbrek hastası için güvenli saymak doğru değildir. [1, s.47; 4, “Health Risks from Excessive Magnesium”]

Kemik zayıflarken damar neden kalsifiye olabilir?

Kronik böbrek hastalığında mineral ve kemik bozukluğu, yalnız kandaki kalsiyumun az veya çok olması değildir. Fosforun uzaklaştırılması, aktif D vitaminiyle ilgili işlevler ve hormon yanıtları değişebilir. Kemik yapısı ile damar ve yumuşak dokulardaki birikimler aynı hastalık çerçevesinin farklı yüzleri olabilir. Bu yüzden kemik zayıflığıyla bazı dokulardaki kalsifikasyonun birlikte bulunması gerçek bir çelişki değildir. [33]

Bu bilgi su açısından önemli bir sınır koyar. Böyle bir durumda yüksek kalsiyumlu suyu “kemiği doldurur” diye seçmek veya bütün kalsiyumu “damara birikir” diye kesmek, karmaşık düzenlemeyi tek bir girişe indirger. Tedavi, ilgili kan sonuçları, hormonlar, ilaçlar ve beslenme düzeni içinde planlanır. Suyun kalsiyumu hesaplanabilir bir girdidir; tedavinin kendisi değildir.

Temsili bir modelde vücuda giren miktar ile bir dokunun ihtiyacını eşitlemeye çalışalım. Kişi günde 200 mg ek kalsiyum içeren bir su tükettiğinde bunun tamamının kemiğe gideceği varsayılsın. Bu varsayım için emilim, atılım ve dokular arası dağılımın tümünün bilinmesi gerekir. Bunlar bilinmediğinde “200 mg su kalsiyumu = 200 mg kemik kazanımı” eşitliği kurulamaz. Hastalık varlığında bu basitleştirme daha da yanıltıcıdır.



Şekil 12. Böbrek ve mineral düzenlemesinin farklı sonuçları. Böbrek işlevleri ile dolaşım, kemik ve diğer dokuların ilişkisini gösteren niteliksel şema. Oklar hastalık ilerleme sırasını veya sayısal risk büyüklüğünü göstermez.

Dayanak: [1], s.41–48; [33].

Bikarbonat ve alkali su: tedavinin adını taklit etmek

Bazı böbrek hastalarında asit-baz bozukluğunun tedavisi gündeme gelebilir. Ancak hekimce belirlenen bir alkali tedavinin dozunu, etikette yüksek pH yazan bir suyla eşitlemek doğru değildir. pH ile alkalinite arasındaki fark burada doğrudan klinik önem taşır. Bir sıvının yüksek pH'sı, ne kadar alkali yük sağladığını tek başına göstermez. [2, s.245, 480; 32]

Bikarbonat sağlayan su sodyum da sağlayabilir. Bu nedenle yalnız istenen iyonun varlığına bakmak yetmez; eşlik eden iyon ve hacim yükü de hesaba katılır. Tedavi amacıyla kullanılan bir maddenin konsantrasyonu, günlük dozu ve izlenecek sonuçları vardır. Herhangi bir içeceğin benzer sözcüklerle tanıtılması bunları karşılamaz.

Temsili olarak 1.000 mg/L bikarbonat içeren iki su düşünelim. Birinde sodyum 20 mg/L, diğerinde 400 mg/L olsun. Aynı bikarbonat sayısına rağmen sodyum katkıları yirmi kat farklıdır. Gerçek sularda elektriksel yük diğer iyonlarla tamamlanır; örnek toplam bileşim verilmeden bir ürün üretim formülü sayılmamalıdır. Öğretici nokta, tek bir iyonu öne çıkarırken diğerlerini saklamanın yanlışlığıdır.

İlaç ve destek listesinin su analizine eşlik etmesi

Bir kişinin kullandığı reçeteli ilaçlar, reçetesiz ürünler, bitkisel karışımlar ve mineral destekleri su değerlendirmesinde görünür olmalıdır. İlaçların bazıları elektrolit dengesini etkileyebilir; bazı ürünler doğrudan mineral yükü getirebilir. Su analizi iyi olsa bile bu kaynaklar bilinmeden toplam alım ve güvenlik hakkında tamamlanmış bir değerlendirme yapılamaz. [4, “Interactions with Medications”; 6, “Interactions with Medications”]

Bu, kişinin ilacını değiştirmesi gerektiği anlamına gelmez. Tam tersine, suyla ilgili kararın ilaç planından bağımsız verilmemesi gerektiğini gösterir. Kullanılan ürünün kutusunu veya bileşim bilgisini sağlık görüşmesine götürmek, “doğal bir şey kullanıyorum” demekten daha açıklayıcıdır.

Benzer biçimde bir arıtma cihazında mineral filtresi değiştirilmişse çıkış suyu aynı kalmış varsayılmamalıdır. Değişim yalnız tatla anlaşılmayabilir. Böbrek hastalığı nedeniyle belirli iyonlar özellikle izleniyorsa, suyun son tüketim noktasındaki bileşimi önem kazanır. Üreticinin genel beyanı, kişinin evindeki suyun ölçümüyle aynı bilgi değildir.

Diyaliz suyu içme suyu değildir

Diyalizde kullanılan su, farklı kullanım koşulları ve maruziyet yolu nedeniyle özel teknik gerekliliklere tabidir. WHO'nun içme suyu rehberi de bazı özel amaçlarda, örneğin böbrek diyalizinde, farklı su kalitesi gerekebileceğini belirtir. Buradan evde içilen suyun “diyaliz suyu kadar saf” olması gerektiği veya diyaliz suyu standardının içme suyu beslenme hedefi olduğu sonucu çıkmaz. [2, s.2]

Bu ayrım, “saflık” sözcüğünün kullanım amacından bağımsız bir üstünlük derecesi olmadığını gösterir. Laboratuvar, cihaz, diyaliz sistemi ve içme amacı aynı değerlendirme değildir. Bir alanda gerekli olan teknik saflık, başka alandaki beslenme sorusunu tek başına yanıtlamaz.

Bakım görüşmesine götürülebilecek somut bilgi

Böbrek hastalığında suyla ilgili yararlı bilgi; suyun kaynağı, güncel analiz veya etiket, tüketilen hacim, eklenen ürünler ve varsa arıtma-son işlem özellikleridir. Bunlar kan sonuçları ve bakım planıyla birlikte

değerlendirilebilir. “Hangi marka böbreğe iyi gelir?” sorusunun yerine bu bilgileri koymak, kararın dayanağını güçlendirir.

Bir su değişikliğinin ardından yeni ödem, belirgin halsizlik, çarpıntı veya başka yakınma olması durumunda bunu evde bir mineral deneyine çevirmek uygun değildir. Belirtiyi yalnız suyun sertliğine bağlamadan sağlık değerlendirmesi gerekir. Böbrek hastalığında güvenli yaklaşım, genel beslenme önerilerini kişisel atılım kapasitesine ve klinik hedeflere uyarlamaktır.

18. Bebekler ve çocuklar

Bebek için uygun su, yalnız mineral miktarı düşük veya yüksek olan su değildir. Mikrobiyolojik güvenlik, kimyasal bileşim, beslenme biçimi ve hazırlama işlemi birlikte değerlendirilir. İlk altı ay yalnız anne sütüyle beslenen sağlıklı bir bebeğe, sıcak havada da ayrıca su verilmesi gerekmez. Toz mama kullanılan bebekte ise su, hazırlanan besinin bileşimine doğrudan katılır. Bu iki durum aynı su tüketimi modeliyle açıklanamaz. [35; 1, s.164–166]

İlk ayrım: su doğrudan mı, besinin içinde mi alınıyor?

Anne sütüyle beslenen bebekte su alımı sütün içindedir. Toz mamayla beslenen bebekte ise hazırlamada kullanılan su, evde seçilen kaynaktan gelir. Ek besinlere geçildiğinde suyun bir bölümü içeceklerden, bir bölümü besinin hazırlanmasından alınır. Yaş büyüdükçe ev dışındaki kaynaklar da artar. Dolayısıyla “çocuk günde ne kadar su içiyor?” sorusu, yalnız bardağa konan su sayılarak yanıtlanamaz. [1, s.164–168]

Bu ayrım mineral hesabında önemlidir. Toz mamanın formülünde bulunan mineraller ile hazırlama suyundaki mineraller aynı toplamın parçalarıdır. Suyun kalsiyum içermesi, mamanın kalsiyum içermediği anlamına gelmez. Başka bir deyişle, düşük mineralli suyla hazırlanan bir mamanın tamamına “mineralsiz beslenme” denemez. Bitmiş besinin bileşimi, toz ve suyun birlikte oluşturduğu sonuçtur. [1, s.164–166]

Bu nedenle aileye “bebek büyüyor, mutlaka çok mineralli su kullanmalısınız” demek yanlış bir yönlendirme olabilir. Mamanın amacı zaten belirli beslenme gereksinimlerini uygun bileşimle karşılamaktır. Hazırlama suyunun eklediği miktarlar bu bileşimin üzerine gelir; bunların her artışı otomatik yarar değildir.

Küçük beden, farklı maruziyet

Bebeklerin vücut kütlesine göre aldıkları sıvı miktarı yetişkinlerden farklıdır. Sindirim ve böbrek düzenleme mekanizmaları da gelişme sürecindedir. Bu yüzden yetişkin için küçük görünen bir su katkısı, kilogram başına değerlendirildiğinde bebekte farklı bir büyüklüğe ulaşabilir. WHO'nun 2005 beslenme derlemesi bu ilişkiyi özellikle mama hazırlama suyu üzerinden ele alır. [1, s.164–169]

Temsili bir karşılaştırmada 5 kg'lık bir bebeğin besin hazırlanmasında kullanılan su miktarı 0,75 L, 70 kg'lık bir yetişkinin ilgili kaynaktan içtiği su 2 L olsun. Bunlar yalnız maruziyet hesabı için seçilmiş hacimlerdir; besleme veya içme önerisi değildir. Suda 20 mg/L sodyum varsa bebek için bu sudan gelen miktar 15 mg, yetişkin için 40 mg olur. Mutlak miktar yetişkinde daha büyüktür. Kilogram başına miktar ise bebekte 3 mg/kg, yetişkinde yaklaşık 0,57 mg/kg'dır.

Tablo 28. Aynı derişimde kilogram başına farklı katkı: temsili model

Varsayım veya sonuç	Bebek modeli	Yetişkin modeli
Vücut kütlesi	5 kg	70 kg
Hesapta kullanılan su	0,75 L	2 L
Sudaki sodyum	20 mg/L	20 mg/L
Suyla gelen sodyum	15 mg	40 mg
Kütle başına katkı	3 mg/kg	0,57 mg/kg

Sayılar güvenli üst sınır, günlük gereksinim veya besleme planı değildir. Mamanın ve diğer besinlerin sodyumu hesaba katılmamıştır. Aynı derişimin farklı bedenlerde neden aynı maruziyeti ifade etmediğini gösterir.

Bu örneği yalnız sodyum için değil, suda bulunan başka bir madde için de matematiksel olarak kurabiliriz. Fakat her maddenin biyolojik etkisi ve düzenlenmesi aynı değildir. Kilogram başına alınan miktarın hesaplanabilmesi, bir maddenin güvenlik sınırını kendiliğinden vermez. Bunun için maddeye, yaşa ve sağlık durumuna özgü değerlendirme gerekir.

Hazırlanan besinin kütle dengesi

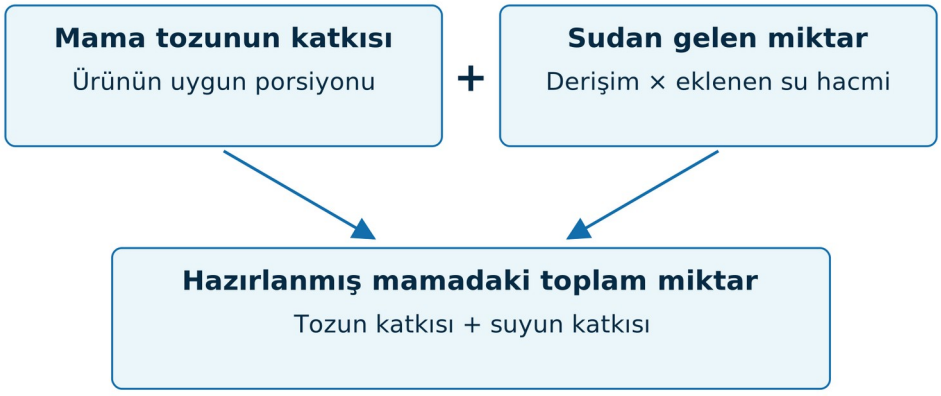
Temsili bir etiket hesabında, belirli miktardaki tozun sağladığı sodyum 120 mg olsun. Hazırlamada kullanılan su miktarı 0,75 L ise, 10 mg/L sodyumlu sudan 7,5 mg; 200 mg/L sodyumlu sudan 150 mg daha gelir. Böylece toplam sırasıyla 127,5 ve 270 mg olur. Bu, herhangi bir mamanın hazırlama tarifi değildir; su bileşiminin bitmiş ürünün toplamını nasıl değiştirdiğini gösterir.

Tablo 29. Toz ve suyun katkılarının ayrı sayılması: temsili örnek

Hesap öğesi	A suyu kullanıldığında	B suyu kullanıldığında
Tozdan gelen varsayımsal sodyum	120 mg	120 mg
Su miktarı	0,75 L	0,75 L
Suyun sodyumu	10 mg/L	200 mg/L
Sudan gelen sodyum	7,5 mg	150 mg
Birleşik toplam	127,5 mg	270 mg

Bu tablo bir bebek için uygun alım düzeyi belirlemez. Su ve toz miktarı değiştirilerek uygulanacak bir besleme yöntemi sunmaz. Gerçek hazırlamada ürünün kendi ölçüleri ve sağlık önerisi izlenir.

Bir başka kritik ayrım, kullanılan su hacmi ile hazırlanan mamanın son hacmidir. Toz eklendiğinde son hacim farklılaşabilir. Bu yüzden “0,75 L hazırlanmış mama” ile “0,75 L hazırlama suyu” aynı sayı gibi kullanılamaz. Su kaynaklı mineral katkısı hesaplanırken gerçek su miktarı esas alınmalıdır. [1, s.165–166]



Şekil 13. Mama hazırlanırken iki mineral kaynağı. Toz ve su aynı mineralin toplam miktarına ayrı katkılar yapar. Şema hazırlama tarifi değildir; su miktarı ürünün uygun talimatına göre belirlenir.

Dayanak: **[1]**, s.164–166; **[36]**.

Oranı değiştirmek mineral sorununu çözmez

Mamanın daha seyreltilmesi, yalnız bir mineralin derişimini azaltmaz; enerji ve diğer besin öğelerinin sunumunu da değiştirir. Fazladan toz

eklemek ise yalnız kaloriyi artırmaz; çözünen maddelerin yükünü de değiştirir. Bu nedenle suyun mineralinden endişe edildiğinde çözüm, hazırlama oranını evde değiştirmek değildir. Uygun suyu seçmek ve doğru hazırlamak ayrı işlemlerdir. [1, s.173–175; 36]

CDC'nin 2026 hazırlama rehberi, güvenli su kullanılmasını ve ölçünün ürün talimatına göre yapılmasını vurgular. Su önce doğru miktarda ölçülür; toz ardından belirtilen miktarda eklenir. Hazırlama sırasında el, yüzey ve biberon temizliği de işlemin parçasıdır. Su analizi uygun olsa bile bu basamaklar atlanamaz. [36, "Preparation"]

Bu bölümde gram ve litrelerle hesap yapılmasının amacı aileye yeni bir mama tarifi vermek değildir. Amaç, "sudaki mineral" ile "bebeğin aldığı toplam mineral" arasındaki bağı görünür kılmaktır. Besleme miktarı, sıklığı ve özel tıbbi mamaların hazırlanması çocuğun bakım planıyla belirlenir.

Mineral güvenliği ile mikrobiyolojik güvenlik birlikte

Toz mama steril değildir. Bu nedenle suyun temiz görünmesi veya şişelenmiş olması, hazırlanan besinin bütün mikrobiyolojik risklerini ortadan kaldırmaz. Özellikle iki aydan küçük, erken doğmuş veya bağışıklığı zayıf bebeklerde ek hazırlama önlemleri gündeme gelir. CDC bu gruplar için yaklaşık 70 °C'lik suyla hazırlamaya ilişkin ek önlemler bildirir; beslemeden önce güvenli sıcaklığa soğutma gerekir. Uygulama ürün ve sağlık ekibi talimatıyla birlikte yürütülmelidir. [36, "Extra precautions"]

Mikroorganizmaları azaltmak için kullanılan işlem ile çözünmüş kimyasal maddeleri yönetmek aynı şey değildir. Kaynatma, suyun bütün kimyasal sorunlarını çözen bir arıtma yöntemi değildir. Belirli kimyasal kirleticinin varlığında uygun kaynak veya o madde için doğrulanmış işlem gerekir. Suyun kaynatılmış olması, analizde sorunlu bulunan bir maddenin giderildiğinin kanıtı olarak kullanılamaz. [2, s.188, 209–216]

Örneğin temsili bir kapta başlangıçta 1 L su ve uçucu olmayan 100 mg çözünmüş madde bulunsun. Yalnız su buharlaşıp hacim 0,8 L'ye indiğinde madde kaptan ayrılmamışsa derişim 125 mg/L olur. Bu idealize edilmiş kütle dengesi, su kaybının bazı çözünmüş maddeleri azaltmak yerine yoğunlaştırabileceğini gösterir. Gerçek suda çökelme veya başka değişiklikler de olabileceğinden her iyon için aynı sonuç varsayılmaz.

Sodyum, nitrat ve diğer parametreler aynı kutuya sığmaz

Sodyum beslenme açısından gerekli bir elektrolittir; buna rağmen hazırlama suyuyla gelen ek miktarı önemlidir. Nitrat ise burada gerekli bir mineral katkısı olarak aranmaz; içme suyu güvenliğinin ayrı bir parametresidir. Bakır, kurşun veya başka maddeler tesisatla ilişkili olabilir. Bir suyun kalsiyum ve magnezyumu düşük diye bu maddelerin de düşük olduğu söylenemez. [1, s.164–175; 2, s.443–450, 466–472]

Bu ayrım "bebek suyu" ifadesinin neden tek başına yeterli olmadığını açıklar. Etiket veya pazarlama ifadesi yerine ürünün gerçek bileşimi, kullanım amacı ve güvenliği değerlendirilir. Saydamlık, düşük TDS veya hoş tat bütün bu soruları yanıtlamaz.

Kuyu suyu veya kalitesi belirsiz bir kaynak söz konusu olduğunda bir yetişkinin yıllardır içiyor olması, bebeğin kullanımı için yeterli güvence oluşturmaz. Maruziyetin kütle başına farklılığı ve hassasiyet birlikte düşünülür. Özellikle sorunlu bir parametre belirlendiyse aileye genel "kaynatıp kullanın" önerisiyle yetinilmez; ilgili risk için uygun çözüm belirlenir. [2, s.4–7, 466–472]

Florürün toplamı ayrıca izlenir

Mama hazırlama suyundaki florür, bebeğin toplam florür alımına katılır. Çocuk büyüdükçe su, besinler ve diş bakım ürünlerinden yutulan miktarlar birlikte önem kazanır. Florür değerlendirmesi yalnız "dişe yararlı" veya "zararlı" sözcükleriyle yapılamaz; yaş, toplam alım ve maruziyet yolu gerekir. [1, s.180–183; 42]

Florürün diş gelişimi dönemindeki fazlalığıyla dental florozis arasındaki ilişki, büyüme çağının neden ayrı incelendiğini gösterir. Bununla birlikte bütün florür kaynaklarını kontrolsüzce kaldırmak da bir ağız sağlığı planının yerini tutmaz. Diş macunu, profesyonel uygulama ve içme suyu aynı kullanım yolu değildir. Bu konunun sayısal değerlendirmesi 22. bölümde yapılacaktır. [2, s.430–433]

Ek besin döneminde suyun rolü değişir

Ek besinlere geçildiğinde su yalnız mama hazırlamada değil, çorba, tahıl veya başka yiyeceklerin hazırlanmasında da kullanılır. Pişirme suyunun tamamı tüketiliyor mu, bir bölümü dökülüyor mu, su hazırlanmış üründe

kalıyor mu? Bu ayrıntılar alınan miktarı değiştirir. Suyun mutfakta kullanılmış olması, bütün minerallerinin mutlaka tüketildiği anlamına gelmez. [1, s.166–169]

Temsili olarak bir yemek hazırlanırken 300 mL su kullanılsın ve sudaki kalsiyum 80 mg/L olsun. Başlangıçta eklenen kalsiyum 24 mg'dır. Yemeğin tamamı çocuk tarafından tüketilmiyorsa bu 24 mg'ın tamamını çocuğa yazmak doğru değildir. Dört eşit porsiyon oluştuğu ve dağılımın eşit olduğu varsayılırsa bir porsiyonun su kaynaklı katkısı 6 mg olur. Gerçek ölçümde porsiyon ve kalan miktar bilinmelidir.

Bu hesaplar, aileyi her lokmayı laboratuvar ölçümüne çevirmeye zorlamak için değil, araştırma ve ürün beyanlarının nasıl okunacağını göstermek için gereklidir. Günlük bakımın temelinde yaşa uygun beslenme, güvenli hazırlama ve çocuğun büyümesinin izlenmesi yer alır. Su, bu bütünlüğün bir girdisidir.

Okul çağında daha fazla mineral mi, daha iyi içecek düzeni mi?

Okul çağında su erişimi ve içecek tercihi, mineral içeriğiyle birlikte ele alınmalıdır. Şekerli içecek yerine sade su tercih edilmesi, yalnız suyun kalsiyumuna bağlı olmayan bir değişikliktir. Bir ürünün “elektrolit” veya “vitamin” etiketi taşıması, onu günlük sade suyun zorunlu yerine koymaz. [46]

Çocuğun suyu gün içinde nereden aldığı da önemlidir. Evdeki şişenin etiketi, okulda veya başka yerde tüketilen suyu temsil etmez. Mineral katkısı bir araştırmada hesaplanacaksa farklı kaynakların hacimleri bilinmelidir. Bütün alımı evdeki tek suya atfetmek, özellikle yaş büyüdükçe daha büyük ölçüm hatası doğurabilir. [1, s.165–168]

Çocuklara yönelik bir su seçiminin başarısı yalnız laboratuvar sayısından ibaret değildir. Güvenli kaynağa erişim, uygun kap, temizlik ve düzenli tüketim olanağı birlikte gerekir. Mineral bakımından teorik olarak uygun olduğu söylenen bir suya erişilemiyorsa günlük uygulama tamamlanmış değildir. Buna karşılık erişim kolaylığı, güvenlik kontrolünü gereksiz kılmaz.

Kesin olarak kaçınılacak iki yanlış

Birincisi, bebeğin mineral gereksinimini karşılamak için mamayı veya suyu evde mineral tuzlarıyla zenginleştirmektir. İkincisi, suyun bileşiminden endişe ederek mamayı önerilenden daha fazla seyreltmektir. Her iki işlem de yalnız su seçimi olmaktan çıkar, bebeğin beslenme bileşimini değiştirir. Bu tür değişiklikler sağlık değerlendirmesi olmadan yapılmamalıdır. [1, s.173–175; 36]

Doğru soru “En mineralli su hangisi?” değildir. “Bu yaşta, bu beslenme biçiminde, bu güvenlik koşullarında hangi su uygundur?” sorusudur. Yanıt, suyu ve besini ayrı ayrı övmekle değil, çocuğun aldığı toplamı ve hazırlama güvenliğini birlikte değerlendirmekle bulunur.

19. Gebelik ve emzirme

Gebelikte ve emzirmede mineral gereksinimleri önemlidir; fakat bunun çözümü kendiliğinden daha yüksek mineralli su veya gelişigüzel mineral desteği değildir. İçme suyu toplam alıma katkı yapabilir. Bu katkı, annenin beslenmesi ve gerekirse sağlık ekibinin belirlediği destek planı içinde hesaplanır. Suyun kalsiyum içermesi, preeklampsiyi önleyen tedaviyle aynı şey değildir. [1, s.41–48; 38; 40]

Anne ve bebeğin gereksinimleri tek bir şişeye indirgenemez

Gebelikte gelişen dokular, dolaşım ve iskelet için gerekli besin öğeleri anne beslenmesinden ve fizyolojik uyumdan sağlanır. Emzirmede de süt üretimiyle ilişkili aktarım sürer. Su hem sıvı kaynağı hem de bileşimine bağlı mineral kaynağıdır. Ancak protein, enerji ve diğer besin öğelerini içermeyen sade su, bütün beslenmenin yerini tutmaz. [1, s.41–48]

Kalsiyum bu uyumun iyi bir örneğidir. Gebelik ve emzirme sırasında kemik döngüsünde değişiklikler olabilir. Özellikle gebeliğin son döneminde ve emzirmede kemikten kalsiyum hareketi fizyolojik sürecin bir parçasıdır. Bunu otomatik olarak kalıcı kemik hastalığı saymak doğru değildir. Nadir gebelik ve emzirme ilişkili osteoporoz ise ayrı klinik değerlendirme gerektirir. [40]

NIAMS'ın kullandığı beslenme referansında 18 yaş üstündeki gebeler ve emzirenler için günlük kalsiyum 1.000 mg, 14–18 yaş için 1.300 mg'dır. Bu değerler toplam alım içindir. Her litre suya konması gereken kalsiyum miktarı değildir. Önerilenin üstüne çıkmak, gebelik ve emzirmenin fizyolojik kemik değişikliklerini mutlaka engellemez. [40]

Günlük katkı hesabı nasıl yapılır?

Temsili bir gebe, besinlerden günlük 800 mg kalsiyum alıyor olsun. Suyun kalsiyumu 100 mg/L ve bu kaynaktan alınan miktar 1,5 L ise su 150 mg ekler. Toplam 950 mg olur. Bu sonuç, hesabın girdileri doğruysa aritmetik olarak nettir. Yine de birkaç günlük beslenme kaydının gerçek uzun dönem ortalamayı ne kadar temsil ettiği ve bireyin klinik durumu ayrıca değerlendirilir.

Suyun kalsiyumu 20 mg/L olsaydı aynı hacim 30 mg, toplam 830 mg sağlayacaktı. İki su arasındaki fark 120 mg'dır. Bu farkı görmezden gelmek doğru değildir; ama eksik olduğu düşünülen bütün miktarı su hacmini artırarak karşılamaya çalışmak da uygun bir yöntem değildir.

Tablo 30. Gebelikte su katkısının toplamdan ayrı gösterilmesi: temsili model

Hesap bileşeni	A suyu	B suyu
Besinlerden varsayılan kalsiyum	800 mg/gün	800 mg/gün
Suyun kalsiyumu	100 mg/L	20 mg/L
Hesap hacmi	1,5 L/gün	1,5 L/gün
Suyun katkısı	150 mg/gün	30 mg/gün
Toplam	950 mg/gün	830 mg/gün

Bu bir gebeye verilmiş beslenme planı değildir. Hacimler yalnız hesap için seçilmiştir. Destek ürünleri varsa sağladıkları miktar ayrıca eklenir.

Aynı toplamın farklı yollardan sağlanabilmesi de önemlidir. Kişi beslenmesini değiştirebilir, güvenli bir su kaynağını seçebilir veya belirli gerekçelerle tıbbi destek kullanabilir. Bu seçeneklerin uygunluğu erişim, beslenme tercihleri ve sağlık durumuyla ilgilidir. Su katkısı hesabının amacı seçenekleri görünür kılmaktır; tek bir ürün dayatmak değildir.

Preeklampsi için kalsiyum önerisinin gerçek kapsamı

WHO'nun maternal sağlık önerilerinde, diyet kalsiyumunun düşük olduğu topluluklarda preeklampsi riskini azaltmak amacıyla gebelikte günlük 1,5–2,0 g elementel kalsiyum desteği önerilir. Bu, belirli bağlam için geliştirilmiş bir destek önerisidir; bütün gebelerin kendi kendine uygulayacağı genel su reçetesi değildir. “Elementel kalsiyum”, kullanılan tuzun toplam kütlesi değil kalsiyumun miktarıdır. [38]

Buradaki destek dozu ile günlük beslenme referansı aynı amaçla yazılmamıştır. Birincisi belirli hastalık riskini azaltmaya yönelik müdahale önerisi, ikincisi beslenme yeterliliğini değerlendiren referanstır. Sayıları yan yana görüp “kurumlar çelişiyor” demeden önce bu amaç farkı okunmalıdır. [38; 40]

Temsili olarak litre başına 100 mg kalsiyum içeren bir sudan 1.500 mg kalsiyum almak için 15 L gerekir. Bu hacim bir tüketim önerisi değildir ve uygulanmamalıdır. Hesabın amacı, klinik destek miktarının içme suyuyla otomatik olarak eşdeğer sayılamayacağını göstermektir. Daha yüksek

kalsiyumlu su bulunması da destek planının suyla değiştirilmesini kendiliğinden haklı kılmaz.

Daha düşük doz araştırması neyi değiştirdi?

2024'te yayımlanan iki bağımsız çalışmada Hindistan ve Tanzanya'da, her birinde 11.000 katılımcıyla, günlük 500 mg ve 1.500 mg kalsiyum desteği karşılaştırılmıştır. Düşük doz, preeklampsi açısından her iki çalışmada önceden tanımlanan eşdeğerden kötü olmama ölçütünü karşılamıştır. Erken doğum için bu ölçüt Hindistan'da karşılanmış, Tanzanya'da karşılanmamıştır. [39, özet]

Bu deneyler, doz ve uygulama yükünü tartışmak için güçlü veri sağlar. Ancak plaseboyla suyu karşılaştıran deneyler değildir. Sonuçlarından "500 mg kalsiyumlu herhangi bir içecek her gebe için yeterlidir" hükmü çıkmaz. Kişisel destek planının değiştirilmesi, güncel rehber ve sağlık değerlendirmesiyle yapılır. [39]

Bu örnek, bilimsel netliğin her zaman tek sayı söylemek olmadığını da gösterir. Araştırmanın sonuçları nettir: hangi dozlar, hangi topluluklarda, hangi sonlanım için karşılaştırılmıştır? Belirsizlik, bunların dışına taşan yorumdadır. Açık yazmak, bu sınırı gizlemeden göstermektir.

Tablo 31. Kalsiyumla ilgili üç farklı sayı türü

Sayının türü	Ne anlatır?	Ne anlatmaz?
Beslenme referansı	Belirli yaş ve fizyolojik durumda toplam alımın değerlendirilmesi	Her litre suyun zorunlu bileşimi
Klinik destek dozu	Belirli risk ve bağlam için kullanılan müdahale	Herkese eklenmesi gereken miktar
Sudaki derişim	Bir litre sudan gelecek kalsiyum	Tek başına hastalık riskindeki değişim

Aynı elementten söz edilmesi, bu sayıların aynı amaçla kullanılabileceği anlamına gelmez. [38; 39; 40]

Magnezyum içeren su ile magnezyum tedavisi

Magnezyumun gebelikle ilişkili bazı klinik durumlarda kullanılması, magnezyumlu suyun aynı etkiyi sağlayacağını göstermez. Özellikle hastanede uygulanan magnezyum tedavisinin amacı, dozu ve uygulama yolu farklıdır. Mineralin adı aynı kalsa bile müdahale aynı değildir.

WHO'nun tarihsel değerlendirmesinde de tedavi sonuçlarından hastalık önleme sonucu çıkarmanın sınırları vurgulanmıştır. [1, s.103–105]

Günlük beslenmede magnezyumun yeterli olması önemlidir. Suyla gelen miktar da toplamda yer alabilir. Ancak “gebelikte kramp var, magnezyumlu suyu artırmak gerekir” biçimindeki otomatik çıkarım, belirtinin nedenini değerlendirmez. Kramp veya başka yakınmalar klinik bağlamda ele alınmalıdır. Su seçimi tanı yerine kullanılmaz.

Temsili bir su 30 mg/L magnezyum içeriyorsa 1,5 L'den 45 mg gelir. Bu miktar elementel magnezyum alımıdır. Aynı suyun etiketinde bir magnezyum tuzunun kütlesi verilmişse hesap farklı olabilir. Element ile bileşiğin birbirine karıştırılması, özellikle desteklerle karşılaştırma yaparken büyük hata doğurur.

Su, iyot ve demir gereksinimini tek başına karşılayamaz

İyot tiroit hormonları için, demir kan yapımı ve başka işlevler için önemlidir. Gebelikte bu öğelerin değerlendirilmesi, yalnız suyun mineral zenginliğine bakılarak yapılamaz. Suya özgü katkı, derişim ve hacimle belirlenir; emilim ve diğer beslenme kaynakları ayrıca dikkate alınır. [1, s.44–46]

Bir suyun toplam çözünmüş maddesinin yüksek olması, iyot veya demir bakımından yeterli olduğu anlamına gelmez. Kalsiyum ve bikarbonatı yüksek bir su, bu iki öğeyi çok az içerebilir. “Mineral bakımından zengin” ifadesi elemente özgü bilgi yerine geçmediğinden, gebelikte gereken desteğin bulunup bulunmadığına bu ifadeden karar verilemez.

Öte yandan suya gelişigüzel iyot veya demir eklemek de uygun bir çözüm değildir. Kullanımın dozu, güvenliği ve gerekliliği değerlendirilmelidir. Aynı madde için eksiklik ve fazla alım farklı sorunlar oluşturabilir. Gebelikte amaç, bütün mineralleri mümkün olduğunca yükseltmek değil, güvenli ve yeterli toplam alımı sağlamaktır. [1, s.41–48; 2, s.441–442]

Emzirme döneminde annenin içtiği su ile sütün bileşimi

Annenin içtiği suyun mineral derişimiyle sütün aynı mineral derişimi arasında basit bir eşitlik kurulamaz. Alım, bağırsak emilimi, vücudun düzenlemesi ve süte aktarım ayrı süreçlerdir. Bu nedenle "anne yüksek kalsiyumlu su içerse süt aynı oranda kalsiyumlanır" biçiminde bir hesap geçerli değildir. [1, s.41–48, 164–166]

Süt üretiminin sürmesi, annenin beslenmesinin yeterli olduğu anlamına da gelmez. Annenin kendi sağlık ve beslenme durumu ayrıca önemlidir. Yeterli sıvı ve beslenmenin sağlanmasıyla, ölçüsüz sıvı alarak sütü artırmaya çalışmak farklı yaklaşımlardır. İçilen miktar kişisel koşullara göre düzenlenir; su hacmi bir yarışa dönüştürülmez.

Emzirme sürecinde görülen kemik döngüsü değişikliklerinin ardından kemik yoğunluğu genellikle toparlanır; gebelik ve emzirme tek başına ileriki yaşamda osteoporoz artışı anlamına gelmez. Bununla birlikte belirgin ağrı veya kırık gibi bulgular olağan süreç diye geçiştirilmemelidir. Nadir klinik durumlar ayrıca değerlendirilir. [40]

Bulantı, kusma ve sıvı kaybında sorun değişir

Günlük içme suyu seçimi ile belirgin kusma veya sıvı kaybı durumunun yönetimi aynı konu değildir. Böyle bir durumda yalnız mineral etiketini değiştirerek sorunun çözüleceği varsayılmamalıdır. Sıvı tutulamaması, belirgin halsizlik veya başka uyarıcı belirtiler sağlık değerlendirmesi gerektirir. Genel beslenme hesabı, akut kaybın yerine geçen bir tedavi planı değildir. [1, s.25–32, 48]

Bir içeceğin tadının daha kolay tolere edilmesi günlük uygulamada yararlı olabilir; bu özelliği klinik mineral tedavisi diye tanıtmak gerekmez. Tat ve içilebilirlik tüketimi etkileyen gerçek özelliklerdir. Güvenlik ve kişisel sağlık koşulları korunarak, kişinin uygun sıvıyı sürdürebilmesi önemlidir. [1, s.30–32; 2, s.237–248]

Gebelikte bir su değişikliğini değerlendirmek

Temsili bir kişi, gebeliğin ortasında evine ters ozmoz sistemi kurmuş olsun. Yapılacak ilk iş, değişimin hangi minerallerde ne kadar fark oluşturduğunu belirlemektir. Önceden alınan kalsiyum ve magnezyum katkısı önemliyse bu katkının beslenme planında nasıl karşılandığı gözden geçirilir. Buna karşılık yalnız cihazın adı nedeniyle gebelik için tehlike ilan edilmez.

Aynı değerlendirme ters yönde de geçerlidir. Kişi "daha yararlı" düşüncesiyle çok yüksek sodyumlu bir suya geçiyorsa, eklenen sodyum hesaplanmalıdır. Minerallerin hepsini aynı yönde yükseltmek bir beslenme hedefi değildir. Gereken katkı, istenmeyen ek yük ve suyun güvenliği birlikte değerlendirilir.

Gebelik ve emzirme döneminin su açısından temel ilkesi budur: sıvı ve mineral gereksinimini gerçek beslenme içinde karşılamak; klinik desteği su etiketiyle karıştırmamak; anne ve bebeğin bakımını ürün vaatlerine bağlamamak.

20. Yaşlılıkta su ve mineral dengesi

İleri yaşta suyun mineral içeriği önemini kaybetmez; ancak tek başına belirleyici hâle de gelmez. Yeterli beslenme, suya erişim, kullanılan ilaçlar ve böbreklerin durumu birlikte değerlendirilir. Kalsiyum veya magnezyum içeren bir su günlük alıma katkıda bulunabilir. Bu katkı, kas güçsüzlüğünü, düşmeleri veya kırıkları önlediğinin kendiliğinden kanıtı değildir. [1, s.64–69; 24]

Aynı yaş, farklı gereksinimler

Yetmiş beş yaşındaki iki kişinin aynı suyu aynı miktarda içmesi gerektiği sonucu yalnız yaşlarından çıkarılamaz. Biri bağımsız yaşayan, düzenli beslenen ve hareketli bir kişi olabilir. Diğerinde iştahsızlık, çoklu ilaç kullanımı veya sıvı yönetimini değiştiren hastalık bulunabilir. Yaş, değerlendirmeyi başlatan bilgidir; bütün değerlendirme değildir. Mineral yetersizliğinin ileri yaşta besin alımı, sindirim sistemi ve ilaçlarla ilişkisi, suyun katkısından ayrı incelenmelidir. [1, s.67–68]

Suya ilişkin bir karar için ilk soru, kişinin hangi markayı kullandığından önce, gün boyunca gerçekte ne içtiğidir. Masada bulunan şişenin hacmi ile tüketilen hacim aynı olmayabilir. Bardağa konan suyun bir bölümü kalabilir; bir başka bölümü ilaç alırken içilebilir. Bakım veren kişinin tahmini, ölçülmüş tüketim değildir. Bu nedenle basit bir hacim kaydı, mineral hesabının güvenilirliğini artırır.

Bu kaydın amacı kişiyi sürekli ölçüm altında tutmak değil, yanlış varsayımları azaltmaktır. Bir litre su tüketildiği düşünülürken gerçekte yarım litre tüketiliyorsa, etiketteki bütün mineral değerleri için katkı hesabı iki kat hatalı olur. Aynı hata, sıvı kısıtlaması olan bir kişide diğer içeceklerin hesaba katılmamasıyla ters yönde ortaya çıkabilir. Hangi sıvıların plana dâhil edileceği sağlık ekibinin belirlediği kapsamla uyumlu olmalıdır. [34, sıvı yönetimi]

Beslenme kaydı ile su kaydını birleştirmek

Mineral alımını değerlendirmede suya, yiyeceklerden bağımsız bir başarı puanı verilmez. Suda kalsiyum bulunması değerlidir; ancak kişinin

yeterli enerji ve protein alıp almadığını söylemez. Magnezyum katkısı da başka besin öğelerinin yerine geçmez. İçme suyu, bütün beslenmenin bir bileşenidir. [1, s.41–48]

Temsili bir hesapta günlük besin kalsiyumu 600 mg, kullanılan suyun kalsiyumu 120 mg/L olsun. Bir litre tüketim 120 mg ekler; toplam 720 mg olur. Gerçek tüketim 0,6 L ise suyun katkısı 72 mg, toplam 672 mg'dır. Suyun bileşimi değişmemiştir; değişen, içilen hacimdir. Sırf şişe üzerinde yüksek bir değer yazması, kişinin o miktarı aldığı anlamına gelmez.

Bu örnekte 600 mg'lık besin tahmininin de belirsizliği vardır. Porsiyonların yanlış kaydedilmesi, tüketilmeyen yemeğin tüketilmiş sayılması veya günler arasındaki farkların göz ardı edilmesi toplamı değiştirir. Su katkısı hesabı çok kesin görünürken besin tahmini kaba olabilir. Sonucun son basamağına kadar yazılması, toplam değerlendirmenin aynı duyarlılıkta olduğu anlamına gelmez.

Bu yüzden ölçülebilenler ile tahmin edilenler ayrı tutulmalıdır. Laboratuvarda ölçülen su derişimi, bir haftalık gözlemden hesaplanan içme hacmi ve besin tablosundan tahmin edilen kalsiyum aynı tür veri değildir. Her birinin kaynağını belirtmek, yaşlı bir kişinin beslenmesi hakkında daha doğru karar verilmesini sağlar. Burada sayıların çokluğu değil, hangi sayının neyi temsil ettiğinin açıklığı önemlidir.

Düşme, kas kütlesi ve kırık ayrı sonuçlardır

Bir müdahalenin kas kütlesi üzerindeki etkisi, kas kuvveti üzerindeki etkisiyle aynı değildir. Kas kuvvetindeki değişiklik de otomatik olarak daha az düşme veya daha az kırık anlamına gelmez. Bu sonuçların her biri ayrıca ölçülür. Özellikle kırık gibi daha seyrek olaylarda küçük bir çalışmadan kesin koruyuculuk sonucu çıkarmak zordur. [22; 24]

2026'da yayımlanan çift kör bir araştırmada, 50 yaş ve üzerindeki 98 kişi bir yıl boyunca kalsiyum ve magnezyumu yüksek veya düşük iki sudan günlük bir litre tüketmek üzere gruplara ayrıldı. Altıncı ayda yüksek mineralli su grubunda daha az düşme bildirildi; on ikinci ayda gruplar arasındaki düşme farkı anlamlı değildi. Bazı kas kütlesi ölçümlerinde iyileşme görülürken kuvvet ve fiziksel performans sonuçları tutarlı bir üstünlük göstermedi. Bu bulgular araştırılmaya değer bir etkiye işaret eder; kalıcı düşme veya kırık korumasını kanıtlamaz. [24, özet ve sonuçlar]

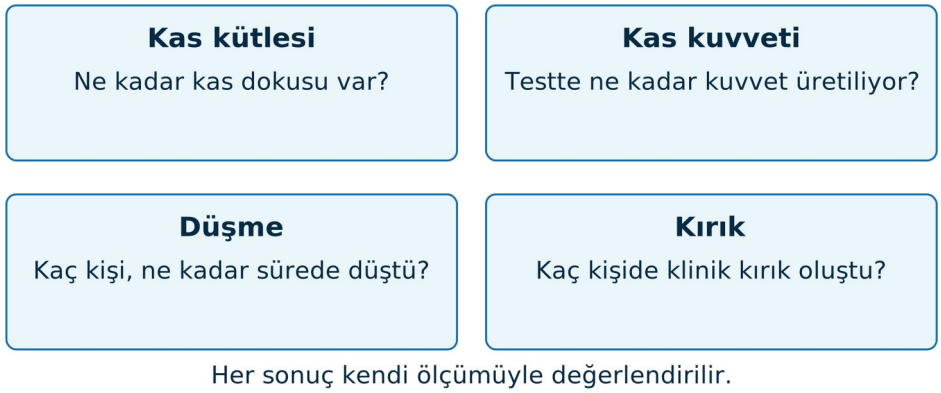
Bu araştırmanın bütün katılımcılarını “ileri yaştaki kırılgan hastalar” diye tanımlamak da doğru olmaz. Elli yaş üzeri bir örneklem ile bakım gereksinimi olan çok ileri yaştaki kişiler aynı topluluk değildir. Sonucun

kime uygulanacağı, yalnız müdahalenin içeriğine değil, çalışılan kişilere de bağlıdır. Bir çalışma suya özgü olduğu için değerlidir; bu özellik, genellenebilirlik sınırlarını ortadan kaldırmaz.

Tablo 32. Kas ve kemik araştırmalarında farklı sonuç ölçütleri

Ölçülen sonuç	Yanıtladığı soru	Tek başına göstermediği sonuç
Kas kütlesi	Kas dokusu miktarı değişti mi?	Kuvvet ve bağımsız hareket mutlaka arttı mı?
Kas kuvveti	Belirli testte üretilen kuvvet değişti mi?	Düşmeler mutlaka azaldı mı?
Düşme sıklığı	İzlem boyunca daha az düşme oldu mu?	Kırıklar da aynı oranda azaldı mı?
Kırık sıklığı	Klinik olarak kırık daha az görüldü mü?	Etki bütün yaş ve hastalık gruplarında aynı mı?

Tablo, farklı sonuç ölçütlerinin yorumunu gösteren özgün bir karşılaştırmadır; herhangi bir çalışmanın bütün sonuçlarını yeniden üretmez. [22; 24]



Şekil 14. Kas, düşme ve kırık sonuçlarını ayırmak. Kas kütlesi, kuvvet, düşme ve kırık ayrı araştırma sonuçlarıdır. Birindeki değişiklik diğerlerinin ölçüldüğü anlamına gelmez.

Dayanak: **[22]**; **[24]**; özgün yöntemsel karşılaştırma.

İlaçları suyun etkisi sanmamak

Magnezyum durumunu değerlendirirken kullanılan ilaçlar gözden kaçırılmamalıdır. Bazı diüretikler idrarla magnezyum kaybını artırabilir; uzun süreli proton pompası inhibitörü kullanımı da düşük magnezyumla

ilişkili olabilir. Böyle bir durumda su seçimini değiştirmek, ilaç değerlendirmesinin yerine geçmez. İlacın kesilmesi veya dozunun değiştirilmesi kişinin kendi kararıyla yapılmamalıdır. [4, ilaç etkileşimleri]

Aynı dikkat, mineral takviyeleri için de gerekir. Takviye, antasit veya laksatif içindeki magnezyum ile sudan gelen magnezyum toplam alımda birlikte düşünülebilir; fakat farklı ürünlerin emilim ve yan etki özellikleri aynı değildir. Böbrek işlevi azalmış bir kişide değerlendirme daha da değişir. “Doğal mineral” ifadesi, atılım sorunu olan bir kişide miktarın önemsiz olduğu anlamına gelmez. [4, aşırı alım; 34]

Temsili bir kayıtta suyla 24 mg, besinlerle 230 mg ve bir ürünle 200 mg magnezyum alındığı varsayılsın. Toplam, bu girdilerle 454 mg'dır. Ancak bu tek sayıdan güvenlilik kararı verilmez. Miktarın hangi kaynaklardan geldiği, ürünün gerçekten ne kadar elementel magnezyum içerdiği ve kişinin böbrek durumu kayıtta ayrıca bulunur. Hesabın amacı kontrolsüz desteği haklı çıkarmak değil, görünmeyen kaynakları görünür kılmaktır.

Sıcak günlerde değişen koşullar

İleri yaştaki kişiler sıcaklığa uyumda güçlük yaşayabilir; bazı hastalıklar ve ilaçlar da sıcaklıkla baş etmeyi etkileyebilir. Serin bir ortamın sağlanması, yalnız içecek seçimine odaklanmaktan daha geniş bir koruma yaklaşımıdır. Hekim tarafından sıvı kısıtlaması verilmişse sıcak günlerde uygulanacak plan ayrıca sorulmalıdır. Kısıtlamayı kendiliğinden kaldırmak da sıcaklığı hiç dikkate almamak da doğru değildir. [48]

Buradaki pratik ayrım, “daha çok mineral” ile “sıcağa karşı daha iyi korunma” arasındadır. Bir içeceğin mineral yoğunluğunu artırmak, serinleme olanağının bulunmamasını gidermez. Güvenli suya ulaşamayan bir kişiye pahalı bir şişenin mineral üstünlüğünü anlatmak da gerçek sorunu çözmez. Öncelik sırası, mevcut koşullara göre kurulmalıdır.

Belirtiyi yalnız suyla açıklamak

Yeni başlayan belirgin güçsüzlük, bilinç değişikliği veya tekrarlayan düşme, mineral suyu değiştirerek izlenecek basit bir tüketici sorunu değildir. Böyle bir durumda nedenin değerlendirilmesi gerekir. Bir mineral eksikliğinin belirli belirtiler yapabilmesi, aynı belirtilerin görüldüğü her kişide o eksikliğin bulunduğu anlamına gelmez.

Magnezyum için klinik belirti ve ölçüm ilişkisi özellikle dikkatli yorumlanır. [4, magnezyum durumunun değerlendirilmesi; 48]

Yalnız serum magnezyumunun normal bulunması bütün vücut depolarının kesinlikle yeterli olduğunu da göstermez. Buna karşılık bu sınırlılık, laboratuvar sonuçlarını önemsiz saymak için gerekçe değildir. Klinik değerlendirme; ölçüm, beslenme, kayıplar, ilaçlar ve belirtileri bir araya getirir. Suyun etiketi bu değerlendirmenin yalnız küçük bir parçasıdır. [1, s.101–103]

İleri yaşta mineral bakımından uygun su seçimi, güvenli ve uygulanabilir bir günlük düzen içinde anlam kazanır. İçilen miktarı bilmek, toplam beslenmeyi hesaba katmak ve hastalığa özgü kısıtlamaları korumak, tek bir mineralin yüksekliğini hedeflemekten daha sağlam bir yaklaşımdır. Suya değerini veren, bir sağlık vaadi değil; bileşimi bilinen, güvenli ve kişinin koşullarına uyan bir kaynak olmasıdır.

21. Spor, sıcak ve terleme

Terlemeyle kaybedilen su ve elektrolitler aynı şey değildir; fakat birlikte değerlendirilir. İçme suyu sıvı sağlar, mineral katkısı ise bileşimine bağlıdır. Magnezyumu yüksek bir suyun terle kaybedilen bütün elektrolitleri yerine koyduğu söylenemez. Çok su içmek de her koşulda daha iyi korunma sağlamaz. Aşırı sıvı alımı egzersizle ilişkili hiponatreminin gelişmesine katkıda bulunabilir. [1, s.25–32; 19]

Terleme neden mineral hesabını değiştirir?

Vücut egzersiz sırasında oluşan ısının bir bölümünü terin buharlaşmasıyla uzaklaştırır. Sıcaklık, nem, hareketin şiddeti, giysiler ve kişinin uyumu bu süreci etkiler. Terleme hızı kişiden kişiye ve aynı kişide koşullara göre değişir. Bu nedenle dinlenme gününde kullanılan bir sıvı varsayımını ağır çalışma veya uzun süreli egzersiz gününe aynen taşımak doğru değildir. [1, s.26–29]

Ter yalnız sudan oluşmaz. Elektrolit içeriği vardır; özellikle sodyum ve klorür, kayıp hesabında önem taşır. Ancak terin bileşimi, içme suyunun bileşimiyle aynı değildir. Bir şişenin üzerinde kalsiyum ve magnezyum bulunması, o suyun bütün ter kayıplarını karşılamak üzere düzenlendiği anlamına gelmez. [1, s.27–29; 19]

İki ayrı hesap gerekir: ne kadar sıvı kaybedildiği ve bu sıvıyla ne kadar madde kaybedildiği. Bunlardan biri bilinmeden diğeri hakkında kesin sonuca varılmaz. Yalnız formanın ıslaklığıyla sodyum kaybı ölçülmez; yalnız suyun TDS değeriyle de yerine konan sodyum belirlenmez.

Kütle değişiminden yaklaşık ter kaybı

Kısa süreli, koşulları izlenebilen bir egzersizde başlangıç ve bitiş vücut kütlesi, içilen sıvı ve çıkarılan idrar yaklaşık bir denge hesabında kullanılabilir. Bu yaklaşımın temeli, giriş ve çıkışın ayrı kaydedilmesidir. Vücut kütlesindeki bir kilogramlık farkın yaklaşık bir litre suya karşılık geldiği kabulü pratik hesaplarda kullanılır; uzun süredeki bütün kütle değişimlerinin yalnız sudan kaynaklandığı varsayılmaz. [1, s.30]

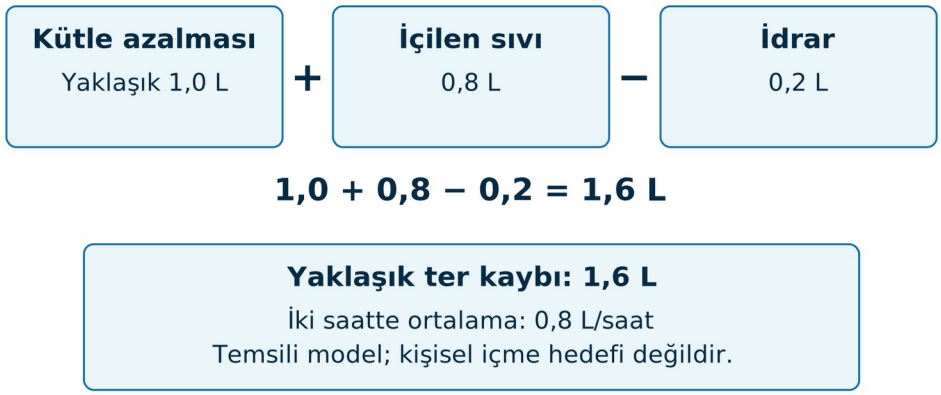
Temsili bir kişi iki saatlik etkinliğe 70,0 kg ile başlayıp 69,0 kg ile bitirsin. Etkinlik sırasında 0,8 L sıvı içmiş ve 0,2 L idrar çıkarmış olsun. Basitleştirilmiş hesapta ter kaybı, 1,0 L kütle azalmasına içilen 0,8 L

eklenip idrar 0,2 L çıkarılarak 1,6 L bulunur. Yaklaşık terleme hızı 1,6 / 2 = 0,8 L/saattir.

Tablo 33. Ter kaybı için temsili kütle dengesi

Girdi	Değer	Hesaptaki yeri
Başlangıç kütlesi	70,0 kg	Başlangıç ölçümü
Bitiş kütlesi	69,0 kg	1,0 kg azalma
İçilen sıvı	0,8 L	Kayba eklenir
İdrar	0,2 L	Ter tahmininden çıkarılır
Yaklaşık ter kaybı	1,6 L	1,0 + 0,8 − 0,2
Süre	2 saat	Hız hesabının paydası
Yaklaşık terleme hızı	0,8 L/saat	1,6 / 2

Bu değerler gerçek bir sporcunun ölçümleri değildir. Solunum, metabolizma ve diğer kütle değişimleri basitleştirilmiştir; örnek, bireysel içme reçetesi üretmek için değil hesabın mantığını açıklamak içindir.



Şekil 15. Yaklaşık ter kaybının kütle dengesi. Temsili 70,0–69,0 kg tartım farkı, 0,8 L içme ve 0,2 L idrar verisiyle yaklaşık ter kaybı 1,6 L hesaplanır. Diğer kütle değişimleri ihmal edilmiştir.

Dayanak: Özgün temsili hesap; **21. bölüm**; [1], s.30.

Ölçüm hatası hesabı doğrudan etkiler. Başlangıç tartımı kuru giysiyle, bitiş tartımı ıslak giysiyle yapılırsa giyside kalan su, vücutta kalmış gibi değerlendirilebilir. İçeceğin yarısı dökülmüşken bütün şişe içilmiş sayılırsa ter kaybı olduğundan yüksek hesaplanır. Ölçümün sayısal

görünmesi, bu tür hataları ortadan kaldırmaz. Girişlerin tanımı, sonuç kadar önemlidir.

Aynı ter hacmi farklı sodyum kaybı oluşturabilir

Sodyum kaybı, ter hacmi ile terdeki sodyum derişiminin çarpımıdır. Litre başına milimol cinsinden verilen sodyumu miligrama çevirmek için yaklaşık 23 mg/mmol kullanılır. Bu dönüşüm yalnız birim dönüşümüdür; herkeste aynı ter sodyumunun bulunduğu varsayımı değildir.

Temsili 1,6 L ter kaybında sodyum derişimi 20 mmol/L kabul edilirse kayıp 736 mg olur. Derişim 40 mmol/L kabul edilirse 1.472 mg, 60 mmol/L kabul edilirse 2.208 mg hesaplanır. Hacim sabitken bileşimdeki fark sonucu üç kat değiştirmiştir. Bu derişimler örnek hesap girdileridir; kişinin ölçülmüş ter değerleri veya önerilen hedefler değildir.

Tablo 34. Sabit ter hacminde farklı sodyum derişimleri: temsili model

Varsayılan ter sodyumu	mg/L karşılığı	1,6 L ile hesaplanan kayıp
20 mmol/L	460 mg/L	736 mg
40 mmol/L	920 mg/L	1.472 mg
60 mmol/L	1.380 mg/L	2.208 mg

İçilen suyun sodyumu 20 mg/L ise 0,8 L su yalnız 16 mg sodyum sağlar. Bu örnekte su, sıvı girişinin bir parçasıdır; sodyum girişinin ise küçük bir parçasıdır. Diğer içecekler ve yiyecekler hesaba katılmadan toplam yerine koyma değerlendirilmez. Hesaplanan ter kaybını, aynı miktarın hemen ve tek seferde tüketilmesi gereken bir doz gibi okumak da yanlıştır.

Magnezyumun varlığı her krampı açıklamaz

Magnezyum sinir ve kas işlevleri için gereklidir. Eksikliği nöromüsküler belirtiler oluşturabilir. Bununla birlikte egzersiz sırasında oluşan bir kramp, tek başına magnezyum eksikliği tanısı değildir. Mineralin fizyolojik görevinden belirli bir belirtinin tek nedenine geçilemez. [1, s.47, 101–104]

Aynı nedenle, kramptan sonra magnezyumlu bir içecek tüketilip rahatlama hissedilmesi, suyun magnezyumunun nedeni ortadan kaldırdığını kanıtlamaz. Dinlenme, yükün azalması, sıvı alımı ve belirtinin doğal seyri aynı anda değişmiş olabilir. Bu, kişinin yaşadığını

reddetmek değildir; gözlenen değişiklik ile nedeni arasında ayrım yapmaktır.

Bir ürünün krampları önlediği iddiası, benzer etkinlik yapan kişilerde uygun karşılaştırma ve önceden tanımlanmış sonuçlarla sınanmalıdır. Suyun mineral analizi böyle bir denemenin yerine geçmez. Analiz, şişede ne olduğunu gösterir; bir sporcu grubunda ne sonuç doğurduğunu göstermez.

Fazla içmek neden güvence değildir?

Hiponatremi, kan sodyum derişiminin düşük olmasıdır. Bu durum yalnız "sodyumu az su içildi" diye açıklanmaz. Alınan suyun miktarı, böbrekten uzaklaştırılabilen su, hormon yanıtı ve kayıplar birlikte önemlidir. Uzun süreli etkinlikte gereksinimin üzerinde sıvı almak, suyun tutulmasıyla birlikte sodyumun seyrelmesine yol açabilir. [1, s.28–32; 19]

Bu nedenle bir suyun sodyumunu artırmak, sınırsız içmeyi güvenli kılan bir işlem değildir. Tüketilen toplam hacim göz ardı edilirse, etiket üzerinde elektrolit bulunması yanıltıcı bir güven duygusu oluşturabilir. Bir tarafta sıvı yetersizliği, diğer tarafta aşırı alım riski vardır. İkisinin çözümü de tek bir herkese uygun litre sayısı değildir.

Hafif ve orta şiddetteki sıradan etkinliklerde elektrolit içeceğinin sade suya otomatik üstünlüğü bulunmaz. Uzun süreli, yoğun veya sıcak koşullardaki etkinlik ise ayrı değerlendirme gerektirir. Susama, koşullar ve etkinliğin niteliği birlikte dikkate alınmalı; zorla ve sürekli içme davranışı güvenlik kuralı gibi sunulmamalıdır. [19, sıvı ve elektrolitler]

Sıcak ortamda su seçiminin sınırı

Isıya bağlı hastalıkların önlenmesi yalnız içeceğe bağlı değildir. Ortamdan uzaklaşma, serinleme, etkinlik yükü ve uyum önemlidir. Bilinç değişikliği, nöbet veya ciddi kötüleşme görüldüğünde yeni bir içecek deneyerek beklemek uygun değildir; acil değerlendirme gerekir. Bilinci bozulmuş kişiye zorla ağızdan sıvı verilmez. [19, ısı hastalıkları ve hiponatremi]

Bu uyarı, suyun önemini azaltmaz. Suyun hangi sorunu çözebildiğini sınırlar. Sıvı girişini sağlamak başka, vücut ısısını güvenli düzeyde tutmak başka, düşük kan sodyumunun nedenini belirlemek başka iştir. Aynı belirti altında farklı durumlar bulunabildiği için bunlar tek bir mineral eksikliği anlatısında birleştirilmez.

Sporcu için anlamlı su bilgisi; kaynağın güvenliği, gerçek bileşimi ve tüketilen hacimdir. Günlük enerji, besin ve elektrolit alımı bununla birlikte değerlendirilir. Mineral miktarını bilmek yararlıdır; fakat bir etiketten performans artışı veya hastalıktan korunma yüzdesi üretilemez. Ölçülen kayıp, ölçülen alım ve ölçülen sonuç ayrı tutulduğunda, su seçimi pazarlama iddialarından uzaklaşır ve uygulanabilir bir denge hesabına dönüşür.

22. Florür: diş sağlığı ve toplam maruziyet

Florürün diş çürüğüne karşı yararı ile aşırı alımın oluşturabileceği riskler birlikte ele alınmalıdır. Yararı bilinen bir maddenin her miktarı güvenli değildir; yüksek maruziyette risk bulunması da her düşük maruziyetin aynı etkiyi doğurduğunu göstermez. Değerlendirmenin merkezinde yalnız sudaki derişim değil, bütün kaynaklardan alınan miktar ve yaşam dönemi bulunur. [1, s.180–183; 41; 42]

Flor ile florür aynı adlandırma değildir

Flor bir elementin adıdır. İçme suyunda tartışılan, çoğunlukla florür iyonu biçimindeki bileşen ve onun derişimidir. Analiz raporunda florür mg/L olarak verildiğinde, suyun her litresindeki florür miktarı anlatılır. Bu değerin yalnız “mineral” başlığı altında toplam TDS'ye katılması, sağlık açısından gerekli bilgiyi gizler. TDS florürü ayrı ölçmez. [2, s.430–433, 498]

Kalsiyum ve magnezyum gibi beslenmede zorunlu görevleri bulunan elementlerle florürün sınıflandırılması da özdeş değildir. Florürün çürüğü azaltıcı etkisinin bulunması, onun için eksiklik hastalığına dayalı bir gereksinim tanımının aynı biçimde kurulabildiği anlamına gelmez. Bu ayrım, bir yararı kabul ederken bütün beslenme kavramlarını aynı sepete koymamak için gereklidir. [1, s.47–48, 180–183]

Diş yüzeyindeki yarar ile yutulan miktar

Diş çürüğü, diş yüzeyinde bakteriler, beslenme ve ağız bakımının etkileştiği bir süreçtir. Florürün koruyucu rolü bu bağlamda değerlendirilir. Diş yüzeyiyle temas eden ürün ile içilerek alınan su, aynı uygulama yolu değildir. Bir uygulamanın yararına ilişkin sonuç, başka bir yol için sınırsız alım gerekçesine dönüştürülemez. [1, s.180–183]

Diş macununun florür içermesi, macunun besin olarak yutulmasının amaçlandığı anlamına gelmez. Özellikle çocuklarda yutulan miktar toplam maruziyet hesabına katkıda bulunabilir. Kullanılan miktar ile yutulan miktar ayrılmalıdır. Bir ürünün diş yüzeyinde işe yaramasıyla

vücuda geçen toplam miktarın kontrol edilmesi birbirine karşıt değil, tamamlayıcı amaçlardır. [43]

Bu ayrım, suyun florürünü azaltmanın ağız bakımını gereksiz kılmadığını da gösterir. Aynı biçimde düzenli ağız bakımı, yüksek florür içeren bir içme suyunun bütün risklerini ortadan kaldıran bir işlem değildir. Diş sağlığı ile su güvenliği birbirine bağlıdır; ancak biri diğerinin yerine geçmez. [1, s.182–183]

Diş florozisi ve iskelet florozisi

Diş florozisi, dişlerin gelişimi sırasında aşırı florür alımıyla ilişkili mine değişikliğidir. Değişiklikler hafif görünüm farklılıklarından daha belirgin mine etkilerine kadar uzanabilir. Diş gelişimiyle ilişkili olması nedeniyle, yetişkinlikte sonradan görülen her renk değişikliği florozis diye adlandırılamaz. Diş hekimi başka nedenleri de değerlendirir. [1, s.181–182; 43]

İskelet florozisi ise ayrı bir tablodur ve uzun süreli yüksek maruziyet bağlamında değerlendirilir. “Florür kemikte bulunur” cümlesi ile “bu kişinin kemik hastalığının nedeni florürdür” cümlesi arasında büyük bir kanıt farkı vardır. Maruziyetin düzeyi ve süresi, klinik bulgular ve diğer nedenler incelenmeden tanı konmaz. [1, s.182; 2, s.430–433]

Bir diş fotoğrafından suyun geçmiş florür düzeyi hesaplanamaz. Aynı şekilde bugünkü bir su örneği, kişinin çocukluk boyunca aynı suyu aynı miktarda kullandığını göstermez. Hastalık görünümü, maruziyet kaydı ve güncel su analizi farklı bilgiler sağlar. Araştırmada bunların birbirini tamamlaması gerekir; biri eksik olduğunda diğerinin bütün boşluğu doldurduğu varsayılmaz.

WHO değeri hangi soruya yanıt verir?

WHO'nun 2026 içme suyu rehberinde florür için verilen rehber değer 1,5 mg/L'dir. Bu, bütün insanların bu derişimde su içmesinin hedeflenmesi gerektiği anlamına gelmez. Aynı bilgi kartında değerlendirmenin tarihi 2003 olarak yer alır. Rehberin 2026'da yayımlanması, bu sağlık değerlendirmesinin 2026'da baştan yapıldığı anlamına gelmez. [2, s.430–433]

Rehber değerin birimi özellikle önemlidir: litre başına miligram. Kişinin günde kaç litre tükettiği, başka kaynaklardan ne aldığı ve yaşadığı koşullar bu sayıya dâhil değildir. Dünya Sağlık Örgütü'nün rehber değeri,

bir ülkenin yürürlükteki mevzuatıyla veya diş çürüğünü önlemek için seçilmiş toplumsal uygulama düzeyiyle aynı kavram değildir. Bu üçü aynı sayı olsa bile aynı işlevi görmez. [2, s.28–30, 430–433]

Yeni nörogelişim değerlendirmeleri

ABD Ulusal Toksikoloji Programı'nın 2024 değerlendirmesi, daha yüksek florür maruziyetiyle çocuklarda daha düşük zekâ testi sonuçları arasında ilişki bulunduğuna orta düzeyde güven bildirdi. İnceleme bütün kaynaklardan maruziyetle ilgiliydi; yalnız suya florür eklenmesinin etkisini ölçmek için tasarlanmamıştı. Kurum, 0,7 mg/L düzeyindeki içme suyu için bu sonuca varmaya yeterli veri bulunmadığını ve ilişkinin tek başına nedenselliği kanıtlamadığını da belirtti. [41, 2024 monografı ve açıklama]

Aynı araştırma grubunun 2025 meta-analizi, idrarda veya suda ölçülen florür verilerini ayrı değerlendirmelerle ele aldı. İdrar derişimi, suyun derişimi değildir; toplam maruziyetin biyolojik göstergesidir. Bu nedenle idrardaki değişimle hesaplanan bir ilişkiyi doğrudan musluktaki her mg/L değişime uygulamak yanlış olur. Düşük su derişimlerinde veri sınırlılığı sürmektedir. [41, 2025 meta-analizi]

Bu bulgular için iki aşırı yorumdan kaçınmak gerekir. Birincisi, belirsizliği gerekçe göstererek yüksek maruziyet hakkındaki bulguları yok saymaktır. İkincisi, yüksek maruziyetteki ilişkiyi herhangi bir düşük derişim için kesin zarar hükmüne çevirmektir. Bilimsel tutum, hangi sonucun hangi aralıkta desteklendiğini açıkça söylemeyi gerektirir. “Bilmiyoruz” ifadesi, burada bütün konuyu kapatmaz; yanıtlanamayan aralığı tanımlar.

EFSA'nın 2025 değerlendirmesi ne ekledi?

EFSA 2025'te bütün ağızdan alınan kaynakları kapsayan yeni bir risk değerlendirmesi yayımladı. Gebeler ile sekiz yaş üzerindeki kişiler için günlük 3,3 mg güvenli alım düzeyi belirledi. Küçük çocuklar için tolere edilebilir üst alım düzeyleri, bir yaş altında 1,0 mg/gün, 1–3 yaşta 1,6 mg/gün ve 4–8 yaşta 2,0 mg/gündür. Bunlar tüketilmesi gereken hedef miktarlar değildir. [42]

EFSA'nın erişkinler için kullandığı “güvenli alım düzeyi” ile küçük çocuklar için belirlediği “tolere edilebilir üst alım düzeyi” aynı teknik terim değildir. Ayrıca değerlendirme, içme suyunun 1,5 mg/L olması

durumunda diğer kaynaklarla birlikte toplam alımın yeni düzeyleri aşabileceğini belirterek su sınırlarının gözden geçirilmesini önerir. Bu, WHO değeriyle yalnız birim farkı değildir; daha yeni risk değerlendirmesinin ortaya koyduğu gerçek bir koruma tartışmasıdır. [42]

Bu değerlendirme bir ülkenin mevzuatını kendiliğinden değiştirmez. Kurumun bilimsel görüşü, uluslararası rehber ve ulusal yasal düzenleme ayrı kaydedilmelidir. Hangi metnin daha yeni olduğunu söylemek yetmez; değerlendirdiği sonuç, maruziyet yolu ve uygulama alanı da belirtilmelidir.

Tablo 35. Florür için birbirine karıştırılmaması gereken değerler

Kaynak ve kapsam	Değer	Doğru okuma
WHO içme suyu rehberi; 2026 baskı, 2003 değerlendirme	1,5 mg/L	Sudaki derişim için rehber değer
EFSA 2025; gebeler ve sekiz yaş üzeri	3,3 mg/gün	Bütün ağızdan alım kaynakları için güvenli alım düzeyi
EFSA 2025; bir yaş altı	1,0 mg/gün	Toplam kronik alım için üst düzey
EFSA 2025; 1–3 yaş	1,6 mg/gün	Toplam kronik alım için üst düzey
EFSA 2025; 4–8 yaş	2,0 mg/gün	Toplam kronik alım için üst düzey

Özgün karşılaştırma; kurumların tablolarının aynen aktarımı değildir. Değerler bir suya mineral ekleme reçetesi olarak kullanılamaz. [2, s.430–433; 42]

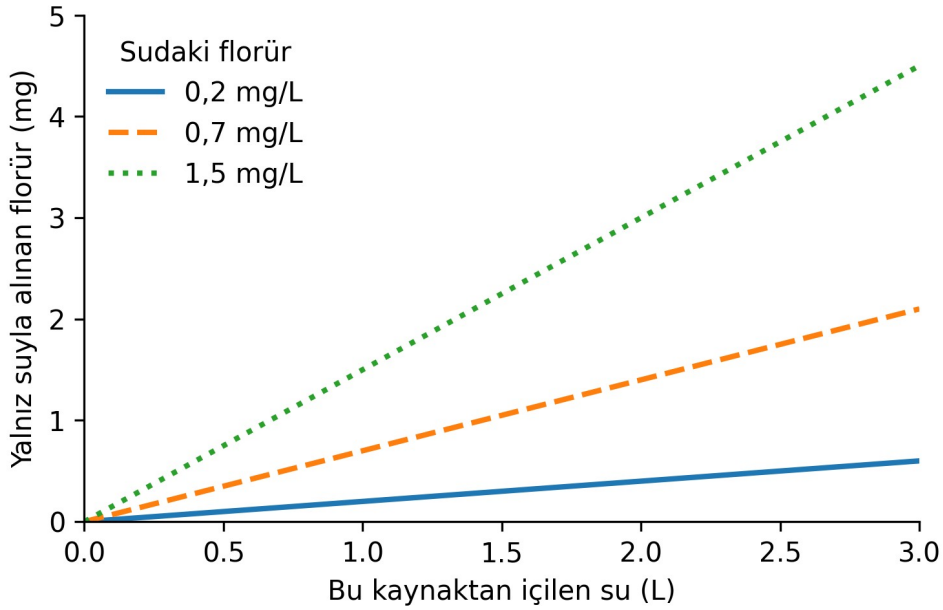
Derişim aynıyken günlük miktar değişir

Temsili üç suyun florürü sırasıyla 0,2, 0,7 ve 1,5 mg/L olsun. Günlük iki litre tüketimde yalnız bu sulardan gelen miktarlar 0,4, 1,4 ve 3,0 mg'dır. Üç litre tüketimde ise sırasıyla 0,6, 2,1 ve 4,5 mg olur. Bu aritmetik, derişim bilgisinin neden tek başına yeterli olmadığını gösterir; bu hacimler herhangi bir yaş grubu için öneri değildir.

Tablo 36. Yalnız suyla florür alımı: temsili derişim–hacim hesabı

Sudaki florür	1 L ile alım	2 L ile alım	3 L ile alım
0,2 mg/L	0,2 mg	0,4 mg	0,6 mg
0,7 mg/L	0,7 mg	1,4 mg	2,1 mg
1,5 mg/L	1,5 mg	3,0 mg	4,5 mg

Temsili hesap, gerçek bir kişinin maruziyet kaydı değildir. Çay, yiyecekler ve yutulan diş bakım ürünlerinden gelen miktarlar bu tabloya dâhil değildir.



Şekil 16. Florür alımında hacmin etkisi. Sabit derişimde alım, tüketilen hacimle artar. Temsili matematiksel model yalnız sudan gelen miktarı gösterir; diğer kaynakları ve kişisel sağlık riskini göstermez.

Dayanak: Özgün hesap: alım = derişim × hacim; **22. bölüm**.

Bir erişkin için temsili iki litre suyun 3,0 mg florür sağladığını ve diğer ağızdan alınan kaynakların 0,6 mg eklediğini varsayalım. Toplam 3,6 mg olur. Bu, EFSA'nın belirtilen grup için verdiği 3,3 mg düzeyinden yüksektir. Ancak tek bir hesap veya tek günlük aşım, kişide belirli bir hastalık bulunduğunu kanıtlamaz. Uzun dönem maruziyet, gerçek girdiler ve değerlendirme amacı önemlidir.

Diş macunu için de kütle hesabı yapılabilir. Yalnız öğretici bir modelde, bir gramda bir miligram florür içeren üründen 0,20 g kullanıldığında ürün üzerindeki florür miktarı 0,20 mg olur. Bunun yarısı yutulmuşsa ağızdan alınan katkı 0,10 mg'dır. Bu örnek kullanım miktarı veya yutma önerisi değildir; ürün derişimi, kullanılan kütle ve yutulan payın ayrı değişkenler olduğunu gösterir. Kullanılan her şeyin yutulduğunu veya hiç yutulmadığını varsaymak farklı sonuçlar doğurur.

Su analizi, arıtma ve izleme

Florür için karar verilecekse florürün kendisi ölçülmelidir. TDS ölçer, pH kâğıdı veya sertlik testi bu analizin yerine geçmez. Kaynağın değişmesi, arıtma uygulanması veya farklı suların karıştırılması durumunda son suyun bileşimi ayrıca doğrulanır. Bir cihazın florürü azalttığı iddiası, belirli koşullardaki performans verisiyle desteklenmelidir. [2, s.430–433]

Örneğin başlangıçta 2,0 mg/L olan bir suda %80 azaltım gerçekten gerçekleşiyorsa çıkış 0,4 mg/L olur. Bu yalnız kütle oranı hesabıdır. Cihazın her kullanım koşulunda aynı oranı sağlayacağını veya diğer kirleticilerin güvenli olduğunu göstermez. İddiayı doğrulamak için giriş ve çıkışın uygun yöntemle ölçülmesi gerekir.

Florür konusunda sağlıklı karar, iki slogan arasında seçim yapmak değildir. Diş sağlığına ilişkin yarar gerçek ölçütlerle, maruziyet riski gerçek miktarlarla değerlendirilir. Güvenlik sınırının hedef alım olmadığını, doğal kaynaklı maddenin de doza bağlı olduğunu ve yeni bir bilimsel değerlendirmenin tarihinin açıkça belirtilmesi gerektiğini kabul etmek, tartışmayı daha anlaşılır hâle getirir.

23. Metabolizma, diyabet ve diğer sağlık iddiaları

Magnezyumun metabolizmada görev alması, magnezyum içeren her suyun diyabeti tedavi ettiği anlamına gelmez. İçme suyunun etkisini değerlendirmek için, o suyu tüketen kişilerde uygun bir karşılaştırmayla ölçülmüş sağlık sonuçları gerekir. Mineralin vücuttaki görevi, suyun sağladığı miktar ve klinik yarar üç ayrı sorudur. [1, s.47, 67–69; 45]

Metabolik görev ile tedavi etkisi

Magnezyum, karbonhidrat, yağ, protein ve nükleik asit metabolizmasıyla ilişkili çok sayıda enzim sisteminde yer alır. Hücresel işlevler için gerekli olması, yetersizliğinin önemini açıklar. Bununla birlikte “gerekli” ile “daha fazlası daha iyi” aynı önerme değildir. Bir enzimin mineral gerektirmesi, mineral eklenerek o sistemin sınırsız biçimde hızlandırılabileceğini göstermez. [1, s.47]

Bu ayrım özellikle diyabet tartışmasında önemlidir. Hastalıkla bir mineral düzeyi arasında ilişki bulunması; alım, kayıp, hastalığın etkisi ve diğer koşullar yönünden incelenir. Düşük mineral düzeyi neden, sonuç veya ortak bir etkenin göstergesi olabilir. Suyun bileşimini değiştirmekle düzelme olup olmayacağı ise müdahale sorusudur. [1, s.108–114]

Temsili bir karşılaştırmada, günlük toplam magnezyum alımı 300 mg olan bir kişinin suyu 5 mg/L'den 25 mg/L'ye değişsin. Aynı kaynaktan iki litre tüketildiğinde fark 40 mg/gündür. Bu hesap doğruysa müdahalenin sağladığı ek miktar bilinmektedir. Fakat kan şekerinin ne kadar değişeceği bu 40 mg'dan aritmetik olarak çıkarılamaz. Besin miktarını sağlık sonucuna dönüştüren evrensel bir katsayı yoktur.

Suyla yapılmış bir diyabet denemesi

2022'de yayımlanan bir çalışmada tip 2 diyabetli kişiler, magnezyum eklenmemiş veya 20 ya da 50 mg/L magnezyum eklenmiş sulara ayrıldı. Başlangıçta 230 kişi randomize edildi; üç aylık çalışmayı 102 kişi tamamladı. Son gruplar 37, 33 ve 32 kişiden oluştu. Bu nedenle “102 kişi randomize edildi” demek katılımcı akışını yanlış anlatır. [45, yöntem ve sonuçlar]

Çalışmada yüksek magnezyum grubunun kendi başlangıcıyla karşılaştırıldığında HbA1c azalması bildirildi. Ancak grupların değişimlerini karşılaştıran analizde HbA1c farkı anlamlı değildi; bildirilen p değeri 0,440'tı. İnsülin ve HOMA-IR değişimleri için gruplar arasında fark bulundu. Bu sonuçlar, bütün glisemik ölçütlerin aynı yönde kanıt verdiği biçiminde sunulamaz. Tamamlamama oranı da yorumda göz önüne alınmalıdır. [45, Tablo 3 ve sonuçlar]

Tablo 37. Magnezyumlu su denemesinin yorumunda kritik ayrımlar

Araştırma bilgisi	Bildirilen durum	Yorum sınırı
Başlangıçtaki randomizasyon	230 kişi	Yalnız tamamlayanların sayısıyla karıştırılmaz
Çalışmayı tamamlayanlar	102 kişi	İzlem kaybı değerlendirmeden çıkarılmaz
Gruplar arası HbA1c değişimi	p = 0,440	HbA1c için gruplar arası üstünlük gösterilmedi
İnsülin ve HOMA-IR değişimleri	Gruplar arası fark bildirildi	Bütün diyabet sonuçlarına genellenmez

Bu tablo, çalışmanın özgün verilerinin tamamını aktarmak için değil, karşılaştırmanın nasıl okunacağını göstermek için hazırlanmıştır. [45]

Bu deney, suyla verilen magnezyumu doğrudan incelemesi bakımından değerlidir. Fakat küçük kalan gruplar, izlem kaybı ve farklı sonuçların birbiriyle tam örtüşmemesi, “magnezyumlu su diyabeti tedavi eder” cümlesine izin vermez. Ayrıca araştırma sırasında mevcut tıbbi bakımın bulunması, suyu ilaçların yerine koyma sonucunu desteklemez. Bir çalışmanın yararlı olması için kesin tedavi ilan etmesi gerekmez; belirli bir soruya sınırlı fakat gerçek bilgi eklemesi yeterlidir.

Başlangıca göre düzelmek neden yeterli değildir?

Bir grubun başlangıca göre düzelmesi ile başka bir gruba göre daha fazla düzelmesi farklı karşılaştırmalardır. Özellikle kronik hastalık çalışmalarında takip, beslenme davranışı, ilaç uyumu veya başlangıçtaki ölçüm değişkenliği iki grubu da etkileyebilir. Etkiyi yalnız müdahaleye bağlamak için karşılaştırma grubunun ne yaşadığı görülmelidir. [1, s.109–114]

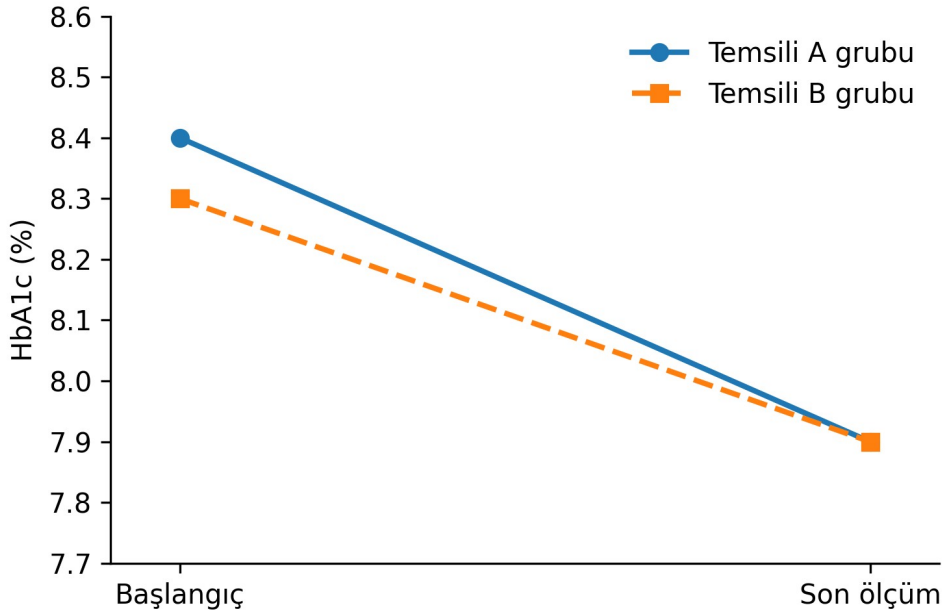
Temsili bir deneyde A grubunun HbA1c ortalaması %8,4'ten %7,9'a, B grubununki %8,3'ten %7,9'a düşsün. A grubundaki azalma 0,5 yüzde

puan, B grubundaki azalma 0,4 yüzde puandır. Değişimler arasındaki fark 0,1 yüzde puandır. Yalnız A'nın 0,5 puanını sunmak, B'deki eşzamanlı değişikliği gizler.

Tablo 38. Grup içi değişim ile gruplar arası değişim farkı: temsili örnek

Grup	Başlangıç HbA1c	Son HbA1c	Değişim
A	%8,4	%7,9	−0,5 yüzde puan
B	%8,3	%7,9	−0,4 yüzde puan
A değişimi − B değişimi	—	—	−0,1 yüzde puan

Değerler gerçek bir araştırmadan alınmamıştır. Bu ortalamalardan tek başına güven aralığı veya istatistiksel anlamlılık hesaplanamaz; örneklem büyüklüğü ve değişkenlik bilgisi gerekir.



Şekil 17. İki grubun değişimini karşılaştırmak. Temsili grupların HbA1c değişimleri −0,5 ve −0,4 yüzde puandır. Değişim farkı −0,1 yüzde puandır. Dikey eksen sıfırdan başlamaz; veriler bir klinik araştırmadan alınmamıştır.

Dayanak: Özgün temsili model; **23. bölüm**.

Yüzde puan ile yüzde değişimi de karıştırılmamalıdır. %8,4'ten %7,9'a düşüş 0,5 yüzde puandır. Başlangıca göre oransal değişim hesaplanırsa 0,5 / 8,4 × 100 yaklaşık %5,95 olur. Aynı değişikliği anlatan bu iki sayının

birimleri farklıdır. Bir ürün tanıtımında büyük görünen sayının seçilmesi, klinik etkinin büyüdüğü anlamına gelmez.

Ayrıca ortalamalar arasındaki fark, her katılımcının aynı miktarda değiştiğini göstermez. Bazıları daha fazla düzelmiş, bazıları değişmemiş veya kötüleşmiş olabilir. Bu nedenle yalnız ortalamayla kişisel sonuç vaadi verilemez. Tedavi kararının kişiye özgü olması, ortalama araştırma sonucunun değersiz olduğu anlamına gelmez; iki bilginin kullanım yerinin farklı olduğunu gösterir.

Sade suya geçişin yararı nereden gelebilir?

Şekerli bir içeceğin yerine sade su konduğunda değişen yalnız mineral alımı değildir. İçecekle alınan şeker ve enerji de değişir. CDC, suyun kalori içermediğini ve şekerli içeceklerin yerine su seçmenin kalori alımını azaltabileceğini belirtir. ADA'nın 2026 bakım standartları da suyu teşvik eder ve şekerli içeceklerin değiştirilmesini ele alır. Bu öneriler, özel bir mineral oranının diyabet tedavisi olduğuna kanıt sayılmaz. [44, beslenme önerileri; 46]

Temsili bir içecek 100 mL'de 10 g şeker içeriyorsa 500 mL'de 50 g şeker bulunur. Bu içeceğin yerine şekersiz sade su konduğunda, başka bir telafi olmadığı varsayımıyla o tüketimden gelen 50 g şeker kaldırılmış olur. Mineral derişimi hiç tartışılmadan bile önemli bir tüketim değişikliği tanımlanmıştır. Sonrasında görülen bir yararın bütünü, suyun kalsiyumuna veya alkalinitesine yazılamaz.

Karşılaştırma bu yüzden açık olmalıdır. Mineralce farklı iki sade suyu karşılaştırmak başka bir deneydir; şekerli içecek ile sade suyu karşılaştırmak başka. İkinci deneyde sonuç olumlu olduğunda birincisi hakkında kesin hüküm verilemez. Aynı şişenin kullanımında birden fazla etken değişiyorsa, etkiyi tek bir bileşene ayırmak ayrıca tasarım gerektirir.

İnsülin direnci göstergesi hastalık sonlanımı değildir

İnsülin direncini tahmin eden bir hesapta değişiklik bulunması, aynı süre içinde diyabet komplikasyonlarının azaldığının ölçüldüğü anlamına gelmez. Araştırma hangi sonucu ölçtüyse önce o sonuç anlatılır. Kan şekeri göstergeleri, ilaç gereksinimi, yaşam kalitesi ve uzun dönem komplikasyonlar birbirinin yerine kullanılmaz. Bu ayrım, su ve mineral

çalışmalarında da genel klinik araştırmalarda da gereklidir. [1, s.108–114; 45]

Örneğin bir deney üç ay sürmüşse, o deneyin sonuçlarından yirmi yıllık böbrek veya kalp koruması yüzdesi hesaplanamaz. Uzun dönem yarar olasılığı araştırılabilir; fakat olasılık ölçülmüş sonuç gibi yazılmaz. Bir mekanizmanın makul olması ile o mekanizmanın belirli bir üründe, belirli dozda ve belirli kişide klinik yarar sağlaması ayrı basamaklardır.

Diğer hastalık iddialarını nasıl ayırmalıyız?

Suyun mineral bileşimiyle farklı hastalıklar arasında ilişkiler araştırılmıştır. Örneğin 2005 tarihli derlemede çocukluk çağı tip 1 diyabetiyle ilgili bölgesel gözlemler de yer alır; yazarlar daha fazla doğrulama gerektiğini belirtir. Bu tür bulgular, belirli suyun hastalığı önlediği şeklinde sunulamaz. Tip 1 ve tip 2 diyabet de aynı araştırma sorusu değildir. [1, s.68]

Bir mineralin düşük alımıyla bir hastalığın aynı bölgede daha sık görülmesi, suyu değiştirmenin hastalığı azaltacağını tek başına göstermez. Beslenme, sosyoekonomik koşullar, diğer çevresel maruziyetler ve hastalık kaydının niteliği değerlendirilir. Bu bölümün amacı bütün olasılıkları reddetmek değil, araştırma bulgusu ile tüketiciye verilen kesin vaat arasına doğru sınırı koymaktır. [1, s.108–114]

“Metabolizmayı düzenler”, “hücreyi temizler” veya “şekeri dengeler” gibi ifadeler, ölçülecek sonuç tanımlanmadan bilimsel bir iddia hâline gelmez. Hangi maddeden, hangi miktardan, hangi süreden ve hangi kişiden söz edildiği belirtilmelidir. Değerlendirme yapılacaksa önce cümle ölçülebilir hâle getirilir; sonra uygun kanıt aranır.

Bu yaklaşım suyun günlük yaşamdaki değerini küçültmez. Güvenli suya erişmek, şekerli içeceklerin yerini uygun biçimde almak ve toplam mineral alımına ölçülebilir katkı sağlamak somut işlevlerdir. Bunların üstüne kanıtlanmamış tedavi vaatleri eklemek, suyu daha değerli değil, bilgiyi daha güvensiz hâle getirir. Bilimsel bir başvuru kaynağında en güçlü cümle, en büyük vaadi içeren değil; hangi koşulda doğru olduğu denetlenebilen cümledir.

24. Düşük mineralli su tartışmasını çözümlemek

Mineralce zengin bir suyun yerine kalsiyum ve magnezyumu daha az olan bir su konulduğunda, içilen hacim aynı kalırsa suyla alınan bu mineraller azalır. Bu, tartışmaya açık bir yorum değil, derişim ile hacmin çarpımından çıkan sonuçtur. Ancak bu azalmanın her tüketicide mineral eksikliği veya hastalık oluşturduğu aynı kesinlikle söylenemez. Günlük toplam alım, besinlerin katkısı, başlangıçtaki mineral durumu ve kişinin sağlık koşulları ayrıca değerlendirilir. WHO'nun içme suyu rehberi, çok düşük mineralli suyun uzun süre tüketilmesinin yarar veya zararları hakkında genel öneri oluşturmak için bilimsel bilginin yetersiz olduğunu belirtir. [2, s.119, 436–437]

Tartışmayı çözmenin ilk adımı, birbirinden farklı soruları tek bir "zararlı mı?" başlığına sıkıştırmamaktır. Su içilebilirlik koşullarını karşılıyor mu? Önceki suya göre mineral alımı ne kadar değişiyor? Değişiklik toplam beslenme içinde önemli mi? Suyun tesisatla ve depolama koşullarıyla etkileşimi uygun biçimde yönetiliyor mu? Belirli bir sağlık sonucuna ilişkin doğrudan insan verisi var mı? Bunların her biri ayrı ölçüm ve ayrı kanıt gerektirir.

Düşük mineral, düşük sertlik ve saf su aynı değildir

Düşük mineralli su, bileşiminin bir özelliğini anlatır; tek başına üretim yöntemini tanımlamaz. Doğal bir su mineralce fakir olabilir. Bir başka su ters ozmozla veya damıtmayla mineralce azaltılmış olabilir. Kalsiyum ve magnezyumu iyon değişimiyle uzaklaştırılmış bir su ise düşük sertlikte olmasına rağmen önemli miktarda sodyum içerebilir. Dolayısıyla "yumuşak", "arıtılmış", "demineralize" ve "saf" sözcükleri birbirinin yerine kullanılamaz. [2, s.436–437; 51, iyon değişimli yumuşatma kapsamı]

Bir suyun mineral durumunu açıklarken en azından hangi büyüklüğün kastedildiği söylenmelidir. Toplam çözünmüş madde miktarının azalması, kalsiyum ve magnezyumun ne oranda azaldığını tek başına vermez. Sertlikteki azalma da sodyumun, klorürün veya bikarbonatın durumunu açıklamaz. Üretim süreci bilinmeden yapılan sınıflama, beslenme hesabının yanlış başlangıç noktası seçmesine yol açar.

Örneğin 25 mg/L kalsiyum ve 8 mg/L magnezyum içeren bir su ile 2 mg/L kalsiyum ve 1 mg/L magnezyum içeren bir su farklı mineral katkıları sağlar. Fakat yalnız bu dört sayıdan hangisinin mikrobiyolojik olarak güvenli olduğu anlaşılamaz. Aynı nedenle ikinci suyun düşük mineral içeriği, onda mutlaka kirletici bulunduğunu da göstermez. Besin katkısı ve içme suyu güvenliği, aynı numunede incelenen fakat birbirini ikame etmeyen özelliklerdir. [2, bölüm 2.4 ve 6.15]

Tablo 39. Birbirine karıştırılan dört su tanımı

Tanım	Ne hakkında bilgi verir?	Tek başına neyi göstermez?
Düşük mineralli	Çözünmüş mineral miktarının görece az olduğunu	Bütün kirleticilerin yokluğunu
Düşük sertlikte	Sertlik oluşturan iyonların azlığını	Sodyumun veya TDS'nin mutlaka düşük olduğunu
Ters ozmozla işlenmiş	Uygulanan ayırma sürecini	Musluktaki son bileşimin değişmezliğini
İçilebilir	İlgili güvenlik değerlendirmesini	Her mineralden yüksek miktar sağlandığını

Tablodaki ayrımlar bir ürün sıralaması değildir. Bir su aynı anda bu tanımlardan birkaçını karşılayabilir; her tanımın dayandığı bilgi ayrıca gösterilmelidir. [2, bölüm 6.5, 6.15 ve sertlik bilgi notu]

2005 tarihli değerlendirme ne söylüyordu?

Nutrients in Drinking Water içindeki demineralize su bölümü; düşük mineral alımı, gıdaların pişirilmesi, malzemelerden madde geçişi ve uzun süreli tüketimle ilişkilendirilen sağlık gözlemlerini bir araya getirir. Bölümde kalsiyum ve magnezyum için bazı araştırmacıların önerdiği derişimler de tartışılır. Bu metin, sorunun tarihini ve araştırma gerekçesini anlamak açısından önemlidir. Fakat bölüm yazarının önerdiği değerler, otomatik olarak bütün ülkeler için bağlayıcı WHO sınırı değildir. Aynı bölüm, o dönemde WHO rehberinde kalsiyum, magnezyum ve sertlik için asgari ya da azami değer önerilmediğini de açıklar. [1, s.148–158]

Bu ayrıntı gözden kaçırıldığında seçici bir okuma ortaya çıkar. Araştırmacı önerisini içeren paragraf alınır, önerinin hangi araştırmalardan türetildiği ve resmî rehberdeki konumu çıkarılır. Sonra öneri, suyun altında kalmaması gereken kesin sağlık eşiği olarak sunulur.

Böyle bir aktarım, eski kaynağı güncellemek değil, kaynağın söylediğinden daha güçlü bir hüküm üretmektir.

Diğer uçtaki hata da aynı derecede önemlidir. Metnin eski olması, içindeki her gözlemin değersiz olduğu anlamına gelmez. Minerallerin suyla alınabildiği, arıtmanın bu katkıyı değiştirebildiği ve beslenmesi sınırda olan topluluklarda değişikliğin değerlendirilmesi gerektiği sonraki rehberlerde de yer bulur. Tarihsel çalışmayı doğru kullanmak, onu ne dokunulmaz bir hükme dönüştürmek ne de tarihinden dolayı tümüyle silmektir. [1, s.8–11; 2, s.437]

Sonraki rehberdeki hüküm neden daha sınırlıdır?

WHO'nun 2026 baskısındaki sertlik bilgi notu, içme suyunun kalsiyum ve magnezyum alımına katkısını kabul eder. Özellikle toplam alımı sınırda olan kişilerde bu katkının önemli olabileceğini belirtir. Buna karşılık, yeterli alım başka etkenlere de bağlı olduğundan mineraller için evrensel asgari ve azami derişimler önermemektedir. Kalp-damar ölüm oranlarıyla ilgili gözlemsel bulguların nedenselliği kanıtlamadığı da aynı yerde açıklanır. Bu bilgi notunun değerlendirme tarihi 1993, revizyonu 2011'dir; 2026, içinde bulunduğu rehber baskısının yılıdır. [2, s.437]

Bu iki yaklaşım çelişkili cümleler kurmayı gerektirmez. Su mineral sağlayabilir. Bu katkı bazı koşullarda önem taşıyabilir. Yine de bütün insanlar için aynı zorunlu su derişimi çıkarılamayabilir. Çünkü günlük gereksinim suyun litresine değil, kişinin toplam beslenmesine ve fizyolojik durumuna ilişkindir. Aynı derişimdeki suyu farklı hacimlerde tüketen iki kişi zaten farklı miktar alır.

Buradan çıkacak açık hüküm şudur: “WHO suyun en az şu TDS'de olmasını zorunlu tutuyor” denilecekse, bunun güncel rehberdeki gerçek yeri gösterilmelidir. Bir uzman bölümündeki öneri, bir ülkenin mevzuatı ve bir cihaz üreticisinin hedefi aynı tür bilgi değildir. Kaynak kimliği kadar ifadenin statüsü de doğru aktarılmalıdır. [1, s.155–158; 2, s.119, 437, 498–499]

Minerallerin azalmasını miktarla ifade etmek

Temsili bir yetişkinin evde kullandığı eski su 60 mg/L kalsiyum ve 20 mg/L magnezyum içersin. Yeni suyun değerleri sırasıyla 6 ve 2 mg/L olsun. Her iki dönemde bu kaynaktan günlük 1,5 L tüketildiğini varsayalım. Eski su 90 mg kalsiyum ve 30 mg magnezyum sağlarken yeni

su 9 ve 3 mg sağlar. Suyla alınan miktarlardaki azalma her iki mineral için %90'dır. Mutlak farklar ise 81 mg kalsiyum ve 27 mg magnezyumdur.

Bu hesabın ikinci basamağı, besinlerden gelen miktarı eklemektir. Besin katkısı temsili olarak 850 mg kalsiyum ve 300 mg magnezyum olduğunda toplamlar 940'tan 859 mg'a ve 330'dan 303 mg'a iner. Toplam alımdaki oransal azalma kalsiyumda yaklaşık %8,62, magnezyumda %8,18 olur. Suyun derişimindeki %90'lık değişikliği kişinin bütün mineral alımına uygulamak, yanlış payda kullanmaktır.

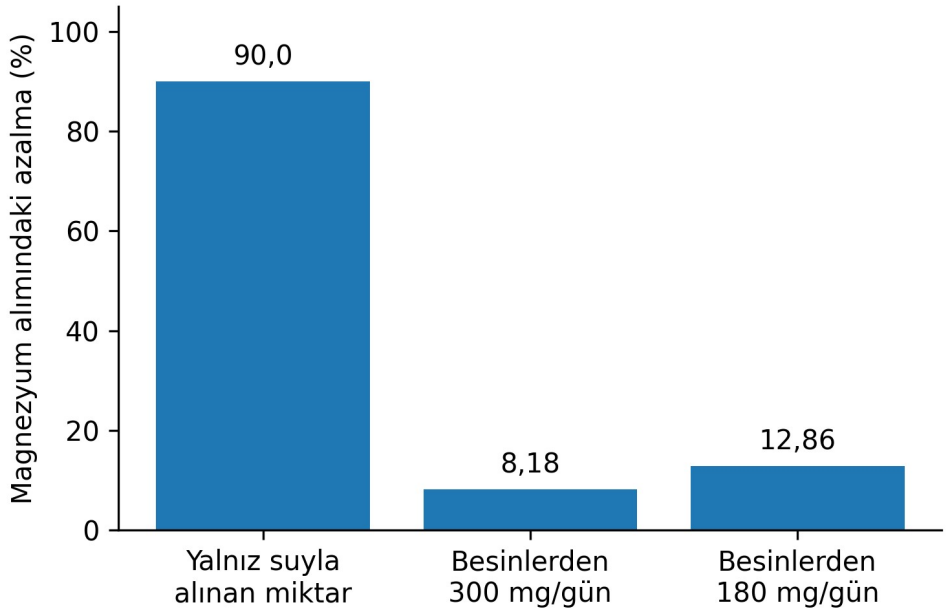
Tablo 40. Aynı su değişikliğinin su katkısı ve toplam alım üzerindeki etkisi

Büyüklük	Eski durum	Yeni durum
Suyla alınan kalsiyum	90 mg/gün	9 mg/gün
Besinlerden kalsiyum	850 mg/gün	850 mg/gün
Toplam kalsiyum	940 mg/gün	859 mg/gün
Suyla alınan magnezyum	30 mg/gün	3 mg/gün
Besinlerden magnezyum	300 mg/gün	300 mg/gün
Toplam magnezyum	330 mg/gün	303 mg/gün

Bütün girdiler öğretici amaçla seçilmiştir. Hacim bir sıvı tüketim önerisi değildir; besin miktarları gerçek bir kişinin kaydı değildir. Toplam alımın hesaplanması da mineral eksikliği tanısı koymaz.

Aynı fark, besinlerden daha az mineral alan başka bir kişide toplam içinde daha büyük pay tutar. Örneğin besinlerden gelen magnezyum 180 mg ise eski toplam 210 mg, yeni toplam 183 mg olur. Mutlak kayıp yine 27 mg'dır; toplam içindeki azalma yaklaşık %12,86'ya çıkar. “Su katkısı küçüktür” veya “çok büyüktür” cümleleri bu nedenle bileşim ve beslenme belirtilmeden eksik kalır.

Hesabın üçüncü basamağı, tek su kaynağı varsayımını sınamaktır. Kişi evde 0,8 L, işyerinde 0,7 L, yemek veya içecek hazırlığında başka miktarlar kullanıyorsa değişikliğin tamamını evdeki cihaza yüklemek doğru değildir. Etkilenen hacim toplam sıvı alımı değil, gerçekten bileşimi değişen suyun tüketilen hacmidir. Bu ayrım, arıtma öncesi ve sonrası mineral bütçesinin en sık gözden kaçan kısmıdır.



Şekil 18. Alımdaki azalma hangi toplam üzerinden hesaplanır?. Suyla sağlanan magnezyum 30 mg/günden 3 mg/güne düşmektedir. Besinlerden 300 veya 180 mg/gün alınması varsayımlarında toplam alımdaki azalma farklıdır. Temsili hesap; sağlık etkisi değildir.

Dayanak: Özgün hesap; **24. bölüm**.

“Minerali çeker” iddiasında hangi deney kastediliyor?

Düşük mineralli suya ilişkin en güçlü ifadelerden biri, suyun vücuttaki mineralleri doğrudan çekip çıkardığı iddiasıdır. Böyle bir cümle, birden fazla olguyu birbirine karıştırabilir: dışarıdan daha az mineral alınması, böbrekten atılımın değişmesi, bağırsakta emilim farklılığı ve dokulardan net mineral kaybı aynı şey değildir. Birinin gösterilmiş olması diğerlerinin de gösterildiği anlamına gelmez. Mineral dengesini tartışmak için giriş, emilim ve kayıp ayrı ölçülmelidir. [1, s.150–154; 2, s.119]

Bir hücrenin laboratuvarda doğrudan belirli bir çözeltiye bırakılması ile bir insanın o sıvıyı ağızdan içmesi aynı maruziyet yolu değildir. İçilen su sindirim sistemi içeriğiyle karşılaşır; emilim ve böbrek düzenlemesi bulunan canlı bir sistemde değerlendirilir. Bu nedenle yalnız ozmoz kavramını anmak, ağızdan tüketimin uzun dönem kemik kaybına yol açtığını kanıtlamaz. Fizyolojik bir mekanizmanın açıklanması, gerçek tüketim koşullarında net mineral kaybının ölçülmesinin yerine geçmez. [1, s.25–35, 150–152; 15]

Bu, vücudun her koşulu kusursuz biçimde telafi ettiği anlamına da gelmez. Çok yüksek su alımı, mineral kayıpları veya böbrek işlevindeki bozukluklar ayrı sağlık sorunlarıdır. Fakat bunları yalnız sudaki kalsiyum ve magnezyumun düşük olmasına bağlamak için ilgili koşulları ayıran kanıt gerekir. “Su fazla içildi”, “sodyum dengesi bozuldu” ve “su düşük TDS'liydi” gözlemleri aynı nedensel cümle değildir. [1, s.25–35; 2, s.119]

Bu iddiaya verilecek yanıtı gereksiz yere yuvarlamaya gerek yoktur: düşük mineralli su, aynı hacimde daha az mineral sağlar. Vücuttan net mineral çektiği ileri sürülüyorsa bunun ayrıca gösterilmesi gerekir. Derişim hesabı, bu ikinci iddianın kanıtı değildir.

Çeliğe saldırganlık ile kemiğe etkiyi ayırmak

Tuz giderimiyle üretilen su, son işlem yapılmadığında dağıtım malzemeleri açısından uygun olmayabilir. WHO, dağıtımdan önce kararlılığın sağlanmasını ve gerektiğinde yeniden mineralizasyonu vurgular. Malzemelerden metal geçişi bakımından bu önemli bir güvenlik konusudur. Ancak “boruyu aşındıran su kemiği de aşındırır” benzetmesi, malzeme kimyasını insan fizyolojisinin yerine koyar. [2, s.98–99, 187–188]

Tesisatta suyla temas eden metal yüzey, sindirim sistemi değildir. Korozyon; malzeme, su bileşimi, pH, alkalinite, sıcaklık ve temas koşullarıyla değerlendirilir. Bir suda korozyon kontrolüne ihtiyaç bulunması, o suyun ağızdan alındığında aynı tür kimyasal işlemi kemikte yaptığı anlamına gelmez. Bununla birlikte uygunsuz malzemeden suya geçen maddeler gerçek bir maruziyet oluşturabileceğinden, benzetmenin yanlışlığı tesisat riskinin önemsizliği şeklinde de yorumlanmamalıdır. [2, bölüm 8.4.3]

Doğru soru, suyun “aç” olup olmadığı değil, son kullanım noktasında hangi maddeleri hangi miktarda içerdiğidir. Kaynak suyu iyi olsa bile uygun olmayan depolama veya tesisat son bileşimi değiştirebilir. Arıtılmış su da son işlem, depolama ve musluk aşamalarından geçer. Bu nedenle yalnız membran çıkışına bakılarak tüketilen suyun bütün özellikleri açıklanamaz. [2, bölüm 4.2.5 ve 6.10]

Pişirme kaybı neden doğrudan eksiklik anlamına gelmez?

2005 tarihli derlemede, düşük mineralli suda pişirme sırasında bazı gıdalardan minerallerin suya geçmesine ilişkin çalışmalar tartışılır. Buradaki miktarın beslenme bakımından yorumu, pişirme suyunun atılıp atılmadığına bağlıdır. Gıdanın içindeki kalsiyumun bir kısmı çorbaya geçtiğinde, çorba da tüketiliyorsa öğünün toplamından otomatik olarak kaybolmuş sayılmaz. Buna karşılık haşlama suyu atılıyorsa gıda ve su birlikte değerlendirilmelidir. [1, s.154]

Bir gıdada başlangıçta 100 mg bulunan bir mineralin 30 mg'ı pişirme suyuna geçsin. Gıdada kalan miktar 70 mg'dır. Suyun tamamı tüketilirse, dışarıdan başka giriş veya kayıp olmadığı varsayımıyla öğündeki toplam hâlâ 100 mg'dır. Suyun tamamı atılırsa yenilen kısım 70 mg taşır. Bu temsili kütle dengesi, yalnız gıdanın analizindeki düşüşe bakarak bütün öğünün kaybını hesaplamanın neden yanlış olabileceğini gösterir.

Gerçek mutfakta sonucun büyüklüğü gıda, kesme biçimi, süre, sıcaklık, su miktarı ve tarifle değişebilir. Bu yüzden belirli deney koşullarındaki bir kayıp yüzdesi bütün yemeklere uygulanamaz. Ayrıca gıdadan suya geçen mineralin miktarı ile emilen mineralin miktarı da aynı ölçüm değildir. Pişirme hesabı, sindirim ve emilim hesabını kendiliğinden çözmez. [1, s.4–5, 69, 154]

Düşük alım bir tanı mıdır?

Bir günlük hesapta belirli bir referans alımın altında kalmak, o gün kişide klinik eksiklik oluştuğunu kanıtlamaz. Referans değerler beslenmenin planlanması ve değerlendirilmesinde kullanılır; kişisel tanı için tek günlük su hesabı yeterli değildir. Öte yandan sürekli düşük alım olasılığını yalnız “vücut ayarlar” diyerek geçiştirmek de uygun değildir. Beslenme öyküsü ve sağlık değerlendirmesi gerektiğinde suyun katkısı bunların içine katılır. [1, s.41–48; 3; 4]

Bu ayrım bir cihaz değişikliği sonrasında özellikle önemlidir. Yorgunluk, kramp veya başka bir belirti ortaya çıktığında zaman sırası dikkat çekebilir; fakat tek başına neden belirlemez. Kullanılan su değişmiş olabilir, aynı dönemde beslenme, ilaç, aktivite veya başka bir sağlık koşulu da değişmiş olabilir. Belirtiyi cihazın varlığına bakarak açıklamak kadar, cihazın bileşimi değiştiremeyeceğini söylemek de

hatalıdır. Ölçülmüş bileşim ve uygun sağlık değerlendirmesi birlikte gerekir. [1, s.108–114, 152–153]

Güvenli karar için gereken asgari bilgi

Bir su değişikliğini değerlendirmek için önce eski ve yeni suyun kalsiyum, magnezyum ve gerekiyorsa sodyum değerleri bulunur. Sonra bu kaynaklardan tüketilen gerçek hacimler belirlenir. Ardından besinlerden gelen miktarların yaklaşık fakat dürüst bir hesabı yapılır. Ölçülmeyen bir değer tahminse tahmin olduğu belirtilir. Eksik analizi "sıfır mineral" diye tamamlamak veya cihazın reklamından laboratuvar sonucu üretmek kabul edilemez.

Karar yalnız mineral hesabından ibaret değildir. Su kaynağında bir kirletici sorunu varsa bunun giderilmesi ayrı bir gerekliliktir. Mineral katkısını korumak için güvenliği doğrulanmamış suyu arıtılmış suya karıştırmak uygun bir kestirme yol değildir. Yeniden mineralizasyon, güvenli suya kontrollü bir bileşim kazandırma işlemidir; güvenliği belirsiz suyu geri eklemenin bilimsel adı değildir. [2, s.98–99]

Açık hüküm

Düşük mineralli su, mineralce daha zengin bir suya göre aynı hacimde daha az kalsiyum ve magnezyum sağlar. Bu fark hesaplanabilir. Farkın klinik hastalık oluşturduğu, yarar sağladığı veya hiçbir önem taşımadığı ise yalnız TDS sayısından çıkarılamaz. Güvenlik, toplam beslenme ve özel sağlık koşulları ayrı değerlendirilir. [2, s.119, 437]

Bu tartışmanın sağlıklı son noktası, bütün suları tek bir sayıya göre iyi ve kötü diye sıralamak değildir. Hangi mineralden ne kadar alındığı, hangi riskin hangi işlemle azaltıldığı ve son suyun nasıl doğrulandığı açıkça ortaya konmalıdır. Böyle bir değerlendirmede arıtma da mineralizasyon da amaç değil, belirlenmiş bir ihtiyaca verilen araçsal yanıttır. İhtiyacın ne olduğu bilinmeden yönteme övgü veya suçlama yüklemek, bilimsel değerlendirmeyi baştan yanlış yere taşır.

Farklı kurumların ifadeleri neden aynı görünmez?

İngiltere ve Galler için tüketici bilgilendirmesi yapan Drinking Water Inspectorate, ev tipi ters ozmoza karşı daha sınırlayıcı bir yaklaşım kullanır; yerel şebeke suyunun niteliğini başlangıç kabul eder ve içme amacıyla kullanılacak RO suyuna mineral eklenmesine atıf yapar. Bu, belirli bir ülkedeki mevcut su hizmeti ve ev arıtma ihtiyacı bağlamındaki öneridir. Her yerdeki bütün düşük mineralli suların belirli bir hastalığa neden olduğunun deneysel kanıtı değildir. WHO rehberindeki uzun dönem kanıt yetersizliği ifadesiyle aynı türden bir cümle gibi okunmamalıdır. [66; 2, s.119]

Bu iki metni karşılaştırırken hangi soruya yanıt verdiklerini sormak gerekir. Bir düzenleyici, zaten güvenli sağlanan suya ek işlem gerekip gerekmediğini tartışabilir; bir sağlık değerlendirmesi ise farklı mineral düzeylerinin uzun dönem sonuçlarını ele alabilir. İhtiyatlı bir işletme önerisini kesin hastalık ilişkisine çevirmek de, nedenselliğin kanıtlanmamış olmasını bütün işletme önlemlerini gereksiz saymak için kullanmak da yanlıştır. Okurun ihtiyacı kurumlar arasında taraf seçmek değil, kendi suyundaki tehlikeyi, beslenme katkısını ve işlem sonrasındaki güvenliği ayrı ayrı tanımlamaktır.

25. Ters ozmoz, damıtma ve mineral kaybı

Ters ozmoz ve damıtma, çözünmüş maddelerin su içindeki dağılımını değiştiren ayırma işlemleridir. Kalsiyum ve magnezyumun azalması, bu yöntemlerin beslenme bakımından önemli bir sonucudur; fakat işlemin bütün amacı veya bütün etkisi değildir. Aynı süreç, kaynağın niteliğine göre giderilmesi gereken başka maddeleri de azaltabilir. Arıtmayı değerlendirirken hem uzaklaştırılan istenmeyen bileşenler hem de değişen mineral katkısı görülmelidir. [2, s.98–99, 572]

Bir cihazın başarısı, suyu ne kadar "sıfıra yaklaştırdığı" ile tek başına ölçülmez. Hedeflenen kirletici yeterince azaltılıyor mu, ürün suyu güvenli biçimde korunuyor mu, mineral bileşimi biliniyor mu, sistem kabul edilebilir su ve enerji kullanımıyla çalışıyor mu? Bunlar birbirini tamamlayan performans sorularıdır. Yalnız TDS azalmasını göstermek, bütün soruları yanıtlamak değildir.

Ters ozmozda ayrılan iki akım

Ters ozmozda su, uygun basınç altında seçici bir membrandan geçirilir. Membranı geçen akıma permeat veya ürün suyu, geçmeyen ve ayrılan maddelerin daha yoğun bulunduğu akıma konsantre denir. Kaynak suyun tamamı ürün suyuna dönüşmez. Bu iki akımın miktarı ve bileşimi, sürecin hem verimini hem de madde dengesini belirler. [2, s.572]

Membran, gündelik dilde anlatıldığı gibi yalnız "zararlıyı tanıyıp" ayıran bir akıl yürütme sistemi değildir. Ayırma, maddelerin fizikokimyasal özelliklerine ve işletme koşullarına bağlıdır. Bu nedenle insan için gerekli kalsiyum ve magnezyum da azaltılabilir. "Faydalı mineralleri tuttu, zararlıları bıraktı" veya bunun tersi, hangi yöntemden ve hangi ölçümden söz edildiği belirtilmeden bilimsel bir performans açıklaması sayılamaz. [2, s.98–99, 572]

Burada iki farklı yüzdeyi ayırmak gerekir. Geri kazanım, besleme suyunun ne kadarının ürün suyuna dönüştüğünü gösterir. Giderim ya da tutma oranı ise belirli maddenin besleme ve ürün derişimleri arasındaki ilişkiyi anlatır. Biri hacim oranıdır; diğeri derişim karşılaştırmasıdır. %95 tuz tutma bildiren bir sistemin suyun %95'ini kullanılabilir ürün hâline getirdiği sonucu çıkarılamaz.

İki temel hesap

Geri kazanım = ürün suyu hacmi / besleme suyu hacmi × 100.

Belirli bir madde için derişim temelli giderim = (1 − ürün derişimi / besleme derişimi) × 100.

Bu tanımların uygulanabilmesi için hacimler aynı çalışma aralığına, derişimler de temsil edici ve eşleşmiş numunelere ait olmalıdır. Bunlar cihazın bütün yaşam süresine ait sabit özellikler değildir. [69, tanımlar]

Derişim azalması ile uzaklaştırılan kütle

Temsili bir sisteme 10 L su girsin. Beslemede kalsiyum 80 mg/L, ürün suyunda 4 mg/L ölçülmüş olsun. İşlem sonunda 3 L ürün ve 7 L konsantre elde edilsin. Derişim temelli kalsiyum giderimi %95'tir. Fakat ürün akımına geçen toplam kalsiyum 3 × 4 = 12 mg'dır. Beslemeyle giren miktar 10 × 80 = 800 mg olduğuna göre, çökelme, birikme veya başka çıkış bulunmadığı varsayımında konsantrede 788 mg kalır.

Konsantrenin ortalama kalsiyum derişimi 788 / 7 = 112,57 mg/L olur. Buradaki hesap “mineraller yok oldu” ifadesinin neden yanlış olduğunu gösterir. Madde büyük ölçüde başka akıma taşınmıştır. Ürün suyuyla tüketiciye ulaşan miktar azalmıştır; sistemin toplam kütle dengesi içinde maddenin bir yeri vardır.

Tablo 41. Ters ozmozda temsili kalsiyum kütle dengesi

Akım	Hacim	Kalsiyum derişimi	Kalsiyum kütlesi
Besleme	10 L	80 mg/L	800 mg
Ürün	3 L	4 mg/L	12 mg
Konsantre	7 L	112,57 mg/L	Yaklaşık 788 mg

Veriler gerçek bir cihaz deneyine ait değildir. Konsantre derişimi, besleme ve ürün verilerinden ideal kütle dengesiyle hesaplanmıştır; yuvarlama nedeniyle son basamakta küçük fark oluşabilir.

Bir başka kişi aynı sonuçlara bakıp “kalsiyumun %98,5'i ürün dışında kaldı” derse o da farklı bir oran hesaplamış olur: 788 / 800 × 100 = %98,5. Bu oran kütle payını gösterir. Derişim temelli %95 giderim ile kütle temelli %98,5 aynı büyüklük değildir. Hangi yüzdenin verildiği belirtilmediğinde teknik olarak doğru iki sayı bile birbirine aykırı sanılabilir.

TDS üzerinden hesap yapmak neden sınırlıdır?

TDS, tek bir madde değildir. Farklı iyon ve diğer çözünmüş bileşenlerin toplamına ilişkin bir büyüklüktür. Girişte 400, çıkışta 20 mg/L bulunması, toplam çözünmüş maddede %95 azalma hesabına izin verir. Ancak bundan kalsiyumun, magnezyumun, nitratın veya belirli bir metalin ayrı ayrı %95 azaldığı çıkarılamaz. Her bileşenin geçişi aynı değildir. [2, s.498–499, 572]

İletkenlikten türetilen bir el cihazı okuması kullanılıyorsa ikinci bir belirsizlik eklenir. Gösterilen TDS, çoğu durumda doğrudan tartılmış kalıntı değil, iletkenlik ile bir dönüşüm katsayısının sonucudur. Besleme ve ürün suyunun iyon bileşimi değiştiğinde, aynı katsayının iki suyu aynı doğrulukla temsil ettiği ayrıca gösterilmelidir. Bu nedenle böyle bir ölçüm izleme için yararlı olsa da tek başına bütün kimyasal analizin yerine konmaz. [2, TDS bilgi notu; 54]

Düşük TDS'li ürün suyunda sonradan mineral filtresi bulunuyorsa, musluktaki TDS membran performansından başka bir işlemin etkisini de taşır. Membran çıkışı 12, mineral filtresi sonrası 70 birim gösterdiğinde “membran bozuldu” denemez. Artış son işlemden kaynaklanmış olabilir. Tersine 70 değerinin tamamının kalsiyum ve magnezyum olduğunu söylemek de doğru değildir. Numune noktaları ve ayrı bileşenler bilinmelidir.

Basınç, sıcaklık ve kullanım biçimi

Bir membranın performansı aynı model numarası altında bile değişik koşullarda farklılaşabilir. Üreticinin teknik açıklamasında besleme basıncı, sıcaklık, geri kazanım ve tuz derişimi birlikte ele alınır. Bu, katalogdaki bir değerin her evde, her mevsimde ve her kullanım düzeninde aynen gerçekleşeceği anlamına gelmediğini gösterir. Üretici belgesi mekanizmayı açıklayan teknik bir kaynaktır; bütün cihazlara uygulanabilecek bağımsız bir sağlık hükmü değildir. [69, s.15–17]

Bu nedenle karşılaştırma yapılırken yalnız giriş ve çıkış TDS'si değil, ölçüm koşulları da kaydedilir. Yeni filtre takıldıktan hemen sonra alınan bir numune ile aylarca kullanılan sistemden alınan numune eşdeğer olmayabilir. Uzun bekleme sonrasındaki ilk çekiş ile kararlı akış sırasında alınan numune de farklı sorulara yanıt verir. Birinin daha yüksek çıkması, örnekleme amacı belirtilmeden arıza veya sağlık riski ilan etmeye yetmez.

Temsili olarak aynı cihazdan sabah ilk 200 mL'de 40 mg/L, ardından 800 mL'de 10 mg/L ölçülsün. Kullanıcı bir litrenin tamamını tükettiyse hacim ağırlıklı ortalama 16 mg/L'dir: (0,2 × 40 + 0,8 × 10) / 1. Yalnız ilk şişe raporlanırsa tüketilen ortalama fazla tahmin edilir; yalnız sonraki akış raporlanırsa eksik tahmin edilir. Bu örnek bir cihazın gerçek davranışını ileri sürmez; örnekleme stratejisinin sonucu nasıl değiştirebileceğini gösterir.

Depolu sistemlerde ayrıca ürünün depoda beklediği ve daha sonra çekildiği unutulmamalıdır. Numune, belirli bir andaki membran geçişi yerine farklı üretim dönemlerinin karışımını temsil edebilir. Bu yüzden günlük tüketici maruziyeti ile anlık membran performansı aynı örnekle her zaman açıklanamaz. Ölçümün hedefi baştan seçilmelidir: sistemi tanılamak mı, kullanıcının içtiği bileşimi belirlemek mi?

Nanofiltrasyon bir mineral koruma garantisi değildir

Nanofiltrasyon, ters ozmoz ve ultrafiltrasyon arasında yer alan özellikler taşıyan bir membran ayırma yaklaşımıdır. WHO'nun açıklamasında, kalsiyum ve magnezyum gibi iki değerlikli iyonların önemli ölçüde tutulabildiği, bazı tek değerlikli iyonların ise daha fazla geçebildiği belirtilir. Dolayısıyla “RO değil, NF; öyleyse bütün mineraller korunur” sonucu doğru değildir. [2, s.572]

Mineral katkısını koruma amacı varsa, yöntem adına değil gerçek çıkış analizine bakılır. İki farklı membran veya iki farklı besleme suyu aynı günlük mineral katkısını vermeyebilir. Hedeflenen kirleticinin azaltımı da aynı anda doğrulanmalıdır. Mineralleri daha fazla geçiren bir sistem, istenmeyen bir bileşeni de daha fazla geçirebilir; bu durum her ürün için ayrı test gerektirir.

Ultrafiltrasyon veya aktif karbon kullanıldığında da benzer bir adlandırma hatasından kaçınmak gerekir. Bu süreçlerin genel amaçları ve giderim mekanizmaları farklıdır. Bir yöntemin kalsiyumu büyük ölçüde koruması, bütün kimyasal kirleticileri gidermesi anlamına gelmez. “Mineralleri bırakıyor” yararlı bir bilgi olabilir; fakat güvenlik değerlendirmesinin tamamı değildir. [2, s.571–572]

Damıtmada mineraller nereye gider?

Damıtma, suyun buharlaştırılması ve buharın yeniden sıvılaştırılması esasına dayanır. Kalsiyum ve magnezyum tuzları gibi uçucu olmayan çözünmüş bileşenler büyük ölçüde kaynatma tarafında kalır. Bu nedenle

elde edilen damıtık su mineralce düşük olabilir. Ancak yalnız “buhar oluştu” denilerek bütün kirleticilerin kusursuz ayrıldığı varsayılmaz; uçucu maddelerin davranışı ve düzeneğin tasarımı ayrıca değerlendirilir. [1, s.17–18, 21–23; 51, damıtma kapsamı]

Temsili bir düzende 2 L başlangıç suyu 100 mg/L kalsiyum içersin. Başlangıçtaki kalsiyum kütlesi 200 mg'dır. 1,5 L damıtık su toplandığında kalan sıvı hacmi 0,5 L olur. Kalsiyumun hiçbir kısmı damıtığa geçmemiş, çökelmemiş ve yüzeye tutunmamış kabul edilirse kalan sıvıdaki derişim 400 mg/L'ye çıkar. Gerçek bir kaynatma kabında çökelme veya yüzeyde birikme olabileceğinden bu, ideal çözeltinin hesabıdır; ölçüm yerine geçmez.

Kaynatma ile damıtmanın farkı burada belirginleşir. Evde suyu kaynatıp aynı kapta kalan suyu içmek, buharı ayrı kapta toplayıp içmek değildir. İlkinde uçucu olmayan maddelerin bir kısmı kalan suda yoğunlaşabilir veya çökelebilir; ikincisinde ayrı bir buharlaşma-yoğunlaşma ürünü alınır. “Kaynadı, mineraller gitti” cümlesi iki süreci birbirine karıştırır. [1, s.17–18]

“Yüzde yüz saf” ifadesinin ölçülebilir karşılığı

Bir su için yüzde yüz saflık ileri sürüldüğünde hangi maddelerin, hangi yöntemlerle ve hangi saptama sınırlarına kadar incelendiği sorulmalıdır. Birkaç parametrenin raporda ölçülememesi, bütün olası maddelerin yokluğunu göstermez. “Saptanmadı” ifadesi, yöntemin belirli koşullar altındaki sınırına bağlıdır. Laboratuvarın ölçmediği bir bileşen hakkında o rapor olumlu veya olumsuz sonuç vermez. [2, bölüm 8.3]

Ayrıca saflık ile kullanım amacına uygunluk farklı kavramlardır. Endüstriyel bir süreç için çok düşük iletkenlik istenmesi, aynı suyun insan beslenmesi açısından diğer bütün sulardan üstün olduğu anlamına gelmez. İçme suyu değerlendirmesi, insan tüketimine uygun güvenlik ve yönetim koşullarıyla yapılır. Laboratuvar saflık sınıfı bir beslenme puanı değildir. [2, s.1–2, 119]

Bu nedenle üreticinin belirli bir kalite sınıfını hangi kullanım için beyan ettiği okunmalıdır. İçme amaçlı bir sistemde suyla temas eden malzemeler, hijyen, bakım ve çıkış kalitesi birlikte değerlendirilir. Kimyasal saflığı yüksek bir akımın uygun olmayan kapta saklanması, üretildiği andaki özelliklerini koruduğu varsayımını geçersiz kılabilir. [2, bölüm 6.10 ve 6.15]

Mineral kaybı ile arıtma gereksinimini birlikte tartmak

Kaynak suda giderilmesi gereken bir madde bulunuyorsa, karar "mineraller kalsın" veya "her şey gitsin" ikiliğine indirgenmemelidir. Önce tehlike tanımlanır ve uygun kontrol yöntemi seçilir. Sonra bu yöntemin su bileşimine etkisi değerlendirilir. Gerekliyse güvenliği bozmadan yeniden mineralizasyon veya beslenme düzenlemesi düşünülür. Bu sıralama, mineral tartışmasının bilinen kirletici riskini görünmez kılmasını önler. [2, bölüm 2.5, 6.5 ve 8.4]

Buna karşılık kaynağı ve analizi bilinmeyen bir suya yalnız daha düşük TDS elde etmek için en yoğun işlemi uygulamak da kendiliğinden bilimsel tercih değildir. Sorun tanımlanmadığında başarı ölçütü de tanımlanamaz. Sonuçta kullanıcı cihazın sayısına, filtre adedine veya tat değişikliğine bakarak güvenlik değerlendirmesi yapmaya çalışır. Bunlar laboratuvar ve işletme verisinin yerini tutmaz.

Tablo 42. Arıtma kararında birlikte sorulacak sorular

Soru	Gerekli bilgi	Yanlış kestirme
Ne azaltılacak?	Kaynak analizi ve risk değerlendirmesi	TDS yüksekse her şey zararlıdır
Ne kadar azaltılıyor?	Hedef maddeye özgü giriş–çıkış verisi	Tuz giderimi bütün maddelere eşittir
Mineral katkısı ne değişiyor?	Kalsiyum, magnezyum ve tüketim hacmi	Filtre sayısı mineral miktarını gösterir
Son su korunuyor mu?	Depolama, malzeme ve bakım bilgisi	Membran varsa sonradan kirlenme olmaz

Bu sorular işlem seçimini bir ürün yarışından çıkarıp doğrulanabilir bir probleme dönüştürür. [2, bölüm 4, 6.5, 8.4 ve 12]

Verim, tüketilen su ve çevresel yük

Su geri kazanımı beslenme hesabına da dolaylı biçimde girer; çünkü cihazın ne kadar su ürettiği ile kullanıcının ne kadarını tükettiği aynı değildir. Deney için alınan, ilk yıkamada atılan veya başka amaçla kullanılan ürün suyu doğrudan günlük mineral alımına eklenmez. Tüketim hesabında içilen ve yemekle tüketilen miktar esas alınır.

Temsili bir sistem günde 12 L ürün üretmiş, bunun 5 L'si evde içme ve yemek hazırlığında tüketilmiş olsun. Dört kişiye kişi başı 3 L ve buna karşılık gelen mineral miktarı yazmak yanlıştır. Üretim hacmi tüketim

hacmi olarak dağıtılmıştır. Kişiler arasındaki gerçek paylaşım da eşit olmayabilir. Teknik üretim kaydı ile beslenme kaydı farklı amaçlara hizmet eder.

EPA'nın 2024 WaterSense şartnamesinde, etikete hak kazanmak için en az %30 verim ve test koşullarında en az %75 TDS azaltımı gibi ayrı ölçütler vardır. İsteğe bağlı kirletici azaltım iddiaları da ayrıca doğrulanır. Bu değerler evrensel sağlık derişimi veya Türkiye mevzuatı değildir; belirli bir etiket programının tanımlanmış performans ölçütleridir. [50, maddeler 3.4, 4.2 ve 4.3]

%30 geri kazanımın aritmetik karşılığı, ideal hacim dengesinde her 1 L ürün için yaklaşık 2,33 L konsantredir. %50 geri kazanımda oran 1'e, %75'te yaklaşık 0,33'e iner. Ancak gerçek sistemde yıkama, bekleme ve başka su kullanımları varsa bunlar hesabın kapsamına alınır. Yalnız kararlı çalışma anındaki iyi oranı bütün günlük kullanıma uygulamak yanıltıcı olabilir.

Son işlemden sonra yeniden ölçmek

Ters ozmoz veya damıtma çıkışına mineral eklenirse tüketilen su artık yalnız ayırma işleminin ürünü değildir. Son bileşim, ayırma ile ekleme aşamalarının birlikte sonucudur. Bu durumda membran çıkışını, mineral ünitesi çıkışını ve gerekiyorsa son musluğu ayrı değerlendirmek gerekir. Bir noktadaki sonuç diğer noktadaki suya otomatik olarak taşınamaz. [2, s.98–99]

Örneğin giriş suyu 80 mg/L kalsiyum, membran çıkışı 4 mg/L, mineral ünitesi sonrası 24 mg/L olsun. Membranın derişim temelli kalsiyum giderimi %95'tir. Son üründeki net azalma ise girişe göre %70'tir. Mineral ünitesinin eklediği fark 20 mg/L'dir. Bu üç ifade birbiriyle uyumludur; farklı işlem sınırlarını anlatır. Üçünü tek bir “cihaz giderimi” yüzdesiyle anlatmak hangi sürecin değerlendirildiğini gizler.

Arıtmanın beslenmeye etkisini dürüstçe anlatan cümle, kullanılan teknolojiyi tek başına suçlamaz veya övmez. Kaynakta bulunan miktarı, işlemle değişen miktarı ve son kullanımda tüketilen miktarı gösterir. Ters ozmozun kalsiyum ve magnezyumu azaltması gerçektir; bu etkinin büyüklüğü ölçülür. Sağlık yorumunun gücü ise yalnız bu ölçümden değil, toplam alım ve ilgili insan kanıtlarından gelir.

26. Yumuşatma: kalsiyumun yerine ne gelir?

Bir suyun kireç bırakmaması, mineral taşımadığı anlamına gelmez. Sodyum çevrimli bir yumuşatma cihazından çıkan su, kalsiyum ve magnezyum bakımından fakirleşirken sodyum bakımından zenginleşebilir. Bu, arızanın değil, işlemin temel kimyasının sonucudur. Yumuşatma ile ters ozmoz aynı hedefe sahip iki eşdeğer işlem değildir: birincisi belirli iyonları başka iyonlarla değiştirir; ikincisi çözünmüş bileşenlerin önemli bir bölümünü ayrı bir akıma yönlendirir. [2, s.571–572]

Bu ayrım beslenme açısından önemlidir. Aynı eve iki farklı amaçla iki cihaz kurulabilir: bina girişindeki yumuşatıcı tesisatı ve sıcak su donanımını korurken, mutfaktaki ayrı arıtma sistemi içilecek suyun bileşimini değiştirebilir. Değerlendirilecek su, yalnız ilk cihazdan çıkan su değil, kişinin gerçekten içtiği son sudur. Bir cihazın varlığından bütün evde tek bir mineral bileşimi bulunduğu sonucu çıkarılamaz.

İyon değişimi neden sodyumu artırır?

Katyon değiştirici reçinede elektriksel olarak negatif bağlı gruplar bulunur. Sodyum çevriminde bu grupların yükünü sodyum iyonları dengeler. Su reçineden geçerken kalsiyum ve magnezyum tutulur; bunların yerine sodyum suya geçer. İki pozitif yük taşıyan bir kalsiyum iyonunun yerini iki adet tek pozitif yüklü sodyum iyonu alır. Magnezyum için de yük dengesi aynıdır. Reçine kapasitesi dolduğunda sodyum klorür çözeltisiyle rejenerasyon yapılır. [2, s.571]

İşlemin basitleştirilmiş gösterimi, R reçine üzerindeki bir değişim yerini temsil etmek üzere, şöyledir: $2R–Na + Ca^{2+} \rightarrow R_2–Ca + 2Na^{+}$. Bu ifade bir sağlık modeli değil, yük korunumu açıklamasıdır. Kalsiyum atomu sodyuma dönüşmez; reçine birini tutar, diğerini bırakır. Suyun elektriksel nötrlüğü korunurken iyonların kimliği değişir.

Kalsiyumun mol kütlesi yaklaşık 40,078 g, magnezyumunki 24,305 g, sodyumunki 22,990 g’dır. Dolayısıyla 1 mg kalsiyumun ideal olarak tutulmasına karşılık yaklaşık 1,147 mg sodyum; 1 mg magnezyumun tutulmasına karşılık yaklaşık 1,892 mg sodyum suya geçer. Bu oranlar atom ağırlıklarından ve ikiye bir yük değişiminden hesaplanır. Gerçek

cihazda giriş bileşimi, diğer değişebilir iyonlar, kaçak sertlik ve karışım yolları ayrıca ölçülür. [63]

Bu nedenle yumuşatma sonrasında toplam çözünmüş madde miktarının sertlikle birlikte aynı oranda azalması beklenmez. İyonların sayısı, kütlesi ve elektrik iletkenliğine katkısı aynı şey değildir. Kalsiyum ve magnezyumun azalması, iletkenlik ölçerinde dramatik bir düşüş görülmesini zorunlu kılmaz. Bir yumuşatıcının görevini yapıp yapmadığına yalnız TDS göstergesinden karar vermek, işlemin değiştirdiği büyüklük yerine başka bir büyüklüğü ölçmektir.

Sertlikten sodyum artışını hesaplamak

Toplam sertlik genellikle litre başına miligram kalsiyum karbonat eşdeğeriyle bildirilir. Bu sayı, suyun içinde o miktarda katı kalsiyum karbonat taneciği bulunduğu anlamına gelmez; farklı sertlik iyonlarını ortak bir eşdeğerlik üzerinden ifade eder. Kalsiyum ve magnezyumun baskın olduğu bir suda, sodyum çevrimli ideal iyon değişiminde her 1 mg/L giderilen $CaCO_3$ eşdeğeri sertliğe yaklaşık 0,460 mg/L sodyum artışı karşılık gelir. [2, s.436–437,571; 63]

Temsili bir suyun başlangıç sertliği 300 mg/L, cihaz çıkışındaki sertliği 30 mg/L olsun. Giderilen sertlik 270 mg/L’dir. Yaklaşık sodyum artışı 270 × 0,460 = 124,2 mg/L olur. Başlangıçtaki sodyum 20 mg/L ise beklenen çıkış yaklaşık 144,2 mg/L’dir. Burada son değer yalnız reçinenin katkısı değildir; girişte zaten bulunan sodyum da toplamın içindedir.

Tablo 43. Temsili yumuşatma işleminde sertlik ve sodyum bütçesi

Büyüklük	İşlem öncesi	İşlem sonrası veya değişim
Sertlik, mg/L $CaCO_3$ eşdeğeri	300	30
Giderilen sertlik	—	270 mg/L
Sodyum, mg/L	20	Yaklaşık 144,2
İşlemle eklenen sodyum	—	Yaklaşık 124,2 mg/L
1,5 L suyla alınan sodyum	30 mg	Yaklaşık 216,3 mg
Aynı hacimdeki ilave sodyum alımı	—	Yaklaşık 186,3 mg

Veriler temsili, işlem ideal sodyum çevrimi varsayımıyla hesaplanmıştır. 1,5 L bir tüketim önerisi değildir. Çıkışın içme suyu uygunluğu, bu hesapla değil ilgili kimyasal ve mikrobiyolojik değerlendirmeyle belirlenir.

Tablonun son satırı beslenme değerlendirmesinde ilk satır kadar önemlidir. Bir kişi bu suyu yalnız çay hazırlamak için kullanıyorsa bütün gün içtiği suyun aynı bileşimde olduğu varsayılamaz. Tersine, içeceklerin ve yemeklerin tamamı bu suyla hazırlanıyorsa yalnız doğrudan içilen bardakları saymak katkıyı küçümseyebilir. Ancak yemeğe eklenen bütün suyun tüketildiği de varsayılmaz; dökülen haşlama suyu ayrı değerlendirilir.

Sodyum miktarı ile sofra tuzu miktarı da karıştırılmamalıdır. Sofra tuzunun kütlesinde klorür de vardır. Beslenme karşılaştırmalarında sodyumu yaklaşık 2,5 ile çarpmak bir tuz eşdeğeri verir; bu, iyon değiştiricinin içme suyuna aynı miktarda sodyum klorür döktüğü anlamına gelmez. Kullanılan kavramın kimyasal bileşik mi, element miktarı mı, beslenme eşdeğeri mi olduğu açık olmalıdır. [5]

Rejenerasyon tuzu ile içilen su aynı akım değildir

Bir yumuşatıcının tuz tankında tuz bulunması, her bardak suyun doğrudan tuzlu çözeltiden geçirilmesi demek değildir. Rejenerasyon, reçinenin iyon değişim kapasitesini yeniden hazırlayan ayrı bir işletme evresidir. Normal hizmette sodyum artışını açıklayan mekanizma, kalsiyum ve magnezyumla değişimdir. Rejenerasyon sonrasındaki durulama, vana işleyişi ve akımların doğru ayrılması bu nedenle önem

taşır. NSF/ANSI 44 kapsam açıklamasında yumuşatma kapasitesi yanında durulama etkinliği ve tuzlu su sisteminin doğruluğu da yer alır. [64]

Normal sodyum çevrimi, girişteki klorürü sodyumla birlikte zorunlu olarak artırmaz. Çıkışta beklenmedik bir sodyum ve klorür sıçraması görülürse, bunu yalnız "yumuşatma böyle çalışır" diyerek açıklamak doğru değildir. Numunenin rejenerasyonun hangi anında alındığı, durulama ve karışım koşulları araştırılır. Bir tek ölçümden vana arızası teşhisi konulmaz; ancak beklenen kimya ile gözlenen sonuç arasındaki fark görmezden de gelinmez.

Rejenerant kalitesi ayrıca bir malzeme güvenliği sorusudur. Teknik saflık, gıda amaçlı kullanım ve içme suyu arıtımına uygunluk ifadeleri birbirinin yerine geçirilmez. Bir ambalajdaki saflık yüzdesi, ilgili kullanım için bütün kirletici ve hijyen koşullarının karşılandığını tek başına kanıtlamaz. Ürünün uygun kullanım belgeleri, cihaz talimatı ve yerel gereklilikler birlikte değerlendirilir. Aynı ilke yeniden mineralizasyon tuzlarında da geçerlidir. [2, bölüm 8.5.4]

Kısmi yumuşatma ve karışım hesabı

Bazı sistemlerde suyun bir bölümü yumuşatılmış akımla karıştırılır. Böylece son sertlik belirli bir düzeyde tutulabilir. Bu yöntem bir beslenme idealinin otomatik olarak sağlandığını göstermez; yalnız iki akımın bileşimini birleştirir. Karışımda çökelme, çözünme veya başka kimyasal dönüşüm yoksa her iyon için ayrı kütle dengesi kurulabilir.

Temsili bir örnekte giriş sertliği 300 mg/L, tam yumuşatılmış akımın sertliği sıfıra yakın, hedef karışım sertliği 90 mg/L olsun. İdeal modelde karışımın %30'u giriş suyu, %70'i tam yumuşatılmış su olmalıdır. Giriş sodyumu 20 mg/L ise tam yumuşatılmış akımda sodyum yaklaşık 158 mg/L'ye çıkar: 20 + 300 × 0,460. Karışım sodyumu ise 0,30 × 20 + 0,70 × 158 = 116,6 mg/L olur. Sertliğin korunması sodyumun giriş düzeyinde kaldığı anlamına gelmez.

Bu hesap önemli bir güvenlik şartı içerir: karışıma alınan akımın kendisi de amaca uygun olmalıdır. Eğer ham su bir kirletici nedeniyle başka bir arıtma basamağından geçirilmek zorundaysa, mineral korumak amacıyla bu basamağı atlatmak kirleticiyi yeniden sisteme sokabilir. Bypass vanasının varlığı bir güvenlik kanıtı değildir. WHO'nun tuzdan arındırma değerlendirmesinde de karışım suyunun mikrobiyolojik güvenliğinin sağlanması gerektiği vurgulanır. [2, s.98–99]

Karışım oranı yalnız vana üzerindeki konumdan kesin olarak okunamaz. Basınç, debi ve akımların hidrolik direnci değişebilir. Son bileşimin aralıklı ölçümü, özellikle giriş suyu mevsimle veya şebeke kaynak değişimiyle farklılaşıyorsa, hesap varsayımını denetler. En iyi yazılmış karışım formülü bile yanlış giriş verisiyle doğru sonuç üretmez.

Potasyum klorür kullanmak sorunu bütünüyle çözer mi?

Rejenerasyonda potasyum klorür kullanılan bir sistemde, reçineden suya geçen katyon potasyum olabilir. Bu değişiklik sodyum katkısını azaltma amacı taşıyabilir; fakat “sodyum yerine potasyum” ifadesi herkese uygun bir sağlık üstünlüğü olarak sunulamaz. Potasyumun atılımı böbrek işlevi, ilaçlar ve klinik durumdan etkilenir. Potasyum kısıtlaması gereken bir kişi için, suyla gelen ek potasyum ayrıca hesaba katılır. [2, s.483–484; 6]

Potasyumun atom kütlesi sodyumdan daha büyüktür. İdeal potasyum çevriminde her 1 mg/L giderilen $CaCO_3$ eşdeğeri sertliğe yaklaşık 0,781 mg/L potasyum artışı karşılık gelir. Aynı 270 mg/L sertlik giderimi yaklaşık 210,9 mg/L potasyum katkısı oluşturur. Günlük 1,5 L tüketim varsayımında bu, yaklaşık 316,3 mg ek potasyumdur. Bu sayı otomatik olarak zararlı veya yararlı demek değildir; suyun fark edilmeyen bir mineral kaynağına dönüşebileceğini gösterir. [63]

Potasyum gereksiniminin varlığıyla potasyumun her koşulda artırılması gerektiği birbirinden farklıdır. Özellikle kronik böbrek hastalığı bulunan kişilerde bütün beslenme planı, laboratuvar sonuçları ve tedavi birlikte ele alınır. Su için genel bir “herkese en sağlıklı iyon” seçmek, kişisel klinik değerlendirmeyi ortadan kaldırmaz. Böyle bir durumda teknik servis suyun bileşimini belgeler; tedavi kararını üstlenmez. [32; 34]

Her yumuşatma yöntemi sodyum eklemez

Yumuşatma sözcüğü bir sonuç tanımlar: sertliğin azaltılması. Bu sonuca farklı kimyasal veya fiziksel süreçlerle ulaşılabilir. Sodyum çevrimli reçine bunlardan biridir. Kireçle çöktürme, nanofiltrasyon, ters ozmoz veya uygun koşullarda zayıf asidik reçineyle dealkalizasyon aynı başlık altında anılabilse de çıkış sularının bileşimleri aynı değildir. Bu yüzden “yumuşatılmış su” tek başına yeterli bir analiz tanımı değildir. [2, s.571–573]

Tablo 44. Sertlik kontrolünde işlem adı ile beklenen değişiklik

İşlem	Temel değişiklik	Tek başına söylenemeyecek sonuç
Sodyum çevrimli iyon değişimi	Ca ve Mg yerine Na geçmesi	TDS'nin aynı oranda düşmesi
Potasyum çevrimli iyon değişimi	Ca ve Mg yerine K geçmesi	Her hasta için uygun olması
Nanofiltrasyon	Membrana bağlı iyon seçiciliği	Bütün minerallerin korunması
Ters ozmoz	İyonların önemli bölümünün ayrı akıma yönlenmesi	Her kirleticinin aynı oranda giderilmesi
Çöktürmeyle yumuşatma	Belirli koşullarda katı faz oluşması ve ayrılması	Son suyun hiç mineral içermemesi

Tablo süreçlerin ilkesini karşılaştırır; belirli bir ürünün performansını veya sertifikasını göstermez. Hangi sonucun gerçekleştiği giriş ve çıkış analizleriyle doğrulanır. [2, s.571–573]

"Kireci önleyen" bir cihaz da mutlaka sertliği azaltan bir cihaz değildir. Bir uygulamanın hedefi yüzeye birikme davranışını değiştirmek olabilir. Böyle bir iddia, kalsiyumun veya magnezyumun sudan uzaklaştırıldığı iddiasından farklı bir deney gerektirir. Suda çözünmüş kalsiyum aynı kalırken belirli deney koşullarında yüzeyde daha az birikme ölçülmüşse, bulgu o birikme deneyinin sonucudur; mineral alımının azaldığına kanıt değildir. Bu ayrım, ürünü peşinen başarılı veya başarısız ilan etmeden doğru ölçütü seçmeyi sağlar.

Yumuşatıcıdan sonra ne ölçülmeli?

İşlemin temel performansı için giriş ve çıkış sertliği gerekir. Beslenme katkısını değerlendirmek için ayrıca kalsiyum, magnezyum ve kullanılan çevrime göre sodyum veya potasyum ölçülür. Sodyum artışını yalnız sertlik farkından hesaplamak ön değerlendirme sağlar; gerçek sonucun yerini tutmaz. Özellikle karışım, ikinci arıtma cihazı veya farklı musluk hatları varsa doğrudan ölçüm gerekir.

Numune noktasının adı açık yazılmalıdır: bina girişinden önce, yumuşatıcı çıkışı, mutfak soğuk su hattı, RO membran çıkışı ve son içme musluğu aynı yer değildir. "Ev suyu" etiketi bu ayrımları siler. Numune saatinde rejenerasyonun durumu, bekleme süresi ve debi kaydedilirse,

sıra dışı bir sonuç daha sonra anlamlandırılabilir. Kaydı tutulmayan ölçüm, sorun çözme gücünün önemli bölümünü kaybeder. [55; 62]

İşletme açısından sertlik kaçağı, reçinenin kullanılamaz hâle geldiği anlamına her zaman gelmez. Kapasite dolması, ayar, giriş sertliğinin değişmesi, akım dağılımı veya karışım gibi farklı açıklamalar araştırılabilir. Bu olasılıkları ayırmak için ölçüm dizisi gerekir. Bir cihazda ölçülen yüksek sertliği doğrudan sağlık tehlikesi saymak da, düşük sertliği bütün risklerin giderildiği şeklinde yorumlamak da yanlıştır.

İçme suyu hattının yumuşatıcıdan ayrılması veya sonrasında başka bir işlem kullanılması, teknik tasarım ve yerel koşullara bağlı bir seçenektir. Böyle bir değişiklikte geri akış, çapraz bağlantı, malzeme uygunluğu ve hijyen göz ardı edilmemelidir. Mineral hesabının doğru olması, tesisatın güvenli kurulduğunu göstermez. Kaynaktan son musluğa güvenliği koruyan yaklaşım, mineral tercihinden önce gelir. [2, bölüm 1.2.10 ve 4.2.5]

Yumuşatma kararının açık ifadesi şudur: hangi kullanım sorunu giderilecek, hangi iyonlar değişecek ve içilen son su ne içerecek? Bu üç soruya ölçülebilir yanıt verilmeden “kireçsiz”, “mineralli” veya “sağlıklı” sıfatları yeterli bilgi sağlamaz.

27. Yeniden mineralizasyonun kimyası

Yeniden mineralizasyon, arıtılmış suya belirli iyonların kontrollü biçimde kazandırılmasıdır. Amaç bazen suyun depolama ve dağıtım sırasında malzemelerle daha uyumlu olmasını sağlamak, bazen tadını düzenlemek, bazen de kalsiyum ve magnezyum katkısını korumaktır. Bu amaçlar ilişkili olmakla birlikte birbirinin yerine geçmez. Boruya uygun su mutlaka beslenme açısından en yüksek mineral katkısını veren su değildir; yüksek mineral katkısı sağlayan bir su da yalnız bu nedenle güvenli sayılmaz. [2, s.98–99,187–188,436–437]

Bir remineralizasyon işlemi değerlendirilecekse önce hedef büyüklükler belirlenmelidir. Kalsiyum mu artırılacak, magnezyum mu, alkalinite mi, yoksa yalnız pH mı düzeltilecek? “Mineral değeri yükseldi” ifadesi bu soruların hiçbirini yeterince yanıtlamaz. Sodyum bikarbonatla alkaliniteyi artırmak, kalsiyum eklemek değildir. Kalsiyum klorürle kalsiyumu artırmak da aynı ölçüde alkalinite oluşturmaz. Kimyasalın adı, beraberinde gelen bütün iyonlarla birlikte okunmalıdır.

Kalsit çözünürken ne olur?

Kalsit, kalsiyum karbonatın bir kristal biçimidir. Karbondioksit içeren suyla teması sırasında aşağıdaki toplam tepkime, remineralizasyonun temel yollarından birini gösterir: $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2HCO_3^-$. Bir mol kalsiyum karbonatın bu yolla çözünmesine bir mol karbondioksit katılır; suya bir mol kalsiyum ve iki mol bikarbonat kazandırılır. Karbondioksit önce pH’ı düşürerek çözünmeyi kolaylaştırabilir; kalsitin çözünmesi ise kalsiyumu ve alkaliniteyi artırır. [67, s.14]

Buradaki kimya, yalnız pH göstergesinin neden yeterli olmadığını açıklar. Kalsit yatağına giren ve çıkan suyun pH’ı farklı olabilir; fakat beslenmeye katkıyı belirlemek için kalsiyum derişimi ölçülmelidir. Karbondioksitin sudan uzaklaşması da pH’ı değiştirebilir. Dolayısıyla pH değişikliğini bütünüyle “suda çözünen mineral miktarı” diye yorumlamak yanlış bir kütle hesabıdır.

Atom ağırlıkları kullanıldığında kalsiyum karbonatın mol kütlesi yaklaşık 100,086 g, kalsiyumun mol kütlesi 40,078 g’dır. Saf kalsitin

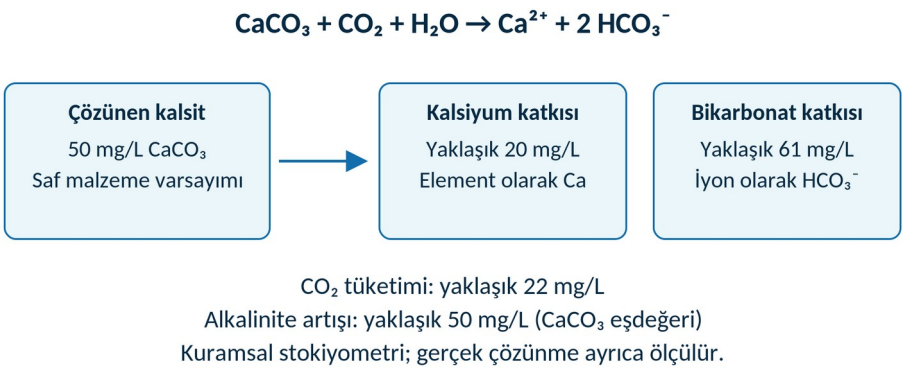
kütlesinin yaklaşık %40'ı kalsiyumdur. Bu oran, bir kartuşun içindeki bütün maddenin anında suya geçtiğini söylemez. Yalnız çözünen saf kalsit miktarı biliniyorsa, bunun taşıdığı kalsiyum için teorik bir üst bağlantı sağlar. Yüzeyde kalan, yatağı terk eden veya çözünmeden duran malzeme ayrıca hesaba katılır. [63]

Tablo 45. Saf kalsitin karbondioksitle çözünmesi için temsili stokiyometrik bilanço

Büyüklük	50 mg/L kalsit çözünmesi varsayımında
Çözünen $CaCO_3$	50,0 mg/L
Kazanılan kalsiyum	Yaklaşık 20,0 mg/L
Tepkimeye katılan CO_2	Yaklaşık 22,0 mg/L
Oluşan bikarbonat	Yaklaşık 61,0 mg/L
Alkalinite artışı, $CaCO_3$ eşdeğeri	Yaklaşık 50,0 mg/L

Bu tablo bir saha dozaj reçetesi değil, belirtilen tek tepkimenin kütle ve eşdeğerlik hesabıdır. Giriş suyunun mevcut bileşimi, gaz dengesi, çözünme hızı, başka tepkimeler ve işletme güvenliği son suyu değiştirir. Hesapta yuvarlatılmış atom ağırlıkları kullanılmıştır. [63]

Bir litre suda 20 mg kalsiyum artışı ile 50 mg/L $CaCO_3$ eşdeğeri alkalinite artışı aynı sayısal büyüklük değildir. İki farklı ölçümün farklı birimlerle anlatılmasıdır. "Kalsiyum 50 mg/L oldu" ifadesiyle "kalsiyum sertliği 50 mg/L $CaCO_3$ eşdeğeri oldu" ifadesi de eşdeğer değildir. Tasarım ve analiz raporlarında yalnız sayı değil, sayının hangi madde veya eşdeğer üzerinden verildiği kontrol edilir.



Şekil 19. Kalsit çözünmesinin kuramsal bileşenleri. 50 mg/L saf kalsitin tamamen çözünmesi için yaklaşık stokiyometrik miktarlar. Gerçek bir temas yatağının performans garantisi veya evde kimyasal ekleme tarifi değildir.

Dayanak: **[63]**; **[67]**; özgün stokiyometrik hesap.

Magnezyum kazanımı kalsiyum kazanımıyla aynı değildir

Yalnız yüksek saflıkta kalsit içeren bir yataktan anlamlı magnezyum katkısı beklenmez; kalsitin temel formülünde magnezyum yoktur. Malzeme doğal bir karışımsa eser veya daha yüksek düzeyde magnezyum içerebilir, ancak bunu malzemenin adı değil kimyasal karakterizasyonu ve çıkış suyu analizi gösterir. Kireçtaşının jeolojik kökenine göre bileşiminin değişebildiği WHO'nun mineral değerlendirmesinde de belirtilir. [1, s.2]

Dolomit gibi hem kalsiyum hem magnezyum içeren mineraller ayrı değerlendirilir. Katının ideal kimyasal formülündeki oran, her akış koşulunda suya aynı oranda iyon bırakılacağının garantisi değildir. Çözünme davranışı, yüzey, temas süresi ve suyun başlangıç bileşimi sonucu etkiler. Katıda bir element bulunması, o elementin tüketilen suya belirli bir hızda ve ömür boyunca sabit miktarda geçtiğini kanıtlamaz. Katı analizinin yanında sıvı fazın zaman içindeki ölçümü gerekir.

Magnezyum bir tuzla ekleniyorsa karşı iyon unutulmaz. Magnezyum klorür magnezyumla birlikte klorür, magnezyum sülfat ise sülfat getirir. Aynı hedef magnezyum miktarı farklı tuzlarla sağlansa bile son sular kimyasal olarak aynı olmaz. Bu seçimde yalnız magnezyumun beslenmedeki rolü değil, suyun başlangıç sülfatı, klorürü, tadı,

malzemelerle etkileşimi ve kimyasalın kullanım uygunluğu da dikkate alınır. [2, s.187–188,494; 63]

Temsili olarak litreye 10 mg magnezyum kazandırmak için susuz $MgCl_2$ üzerinden hesap yapılırsa, bu miktar yaklaşık 39,2 mg $MgCl_2$'ye ve 29,2 mg klorür katkısına karşılık gelir. Aynı magnezyum miktarı susuz $MgSO_4$ ile sağlansaydı yaklaşık 39,5 mg sülfat eşlik ederdi. Bu, iki ürünü birbirine üstün ilan eden bir hesap değildir; yalnız element hedefinin yanında taşınan iyonların da bilançoda yer alması gerektiğini gösterir. Kristal su içeren ürünlerde tartılacak bileşiğin kütlesi değişir; element miktarı aynı hedef üzerinden yeniden hesaplanır. [63]

Dengeye ulaşmak ile yeterli hızda çözünmek

Bir katının suyla kimyasal dengede hangi yönde davranacağı ile bir kartuşun kısa temas süresinde ne kadar madde çözebileceği farklı sorulardır. Denge hesabı çözünmenin mümkün olup olmadığını ve belirli koşullardaki son durumu açıklar. Kinetik ise bu duruma ne kadar sürede yaklaşıldığını inceler. Bir yatağın kimyasal olarak uygun olması, yüksek debide hedef derişime ulaşacağını kanıtlamaz.

Boş yatak temas süresi, yatak hacminin debiye bölünmesiyle hesaplanan mühendislik büyüklüğüdür. Örneğin 0,50 L yatak hacminden dakikada 1,0 L su geçiyorsa bu süre 0,50 dakika, yani 30 saniyedir. Debi iki katına çıktığında aynı hacim için süre 15 saniyeye iner. Bu sayı, her su molekülünün aynı süre kaldığı anlamına gelmez; gözenek hacmi, akım dağılımı ve kısa devre yolları ayrıca önemlidir. [67, s.19]

Temsili iki kartuş aynı miktarda malzeme içerse bile farklı tane boyutu ve farklı gövde geometrisiyle üretilebilir. Toplam malzeme kütlesinin eşit olması, suya açık yüzeylerin ve akış yollarının eşit olduğu anlamına gelmez. Bu nedenle yalnız dolum gramajıyla mineral salımını karşılaştırmak yetersizdir. Malzeme tüketildikçe yatak yüksekliği ve akım koşulları da değişebilir. Başlangıçta ölçülen iyi bir sonuç, son litreye kadar aynı performansı temsil etmez.

Texas Water Development Board için yürütülen kalsit kontaktörü çalışmasının deney yaklaşımı da saflık, tane boyutu ve temas koşullarını ayrı değişkenler olarak ele almıştır. Bu tür bir tesis çalışması, hangi değişkenlerin denetlenmesi gerektiğini gösterir; deneyin belirli koşullardaki çıkış değerleri farklı bir ev kartuşuna doğrudan taşınamaz. [67, deney tasarımı]

Alkalinite ve pH için iki ayrı hedef

pH, hidrojen iyonu etkinliğiyle ilişkili logaritmik bir büyüklüktür. Alkalinite ise suyun asidi nötralize etme kapasitesinin ölçümüdür. Aynı pH'taki iki su, farklı alkaliniteye sahip olabilir. Düşük tampon kapasiteli bir suyun pH'ı az miktarda gaz alışverişi veya kimyasal etkileşimle değişebilirken, daha yüksek alkaliniteli su aynı etkiye farklı yanıt verebilir. [14; 2, s.245,480]

Bu nedenle "pH 8" tek başına bir remineralizasyon başarısı tanımı değildir. Son kalsiyum ve magnezyum miktarı, alkalinite, hedef kullanım, malzeme uyumu ve güvenlik ayrıca belirtilmelidir. Sodyum hidroksitle pH'ı yükseltilmiş bir suyun magnezyum kazandığı söylenemez. Aynı biçimde havalandırmayla karbondioksit kaybeden suyun pH yükselişi, kendiliğinden mineral eklenmesi değildir. Bunlar farklı işlemlerdir; analiz aynı kelime altında birleştirilmemelidir.

pH'ı 6 olan bir suyla pH'ı 8 olan bir suyu eşit hacimde karıştırıp son pH'ı aritmetik ortalamayla 7 kabul etmek de genel olarak doğru değildir. Gaz dengesi, alkalinite ve asit–baz türlerinin dağılımı bilinmeden bu sonuç çıkarılamaz. Kalsiyum gibi konservatif davranışı varsayılan bir bileşen için kullanılabilen doğrusal karışım hesabı, pH'a doğrudan uygulanmaz. Karışım suyunun pH'ı ölçülür veya uygun kimyasal denge modeliyle hesaplanır.

Karışımla mineral kazandırmanın sınırı

Mineralli ve düşük mineralli iki su, istenen bir bileşime yaklaşmak için karıştırılabilir. Çökelme ve başka tepkimeler ihmal ediliyorsa, son derişim $C = fC_1 + (1-f)C_2$ bağıntısıyla hesaplanır. Burada f birinci suyun toplam hacimdeki payıdır. Formül her element için ayrı uygulanır; bütün suyu tek bir TDS değeri üzerinden yönetmek iyonlar arasındaki farkı gizleyebilir.

Temsili bir RO ürün suyunda kalsiyum 3 mg/L, magnezyum 1 mg/L; karışım için düşünülen ikinci suda kalsiyum 83 mg/L, magnezyum 21 mg/L olsun. Karışımın kalsiyumunu 23 mg/L yapmak için ikinci suyun payı %25 olmalıdır: $(23-3)/(83-3) = 0{,}25$. Aynı karışımın magnezyumu ise $0{,}25 \times 21 + 0{,}75 \times 1 = 6$ mg/L olur. Kalsiyum hedefinin tutması, ayrıca seçilmiş bir magnezyum hedefinin de tutacağını göstermez.

Tablo 46. Tek karışım oranının farklı iyonlara etkisi: temsili örnek

Bileşen	RO akımı	İkinci akım	İkinci akım %25 olduğunda
Kalsiyum, mg/L	3	83	23
Magnezyum, mg/L	1	21	6
Sodyum, mg/L	8	88	28
Nitrat, mg/L	2	42	12

Değerler gerçek bir kaynağı veya mevzuat uygunluğunu temsil etmez. Örnek, aynı karışım işleminin istenen iyonlarla birlikte istenmeyen bileşenleri de taşıdığını gösterir. Nitratın burada yer alması, verilen son değerin tek başına güvenli ilan edildiği anlamına gelmez.

İkinci akımdaki belirli bir kirletici, karışım için kullanılabilecek en yüksek payı sınırlayabilir. Böyle bir durumda mineral hedefini karşılamak için bu payı artırmak güvenlik hedefiyle çatışır. Matematiksel olarak hedefe erişilebiliyor olması, o karışımın uygulanabileceğini göstermez. Önce karışım suyunun güvenliği sağlanır; sonra mineral ve işletme hedefleri çözülür. [2, s.99]

Kalsiyum karbonat doygunluğu ne söyler?

Kalsiyum karbonatla doygunluk, suyun kalsit çözündürme veya çöktürme eğiliminin değerlendirilmesinde kullanılır. Langelier indeksi gibi göstergeler bu amaçla geliştirilmiştir. Fakat bir doygunluk indeksi bütün tesisat malzemeleri için evrensel korozyon ölçeri değildir. WHO, kalsiyum karbonat doygunluğuna dayalı indekslerin doğrudan genel koroziflik göstergesi gibi kullanılmaması gerektiğini açıkça belirtir. Pozitif bir indeks bütün metallerin korunacağını, negatif bir indeks bütün tesisatın aşınacağını göstermez. [2, s.187–188]

Bu sınır mineral filtrelerinde de önemlidir. “Kireç bırakıyor, o hâlde boruyu korur” veya “kireç bırakmıyor, o hâlde kemikten mineral çeker” gibi çıkarımlar aynı yanlışı iki farklı alana taşır. Suyun bir yüzeyde oluşturduğu çökeltiyle insan vücudunun mineral metabolizması aynı süreç değildir. Tesisatla etkileşim için malzeme, su kimyası ve bekleme koşulları; beslenme için tüketilen mineral miktarı ve kişinin toplam alımı değerlendirilir.

Bir tasarımda kalsiyum, alkalinite ve pH birlikte ayarlanırken aşırı çökelme yeni bir işletme sorunu oluşturabilir. Bu yüzden hedef yalnız

mümkün olan en yüksek mineral derişimi değildir. Ölçülebilir bir son su bileşimi, öngörülebilir işletme davranışı ve güvenli malzeme teması birlikte aranır. Farklı sıcaklıklarda ve bekleme sürelerinde suyun davranışı değişebileceğinden, yalnız taze numune üzerinden karar verilmez. [2, bölüm 8.4.3]

Kimyasal saflık ve beslenme iddiası

Yeniden mineralizasyonda kullanılan bir bileşik, istenen elementle birlikte safsızlık da taşıyabilir. Bu nedenle malzemenin kalsiyum veya magnezyum içermesi tek başına yeterli özellik değildir. İçme suyu arıtımında kullanılacak kimyasalın uygunluğu ve suyla temas eden gövde, conta ve bağlantıların güvenliği ayrı denetlenir. WHO, arıtma kimyasallarının son suya kabul edilemez kirletici katmamasını temel bir gereklilik olarak ele alır. [2, bölüm 8.5.4]

Bir malzeme güvenliği belgesiyle bir sağlık yararı iddiasının kapsamı farklıdır. Malzemenin belirli test koşullarında uygun olması, ondan çıkan suyun kemik kırığını azalttığını veya magnezyum eksikliğini tedavi ettiğini göstermez. Benzer biçimde bir laboratuvarın çıkışta magnezyum ölçmesi de biyoyararlanım veya klinik yarar deneyi değildir. Kimyasal performans, tüketimle oluşan doz ve sağlık sonucu birbirini izleyen fakat ayrı kanıt gerektiren basamaklardır.

Bir işlemin “doğal mineral kullanması” bu ayrımı değiştirmez. Doğal köken, istenmeyen element bulunmaması veya bütün partilerde aynı bileşim anlamına gelmez. Saflaştırılmış bir bileşiğin kullanılması da kendiliğinden sağlık üstünlüğü sağlamaz. Değerlendirme, köken sıfatı yerine kimyasal tanımlama, uygunluk, gerçek salım, hijyen ve kullanım koşulları üzerine kurulmalıdır.

Hedef değer neye dayanmalı?

WHO’nun 2026 rehberinde kalsiyum ve magnezyum için herkese uygulanacak bir minimum veya maksimum içme suyu derişimi önerilmemektedir. Toplumun önceki su kaynağı değiştirilirken mevcut mineral katkısının dikkate alınması gerektiği ise ayrıca belirtilir. Bu iki ifade birlikte okunmalıdır: evrensel bir sayı bulunmaması, mineral katkısının önemsiz olduğu anlamına gelmez; katkının dikkate alınması da herhangi bir ürünün seçtiği sayıyı WHO standardına dönüştürmez. [2, s.436–437]

Teknik hedefler bir tesisin dağıtım malzemeleri, kaynak suyu ve işletme koşulları üzerinden belirlenebilir. Beslenme hedefleri ise su dışındaki mineral alımı ve hedef nüfusun özellikleriyle ilişkilendirilmelidir. Aynı derişim, suyu az içen ve çok içen kişilerde aynı günlük miktarı sağlamaz. Aynı günlük miktar da yeterli ve yetersiz beslenen kişilerde aynı anlamı taşımaz. Hedefin gerekçesi açık değilse, sayının kesin yazılması bilimsel kesinlik yaratmaz.

Yeniden mineralizasyonun denetlenebilir tanımı bu nedenle bir sıfattan daha ayrıntılıdır: hangi işlemle, hangi iyonlarda, hangi giriş suyu ve debi altında, hangi aralıkta ve ne kadar süreyle değişiklik sağlandığı belirtilir. Bu bilgiler verildiğinde okur hem teknik performansı hem günlük beslenme katkısını değerlendirebilir. Yalnız “alkali” veya “zengin mineralli” denildiğinde ise bu iki değerlendirmenin verileri hâlâ eksiktir.

28. Mineral filtreleri nasıl sınanır?

Bir mineral filtresinin işe yarayıp yaramadığı, önce ne yapacağı söylendiğine bağlıdır. Kalsiyum eklemek, magnezyum eklemek, alkaliniteyi yükseltmek, tadı değiştirmek ve belirli bir hastalık riskini azaltmak farklı iddialardır. Bunların hepsini tek bir pH ölçümüyle doğrulamak mümkün değildir. İddia ölçülebilir bir sonuca çevrilmeden yapılan deney, çok sayıda sayı üretse bile soruyu yanıtlamayabilir.

"Mineral içerir" ifadesi, malzemenin bileşimine ilişkin bir iddiadır. "Suya mineral kazandırır" ifadesi, malzeme ile su arasındaki aktarımı konu alır. "Günlük gereksinimin belirli bir yüzdesini karşılar" ifadesi, çıkış derişimiyle birlikte içilen hacmi ve kullanılan beslenme referansını gerektirir. "Sağlığı iyileştirir" ifadesi ise ayrıca insanlarda uygun sağlık sonuçlarıyla sınanmalıdır. Bu basamaklardan biri için elde edilen veri, diğerlerinin yerine kullanılamaz.

Önce deneyin sorusunu yazmak

Bir ürün için sınanabilir örnek soru şöyle kurulabilir: belirtilen giriş suyu, sıcaklık ve debide, belirlenen toplam kullanım hacmi boyunca çıkış magnezyumu girişten ne kadar yüksektir? Bu soruda ölçülen element, karşılaştırma, koşul ve süre bellidir. Buna karşılık "suyu canlandırır" gibi ölçüm tanımı bulunmayan bir cümlenin doğrulanabilir bilimsel sonucu yoktur. Bir iddianın anlaşılır görünmesi, deneysel olarak tanımlanmış olduğu anlamına gelmez.

Deney başlamadan önce kabul ölçütü de belirtilmelidir. Bir üretici belirli bir minimum magnezyum katkısı iddia ediyorsa yalnız ortalama katkı değil, kullanım ömrünün hangi bölümünde bu değerin korunduğu önemlidir. İddia başlangıç performansına mı, bütün kullanım dönemine mi, yoksa belirli debideki ölçüme mi aittir? Başarılı çıkan sonuç görüldükten sonra kapsamı daraltmak veya ölçütü değiştirmek, deneyin yorumunu zayıflatır.

Tablo 47. Mineral filtresi iddiaları ve gerekli kanıt türü

İddia	Ölçülmesi gereken	Bu verinin tek başına göstermediği
Malzeme magnezyum içeriyor	Katının kimyasal bileşimi	Suya geçen magnezyum miktarı
Suya magnezyum kazandırıyor	Eşleştirilmiş giriş–çıkış Mg ölçümü	Kullanım ömrü boyunca sabit katkı
pH'ı yükseltiyor	Tanımlı koşullarda pH farkı	Ca veya Mg'nin beslenme katkısı
Belirli hacme kadar çalışıyor	Hacim boyunca performans dizisi	Takvim süresince hijyen güvencesi
Mineral gereksinimine katkı sağlıyor	Derişim × tüketim ve referans değer	Eksikliği tedavi etme başarısı
Sağlık sonucunu iyileştiriyor	Uygun insan araştırması	Bütün kullanıcılar için aynı etki

Tablo, özgün bir değerlendirme çerçevesidir; bir belgelendirme standardının yerine geçmez. Deney kapsamı, sorulan soruyla sınırlı tutulmalıdır.

Giriş ve çıkış aynı koşulu temsil etmeli

Mineral katkısı çoğu durumda $\Delta C = C_{çıkış} - C_{giriş}$ olarak hesaplanır. Bu basit farkın anlamlı olması için iki numunenin karşılaştırılabilir olması gerekir. Giriş suyu sabah, çıkış suyu ertesi gün ölçülmüşse ve şebeke bileşimi değişmişse farkın tamamı filtreye bağlanamaz. Giriş ve çıkışın eşleştirilmesi, özellikle değişken kaynak sularında önemlidir.

Ayrıca cihazın hangi noktasının giriş sayıldığı açıklanmalıdır. RO membranından sonra bulunan bir mineral kartuşunun katkısı araştırılıyorsa, karşılaştırma kartuşun hemen öncesiyle hemen sonrası arasında yapılır. Şebeke suyuyla son musluk suyu arasındaki fark, bütün arıtma zincirinin net etkisidir; mineral kartuşunun tek başına etkisi değildir. Aynı sistemde iki farklı soru için iki farklı numune çifti gerekir.

Bir bağlantı hortumu, tank veya son karbon filtresi mineral kartuşundan sonra yer alıyorsa, tüketilen suyu değerlendirmek için son musluktan da numune alınır. Kartuşun suya ne kattığıyla tüketicinin ne içtiği aynı nokta olmak zorunda değildir. Bu ayrım, yalnız olası kirlenme için değil, bekleme ve farklı akımların karışması açısından da önemlidir.

Su güvenliği değerlendirmesi tüketim noktasına kadar sürer. [2, bölüm 4.2.5 ve 6.10]



Şekil 20. Bir mineral filtreli sistemde örnekleme noktaları. Niteliksel kurulum örneği. Tank ve son arıtma aşamalarının gerçek sırası değişebilir; numune noktaları gerçek bağlantı düzenine göre belirlenir.

Dayanak: Özgün deney tasarımı; **28. bölüm**.

İlk bardak ile sürekli akış ayrı ölçümlerdir

Bir kartuşta gece boyunca beklemiş su ile sürekli akış sırasında alınan su aynı temas geçmişine sahip değildir. Başlangıçta daha yüksek bir mineral derişimi ölçülmesi, gün boyunca bütün suyun o derişimde çıktığı anlamına gelmez. Tersine, yalnız uzun süre akıtıldıktan sonra alınan numune de kullanıcının ilk içtiği suyu temsil etmeyebilir. Deney bu iki kullanım durumunu ayrı tanımlamalıdır.

Temsili bir deneyde ilk 0,25 L suyun magnezyumu 24 mg/L, sonraki 1,75 L'nin magnezyumu 4 mg/L ölçülsün. İki litredeki toplam magnezyum $0{,}25 \times 24 + 1{,}75 \times 4 = 13$ mg'dır. Hacim ağırlıklı ortalama 6,5 mg/L olur. İlk bardaktaki 24 mg/L'yi bütün iki litreye uygulamak 48 mg hesaplatır; gerçek temsili toplamın yaklaşık 3,69 katıdır. Tek bir etkileyici numune, günlük katkıyı doğru anlatmayabilir.

Tablo 48. Bekleme sonrası ölçümün günlük ortalamadan ayrılması: temsili örnek

Su bölümü	Hacim	Mg derişimi	Mg miktarı
İlk alınan su	0,25 L	24 mg/L	6 mg
Sonraki akış	1,75 L	4 mg/L	7 mg
Birlikte tüketilen su	2,00 L	Ağırlıklı 6,5 mg/L	13 mg

Bu örnek bir ürün testi değildir. Hacimler tüketim önerisi, derişimler hedef değer değildir. Amaç, tek numuneyle bütün tüketim dönemini temsil etmenin oluşturabileceği hesap hatasını göstermektir.

Bu durumda iki sonuç da raporlanmalıdır: bekleme sonrası en yüksek derişim ve tanımlı kullanım döngüsündeki ortalama katkı. Birincisi kısa süreli yüksek salımı değerlendirmeye, ikincisi günlük mineral bütçesini kurmaya yardım eder. Birini seçip diğerini saklamak performansın yalnız istenen yüzünü gösterir. Aynı yaklaşım istenmeyen elementlerin salımında da uygulanır.

Kullanım ömrü yalnız takvimde geçmez

“Altı ay dayanır” gibi bir ifade, günlük geçen hacim belirtilmedikçe eksik kalır. Günde 2 L ile günde 12 L tüketilen sistemlerde altı ay boyunca kartuşla temas eden toplam su miktarı çok farklıdır. Buna karşılık toplam hacim de tek başına yeterli değildir: aynı 1.000 L’nin kesintisiz kısa bir deneyde geçirilmesiyle uzun duraklamalar içeren ev kullanımında geçirilmesi aynı çalışma geçmişini oluşturmaz.

Mineral salımının değerlendirilmesinde toplam hacim, takvim süresi, kullanım döngüsü, debi ve bekleme birlikte kaydedilir. Kartuşun ömrü boyunca aynı giriş suyu kullanılacaksa bu koşul raporda yazılır. Birden fazla giriş suyu sınanacaksa her suyun bileşimi ayrı verilir. İki deney arasındaki farkı açıklayacak kayıtlar olmadan “laboratuvarda iyi, evde kötü” ifadesi neden belirtmez.

Temsili olarak girişe göre net magnezyum katkısı ilk 200 L’de 8 mg/L, sonraki 500 L’de 5 mg/L, son 300 L’de 2 mg/L olsun. Toplam net katkı 200 × 8 + 500 × 5 + 300 × 2 = 4.700 mg, yani 4,7 g’dır. Hacim ağırlıklı ortalama 4,7 mg/L’dir. İlk dönemdeki 8 mg/L’yi 1.000 L’nin tamamına yaymak 8 g sonuç verir; ömür boyu katkıyı 3,3 g fazla tahmin eder.

Bu hesabın önemli bir diğer sonucu, bütün katkının aynı gün alınmadığıdır. Kartuşun toplam 4,7 g magnezyum bırakması, kullanıcının günlük gereksiniminin belirli bir kısmını her gün karşıladığını söylemez.

Günlük katkı kullanım gününe ve içilen hacme göre değişir. Ürün ömrü boyunca sağlanan toplam kütle, günlük beslenme dozu ve katının başlangıç mineral içeriği üç ayrı büyüklüktür.

Malzemenin eksilmesi neyi kanıtlar?

Bir kartuşun tartımda hafiflemesi, kaybolan kütlenin tamamının çözünmüş ve tüketilebilir kalsiyum veya magnezyum olduğu anlamına gelmez. Nem değişimi, tanecik taşınması ve birden fazla bileşiğin çözünmesi tartımı etkileyebilir. Malzeme başlangıçta 100 g, sonda 90 g ise 10 g farkın kimyasal kimliği ayrıca belirlenmelidir. Yalnız tartım, su analizinin yerine geçmez.

Tersine, çözünmüş magnezyumun zamanla ölçülmesi de katı malzemenin bütün davranışını açıklamayabilir. Partikül taşınımı varsa filtrelenmiş ve filtrelenmemiş numunelerin farklı sonuç verebilmesi, kullanılan analiz tanımının önemini gösterir. Deney laboratuvarı çözünmüş, toplam veya belirli hazırlama sonrası ölçülen element miktarından hangisini bildirdiğini açıklar. Bu ayrım bir ürünün güvenliğini peşinen belirlemez; verinin neyi temsil ettiğini tanımlar. [62]

Malzemenin içerdiği bütün elementlerin ölçülmesiyle içme suyuna geçebilenlerin ölçülmesi de farklıdır. Bir katıda çok düşük miktarda istenmeyen element bulunması, onun bütün koşullarda aynı oranda suya geçeceği anlamına gelmez. Ancak “katıda bağlıdır” demek de salım olmayacağını kanıtlamaz. Uygun temas deneyi ve son su analizi gerekir. Malzeme güvenliğinin kapsamı, kullanım koşullarıyla birlikte değerlendirilir. [2, bölüm 8.5.4]

pH ve TDS neden kolay ama yetersiz göstergelerdir?

pH ve iletkenlik hızlı ölçümler olabilir; buna rağmen ölçüm amacıyla ilişkileri sınırlıdır. İletkenlik, çözeltideki iyonların toplam elektriksel davranışına ilişkin bilgi verir. Kalsiyumu magnezyumdan, sodyumu klorürden tek başına ayırmaz. Bir cihazın TDS değeri yükseliyorsa, bunun hangi iyonlardan kaynaklandığı kimyasal analiz olmadan bilinmez. Yükselişi otomatik olarak “yararlı mineral” diye adlandırmak mümkün değildir. [54]

pH ölçümünde de kalibrasyon, ekipman durumu ve ölçüm koşulları kaydedilmelidir. USGS’nin pH ölçüm rehberi bu unsurları ölçümün ayrılmaz parçaları olarak ele alır. Numuneler farklı sıcaklıklarda, farklı

bekleme sürelerinde veya farklı gaz temaslarıyla ölçülüyorsa karşılaştırmanın koşulları açık yazılmalıdır. Ekranda iki ondalık basamak görünmesi, sonucun iki ondalık doğrulukla bilindiğini göstermez. [68]

Bir mineral kartuşu için pH yükselişi bir işlem göstergesi olabilir; bu göstergenin hangi mineral salımıyla ilişkili olduğu ayrıca doğrulanır. İlk doğrulama yapıldıktan sonra pH'ın operasyonel izleme amacıyla kullanılması düşünülebilir; ancak ilişkinin giriş suyu ve kartuş ömrü boyunca sürüp sürmediği denetlenir. Bir koşulda kurulmuş ilişki bütün cihazlara ve bütün sulara genellenmez.

Tek kartuş, tek parti ve bütün ürün ailesi

Bir kartuşta elde edilen sonuç, en dar anlamıyla o kartuşun o deney koşullarındaki sonucudur. Aynı ürünün farklı üretim partileri arasında değişkenlik bulunup bulunmadığını değerlendirmek için örnekleme tasarımı gerekir. Bir partiden bir ürün seçip bütün yıllık üretimi temsil ettiğini varsaymak istatistiksel bir gerekçe değildir. Kaç örnek gerektiği, hedeflenen güven düzeyi ve beklenen değişkenliğe göre planlanır; burada evrensel bir örnek sayısı verilemez.

Tekrarlı analiz ile bağımsız ürün tekrarı da farklıdır. Aynı şişedeki numuneyi üç kez ölçmek, ölçümün tekrarlanabilirliğine bilgi sağlayabilir. Üç farklı kartuşun üç farklı kullanım döngüsünde sınanması ise ürünler arasındaki değişkenliği araştırır. Birincisini ikincisinin yerine koymak, deneyin bağımsız örnek sayısını olduğundan büyük gösterir.

Kontrol düzeni de soruya göre seçilir. Mineral kartuşu dışındaki bütün parçaları aynı olan boş hat, giriş suyu veya yalnız taşıyıcı gövde gibi karşılaştırmalar, farkın nereden geldiğini ayırmaya yardım edebilir. Her kontrol bütün deneyler için zorunlu aynı biçimde kurulmaz; ama kontrolün neyi dışladığı ve neyi dışlamadığı raporlanır. Kontrolsüz bir başlangıç–bitiş farkı, bütün değişimin mineral malzemeden kaynaklandığını göstermeyebilir.

Belgeyi ürünle eşleştirmek

Bir laboratuvar raporunda numune adı, model, parti, test tarihi, giriş suyu ve yöntem bulunmalıdır. Bir sertifika söz konusuysa sertifikanın geçerli kapsamı ve listelenen model doğrulanır. Aynı markanın farklı bir ürünü, aynı gövdeye benzeyen bir kartuş veya tek bir bileşen için düzenlenmiş belge bütün sisteme kendiliğinden aktarılmaz.

NSF standart numaraları kalite puanı gibi sıralanmaz; farklı kapsamları tanımlar. Örneğin 42 estetik etkilerle, 44 katyon değişimli yumuşatmayla, 58 ters ozmoz sistemleriyle ilişkilidir. Belirli bir standarda uygunluk da bütün kirleticilerin giderildiği anlamına gelmez; iddia edilen azaltımın ürün kaydında bulunması gerekir. [51]

NSF/ANSI 58'in resmî kapsam açıklamasında TDS azaltımı zorunlu bir performans iddiası olarak yer alırken, arsenik, nitrat/nitrit, florür ve bazı başka bileşenlere ilişkin azaltımlar ayrı seçeneklerdir. Bu nedenle yalnız standart numarasını görmek, ilgilenilen kirletici için doğrulama yapıldığı sonucuna yetmez. Aynı belge, mineral ekleme kartuşunun klinik yararını da kanıtlamaz. [52]

Tablo 49. Belge türünü doğru okumak

Belge veya kayıt	Gösterdiği kapsam	Sık yapılan genişletme
Tek numune analiz raporu	O numunenin ölçülen özellikleri	Bütün kullanım ömrünün garantisi saymak
Malzeme güvenliği değerlendirmesi	Tanımlı temas koşullarındaki uygunluk	Hastalık önleme kanıtı saymak
Belirli azaltım sertifikası	Listelenen model ve iddia	Bütün kirleticilere yaymak
Üretici teknik föyü	Üreticinin beyanı ve koşulları	Bağımsız doğrulama gibi sunmak

Bu ayrımlar belgeyi değersizleştirmez; her belgenin doğru soruya yanıt olarak kullanılmasını sağlar.

Hijyen, mineral performansından bağımsız bir kabul koşuludur

Mineral katkısı ölçülen bir kartuş, yalnız bu nedenle mikrobiyolojik bakımdan güvenli sayılmaz. Arıtma zincirinde kullanılan depolar, bağlantılar ve son filtreler, bakım ve bekleme koşullarıyla birlikte değerlendirilir. Kaynak suyu güvenli olsa bile kurulum veya kullanım sırasında yeniden kirlenme olasılığı dikkate alınır. WHO'nun yaklaşımı, yalnız son ürünü ara sıra test etmek yerine sistem boyunca tehlikeleri kontrol etmeye dayanır. [2, bölüm 4 ve 7]

Mikrobiyolojik performans sınamaları, ilgili yöntemleri uygulayabilecek yetkin laboratuvarlarca yapılır. Ev ortamında mikroorganizma ekleyerek cihaz denemek güvenilir veya uygun bir

değerlendirme yolu değildir. Ayrıca bir cihazın yalnız bazı gösterge mikroorganizmalar açısından test edilmiş olması, bütün patojenler için aynı etkinliğe sahip olduğunu kanıtlamaz. Sonuç, kullanılan organizma, yöntem ve koşullarla sınırlı tutulur.

Bir deneyin sonunda üç ayrı soru yanıtlanmış olmalıdır: istenen mineral katkısı oluştu mu, istenmeyen kimyasal veya mikrobiyolojik sorun eklendi mi ve bu davranış tanımlı kullanım boyunca sürdü mü? Bunlardan yalnız birine olumlu yanıt verilmesi diğerlerini otomatik olarak çözmez. Sağlam bir ürün değerlendirmesi, etkileyici tek ölçümden değil, açık iddia ile uygun deney arasındaki eşleşmeden doğar.

29. Şişe etiketi, kaynak ve gerçek bileşim

Bir suyun ön yüzündeki manzara, kaynağın adı veya ambalajın görünümü mineral bileşiminin yerine geçmez. Beslenme açısından sorulacak soru, suyun nereden geldiği kadar hangi elementleri ne miktarda taşıdığıdır. Aynı coğrafi bölgedeki iki kaynak farklı olabilir; aynı marka altında farklı kaynak veya ürün türleri de bulunabilir. Bu nedenle karşılaştırmanın birimi marka adı değil, kaynağı ve bileşimi belirli üründür.

Etiketteki kategori, analiz tablosu ve pazarlama ifadesi üç ayrı bilgi katmanıdır. Kategori ürünün hangi tanım ve kurallar altında sunulduğunu, analiz tablosu belirli kimyasal özellikleri, pazarlama ifadesi ise üreticinin vurgulamak istediği niteliği gösterir. Bu katmanlar birleştirilip tek bir sağlık derecesine dönüştürülemez. “Doğal”, “hafif içimli” ve “yüksek mineralli” aynı sorunun üç farklı yanıtı değildir.

Ürün kategorisi bir sağlık sıralaması değildir

Türkiye’de kaynak suyu, içme suyu ve doğal mineralli su ayrı tanımlarla ele alınır. İstanbul İl Sağlık Müdürlüğünün açıklamasında doğal mineralli suyun jeolojik kökeni ve karakteristik bileşimi; kaynak suyunun izin verilen işlemler çerçevesindeki niteliği; içme suyunun ise uygun görülen işlemlerle parametrelerinin düzenlenebilmesi birbirinden ayrılır. Bu sınıflandırma, bir kategorideki bütün ürünlerin diğer kategoridekilerden beslenme açısından üstün olduğu anlamına gelmez. [58]

Uluslararası düzeyde de Codex, doğal mineralli sular ile diğer ambalajlı içme sularını ayrı standart başlıklarında ele alır. Bu ayrım, mineral miktarı ile üretim ve ürün tanımının birlikte değerlendirilmesi gerektiğini gösterir. Bir ürünün yasal kategorisi yalnız TDS sayısından çıkarılamaz. Aynı şekilde bir şişenin düşük kalsiyum içermesi, onun kategorisinin yanlış olduğu sonucunu tek başına desteklemez. [59; 2, s.118–119]

Ürün kategorisinin doğru anlaşılması, kullanılan mevzuatın da doğru seçilmesini sağlar. Doğal mineralli suya, içme-kullanma suyuna ve belirli bir arıtma cihazının çıkışına ait kurallar gelişigüzel aynı tabloya yerleştirilmemelidir. WHO rehber değeri de ulusal zorunlu sınırla aynı hukuki statüye sahip değildir. Bir karşılaştırmada hangi düzenlemenin

hangi sürümünün esas alındığı belirtilmelidir; eski bir broşürdeki sayı güncel mevzuatın yerine kullanılmaz. [2, bölüm 2.6]

Analiz tablosunun ilk okuması

Etikette kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, bikarbonat, klorür ve sülfat gibi bileşenler bulunabilir. Bu değerler çoğunlukla mg/L ile verilir; ancak önce birim kontrol edilir. Litre başına verilen değer, şişenin içindeki toplam miktar değildir. Şişe 200 mL ise bir litredeki miktarın beşte biri; 750 mL ise dörtte üçü bulunur. Hacim çarpanı uygulanmadan ürünler arasında günlük katkı karşılaştırması yapılamaz.

Temsili bir etikette magnezyum 30 mg/L yazdığını düşünelim. 200 mL şişe 6 mg, 500 mL şişe 15 mg magnezyum sağlar. Şişe büyüklüğünün değişmesi derişimi değiştirmez; tüketilen miktarı değiştirir. Bir tanıtımda “30 mg magnezyum” ifadesi kullanılıyorsa bunun litreye mi, şişeye mi, önerilen porsiyona mı ait olduğu açık olmalıdır. Aynı sayı, farklı paydalarla farklı miktar anlatır.

Mikrogram ile miligram arasındaki fark daha da büyüktür. 1 mg, 1.000 µg’dır. Bir element için 10 µg/L yazılması, 10 mg/L ile aynı değildir. Özellikle eser elementlerin değerlendirmesinde birim atlamak bin katlık hata oluşturabilir. Raporun yazı tipi nedeniyle µg simgesinin yanlış okunması veya elektronik tabloya sayı aktarılırken birimin kaybolması, basit görünmesine rağmen sonucu tamamen değiştirebilir.

Tablo 50. Üç temsili suyun aynı porsiyondaki mineral katkısı

Seçilmiş özellik	A suyu	B suyu	C suyu
Kalsiyum, mg/L	8	90	160
Magnezyum, mg/L	2	25	50
Sodyum, mg/L	6	15	300
200 mL’de kalsiyum	1,6 mg	18 mg	32 mg
200 mL’de magnezyum	0,4 mg	5 mg	10 mg
200 mL’de sodyum	1,2 mg	3 mg	60 mg

Bunlar gerçek marka, kaynak veya tam kimyasal analiz değildir. Yalnız seçilmiş üç element gösterilmiştir. Tablo sağlık sıralaması yapmak için değil, aynı hacimdeki katkıyı karşılaştırmak için hazırlanmıştır.

C suyu, bu örnekte daha fazla kalsiyum ve magnezyumla birlikte daha fazla sodyum da sağlar. “En çok mineral içeren” seçeneği tek bir üstünlük

olarak sunmak bu eşlik eden değişimi gizler. Sodyum alımını sınırlaması gereken bir kişi için karşılaştırma farklılaşabilir. Böbrek hastalığı veya başka klinik kısıtlamaları bulunan kişilerde yalnız bu üç sayıdan kişisel seçim kararı çıkarılamaz. [5; 32; 34]

Toplam mineral sayısı bileşimi açıklamaz

TDS, çözünmüş maddelerin toplamına ilişkin bir ölçümdür; bütün bileşenlerin beslenme açısından yararlı olduğunu söylemez. İki su aynı TDS'ye sahipken biri daha fazla kalsiyum ve bikarbonat, diğeri daha fazla sodyum ve klorür içerebilir. Bu iki suyu yalnız TDS üzerinden eşdeğer saymak, toplam kütleyi kimyasal kimliğin yerine koymaktır. WHO'nun TDS değerlendirmesi de bu parametreyi tek başına besleyici değer puanı olarak kullanmaz. [2, s.246,498–499]

Etikette yalnız birkaç iyon listelenmişse bunların toplamının TDS'ye eşit olması beklenmez. Liste bütün bileşenleri içermeyebilir. Ayrıca belirli yöntemle ölçülen kuru kalıntı, iyonların basit aritmetik toplamıyla her durumda aynı sonuç değildir; numune hazırlama ve ölçüm tanımı önemlidir. "Toplam tutmadı" demeden önce hangi büyüklüklerin karşılaştırıldığı anlaşılmalıdır. Sayıların bir tabloda yan yana bulunması, aynı yöntemle elde edildiği anlamına gelmez.

Elektriksel iletkenlikten hesaplanan TDS ile doğrudan belirli bir yöntemle ölçülen çözünmüş madde miktarı da ayrılır. El tipi cihazın kullandığı dönüşüm katsayısı, farklı iyon bileşimlerinde aynı doğrulukla çalışmayabilir. Bir etiketteki analitik değeri tüketicinin farklı sıcaklıktaki ölçer okumasıyla karşılaştırmak, tek başına yanlış beyan kanıtı değildir. Ölçüm koşulları ve yöntem eşdeğerliği kurulmalıdır. [54]

Bu, tüketicinin ölçüm yapmasının değersiz olduğu anlamına gelmez. Aynı cihazla, aynı yöntem ve benzer sıcaklık koşullarında beklenmedik bir değişiklik fark edilmesi araştırma için uyarı olabilir. Ancak uyarı ile sonuç farklıdır. Değişiklik görüldüğünde uygun laboratuvar analizi ve ürün kimliğiyle birlikte değerlendirme yapılır; tek sayıya dayanarak bütün markalar için sağlık hükmü kurulmaz.

Gazlılık, mineral miktarı ve asitlik

Suda karbondioksit bulunması tadı ve asit–baz dengesini etkileyebilir. Ancak gazlılık kalsiyum veya magnezyum derişiminin ölçüsü değildir. Gazsız bir su yüksek mineral içerebilir; gazlı bir suyun hangi mineralleri

ne miktarda taşıdığı ise analizle belirlenir. Kabarcık görmek, bir beslenme profilini tanımak değildir. [2, s.118–119; 14]

Bir şişe açıldıktan sonra gaz alışverişiyle pH değişebilir. Bu nedenle kapalı ürüne ilişkin pH bilgisiyle uzun süre açık beklemiş numunenin ölçümünü doğrudan karşılaştırmak doğru olmayabilir. Etiketteki pH'ın hangi sıcaklık ve koşulla bildirildiği, ölçümün ise hangi koşulda yapıldığı önemlidir. Burada sorun yalnız cihaz kalibrasyonu değil, ölçülen suyun fiziksel durumudur. [68]

Gazlandırılmış suyla doğal mineralli su terimlerini eşanlamlı kullanmak da kavram karışıklığı yaratır. Birincisi gazın bulunmasına ilişkin özelliği, ikincisi belirli bir kaynak ve ürün tanımını ifade eder. Beslenme katkısı ise bu iki adlandırmadan bağımsız olarak kalsiyum, magnezyum ve diğer bileşenlerin miktarı üzerinden hesaplanır. Ürün adının gündelik dilde kısaltılması, analiz tablosunu gereksiz kılmaz.

Kaynağın sürekliliği ve parti bilgisi

Bir kaynak suyu analizinin temsil gücü, örneğin nereden ve ne zaman alındığına bağlıdır. Bir yıl önceki kaynak analiziyle bugün açılmış bir şişenin bütün özelliklerini aynı kabul etmek için üretim ve izleme bilgisi gerekir. Özellikle üretim yeri, kaynak veya işlem değişmişse eski verinin yeni ürüne aktarılması sorgulanmalıdır. Aynı marka adının kullanılması, kimyasal kimliğin hiç değişmediğinin kanıtı değildir.

Kaynak analizinde ölçülen mineral bileşimiyle ambalajlanmış son ürünün uygunluk denetimi de farklı sorulara yanıt verebilir. Kaynakla ilgili hidrojeolojik bilgi, suyun doğal karakterini anlamaya yardım eder. Son ürün analizi ise üretim, ambalaj ve depolama sürecini de kapsayan numunenin durumunu gösterir. İkisi birbirinin yerine geçmeden birlikte okunmalıdır. WHO'nun ambalajlı sular için güvenlik yaklaşımı da üretim süreciyle son ürün testini bir arada ele alır. [2, s.118–119]

Etiketin okunabilirliği, üretim ve parti bilgisinin izlenebilmesi yalnız tüketiciye sunum meselesi değildir. Bir sorun saptandığında hangi ürünün değerlendirildiğini belirlemek için gerekir. İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü de etiket, ürün kimliği ve ambalaj bütünlüğüne dikkat çekmektedir. Bununla birlikte yalnız kapak bandının sağlam görünmesi kimyasal veya mikrobiyolojik analizin yerine geçmez. [58]

Analiz değerinin yanındaki eksik bilgi

Etikette bir elementin yazmaması, o elementin sıfır olduğu anlamına gelmez. Belirli bir parametrenin ölçülmemiş olması, ölçülüp tayin sınırının altında bulunması ve mevzuat veya etiket kapsamı nedeniyle listelenmemesi birbirinden ayrılır. “Yok” sözcüğü ancak kullanılan ölçümün sınırlarıyla birlikte anlam kazanır.

Örneğin bir raporda magnezyum “<0,5 mg/L” olarak verilmişse bunu hesap tablosuna kesin 0,0 yazmak doğru değildir. Günlük 2 L için bu kaynaktan gelen magnezyum 1 mg’dan azdır; gerçek miktarın sıfır olup olmadığı bu sonuçla bilinmez. Alt sınırı sıfır, üst sınırı belirtilen ölçüm sınırına göre ele almak, belirsizliği görünür tutar. Bu yaklaşım özellikle küçük farkların karşılaştırıldığı düşük mineralli sularda önemlidir.

Bir değer aralık olarak bildiriliyorsa tek bir ortalamaya indirgemek de amaca bağlıdır. Temsili olarak bir suyun kalsiyumu 40–60 mg/L arasında değişiyorsa, 1,5 L tüketimde 60–90 mg katkı aralığı oluşur. Hesap kolaylığı için 75 mg kullanmak mümkündür; ancak bu artık aralığın ortasıyla yapılan bir tahmindir. Bütün günlerde tam 75 mg alındığı gibi sunulamaz.

Tablo 51. Etiket veya rapordaki ifadenin hesapta karşılığı

Bildirilen ifade	Uygun ilk yorum	Kaçınılacak yorum
20 mg/L	Litre başına bildirilen miktar	Şişenin toplamı sanmak
<0,5 mg/L	Belirtilen sınırın altında	Kesin sıfır yazmak
40–60 mg/L	Bildirilen değişim aralığı	Her ölçümün 50 olduğunu varsaymak
Parametre listelenmemiş	Bilgi bu listede yok	Suda bulunmadığını söylemek
Üretici beyanı	Beyanın koşulları araştırılır	Bağımsız ölçümle eşitlemek

Tablo laboratuvar uygunluk kararının yerine geçmez. Ayrıntılı değerlendirmede kullanılan yöntem, ölçüm belirsizliği ve rapor kapsamı ayrıca incelenir.

Sağlık iddiası etiketten nasıl ayrılır?

Kalsiyum veya magnezyumun vücutta görev yapması, bu elementleri içeren her suyun belirli bir hastalığı önlediğini göstermez. Etiketteki element miktarı günlük katkıyı hesaplamaya yeterli olabilir; klinik sonucu belirlemeye yetmez. Bir sağlık iddiasında suyun miktarı,

karşılaştırılan alternatif, çalışma süresi ve ölçülen sağlık sonucu açık olmalıdır. Mineralin genel fizyolojik gerekliliği, ürünün hastalık üzerindeki etkisinin yerine kullanılamaz. [2, s.436–437]

"Doktorların önerdiği", "laboratuvarda test edilmiş" veya "bilimsel olarak geliştirilmiş" ifadeleri de kendi başlarına araştırma tasarımı değildir. Hangi uzmanlık alanı, hangi test, hangi sonuç ve hangi ürün sürümü olduğu bilinmeden bu sözlerden sayısal bir sağlık yararı çıkarılamaz. Okur için en yararlı bilgi, sloganın gücü değil, dayanağının izlenebilirliğidir.

Bir suyun belirli bir elemente anlamlı katkı sağlaması, toplam beslenmenin diğer eksiklerini kapattığı anlamına gelmez. Su protein, enerji veya bütün mikrobesin gereksiniminin yerine konulmaz. Suyun beslenmedeki katkısını kabul etmekle onu bütün beslenmenin merkezine yerleştirmek farklı şeylerdir. Önceki bölümlerdeki alım hesapları bu katkıyı ölçülü biçimde görünür kılmak içindir.

Karşılaştırma amaca göre yapılır

İki ürün karşılaştırılırken önce ortak hacim seçilir; ardından ilgili iyonlar yan yana konur. Kalsiyum katkısı araştırılıyorsa yalnız toplam mineral değil kalsiyum; sodyum kısıtlaması söz konusuysa sodyum; belirli bir klinik durum varsa o duruma ilişkin hekim önerisi esas alınır. Bir ölçütte iyi görünen ürünün bütün ölçütlerde üstün olması gerekmez.

Günlük tüketim başka içecekler ve yemek suyuyla bölünüyorsa şişe suyu bütün günün tek kaynağı gibi hesaplanmaz. Evde düşük mineralli, işte daha mineralli su içen bir kişinin toplamı iki kaynağın hacim ağırlıklı toplamıdır. Bu nedenle doğru etiket okuma, günlük mineral bütçesinin yalnız ilk adımıdır. Bardağa giren miktar ile etiketteki litre değeri birleştirildiğinde anlamlı bir beslenme bilgisi ortaya çıkar.

Bir şişe için kararın en sağlam dayanağı, ürün kimliğinin açık olması, güvenlik ve uygunluk bilgisinin izlenebilmesi, mineral bileşiminin anlaşılması ve bu bileşimin gerçek tüketimle birlikte değerlendirilmesidir. Etiket bu bilgileri okumaya açan bir araçtır; tek başına sağlık sıralaması yapan bir puan kartı değildir.

30. Analiz raporundan mineral bütçesine

Bir analiz raporunun en önemli satırı her zaman en yüksek sayı değildir. Bazen numunenin alındığı yer, bazen sonucun birimi, bazen de ölçümün hangi koşulu temsil ettiği bütün yorumu değiştirir. Kalsiyumu 45 mg/L olan bir su için günlük katkı hesabı yapılabilir. Fakat numune mineral filtresinden önce alınmışsa bu sayı son musluktaki suyu anlatmaz. Numune gece boyunca bekleyen ilk sudan alınmışsa gün boyunca akan suyun ortalaması olduğu da söylenemez. Doğru hesap, yanlış tanımlanmış numuneyi doğru bilgiye dönüştürmez.

Mineral bütçesi üç kayıt üzerine kurulur: kullanılan suyun bileşimi, gerçekten tüketilen hacim ve aynı mineralin diğer kaynaklardan alınan miktarı. Bunların her biri ayrı belirsizlik taşır. Laboratuvar, kendisine ulaşan numunedeki derişimi iyi ölçebilir; buna rağmen evin bir aylık tüketimini temsil edip etmediği başka bir sorudur. Örnekleme belirsizliğinin ölçüm sürecinin parçası olarak değerlendirilmesi bu nedenle önemlidir. [55, bölüm 1–3]

Önce numunenin kimliğini doğrulamak

Bir raporu okumaya parametre sütunundan değil, numune tanımından başlamak gerekir. Şebeke girişi, cihaz girişi, membran çıkışı, mineral kartuşu çıkışı ve tüketim musluğu aynı örnekleme noktası değildir. Aralarında filtre, depo, karışım vanası veya bekleme süresi varsa bileşim değişebilir. Numune alma tarihi ile analiz tarihi de ayrı kayıtlardır. Bunlardan yalnız biri yazılı olduğunda diğerini varsaymak doğru değildir.

Cihaz üzerinde çalışma yapıldıysa numunenin bu işlemden önce mi sonra mı alındığı belirtilmelidir. Yeni takılan bir kartuşun ilk durulama suyu, kullanım sırasında içilen suyu temsil etmez. Tersine, yalnız üreticinin önerdiği ilk durulamadan sonra alınan numune de aylar sonraki performansı göstermeye yetmez. Soru başlangıç kalitesi ise başlangıç koşulu; soru kullanım ömrü ise zaman ve işlenen hacim boyunca değişim ölçülmelidir.

Tablo 52. Analiz raporunda sonucu yorumlamadan önce doğrulanacak bilgiler

Kayıt	Neden gereklidir?	Eksik olduğunda sınır
Numune noktası	Ölçümün hangi suya ait olduğunu belirler	Cihazın başka bir noktasına taşınamaz
Tarih ve işletme durumu	Kaynak ve çalışma koşulunu tanımlar	Eski sonuç bugünkü suyu doğrulamaz
İlk akış veya akış sonrası örnek	Bekleme etkisini ayırır	Günlük ortalama varsayılamaz
Parametre ve birim	Ölçülen büyüklüğü tanımlar	Sayılar doğrudan karşılaştırılamaz
Yöntem ve ölçüm sınırları	Sonucun neyi saptayabildiğini gösterir	“Bulunmadı” ifadesi sıfır sayılamaz
Belirsizlik ve karar kuralı	Karşılaştırmanın gücünü belirler	Sınıra yakın sonuç kesin hükme çevrilemez

Bu kayıtlar yalnız laboratuvar için değildir. Numuneyi alan kişinin bilgisi de ölçümün bir parçasıdır. Laboratuvara “arıtma suyu” diye gönderilen, fakat hangi aşamadan alındığı bilinmeyen bir şişe teknik olarak analiz edilebilir; buna karşın sistemin hangi bileşeninin değerlendirildiği belirsiz kalır.

Akreditasyonun söylediği ve söylemediği

Deney laboratuvarlarının akreditasyonunda TS EN ISO/IEC 17025, teknik yeterlilik ve uygun yönetim sisteminin değerlendirilmesi için kullanılan temel standarttır. Bununla birlikte laboratuvarın akredite olması, yaptığı her deneyin aynı kapsamda olduğu anlamına gelmez. Değerlendirme, ilgili yöntem, parametre ve numune türünün akreditasyon kapsamındaki yerini de gerektirir. Bir raporda bulunan logo, tek başına bütün sonuçları veya sonuçtan çıkarılan sağlık iddialarını onaylayan bir işaret değildir. [57]

Laboratuvarın “kalsiyum 45 mg/L” sonucunu vermesi ile bir satıcının “bu su kemikleri güçlendirir” demesi arasında deneysel bir boşluk vardır. İlki kimyasal bir ölçümdür. İkincisi insan sağlığına ilişkin sonuç iddiasıdır. Sağlık iddiasının doğruluğu laboratuvarın saygınlığına devredilemez. 28. bölümde ele alınan belge kapsamı ayrımı analiz raporunda da geçerlidir.

Benzer biçimde “numune uygundur” ifadesi hangi ölçütlere göre verildiğiyle birlikte okunur. İncelenen üç parametreye uygunluk, incelenmeyen bütün kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklere uygunluk değildir. Raporun değerlendirdiği kapsam dar ise ondan çıkarılabilecek karar da dardır.

Birimleri aynı dile çevirmek

Mililigram/litre ile mikrogram/litre arasında bin kat fark vardır. Bir raporda 25 µg/L olarak verilen sonuç 25 mg/L değildir; 0,025 mg/L'dir. Litre başına miktar ile günlük miktar da ayrı büyüklüklerdir. Sudaki 25 mg/L magnezyum, bir kişinin günde 25 mg magnezyum aldığı anlamına ancak tam bir litre bu sudan içtiğinde gelir.

Sertlik raporlarında karşılaşılan “CaCO3 olarak” ifadesi ayrıca önem taşır. Bu, suda o kadar kalsiyum karbonat taneciği bulunduğunu söylemez; farklı iyonların sertlik katkısını ortak bir eşdeğerlik üzerinden ifade eder. Kalsiyum ve magnezyum sonuçları mg/L cinsindeyse yaklaşık toplam sertlik şu şekilde hesaplanır:

Toplam sertlik ≈ 2,497 × kalsiyum + 4,118 × magnezyum

Buradaki sonuç mg/L CaCO3 eşdeğeri cinsindedir. Katsayılar mol kütleleri ve yük eşdeğerliğinden türetilir; daha yuvarlak 2,5 ve 4,1 katsayılarıyla yapılan saha hesabının küçük fark vermesi beklenir. Kullanılan hassasiyet, girdilerin ölçüm hassasiyetini aşan bir doğruluk iddiası olarak sunulmamalıdır. [13; 63]

Temsili bir suyun kalsiyumu 40 mg/L ve magnezyumu 12 mg/L ise hesaplanan sertlik yaklaşık 149,3 mg/L CaCO3'tür. Kalsiyum ile magnezyumu doğrudan toplayarak 52 mg/L bulmak aynı büyüklüğü vermez. Bu toplam iki elementin kütle derişimidir; sertlik eşdeğeri değildir.

“Toplam”, “çözünmüş” ve “hesaplanmış” ayrımı

Bir parametrenin adı tek başına yöntemi açıklamaz. Numunenin süzülüp süzülmediği, hangi fraksiyonun analiz edildiği ve sonuç öncesinde hangi hazırlığın yapıldığı önemlidir. Suda çözünen kalsiyum ile askıda mineral parçacıklarını da kapsayan bir sonuç, özellikle bulanık veya çökelti taşıyan numunelerde aynı olmayabilir. Bu ayrım için laboratuvarın yöntem açıklaması esas alınır; şişenin görünümünden hangi fraksiyonun ölçüldüğü tahmin edilmez. [62, örnek işleme ve saha ölçümleri bölümleri]

TDS için de “ölçülen” ile “iletkenlikten hesaplanan” ayrımı korunmalıdır. Elektriksel iletkenlik çözeltinin iyonik bileşimiyle ilişkilidir; TDS'ye çevrim kullanılan katsayıya bağlıdır. İletkenlik cihazının ekranında görülen TDS sayısı, yöntemi belirtilmiş gravimetrik bir toplam çözünmüş katı tayiniyle kendiliğinden özdeş değildir. İki rapor karşılaştırılacaksa sonuçların aynı ölçüm veya hesap yaklaşımıyla elde edildiği doğrulanır. [54]

Aynı sorun alkalinite ile bikarbonat arasında da ortaya çıkar. Karbonat sisteminin baskın türleri pH'a göre değişir. Belirli koşullarda alkalinitenin büyük bölümü bikarbonattan kaynaklanabilir; ancak “alkalinite” başlıklı her sonuç doğrudan bikarbonat derişimi diye yazılamaz. Raporda alkalinitenin hangi eşdeğer birimle verildiği görülmeden dönüşüm yapılmamalıdır. [14]

Saptama sınırının altı sıfır değildir

Bir sonuç “<0,5 mg/L” olarak verilmişse ölçülen büyüklük için raporlama eşiğinin altında bir durum bildirilmiştir. Bunun günlük katkıya çevrimi, aynı sınır anlamını korur. İki litre tüketim varsayımında bu kaynaktan alınan miktar “1 mg'dan az” olarak yazılabilir. “Hiç yoktur” sonucu çıkmaz.

Saptama sınırı ile tayin sınırı da birbirinin yerine kullanılmamalıdır. Bir maddenin varlığına ilişkin sinyalin ayırt edilmesi ile miktarının belirli bir performansla sayısal olarak raporlanması aynı işlemi anlatmaz. Raporda kullanılan kısaltmaların laboratuvara özgü açıklaması okunmalıdır. Özellikle birden fazla “<” sonucunun toplandığı mineral bütçesinde, bunları sıfır kabul etmek aşağı yönlü bir varsayım oluşturur; sınır değerleriyle toplamak ise üst sınır senaryosu üretir. Bu iki yaklaşım da gerçek ölçülmüş toplam diye sunulmamalıdır.

Temsili sınır hesabı

Bir su için magnezyum <0,5 mg/L raporlanmış ve tüketim 1,6 L/gün olarak kaydedilmiş olsun. Bu sudan gelen magnezyum <0,8 mg/gündür. Besinlerden alımın 280 mg olduğu varsayılırsa suyun toplam içindeki payı çok küçüktür; ancak hesapta 0,8 mg, ölçülmüş kesin katkı değil, raporlama sınırından türetilen üst sınırdır. Günlük toplamın 280,8 mg olduğu kesin biçimde yazılamaz.

Derişim ile hacmin belirsizliğini birlikte taşımak

Analiz sonucu 42 mg/L kalsiyum olan suyun 1,6 litresi 67,2 mg kalsiyum sağlar. Bu çarpım aritmetik olarak kesindir; fakat gerçek hayatta iki girdi de tam kesinlikte bilinmez. Sonucun 67,2000 mg diye yazılması daha iyi ölçüldüğü anlamına gelmez.

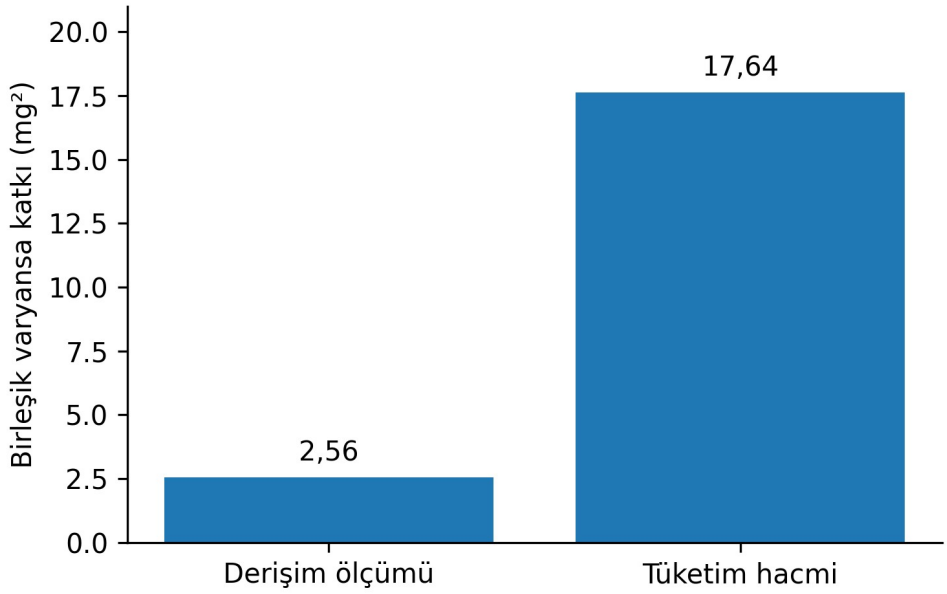
Ölçüm belirsizliğinde önce hangi belirsizliğin raporlandığı belirlenir. Standart belirsizlik ile genişletilmiş belirsizlik aynı değildir. Genişletilmiş belirsizlik, birleşik standart belirsizliğin bir kapsama faktörüyle çarpılmasıyla elde edilir. Kapsama faktörünün 2 olması sık kullanılan bir durumdur; fakat her dağılımda ve her koşulda otomatik olarak kesin bir yüzde 95 güven ifadesi sağlamaz. Dayanılan dağılım, serbestlik derecesi ve değerlendirme yöntemi önemlidir. [56, bölüm 5–6]

Aşağıdaki hesap yalnız belirsizlik aktarımını açıklayan temsili bir modeldir. Kalsiyum derişimi 42 ± 2 mg/L, hacim ise 1,60 ± 0,20 L olarak verilmiş olsun. Her iki ± değerin de kapsama faktörü 2 ile genişletilmiş belirsizlik olduğunu ve girdilerin bağımsız kabul edildiğini varsayalım. Standart belirsizlikler sırasıyla 1 mg/L ve 0,10 L olur.

Çarpım için, küçük belirsizlikler ve bu bağımsızlık varsayımı altında, birleşik standart belirsizlik yaklaşık olarak şu bağıntıyla bulunur:

u(alım) = √[(hacim × u(derişim))² + (derişim × u(hacim))²]

Değerler yerine konulduğunda √[(1,6 × 1)² + (42 × 0,10)²] = yaklaşık 4,49 mg elde edilir. Aynı kapsama faktörüyle genişletilmiş belirsizlik yaklaşık 9,0 mg'dır. Uygun yuvarlamayla sonuç 67 ± 9 mg şeklinde sunulabilir. Bu, bireyin bağırsaktan emdiği kalsiyum miktarı değildir; yalnız suyla ağızdan alınan miktarın bu model altındaki hesabıdır.



Şekil 21. Günlük alım belirsizliğine iki katkı. Bağımsız girişler varsayımında derişim ve tüketim hacminden gelen varyans katkıları. Bu örnekte hacim katkısı daha büyüktür; bütün ölçümler için genel oran değildir.

Dayanak: [**56**], bölüm 5–6; temsili hesap.

Dikkat çekici nokta, bu örnekte hacim belirsizliğinin derişim belirsizliğinden daha fazla katkı yapmasıdır. Laboratuvar sonucuna bir ondalık basamak daha eklemek, içilen hacim kabaca tahmin ediliyorsa günlük bütçeyi aynı ölçüde iyileştirmez. Ölçüm zincirinde en zayıf bilgi nerede ise iyileştirme oraya yönelmelidir.

Zaman değişimi laboratuvar belirsizliği değildir

Bir suyun kalsiyumu farklı günlerde 35–60 mg/L arasında değişiyorsa, tek numunenin laboratuvar belirsizliği bu değişimin tamamını kapsamaz. Laboratuvar belirli bir numuneyi örneğin 42 ± 2 mg/L raporlayabilir. Bu ifade, kaynağın yıl boyunca 40–44 mg/L aralığında kalacağını söylemez.

Aynı ayrım mineral kartuşlarında daha belirgin olabilir. Akış, bekleme ve işlenen hacim değiştikçe çıkış derişimi değişebilir. Böyle bir sistemde tek ölçümün belirsizliğini azaltmak yerine, uygun zaman ve hacim noktalarında tekrarlı örnekleme yapmak daha önemli olabilir. Temsil gücü, analitik hassasiyetin yerine geçmez; analitik hassasiyet de temsil gücünün yerine geçmez. [55]

Bu nedenle günlük mineral bütçesi için üç düzey ayrı raporlanabilir: ölçülen derişimlerin aralığı, tüketim kaydının aralığı ve bunlardan türetilen alım senaryoları. Gerçek bir zaman serisi yoksa, sonuç "ortalama yıllık alım" adıyla sunulmamalıdır. En fazla belirli girdilere dayalı senaryo olarak adlandırılabilir.

Sınıra yakın sonuçta karar kuralı

Bir sonucun bir sınıra yakın bulunması, yalnız ortadaki sayıyı okuyarak çözülemez. Uygunluk değerlendirmesinde hangi karar kuralının kullanıldığı önemlidir. Ölçüm belirsizliğinin karara nasıl katıldığı, yanlış kabul ve yanlış ret risklerinin nasıl ele alındığı, ilgili şartname veya mevzuatla birlikte değerlendirilir. Uygulanacak karar kuralının laboratuvarla müşteri arasında açık olması gerektiği akreditasyon rehberlerinde özellikle vurgulanır. [60; 61]

Temsili olarak bir şartnamenin üst sınırı L = 10 birim olsun. Sonuç 9,5 birim ve genişletilmiş belirsizlik 1 birim ise yalnız 9,5 sayısına bakarak bütün olası değerlerin sınırın altında olduğu söylenemez. Ancak bundan otomatik olarak "uygunsuz" kararı da çıkmaz. Uygunluk beyanı, önceden belirlenen ve uygulanabilir şartnameye uygun karar kuralına göre verilir. Buradaki 10 sayısı herhangi bir kirletici için sağlık sınırı değildir; karar mantığını göstermek için seçilmiştir.

Mineral katkısı hesabı ile yasal uygunluk değerlendirmesi bu noktada ayrılır. Beslenme hesabında değişkenliğin toplam alıma etkisi araştırılır. Uygunlukta ise tanımlanmış kurala göre kabul veya ret değerlendirilir. Aynı rapor iki amaçla kullanılabilir, fakat aynı yorum kalıbıyla değil.

Birden fazla suyu tek bütçede birleştirmek

Evde, işte ve dışarıda farklı sular kullanılıyorsa günlük katkı her kaynağın kendi derişimiyle çarpılmalıdır. Temsili bir günde evde 0,8 L, işte 0,7 L ve dışarıda 0,3 L içilmiş olsun. Bu suların kalsiyumları sırasıyla 10, 60 ve 100 mg/L ise katkılar 8, 42 ve 30 mg'dır. Günlük toplam 80 mg olur. Toplam hacim 1,8 L olduğundan hacim ağırlıklı ortalama yaklaşık 44,4 mg/L'dir.

Üç derişimin aritmetik ortalaması 56,7 mg/L'dir. Bunu 1,8 L ile çarpmak 102 mg verir ve gerçek senaryo toplamını 22 mg aşar. Hata kimyasal analizden değil, farklı hacimleri eşit ağırlıkla değerlendirmekten doğmuştur.

Tablo 53. Üç kaynaktan kalsiyum alımının temsili hesabı

Kaynak	Tüketilen hacim	Kalsiyum	Günlük katkı
Ev	0,8 L	10 mg/L	8 mg
İş yeri	0,7 L	60 mg/L	42 mg
Dışarıda	0,3 L	100 mg/L	30 mg
Toplam	1,8 L	Hacim ağırlıklı: 44,4 mg/L	80 mg

Çay, kahve veya yemek için kullanılan su bütçeye eklenecekse, içilen düz suyla aynı hacim iki kez sayılmamalıdır. Hazırlanan bütün suyun tüketilip tüketilmediği de önemlidir. Makarna haşlama suyunun büyük bölümü dökülüyorsa, tencereye konan hacmin tamamı beslenme katkısına yazılamaz. Bu tür hesaplarda "kullanılan su" ile "tüketilen su" ayrımı, suyun mineral analizinden daha büyük hata yaratabilir.

Raporun sonunda kurulabilecek cümle

İyi bir yorum, hem sonucu hem sınırını tek cümlede taşır: "Belirtilen tarihte tüketim musluğundan alınan numunede kalsiyum 42 mg/L ölçülmüştür; bu bileşim ve 1,6 L/gün tüketim varsayımı altında suyla alınan kalsiyum 67,2 mg/gündür." Böyle bir ifade ne suyun bütün yıl aynı olduğunu ne de bu miktarın tümüyle emildiğini iddia eder.

Kötü yorum ise aynı sonucu "bu cihaz günlük kalsiyum gereksinimini karşılar" gibi hacmi, yaş grubunu, diğer beslenme kaynaklarını ve gereksinim tanımını dışlayan bir hükme dönüştürür. Analiz raporunun değeri, ona taşıyamayacağı anlamlar yüklenmediğinde artar. Sayı, doğru tanımlanan soruya bağlandığında bilgi olur.

31. Yaygın iddialar için kanıt dosyaları

Bir sağlık iddiası, içinde doğru bir bilgi bulunduğu için bütünüyle doğru olmaz. “Magnezyum insan için gereklidir” doğru bir başlangıçtır. Bundan “bu kartuşun ürettiği su kalp krizini önler” sonucuna geçmek ise başka bir iddiadır. İlk cümle bir elementin fizyolojik görevini anlatır; ikincisi belirli bir ürünün belirli kullanım koşullarında hastalık sonucunu değiştirdiğini öne sürer. Aradaki basamaklar ölçülmeden atlandığında bilimsel terimler, kanıtın yerine geçen süslemelere dönüşür.

Bu bölümde iddialar, bir ürünün lehinde veya aleyhinde kullanılacak hazır sloganlar olarak değil, sınanabilir cümleler hâlinde ele alınmaktadır. Her dosyada önce hükmün kapsamı daraltılır, ardından gereken kanıt tanımlanır. Böylece hangi bilginin doğru olduğu kadar, nerede anlam değiştirdiği de görülebilir.

“Su, mineralleri yalnız organik biçimde içerirse yararlıdır”

Bu iddia doğru değildir. Kalsiyum ve magnezyumun suda çözünmüş iyonlar olarak bulunması, insan bağırsağından emilemeyecekleri anlamına gelmez. Kalsiyum içeren suların biyoyararlanımını karşılaştıran insan araştırmaları, sudaki kalsiyumun kullanılabilir bir kaynak olabildiğini göstermektedir. Magnezyumun emilimi de öğünle birlikte tüketim ve tüketimin gün içine dağılımı gibi koşullardan etkilenebilir. [7; 8; 9; 10]

Buradaki hata “organik” kelimesinin kimyasal anlamıyla pazarlamadaki olumlu çağrışımının birbirine karıştırılmasıdır. Bir mineralin gerekli olması, bütün bileşiklerinin aynı emilim oranına sahip olduğunu göstermez. Ancak karbon içermeyen çözünmüş iyonları “cansız ve kullanılamaz” diye dışlamak da kimyasal bir temele dayanmaz.

İddiayı sınamak için gereken veri, elementin ismi değil, alınan miktarın ve emilimin uygun yöntemle ölçülmesidir. İki kaynağın eşit hacimlerinin karşılaştırılması yeterli olmayabilir; kalsiyum miktarları farklıysa emilen toplam da farklı çıkabilir. Eşit element dozu, uygun

karşılaştırıcı ve deney koşulları birlikte değerlendirilmelidir. Bu nedenle "organik mineral" etiketi bir biyoyararlanım sonucu yerine geçmez.

"Arıtma minerali yüzde 95 azalttığına göre vücut yüzde 95 mineral kaybeder"

Bu sonuç yanlıştır. Arıtma öncesi ve sonrası su derişimlerinin farkı, vücuttaki mineral stokunun değişimi değildir. Günlük beslenme, başka içecekler, tüketilen su hacmi, emilim ve atılım hesaba katılmadan bedenin mineral dengesine ilişkin yüzde verilemez. Sudaki azalmanın toplam alıma nasıl yansıdığı 24. bölümde gösterilmiştir.

Bu iddia üç farklı paydayı birbirine karıştırır: sudaki başlangıç derişimi, günlük toplam mineral alımı ve vücuttaki toplam mineral miktarı. Yüzde işareti aynı kaldığı için bunların aynı büyüklük olduğu sanılabilir. Oysa birincisi mg/L, ikincisi mg/gün, üçüncüsü mg veya g cinsinden bir stoktur. Birbirlerine dönüştürülebilmeleri için ek bilgi gerekir.

Ters yöndeki "mineraller besinden alındığı için sudaki kaybın hiçbir önemi yoktur" cümlesi de koşulsuz kurulamaz. Başlangıçta önemli katkı sağlayan bir suyun değişmesi toplam alımı azaltır. Bu azalmanın klinik sonucu, kişinin toplam beslenmesi ve diğer koşullarıyla birlikte değerlendirilir. WHO, suyun mineral katkısının özellikle alımı sınırda olan kişiler açısından dikkate alınmasını önerirken herkes için tek bir asgari kalsiyum veya magnezyum derişimi belirlememektedir. [2, s.436–437]

"TDS yükseldiyse su daha besleyici olmuştur"

TDS artışı hangi maddelerin arttığını söylemez. Aynı toplam çözünmüş madde miktarına sahip iki suyun kalsiyum, magnezyum, sodyum ve diğer iyon dağılımları farklı olabilir. Bir mineral filtresinin çıkışındaki TDS yükselişi, tek başına magnezyum salımı veya belirli bir sağlık yararı göstermez. [2, s.498–499; 54]

Temsili olarak bir kartuşun çıkışında iletkenlikten hesaplanan TDS 20 mg/L'den 80 mg/L'ye yükselsin. Bu sonuç 60 mg/L kalsiyum eklendiği anlamına gelmez. Çıkıştaki gerçek kalsiyum farkı 10 mg/L olabilir; artışın geri kalanı diğer iyonlar ve kullanılan çevrim katsayısıyla ilişkili olabilir. Beslenme hesabında kullanılması gereken sayı 60 değil, doğrulanmış element farkıdır.

İddiayı sınamak için giriş ve çıkışta hedef elementlerin ayrı ölçümü gerekir. Numuneler aynı çalışma durumunu temsil etmelidir. Ayrıca toplam değişimin yalnız karta bağlı olduğunu söyleyebilmek için karışım, bekleme ve diğer son işlemler ayrılmalıdır. Ekrandaki tek sayı, böyle bir deneyin yerini tutmaz.

“Sert suyun bıraktığı tortu eklemlerde de birikir”

Çaydanlıkta oluşan çökelti ile osteoartritin gelişimi aynı süreç değildir. Osteoartrit eklemin çeşitli dokularını etkileyen bir hastalıktır; içilen sudaki kalsiyum karbonatın ekleme taşınıp orada çaydanlıktaki gibi tabaka oluşturması şeklinde açıklanamaz. Kemik mineralizasyonu, doku kalsifikasyonu ve eklem hastalığı arasındaki ayrım 13. bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır. [21; 22]

Buradaki benzetme görsel olarak ikna edici, biyolojik olarak yetersizdir. Bir yüzeyde ısıtma ve karbonat dengesiyle oluşan çökeltiyi vücudun sindirim, emilim, dolaşım ve düzenleme süreçlerini atlayarak eklem hastalığına dönüştürür. Aynı kelimenin gündelik dilde iki olay için kullanılması, ortak neden bulunduğunu kanıtlamaz.

Bu iddianın araştırılabilmesi için kişilerin su maruziyetlerinin güvenilir biçimde ölçüldüğü, hastalık tanısının uygun yöntemle konduğu ve yaş, kilo, yaralanma, yüklenme gibi etkenlerin değerlendirildiği insan verisi gerekir. Su sertliğinin tek başına ölçüldüğü bir cihaz gösterisi böyle bir sağlık deneyi değildir. Ayrıca “sert su osteoartrit yapar” iddiası desteklenmediğinde bundan “sert su osteoartriti tedavi eder” sonucu da doğmaz.

“Kalsiyum taşı olan kişi kalsiyumu tamamen bırakmalıdır”

Bu, kendi başına uygulanacak doğru bir yaklaşım değildir. Böbrek taşlarında taşın türü ve idrar özellikleri önemlidir. Kalsiyum içeren taşlar ile beslenmedeki kalsiyum arasındaki ilişki yalnız “daha fazla kalsiyum, daha fazla taş” biçiminde kurulamaz. 16. bölümde tartışılan randomize araştırmada normal kalsiyum içeren, tuz ve hayvansal proteini azaltılmış beslenme yaklaşımı düşük kalsiyumlu yaklaşımdan daha iyi bir taş tekrarı sonucu vermiştir. Bu çalışma bir su markası deneyi değildir. [29; 30; 31]

Yanlış çıkarım, taşın kimyasal bileşimini doğrudan besin yasağına çevirmektir. Taş oluşumu idrar hacmi, oksalat, sitrat, sodyum ve başka değişkenlerden etkilenir. Bir besin bileşeninin bağırsakta başka bir bileşenle etkileşmesi de sonucu değiştirebilir. Bu nedenle yalnız su etiketindeki kalsiyuma bakılarak kişisel taş tedavisi düzenlenmez.

Pratik hüküm nettir: taşı olan kişi, su seçimini taş analizinden ve klinik değerlendirmeden bağımsız bir reklam kuralına göre yapmamalıdır. Su tüketimi konusunda verilen genel taş önleme önerileri, sıvı kısıtlaması gerektiren başka hastalıkları olan kişilere otomatik aktarılmaz. Uygun yaklaşım, taşın türü ve kişinin durumu üzerinden belirlenir.

“Yüksek pH, yüksek kalsiyum ve magnezyum demektir”

Hayır. pH, hidrojen iyonu aktivitesiyle ilişkili bir büyüklüktür; kalsiyum ve magnezyum miktarlarının toplamı değildir. Bir suyun pH'ını değiştirmek ile beslenme açısından anlamlı miktarda bu elementleri eklemek ayrı sonuçlardır. Aynı pH'taki iki suyun alkalinitesi ve mineral bileşimi farklı olabilir. [14; 68]

Bu iddiayı değerlendiren basit bir deneyde pH ile birlikte kalsiyum, magnezyum ve alkalinite ölçülür. Yalnız pH metre kullanmak iddianın mineral kısmını sınamaz. Özellikle düşük iletkenlikli sularda ölçüm koşullarının ayrıca dikkate alınması gerekir; uygun ölçüm yöntemi ve cihaz kullanımı olmadan ekrandaki son basamaklara anlam yüklenmemelidir. [68]

Bir üretici “pH'ı yükseltir” diyorsa bu kimyasal işlev ayrı bir iddia olarak sınanabilir. “Bu nedenle kanın pH'ını sağlıklı düzeye getirir” dediğinde ise farklı bir fizyolojik iddiaya geçmiştir. Sağlıklı kişinin asit-baz düzenlenmesini suyun pH sayısıyla özdeşleştirmek doğru değildir; böbreğin düzenleyici rolü ve hastalık durumları 11. bölüm ve 17. bölümde ele alınmıştır. [15; 32]

“Kalsiyum/magnezyum oranı tek başına ideal suyu belirler”

Bir oran, iki miktarın ölçeğini gizleyebilir. Kalsiyumu 40 ve magnezyumu 10 mg/L olan suyla, kalsiyumu 4 ve magnezyumu 1 mg/L olan su aynı 4:1 kütle oranına sahiptir. Bir buçuk litre tüketimde ilk su 60 mg kalsiyum ve

15 mg magnezyum, ikinci su 6 mg kalsiyum ve 1,5 mg magnezyum sağlar. Oran aynı, katkı on kat farklıdır.

Üstelik kütle oranı ile mol oranı aynı değildir. Kalsiyum ve magnezyumun mol kütleleri farklı olduğundan 4:1 mg oranı yaklaşık 2,43:1 mol oranına karşılık gelir. Hangi oranının kullanıldığı belirtilmeyen “ideal denge” iddiası tanımsal olarak bile eksiktir. [63]

WHO'nun güncel rehberindeki değerlendirme, bütün kişiler ve bütün beslenme örüntüleri için tek bir ideal kalsiyum/magnezyum oranı vermez. Toplam alım ve diğer etkenler dikkate alınmadan suyun iki iyon oranını sağlık puanına çevirmek bu rehberin desteklediği bir sonuç değildir. [2, s.436–437]

“NSF belgesi varsa bütün kirleticiler giderilir”

Bu doğru değildir. Sertifikasyonun anlamı standart, ürün modeli, kapsam ve doğrulanmış iddiaya bağlıdır. Bir ters ozmoz sisteminde toplam çözünmüş maddelerin azaltılmasıyla ilgili test bulunması, bütün olası kirleticiler için aynı azalmanın doğrulandığı anlamına gelmez. NSF/ANSI 58 kapsamındaki bazı kirletici azaltım iddiaları ayrı, isteğe bağlı değerlendirmelerdir. [51; 52]

Malzeme güvenliği, yapısal dayanım ve kirletici azaltımı da aynı başlık değildir. Bir malzemenin suya kabul edilemez düzeyde madde geçirmediğini değerlendiren kapsam, o malzemenin sudan arsenik giderdiğini göstermeyebilir. Benzer biçimde ürünün bir bileşeniyle ilgili kayıt, bütün kurulu cihazı ve sahadaki bakım durumunu kendiliğinden kapsamaz. [53]

İddianın doğrulanmasında belge görüntüsünden daha önemli olan, kayıtlı modelin kimliği ve iddianın tam kapsamıdır. Standart numarasının daha büyük olması da ürünün her bakımdan daha iyi olduğu anlamına gelmez; numaralar farklı değerlendirme alanlarını tanımlar. Bu nedenle sertifika bir başlangıç filtresidir, kapsamı okunmadan kullanılabilecek sınırsız güvence değildir.

“Tek numune raporu filtrenin bütün ömrünü gösterir”

Bir numune belirli koşuldaki durumu gösterir. Kullanım ömrü iddiası ise zaman, işlenen hacim, giriş bileşimi ve çalışma düzeni boyunca performansı ilgilendirir. Başlangıçtaki mineral salımını yıllık katkı olarak

kullanmak, salımın değişmediğini kanıtsız varsayar. 28. bölümdeki kümülatif salım hesabı bu farkı göstermektedir.

Temsili bir ürün ilk 100 litrede 12 mg/L, sonraki 900 litrede 2 mg/L ek magnezyum sağlasın. Toplam salım 1.200 + 1.800 = 3.000 mg, yani 3 g olur. İlk ölçümü 1.000 litreye yaymak 12 g sonucunu verir; gerçek senaryonun dört katıdır. Bu fark laboratuvar hatası değil, zaman içindeki değişimin yok sayılmasıdır.

Aynı ilke güvenlik için de geçerlidir. Tek bir zamanda uygunsuz madde geçişi görülmemesi, bütün bekleme ve kullanım koşullarının denetlendiğini göstermez. Bunun tersine tek bir anormal ilk akış ölçümü de, çalışma koşulu bilinmeden sürekli maruziyetin ölçüsü sayılamaz. Doğru inceleme, hangi kullanımın temsil edildiğini açıkça belirtir.

“Düşük mineralli suyun zararı kanıtlanmadıysa yararı kanıtlanmıştır”

Kanıt yokluğu bir üstünlük belgesi değildir. WHO'nun 2026 rehberi çok düşük mineralli suların uzun dönem tüketiminin yarar ve zararları hakkında öneri oluşturmak için bilimsel bilginin yetersiz olduğunu belirtmektedir. Bu ifade ne tüm düşük mineralli suların koşulsuz zararlı olduğunu ne de bunların diğer güvenli sulardan üstün olduğunu söyler. [2, s.119]

Aynı ölçüt iki tarafa da uygulanmalıdır. “Düşük mineral kesin hastalık yapar” denildiğinde de, “mineralsiz su vücudu temizler” denildiğinde de belirli insan sonucu için uygun kanıt aranır. Birincisi yalnız tarihsel önerilerle, ikincisi yalnız berraklık veya düşük iletkenlikle kanıtlanamaz.

Buradaki belirsizlik, hiçbir karar verilemeyeceği anlamına gelmez. Mikrobiyolojik ve kimyasal güvenlik, malzeme uyumu, beslenmeye katkı ve erişilebilirlik mevcut bilgiyle ayrı ayrı değerlendirilebilir. Bilinmeyen uzun dönem sonuçları, bilinen bir kirlenme riskinin önüne gerekçesiz biçimde geçirmek de doğru olmaz. [2, bölüm 1, 4 ve 6.5]

“Aynı su herkese aynı derecede uygundur”

Su bileşimi aynı olsa bile kişinin toplam alımı ve fizyolojik durumu değişir. Böbrek hastalığında mineral ve sıvı yönetimi, sağlıklı yetişkinler için kullanılan genel yaklaşımın aynısı olmayabilir. Mama hazırlanan bebekte ise yalnız suyun mineral katkısı değil, mamanın kendi bileşimi,

hazırlama oranı ve mikrobiyolojik güvenlik birlikte önemlidir. [32; 33; 34; 36; 37]

Bu durum piyasadaki her suyu yaş veya hastalık grubuna göre otomatik yasaklamak anlamına gelmez. Anlamı daha sınırlı ve daha kullanışlıdır: kişisel bir sağlık gereksinimi varsa etiketin bütün bileşimi ve tüketim miktarı ilgili sağlık değerlendirmesine katılır. “Mineral bakımından zengin” ifadesi bazı bağlamlarda katkı, başka bağlamlarda sınırlandırılması gereken ek yük olabilir.

Böyle bir iddiayı sınamak için hedef grup tanımlanmalıdır. “Herkes” denildiğinde bebekler, gebeler, sağlıklı yetişkinler ve belirli hastalıkları olan kişiler tek grupta toplanır. Bir çalışmanın sağlıklı yetişkinlerde yapılmış olması, diğer gruplardaki güvenliği ve yararı kendiliğinden göstermez.

İddiayı dört satırda çözmek

Bir cümlenin bilimsel değerini değerlendirmek için önce ölçülen nesne, sonra iddia edilen sonuç, ardından aradaki mekanizma ve en son kanıt türü yazılabilir. Bu dört satır, çok sayıda pazarlama metnindeki anlam kaymasını görünür kılar.

Tablo 54. Bir ürün iddiasının dört aşamada ayrıştırılması

Aşama	Temsili ifade	Sorulacak soru
Ölçüm	Çıkışta 15 mg/L magnezyum	Hangi koşulda, hangi hacim boyunca?
Alım	Günde 30 mg magnezyum	Gerçekten 2 L bu sudan tüketiliyor mu?
Fizyolojik etki	Mineral durumunu düzeltir	Başlangıç durumu ve emilim ölçüldü mü?
Sağlık sonucu	Hastalığı önler	Uygun insan çalışmasında gösterildi mi?

İlk satır doğrulanmış olsa bile sonraki üç satır tamamlanmış sayılmaz. Buna karşılık son satır henüz gösterilmemiş diye ilk satırın gerçek kimyasal katkısı yok sayılmaz. Bilimsel değerlendirme, iddiayı bütünüyle yüceltmek veya bütünüyle reddetmek yerine her basamağı kendi kanıtıyla eşleştirir. Suyun mineral bileşimi hakkında açık konuşmanın yolu, belirsizliği gizlemek değil, tam olarak hangi cümlede başladığını göstermektir.

32. Evden toplum sağlığına doğru karar

İyi bir su kararı, önce hangi sorunun çözüleceğini belirler. Bir evde sorun suyun tadı olabilir; başka bir evde doğrulanmış bir kimyasal kirlenme, başka bir yerde ise düzensiz hizmet ve güvenli depolama eksikliği. Bu durumlara aynı cihazı ve aynı mineral hedefini önermek, ölçüm yapılmadan reçete yazmaya benzer. Arıtmanın amacı tanımlanmadan "en iyi su" seçilemez.

Mineral dengesi bu kararın önemli bir parçasıdır, fakat bütün karar değildir. Güvenli olmayan bir suyu kalsiyumu yüksek diye tercih etmek de, düşük TDS'li bir suyu yalnız bu nedenle güvenli saymak da yanlıştır. Kaynaktan tüketim noktasına kadar tehlikelerin yönetildiği yaklaşım, yalnız son ürünün birkaç sayısını karşılaştırmaktan daha geniştir. WHO'nun su güvenliği planı yaklaşımı bu bütünlüğü esas alır. [2, bölüm 1.1 ve 4]

Birinci karar: Sağlık riski mi, kullanım sorunu mu?

Kireç lekesi, tat değişimi, bulanıklık, ölçülmüş nitrat veya mikrobiyolojik uygunsuzluk aynı sorun sınıfı değildir. Bir görünüm sorunu önemli bir değişimin işareti olabilir; fakat görünümün iyi olması da güvenliği kanıtlamaz. Yapılacak değerlendirme, sorunun tanımını ve gerekli ölçümleri birlikte içermelidir. [2, bölüm 10]

Temsili olarak, düzenli denetlenen bir şebekeye bağlı evde yalnız çaydanlık tortusu şikâyeti olduğunu düşünelim. Bu durumda sertlik ve kullanım beklentileri incelenebilir. Aynı evde bir kimyasal kirletici için doğrulanmış sınır aşımı varsa karar yalnız tortuya göre verilemez. Kirleticinin kaynağı, uygun giderim teknolojisi, sistem kapasitesi ve sonrasında doğrulama gerekir. İkinci durumun çözümünü birinci durumun estetik ölçütüyle seçmek sağlık sorusunu cevapsız bırakır.

Arıtma gerekip gerekmediği de bu aşamada değerlendirilir. Her su için aynı düzeyde ev tipi arıtma zorunlu değildir. Bir teknolojinin mevcut olması onun her kullanıcı için gerekli olduğu anlamına gelmez. Tersine belirli bir kirlenme riski doğrulanmışsa, yalnız suyun doğal olması veya mineralce zenginliği koruyucu kanıt sayılmaz. [2, bölüm 1.2.8 ve 8.4.4; 65]

İkinci karar: Hangi arıtma işlevi gerekiyor?

Arıtma teknolojileri bir merdivenin alt ve üst basamakları değildir; farklı işleri yapan araçlardır. Aktif karbon, iyon değişimi, membran ayırma, dezenfeksiyon ve yeniden mineralizasyon aynı problemi çözmez. Birkaç işlemin birlikte kullanılması gerekebilir, ancak her ek aşama bakım, malzeme ve işletme sorumluluğu da getirir. [2, Ek 5]

Bu nedenle ürün seçiminde önce hedef parametre yazılır. Ardından ürünün bu hedefe ilişkin doğrulanmış performansı, kullanılabileceği giriş suyu koşulları ve hizmet ömrü incelenir. Kapasite sonunda ne olacağı bilinmeyen bir sistemin ilk günkü sonucu, sürdürülebilir çözüm sayılmaz. Kullanıcı tarafından uygulanamayacak bakım koşullarına dayanan bir performans da kâğıt üzerinde kalabilir.

Tablo 55. Sorudan doğrulamaya uzanan karar zinciri

Başlangıç sorusu	Gerekli bilgi	Kararın doğrulanması
Suda ne sorun var?	Kaynak, geçmiş ve uygun analiz	Sorunun tanımlanması
Hangi işlev gerekiyor?	Hedef kirletici veya kullanım sorunu	Teknoloji–hedef eşleşmesi
Sistem bu koşulda çalışır mı?	Giriş suyu ve işletme sınırları	Kurulum sonrası ölçüm
Mineral katkısı nasıl değişir?	Önce/sonra Ca, Mg ve ilgili iyonlar	Tüketim hacmiyle katkı hesabı
Performans sürer mi?	Hacim, bakım ve zaman kaydı	İzleme ve yenileme planı

Bu zincirin son halkası satın alma değil, izleme olmalıdır. Cihaz değiştirildiğinde, kaynak suyu değiştiğinde veya beklenmeyen tat ve görünüm farkı oluştuğunda önceki değerlendirme yeniden ele alınır. Değişen sistem, değişmemiş raporla doğrulanamaz.

Üçüncü karar: Mineral katkısı ne kadar değişiyor?

Arıtmanın mineral etkisi, yalnız giderim yüzdesiyle değil, kişinin toplam alımındaki değişimle değerlendirilir. Bunun için çok karmaşık bir beslenme araştırması her zaman gerekli değildir; ilk tarama düzeyinde güvenilir derişim ve tüketim bilgisi bile büyük anlam kaymalarını önleyebilir. Ancak bu hesap klinik tanı yerine geçirilmemelidir.

Temsili bir kaynak değişiminde kalsiyum 70 mg/L'den 10 mg/L'ye, magnezyum 18 mg/L'den 3 mg/L'ye düşsün. Günlük 1,5 L tüketimde fark 90 mg kalsiyum ve 22,5 mg magnezyumdur. Bu miktarlar, başlangıçtaki su katkısının azaldığını açıkça gösterir. Kişinin besin alımı bilinmiyorsa "gereksinimi artık karşılanmıyor" cümlesi kurulamaz; fakat "hiçbir değişiklik olmadı" demek de yanlıştır.

Hesap, hangi açığın araştırılacağını belirler. Kalsiyum veya magnezyum alımı zaten düşük olan bir beslenme örüntüsünde su katkısı daha fazla önem kazanabilir. Buna karşılık düşük mineral katkısını gidermek için kontrolsüz biçimde herhangi bir mineral tuzu eklemek uygun bir yöntem değildir. Sağlık gereksinimi, suyun kimyasal stabilitesi ve kullanılan malzemenin güvenliği ayrı ayrı değerlendirilmelidir. [2, s.436–437; 3; 4]

Dördüncü karar: Yeniden mineralizasyonun amacı nedir?

Yeniden mineralizasyon yapılacaksa amaç yazılı olmalıdır. Su dağıtım sistemiyle uyum, tat, belirli bir elementin katkısı veya bunların birleşimi farklı tasarım ölçütleri gerektirir. Yalnız pH yükseltmekle kalsiyum ve magnezyum katkısının birlikte sağlandığı varsayılamaz. Yalnız kalsiyum eklemek de magnezyum kaybını geri getirmez. [2, bölüm 6.5; 49]

Hedeflerin açık olması gereksiz beklentiyi azaltır. Bir sistem, dağıtım öncesinde suyu kararlı hâle getirmek için tasarlanmış olabilir. Bu işlevin başarısı, kullanıcılarda belirli bir hastalık riskini azalttığı anlamına gelmez. Bir başka sistem suya ölçülebilir magnezyum ekliyor olabilir; bunun günlük katkısı hesaplanabilir, fakat sağlık sonucu yine uygun insan kanıtı gerektirir.

Hedef derişim seçilirken evrensel bir "WHO ideal mineral reçetesi" varmış gibi davranılmamalıdır. WHO'nun sertlik değerlendirmesi, bütün beslenme ve kullanım koşulları için asgari veya azami kalsiyum ve magnezyum hedefi önermemektedir. Bunun yanında, demineralize suya geçilen durumlarda önceki mineral katkısının dikkate alınmasını açıkça belirtmektedir. Bu iki yaklaşım çelişmez: katkıyı önemsemek, tek bir sayı dayatmak demek değildir. [2, s.436–437]

Beşinci karar: Kullanıcı grubu genel öneriye uyuyor mu?

Bir hanede aynı suyu kullanan kişilerin gereksinimleri aynı değildir. Sağlıklı yetişkinler için yapılan değerlendirme, belirli böbrek hastalığı olan kişi veya mama hazırlanan bebek için tek başına yeterli olmayabilir. Bu durumlarda suyun sodyum, potasyum ve diğer bileşenleri, toplam beslenme ve sıvı düzeni içinde ele alınır. [32; 34; 36]

Burada amaç her haneyi karmaşık bir klinik programa dönüştürmek değildir. Amaç, önemli istisnaları fark etmektir. Hekim tarafından sıvı veya belirli mineral kısıtlaması verilmişse, "çok mineral her zaman iyidir" düşüncesi bu planı geçersiz kılamaz. Bebek mamasında ise güvenli su seçimi, uygun hazırlama ve doğru seyreltme oranının yerine geçmez. Mineral ekleme amacıyla mamanın oranını değiştirmek doğru değildir. [36; 37]

Kişiye özgü karar gerektiren bir durum yoksa bile su seçimi beslenmenin tamamından bağımsız bir sağlık projesine dönüştürülmemelidir. Bir suyun katkısı anlamlı olabilir; fakat bu katkı, yetersiz ve tekdüze beslenmenin bütün sonuçlarını gideren bir çözüm değildir. Kalsiyum ve magnezyum için günlük alımın ana kaynakları ve uygun beslenme yaklaşımları ilgili bölümlerde değerlendirilmiştir. [3; 4]

Evde uygulanabilir bir kayıt düzeni

Uygulamada en yararlı kayıt, çok sayıda ölçüm içeren fakat yorumlanmayan bir dosya değil, karar sorusuna cevap veren kısa ve sürekliliği olan bilgidir. Su kaynağı, cihaz modeli ve aşamaları, kurulum ve bakım tarihleri, ilgili analizler ve beklenmeyen değişiklikler birlikte tutulabilir. Her değişimin tarihini bilmek, daha sonra ortaya çıkan bir sorunun kaynağını araştırmayı kolaylaştırır.

Mineral katkısı için kaydedilen tüketim hacmi gerçekçi olmalıdır. Ailenin toplam cihaz üretimini kişi sayısına bölmek, herkesin eşit miktarda içtiğini ve hiçbir suyun dökülmediğini varsayar. Çay ve yemek, ziyaretçiler, iş yerinde içilen su ve temizlik için kullanılan hacimler bu basit bölmeyi bozabilir. İlk yaklaşım için birkaç temsil edici günün kaydı, belirsiz bir aylık tahminden daha yararlı olabilir; ancak az sayıdaki günün bütün yılı kesin temsil ettiği iddia edilmemelidir.

Tablo 56. Bir ev için temsili izleme dosyası

Başlık	Tutulacak kayıt	Kararda kullanım
Kaynak	Şebeke, kuyu veya ambalajlı ürün kimliği	Bileşimin kökenini izlemek
Sistem	İşlem sırası ve model bilgileri	Numune noktasını tanımlamak
Bakım	Değişim, temizlik ve arıza tarihleri	Performans değişimini araştırmak
Analiz	Tarih, nokta, yöntem ve sonuç	İddiaları ölçümle karşılaştırmak
Tüketim	İçilen ve yiyecekte kalan hacim	Günlük mineral katkısını hesaplamak

Bu dosya bir tanı aracı değildir. Görevi, suyla ilgili kararın bellek, reklam veya rastgele tek ölçüm yerine izlenebilir bilgiye dayanmasını sağlamaktır.

Toplum ölçeğinde aynı hesap neden büyür?

Bir evin su değişimi birkaç kişiyi etkiler. Bir şehrin kaynak değişimi ise beslenme örüntüleri farklı çok sayıda kişiyi aynı anda etkileyebilir. Bu durumda yalnız ortalama derişim değil, hizmet alanları, tüketim davranışı ve hassas gruplar da önem kazanır. Toplumun tamamını tek bir yetişkin ve tek bir günlük hacimle temsil etmek, dağılımı gizler.

Temsili bir kaynak değişiminde magnezyum katkısı kişi başına 15 mg/gün azalsın. Yüz bin kişi için bu, toplamda günde 1,5 kg daha az magnezyumun suyla tüketilmesi demektir. Bu kütle hesabı doğrudur; fakat bundan belirli sayıda kalp krizi veya eksiklik vakası hesaplanamaz. Böyle bir sağlık tahmini için uygun nedensel ilişki, maruziyet dağılımı ve başlangıç riskleri gerekir. Su mineralizasyonuyla kalp-damar sonuçları arasındaki gözlemsel ilişkinin nedensellik sınırları 14. bölümde açıklanmıştır. [2, s.436–437]

Toplum ölçeğinde yapılabilecek sağlam iş, değişimin bileşim ve katkı yönünü ölçmek, gerekiyorsa beslenme verisiyle birlikte değerlendirmek ve işletme hedeflerini açıkça belirlemektir. Önceki kaynağın mineral katkısını koruma düşüncesi, bütün nüfusa aynı takviye dozunu verme yaklaşımıyla eş tutulmamalıdır. Su arıtımı ve halk sağlığı programları farklı uygulama ve izleme sorumlulukları taşır.

Karar ile iletişimin birbirini tamamlaması

Teknik karar doğru olsa bile kötü iletişim güveni zedeleyebilir. “Mineraller tamamen zararlıdır, hepsini sıfırlıyoruz” veya “doğal mineraller her koşulda koruyucudur” gibi cümleler, gerçekte yapılan işlemi yanlış çerçeveler. Daha doğru açıklama, hangi tehlikenin azaltıldığı, mineral bileşiminin nasıl değiştiği ve bu değişimin nasıl izlendiğidir.

Bir kaynak değişiminde tüketiciye sunulacak bilgi, yalnız “standarda uygundur” cümlesinden ibaret olmamalıdır. Kaynağın ve işlemin ne olduğu, temel mineral bileşimi, tadın neden değişebileceği ve özel bir uyarı bulunup bulunmadığı anlaşılır biçimde açıklanabilir. Bununla birlikte ayrıntılı teknik açıklama, doğrulanmamış sağlık vaadine dönüştürülmemelidir. WHO'nun tüketicinin mineral bileşimi hakkında bilgilendirilmesi yönündeki yaklaşımı bu açıklığı destekler. [2, s.437]

Belirsizlik de iletişimin parçasıdır. “Bu değişimin günlük magnezyum katkısını şu kadar azalttığını ölçtük; kişisel sağlık sonucu yalnız bu ölçümle belirlenemez” cümlesi zayıf değil, kapsamı doğru çizilmiş bir açıklamadır. Kesinlik görüntüsü veren fakat ölçülmeyen bir sağlık sonucu söylemek daha güçlü bilim değildir.

Kararın gözden geçirileceği anlar

Hiçbir su kararı sonsuza kadar geçerli kabul edilmemelidir. Kaynak değişikliği, yeni bir arıtma aşaması, depo yenilenmesi, malzeme değişimi, uzun süre kullanılmama veya doğrulanmış uygunsuzluk, yeniden değerlendirme nedeni olabilir. Su güvenliği planlarında olay sonrası gözden geçirme ve düzenli iyileştirme yaklaşımı bu nedenle yer alır. [2, bölüm 4.5]

Gözden geçirme, her seferinde bütün sistemi değiştirmek demek değildir. Bazen numune noktasını düzeltmek, bazen bakımı zamanında yapmak, bazen bir karışım oranını doğrulamak yeterlidir. Bazen de sistemin seçilen hedefi karşılamadığı anlaşılır ve esaslı değişiklik gerekir. Bu ayrım ölçüme dayanmalıdır.

Suyun mineral dengesi hakkında doğru kararın özü, güvenlik, katkı ve sağlık iddiasını aynı cümlede eritmemektir. Güvenlik için tehlikeler denetlenir. Katkı için element ve tüketim miktarı hesaplanır. Sağlık yararı için uygun insan kanıtı aranır. Bu üçü birlikte değerlendirildiğinde su ne mucizeye dönüştürülür ne de gereksiz bir korkunun kaynağı yapılır.

33. Numune zinciri ve ölçüm planı

Su analizinde en pahalı hata, yanlış soruya çok hassas cevap vermektir. Bir mineral filtresinin ne kadar magnezyum eklediği araştırılırken yalnız son musluktan alınan suyun analiz edilmesi buna örnektir. Sonuç doğru olsa bile girişte ne kadar magnezyum bulunduğu bilinmediği için filtrenin katkısı belirlenemez. Aynı sorun, depo etkisi araştırılırken numunenin depodan önce alınmasında veya günlük maruziyet araştırılırken yalnız uzun bekleme sonrasındaki ilk suyun incelenmesinde ortaya çıkar.

Ölçüm planı, cihaz ve şişe seçilmeden önce hazırlanmalıdır. İlk cümle "hangi analizler yapılacak?" değil, "hangi karar verilecek?" olmalıdır. Karar suyun mevcut bileşimini tanımak, bir aşamanın etkisini ayırmak, kullanım ömrünü incelemek veya bir uygunsuzluğun kaynağını bulmak olabilir. Bu dört amaç, aynı numune düzenini gerektirmez. Saha örneklemesinin ölçüm hedefiyle birlikte tasarlanması, numune alma ve analiz belirsizliklerini aynı değerlendirmeye dâhil eden yaklaşımın temelidir. [55; 62]

Ölçülecek büyüklüğü tam olarak tanımlamak

"Kalsiyumu ölçmek" eksik bir tanımdır. Daha tam bir tanım şöyle olabilir: "Belirli bir konuttaki tüketim musluğundan, tanımlanmış akış koşulunda alınan numunenin çözünmüş kalsiyum derişimini mg/L olarak belirlemek." Bu cümle ölçülen nesneyi, yeri, durumu, fraksiyonu ve birimi bir araya getirir. Ölçülecek büyüklük değiştiğinde sonuçların anlamı da değişir.

Aynı su sistemi için üç ayrı soru kurulabilir. Birincisi, bir kişinin ilk bardakta aldığı kalsiyum miktarıdır. İkincisi, gün boyunca tükettiği bütün suların hacim ağırlıklı ortalama derişimidir. Üçüncüsü, mineral kartuşundan geçen suyun belirli debideki anlık çıkış derişimidir. Bunlar birbirine yakın görünebilir, ancak eşit olmak zorunda değildir. İlk bardak bekleme etkisini, günlük ortalama tüketim davranışını, anlık çıkış ise belirli işletme durumunu içerir.

Ölçüm hedefi bu kadar açık yazıldığında gereksiz genellemeler de azalır. Bir anlık çıkış numunesiyle günlük ortalama iddia edilmez. Günlük ortalama ile ürünün yeni ve ömrünün sonundaki durumlarının aynı olduğu söylenmez. Bir evdeki sonuç da şehirdeki bütün cihazlara

taşınmaz. Böyle bir kısıtlama araştırmayı küçültmez; hangi soruya cevap verdiğini görünür kılar.

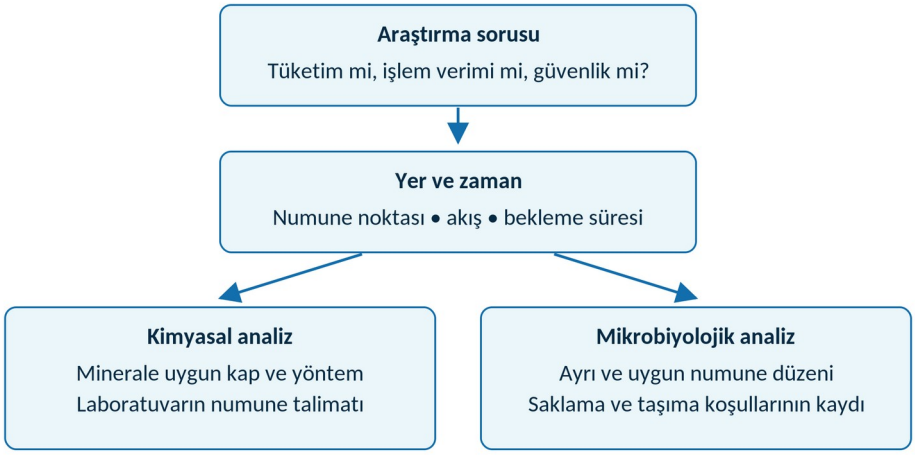
Tablo 57. Aynı sistem için farklı ölçüm soruları

Soru	Numune düzeninin temel özelliği	Sonucun kapsamı
Şu anda musluktaki bileşim nedir?	Tanımlı noktada ve koşulda anlık örnek	O anki su
Kartuş ne ekliyor?	Eşleşmiş giriş ve çıkış örnekleri	Belirli koşuldaki net fark
Kullanıcı bir günde ne alıyor?	Tüketim hacimleriyle eşleştirilmiş örnekler	Kaydedilen günün katkısı
Ürün ömrü boyunca ne yapıyor?	İşlenen hacim ve zaman boyunca izleme	Denenen kullanım aralığı

Sistemi önce çizmek

Numune noktalarını belirlemek için suyun gerçek akış yolu çizilmelidir. Giriş, ön arıtma, membran, karışım, mineral kartuşu, depo ve tüketim musluğu sıralaması her cihazda aynı değildir. Mineral kartuşunun depodan önce veya sonra olması, alınan numunenin neyi temsil ettiğini değiştirir. Etiket üzerinde yazan aşama sayısı, gerçek akışın yerine kullanılamaz.

Basit bir çizimde her su yolu bir okla, her değiştirici bileşen ayrı kutuyla gösterilebilir. Karışım varsa ikinci kaynağın girişi de çizilir. Depoya giren ve depodan çıkan su aynı anda üretilmiş olmak zorunda olmadığından, depolu sistemde giriş ve son musluk numunelerinin zaman bakımından nasıl eşleştirileceği ayrıca düşünülmelidir. Bu çizim ölçekli bir mühendislik projesi olmak zorunda değildir; amaç numunenin hangi geçmişe sahip olduğunu bilmek ve olası karışmaları önlemektir.



Şekil 22. Sorudan numune düzenine. Kimyasal ve mikrobiyolojik numuneler aynı hazırlama işlemi sayılmaz. Ayrıntılı koruma, taşıma ve kabul koşullarını yetkin laboratuvar belirler.

Dayanak: [55]; [62]; özgün şema.

Bir arıza araştırmasında çizimin başka bir yararı daha vardır. Sorun yalnız son muslukta görülüyor, fakat önceki noktada görülmüyorsa aradaki bileşenler araştırılır. Bu, otomatik olarak tek bir parçanın suçlu bulunduğu anlamına gelmez; yalnız arama alanını daraltır. Sonuçta fark görülmemesi de bütün parçaların aynı koşullarda her zaman güvenli olduğunu kanıtlamaz. Bulguların kapsamı örneklenen koşullarla sınırlıdır.

Anlık örnek ve bileşik örnek

Anlık örnek kısa bir zaman aralığındaki suyu temsil eder. Bileşik örnek ise farklı zamanlarda veya farklı hacim aralıklarında alınmış alt örneklerin belirli bir kurala göre birleştirilmesidir. İkisinden hangisinin uygun olduğu ölçüm sorusuna bağlıdır. Bileşik örneğin daha çok su içermesi, her amaç için daha iyi olduğu anlamına gelmez.

Günlük ortalama mineral katkısını araştırırken hacim ağırlıklı bir yaklaşım yararlı olabilir. Buna karşılık kısa süreli yüksek salımın varlığı araştırılıyorsa, bütün günün suyunu birleştirmek bu tepeyi seyreltebilir. Ayrıca her parametre bileşik örneklemeye aynı derecede uygun değildir. Numunenin kimyasal veya mikrobiyolojik özelliklerinin bekleme sırasında değişebilmesi nedeniyle yöntem, yetkin laboratuvarla birlikte

belirlenmelidir. Burada bütün analizler için tek bir birleştirme ve saklama yöntemi önerilmemektedir. [62]

Temsili bir tüketimde ilk 0,2 L suyun magnezyumu 20 mg/L, sonraki 1,8 L'nin magnezyumu 4 mg/L olsun. Günlük katkı 4 + 7,2 = 11,2 mg'dır. Hacim ağırlıklı derişim 5,6 mg/L olur. İlk ve ikinci örnekten eşit hacim alınarak karıştırılırsa 12 mg/L bulunur; bu karışım günlük tüketimi doğru ağırlıklandırmaz. Sorun laboratuvarda değil, bileşik örneğin kuruluşundadır.

Aynı örnekte 5,6 mg/L günlük ortalama, ilk suyun 20 mg/L olduğu gerçeğini ortadan kaldırmaz. Araştırma kısa süreli salımı konu alıyorsa iki sonuç birlikte gerekir. Bir ortalamanın doğru hesaplanmış olması, dağılımdaki bütün özellikleri anlattığı anlamına gelmez.

Eşleşmiş giriş ve çıkış örnekleri

Bir arıtma aşamasının etkisini değerlendirmede giriş ve çıkışın eşleşmesi önemlidir. Kaynak suyu günler arasında değişiyorsa, bir günün girişini başka bir günün çıkışıyla karşılaştırmak aşamanın etkisini yanlış gösterebilir. Eşleşme yalnız takvim tarihiyle de sınırlı değildir; depolama, bekleme ve hidrolik gecikme varsa suyun sistemdeki geçiş zamanı dikkate alınmalıdır.

Temsili dört ölçümde giriş kalsiyumu 40, 45, 60 ve 50 mg/L; eşleşmiş çıkışlar 12, 14, 18 ve 15 mg/L olsun. Her çift kendi içinde değerlendirildiğinde yaklaşık yüzde 69–70 azaltım görülür. İlk günün 40 mg/L girişi ile üçüncü günün 18 mg/L çıkışı yanlışlıkla eşleştirilirse yüzde 55 azaltım hesaplanır. Cihaz değişmemiş olabilir; yanlış eşleşme performans değişmiş izlenimi yaratmıştır.

Tablo 58. Eşleştirmenin etkisini gösteren temsili veri

Ölçüm çifti	Giriş Ca, mg/L	Çıkış Ca, mg/L	Aynı çiftte azaltım
1	40	12	%70,0
2	45	14	%68,9
3	60	18	%70,0
4	50	15	%70,0

Bu örnekten bütün cihazlar için yüzde 70 performans sonucu çıkarılmaz. Sayılar yalnız eşleşmiş tasarımın önemini göstermek için oluşturulmuştur. Gerçek deneyde derişim ölçümlerinin belirsizliği ve akış koşulları ayrıca değerlendirilir.

Tekrarlı ölçüm ile bağımsız örnek aynı değildir

Aynı şişenin cihazda altı kez okunması altı bağımsız saha örneği oluşturmaz. Bu düzen daha çok cihazın kısa süreli tekrarlanabilirliği hakkında bilgi sağlar. Aynı kovadan doldurulan altı şişe de kaynağın altı farklı gündeki değişimini göstermez. Ölçüm sayısı artmış olabilir; fakat örneklenen gerçek durum sayısı artmamıştır.

Ürünler arasında farklılık araştırılıyorsa birden fazla bağımsız ürün gerekir. Aynı ürünün farklı günlerde incelenmesi kullanım içindeki değişimi gösterir, ürünler arası üretim değişkenliğini değil. Aynı üretim partisinden alınan ürünlerle farklı partiler arasındaki durum da ayrı konudur. Bu düzeylerin birbirine karıştırılması, eldeki veri miktarının olduğundan büyük görünmesine yol açar.

Bir deney raporunda “n = 12” ifadesi görüldüğünde bu 12'nin ne olduğu sorulmalıdır: 12 cihaz mı, 12 ev mi, aynı cihazdan 12 gün mü, yoksa aynı numunenin 12 okuması mı? Bunların her biri farklı bir çıkarım gücü taşır. Sayının kendisi değil, bağımsız deney biriminin tanımı önemlidir.

Bu ayrım özellikle mineral kartuşu testlerinde gereklidir. Bir kartuşun 20 ölçüm noktasında incelenmesi güçlü bir zaman profili sağlayabilir; ancak 20 farklı kartuşun üretim tutarlılığını göstermiş olmaz. Zaman içindeki izleme ile ürünler arasındaki tekrar, deneyin iki ayrı ekseni olarak tasarlanmalıdır.

Kaynak, mekân ve zamanın birlikte örneklenmesi

Bir apartmanın veya küçük hizmet bölgesinin suyu inceleniyorsa örneklerin nereden alınacağı amaca göre belirlenmelidir. Girişe yakın ve uzak noktalar, farklı depolar veya farklı kullanım sıklıkları aynı bileşimi vermeyebilir. Yalnız kolay erişilen muslukları seçmek, araştırmanın hedeflediği sistemi temsil etmeyebilir. Su güvenliği değerlendirmesinde sistemin bütününün tanınması bu nedenle önemlidir. [2, bölüm 4]

Temsili bir plan, iki mevsimde üç konutu, iki akış durumunda ve her durumda iki bağımsız günde inceleyebilir. Bu düzen $2 \times 3 \times 2 \times 2 = 24$ saha örnekleme durumu oluşturur. Her numunede sekiz parametre ölçülürse 192 sayısal sonuç elde edilir; fakat 192 bağımsız konut araştırılmış olmaz. Planın kapsadığı konut sayısı hâlâ üçtür.

Örnek sayısı seçimi, araştırılan farkın büyüklüğü ve değişkenlik hakkında bilgi gerektirir. Buradaki 24 sayısı evrensel yeterlilik ölçütü değildir. İlk tarama için uygun görülen bir düzen, küçük sağlık farklarını veya nadir uygunsuzlukları saptamak için yetersiz olabilir. Araştırma hedefi büyüdükçe örnekleme ve istatistik planı da buna göre geliştirilir.

Şişe, koruma ve taşıma koşulları neden laboratuvarla belirlenir?

Bütün su analizleri aynı şişe ve saklama koşuluyla yapılamaz. Numunenin alınma amacı, incelenecek parametre, kullanılan yöntem ve gerekli numune hazırlığı birlikte belirleyicidir. Bir analiz için hazırlanmış şişeyi başka bir analizde kullanmak veya önceden hazırlanmış koruyucuyu bilmeden uzaklaştırmak sonucu bozabilir. Numune alma talimatı, analizi yapacak laboratuvardan istenmelidir. [62]

Burada evde kimyasal koruyucu hazırlamaya yönelik bir tarif verilmemesinin nedeni yöntem eksikliği değildir. Belirli bir deney için uygun olabilecek hazırlık, başka bir deneyin sonucunu geçersiz kılabilir; ayrıca koruyucuların kullanımı iş güvenliği gerektirir. Laboratuvarın sağladığı kap, hacim, taşıma, saklama ve teslim süresi koşulları ilgili parametreler için ayrı ayrı uygulanmalıdır.

Mikrobiyolojik inceleme yapılacaksa bunun kimyasal mineral analizinden farklı bir numune süreci olabileceği unutulmamalıdır. Mineral sonuçları uygun çıkan bir şişenin mikrobiyolojik açıdan da temsil edici veya güvenilir olduğu varsayılamaz. Benzer şekilde bir mikrobiyoloji numunesinin korunma biçimi, tüm kimyasal parametreler

için uygun kabul edilmez. Birden fazla amaç varsa laboratuvar gerektiğinde ayrı kaplar ve ayrı alma adımları belirler.

Numune kabına su kaynağı belirsiz etiketler yerine benzersiz kimlik verilir. Kimlik, saha formu ve laboratuvar raporunda aynı kalmalıdır. “Önce” ve “sonra” gibi kolay karışan adlar yerine nokta, tarih ve sıra numarasını içeren bir düzen kurulabilir. Kişisel veri gerekmiyorsa ev sahibinin adı yerine kod kullanılması hem kayıt düzenini hem mahremiyeti korur.

Numune zincirinin izlenebilirliği

Numune zinciri, suyun alındığı andan raporlandığı ana kadar kimliğinin ve koşullarının izlenmesidir. Numuneyi kimin aldığı, hangi noktadan aldığı, hangi işlemlerden sonra aldığı ve hangi koşulda teslim ettiği bilinmelidir. Bu kayıt, bir sorun çıktığında yalnız sorumlu bulmak için değil, ölçümün geçerliliğini değerlendirmek için gereklidir.

Bir şişenin laboratuvara sağlam ulaşması, içeriğinin istenen durumu temsil ettiğini tek başına göstermez. Numune alınmadan hemen önce filtre değiştirilmiş, karışım vanası açılmış veya uzun süre su akıtılmış olabilir. Bu işlemler kayıt dışı kaldığında sonuç başka bir işletme durumuna aitmiş gibi yorumlanabilir. Kayıt altına alınması gereken olaylar, araştırmanın amacını etkileyebilecek değişikliklerdir.

Tablo 59. Örnekleme formunda kullanılabilecek kısa alanlar

Alan	Temsili kayıt biçimi
Numune kimliği	EV03-N4-2026-11-13-A
Nokta	Mineral kartuşundan sonraki tüketim musluğu
İşletme durumu	Tanımlı akış; depo durumu ayrıca kaydedildi
Son bakım	Tarih ve değişen bileşen
Alınan örnek türü	Anlık, eşleşmiş veya belirli hacim aralığı
Sapma	Plan dışı işlem varsa açıklaması

Bu tablo zorunlu bir mevzuat formu değildir; izlenebilirlik mantığını gösteren çalışma örneğidir. Gerçek araştırmada kullanılan alanlar, laboratuvarın ve ilgili yöntemin gerekliliklerileriyle tamamlanır.

Kör örnek, çift örnek ve kontrolün amacı

Kalite kontrol örnekleri, ölçüm zincirinin farklı sorunlarını araştırır. Bir kör örnek, belirli bir aşamada istenmeyen madde bulaşmasını araştırmaya yardımcı olabilir. Bir çift örnek, örnekleme ve analizdeki değişkenliğin bir kısmını gösterebilir. Ancak her kontrolün hangi aşamayı denetlediği açıkça tanımlanmalıdır. “Kontrol numunesi kullanıldı” cümlesi, kontrolün ne olduğu bilinmeden yeterli değildir. [55; 62]

Örneğin laboratuvarın aynı numuneyi iki kez analiz etmesi, sahada alınan iki ayrı numune arasındaki farklılığı kapsamaz. Saha çiftleri arasındaki fark ise yalnız cihazın tekrarlanabilirliğinden kaynaklanmayabilir; suyun kısa süreli değişimi ve numune alma işlemi de katkıda bulunabilir. Kontrol sonuçları buna göre yorumlanır.

Bir mineral filtresinin katkısı araştırılırken kontrol hattı, mümkün olduğunca benzer akış ve depolama düzenine sahip fakat ilgili mineral medyasını içermeyen bir karşılaştırma olabilir. Böyle bir tasarım, gözlenen farkın kartuşa mı yoksa bekleme ve diğer malzemelere mi bağlı olduğunu ayırmaya yardım eder. Bununla birlikte kontrol hattının hidrolik ve malzeme özellikleri farklıysa bu farklar da sonuçta rol oynayabilir. Kontrolün varlığı, tasarımın otomatik olarak kusursuz olduğu anlamına gelmez.

Ev ortamında patojen veya tehlikeli kimyasal ekleyerek ürünün giderim performansını sınamak uygun değildir. Bu tür meydan okuma deneyleri, yetkin laboratuvarlarda ve ilgili güvenlik ile yöntem koşulları altında yapılır. Kullanıcının yapabileceği çalışma, gerçek kullanım koşullarını kaydetmek ve uygun numuneleri yetkin laboratuvara ulaştırmaktır. Ürün sertifikasyonundaki testler ile saha gözlemleri bu nedenle ayrı değerlendirilir. [51; 52]

Ölçüm sırasının etkisi

Birden fazla cihaz veya koşul karşılaştırılırken ölçüm sırası da sonuçla karışabilir. Bütün yeni kartuşlar sabah, bütün kullanılmış kartuşlar akşam ölçülmüşse kaynak suyunun gün içindeki değişimi kartuş yaşının etkisiymiş gibi görünebilir. Aynı cihaz önce düşük, sonra yüksek debide inceleniyorsa zamanla değişen salım, debi etkisine karışabilir.

Bu nedenle koşulların sırası, uygulanabilir olduğunda dengelenir veya rastgeleleştirilir; rastgeleleştirme mümkün değilse zaman ve sıra etkisi

kaydedilir. Her aşamadan önce ne kadar dengeleme gerektiği, araştırılan sistemin davranışına ve deney yöntemine bağlıdır. Evrensel bir "iki dakika akıtmak yeterlidir" kuralı, bütün kartuşlar ve bütün parametreler için doğru kabul edilemez.

İlk ölçümlerin yüksek çıkması her zaman gerçek su değişimi olmayabilir. Ölçüm sistemindeki önceki numunenin etkisi, uygun olmayan durulama veya numune kabı da araştırılır. Bu olasılıkların değerlendirilmesi, gerçek bir yüksek salım bulgusunu otomatik reddetmek için kullanılmamalıdır. Amaç gözlenen farkı uygun kontrollerle açıklamak, istenen sonuca göre seçmek değildir.

Ham veriyi korumak

Son rapordaki ortalamalar kadar ham verinin korunması da önemlidir. Tarih, saat, numune kimliği, ölçüm sonucu, birim, yöntem ve varsa raporlama sınırı birlikte saklanmalıdır. Bir değerin sonradan düzeltilmesi gerekiyorsa ilk kayıt silinmeden düzeltmenin nedeni belirtilir. "Hatalı gibi görünüyor" diye uç değerleri sessizce çıkarmak araştırmayı yanlı hâle getirebilir.

Temsili olarak on örnekten dokuzu 4–6 mg/L, biri 25 mg/L magnezyum vermiş olsun. Yüksek sonucun yanlış etiket, uzun bekleme, farklı debi veya gerçekten yüksek salım nedeniyle oluşması mümkündür. Hangi açıklamanın doğru olduğu araştırılmadan değeri silmek de, bütün ürünü yalnız bu değere göre tanımlamak da uygun değildir. Önce kayıt zinciri ve yöntem gözden geçirilir; gerekirse önceden tanımlanan doğrulama adımı uygulanır.

Raporlama sınırının altındaki sonuçlar da ham veride kendi işaretleriyle korunmalıdır. "<" işaretini kaldırmak, veri türünü değiştirir. Aynı şekilde farklı birimlerdeki sonuçlar dönüştürülürken asıl rapor birimi ve dönüşüm katsayısı saklanabilir. Böylece hesap sonradan yeniden yapılabilir ve olası bin katlık birim hatası izlenebilir.

Bir örnekleme planının tamamlanmış örneği

Aşağıdaki temsili çalışma, tek bir konuttaki mineral kartuşunun magnezyum katkısını araştırmak için tasarlanmıştır. Bu bir ürün sertifikasyon planı veya sağlık deneyi değildir. Soru, "tanımlanan kullanım koşullarında kartuşun net magnezyum katkısı nedir ve bekleme ile debi bu katkıyı nasıl değiştirir?" şeklinde sınırlandırılmıştır.

İlk aşamada sistemin akış yolu çizilir ve kartuşun hemen öncesi ile hemen sonrası için uygun numune noktaları belirlenir. Son musluk ayrıca incelenebilir; fakat depo veya başka bileşenler aradaysa bu üçüncü nokta kartuş çıkışıyla aynı kabul edilmez. Giriş suyu, cihaz yaşı, kartuş modeli, kullanılan su hacmi ve bakım geçmişi kaydedilir.

İkinci aşamada iki işletme durumu tanımlanır: önceden belirlenen bekleme durumundan sonraki ilk hacim ve tanımlı sürekli akış durumu. Bu koşullar araştırma boyunca aynı şekilde uygulanır. “Beklemiş su” veya “normal akış” gibi ölçülmemiş ifadeler yerine süre ve debi kayıtları kullanılır. Güvenli örnekleme, kap ve taşıma gereklilikleri laboratuvarla kararlaştırılır.

Üçüncü aşamada farklı günlerde bağımsız örnekler alınır. Her günün giriş ve çıkış sonuçları eşleşmiş biçimde tutulur. Aynı şişenin laboratuvarda tekrarlı analizi yapılırsa bu ölçümler saha tekrarlarından ayrı etiketlenir. İşlenen toplam hacim ilerledikçe aynı düzen uygun aralıklarla tekrarlanır. Böylece yalnız ilk günün durumu değil, incelenen kullanım aralığındaki değişim görülür.

Dördüncü aşamada net katkı Cçıkış − Cgiriş olarak hesaplanır. Günlük alım hesabı yapılacaksa bu fark, gerçekten tüketilen ve ilgili koşulu temsil eden hacimlerle çarpılır. İlk hacim yüksek, sonraki hacimler düşükse tek bir aritmetik ortalama kullanılmaz. Negatif bir fark çıkarsa bunun yöntem belirsizliği, kaynak değişimi veya sistemin gerçek davranışıyla ilişkisi araştırılır; sonuç otomatik olarak sıfıra çevrilmez.

Beşinci aşamada rapor, yalnız gözlenen koşulları kapsayan bir hükümle tamamlanır. Örneğin “incelenen üç ürün ve belirtilen hacim aralığında, sürekli akışta şu net katkı aralığı ölçüldü” denilebilir. Bundan bütün üretim partileri, bütün giriş suları veya sağlık sonuçları hakkında sınırsız hüküm çıkarılmaz. Deneyin gücü, sonuç cümlesinin ölçüm planıyla aynı sınırlar içinde kalmasıdır.

Ölçüm planı ne zaman yeniden kurulmalıdır?

Araştırmanın ortasında kaynak suyu, kartuş tipi, depo hacmi veya işletme düzeni değişirse eski planın hâlâ aynı soruyu cevaplayıp cevaplamadığı değerlendirilir. Bazen değişim yeni bir koşul olarak eklenebilir; bazen önceki ve sonraki verilerin ayrı analiz edilmesi gerekir. Değişen koşulları tek bir ortalamada birleştirmek, iki farklı sistemin davranışını hayalî bir sisteme dönüştürebilir.

Ölçüm planı tamamlanmış bir kâğıt olarak değil, hangi değişiklikte yeniden gözden geçirileceği belli olan bir düzen olarak düşünülmelidir. Su güvenliği yaklaşımındaki gözden geçirme ilkesi, küçük ölçekli mineral incelemelerinde de yararlıdır. Bir sonuç beklenmedik olduğunda ilk soru "hangi sayıyı yanlış bulduk?" değil, "bu sayının temsil ettiği suyu ve koşulu gerçekten biliyor muyuz?" olmalıdır. [2, bölüm 4.5]

34. Su değişikliğinde zamana bağlı mineral bütçesi

Bir kişinin suyla aldığı mineral miktarı, yalnız suyun etiketinden okunamaz. Aynı kişi evde düşük mineralli bir su, iş yerinde daha yüksek magnezyumlu bir su ve bazı günler doğal mineralli bir içecek tüketebilir. Yiyeceklerin hazırlanmasında kullanılan suyun bir bölümü de öğüne katılabilir. Bu kaynaklar birbirine eklenirken hem miktarların hem zamanın doğru tanımlanması gerekir. “Ben arıtma suyu içiyorum” cümlesi, tek başına günlük mineral maruziyetini tanımlamaz.

Bütçe hesabının amacı kişiye kâğıt üzerinde kesin bir beslenme tanısı koymak değildir. Amaç, su değiştiğinde neyin ne kadar değiştiğini görünür kılmaktır. Bir kaynak değişiminin günlük kalsiyum katkısını 80 mg azalttığı hesaplanabiliyorsa bu açıkça söylenebilir. Fakat bu sonuç tek başına kemik kaybı, kas yakınması veya başka bir sağlık sonucu hesaplamaya yetmez. Mineralin alımı, emilimi, vücutta tutulması ve klinik sonucu farklı basamaklardır. [3; 4]

Bütçenin sınırını çizmek

İlk soru hangi zaman aralığının değerlendirildiğidir. Tek öğün, bir gün, bir hafta ve bir yıl aynı hesap değildir. Tek günün ayrıntılı kaydı günlük durumu iyi tanımlayabilir; fakat o gün olağan dışı bir günse alışılmış alımı temsil etmeyebilir. Uzun dönem ortalama hesaplanacaksa günler arasındaki farklılık ve kaynakların zaman içindeki değişimi dikkate alınmalıdır.

İkinci soru hangi suyun hesaba katıldığıdır. Yalnız doğrudan içilen su, doğrudan içilen su ile içecek hazırlama suyu veya bunlara yiyecekte kalan pişirme suyu eklenebilir. Hangi sınır seçilirse seçilsin, bütün karşılaştırmalarda aynı sınır kullanılmalıdır. Önceki dönemde yalnız düz suyu, sonraki dönemde çay ve yemeği de saymak, gerçek değişim ile kayıt değişimini karıştırır.

Üçüncü soru miktarın hangi düzeyde tanımlandığıdır. Musluktan alınan, sürahiye doldurulan, bardağa konan ve gerçekten içilen hacimler aynı olmayabilir. Arada dökülen veya kalan su varsa beslenme katkısı için tüketilen hacim kullanılır. Teknik sistemin mineral salımı hesaplanıyorsa

işlenen hacim kullanılır. Aynı sistem için iki ayrı doğru hesap kurulabilir; amaçları farklıdır.

Bir günlük bütçenin bütün adımları

Temsili bir yetişkin, evde 0,8 L, iş yerinde 0,7 L ve dışarıda 0,3 L su içsin. Ev suyunda kalsiyum 10, magnezyum 3 ve sodyum 8 mg/L; iş suyu için sırasıyla 60, 18 ve 15 mg/L; dışarıda içilen su için 100, 30 ve 40 mg/L değerleri varsayılsın. Bu sayılar herhangi bir markanın analizi değildir.

Her kaynakta önce hacim ile ilgili element derişimi çarpılır. Ev suyu 8 mg kalsiyum, 2,4 mg magnezyum ve 6,4 mg sodyum sağlar. İş yerindeki suyun katkıları 42, 12,6 ve 10,5 mg'dır. Dışarıdaki su ise 30, 9 ve 12 mg katkı yapar. Günlük toplamlar sırasıyla 80 mg kalsiyum, 24 mg magnezyum ve 28,9 mg sodyumdur.

Tablo 60. Çok kaynaklı günlük mineral bütçesi: temsili örnek

Kaynak	Hacim, L	Kalsiyum katkısı, mg	Magnezyum katkısı, mg	Sodyum katkısı, mg
Ev	0,8	8	2,4	6,4
İş yeri	0,7	42	12,6	10,5
Dışarıda	0,3	30	9,0	12,0
Toplam	1,8	80	24,0	28,9

Bu örnekte hacmin en büyük bölümü evden gelmesine rağmen kalsiyumun en büyük katkısı iş yerindeki sudandır. Kaynakların önem sırası, yalnız tüketilen litreyle belirlenmez. Öte yandan en yüksek derişimli dışarıdaki su da düşük hacim nedeniyle bütün katkıyı tek başına belirlemez. İki bilgi birlikte gerekir.

Toplam hacme bölünerek hacim ağırlıklı günlük derişimler hesaplanabilir. Kalsiyum için 80/1,8 = 44,4 mg/L, magnezyum için 24/1,8 = 13,3 mg/L ve sodyum için 28,9/1,8 = 16,1 mg/L bulunur. Bunlar bir şişeden alınmış analiz sonuçları değildir; farklı kaynakların tüketim ağırlıklı hesap değerleridir. Böyle bir değere “günlük tüketim karışımının eşdeğer derişimi” denebilir, ancak tek kaynağın ölçülmüş bileşimi gibi gösterilmez.

İş günü ile hafta sonunu ayırmak

Günlük düzen değiştiğinde kaynakların katkısı da değişir. Yukarıdaki günün haftanın beş iş gününü temsil ettiğini varsayalım. Hafta sonunun iki gününde ise kişi yalnız ev suyundan 1,8 L içsin. Ev suyunun magnezyumu 3 mg/L olduğundan hafta sonu günlerinin su katkısı 5,4 mg'dır. Haftalık toplam 5 × 24 + 2 × 5,4 = 130,8 mg, günlük haftalık ortalama ise 18,7 mg olur.

Yalnız iş günündeki 24 mg'ı bütün haftaya yaymak 168 mg/hafta sonucunu verir. Bu, temsili gerçek haftanın 130,8 mg değerinden 37,2 mg fazladır. Haftalık ortalama için yüzde fark yaklaşık yüzde 28,4'tür. Buna karşılık yalnız hafta sonunu kaydetmek alışılmış katkıyı belirgin biçimde düşük gösterecektir.

Burada kullanılan yedi günlük düzen bütün bireyler için zorunlu kayıt süresi değildir. Örnek, farklı gün tiplerinin ağırlığını göstermek içindir. Vardiya, seyahat, mevsimlik çalışma ve okul düzeni gibi durumlarda ilgili gün türleri farklı olabilir. Kayıt planı, kişinin veya araştırılan grubun gerçek yaşam düzenini temsil edecek biçimde kurulmalıdır.

Tablo 61. Haftalık magnezyum katkısının ağırlıklandırılması

Gün türü	Gün sayısı	Günlük su katkısı	Haftalık katkı
İş günü	5	24 mg	120 mg
Evde geçen hafta sonu	2	5,4 mg	10,8 mg
Toplam	7	Ortalama 18,7 mg/gün	130,8 mg

Kaynak değişiminin kısmi olması

Bir arıtma cihazının kurulması, kişinin bütün su maruziyetinin o cihazın suyuna dönüştüğü anlamına gelmez. Evdeki değişim yalnız evde tüketilen hacmi etkiliyorsa iş yerindeki ve dışarıdaki sular aynı kalır. Bu ayrıntı ihmal edildiğinde toplam etkiler büyütülür.

Temsili olarak evdeki suyun magnezyumu önce 20 mg/L, değişimden sonra 3 mg/L olsun. Evde günlük 0,8 L içildiğinde katkı 16 mg'dan 2,4 mg'a iner; fark 13,6 mg'dır. Bu farkı günlük toplam 1,8 L ile çarparak 30,6 mg bulmak, bütün kaynakların değiştiğini yanlış varsayar. Cihazın kendi çıkışında büyük bir derişim farkı bulunması, kişinin tüm su tüketiminde aynı büyüklükte değişim olduğu anlamına gelmez.

Kısmi değişim oranı bilinmiyorsa birkaç senaryo kurulabilir. Eski suyun magnezyumu 20, yeni suyunki 3 mg/L ve ilgili toplam hacim 1,5 L/gün olsun. Bu hacmin yüzde 25'i yeni suya dönerse günlük azalma 6,375 mg; yüzde 50'si dönerse 12,75 mg; tamamı dönerse 25,5 mg olur. Bu hesaplar bir sağlık etkisinin olasılığı değil, değişen hacmin miktar etkisidir.

Böyle bir senaryo tablosu, belirsizliği saklamadan karar vermeyi kolaylaştırır. Gerçek kullanım oranı ölçülmediğinde tek bir değer seçmek yerine olası aralık gösterilebilir. Ancak aralığın uçları gerçek dağılımın yüzdelikleri gibi adlandırılmamalıdır; bunlar belirlenmiş varsayımlardır.

Besin alımı eklendiğinde yüzde nasıl değişir?

Suyun katkısındaki aynı mutlak değişim, toplam alımın farklı olduğu iki kişide farklı yüzdeye karşılık gelir. Temsili bir su değişimi günlük magnezyumu 30 mg'dan 5 mg'a düşürsün. Besin ve diğer kaynaklardan 300 mg alan kişide toplam 330 mg'dan 305 mg'a iner; azalma yaklaşık yüzde 7,6'dır. Diğer kaynaklardan 180 mg alan kişide toplam 210 mg'dan 185 mg'a iner; azalma yaklaşık yüzde 11,9'dur.

Bu iki hesabın hiçbiri tek başına eksiklik tanısı koymaz. Besin alımının nasıl ölçüldüğü, alışılmış alımı temsil edip etmediği ve kişinin gereksinimi bilinmelidir. Yine de hesap önemli bir gerçeği gösterir: suyun göreli katkısı beslenmenin geri kalanından bağımsız değildir. Aynı suyu içen herkes için “yalnız yüzde şu kadar önemlidir” demek bu nedenle yanıltıcı olabilir. [4]

Benzer bir hesap kalsiyum için de kurulabilir. Sudaki günlük katkı 120 mg'dan 20 mg'a düşerken diğer kaynaklar 900 mg ise toplam 1.020 mg'dan 920 mg'a iner. Diğer kaynaklar 500 mg ise toplam 620 mg'dan 520 mg'a iner. Mutlak kayıp her iki durumda 100 mg'dır; göreli azalma sırasıyla yaklaşık yüzde 9,8 ve yüzde 16,1'dir. Klinik yorum için gereken ek bilgiler değişmese de katkının matematiksel önemi farklıdır.

Referans alım yüzdesi neyi anlatır?

Bir suyun belirli hacminin bir referans alım değerinin yüzde kaçına karşılık geldiği hesaplanabilir. Ancak kullanılan referansın yaş, cinsiyet veya yaşam dönemi bakımından kime ait olduğu yazılmalıdır. Yeterli alım, önerilen alım ve üst alım düzeyi farklı kavramlardır. Bunlar tek bir “vücudun ihtiyacı” sayısına indirgenmemelidir. [3; 4; 11; 12]

Örneğin yalnız aritmetik öğretmek amacıyla referans değer 400 mg/gün seçilmiş ve su katkısı 40 mg/gün bulunmuşsa oran yüzde 10'dur. Bu sonuç “su, her kişinin magnezyum ihtiyacının yüzde 10'unu karşılar” diye yazılamaz. Referans farklı seçildiğinde oran değişir. Ayrıca referans alımın yüzdesi, emilen mineralin veya klinik yararın yüzdesi değildir.

Üst alım düzeyleri de kaynağa ve tanımlanan kapsama göre okunmalıdır. Bir mineral için takviye ve ilaç kaynaklarına ilişkin sınırı, bütün doğal besin ve su kaynaklarını kapsıyormuş gibi kullanmak yanlış olabilir. Magnezyum konusunda bu ayrım özellikle önemlidir. Bütçe hesabında önce sınırın hangi kaynakları kapsadığı doğrulanır; sonra uygun toplamla karşılaştırılır. [4]

Alınan miktar ile emilen miktarı ayrı tutmak

Derişim × hacim hesabı ağızdan alınan miktarı verir. Emilim için ayrıca biyoyararlanım bilgisi gerekir. Kalsiyum ve magnezyumun emilimi kaynağa, tüketim düzenine ve kişisel koşullara bağlıdır. Bu nedenle bir su analizinin sonucuna sabit bir emilim yüzdesi uygulayıp herkese geçerli sonuç üretmek uygun değildir. [7; 8; 10]

Yalnız hesap mantığını göstermek için iki varsayımsal kaynak düşünelim. Birincisinden 100 mg alınmış ve varsayılan emilim oranı yüzde 30, ikincisinden 60 mg alınmış ve varsayılan oran yüzde 40 olsun. İlkinde 30 mg, ikincisinde 24 mg emilim hesaplanır. Daha yüksek yüzde, daha yüksek emilen toplam anlamına gelmemiştir. Buradaki yüzdeler gerçek bir su için önerilen değerler değildir; derişim, doz ve oranı ayıran matematiksel örnektir.

Bu ayrım klinik araştırmaları okurken de önemlidir. Bir çalışma daha yüksek oransal emilim bulmuş olabilir; günlük tüketim miktarı farklıysa emilen toplam aynı yönde değişmeyebilir. Başka bir çalışma kandaki veya idrardaki bir belirteci ölçmüş olabilir; bu sonuç doğrudan tüm vücut mineral stokunu anlatmayabilir. Bütçe hesabı bu nedenle sağlık araştırmasının yerine değil, doğru soruların kurulmasına hizmet eder.

Aynı cihazın bileşimi zamanla değişirse

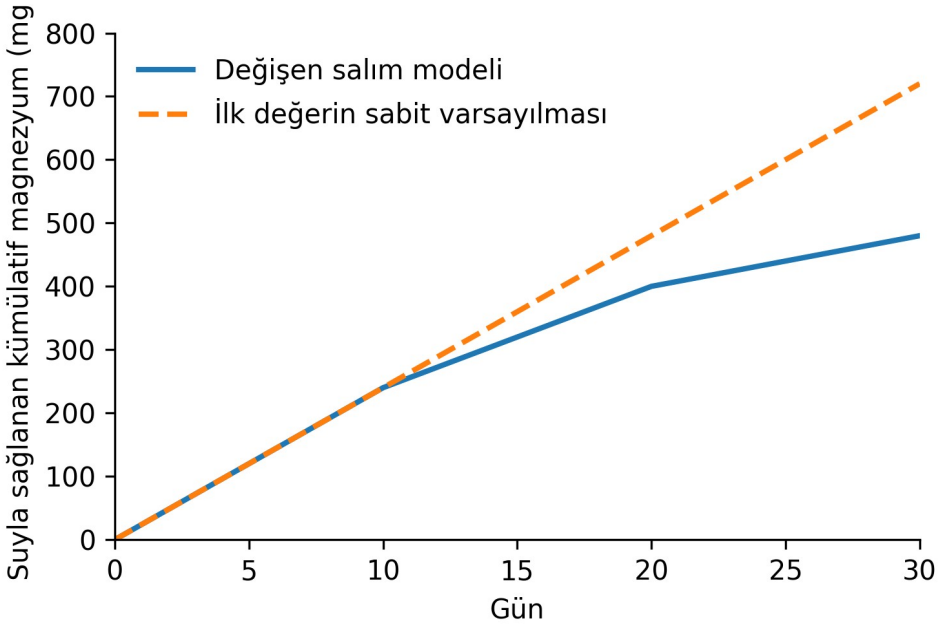
Bir mineral kartuşunun net magnezyum katkısının ilk on gün 12 mg/L, sonraki on gün 8 mg/L ve son on gün 4 mg/L olduğunu varsayalım. Her gün bu sudan tam 2 L tüketildiğinde dönem katkıları 240, 160 ve 80 mg olur. Otuz günlük toplam 480 mg, günlük ortalama 16 mg'dır.

Başlangıçtaki 12 mg/L değerini bütün aya yaymak 720 mg sonucunu verir; temsili gerçek toplamı yüzde 50 aşar.

Tablo 62. Zamanla değişen net magnezyum katkısı: temsili örnek

Dönem	Net katkı derişimi	Tüketim hacmi	Dönem katkısı
Gün 1–10	12 mg/L	20 L	240 mg
Gün 11–20	8 mg/L	20 L	160 mg
Gün 21–30	4 mg/L	20 L	80 mg
Toplam	Hacim ağırlıklı 8 mg/L	60 L	480 mg

Bu hesapta “net katkı” çıkış ile giriş arasındaki farktır. Çıkışın toplam magnezyum derişimi kullanılsaydı, girişten zaten gelen miktar da kartuşun eklediği mineral gibi görünürdü. Kartuşun beslenmeye ek katkısını hesaplamak ile musluktan alınan toplam magnezyumu hesaplamak farklı sorulardır. Bir raporda hangisinin verildiği açıkça belirtilmelidir.



Şekil 23. Değişen salımın kümülatif katkısı. İlk, ikinci ve üçüncü on günde günlük 24, 16 ve 8 mg katkı varsayılmıştır. Otuz gün toplamı 480 mg, ilk değerin sabit kabulüyle 720 mg olur. Vücutta birikim grafiği değildir.

Dayanak: Özgün temsili model; **34. bölüm**.

Kümülatif katkı eğrisi, tüketilen toplam mineral miktarının zaman içinde arttığını gösterir. Bu eğri vücudun magnezyum stokunun aynı miktarda biriktiğini göstermez. Emilim ve atılım hesaba katılmamıştır. Yüz gün boyunca toplam 2 g magnezyum alınması, vücutta 2 g ek magnezyum tutulduğu anlamına gelmez. Kümülatif tüketim ile vücutta birikim arasındaki ayrım, özellikle uzun dönem ürün tanıtımlarında korunmalıdır. [4]

Aynı şekilde kısa süreli yüksek katkı, yılın ortalaması düşük olsa bile ayrı incelenebilir. Ortalama katkının küçük olması her olası kısa süreli maruziyetin önemsiz olduğunu kanıtlamaz; kısa süreli tepenin yüksek olması da yıl boyunca aynı alımın sürdüğünü göstermez. Hangi sağlık veya işletme sorusunun değerlendirildiği, hangi zaman ölçeğinin kullanılacağını belirler.

Mevsim ve kaynak dağılımı

Su kaynağı yıl içinde değişiyorsa yıllık ortalama için günlerin veya tüketilen hacimlerin ağırlığı gerekir. Temsili olarak yılın 200 gününde

suyla 20 mg/gün, kalan 165 gününde 5 mg/gün magnezyum alındığını varsayalım. Yıllık toplam 4.825 mg, günlük yıllık ortalama yaklaşık 13,2 mg'dır. İki dönem değerinin basit ortalaması 12,5 mg'dır; dönem süreleri eşit olmadığı için tam sonucu vermez.

Ancak süre ağırlığı da her zaman yeterli değildir. Sıcak dönemde tüketilen su hacmi artıyorsa derişim ve hacim birlikte değişir. Bu durumda yalnız "200 gün yüksek mineral, 165 gün düşük mineral" bilgisiyle katkı hesaplanamaz; her dönemin tüketim hacmi de gerekir. İki değişkenin aynı yönde veya ters yönde değişmesi toplamı etkiler.

Bir yılda birkaç numune alınmış olması yıllık dağılımı kesin olarak tanımlamaz. Ölçüm aralıklarının neyi temsil ettiği, kaynak değişikliklerinin zamanlaması ve beklenmeyen olaylar değerlendirilmelidir. Veri sınırlıysa yıllık sonuç "belirtilen dönemlerin temsil edici olduğu varsayımıyla" hesaplanır. Böyle bir açıklama sayının değerini azaltmaz; kullanıcının hangi varsayımı kabul ettiğini gösterir.

Hazırlanan yemek suyunun paylaşılması

Yemekte kullanılan suyun mineral katkısı, suyun ne kadarının tüketildiğine bağlıdır. Temsili olarak 600 mL suyla hazırlanan ve bütün sıvısı yemeğin içinde kalan bir çorba düşünelim. Suyun kalsiyumu 60 mg/L ise su kaynaklı toplam kalsiyum 36 mg'dır. Homojen biçimde üç eşit porsiyona bölünmüş ve her porsiyon bütünüyle tüketilmişse porsiyon başına su kaynaklı katkı 12 mg olur.

Bu hesap, yemeğin diğer malzemelerinden gelen kalsiyumu içermez. Suyun kalsiyumunu besin bileşimi tablosundaki hazır çorbanın toplam kalsiyumuna yeniden eklemek çift sayım oluşturabilir; kullanılan tablonun hangi hazırlama koşulunu temsil ettiği bilinmelidir. Aynı şekilde çorbaya konan 600 mL, kişinin düz su tüketim kaydında zaten yer alıyorsa tekrar eklenmez.

Pişirme sırasında suyun bir bölümü buharlaşırsa, iyonların tamamının buharla birlikte kaybolduğu varsayılmaz. Buna karşılık çözünmüş veya çökelmiş mineralin kapta kalması, süzme ve servis kayıpları katkıyı değiştirebilir. Yukarıdaki 36 mg hesabı, suyla gelen kalsiyumun bütünüyle tüketilen yemeğe geçtiği varsayımını taşır. Gerçek bir yemek için bu varsayım doğrulanmadıysa sonuç teorik üst yaklaşım veya temsili hesap olarak belirtilmelidir. Pişirme kütle dengesi 40. bölümde ayrıntılandırılmaktadır.

Hane toplamından kişi başına geçmek

Bir cihazın günde 12 L ürün suyu üretmesi, dört kişilik hanede kişi başına 3 L içildiğini göstermez. Üretilen suyun bir bölümü yemek, durulama, dökülen bardaklar veya ziyaretçiler için kullanılmış olabilir. Aynı evde yaşayan kişiler de eşit hacim tüketmez. Üretim sayacından kişisel beslenme bütçesine doğrudan geçmek bu nedenle hatalıdır.

Temsili bir günde 12 L üretimin 6 L'si doğrudan içilmiş, 2 L'si yemek ve içecek hazırlamada tüketilmiş, 1 L'si daha sonra tüketilmek üzere saklanmış ve 3 L'si dökülmüş veya başka amaçla kullanılmış olsun. O gün tüketilen toplam 8 L'dir. Ancak bu 8 L'nin dört kişiye dağılımı bilinmeden kişi başına kesin katkı söylenemez. İki kişinin işte veya okulda başka su içmesi toplam kişisel bütçeyi ayrıca değiştirir.

Saklanan su ertesi gün tüketildiğinde hangi günün üretimi ve bileşimiyle eşleştirileceği de önem kazanabilir. Bileşim sabitse pratik fark küçük olabilir. Mineral salımı veya kaynak bileşimi hızlı değişiyorsa, depolama zamanı üretim ile tüketim arasındaki ilişkiyi karmaşıklaştırır. Bu durumda günlük bütçede kullanılan bileşimin neden seçildiği açıklanmalıdır.

Sodyum katkısını ayrı görmek

Mineral bütçesi yalnız kalsiyum ve magnezyum için yapılmamalıdır. Sodyumla çalışan yumuşatma veya bazı yeniden mineralizasyon yaklaşımları suyun sodyum katkısını değiştirebilir. Sodyumun toplam beslenme içindeki payı çoğu durumda başka kaynaklarla birlikte değerlendirilir; suyun payının küçük olduğu varsayılmadan önce hesap yapılabilir. [5; 2, Ek 5]

Temsili bir işlem öncesinde sodyum 20 mg/L, sonrasında 140 mg/L olsun. Günde doğrudan içilen 1,5 L suya, tüketilen çay ve yemek içinde kalan 0,8 L hazırlama suyu eklendiğinde ilgili hacim 2,3 L'dir. Sodyum katkısı 46 mg'dan 322 mg'a çıkar; artış 276 mg'dır. Yalnız düz suyu saymak artışı 180 mg olarak hesaplar ve belirtilen kapsamın tamamını içermez.

Bu 276 mg artışın kişinin sağlık planındaki önemi, toplam sodyum alımı ve varsa bireysel kısıtlamayla birlikte değerlendirilir. WHO'nun yetişkinlere yönelik sodyum azaltma önerisi, belirli hastalıklar için kişisel tedavi planının yerine geçmez. Su hesabının görevi, ilgili sağlık değerlendirmesine doğru miktarı sağlamaktır; kişiye yeni bir kısıtlama veya takviye reçetesi üretmek değildir. [5; 32]

Tek sayı yerine sınır senaryoları

Derişim veya hacim tam bilinmiyorsa alt ve üst senaryolar hesaplanabilir. Kalsiyumun 40–60 mg/L, ilgili tüketimin 1,2–1,8 L/gün arasında olduğu varsayılsın. En düşük birleşim 48 mg/gün, en yüksek birleşim 108 mg/gün verir. Bu aralık, belirtilen iki girdinin aynı gün nasıl birlikte değiştiğini bilmeden kurulmuş bir sınır senaryosudur; istatistiksel güven aralığı değildir.

Orta değerleri çarpmak 50 × 1,5 = 75 mg/gün verir. Bu sayı yararlı bir merkez senaryosu olabilir, ancak gerçek ortalama olduğu otomatik söylenemez. Derişim ile hacim ilişkiliyse ortalamaların çarpımı, çarpımların ortalamasına eşit olmayabilir. Örneğin yüksek derişimli su yalnız az miktarda tüketiliyor, düşük derişimli su daha çok içiliyorsa ilişkinin yönü sonucu değiştirir.

Tablo 63. Girdi belirsizliğinin katkıya etkisi: temsili sınır hesabı

Senaryo	Kalsiyum, mg/L	Hacim, L/gün	Katkı, mg/gün
Alt sınır birleşimi	40	1,2	48
Merkez varsayımı	50	1,5	75
Üst sınır birleşimi	60	1,8	108

Bu tür bir tablo, elde olmayan kesinliği taklit etmeden kararın duyarlılığını gösterir. Sonuç bütün senaryolarda aynı yönde ise karar daha dayanıklı olabilir. Karar yalnız dar bir varsayımda değişiyorsa o girdiyi daha iyi ölçmek gerekir. Belirsizlik analizi, her zaman daha karmaşık matematik yapmak değil, hangi bilginin kararı değiştirdiğini bulmaktır.

Bütçenin kontrol toplamları

Bir mineral bütçesinde birkaç basit kontrol büyük hataları yakalayabilir. Kaynak hacimlerinin toplamı, kaydedilen toplam tüketimle uyuşmalıdır. Her element için kaynak katkılarının toplamı ile hacim ağırlıklı derişim × toplam hacim aynı sonucu vermelidir. Dönem toplamlarının yıllık toplamla ve günlük ortalamayla ilişkisi yeniden hesaplanmalıdır.

Yüzde değişimde kullanılan payda ayrıca yazılabilir. “Yüzde 20 azalma” ifadesi eski su katkısına mı, eski günlük toplam alıma mı, yoksa bir referans alıma mı göre hesaplanmıştır? Payda belirsiz olduğunda doğru

aritmetik bile yanlış iletişime dönüşür. Bir raporda hem mutlak fark hem göreli farkın verilmesi bu sorunu azaltır.

Ayrıca bütün elementlerin toplamı otomatik olarak TDS'ye eşit olmak zorunda değildir. Raporda bazı iyonlar ölçülmemiş olabilir, bazı sonuçlar eşdeğer birimle verilmiş olabilir veya TDS farklı yöntemle belirlenmiş olabilir. Kalsiyum, magnezyum ve sodyumun toplamını "suyun toplam minerali" diye yazmak eksik bir kimyasal toplam oluşturur. Bütçenin hedefi belirli elementlerin katkısıysa, bu sınır açıkça korunmalıdır. [54]

Hesaptan çıkarılabilecek ve çıkarılamayacak sonuç

İyi kurulmuş bir bütçe, su değişiminin günlük mineral alımını hangi yönde ve yaklaşık ne kadar etkilediğini gösterebilir. Kısmi kullanım, başka su kaynakları ve yiyecekte kalan su bu hesaba katılabilir. Zaman içinde değişen bir filtrenin başlangıç değerinin neden bütün ömrü temsil etmediği de görülebilir.

Buna karşılık aynı bütçe tek başına mineral eksikliği tanısı koymaz, laboratuvar kan sonuçlarını öngörmez ve hastalık riskini sayısallaştırmaz. Böyle bir çıkarım için beslenme değerlendirmesi, klinik bilgi ve uygun insan araştırması gerekir. Matematiksel katkı ile klinik sonuç arasındaki mesafeyi korumak, suyun mineral önemini küçümsemek değil, doğru ölçekte değerlendirmektir.

Bu bölümdeki hesapların ortak sonucu basittir: suyun katkısı vardır, fakat katkının büyüklüğü isimden değil derişim, hacim ve zamandan çıkar. Bir suyu bütünüyle değersiz veya tek başına yeterli ilan etmek yerine bu üç büyüklüğü ölçmek, daha açık ve daha savunulabilir bir karara götürür.

35. Ters ozmoz sisteminin saha performansı

Bir ters ozmoz sisteminin çalıştığını göstermek için yalnız ürün suyunun TDS değerini ölçmek yeterli değildir. Aynı ürün derişimi, farklı giriş sularında farklı azaltım oranına karşılık gelir. Aynı azaltım oranı da farklı su geri kazanımlarıyla elde edilebilir. Ayrıca membran çıkışından sonra karışım veya mineral ekleme varsa son musluk, membranın tek başına performansını temsil etmez. Saha değerlendirmesinde önce sistemin sınırı, sonra su ve madde dengesi kurulmalıdır.

Bu bölümdeki hesaplar gerçek bir cihazın garantisi veya tasarım onayı değildir. Sayılar, ölçümlerin birbirini nasıl denetlediğini göstermek için oluşturulmuş temsili verilerdir. Gerçek sistemde giriş suyu, membran tipi, sıcaklık, basınç, kullanım düzeni ve üreticinin işletme sınırları ayrıca değerlendirilir. RO'nun ürün suyu ile daha derişik bir akım oluşturduğu temel ayrım WHO'nun arıtma açıklamalarında da yer almaktadır. [2, Ek 5.1.9]

Önce sistem sınırını belirlemek

Bir RO incelemesinde üç farklı sınır seçilebilir. Birincisi yalnız membran ünitesidir: giriş, permeat ve konsantre akımları incelenir. İkincisi ön arıtma ve son işlemler dâhil bütün cihazdır. Üçüncüsü depolama ve tüketim musluğunu da içeren kullanıcıya ulaşan sudur. Bu sınırlar farklı amaçlara hizmet eder.

Membranın kalsiyum azaltımı araştırılıyorsa permeat, mineral kartuşundan önce değerlendirilmelidir. Kullanıcının aldığı kalsiyum araştırılıyorsa son musluk gereklidir. Cihazın bütün su tüketimi araştırılıyorsa otomatik durulama ve diğer yan akımlar da ilgili zaman aralığında hesaba katılmalıdır. Tek bir numune noktasıyla bu üç sorunun hepsi cevaplanamaz.

Sistem içinde geri dönüş varsa iç akım ile dışarıdan alınan besleme suyu da ayrılmalıdır. Konsantrenin bir bölümünün yeniden girişe döndürülmesi, membran üzerindeki dolaşımı artırabilir; ancak dışarıdan alınan toplam su ile kullanıcıya verilen ürün arasındaki hesap başka bir

sınırdan yapılır. İç akımları dış tüketim gibi toplamak su kullanımını iki kez sayabilir.

Su dengesi

Kararlı durumda ve incelenen aralıkta kayda değer depolama değişimi olmadığı varsayımıyla su dengesi şöyle yazılır:

Besleme hacmi = ürün hacmi + konsantre hacmi

Aynı ilişki sabit akış koşullarında debilerle de kurulabilir. Fakat bir yanda litre, diğer yanda litre/dakika kullanılamaz. Bütün terimler aynı zaman aralığına ve aynı birim türüne ait olmalıdır.

Temsili bir testte 12 L besleme suyu alınmış, 4,8 L ürün ve 7,2 L konsantre toplanmış olsun. Su geri kazanımı 4,8/12 = yüzde 40'tır. Konsantre/ürün oranı 7,2/4,8 = 1,5'tir. Bu değer “bir litre ürüne karşılık 1,5 litre konsantre” biçiminde ifade edilebilir. Besleme/ürün oranı ise 2,5'tir; iki oran aynı değildir.

Depolu bir sistemde test başlangıcında ve sonunda depoda farklı miktarda su varsa bu basit eşitlik eksik kalır. Örneğin başlangıçta boş olan depoya 2 L dolmuş, kullanıcı musluğundan yalnız 2,8 L alınmışsa membranın ürettiği 4,8 L ile musluktan alınan 2,8 L karıştırılmamalıdır. Sistemdeki birikim ayrıca yazılmalıdır. Bu ayrım küçük hacimli kısa testlerde büyük hata yaratabilir.

Element bazında madde dengesi

Bir element için, çökelme, adsorpsiyon, kaçak ve sistem içinde birikim olmadığı varsayımıyla şu denge kurulur:

Besleme hacmi × giriş derişimi = ürün hacmi × ürün derişimi + konsantre hacmi × konsantre derişimi

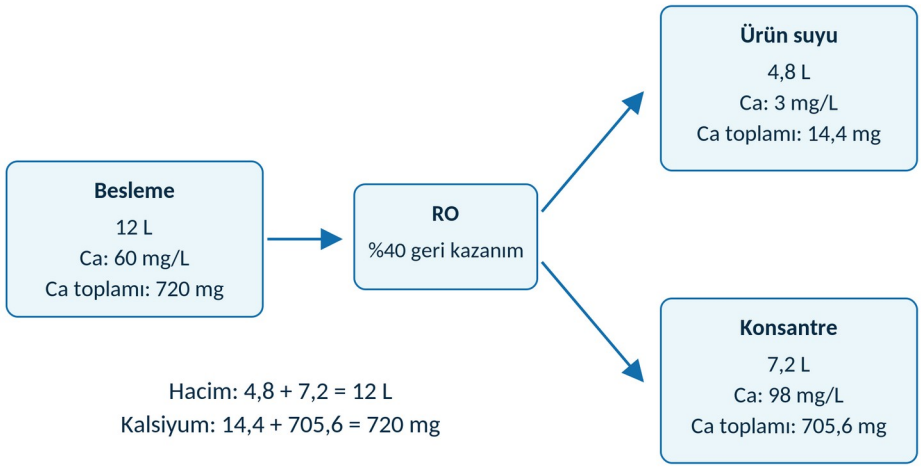
Bu eşitlik kalsiyum, magnezyum veya sodyum gibi izlenen element için ayrı ayrı kullanılabilir. Elektriksel iletkenlik doğrudan bir element kütlesi olmadığı için aynı eşitliğe mg/L gibi yerleştirilmez. TDS'nin yöntemine ve çözeltinin bileşimine bağlı sınırlar da dikkate alınmalıdır. [54]

Temsili 12 L testte giriş kalsiyumu 60 mg/L ve permeat kalsiyumu 3 mg/L olsun. Girişte 720 mg, üründe 14,4 mg kalsiyum vardır. Konsantreye kalan 705,6 mg, 7,2 L'ye bölündüğünde 98 mg/L bulunur. Konsantrede ölçülen değer bunun çok dışındaysa önce örnek eşleşmesi, hacimler, ölçüm belirsizliği ve sistemde mineral birikimi olasılıkları incelenir.

Aynı testte giriş magnezyumu 20 mg/L, ürün magnezyumu 1 mg/L; giriş sodyumu 100 mg/L, ürün sodyumu 10 mg/L olarak varsayılsın. Magnezyum konsantresi yaklaşık 32,67 mg/L, sodyum konsantresi 160 mg/L olur. Tabloda yalnız üç element izlenmiştir; tam iyonik bileşim veya elektriksel yük dengesi bu üç satırdan kurulamaz.

Tablo 64. RO testinde temsili element dengesi

Element	Giriş, mg/L	Ürün, mg/L	Giriş kütlesi, mg	Ürün kütlesi, mg	Hesaplanan konsantre, mg/L
Kalsiyum	60	3	720	14,4	98,00
Magnezyum	20	1	240	4,8	32,67
Sodyum	100	10	1.200	48,0	160,00



Şekil 24. RO işleminde hacim ve kalsiyum dengesi. Çökelme, depolama ve başka kayıp olmadığı varsayılan temsili deney. Derişim azalması, geri kazanım ve kütle dağılımı ayrı büyüklüklerdir.

Dayanak: Özgün temsili hesap; **35. bölüm**.

Madde dengesi her zaman sıfır hatayla kapanmaz. Ölçüm belirsizliği ve örnekleme farkları küçük sapmalar yaratabilir. Buna karşılık büyük bir kapanmama, sistem sınırının veya verilerin yeniden incelenmesini gerektirir. Dengeyi zorla kapatmak için bir sonucu değiştirmek doğru değildir. Önce eksik akım, depolama değişimi veya yanlış numune araştırılır.

Derişim azaltımı ile kütle yönlendirmesi

Kalsiyum için görünür azaltım oranı 1 − 3/60 = yüzde 95'tir. Ancak ürüne geçen kalsiyum kütlesi 14,4/720 = yüzde 2'dir; giriş kalsiyumunun yüzde 98'i ürün akımı dışında kalmıştır. Bu iki yüzde çelişmez. Biri derişim oranını, diğeri bütün giriş kütlesinin akımlara dağılımını anlatır.

Genel olarak su geri kazanımı Y ve ürün/giriş derişim oranı Cp/Cf ise ürüne geçen element kütlesinin giriş kütlesine oranı Y × Cp/Cf olur. Bu bağıntı yalnız belirtilen denge varsayımları altında geçerlidir. Çökelti veya sistem içinde birikim varsa “ürüne geçmeyen bütün kütle konsantrede ölçülür” sonucu ayrıca doğrulanmalıdır.

Bu ayrım mineral kaybı tartışmalarında önemlidir. Kullanıcı, günde tükettiği ürün suyunun derişimiyle ilgilenir. Arıtma tesisinin madde akışı ise besleme ve konsantre kütlelerini de içerir. Membranın giriş kalsiyumunun yüzde 98'ini ürün dışında bırakması, kişinin günlük toplam kalsiyum alımının yüzde 98 azaldığı anlamına gelmez. Beslenme paydası yine ayrıdır.

Tuz geçişi neden ayrıca izlenir?

Giriş derişimi 400 mg/L olan temsili bir testte ürün 8 mg/L ise görünür azaltım yüzde 98, geçiş yüzde 2'dir. Ürün 16 mg/L'ye çıktığında azaltım yüzde 96 olur. Azaltım yalnız iki yüzde puan azalmış görünürken geçiş iki katına çıkmıştır. Bu nedenle yüksek azaltım oranlarına sahip sistemlerde yalnız azaltım yüzdesindeki küçük değişime bakmak, ürün derişimindeki önemli artışı gizleyebilir.

Bununla birlikte bu örnek TDS üzerinden kurulmuşsa belirli bir kirleticinin iki kat arttığı sonucuna otomatik geçilemez. İlgili kirletici ayrı ölçülmelidir. Toplam iletkenlik veya TDS, sistemin genel davranışını izlemekte yararlı olabilir; bütün hedef kimyasalların yerine geçen evrensel analiz değildir. [2, Ek 5; 52]

Ayrıca derişim değişiminin nedeni giriş suyunun değişmesi olabilir. Ürün 8'den 16 mg/L'ye yükselirken giriş de 400'den 800 mg/L'ye yükselmişse görünür azaltım yine yüzde 98'dir. Ürün suyunun kalitesi değişmiştir, fakat oran aynı kalmıştır. Bu durumda hem mutlak ürün derişimi hem azaltım oranı birlikte değerlendirilmelidir. Tek başına oran veya tek başına ürün sayısı eksik bilgi verir.

Sıcaklık ve basınç değişimini arızadan ayırmak

RO performansı giriş bileşimi, basınç, sıcaklık ve geri kazanımdan etkilenir. Farklı günlerde alınan ham debi sonuçları, bu koşullar değişmişse doğrudan membran yaşlanması olarak yorumlanamaz. Üretici teknik değerlendirmelerinde normalizasyon, işletme koşullarının etkisini dikkate alarak performansı seçilen bir referans durumla karşılaştırmak için kullanılır. [69, bölüm 5.6.6]

Normalizasyon "sonucu daha iyi göstermek" için yapılmamalıdır. Amaç, karşılaştırılan iki ölçümün aynı koşullarda ne anlama geldiğini değerlendirmektir. Kullanılan model, referans koşullar ve girdiler açık olmalıdır. Bir üreticinin belirli membran ailesi için verdiği düzeltme yaklaşımı, bütün ev tipi cihazlara hiçbir doğrulama olmadan evrensel katsayı gibi uygulanamaz.

Temsili bir kayıtta ürün debisi önce 10 L/saat, daha soğuk bir günde 8 L/saat ölçülmüş olsun. Bu yüzde 20 ham debi azalmasıdır. Sıcaklık, basınç ve besleme bileşimi bilinmiyorsa bunun tamamını tıkanma diye adlandırmak doğru değildir. Aynı biçimde debinin artması da her zaman iyileşme değildir; seçicilikte bozulma veya farklı işletme koşulu söz konusu olabilir. Saha teşhisinde debi, ürün bileşimi ve işletme verileri birlikte okunur.

Katalog kapasitesini sahadaki üretimle karşılaştırmak

Katalogdaki kapasite, belirtilen test koşullarına bağlıdır. Giriş basıncı, sıcaklık, tuzluluk, geri kazanım ve ürün tarafı koşulları farklı olduğunda aynı sayının evde görülmesi beklenmeyebilir. "75 GPD" gibi bir kapasite ifadesi, test koşulları okunmadan günlük kişisel tüketim veya gerçek sürekli debi olarak kullanılamaz.

Birim dönüşümü bile açık yapılmalıdır. ABD galonu kullanılan bir değerde 1 galon yaklaşık 3,785 L olduğundan 75 GPD yaklaşık 284 L/gün veya 11,8 L/saat eder. Bu yalnız birim dönüşümüdür; bir cihazın gerçekten her gün bu kadar ürün verdiği veya vermesi gerektiği iddiası değildir. Galonun hangi tanıma göre kullanıldığı belirtilmemişse dönüşüm önce bu bilgiyle doğrulanır.

Depolu sistemde musluktan kısa süreli yüksek debi alınması da membranın anlık üretimini göstermeyebilir. Musluk depo suyunu boşaltıyor olabilir. Membranın üretim debisi ile depodan çekilen debi

farklı ölçüm noktalarıdır. Tüketici için kullanım rahatlığı önemlidir; teknik performans için ise hangi debinin ölçüldüğü bilinmelidir.

Aynı zaman aralığında hacim toplamak

Saha testinde ürün ve konsantre hacimlerinin aynı zaman aralığını temsil etmesi gerekir. Ürün suyu 30 dakikada 5 L, konsantre 20 dakikada 10 L olarak toplanmış olsun. Hacimleri doğrudan 5/(5 + 10) biçiminde kullanmak yüzde 33,3 geri kazanım verir; fakat süreler eşit değildir. Önce debiler hesaplanmalıdır.

Ürün debisi 5/30 = 0,167 L/dakika, konsantre debisi 10/20 = 0,5 L/dakikadır. Bu koşulların sabit kaldığı varsayımıyla geri kazanım 0,167/(0,167 + 0,5) = yaklaşık yüzde 25 olur. Aynı 30 dakika içinde konsantre hacmi 15 L olacaktı. Yanlış zaman eşleştirmesi, gerçek senaryodan daha yüksek verim izlenimi yaratmıştır.

Ölçüm sırasında cihaz durup yeniden çalışıyorsa veya depo basıncı değişiyorsa sabit debi varsayımı geçerli olmayabilir. Bu durumda bütün çalışma çevrimi boyunca hacimler toplanabilir ya da uygun zaman çözünürlüklü akış kaydı kullanılabilir. Hangi yaklaşım seçildiyse raporda belirtilir. Kısa süreli el ile ölçülen bir debi, bütün günün su kullanımını kesin olarak temsil etmeyebilir.

Karışım, membran arızası gibi görünebilir

Son muslukta derişimin yükselmesi her zaman membranın seçiciliğinin bozulduğunu göstermez. Sonradan mineral ekleme veya ham su karışımı varsa artış başka bir aşamadan kaynaklanabilir. Bu nedenle membran permeatı ile son musluk ayrılmalıdır. Kontrolsüz karışımın güvenlik etkisi de yalnız mineral açısından değerlendirilmez; karışan suyun diğer özellikleri önemlidir. [2, bölüm 6.5]

Temsili bir sistemde membran permeatının klorürü 4 mg/L, karışan suyun klorürü 200 mg/L ve son karışımın klorürü 20 mg/L olsun. Klorürün bu aralıkta korunan bir izleyici gibi davrandığı, başka kaynak veya kayıp bulunmadığı varsayımıyla karışım payı şöyle hesaplanabilir:

Karışan su payı = (20 − 4)/(200 − 4) = yaklaşık %8,16

Bu sonuç tek başına gerçek bir karışım vanasının açık olduğunu kanıtlamaz. Hesap yalnız belirtilen iki kaynaklı modelin gözlenen sonucu açıklamak için hangi oranı gerektirdiğini gösterir. Bir başka iyonun bağımsız ölçümü ve gerçek akış yolunun incelenmesi modeli sınamaya

yardım eder. İzleyici olarak kullanılan bileşen kartuşta ekleniyor veya tutuluyorsa bu basit denklem geçerli olmaz.

Modelin doğru olduğu durumda bile karışımın uygun olup olmadığı ayrıca değerlendirilir. Klorürün istenen seviyede olması, karışan suyun nitrat, arsenik veya mikrobiyolojik özelliklerinin uygun olduğunu göstermez. Bir bileşeni düzeltmek için yapılan karışım, diğer bileşenlerin güvenliğini bozmamalıdır. [49, bölüm 2.4]

Geri kazanım arttıkça konsantrede ne olur?

Ürün tarafına geçen miktar küçük olduğunda konsantre derişimi yaklaşık olarak giriş derişiminin 1/(1 − Y) katına yaklaşır. Bu ilişki, su geri kazanımı arttıkça çözünmüş maddelerin daha küçük konsantre hacmine toplandığını gösterir. Fakat bu yalnız kütle dengesi yaklaşımıdır; çökelme, gaz değişimi veya başka reaksiyon varsa gerçek sonuç değişebilir.

Temsili olarak girişte 400 mg/L izlenen çözünmüş madde, üründe 8 mg/L olsun. Kesin iki akımlı dengeye göre konsantre derişimi (400 − Y × 8)/(1 − Y) biçiminde hesaplanır. Geri kazanım yüzde 30 iken yaklaşık 568 mg/L, yüzde 50 iken 792 mg/L, yüzde 75 iken 1.576 mg/L bulunur.

Tablo 65. Sabit giriş ve ürün derişiminde geri kazanımın konsantreye etkisi

Geri kazanım	Ürün dışındaki su payı	Hesaplanan konsantre derişimi
%30	%70	568 mg/L
%50	%50	792 mg/L
%75	%25	1.576 mg/L

Bu tablo yüzde 75 geri kazanımın her cihaz için uygulanabilir olduğunu söylemez. Belirli iyonların doygunluğu, membran yüzeyindeki koşullar, gerekli konsantre akışı ve üreticinin sınırları ayrıca önemlidir. Bir sayıyı yükseltmek için konsantre hattını bilinçsizce kısma yaklaşımı güvenilir bir iyileştirme yöntemi değildir. Tasarım ve işletme sınırları yetkin teknik değerlendirmeyle ele alınır. [69, bölüm 2.4 ve 3.9]

Aynı nedenle “daha az atık su” ile “daha güvenli ürün” eş anlamlı değildir. Su kullanımını azaltmak önemli olabilir; ancak ürün kalitesi, membran ömrü ve işletme güvenilirliğiyle birlikte değerlendirilmelidir. Bir performans ölçütünü iyileştirirken başka bir ölçüt bozulabilir. Çok ölçütlü değerlendirme, tek bir pazarlama oranından daha açıklayıcıdır.

Mineral kartuşundan önce ve sonra performans

Bir sistemde membran permeatının kalsiyumu 3 mg/L, mineral kartuşundan sonra 23 mg/L ölçülmüş olsun. Giriş kalsiyumu 60 mg/L ise membranın görünür azaltımı yüzde 95, son ürünün girişe göre farkı ise yaklaşık yüzde 61,7'lik azalmadır. İkinci sayı membranın daha kötü çalıştığını göstermez; sonradan 20 mg/L kalsiyum eklenmiştir.

Bu ayrımı kaybetmek iki ters hataya yol açabilir. Satıcı son musluktaki mineral artışını membranın yetersizliği gibi değerlendirebilir veya kullanıcı yüksek mineral değerini bütün kirleticilerin geri geldiği şeklinde yorumlayabilir. Gerçek değerlendirme için hedef elementin ve hedef kirleticinin ayrı ölçümü, ayrıca aşamaların ayrı numunelenmesi gerekir.

Kartuşun giriş ve çıkış ölçümleri farklı günlerde yapılmışsa net katkı hesabı da sınırlıdır. Membran permeatının bileşimi değişmiş olabilir. 33. bölümde açıklanan eşleştirme ilkesi burada doğrudan uygulanır. Özellikle düşük derişimlerde iki küçük sayının farkı hesaplandığında belirsizliğin göreli önemi artabilir; net katkı çok küçükse “kesin mineral ekleniyor” hükmü ölçüm performansıyla birlikte incelenmelidir.

Depo, anlık sonucu nasıl değiştirir?

Depoda farklı zamanlarda üretilmiş sular karışabilir. Temsili olarak depoda kalsiyumu 2 mg/L olan 2 L su bulunduğunu, buna kalsiyumu 8 mg/L olan 1 L yeni su eklendiğini düşünelim. Tam karışım, kayıp ve reaksiyon olmaması varsayımıyla son derişim $(2 \times 2 + 1 \times 8)/3 = 4$ mg/L olur. İki derişimin aritmetik ortalaması olan 5 mg/L doğru değildir; hacimler eşit değildir.

Gerçek depoda tam karışımın ne kadar sağlandığı, akış yolu ve çekiş düzeniyle ilişkili olabilir. Bu nedenle basit tank hesabı her depodaki anlık musluk profilini tam olarak vermez. Ancak suyun geçmişinin neden önemli olduğunu gösterir. Son musluk numunesi bazen yalnız o anda membranın ürettiği suyu değil, farklı üretim dönemlerinin karışımını temsil eder.

Depolama aynı zamanda yalnız mineral meselesi değildir. Malzeme teması, bekleme ve hijyen koşulları da değerlendirilmelidir. Düşük TDS'li bir tank suyu, bu sayı nedeniyle mikrobiyolojik olarak güvenli kabul edilmez. İçme suyu güvenliği, sistemin bütünündeki uygun işletme ve bakım koşullarına bağlıdır. [2, bölüm 4.2.5 ve 6.10]

Bir performans dosyasında bulunması gereken karşılaştırmalar

Saha dosyasında yalnız “önce 400, sonra 20” gibi iki sayı bulunmamalıdır. Giriş, membran permeatı ve son musluk için hangi parametrenin, hangi yöntemle ve hangi koşulda ölçüldüğü belirtilmelidir. Ürün ile konsantre hacimleri aynı zaman aralığında kaydedilir. Sıcaklık, basınç ve varsa depo durumu, karşılaştırmanın neden değişebileceğini açıklayan bilgiler olarak eklenir.

Tablo 66. RO saha incelemesinde birbirinden ayrılacak sonuçlar

Ölçüt	Hesap veya gözlem	Yanlış eşitleme
Derişim azaltımı	1 − ürün/giriş	Günlük toplam mineral kaybı değildir
Su geri kazanımı	Ürün/besleme hacmi	Kirletici giderim yüzdesi değildir
Son musluk bileşimi	Son işlem ve depolama sonrası ölçüm	Tek başına membran sonucu değildir
Günlük su kullanımı	Bütün çevrimlerin hacim kaydı	Kısa test debisine eşit olmayabilir
Beslenme katkısı	Tüketilen hacim × element derişimi	Üretilen bütün hacim değildir

Sonuçlar aynı tarihteki girişle karşılaştırılır ve önceki kayıtlarla birlikte değerlendirilir. Bir değişim bulunduğunda önce veri ve numune zinciri doğrulanır. Ardından bakım, işletme ve bileşenler incelenir. Bu sıra, hatalı bir cihazı gereksiz yere korumak için değil, doğru sorunu doğru müdahaleyle çözmek için gereklidir.

Sertifikalı verim ile sahada ölçülen geri kazanım

Bir sertifikasyon programındaki verimlilik tanımı, test çevrimi ve kapsanan su akımlarıyla birlikte okunmalıdır. ABD EPA WaterSense ters ozmoz şartnamesi, belirli test yaklaşımı içinde su verimliliği ve TDS azaltımı ölçütleri içerir. Bu değerler, Türkiye'deki bütün cihazlar için otomatik yasal sınır veya her evde aynı sonucu verme garantisi değildir. [50]

Sahada kısa süreli ölçülen geri kazanım ile sertifika testindeki verimlilik farklı sınırlar ve çevrimler içerebilir. İki sayı karşılaştırılacaksa

tanımları eşitlenmelidir. Durulama, bekleme, depo ve kullanım çevrimleri bir değerlendirmede bulunup diğerinde bulunmuyorsa fark doğabilir. Önce ölçütün tanımı, sonra sayısı karşılaştırılır.

Bütün bu hesapların amacı cihazı yalnız düşük TDS veya yüksek üretim sayısıyla değerlendirme alışkanlığını değiştirmektir. Bir RO sistemi, hedeflenen su kalitesini uygun işletme koşullarında sağlayabilmeli ve bu performans izlenebilmelidir. Mineral katkısı da bu gerçek son ürün üzerinden hesaplanmalıdır. Aritmetik, teknik sistem ile insanın tükettiği su arasında köprü kurar; fakat teknik performansı tek başına sağlık yararına dönüştürmez.

36. Yeniden mineralizasyon için tasarım hesabı

Yeniden mineralizasyon hesabı, suya bir miktar mineral koyup son pH'ı ölçmekten ibaret değildir. Hangi elementin ne kadar ekleneceği, hangi karşı iyonun birlikte geleceği, alkalinitenin nasıl değişeceği ve son suyun dağıtım sistemiyle nasıl davranacağı birlikte değerlendirilir. Kalsiyum hedefi sağlanırken magnezyumun değişmeden kalması mümkündür. Magnezyum hedefi sağlanırken klorür, sülfat veya alkalinite de artabilir. Her işlem birden fazla bileşeni etkiler.

Buradaki hesaplar, yöntemlerin kimyasal sonuçlarını anlamak için kurulmuş kuramsal örneklerdir. Evde mineral tuzu veya kimyasal dozlama tarifi değildir. İçme suyunda kullanılacak malzemelerin uygunluğu, saflığı, olası safsızlıkları, çözünme davranışı ve işletme güvenliği ayrıca doğrulanmalıdır. Tasarımın kimyasal olarak dengeli görünmesi, kullanılan ürünün içme suyu için uygun olduğunu kanıtlamaz. [2, bölüm 6.5 ve 8.5.4; 53]

Hedefleri birbirinden ayırmak

Bir sistemde üç tür hedef bulunabilir. Birincisi kimyasal hedeflerdir: kalsiyum, magnezyum, alkalinite veya pH gibi büyüklüklerin belirli bir aralıkta tutulması. İkincisi işletme hedefleridir: çökelme, malzeme uyumu, debi değişimine yanıt ve bakım gereksinimi. Üçüncüsü tüketimle ilgili hedeflerdir: suyun toplam beslenmeye sağlayacağı ölçülebilir katkı. Sağlık sonucu iddiası bu üçüncü başlığa otomatik eklenemez.

Bir tasarım hesabında seçilen 40 mg/L kalsiyum veya 10 mg/L magnezyum gibi sayılar, yalnız o örneğin mühendislik hedefleri olabilir. Bunlar bütün kişiler için zorunlu sağlık alt sınırı diye tanımlanmamalıdır. WHO'nun güncel sertlik değerlendirmesi bu tür evrensel asgari veya azami mineral hedefleri koymamaktadır. [2, s.436–437]

Hedefler yazılırken başlangıç bileşimi de verilmelidir. Çıkışta 40 mg/L kalsiyum elde etmek için girişte 5 mg/L bulunan suya 35 mg/L eklemek gerekir. Girişte zaten 25 mg/L varsa gereken net katkı 15 mg/L'dir. Sabit bir doz, değişken girişte sabit çıkış sağlamaz. Tasarımın hangi giriş aralığını kapsadığı baştan belirtilir.

Kalsitin teorik katkısı

Kalsiyum karbonatın mol kütlesi yaklaşık 100,086 g/mol, kalsiyumun mol kütlesi yaklaşık 40,078 g/mol'dür. Dolayısıyla saf CaCO3'ün kütlece yaklaşık yüzde 40,04'ü kalsiyumdur. Bir litre suda gerçekten 50 mg saf kalsit çözünürse yaklaşık 20,0 mg/L kalsiyum sağlanır. Bu, malzemenin kaba eklenen miktarı değil, çözünmüş miktarı üzerinden kurulan hesaptır. [63]

Karbondioksitin katıldığı basitleştirilmiş çözünme tepkimesi şu şekilde yazılabilir:

CaCO3 + CO2 + H2O → Ca^{2+} + 2 $HCO3^{-}$

Bu stokiyometri, bir mol kalsit için bir mol karbondioksit tüketilip iki mol bikarbonat oluşmasını ifade eder. Gerçek temasörde denge, gaz aktarımı, başlangıç karbonat sistemi ve hidrolik koşullar sonucu etkiler. Kalsit temasörlerine ilişkin teknik çalışmalar bu işletme bağımlılığını ele almaktadır. [67, bölüm 2]

Giriş kalsiyumu 5 mg/L, hedef çıkış 40 mg/L olarak seçilen temsili bir sistemde gereken net kalsiyum 35 mg/L'dir. Bunun saf kalsit eşdeğeri 35 × 100,086/40,078 = yaklaşık 87,4 mg/L olur. Yukarıdaki tepkimenin tam gerçekleştiği modelde yaklaşık 38,4 mg/L CO2 tüketilir ve 106,6 mg/L bikarbonat oluşur. Alkalinite artışı ise yaklaşık 87,4 mg/L CaCO3 eşdeğeridir.

Tablo 67. 35 mg/L net kalsiyum artışı için kuramsal kalsit dengesi

Büyüklük	Kuramsal miktar	Anlamı
Net kalsiyum	35,0 mg/L	Seçilen örnekte hedef artış
Çözünen saf CaCO3	87,4 mg/L	Stokiyometrik malzeme eşdeğeri
Tepkimede tüketilen CO2	38,4 mg/L	Tam tepkime modelinin gereği
Oluşan $HCO3^-$	106,6 mg/L	Aynı tepkimeden gelen bikarbonat
Alkalinite artışı	87,4 mg/L CaCO3 olarak	Eşdeğerlik birimiyle artış

Bu tablo bir dozlama cihazına doğrudan girilecek ayar listesi değildir. Su zaten çözünmüş karbondioksit veya başka karbonat türleri içeriyorsa dışarıdan gereken miktar değişir. Çözünme tam değilse kaba konan kalsitin tamamı suya geçmez. Gaz kaybı, denge ve temas koşulları ayrıca değerlendirilir. Teorik tüketim ile gerçek kimyasal dozunu birbirine eşitlemek tasarım hatası yaratabilir.

Saflık düzeltmesi neyi çözer?

Kuramsal olarak 87,4 mg saf madde gerekiyorsa ve kullanılan malzemenin ilgili bileşen saflığı yüzde 95 ise yalnız kütle hesabı bakımından 87,4/0,95 = yaklaşık 92,0 mg malzeme eşdeğeri bulunur. Bu düzeltme, içindeki diğer yüzde 5'in güvenli olduğunu göstermez. Safsızlıkların ne olduğu ve suya ne kadar geçebileceği ayrı bir malzeme güvenliği sorusudur.

Ayrıca “yüzde 95 saflık” ile “yüzde 95 çözünme” farklı kavramlardır. Birincisi malzemenin bileşimini, ikincisi belirli koşullarda suya geçen payı anlatır. Yüksek saflıktaki bir yatak kısa temas süresinde az çözünmüş olabilir. Daha düşük saflıktaki bir malzeme ise çözündüğünde istenmeyen bileşenler de salabilir. Tek bir saflık yüzdesi, performans ve güvenlik değerlendirmelerinin yerine geçmez.

İçme suyu uygulamasında uygunluk, ilgili malzeme ve kimyasal değerlendirme kapsamı üzerinden araştırılır. NSF/ANSI/CAN 60 gibi arıtma kimyasallarıyla, 61 gibi suyla temas eden bileşenlerle ilgili standartların kapsamı aynı değildir. Bunların varlığı belirli bir sağlık yararı iddiası da oluşturmaz. [53]

Debi ile günlük tüketimi eşleştirmek

Bir litre için hesaplanan miktar, günlük arıtılan hacimle çarpılarak günlük teorik madde tüketimine çevrilebilir. Temsili sistem 1 m^3/gün, yani 1.000 L/gün işliyorsa 87,4 mg/L saf kalsit eşdeğeri 87,4 g/gün eder. 10 m^3/günde 874 g/gün olur. Buradaki çarpım yalnız birim dönüşümü ve kütle hesabıdır; gerçek yatak ömrünü bütün işletme etkileriyle tahmin etmez.

Yatağa konan malzemenin tamamının kullanılabilir olduğu varsayılamayabilir. Kalan yatak yüksekliği, akış dağılımı, taşınan ince parçacıklar ve işletme gereksinimleri gerçek yenileme zamanını etkileyebilir. Bu nedenle “bir kilogram malzeme şu kadar litreye yeter” ifadesi, çözünme hedefi ve kullanılabilir pay belirtilmeden eksiktir.

Örneğin 1 kg saf malzemenin tamamının 50 mg/L hızla çözündüğü ideal modelde 20.000 L hesaplanır. Fakat gerçek sistemde gereken çıkış kalitesi malzeme tamamen bitmeden sağlanamaz hâle geliyorsa kullanılabilir hizmet hacmi daha düşüktür. Tersine çözünme düşük kaldığı için malzemenin uzun süre bitmemesi, hedef mineral katkısının sağlandığını göstermez. Fiziksel olarak kalan medya ile işlevsel kapasite aynı değildir.

Magnezyum tuzlarında karşı iyon hesabı

Magnezyum eklenirken kullanılan tuzun yalnız magnezyum kısmı değil, eşlik eden iyonu da hesaba katılır. Temsili olarak giriş magnezyumu 1 mg/L, tasarım hedefi 10 mg/L olsun. Net artış 9 mg/L'dir. Saf susuz MgCl2 kullanıldığı varsayılan stokiyometrik hesapta yaklaşık 35,3 mg/L tuz, 9 mg/L magnezyum ve 26,3 mg/L klorür sağlar. Bu bir uygulama önerisi değil, bileşim hesabıdır. [63]

Aynı magnezyum miktarı MgSO4 üzerinden hesaplanırsa eşlik eden sülfat yaklaşık 35,6 mg/L olur. Dolayısıyla iki yaklaşımın magnezyum katkısı aynı olsa bile son suyun klorür ve sülfat bileşimi farklıdır. Bir tuzu diğerinin yerine yalnız gram miktarını koruyarak değiştirmek magnezyum dozunu da değiştirebilir.

Hidrat suyu içeren tuzlarda fark daha büyür. MgCl2·6H2O veya MgSO4·7H2O gibi bileşiklerde tartılan kütlenin bir bölümü kristal sudur. Net 9 mg/L magnezyum için kuramsal MgCl2·6H2O eşdeğeri yaklaşık 75,3 mg/L, MgSO4·7H2O eşdeğeri yaklaşık 91,3 mg/L'dir. Susuz tuz hesabını

hidratlı ürüne uygulamak eksik element katkısı yaratır. Malzemenin kimyasal formu doğrulanmadan yalnız ticari adına göre hesap yapılamaz.

Magnezyum oksit ve alkalinite

Magnezyumun farklı kimyasal biçimleri alkaliniteyi de farklı etkiler. MgO'nun su ve asit-baz dengesi içinde çözünmesi, klorür veya sülfat tuzu eklenmesiyle aynı sonuç değildir. Basitleştirilmiş tam çözünme ve nötrleşme hesabında bir mol magnezyuma karşılık iki eşdeğer baz katkısı söz konusu olabilir. Gerçek suyun pH'ı ve karbonat sistemi bu katkının son görünümünü belirler.

Kuramsal olarak 9 mg/L magnezyumun MgO'dan gelmesi için yaklaşık 14,9 mg/L MgO'nun çözünmesi gerekir. İki eşdeğerlik üzerinden hesaplanan alkalinite katkısı yaklaşık 37,1 mg/L CaCO3 eşdeğeridir. Bu sayı son pH'ı vermez. pH, başlangıç alkalinitesi, çözünmüş karbon, gaz alışverişi ve dengeyle birlikte belirlenir. [63; 14]

Bu nedenle “aynı miktarda magnezyum ekledik” cümlesi, iki son suyun aynı kimyaya sahip olduğunu göstermez. Tasarım dosyasında element katkısı, karşı iyon katkısı ve alkalinite etkisi ayrı satırlarda tutulmalıdır. Özellikle karışık mineral medyalarında yalnız son pH'ı ölçmek, hangi bileşenin ne kadar çözüldüğünü açıklamaya yetmez.

Karışımın bütün iyonları birlikte değiştirmesi

İki suyun karıştırılması, mineralizasyon için kullanılabilecek bir yaklaşımdır. Ancak bir element hedefi için seçilen karışım oranı, diğer bütün korunan çözünmüş bileşenleri de değiştirir. Yalnız kalsiyum veya magnezyum hesabı yapıp karışan suyun nitrat, sodyum ve diğer özelliklerini dışarıda bırakmak güvenilir bir tasarım değildir. Karışım suyunun mikrobiyolojik güvenliği de ayrıca sağlanmalıdır. [2, bölüm 6.5; 49]

İki kaynaklı, hacimlerin toplanabilir olduğu ve reaksiyon bulunmadığı basit modelde son derişim şöyle yazılır:

Cson = (1 − f) × CA + f × CB

Burada f, B suyunun toplam içindeki hacim payıdır. Aynı f değeri, bu modelin geçerli olduğu her bileşene uygulanır. Magnezyum için yüzde 25, nitrat için yüzde 5 kullanılamaz; karışan su tek bir fiziksel hacimdir.

Temsili A suyunda kalsiyum 4, magnezyum 1, sodyum 8 ve nitrat 2 mg/L olsun. B suyunda bunlar sırasıyla 84, 21, 88 ve 42 mg/L olarak varsayılsın. Nitrat değerleri NO_3^- kütlesi cinsindedir. B suyunun yüzde 25

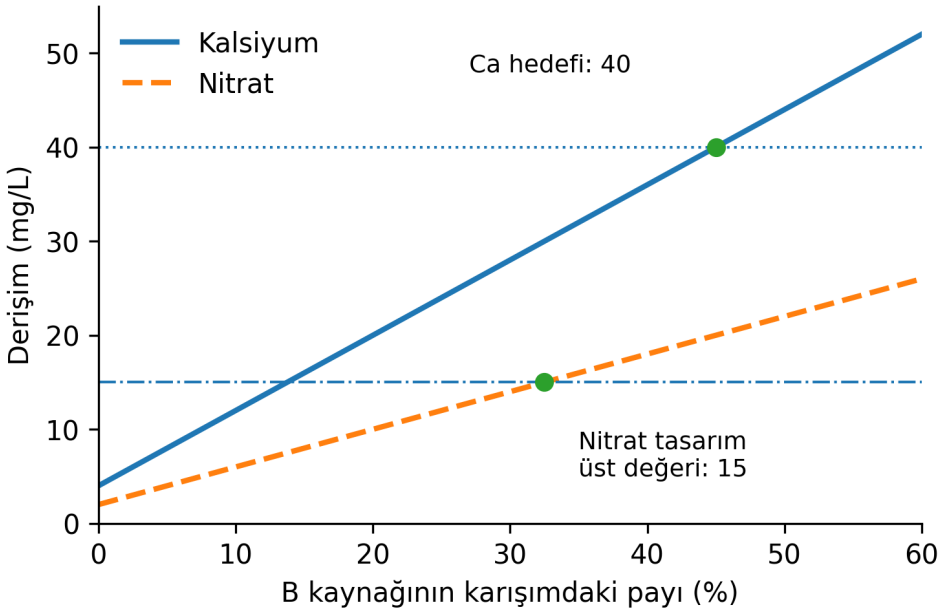
olduğu karışımda kalsiyum 24, magnezyum 6, sodyum 28 ve nitrat 12 mg/L olur.

Tablo 68. İki suyun karışımında birlikte değişen bileşenler

B suyunun payı	Kalsiyum, mg/L	Magnezyum, mg/L	Sodyum, mg/L	Nitrat, mg/L
%0	4	1	8	2
%25	24	6	28	12
%32,5	30	7,5	34	15
%45	40	10	44	20

Bu tabloda yüzde 45 karışım, örnek olarak seçilen 40 mg/L kalsiyum ve 10 mg/L magnezyum hedeflerini birlikte sağlar. Ancak aynı karışım nitratı 20 mg/L'ye çıkarır. Proje içinde, yalnız bu örneği açıklamak amacıyla nitrat için 15 mg/L'lik bir tasarım üst hedefi seçilmişse yüzde 45 karışım uygulanabilir çözüm değildir. Buradaki 15 mg/L değeri yasal veya evrensel sağlık sınırı değildir; kısıtlı tasarım hesabının varsayımıdır.

Bu üst hedef altında en yüksek B payı (15 − 2)/(42 − 2) = yüzde 32,5'tir. Bu noktada magnezyum 7,5 mg/L, kalsiyum 30 mg/L olur. İstenen magnezyum hedefi ile nitrat kısıtı aynı anda sağlanamıyorsa çözüm “oranı biraz ayarlamak” değildir; başka kaynak, başka işlem veya farklı bir mineralizasyon yaklaşımı gerekir. Matematik, bazı hedeflerin mevcut iki kaynakla aynı anda gerçekleştirilemeyeceğini gösterir.



Şekil 25. Karışımda iki hedefin aynı anda sınanması. Kalsiyum için 40 mg/L hedefi yüzde 45 B kaynağı gerektirirken, nitratın 15 mg/L tasarım üst değerini aşmaması B payını yüzde 32,5 ile sınırlar. Değerler mevzuat veya sağlık önerisi değildir.

Dayanak: Özgün temsili karışım modeli; **36. bölüm**.

pH karışımında neden aynı denklem kullanılmaz?

Kalsiyum gibi korunan bir elementin kütle derişimi uygun varsayımlarla hacim ağırlıklı hesaplanabilir. pH ise logaritmik bir büyüklüktür ve asit-baz dengesiyle ilişkilidir. pH'ı 6 ve 8 olan eşit hacimli iki suyun karışımının pH'ının otomatik olarak 7 olacağı söylenemez. Suların alkalinitesi, çözünmüş karbonu ve diğer tampon bileşenleri sonucu etkiler. [14; 68]

Bu nedenle bir karışımın mineral hesabı doğru olsa bile son pH ayrıca uygun kimyasal değerlendirme veya ölçüm gerektirir. Kütle dengesiyle bulunan bikarbonat veya alkalinite de karbonat türlerinin son dağılımını tek başına belirlemeyebilir. Gaz alışverişi varsa başlangıçtaki çözünmüş karbondioksit korunmuş bir bileşen gibi davranmayabilir.

Hesabın bu sınırı, karışım yöntemini kullanışsız yapmaz. Hangi büyüklüğün doğrudan toplanabildiğini ve hangisinin denge hesabı gerektirdiğini ayırır. Tasarımda önce korunan elementler için kütle dengesi, ardından ilgili kimyasal dengeler ve işletme koşulları

değerlendirilir. Bütün parametreleri aynı aritmetik ortalamaya indirgemek kolaydır, fakat doğru değildir.

İyonik yük dengesiyle raporu sınamak

Bir su çözeltisinde toplam pozitif ve negatif yüklerin dengesi, analizin iç tutarlılığını değerlendirmeye yardımcı olur. Bunun için mg/L değerleri doğrudan toplanmaz; iyonların yükü ve mol kütlesi dikkate alınarak eşdeğer derişimlere çevrilir. İki değerlikli kalsiyum ve magnezyum ile tek değerlikli sodyum aynı kütlede aynı yük katkısını yapmaz. [63]

Temsili bir bileşimde kalsiyum 40, magnezyum 12, sodyum 23 ve potasyum 4 mg/L; bikarbonat 183, klorür 28 ve sülfat 14 mg/L olsun. Bu, bir laboratuvar raporu değil, yük dengesi hesabını açıklayan yaklaşık bir iyon tablosudur. Hesapta başlıca iyonların bunlar olduğu ve başka önemli yük taşıyıcıların bulunmadığı varsayılmıştır.

Tablo 69. Temsili bir suyun iyonik yük hesabı

İyon	Kütle derişimi, mg/L	Yaklaşık yük derişimi, meq/L
Kalsiyum, Ca^{2+}	40	2,00
Magnezyum, Mg^{2+}	12	0,99
Sodyum, Na^{+}	23	1,00
Potasyum, K^{+}	4	0,10
Bikarbonat, $HCO3^{-}$	183	3,00
Klorür, Cl^{-}	28	0,79
Sülfat, $SO4^{2-}$	14	0,29

Yuvarlanmamış değerlerle pozitif ve negatif toplamlar birbirine çok yakındır. Bu, kurulan örneğin elektriksel yük bakımından tutarlı olduğunu gösterir. Ancak suyun güvenli olduğunu kanıtlamaz. Çok düşük derişimdeki önemli kirleticiler, mikroorganizmalar veya elektrik yükü taşımayan organik maddeler bu dengede görünmeyebilir. İyi kapanan bir yük dengesi, kapsamlı güvenlik analizinin yerine geçmez.

Yük farkı büyük bulunduğunda eksik iyon, yanlış birim, alkalinite dönüşümü veya analitik sorun araştırılır. Her su ve her analitik kapsam için aynı kabul yüzdesi kullanılmamalıdır; yöntemin ve çalışmanın kalite ölçütleri esas alınır. Özellikle çok düşük iyon derişimli sularda küçük mutlak belirsizlikler büyük göreli fark yaratabilir.

Nitratın farklı raporlama biçimleri

Karışım ve güvenlik hesabında nitratın hangi biçimde raporlandığı önemlidir. $NO3^-$ olarak mg/L ile nitrat azotu, yani N olarak mg/L aynı sayı değildir. Mol kütlelerine göre $NO3^-$/N oranı yaklaşık 62,004/14,007 = 4,43'tür. Dolayısıyla 10 mg/L nitrat azotu yaklaşık 44,3 mg/L nitrat iyonuna karşılık gelir. [63]

Bu dönüşümün unutulması, aynı suyu iki raporda çok farklıymış gibi gösterebilir. Bir karışım hesabında A kaynağı $NO3^-$, B kaynağı N olarak verilmişse önce aynı birime çevrilir. İki sayı doğrudan ağırlıklandırılmaz. Aynı ilke fosfat, fosfor, sülfat ve kükürt gibi farklı ifade biçimleri için de geçerlidir.

Bir sınırla karşılaştırma yapılacaksa sınırın birimi de aynı şekilde doğrulanır. Sayının benzer görünmesi yeterli değildir. Sonucun hangi kimyasal tür veya element eşdeğeri olarak yazıldığı, en az derişim değeri kadar önemlidir. Bu küçük kayıt ayrıntısı, tasarımın güvenlik yorumunu kökten değiştirebilir.

Temas süresi ve boş yatak temas süresi

Bir temasörün yatak hacmi 0,5 L ve debisi 0,5 L/dakika ise boş yatak temas süresi 1 dakikadır. Debi 1 L/dakikaya çıktığında bu değer 0,5 dakika olur. Bu hesap, yatak hacminin debiye bölünmesine dayanır; bütün su moleküllerinin yatakta tam bu süre kaldığını söylemez. [67]

Yatak hacminin yalnız bir bölümü suyla dolu boşluklardan oluşur. Temsili gözenek hacmi payı 0,40 ise 0,5 L yatağın su hacmi yaklaşık 0,2 L'dir. İdeal ve basitleştirilmiş bir akış modelinde 0,5 L/dakika debide bu hacmin geçiş süresi 0,4 dakika, yani 24 saniye olur. Bu sayı da gerçek ikamet süresi dağılımını tam olarak tanımlamaz; akış dağılımı, karışma ve erişilebilir boşluklar ayrıca etkilidir.

Dolayısıyla “bir dakika temas” ifadesinin neyi anlattığı sorulmalıdır. Boş yatak temas süresi mi, hesaplanan su hacmi/debi oranı mı, yoksa izleyici deneyinden elde edilmiş bir süre mi? Farklı tanımları aynı değermiş gibi karşılaştırmak, iki ürünün çözünme davranışını yanlış yorumlatabilir.

Doygunluk ve korozyon aynı karar değildir

Kalsiyum ve alkalinite artışı suyun kalsiyum karbonat dengesiyle ilişkisini değiştirir. Ancak bir kalsit doygunluk göstergesi, bütün metal korozyonunu tek başına açıklamaz. WHO'nun korozyon değerlendirmesi, kalsiyum karbonat doygunluğuna dayanan göstergelerin genel korozyon davranışını her koşulda temsil etmediğine dikkat çeker. [2, bölüm 8.4.3]

Bu nedenle bir suyun “LSI değeri uygun” denilerek bütün tesisat malzemeleri için güvenli ilan edilmesi doğru değildir. Kurşun, bakır veya diğer malzemelerle etkileşim, suyun daha geniş bileşimi ve sistem koşullarıyla ilişkilidir. Yeniden mineralizasyonun işletme başarısı, yalnız bir indeks değil, malzeme uyumu ve gerektiğinde ilgili metal ölçümleriyle değerlendirilir.

Öte yandan çökelme eğilimini bütünüyle yok saymak da doğru değildir. Hedef mineral miktarı sağlanırken ekipmanda tortu, debi kaybı veya tutarsız salım oluşabilir. Kimyasal hedef ile işletme hedefinin birlikte ele alınmasının nedeni budur. Beslenme katkısı açısından istenen bir sayı, teknik olarak sürdürülemeyen bir işletme durumuyla elde ediliyorsa iyi bir çözüm değildir.

Teorik hesaptan doğrulanmış işletmeye

Bir yeniden mineralizasyon tasarımı dört aşamada değerlendirilebilir. Önce başlangıç suyunun ilgili bileşimi ve değişim aralığı belirlenir. Ardından hedeflerin amacı ve sınırları yazılır. Sonra kütle, karşı iyon ve denge hesapları yapılır. Son aşamada, uygun deney ve işletme izlemesiyle gerçek çıkışın bu hesaplarla uyumu sınanır.

Tablo 70. Tasarım hesabını doğrulama adımları

Aşama	Kontrol sorusu
Giriş suyu	Mevsim ve debi değişimi hangi aralıkta?
Hedefler	Element, alkalinite ve işletme hedefleri ayrı mı?
Malzeme	Kimyasal form, saflık ve içme suyuna uygunluk doğrulandı mı?
Hesap	Karşı iyonlar ve bütün önemli kısıtlar hesaba katıldı mı?
Deney	Başlangıç, sürekli akış ve kullanım sonu incelendi mi?
İzleme	Sapma olduğunda hangi işlem uygulanacak?

Bu süreçte beklenenden düşük mineral katkısı görülürse yalnız daha fazla malzeme eklemek ilk cevap olmamalıdır. Temas koşulu, giriş karbondioksiti, yatak düzeni ve ölçüm noktası araştırılır. Beklenenden yüksek katkıda da bunun sürekli mi yoksa bekleme sonrası kısa süreli mi olduğu ayrılır. Sistem, tek bir iyi numune elde edildiğinde değil, tanımlanan koşullar altında tutarlı ve güvenli çalıştığı gösterildiğinde değerlendirilmiş olur.

Yeniden mineralizasyonun bilimsel değeri, suya gizemli bir nitelik kazandırmasında değil, bileşimi ölçülebilir biçimde değiştirebilmesindedir. Bu değişim açık bir hesapla, uygun malzemeyle ve izlenebilir sonuçla anlatılabilir. Hesaplanabilen kimyasal katkı ile henüz gösterilmemiş sağlık yararını ayırmak, hem mühendisliğin hem sağlık iletişiminin sınırlarını korur.

37. Mineral filtresinin ömür ve güvenlik deneyi

Bir mineral filtresinin işlevi, yalnız yeni takıldığında suyun pH'ını veya TDS değerini değiştirmesiyle tanımlanamaz. Ürünün hangi elementi ne kadar sağladığı, bu katkının işlenen hacim boyunca nasıl değiştiği ve suya istenmeyen madde geçirip geçirmediği ayrı sorulardır. Bunların her biri farklı ölçüm ve karşılaştırma gerektirir. Kullanım ömrü ise kutuda yazan ay sayısından önce, tanımlanan işlevin ne kadar süre ve hacim boyunca sürdürüldüğü sorusudur.

Bu bölüm, bir ürün hakkında önceden olumlu veya olumsuz hüküm veren bir test tarifi değildir. Yetkin laboratuvarlar ve teknik uzmanlar tarafından uyarlanabilecek bir değerlendirme mantığını anlatır. Evde patojen veya tehlikeli kimyasalla deneme yapılması önerilmez. Testin kapsamı, ilgili malzeme ve ürün standartları, üretici koşulları ve araştırılan kullanım durumuyla birlikte belirlenmelidir. [51; 53]

Deneyin ilk sayfası: İddia cümlesi

Deney, ölçülebilir bir iddiayla başlamalıdır. “Suya faydalı mineral verir” cümlesi belirsizdir. “Belirtilen giriş suyunda ve çalışma koşullarında, ilk 800 L boyunca çıkış magnezyumunu girişe göre en az 5 mg/L artırır” cümlesi ise sınanabilir bir performans iddiasıdır. Buradaki 5 mg/L ve 800 L, yalnız temsili deney hedefleridir; sağlık gerekliliği veya bütün ürünlere uygulanacak standart değildir.

İddiada elementin adı, net veya toplam derişim kullanıldığı, koşullar ve hizmet aralığı bulunmalıdır. “Magnezyum 10 mg/L” ifadesi, çıkış toplamı mı yoksa kartuşun eklediği miktar mı olduğu bilinmeden eksiktir. Girişte 8 mg/L varsa çıkışta 10 mg/L ölçülmesi net 2 mg/L katkıdır. Girişte 1 mg/L varsa aynı çıkış net 9 mg/L katkıya karşılık gelir.

Sağlık iddiası varsa ayrı kaydedilir. “Net 5 mg/L magnezyum ekler” deneyinin başarılı olması, “kas kramplarını önler” veya “kalp hastalığını azaltır” iddiasını doğrulamaz. Birincisi kimyasal performans, ikincisi uygun insan araştırması gerektiren sağlık sonucudur. Deney dosyasında bu iki iddiayı ayırmak, sonuç raporunun sonradan genişletilmesini önler.

Ürün kimliği ve üretim değişkenliği

Deneye giren ürünün model adı kadar parti bilgisi ve fiziksel tanımı da önemlidir. Aynı ticari isim altında farklı dolgu miktarı veya farklı medya bileşimi bulunuyorsa sonuç hangi ürüne ait olduğunu belirtmelidir. Üretici tarafından açıklanmayan bir bileşimi görünüm veya ağırlıktan kesin olarak belirlemek mümkün değildir.

Bir ürünün içindeki malzeme kütlesi, doğrudan sağlanacak element kütlesi değildir. Kalsiyum karbonatın yalnız yaklaşık yüzde 40'ı kalsiyumdur; magnezyum tuzlarında da element payı kimyasal forma göre değişir. Ayrıca malzemenin tamamı kullanım boyunca çözünmeyebilir. Bu nedenle “100 gram mineral içerir” ifadesi, kullanıcıya 100 gram besinsel mineral ulaştırılacağı anlamına gelmez. [63]

Üretim tutarlılığını incelemek için bağımsız ürünler gerekir. Aynı kartuşun farklı zamanlarda ölçülmesi onun ömür profilini gösterebilir; farklı ürünlerin birbirine ne kadar benzediğini göstermez. Farklı partiler arasındaki değişkenlik araştırılıyorsa parti yapısı da örnekleme planında yer almalıdır. Ürün ve zaman düzeyleri ayrı tutulur.

Koşulların sayısı ile ürün sayısını karıştırmamak

Temsili bir deneyde iki giriş suyu, iki debi, üç kullanım yaşı ve üç bağımsız ürün incelensin. Bu düzen 2 × 2 × 3 × 3 = 36 koşul-ürün birleşimi oluşturur. Her birleşimde ilk akış ve sürekli akış ayrı numunelenirse 72 sonuç dizisi elde edilebilir. Fakat bağımsız ürün sayısı hâlâ üçtür; 72 ayrı ürün test edilmiş olmaz.

Tablo 71. Temsili mineral filtresi deneyinin değişkenleri

Değişken	Örnek düzeyler	Araştırdığı özellik
Giriş bileşimi	İki tanımlı su	Kaynak bağımlılığı
Debi	İki tanımlı akış	Temas koşulunun etkisi
Kullanım yaşı	Başlangıç, orta, son	Hacim boyunca değişim
Bağımsız ürün	Üç ayrı kartuş	Ürünler arası farklılık
Akış durumu	İlk hacim, sürekli akış	Bekleme sonrası profil

Bu sayılar her test için yeterli örneklem önerisi değildir. Küçük farkların güvenilir biçimde belirlenmesi veya üretim partilerine genelleme yapılması daha geniş tasarım gerektirebilir. Planın büyüklüğü, iddianın kapsamına ve kabul edilecek belirsizliğe göre belirlenir.

Aynı ürünün bütün koşullardan sırayla geçirilmesi, önceki koşulun sonraki durumu etkilemesi riskini doğurabilir. Bu nedenle sıra, yıkama ve dengeleme koşulları yöntem içinde tanımlanır. Her ürün için farklı bir geçmiş oluşuyorsa bu fark da analize katılır. Deneyin çoğaltılabilir olması, yalnız sayıların değil koşulların da açık kaydedilmesine bağlıdır.

Giriş suyu neden deneyin parçasıdır?

Bir medya, farklı pH, alkalinite ve çözünmüş karbon koşullarında aynı biçimde çözünmeyebilir. Giriş suyu ile temas süresi değiştiğinde salım değişebilir. Bu nedenle bir kaynağa ait başarılı testin, çok farklı bileşimdeki başka bir kaynak için aynı sonucu vereceği varsayılmaz. Kalsit temasörlerine ilişkin teknik araştırmalar bu tür işletme bağımlılıklarının değerlendirilmesini gerektirir. [67]

Test suyunun yalnız TDS değeriyle tanımlanması çoğu zaman yetersizdir. Aynı TDS altında farklı kalsiyum, magnezyum, bikarbonat veya sodyum dağılımı bulunabilir. Deneyin amacı belirli mineral salımını ölçmekse başlangıçtaki ilgili elementler ve çözünmeyi etkileyen kimyasal koşullar kaydedilmelidir.

Giriş suyunun hazırlanması veya değiştirilmesi gerekiyorsa bunun güvenli ve uygun yöntemle yapılması yetkin laboratuvarın sorumluluğundadır. Evde rastgele tuz karışımlarıyla “test suyu” oluşturmak, ne gerçek kullanımın ne de standart deney koşullarının güvenilir karşılığıdır. Kuramsal karışım hesabı ile kontrollü laboratuvar suyu hazırlama işlemi ayrı işlerdir.

Net salımın ölçülmesi

Net element katkısı, eşleşmiş çıkış ve giriş derişimlerinin farkıdır. Her iki numunenin aynı işletme durumunu temsil etmesi gerekir. Depo veya karışım hattı aradaysa son musluk farkı kartuşun doğrudan salımıyla aynı olmayabilir. Bu nedenle kartuş performansı ve tüketiciye ulaşan son su için ayrı numune noktaları gerekebilir.

Temsili olarak giriş magnezyumu 3,0 ± 0,5 mg/L, çıkış 8,0 ± 1,0 mg/L olsun. ± değerlerin aynı kapsama faktörüyle genişletilmiş belirsizlikler olduğu ve iki ölçümün bağımsız kabul edildiği varsayılırsa fark 5,0 mg/L, farkın genişletilmiş belirsizliği yaklaşık $\sqrt{(0{,}5^2 + 1{,}0^2)} = 1{,}1$ mg/L olur. Sonuç yaklaşık 5,0 ± 1,1 mg/L olarak ifade edilebilir. [56, bölüm 5–6]

Bu hesapta bağımsızlık varsayımı önemlidir. Aynı kalibrasyon veya ortak yöntem etkileri nedeniyle iki sonuç ilişkili olabilir. Korelasyon varsa belirsizlik hesabı buna göre düzenlenir; otomatik olarak sıfır kabul edilmez. Belirsizliğin doğru taşınması özellikle küçük net farkların değerlendirilmesinde önemlidir.

Ömür eğrisini tek noktadan kurmamak

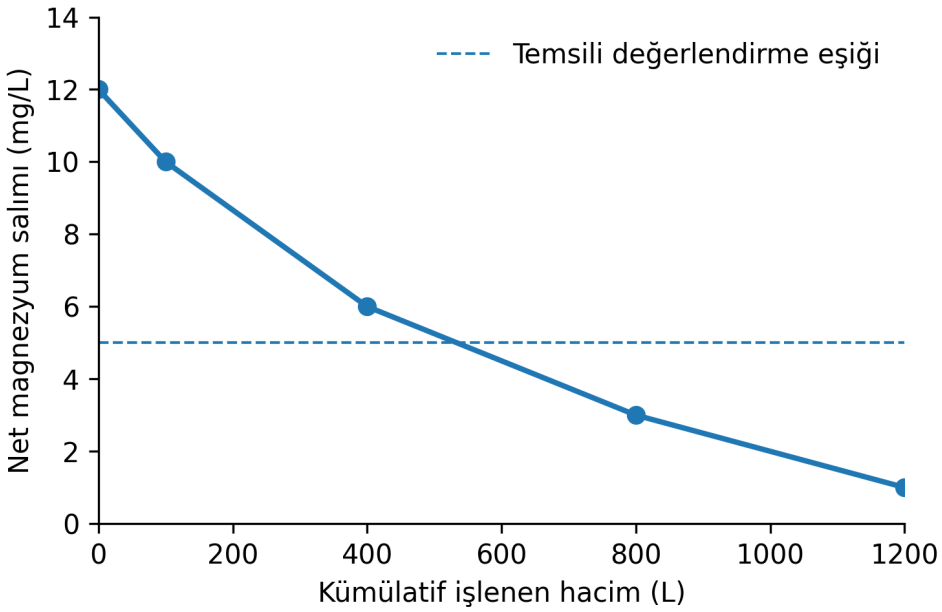
Bir kartuşun net magnezyum katkısı, işlenen toplam hacme karşı çizilebilir. Temsili ölçüm noktaları 0, 100, 400, 800 ve 1.200 L; karşılık gelen net katkılar 12, 10, 6, 3 ve 1 mg/L olsun. Başlangıç yüksek, sonraki değerler daha düşüktür. Bu eğri, ürünün aynı katkıyı bütün ömrü boyunca sürdürmediğini gösteren matematiksel bir örnektir; gerçek bir ürüne ait veri değildir.

Tablo 72. Temsili kullanım ömrü ölçüm noktaları

İşlenen toplam hacim, L	Net magnezyum katkısı, mg/L
0	12
100	10
400	6
800	3
1.200	1

Noktalar arasında doğrusal değişim varsayılırsa toplam salım trapez yöntemiyle hesaplanabilir. İlk 100 L için ortalama katkı 11 mg/L ve salım 1.100 mg'dır. 100–400 L aralığında 300 × 8 = 2.400 mg, 400–800 L aralığında 400 × 4,5 = 1.800 mg, son 400 L'de 400 × 2 = 800 mg bulunur. Toplam 6.100 mg, yani 6,1 g magnezyumdur.

Başlangıçtaki 12 mg/L değerini 1.200 L'nin tamamına yaymak 14,4 g verir. Bu, doğrusal ara değer varsayımıyla hesaplanan 6,1 g'nin yaklaşık 2,36 katıdır. Aradaki fark, başlangıç numunesinin neden kullanım ömrünün tamamını temsil etmediğini gösterir.



Şekil 26. Kullanım hacmi boyunca net mineral salımı. Ölçüm noktaları arasındaki doğrusal modelle toplam salım 6,1 g magnezyumdur. 5 mg/L çizgisi bu örnek için seçilmiş değerlendirme eşiğidir; yasal veya sağlık eşiği değildir.

Dayanak: Özgün temsili deney verisi; **37. bölüm**.

Trapez hesabı da bir varsayım taşır. Gerçek salım noktalar arasında keskin biçimde değişiyorsa daha sık ölçüm gerekir. Eğrinin altında kalan alanın hesaplanmış olması, eğrinin gerçek ara davranışının ölçüldüğü anlamına gelmez. Sonuç raporunda ölçülmüş noktalar ile aralarında kullanılan model açıkça ayrılmalıdır.

İşlevsel ömür ile fiziksel bitiş

Bir kartuşun içinde hâlâ medya bulunması, hedef işlevi sürdürdüğü anlamına gelmez. Temsili hedef net katkının en az 5 mg/L olmasıysa yukarıdaki örnekte 400 L'de hedef sağlanmış, 800 L'de sağlanmamıştır. Bu iki nokta arasında doğrusal değişim varsayılırsa 5 mg/L eşiği yaklaşık 533 L'de geçilir. Ancak 533 L ölçülmüş bir eşik değildir; iki noktadan türetilen kestirimdir.

Daha güvenilir eşik belirlemek için bu aralıkta ek ölçüm yapılabilir. Ürünler arasında değişkenlik varsa yalnız ortalama eğriye göre değil, uygun güvence düzeyiyle değerlendirme gerekir. “İlk ürün 800 L'ye kadar çalıştı” bulgusu, bütün ürünlerin aynı hacmi sağlayacağını kanıtlamaz.

Üreticinin bakım veya değiştirme sınırı da yalnız mineral salımıyla belirlenmeyebilir. Hijyen, yapısal durum ve başka işlevler ayrı sınırlar oluşturabilir. Bu nedenle ölçülen mineral katkısı devam ediyor diye ürünün önerilen hizmet koşullarının dışına çıkılması uygun değildir. İşlevsel performans, güvenlik ve bakım gereklilikleri birlikte ele alınır.

İlk akış profilini ayrı değerlendirmek

Bekleme sonrasında alınan ilk küçük hacim, günün kalan suyundan farklı bileşim gösterebilir. Bunu günlük katkı olarak yorumlamak için tüketilen hacimlerin ağırlığı gerekir. Temsili bir denemede ilk 0,1 L'de net magnezyum 40 mg/L, sonraki 0,4 L'de 20 mg/L ve sonraki 1,5 L'de 3 mg/L olsun. İki litrenin toplam net katkısı 4 + 8 + 4,5 = 16,5 mg'dır; hacim ağırlıklı derişim 8,25 mg/L olur.

Yalnız ilk küçük örneği kullanıp 40 mg/L × 2 L hesabı yapmak 80 mg verir. Bu, belirtilen gerçek hacim profilinin yaklaşık 4,85 katıdır. Tersine yalnız sürekli akıştaki 3 mg/L değerini bütün hacme yaymak 6 mg bulur ve ilk hacimlerin katkısını dışarıda bırakır. Her iki yaklaşım da eksiktir.

İlk akış profilinin değerlendirilmesi yalnız katkı hesabıyla sınırlı değildir. Suya istenmeyen madde geçişi araştırılıyorsa bekleme koşulları ayrı önem taşıyabilir. Ancak bu tür deneylerin süresi, sıcaklığı ve malzeme/su oranı ilgili yöntemle belirlenmelidir. Rastgele uzun bekletilmiş bir şişe, standart bir malzeme güvenliği testinin yerini tutmaz. [53]

Ortalama performansın gizlediği ürün farkları

Üç bağımsız kartuşun aynı koşulda net magnezyum katkısı 4, 6 ve 8 mg/L olsun. Ortalama 6 mg/L'dir. Temsili performans hedefi her ürünün en az 5 mg/L sağlamasıysa yalnız ortalamaya bakarak deneyin başarılı olduğu söylenemez; bir ürün hedefin altındadır. Ortalama hedefi ile tek ürün için asgari hedef farklı ölçütlerdir.

Bu üç sonuçtan piyasadaki ürünlerin tam üçte birinin başarısız olduğu sonucu da çıkarılamaz. Örneklem küçük ve seçimin kapsamı sınırlıdır. Buna karşılık gözlenen düşük ürün sonucu, ortalama yüksek diye yok sayılamaz. Rapor hem ortalamayı hem ürünler arasındaki dağılımı göstermelidir.

Benzer biçimde bütün ürünlerin başlangıçta hedefi sağlaması, kullanım sonunda da sağlayacaklarını göstermez. Ömür boyunca

karşılaştırmada ürünlerin kendi izleri korunabilir. Böylece ortalama eğrinin altında kalan tek bir zayıf ürün veya farklı yaşlanma davranışı görülebilir. Her noktada farklı ürünlerin ortalamalarını birleştirmek, tek bir kartuşun gerçek ömür eğrisini göstermeyebilir.

Malzeme güvenliğinin ayrı dosyası

Mineral filtresinin amaçlanan kalsiyum veya magnezyum katkısı ile amaçlanmayan madde geçişi ayrı değerlendirilir. Bir medya doğal kökenli olabilir; bu, bütün safsızlıklarının içme suyu için kabul edilebilir olduğu anlamına gelmez. Aynı şekilde sentetik veya işlenmiş olması da tek başına uygunsuzluk kanıtı değildir. Esas olan malzemenin tanımlanması ve kullanım koşulundaki değerlendirmedir. [2, bölüm 8.5.4]

Malzeme güvenliği incelemesinde gövde, conta, yapıştırıcı, bağlantı parçası ve dolgu medyası gibi suyla temas eden bütün bileşenlerin kapsamı önemlidir. Yalnız dolgu maddesine ait bir belge, bütün kartuşun aynı kapsamda değerlendirildiğini göstermez. Bir bileşene ait belge ile tamamlanmış ürün kaydı arasındaki fark korunmalıdır. [53]

Kimyasal güvenlik değerlendirmesi, deney koşulları ve hedef parametreler bilinmeden “ağır metal yoktur” gibi sınırsız bir ifadeye dönüştürülmemelidir. Hangi metallerin hangi raporlama sınırlarıyla incelendiği belirtilir. Ölçülmeyen bir maddenin bulunmadığı söylenmez. “Saptanmadı” sonucu da 30. bölümde açıklandığı gibi kullanılan yöntemin sınırını taşır.

Çözünmüş mineral ile taşınan parçacık

Bir kartuş çıkışında yüksek toplam kalsiyum bulunması, bütün kalsiyumun çözünmüş iyon olarak bulunduğunu tek başına göstermez. Numunede ince mineral parçacıkları varsa kullanılan hazırlama ve analiz yöntemi sonucu etkileyebilir. Bu nedenle toplam ve çözünmüş fraksiyon ayrımı, araştırılan iddiaya göre değerlendirilmelidir. [62]

Görünür parçacık bulunması da tek başına bunların kimliğini veya sağlık etkisini belirlemez. Malzemenin ne olduğu ve neden taşındığı araştırılır. Bir parçacığı fotoğraftan “yararlı mineral” veya “zehirli madde” diye adlandırmak uygun değildir. Teknik değerlendirme, parçacık taşınmasının işletme ve tüketim açısından ne anlama geldiğini ilgili analizlerle ele alır.

Beslenme katkısı iddiası, numunedeki bütün element kütlesinin aynı biyoyararlanıma sahip olduğunu varsaymamalıdır. Çözünmüş iyonlar, farklı mineral fazları ve gıda içindeki bağlı biçimler aynı emilim davranışını zorunlu olarak göstermez. Bu nedenle ürün performansı raporundaki kimyasal sonuç, insan biyoyararlanımının doğrudan ölçümü gibi sunulmaz. [1, bölüm 4–5]

Mikrobiyolojik güvenlik ile mineral performansı

Bir kartuşun pH, kalsiyum ve magnezyum sonuçlarının hedefe uygun olması, mikrobiyolojik güvenliğinin doğrulandığı anlamına gelmez. Su güvenliği, arıtma öncesi kaynak, sistem tasarımı, bakım, depolama ve son tüketim noktası boyunca değerlendirilir. Mineral ekleme aşaması bu zincirin bir parçasıdır; mineral katkısı, diğer güvenlik gerekliliklerini ortadan kaldırmaz. [2, bölüm 4 ve 7]

Mikrobiyolojik bir test yapılacaksa deneyin amacı açık olmalıdır. Malzemenin mikrobiyal gelişmeye etkisi, cihazın belirli mikroorganizmaları azaltması ve gerçek kullanımda son suyun kalitesi farklı sorulardır. Birine ait sonuç diğerini otomatik kanıtlamaz. Heterotrof sayım gibi göstergeler ile belirli patojenlerin varlığı da aynı bilgi değildir; kullanılan testin kapsamı doğru okunmalıdır. [2, bölüm 11.6]

Bu nedenle “antibakteriyel” gibi geniş bir ürün ifadesi, hangi organizma, hangi koşul ve hangi sonlanım için gösterildiğiyle birlikte incelenir. Evde güvenlik sınaması yapmak amacıyla mikroorganizma eklenmesi veya kontrolsüz kültür çalışması uygun değildir. Gerekli değerlendirmeler yetkin laboratuvarın yöntem ve güvenlik düzeni içinde yapılır.

Hidrolik dayanım başka bir sorudur

Bir kartuşun suya uygun kimyasal bileşim sağlaması, gövdesinin bütün basınç ve kullanım koşullarında dayanıklı olduğunu kanıtlamaz. Yapısal bütünlük, sızdırmazlık ve bağlantı güvenliği ayrı değerlendirmelerdir. Tersine basınç testini geçen bir gövde de içindeki medyanın istenen mineral katkısını veya sağlık yararını göstermiş olmaz.

Ürün standartları bu farklı başlıkları ayrı testlerle ele alabilir. Kullanıcıya sunulan belgede hangi testin hangi ürün ve kapsam için geçerli olduğu görülmelidir. Bir deney raporunun yalnız başlığını veya

kurum logosunu kullanarak kapsamını genişletmek, teknik belgenin anlamını değiştirir. [51; 52; 53]

Tablo 73. Mineral kartuşu değerlendirmesinde ayrı kanıt alanları

Kanıt alanı	Cevap verdiği soru	Cevap vermediği soru
Element analizi	Suda ne kadar Ca veya Mg var?	Hastalık azalıyor mu?
Ömür deneyi	Katkı hangi hacim boyunca sürüyor?	Bütün üretim partileri aynı mı?
Malzeme değerlendirmesi	Belirli koşullarda geçiş uygun mu?	Hedef kirletici gideriliyor mu?
Yapısal deney	Belirli mekanik koşullar sağlanıyor mu?	Mineralin biyoyararlanımı nedir?
İnsan araştırması	Tanımlı grupta hangi sonuç değişiyor?	Her kullanıcıda aynı etki olur mu?

Sağlanan mineral ile tüketilen mineral

Bir ömür testinde kartuşun suya toplam 6,1 g magnezyum verdiği hesaplanmış olabilir. Bunun tamamı insanlar tarafından içilmiş olmayabilir. İlk durulama, kullanılmadan dökülen su ve başka amaçlarla kullanılan hacimler beslenme katkısından ayrılır. Teknik salım ile tüketilen miktar aynı değildir.

Temsili olarak bütün ömür boyunca suyun yüzde 60'ının içildiği ve bu payın salımın her döneminde aynı olduğu varsayılırsa tüketilen net katkı 6,1 × 0,60 = 3,66 g olur. Ancak başlangıçta yüksek salımlı suyun çoğu dökülmüş, sonraki düşük salımlı suyun çoğu içilmişse bu basit yüzde de doğru sonucu vermeyebilir. Tüketim payının zaman içindeki dağılımı gerekir.

Bu hesap bir ürünün beslenme katkısını küçültmek için değil, doğru nesneyi ölçmek için yapılır. Bir temasör suya gerçekten mineral eklemiş olabilir; bu teknik işlevdir. Kullanıcının toplam alımına ne kadar eklendiği ise suyun kullanım biçimine bağlıdır. Sağlık iddiası bundan da sonraki ayrı basamaktır.

Sonuç raporunun denetlenebilir olması

İyi bir deney raporu yalnız başarılı görünen sonuçları sunmaz. Giriş ve çıkış değerleri, ölçüm noktaları, ürün kimlikleri, işlenen hacim, debi ve

bekleme koşulları birlikte verilir. Yöntem sınırları, deney sırasında ortaya çıkan sapmalar ve eksik veriler açıkça belirtilir. Bir değer çıkarıldıysa neden çıkarıldığı yazılır.

Önceden belirlenmiş kabul ölçütleri de raporda bulunmalıdır. Sonuçlar görüldükten sonra hedefin değiştirilmesi, testin anlamını zayıflatır. Ortalama katkı, asgari katkı, süreklilik veya belirli hacimdeki katkı farklı ölçütlerdir. Hangi ölçütün değerlendirildiği baştan belli olmalıdır.

Tablo 74. Sonuç raporunda bulunması gereken dört sonuç cümlesi

Başlık	Örnek raporlama biçimi
Ölçülen işlev	Belirtilen koşullarda net element katkısı
Süreklilik	İncelenen hacim aralığı ve katkı değişimi
Güvenlik kapsamı	Gerçekten incelenen malzeme ve parametreler
Genelleme sınırı	Denenmeyen su, ürün partisi ve sağlık sonuçları

Bir mineral filtresi için en güçlü açıklama, ne kadar çok olumlu sıfat kullanıldığı değil, bu dört cümlenin ne kadar açık kurulabildiğidir. Mineralin insan için gerekli olması ürünün işlevini kanıtlamaz; işlevin ölçülmesi sağlık sonucunu tek başına kanıtlamaz. Buna karşılık doğru ölçülmüş bir mineral katkısı da yalnız bütün sağlık soruları cevaplanmadı diye yok sayılamaz. Her iddia kendi ölçüsünde değerlendirilir.

38. Şebekede kaynak değişimi ve izleme

Bir şebekenin su kaynağı değiştiğinde tüketici yalnız yeni bir mineral bileşimiyle karşılaşmaz. Arıtma, dağıtım, depolama ve tesisatla etkileşim de değişebilir. Bu nedenle kaynak değişimi, yalnız kalsiyum veya magnezyumun önceki ve sonraki değerlerini karşılaştıran bir işlem olarak ele alınmamalıdır. Mineral katkısının korunması önemlidir; fakat mikrobiyolojik ve kimyasal güvenlik, süreklilik ve malzeme uyumu aynı değerlendirme içinde yer almalıdır. [2, bölüm 4 ve 6.5]

Toplum ölçeğinde mineral bütçesi iki nedenle güçleşir. Birincisi, herkese aynı bileşimde su ulaşmayabilir. Farklı kaynaklar, depolar ve karışım bölgeleri bulunabilir. İkincisi, herkes aynı miktarda su tüketmez ve aynı beslenme örüntüsüne sahip değildir. Şehrin tek bir ortalama sayıyla anlatılması, özellikle alımı sınırda olan grupların durumunu gizleyebilir.

Önceki durumun kaydı

Bir değişimin etkisini değerlendirebilmek için önceki durum yeterince tanımlanmış olmalıdır. Kaynağın yalnız tek bir analiz sonucu değil, ilgili dönemlerdeki değişim aralığı, hizmet bölgeleri ve arıtma biçimi bilinmelidir. Değişimden sonra alınan ayrıntılı ölçümler, değişim öncesindeki eksik bilgiyi geriye dönük olarak yaratamaz.

Önceki kaynağın kalsiyum ve magnezyum katkısı değerlendirilecekse tüketiciye ulaşan su esas alınır. Ham suyun mineral bileşimi ile dağıtım sonundaki su aynı olmayabilir. Arıtma, karışım ve kullanılan kimyasallar son bileşimi değiştirebilir. Bu nedenle ham kaynak analizi, tüketim maruziyetinin doğrudan yerine kullanılmamalıdır. [2, bölüm 4.2]

Eski ve yeni verilerin yöntem bakımından karşılaştırılabilirliği de incelenir. Bir dönemde toplam, diğerinde çözünmüş fraksiyon ölçülmüşse veya birimler farklıysa görünür değişimin bir bölümü yöntemden kaynaklanabilir. Veri serisi oluşturulurken laboratuvar ve yöntem değişiklikleri kayıt altında tutulmalıdır. 30. bölüm ve 33. bölümde açıklanan ölçüm ilkeleri burada daha büyük ölçekte uygulanır.

Hizmet bölgelerinin ayrı değerlendirilmesi

Bir şehirde farklı su kaynakları veya karışım oranları bulunuyorsa hizmet bölgeleri ayrı tanımlanabilir. Ancak idari mahalle sınırları ile gerçek hidrolik hizmet sınırları her zaman aynı olmak zorunda değildir. Değerlendirme, mümkün olduğunca suyun gerçekten hangi kaynaktan ve hangi karışım üzerinden ulaştığına dayanmalıdır.

Temsili dört bölgede toplam 100.000 kişiye hizmet verildiğini düşünelim. Bölge nüfusları 40.000, 30.000, 20.000 ve 10.000; önceki magnezyum derişimleri 20, 18, 12 ve 8 mg/L olsun. Değişimden sonra ilk iki bölgede 6, son iki bölgede 5 mg/L ölçüldüğü varsayılsın. Bu sayılar gerçek bir şehrin verisi değildir.

Tablo 75. Kaynak değişiminde bölgelere göre temsili magnezyum bileşimi

Bölge	Hizmet verilen kişi	Önce, mg/L	Sonra, mg/L	Derişim farkı, mg/L
A	40.000	20	6	−14
B	30.000	18	6	−12
C	20.000	12	5	−7
D	10.000	8	5	−3

Kişi sayısıyla ağırlıklandırılmış önceki derişim 16,6 mg/L, sonraki derişim 5,7 mg/L'dir. Fark 10,9 mg/L olur. Dört bölgenin basit aritmetik ortalamaları ise 14,5 ve 5,5 mg/L'dir. Büyük ve küçük bölgelerin eşit ağırlıkla değerlendirilmesi, hizmet verilen kişilerin karşılaştığı ortalama değişimi farklı gösterir.

Bu hesapta herkesin kendi bölgesindeki suyu kullandığı ve bölgeler içinde bileşimin aynı olduğu varsayılmıştır. İşe gidiş, okul, ambalajlı su kullanımı ve ev tipi arıtma gibi davranışlar gerçek maruziyeti değiştirebilir. Nüfus ağırlıklı şebeke derişimi, kişisel tüketim ağırlıklı maruziyetle aynı değildir.

Karşılaştırma hacmi ile gerçek tüketim

Yukarıdaki örnekte yalnız değişimi karşılaştırmak için kişi başına 1,5 L/gün referans hacim seçilsin. Önceki su katkısı 24,9 mg/gün, sonraki 8,55 mg/gün ve fark 16,35 mg/gündür. Bu referans hacmi herkes için gerçek tüketim veya sağlık önerisi olarak yorumlamak doğru değildir. Yaş ve kullanım davranışı farklılıkları hesaba katılmamıştır.

Aynı referans modelde 100.000 kişi için günlük toplam fark 1.635.000 mg, yani 1,635 kg magnezyumdur. Bu değer büyük bir kütle gibi görünür; fakat sağlık sonucu sayısı değildir. Kaç kişide eksiklik gelişeceği veya kaç hastalık olayı değişeceği bu çarpımdan çıkarılamaz. Bunun için başlangıç beslenmesi, gereksinim dağılımı ve uygun nedensel kanıt gerekir.

Kütle hesabı yine de yararlıdır. Sistemin ne kadar mineral katkısı değiştirdiğini, hangi bölgelerin daha büyük farkla karşılaştığını ve hangi beslenme değerlendirmelerinin öncelikli olabileceğini gösterir. Matematiksel büyüklüğün sınırını korumak, değişimin önemini inkâr etmek değildir.

Ortalama yerine dağılımı görmek

Nüfusun ortalama mineral alımı yeterli görünse bile herkesin aynı düzeyde alım yaptığı söylenemez. Buna karşılık ortalama su katkısının azalması da herkesin gereksiniminin altına düştüğünü göstermez. Beslenme araştırmalarında dağılımın ve alışılmış alımın değerlendirilmesi bu nedenle önemlidir. Suya özgü katkı, diğer kaynaklarla birlikte ele alınır. [1, bölüm 4; 3; 4]

Bir toplumda su katkısının özellikle önemli olabileceği grupları belirlemek için yalnız hastalık etiketleri değil, gerçek beslenme ve erişim koşulları araştırılır. Örneğin belirli gıda kaynaklarını az tüketen bir grup için suyun payı daha yüksek olabilir. Ancak böyle bir durumun varlığı varsayılmamalı, uygun veriyle gösterilmelidir.

Hassas gruplar belirlenirken önerilerin kapsamı da korunur. Bebek maması hazırlama, böbrek hastalığı veya belirli sıvı kısıtlamaları, genel şebeke mineralizasyon hedefleriyle aynı değerlendirme değildir. Bir toplum politikası bütün kişisel klinik planları tek bir su bileşimiyle çözemez. Özel gereksinimler için uygun sağlık iletişimi ayrıca gerekir. [32; 36; 37]

Mineral hedefi seçmek ile hastalık önleme iddiası

Demineralize bir kaynağa geçilirken önceki kalsiyum ve magnezyum katkısının dikkate alınması, WHO'nun rehberinde yer alan bir yaklaşımdır. Buna karşılık rehber, bütün toplumlar için tek bir mineral alt sınırı veya belirli bir hastalık azalması garantisi vermemektedir. Bu iki nokta birlikte okunmalıdır. [2, s.436–437]

Bir belediye veya su işletmesi, önceki katkının bir bölümünü korumayı teknik ve beslenmeyle ilgili bir hedef olarak seçebilir. Böyle bir hedefin gerekçesi açık olmalıdır: önceki bileşim, yerel beslenme bilgisi, dağıtım

sisteminin gereksinimi ve uygulanabilirlik. “Şu kadar magnezyum eklenirse kalp krizi şu oranda azalır” gibi bir sayısal sağlık vaadi ise ayrı kanıt gerektirir.

Gözlemsel araştırmalardaki ilişkiyi doğrudan bir müdahale katsayısına çevirmek doğru değildir. Farklı toplumlar, farklı su bileşimleri ve farklı beslenme koşulları aynı sonucu vermeyebilir. Kalp-damar araştırmalarındaki bu sınırlar 14. bölüm ve 39. bölümde ayrıntılandırılmaktadır. Sağlık yararı olasılığını araştırmak ile kesin yarar ilan etmek ayrı bilimsel tutumlardır.

Güvenlik planının içine yerleştirmek

Kaynak değişimi, su güvenliği planındaki sistem değerlendirmesinin parçası olmalıdır. Yeni kaynağın tehlikeleri, arıtma basamakları, kontrol önlemleri ve izleme noktaları birlikte ele alınır. Bir mineral hedefinin sağlanması, mikrobiyolojik güvenliğin veya öncelikli kimyasal tehlikelerin yönetilmesinin yerine geçmez. [2, bölüm 4]

Demineralize su dağıtım öncesinde kimyasal olarak koşullandırılabilir. Ancak son suyun boru ve depo malzemeleriyle davranışı, yalnız kalsiyum ve magnezyum değerlerinden çıkarılamaz. Korozyon kontrolü, pH, alkalinite, diğer iyonlar ve malzemelerle birlikte değerlendirilir. Değişim öncesinde uygun olan bir işletme yaklaşımının yeni suda aynı sonucu vereceği varsayılmaz. [2, bölüm 8.4.3]

Karışım kullanılacaksa ikinci kaynağın güvenliği de planın içindedir. Mineral katkısını artırmak amacıyla kullanılan su, kontrol edilmemiş mikrobiyolojik veya kimyasal tehlikeleri yeniden sisteme getirmemelidir. Karışım oranının yalnız tasarımda değil, işletme sırasında da izlenmesi gerekir. 36. bölümdeki kısıtlı karışım hesabı bu kararın kimyasal yönünü göstermektedir.

Geçiş döneminin ayrı izlenmesi

Yeni kaynağa geçişin ilk dönemi, kararlı işletme döneminden farklı olabilir. Depolarda ve şebekede önceki suyla yeni su farklı oranlarda karışabilir. Numune tarihi değişim gününe yakınsa hangi karışımı temsil ettiği önem kazanır. Tek bir erken numuneyi yeni sistemin kalıcı bileşimi olarak kabul etmek yanıltıcı olabilir.

İzleme planı bu nedenle geçiş öncesi, geçiş sırası ve kararlı dönem için ayrı sorular içerebilir. Önceki durum temel karşılaştırmayı sağlar. Geçiş sırasında beklenmeyen sapmalar ve hizmet sorunları araştırılır. Kararlı dönemde hedeflerin sürdürülüp sürdürülmediği değerlendirilir. Bu

dönemlerin süreleri ve örnekleme sıklığı yerel sistemin özelliklerine göre belirlenir; burada evrensel bir takvim önerilmemektedir.

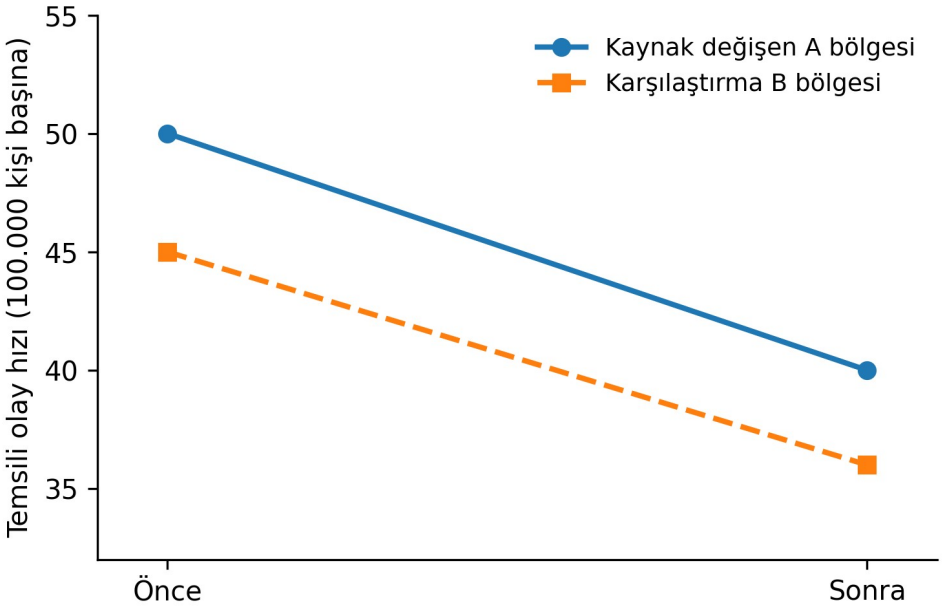
Tablo 76. Kaynak değişiminde izleme dönemleri

Dönem	Temel amaç	Tek başına yeterli olmayan bilgi
Değişim öncesi	Başlangıç bileşimi ve değişkenlik	Tek bir ham su analizi
Geçiş	Karışım ve beklenmeyen sapmalar	Değişim gününün tek numunesi
Kararlı işletme	Hedeflerin sürekliliği	İlk başarılı sonuç
Olay sonrası	Sapmanın nedeni ve düzeltme	Yalnız ortalama yıllık değer

Sağlık izlemi yapılacaksa karşılaştırıcı gerekir

Bir kaynak değişiminden sonra bir hastalık oranının azalması veya artması, değişimin nedeninin su olduğunu tek başına göstermez. Yaş dağılımı, tanı uygulamaları, tedaviye erişim, beslenme ve başka zaman eğilimleri aynı dönemde değişebilir. Bu nedenle sağlık değerlendirmesi, uygun araştırma tasarımı ve karşılaştırıcı gerektirir. [1, bölüm 9]

Temsili olarak değişim yapılan A bölgesinde bir sonlanımın yıllık oranı 100.000 kişide 50'den 40'a düşsün. Aynı dönemde değişim yapılmayan B bölgesinde oran 45'ten 36'ya düşmüş olsun. A'daki ham azalma 10, B'deki 9'dur. Basit farkların farkı hesabı $-10 - (-9) = -1$ olay/100.000 olur. A'daki bütün 10 olaylık düşüşü su değişimine bağlamak, ortak zaman eğilimini yok sayar.



Şekil 27. Önce–sonra farkının karşılaştırma bölgesiyle okunması. Temsili olay hızları. A bölgesinde azalma 10, B bölgesinde 9 birim; farkların farkı −1 birimdir. Bu model tek başına nedensellik göstermez.

Dayanak: Özgün temsili model; **38. bölüm**.

Bu hesap da tek başına nedensellik kanıtı değildir. Bölgelerin değişim olmasa nasıl seyredeceği, önceden benzer eğilim gösterip göstermediği ve başka müdahaleler bulunup bulunmadığı değerlendirilmelidir. Farkların farkı, uygun varsayımlar altında kullanılabilen bir karşılaştırma yaklaşımıdır; her iki sayısal seri için otomatik nedensel sonuç üreten bir formül değildir.

Sağlık araştırması planlanacaksa maruziyet ölçümü de şebeke ortalamasından daha ayrıntılı olabilir. Bireylerin başka su kaynaklarını kullanması, taşınması veya ev tipi arıtma kurması su maruziyetini değiştirebilir. Bu bilgiler olmadan bir kişinin yıllarca aynı derişime maruz kaldığı varsayımı hatalı olabilir.

Sağlık verisi ile işletme verisini karıştırmamak

Şebekenin magnezyum hedefini tuttuğunu gösteren analizler işletme başarısı hakkında bilgi verir. Toplumdaki magnezyum durumunun değiştiği ise başka ölçüm gerektirir. Hastalık oranının değişmesi daha ileri bir sonlanımdır. Bu üç veri düzeyi birbirinin yerine kullanılmamalıdır.

Temsili bir izleme programında çıkış magnezyumu hedef aralıkta tutulmuş, fakat toplum beslenmesi ölçülmemiş olabilir. Bu durumda "mineral bileşimi hedefi sağlandı" denebilir. "Toplumdaki yetersizlik giderildi" demek için yeterli veri yoktur. Benzer biçimde bir biyobelirteçte değişim görülmesi, bütün uzun dönem hastalık sonuçlarının düzeldiğini göstermez. Sonuç cümlesi ölçülen düzeyde kalmalıdır.

İşletme ve sağlık verileri birlikte kullanılacaksa tarih, bölge ve maruziyet tanımları uyumlu olmalıdır. Bir sağlık kaydının kapsadığı nüfus ile su analizinin temsil ettiği hizmet bölgesi farklıysa bağlantı zayıflar. Toplum düzeyindeki ortalamadan bireysel sonuca geçerken ortaya çıkan ekolojik yorum sorunu, su sertliği araştırmalarında özellikle önemlidir. [1, bölüm 9–11]

Özel kullanım alanlarını ayırmak

Bir şebeke suyu içme amacı için değerlendirilirken sağlık kuruluşlarındaki bütün özel su kullanımlarını kapsadığı varsayılmamalıdır. Diyaliz veya bazı tıbbi uygulamalar, içme suyundan farklı kalite gereklilikleri taşır. Bu kullanım alanları ayrı teknik ve klinik standartlarla değerlendirilir. İçme suyunun mineral katkısı tartışması, bu özel suların bileşimini belirleyen kuralların yerine geçmez. [2, s.2 ve bölüm 6.11]

Aynı şekilde gıda üretiminde kullanılan su için ürün ve proses gereksinimleri ayrıca bulunabilir. İçme suyu açısından uygun bir bileşim, belirli bir üretim işlemi için istenen özellikleri sağlamayabilir. Bunun tersi de geçerlidir: teknik bir süreçte uygun görülen su, doğrudan içme amacı için otomatik uygun sayılmaz. Kullanım amacı değerlendirme sınırını belirler. [2, bölüm 6.16]

Toplum iletişiminde bu ayrım önemlidir. "Yeni su bütün kullanımlar için daha iyidir" gibi geniş bir ifade yerine hangi kullanımın değerlendirildiği belirtilir. Bir sistem değişikliğinin hastane, okul, gıda işletmesi veya evde farklı izleme gerektirmesi, genel su hizmetinin başarısız olduğu anlamına gelmez; farklı kullanım sorumluluklarının bulunduğunu gösterir.

Tüketicinin bilmesi gereken mineral bilgisi

Kaynak değişiminde tüketiciye sağlanacak bilgi anlaşılır ve karşılaştırılabilir olmalıdır. Önceki ve yeni suyun temel mineral bileşimi, değişimin nedeni ve tadın neden farklı algılanabileceği açıklanabilir.

Değerlerin tek numune mi, dönem ortalaması mı yoksa aralık mı olduğu belirtilmelidir. Aynı birimlerle sunulan bir karşılaştırma, çok sayıda teknik sıfattan daha yararlıdır.

WHO, mineral bileşimi değiştirilmiş olsun veya olmasın tüketicinin suyunun bileşimi hakkında bilgilendirilmesini vurgulamaktadır. Bu bilgilendirme, suyun sağlık etkisine ilişkin kesin olmayan iddiaları artırmak için değil, gerçek bileşimi görünür kılmak için kullanılmalıdır. [2, s.437]

Temsili bir bilgilendirme metni şöyle kurulabilir: “Yeni kaynağa geçişle şebeke suyunun magnezyum derişimi belirtilen bölgelerde azalmıştır. Güncel analiz aralıkları aşağıda verilmiştir. Değerlendirme, suyun mineral katkısının yanında mikrobiyolojik ve kimyasal güvenlik ile dağıtım sistemi koşullarını da kapsamaktadır.” Böyle bir metin değişimi saklamaz; aynı zamanda bireylerde hastalık gelişeceği veya önleneceği yönünde ölçülmemiş bir sonuç üretmez.

Kişisel klinik kısıtlaması olan tüketiciler için, ilgili bileşim bilgisinin sağlık profesyoneliyle paylaşılması önerilebilir. Ancak belediye bilgilendirmesi, bireylerin ilaç veya beslenme tedavisini değiştirecek kişisel öneriler içermemelidir. Kurumsal su bilgisi ile klinik karar farklı sorumluluk alanlarıdır.

Şikâyetlerin değerlendirme değeri

Tat, koku, renk veya tortu şikâyetleri göz ardı edilmemelidir. Bunlar sistemdeki bir değişimin işareti olabilir ve araştırılmalıdır. Buna karşılık bir şikâyetin ortaya çıkması, nedeninin mineral eksikliği veya belirli bir kimyasal olduğu sonucunu tek başına vermez. Şikâyet, uygun incelemenin başlangıcıdır. [2, bölüm 10]

Şikâyet kayıtlarında yer, tarih, suyun hangi kullanım sırasında fark edildiği ve aynı bölgede başka bildirim olup olmadığı yararlı olabilir. Kayıtlar analiz ve işletme verileriyle birlikte incelenir. Değişimden sonra bütün şikâyetleri “yeni suya alışma” diye açıklamak da, bütününü ciddi sağlık tehlikesi saymak da kanıtın önüne geçer.

Sağlık yakınmaları bildirildiğinde gerekli sağlık değerlendirmesi ayrı yürütülür. Su sistemi incelemesi, kişinin klinik değerlendirmesini geciktirmemelidir. Aynı zamanda yalnız zaman birlikteliğinden nedensellik kurulmaz. Bu iki yaklaşım birlikte uygulanabilir: yakınma ciddiye alınır ve neden uygun yöntemle araştırılır.

Sorumlulukların açık olması

Bir kaynak değişiminde hangi kurumun kaynak analizinden, hangi birimin arıtma kontrolünden, kimin dağıtım izlemesinden ve hangi makamın bağımsız gözetimden sorumlu olduğu açık olmalıdır. WHO'nun çerçevesi, su sağlayıcısının kalite yönetimi ile bağımsız gözetimin tamamlayıcı rollerini ayırır. [2, bölüm 1.2.1]

Mineralizasyon hedefi belirlenmişse bu hedefin kim tarafından ölçüleceği, sapmanın nasıl bildirileceği ve hangi düzeltme sürecinin uygulanacağı da tanımlanmalıdır. Hedefi yazmak tek başına kontrol oluşturmaz. Ölçüm noktası yanlış seçilmişse veya sonuçlar karar sürecine ulaşmıyorsa iyi bir teknik plan uygulamada etkisiz kalabilir.

Üretici veya yüklenici raporları değerlendirmeye katkı sağlayabilir, ancak bağımsız doğrulamanın yerine otomatik olarak geçmez. Kullanılan malzeme ve kimyasalların uygunluk kayıtları, işletme verileri ve laboratuvar sonuçları kendi kapsamlarında incelenir. Bir belgenin güçlü olması diğer alanlardaki eksikliği ortadan kaldırmaz.

Değişim sonrası öğrenme

Kaynak değişiminin değerlendirmesi ilk başarılı ayda sona ermez. Mevsim, talep ve kaynak karışımı değiştikçe plan gözden geçirilir. Beklenmeyen sonuçlar kaydedilir ve kontrol önlemlerinin yeterliliği yeniden değerlendirilir. Bu, sürekli belirsizlik yaratmak için değil, su hizmetinin değişken koşullarda güvenilir kalması için gereklidir. [2, bölüm 4.5]

Bir değişimin mineral katkısı bakımından beklenenden daha küçük olduğu görülürse, bunun nedeni düşük tüketim payı veya başka su kaynaklarının kullanılması olabilir. Beklenenden büyük farkta ise hizmet bölgelerinin başlangıç bileşimi veya yerel beslenme özellikleri yeniden incelenebilir. Bu bilgiler, sonraki kararların daha iyi kurulmasını sağlar.

Toplum ölçeğinde doğru yaklaşım, mineral tartışmasını güvenlikten koparmamak ve güvenliği de mineral katkısını görünmez kılan bir gerekçe olarak kullanmamaktır. Kaynak değişimi bütün sistemi etkiler. Ölçüm, mühendislik, beslenme ve sağlık kanıtı aynı masada bulunmalı; fakat her biri kendi gösterdiği sonuçla konuşmalıdır.

39. Çelişen araştırmaları birlikte değerlendirmek

Bilimsel araştırmaların aynı soruya her zaman aynı cevabı vermemesi olağandır. Ancak su ve mineral tartışmalarında bu durum iki yanlış sonuca sıkça dönüştürülür: yalnız istenen sonucu veren çalışma seçilir veya çalışmalar farklı olduğu için bütün bilgi değersiz sayılır. İkisi de doğru değildir. Önce gerçekten aynı sorunun sorulup sorulmadığı, aynı maruziyetin ölçülüp ölçülmediği ve aynı sağlık sonucunun incelenip incelenmediği belirlenmelidir.

Bir araştırma suyun toplam sertliğini, başka biri magnezyum derişimini, bir diğeri günlük toplam magnezyum alımını değerlendirebilir. Bunlar ilişkili fakat aynı olmayan büyüklüklerdir. Benzer şekilde hastalığın ortaya çıkışı, hastalıktan ölüm ve bir biyobelirteçte değişim farklı sonlanımlardır. Çelişkiyi açıklamak için önce bu tanımlar eşitlenmelidir. Epidemiyolojik ilişkilerin nedensel yorumuna ilişkin temel ayrımlar WHO'nun su mineralleri değerlendirmesinde de ayrı bir bölüm olarak ele alınmıştır. [1, bölüm 9]

İlk karşılaştırma: Hangi kişi, hangi su, hangi sonuç?

Bir araştırmanın sonuç cümlesini değerlendirmeden önce dört bilgi yazılabilir: katılımcı grubu, maruziyet veya müdahale, karşılaştırıcı ve ölçülen sonuç. Buna izlem süresi eklendiğinde çalışma sorusunun sınırları belirginleşir. Bu bilgilerden biri değişiyorsa iki çalışmanın aynı sonuca ulaşması zorunlu değildir.

Örneğin menopoz sonrası kadınlarda inme insidansını inceleyen bir çalışma ile bütün yetişkin nüfusta akut miyokart enfarktüsünden ölümü inceleyen çalışma aynı soruyu cevaplamaz. İlkinde hastalığın ortaya çıkışı, ikincisinde ölüm sonucu vardır. Ölüm, hastalığın oluşmasının yanında tanı ve bakım koşullarıyla da ilişkili olabilir. Bu ayrım sonuçların neden farklı göründüğünü açıklayan olasılıklardan biridir; belirli bir çalışmadaki farkın nedeni olduğu ayrıca gösterilmelidir.

Suyun ölçümü de karşılaştırılır. Konut adresine bağlanan şebeke analizleri, kişinin içtiği her suyu doğrudan ölçmüş olmaz. Bireysel tüketim kaydı içeren bir çalışma ise kayıt hataları ve alışılmış tüketimi

temsil etme sorunları taşıyabilir. Bir yöntem diğerini bütünüyle geçersiz kılmaz; farklı belirsizlikler oluşturur.

Üç kohortun sorduğu sorular

Danimarka'da 2005–2016 dönemini kapsayan, 30 yaş ve üzerindeki 4.274.132 kişiyi içeren kohortta su magnezyumu konut kayıtlarıyla su izleme verilerinin eşleştirilmesi üzerinden değerlendirildi. En düşük ve en yüksek magnezyum grupları karşılaştırıldığında akut miyokart enfarktüsünden ölüm için ilişki, toplam kalp-damar ölümü ve inme ölümündekinden farklı yöndeydi. Bu çalışma 14. bölümde sonuç türlerinin ayrılması için kullanılmıştır. [25]

İsveç'te 26.733 kadının değerlendirildiği kohortta daha yüksek kalsiyum ve magnezyumlu su, iskemik ve hemorajik inme için daha düşük riskle ilişkili bulundu; miyokart enfarktüsü sonucu aynı kesinlikte değildi. Hollanda'daki çalışmada ise su sertliği, kalsiyum veya magnezyumla iskemik kalp hastalığı ve inme ölümleri arasında genel olarak anlamlı bir ilişki gösterilmedi. [26; 27]

Tablo 77. Kohort bulgularını karşılaştırırken korunacak ayrımlar

Çalışma	Başlıca araştırma düzeyi	Tek cümleye indirgenmemesi gereken nokta
Danimarka, 2022	Su magnezyumu ve farklı ölüm sonuçları	Sonlanımların yönü aynı değil
İsveç, 2022	Kadınlarda enfarktüs ve inme insidansı	İnme ile enfarktüs aynı sonuç değil
Hollanda, 2010	Sertlik ve minerallerle ölüm ilişkisi	Genel sonuç ve alt gruplar ayrı

Bu tablo bir meta-analiz değildir; çalışma sorularının farklılığını gösterir. Verilen araştırmaların bütün yöntem ayrıntılarını veya bütün sonuçlarını bir puana dönüştürmez. Birinin olumlu, diğerinin anlamsız olması, tek başına hangi çalışmanın “doğru” olduğuna karar verdirmez. Maruziyet aralığı, karşılaştırıcı, beslenme, modelleme ve ölçüm hataları birlikte incelenmelidir.

Aynı çalışmada farklı yönler nasıl mümkün olur?

Danimarka çalışmasında en düşük magnezyum grubu en yüksek grupla karşılaştırıldığında akut miyokart enfarktüsü ölümünün insidans hız

oranı 1,22, toplam kalp-damar ölümünün oranı 0,96 olarak bildirildi. Bu iki sayı aynı sonlanıma ait olmadığı için matematiksel olarak çelişmek zorunda değildir. [25]

Yalnız mantığı açıklayan temsili bir örnekte, karşılaştırma grubunda 50 enfarktüs ölümü ve 50 diğer kalp-damar ölümü, toplam 100 olay olsun. Diğer grupta enfarktüs olayları 61'e çıkarken diğer olaylar 35'e düşerse toplam 96 olur. Enfarktüs bileşeni yüzde 22 artmış, toplam yüzde 4 azalmıştır. Bu sayılar gerçek araştırmanın olay dağılımı değildir; farklı alt sonuçların toplamı farklı yönde etkileyebileceğini gösterir.

Bu nedenle bir araştırmanın en dikkat çekici alt sonucunu bütün hastalık grubunun sonucu gibi anlatmak yanlıştır. Bunun tersi de yanlıştır: toplamda küçük bir fark bulunması, bütün alt sonuçlarda aynı derecede küçük veya aynı yönlü ilişki bulunduğunu göstermez. Önceden belirlenen birincil sonlanım ve alt sonuçların rolü birlikte okunmalıdır.

Oranın yönünü değiştirmek

Bir oran hangi grubun hangisine bölündüğüne bağlıdır. Düşük magnezyum grubunun yüksek gruba göre insidans hız oranı 1,22 ise ters karşılaştırma 1/1,22 = yaklaşık 0,82'dir. Aynı karşılaştırmayı ters yönden anlatırken yüzde 22 azalma demek doğru değildir; oran üzerinden hesaplanan göreli fark yaklaşık yüzde 18'dir.

Bu, yalnız matematiksel yön değişimidir. Gözlemsel ilişkiyi nedensel müdahale etkisine dönüştürmez. “Düşük grupta daha yüksek hızla ilişki” ifadesinden “suya magnezyum eklemek bu kadar olayı önler” sonucuna geçilemez. Başlangıç riskleri, diğer etkenler ve müdahalenin gerçekten aynı karşılaştırmayı oluşturup oluşturmadığı bilinmelidir.

Güven aralığının yönü de ters çevrilir. Örneğin 1,17–1,27 aralığı ters karşılaştırmada yaklaşık 0,79–0,85 olur; alt ve üst sınırlar karşılıklı yer değiştirir. Burada kullanılan değerler çalışmada bildirilen enfarktüs ölüm oranının matematiksel dönüşümüdür. Yeni bir analiz veya yeni bir sağlık bulgusu değildir. [25]

Büyük örneklem, bütün yanlılıkları ortadan kaldırmaz

Milyonlarca kişiyi içeren bir çalışma, uygun koşullarda rastlantısal belirsizliği azaltabilir. Fakat yanlış ölçülen maruziyeti veya sistematik olarak eksik bırakılan bir etkeni kişi sayısını artırarak otomatik

düzeltemez. Çok büyük veriyle dar güven aralığı elde edilmesi, ilişkinin mutlaka nedensel olduğu anlamına gelmez. [1, bölüm 9]

Temsili olarak herkesin yalnız konutundaki şebeke suyunu içtiği varsayılsın. Gerçekte çok sayıda kişi işte başka su kullanıyor veya evde suyun bileşimini değiştiriyorsa maruziyet sınıflaması hatalı olabilir. Hatanın yönü ve etkisi araştırma tasarımına bağlıdır; her zaman ilişkiyi sıfıra yaklaştırdığı da varsayılamaz. Önemli olan hatanın olası kaynağını tanımak ve uygun duyarlılık değerlendirmeleri yapmaktır.

Benzer biçimde beslenme ile su kaynağı birlikte değişiyorsa gözlenen ilişkinin hangi kısmının sudan geldiği sorusu doğar. Çok değişkenli modeller bazı etkenleri değerlendirebilir; ancak bir modelin "düzeltilmiş" olması bütün karıştırıcıların doğru ve eksiksiz ölçüldüğü anlamına gelmez. Modelde hangi değişkenlerin, hangi ölçümle ve hangi varsayımla kullanıldığı incelenir.

Alt grup sonucu nasıl okunur?

Hollanda çalışmasında genel sonuçla birlikte düşük besinsel magnezyum alımı olan alt gruplar da incelendi; erkekler ve kadınlar için aynı yönlü bulgular elde edilmedi. Böyle bir sonuç, beslenme bağlamının araştırmaya değer olduğunu gösterebilir, ancak tek başına bütün düşük alımlı kişiler için kesin su önerisi oluşturmaz. [27]

Alt grup değerlendirmesinde önce grubun önceden tanımlanıp tanımlanmadığı, kişi ve olay sayısının yeterliliği ve diğer alt gruplarla farkın uygun biçimde sınanıp sınanmadığı sorulur. Bir alt grupta p değeri 0,04, diğerinde 0,08 bulunması, iki grubun etkilerinin birbirinden anlamlı olarak farklı olduğunu tek başına göstermez. Bu iki testin sorusu, gruplar arasındaki etki farkını sınayan testle aynı değildir.

Temsili olarak iki grupta tahmini etki büyüklüğü aynı, fakat örneklem sayıları farklı olsun. Büyük grupta güven aralığı dar, küçük grupta geniş olabilir. Biri istatistiksel eşik altına inerken diğeri inmeyebilir. Bu durum biyolojik olarak yalnız bir grubun yarar gördüğünü göstermeyebilir. Sonuçlar p değerinin iki tarafına ayrılmadan önce etki büyüklükleri ve belirsizlikleri birlikte değerlendirilir.

Randomizasyon neden önemlidir, neyi tek başına çözmez?

Randomizasyon, gruplara atamayı belirli tercihlerden ayırarak karşılaştırmanın başlangıçta daha dengeli kurulmasına yardım eder. Ancak çalışma boyunca büyük izlem kaybı, müdahaleye farklı uyum veya sonuçların seçici raporlanması ortaya çıkarsa başlangıçtaki avantajın bir bölümü zayıflayabilir. “Randomize” sözcüğü, raporun geri kalanını okumadan kesin güven sağlayan bir etiket değildir.

23. bölümde incelenen magnezyum eklenmiş su denemesinde 230 kişi randomize edilmiş, 102 kişi çalışmayı tamamlamıştır. Bu, tamamlayanların başlangıçtaki grubun yaklaşık yüzde 44,3'ü olduğu anlamına gelir. HbA1c'nin gruplar arası değişim karşılaştırması ile bazı insülin direnci göstergelerinin sonuçları da aynı değildir. [45]

Bu bulgular çalışmanın değersiz olduğu anlamına gelmez. Suyla yapılan gerçek bir müdahaleyi incelemesi önemlidir. Fakat tamamlayanların kimler olduğu, kayıp nedenleri ve eksik verilerin nasıl ele alındığı sonuçların genellenmesini etkiler. Başlangıçtaki randomize grup ile son analiz grubu aynı sayıda değilse bu fark görünür tutulmalıdır.

İzlem kaybı için temsili duyarlılık hesabı

Bir deneyde A ve B gruplarına 100'er kişi atandığını düşünelim. Her grupta 60 kişi sonuç değerlendirmesine katılmış olsun. Tamamlayanlar arasında A'da 12, B'de 18 olay görülmüşse oranlar yüzde 20 ve yüzde 30'dur. Yalnız tamamlayanlar üzerinden A lehine 10 yüzde puan fark vardır.

Ancak her gruptaki 40 eksik kişinin sonucu bilinmemektedir. A'nın eksiklerinde 20, B'nin eksiklerinde 5 olay olduğu varsayılan bir senaryoda toplam oranlar A için yüzde 32, B için yüzde 23 olur; yön tersine döner. Bu sayılar gerçek bir su çalışmasına ait değildir. Eksik sonuçların neden araştırılması gerektiğini gösteren sınama örneğidir.

Bütün eksik kişilerin böyle davrandığı iddia edilmemektedir. Duyarlılık analizinin amacı, hangi eksik veri varsayımlarında sonucun değiştiğini görmektir. Eksikliği otomatik sıfır olay olarak saymak veya tamamlayanlarla aynı olduğunu kanıtsız varsaymak, belirsizliği görünmez kılar. Eksik veriyle baş etme yöntemi çalışma sorusuna ve eksikliğin yapısına göre belirlenmelidir.

Grup içindeki değişim, gruplar arasındaki üstünlük değildir

Bir grubun başlangıç ile son ölçümü arasında değişiklik görülmesi, o değişikliğin uygulanan suya bağlı olduğunu kanıtlamaz. Aynı dönemde karşılaştırma grubunda da değişim olabilir. Beslenmeye daha fazla dikkat edilmesi, ölçümlere alışılması, tedavinin sürdürülmesi veya zaman içinde doğal dalgalanma iki grubu da etkileyebilir. Müdahalenin sorusu, yalnız "bu grupta değişim oldu mu?" değil, uygun tasarımda "karşılaştırma koşuluna göre ne kadar farklı değişim oldu?" sorusudur.

Örneğin tamamen temsili bir ölçekte A grubunun ortalaması 100'den 90'a, B grubunun ortalaması 100'den 92'ye düşsün. A grubundaki azalma 10, B grubundaki azalma 8 birimdir. İki değişim arasındaki fark 2 birimdir; A'nın bütün 10 birimlik değişimi müdahaleye yazılamaz. Bu 2 birimin güven aralığı da verilmeden farkın duyarlılığı bilinemez. Sayılar, bir mineralin klinik etkisine ilişkin veri değildir.

Magnezyum eklenmiş su denemesinde de farklı göstergelerin ve farklı karşılaştırmaların ayrılması gerekir. Araştırmacılar 20 ve 50 mg/L magnezyum içeren suları, günde bir litre tüketim düzeniyle değerlendirmiştir. Bu düzende çalışma suyunun sağladığı miktarlar sırasıyla 20 ve 50 mg/gündür; derişim ile doz yalnız belirtilen hacim sayesinde sayısal olarak eşittir. Kullanıcıların günlük bütün su tüketiminin yalnız çalışma suyundan oluştuğu sonucu çıkarılamaz. [45, yöntem]

Bir araştırma başlığında "magnezyumlu su" yazması da bütün mineral sularını aynı müdahale yapmaz. Bileşimin geri kalanı, günlük hacim, başlangıçtaki beslenme, katılımcıların hastalıkları ve izlem süresi sonucu taşımak istediğimiz koşullarla karşılaştırılmalıdır. Bir suyun benzer magnezyum derişimine sahip olması, araştırılan bütün koşulların sağlandığını göstermez.

Mutlak ve göreli farkın ayrı hesaplanması

Böbrek taşı tekrarını inceleyen beş yıllık deneyde, normal kalsiyumla birlikte düşük tuz ve düşük hayvansal protein içeren beslenme grubunda 60 kişiden 12'sinde; düşük kalsiyum grubunda 60 kişiden 23'ünde tekrar bildirilmiştir. Bu, yalnız suyun mineral bileşiminin değiştirildiği bir deney değildir. İlk grupta birden fazla beslenme özelliği birlikte değiştirilmiştir. [30]

Bu sayılardan yapılan basit, düzeltilmemiş hesapta oranlar yüzde 20 ve yüzde 38,33'tür. Mutlak fark 18,33 yüzde puandır. İlk oranın ikinciye bölünmesiyle yaklaşık 0,522 risk oranı; birden çıkarılmasıyla yaklaşık yüzde 47,8 göreli azalma bulunur. Bu aritmetik özet, çalışmanın zaman ve diğer özellikleri dikkate alan özgün istatistiksel analizinin yerine geçmez.

Tablo 78. Aynı olay sayılarının farklı ölçülerle anlatılması

Ölçü	Basit hesap	Yorum sınırı
İlk gruptaki tekrar oranı	12 / 60 = %20,0	Beş yıllık gözlenen oran
Karşılaştırma grubundaki tekrar oranı	23 / 60 = %38,33	Aynı deneyin karşılaştırma koşulu
Mutlak fark	%38,33 − %20,0 = 18,33 yüzde puan	Yüzde ile yüzde puan karıştırılmaz
Risk oranı	0,20 / 0,3833 ≈ 0,522	Basit, düzeltilmemiş oran
Göreli azalma	1 − 0,522 ≈ %47,8	Bir su markasının etkisi değildir
Mutlak farkın tersi	1 / 0,1833 ≈ 5,45	Yuvarlanarak 6; koşula ve süreye bağlı betimleyici hesap

Son satır, uygun koşullarda kullanılan tedavi için gerekli kişi sayısı kavramının aritmetiğini gösterir. Buradaki basit nokta tahmini, yaklaşık altı kişiye söz konusu beslenme düzeninin beş yıl uygulanmasıyla bir ek tekrarın önlenmesine karşılık gelir. Ancak belirsizlik aralığı ayrıca hesaplanmadığından bu sayı tek başına kesin bir karar ölçüsü değildir. Farklı risk taşıyan kişilerde, başka bir süre için veya yalnız su değiştirildiğinde aynı sayı kullanılamaz.

Bu ayrım yalnız akademik değildir. “Yüzde 48 azalma” ifadesi, başlangıç riskini ve karşılaştırma grubunu göstermediğinde okuyucuda çok farklı büyüklükler çağrıştırabilir. Risk oranı her zaman mümkünse olay sayısı, kişi sayısı ve izlem süresiyle birlikte okunmalıdır. Tek bir dikkat çekici yüzde, bütün araştırmayı temsil etmez.

Anlamlı bulunmayan sonuç, eşdeğerlik kanıtı değildir

Bir çalışmanın iki su arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulmaması, suların bütün sağlık sonuçları bakımından eşdeğer olduğunu göstermez. Çalışma küçük olabilir; izlem kısa kalabilir; sonuç ölçümü duyarsız olabilir veya gerçekten önemli bir fark bulunmayabilir. Bu seçenekleri ayırmak için etki tahmini ve güven aralığına bakılır.

Temsili olarak risk oranı 0,95, güven aralığı 0,60–1,50 ise hem kayda değer azalma hem artış verilerle bağdaşmaktadır. Buna karşılık 0,95 ve 0,93–0,97 aralığı daha dar bir tahmini anlatır. İki araştırmada aynı nokta tahmini olsa da karar belirsizliği aynı değildir. Bunlar gerçek su çalışması sonuçları değil, güven aralığını açıklayan sayılardır.

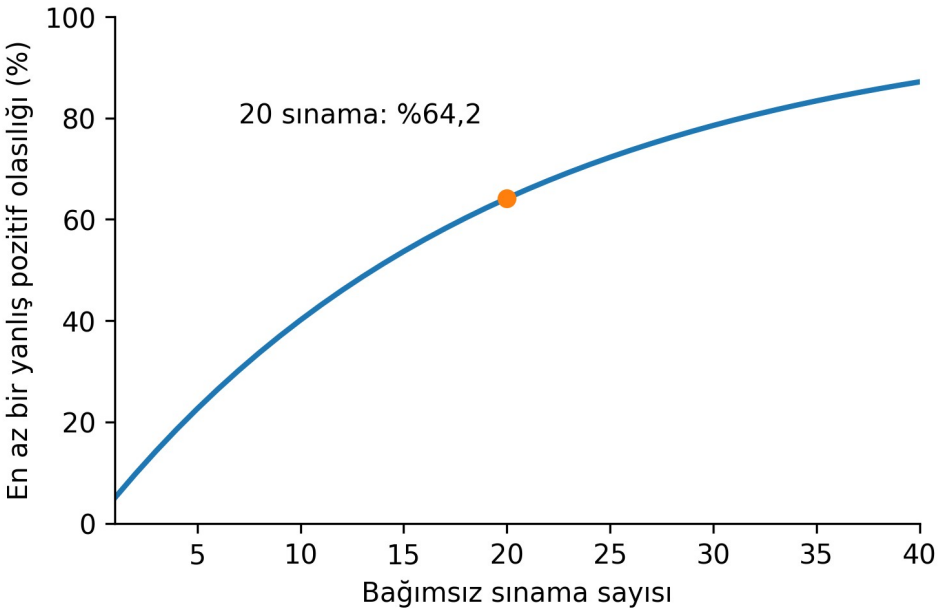
Bir p değeri, sıfır hipotezinin doğru olma olasılığı değildir. Belirtilen model ve sıfır hipotezi altında, gözlenen kadar veya daha uç bir sonucun ne ölçüde beklenebileceğini ifade eder. Modelin uygunluğu, veri kalitesi ve araştırma tasarımı bu sayı tarafından otomatik denetlenmez. p değerinin küçük olması da farkın günlük yaşam için büyük olduğu anlamına gelmez.

Eşdeğerlik veya belirli sınırlar içinde daha kötü olmama iddiası, bunun için tasarlanmış karşılaştırmayı ve önceden gerekçelendirilmiş sınırları gerektirir. Olağan bir üstünlük testinde fark bulunmamasını sonradan “tamamen aynı” diye adlandırmak, soruyu değiştirmektir. Su seçimi bakımından da “bu deneyde fark saptanmadı” ile “hiçbir koşulda fark yoktur” ayrı cümlelerdir.

Çok sayıda karşılaştırma, tesadüfi bulguları artırabilir

Bir araştırmada çok sayıda mineral, yaş grubu, cinsiyet grubu, hastalık ve izlem dönemi ayrı ayrı sınanıyorsa sonuçların hangilerinin önceden planlandığı önem kazanır. Yalnız en küçük p değerini seçerek anlatmak, bütün sınamalar içindeki tesadüf payını saklayabilir. Bu nedenle araştırmanın protokolü, birincil sonucu ve çoklu karşılaştırmaları nasıl ele aldığı değerlendirilir.

Basitleştirilmiş matematiksel bir örnekte bütün sıfır hipotezleri doğru, sınamalar birbirinden bağımsız ve her sınama için yanlış pozitif olasılığı 0,05 olsun. m sınamada en az bir yanlış pozitif olasılığı 1 − 0,95^m olur. Yirmi sınamada bu değer yaklaşık yüzde 64,2'dir. Bu hesap, belirli bir yayımlanmış çalışmanın yüzde 64 olasılıkla yanlış olduğu anlamına gelmez; varsayılan çoklu sınama düzeninin özelliğidir.



Şekil 28. Çoklu sınamada tesadüf olasılığı. Bütün sıfır hipotezlerinin doğru, sınamaların bağımsız ve her sınamanın yanlış pozitif olasılığının yüzde 5 olduğu matematiksel model. Belirli bir makalenin yanlış olma olasılığı değildir.

Dayanak: Özgün hesap: 1 − 0,95^m.

Gerçek araştırmalarda sınamalar bağımsız olmayabilir ve çoklu karşılaştırma düzeltmeleri uygulanabilir. Bu nedenle şekil, doğrudan herhangi bir makalenin hata oranı olarak okunmaz. Öğrettiği nokta, çok sayıda sonuç arasından sonradan seçilen tek bir olumlu bulgunun, önceden belirlenmiş birincil sonuçla aynı ağırlıkta sunulmaması gerektiğidir.

Keşif amaçlı analizler gereksiz değildir. Yeni hipotezler oluşturabilir ve daha iyi tasarlanmış çalışmalara yön verebilir. Sorun, keşif niteliğinin gizlenmesidir. “Bu alt grupta araştırılmaya değer bir ilişki görüldü” cümlesi, “bu kişilerin mutlaka bu suyu içmesi gerekir” cümlesinden farklıdır.

Ortalama, medyan ve kişisel değişim birbirinin yerine geçmez

Araştırma tablolarında başlangıç ve son değerlerin medyanı verildiğinde bu iki medyanın farkı, kişisel değişimlerin medyanı olmak zorunda değildir. Aynı nedenle yalnız başlangıç ve son grup özetlerinden her

katılımcının ne ölçüde değiştiği çıkarılamaz. Eşleştirilmiş verinin yapısı önemlidir.

Üç kişide herhangi bir temsili ölçümün başlangıç değerleri 1, 10 ve 11; son değerleri aynı kişi sırasıyla 8, 9 ve 20 olsun. Başlangıç medyanı 10, son medyanı 9'dur; medyanların farkı −1'dir. Oysa kişisel değişimler +7, −1 ve +9'dur; bu değişimlerin medyanı +7'dir. Bir hesap azalma, diğeri artış gösterir; çünkü aynı büyüklüğü hesaplamazlar.

Bu örnek gerçek bir klinik ölçekteki sağlıklı veya hastalıklı değerleri temsil etmez. Yalnız özet istatistiklerin neden dikkatle okunması gerektiğini gösterir. Bir makaledeki “medyan değişim” sütununu, iki ayrı medyanı çıkararak doğrulamaya çalışmak bu nedenle yanıltıcı olabilir. Kontrol, araştırmacıların kullandığı tanımla yapılmalıdır.

Benzer biçimde standart sapma ile standart hata farklıdır. İlki bireyler arasındaki dağılımı, ikincisi belirli koşullarda ortalama tahmininin duyarlılığını anlatır. Şekildeki hata çubuklarının neyi gösterdiği belirtilmemişse çubukların kısa olması tek başına bütün katılımcıların birbirine benzediğini göstermez.

Finansman ve çıkar ilişkisi nasıl değerlendirilir?

Bir çalışmanın su üreticisi veya mineral malzemesi sağlayıcısı tarafından desteklenmesi, sonucun otomatik olarak yanlış olduğu anlamına gelmez. Ancak finansmanın, ürün tedarikinin, veri analizinin ve yayın kararının kimlerin kontrolünde olduğu görünür olmalıdır. Aynı şekilde kamu kaynaklı bir çalışmanın da sırf finansman türü nedeniyle yöntem hatalarından bağışık olduğu varsayılamaz.

Değerlendirme aynı sorularla yapılır: Karşılaştırma adil midir? Ölçümler uygun mudur? Olumsuz sonuçlar da raporlanmış mıdır? Yazarlar veri üzerinde bağımsız çalışabilmiş midir? Protokoldeki sonuçlarla yayımlanan sonuçlar uyumlu mudur? Ticari bağın açıklanması okuyucuya değerlendirme olanağı verir; açıklama tek başına araştırmanın bütünlüğünü kanıtlamaz.

Üretici teknik belgesi ise başka tür bir kaynaktır. Membranın test koşulunu veya malzemenin beyan edilen özelliğini öğrenmek için doğrudan başvurulabilir. Fakat bu tür bir belge, insanlarda hastalık riskinin azaldığına ilişkin bağımsız klinik kanıt olarak kullanılamaz. Kaynağın yetkinliği, sorunun türüne göre değerlendirilir; tek bir genel güven etiketiyle bütün alanlara taşınmaz.

Bulguyu karara dönüştürmeden önce

Tablo 79. Sağlık araştırması için kısa değerlendirme kaydı

Soru	Kaydedilecek bilgi	Eksik olduğunda sınır
Kimler incelendi?	Yaş, sağlık durumu, seçilme biçimi	Başka gruplara genelleme belirsizleşir
Hangi su veya mineral karşılaştırıldı?	Bileşim, hacim, süre, karşılaştırma	Doz ve müdahale tanımı eksik kalır
Ne ölçüldü?	Hastalık, belirti, biyobelirteç veya yalnız alım	Bir sonuç türü diğerinin yerine kullanılamaz
Ne kadar fark görüldü?	Etki büyüklüğü, olay sayısı, güven aralığı	Yalnız p değeri yeterli olmaz
Tasarımın önemli sınırı ne?	Karıştırıcılar, maruziyet hatası, izlem kaybı	Nedensel yorum daraltılır
Karar hangi düzeyde kullanılabilir?	Hipotez, beslenme hesabı, klinik veya toplum kararı	Çalışmanın sınırı aşılmaz

Bu kayıt bir puanlama oyunu değildir. Kutuların dolması araştırmayı otomatik olarak “yüksek kaliteli” yapmaz. Ama sonucu okurun önünde gerekçesiyle tartmayı sağlar. Her çalışma için resmî bir kanıt derecelendirmesi yapıldığı da ileri sürülmemelidir; sistematik değerlendirme belirli yöntem ve kapsam gerektirir.

Suyun magnezyum içermesiyle magnezyum alımının artması doğrudan hesaplanabilir. Bunun belirli bir toplulukta klinik açıdan anlamlı bir eksikliği ne ölçüde düzelttiği ayrı sorudur. Hastalık olaylarının azalıp azalmadığı ise daha ileri bir sonuçtur. Bu basamaklar birbirini dışlamaz; fakat birinci basamağın doğruluğu sonuncunun otomatik kanıtı değildir.

Bilimsel kesinlik, belirsizliği yokmuş gibi yazmak değildir. Kesin olanı açık söylemek, koşula bağlı olanın koşulunu göstermek ve bilinmeyeni sınırlarıyla tanımlamaktır. Suyun mineral bileşimini değerlendirirken de bu çizgi korunmalıdır: ölçülen bileşimden hesaplanan alıma, oradan fizyolojik bulguya ve klinik sonuca geçerken her adımın kendi kanıtı aranır.

40. Mutfakta su ve mineral kütle dengesi

İçme suyunun beslenmeye katkısı yalnız bardaktan içilen hacimle sınırlı değildir. Çorbaya eklenen, tahılın içinde kalan veya bir içeceğin hazırlanmasında kullanılan su da tüketilen ürüne katkıda bulunabilir. Ancak tencereye giren bütün suyun içilmiş sayılması doğru değildir. Bir bölümü buharlaşır, bir bölümü süzülür, bir bölümü kapta kalır. Mineral hesabı, suyun başlangıç hacmini değil, ilgili elementin tüketilen kısımdaki miktarını izlemelidir. [1, s.8, 68–69; 2, bölüm 6.16]

Bu bölümdeki hesaplar, aksi belirtilmedikçe temsili örneklerdir. Belirli bir sebzenin, pişirme yönteminin veya suyun laboratuvar sonucunu temsil etmezler. Amaç, “kaynatınca mineraller yok olur”, “sert su bütün besin kaybını önler” veya “arıtılmış suyla pişirilen yemeğin minerali kalmaz” gibi cümleleri ölçülebilir sorulara dönüştürmektir.

Tencerede neyi takip ediyoruz?

Kalsiyum ve magnezyum elementlerinin miktarı, normal mutfak sıcaklıklarında bir vitaminin parçalanması gibi açıklanamaz. Suda çözünmüş türler besine geçebilir, besinden sıvıya taşınabilir veya katı bir çökeltiye dönüşebilir. Elementin kimyasal biçimi ile miktarı ayrı büyüklüklerdir. Bir çökelti oluştuğunda çözünmüş derişim azalabilir; fakat çökelti de birlikte tüketiliyorsa toplam alım aynı ölçüde azalmayabilir.

En basit hesapta başlangıçtaki mineral miktarı, besindeki miktar ile suyun getirdiği miktarın toplamıdır. İşlem sonunda bu miktar tüketilen katı gıda, tüketilen sıvı, atılan sıvı ve kapta kalan artık arasında paylaşılır. Sıçrama, dökülme veya analizde ölçülmeyen kalıntılar varsa bunlar da dengeye girer. Bu bir kütlenin korunumu hesabıdır; emilen mineral miktarını tek başına vermez.

Tablo 80. Pişirme için temsili mineral bilançosunun bileşenleri

Akım veya kısım	Hesapta kullanılan büyüklük	Tüketim hesabına etkisi
Başlangıçtaki gıda	Gıda kütlesi × mineral içeriği	İşlem öncesi gıda kaynaklı miktar
Eklenen su	Su hacmi × mineral derişimi	Su kaynaklı ek miktar
Tüketilen katı ve sıvı	Her kısmın kütle veya hacmi × derişimi	Gerçek öğün alımına girer
Atılan pişirme suyu	Atılan hacim × son derişim	Öğünde tüketilmez
Kapta veya süzgeçte kalan artık	Artık miktarı ve mineral içeriği	Dengeyi kapatmak için gerekebilir

"Yemeğe iki litre su eklendi" bilgisi, suyun bütün mineralinin tek kişiye geçtiğini göstermez. Önce yemeğin hangi kısmının tüketildiği, sonra kaç porsiyona ayrıldığı sorulur. Bireysel günlük mineral hesabında tencere toplamı ile kişi başına düşen miktar karıştırılmamalıdır.

Buharlaşma, derişimi değiştirir

Bir litre suda 40 mg kalsiyum bulunduğunu düşünelim. Buharlaşmayla su hacmi 0,8 litreye insin. Kalsiyumun çökelmediği, başka yere taşınmadığı ve kaybolmadığı bu basit modelde toplam miktar yine 40 mg'dır. Son derişim 40 / 0,8 = 50 mg/L olur. Derişim yüzde 25 artmıştır; kalsiyum miktarı artmamıştır.

Bu ayrım, kaynatma öncesi ve sonrası analizlerin yorumunda önemlidir. Yalnız mg/L değerini karşılaştırıp "kaynatma minerali artırdı" demek, hacim değişimini dışarıda bırakır. İşlem toplam miktarı değiştirmeden birim hacimdeki miktarı değiştirmiş olabilir. Buna karşılık çökelme gerçekleşirse çözünmüş kalsiyum hesabı ayrıca değerlendirilir; basit buharlaşma modeli yeterli olmaz.

Temsili olarak başlangıçtaki 40 mg kalsiyumun 10 mg'ı katı çökeltiye geçsin. Son sıvıdaki çözünmüş miktar 30 mg, hacim 0,8 litre ise çözünmüş derişim 37,5 mg/L'dir. Çökelti kapta kalır ve sıvı tüketilirse tüketilen kalsiyum 30 mg olur. Çökelti de karışıma katılırsa toplam element miktarı farklı değerlendirilir. Buradaki 10 mg çökelme varsayımdır; bütün sularda böyle bir çökelme beklenmez.

Çaydanlıktaki beyaz birikinti, başlangıç suyunun ayrıntılı bileşimini veya içilen suyun beslenme değerini tek başına göstermez. Birikim;

bileşim, sıcaklık, tekrar doldurma ve kullanım geçmişinden etkilenebilir. Birikintinin varlığından doğrudan sağlık sonucu çıkarılamaz. [2, s.243–244]

Gıdanın yüz gramındaki miktar neden yanıltabilir?

Pişirme sonrasında gıda su kazanabilir veya kaybedebilir. Bu nedenle “100 gramdaki mineral” ile “başlangıçtaki gıdanın tamamında kalan mineral” farklı sorulardır. Karşılaştırmanın hangi temelde yapıldığı belirtilmezse derişim azalması kayıp, derişim artması kazanım sanılabilir.

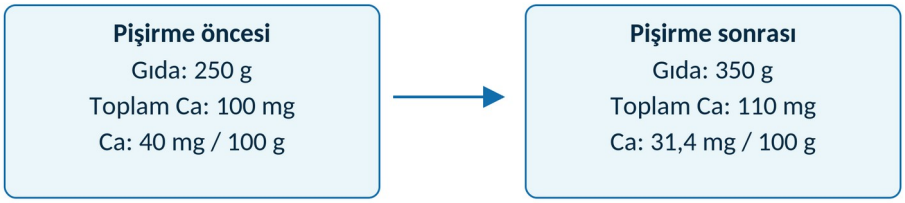
Başlangıçta 250 gramlık bir gıda örneğinde toplam 100 mg kalsiyum bulunduğunu varsayalım. Bu, 100 gram başına 40 mg demektir. Pişirme sırasında gıdanın kütlesi net 100 gram artsın ve sudan net 10 mg kalsiyum alsın. Son ürün 350 gram ve toplam 110 mg kalsiyum içerir. Yüz gramdaki miktar yaklaşık 31,4 mg'a düşer.

Böylece yüz gram üzerinden bakıldığında yaklaşık yüzde 21,4 azalma, toplam üzerinden bakıldığında yüzde 10 artış görülür. İki sonuç birbiriyle çelişmez: pay ve payda birlikte değişmiştir. Birinci sonuç ürünün son derişimini, ikincisi başlangıçtaki gıda partisinin toplam kalsiyumundaki değişimi anlatır.

Tablo 81. Su alımıyla derişim azalırken toplam mineralin artabildiği temsili örnek

Büyüklük	Pişirme öncesi	Pişirme sonrası
Gıda kütlesi	250 g	350 g
Toplam kalsiyum	100 mg	110 mg
100 gramdaki kalsiyum	40 mg	Yaklaşık 31,4 mg
Toplam miktardaki değişim	Başlangıç	+%10
Birim kütledeki değişim	Başlangıç	Yaklaşık −%21,4

Ters durum da mümkündür. Gıda su kaybederken toplam mineral biraz azalsa bile yüz gramdaki derişim artabilir. Bu nedenle mineral korunumu çalışmasında yalnız son ürünün yüz gramındaki değer değil; başlangıç kütlesi, son kütle ve bütün ilgili kısımlardaki miktar gerekir.



Şekil 29. Toplam miktar ile derişimin ayrılması. Pişirme sırasında su ve kalsiyum kazanıldığı varsayılan örnekte toplam kalsiyum yüzde 10 artar; 100 gramdaki miktar yaklaşık yüzde 21,4 azalır.

Dayanak: Özgün temsili kütle dengesi; **40. bölüm**.

Pişirme suyunu tüketmek ile dökmek aynı değildir

Bir gıda partisinde başlangıçta 120 mg magnezyum, eklenen suda 10 mg magnezyum olduğunu varsayalım. İşlem sonunda katı gıdada 95 mg, pişirme sıvısında 30 mg, kapta kalan artıkta 5 mg bulunsun. Toplam 130 mg'dır ve başlangıç bilançosuyla uyumludur.

Katı gıda ile bütün pişirme sıvısı tüketilirse 125 mg alınır. Sıvının tamamı dökülürse yalnız 95 mg alınır. İlk durumda başlangıçtaki gıdanın 120 mg'ına göre miktar daha yüksektir; ikinci durumda daha düşüktür. Aynı pişirme işlemi, hangi kısmın tüketildiğine bağlı olarak farklı beslenme hesabı oluşturur.

Bu örnek, bütün pişirme sularının sağlık veya gıda güvenliği açısından mutlaka tüketilmesi gerektiği önerisi değildir. Bazı işlemlerde sıvının uzaklaştırılmasının başka amaçları olabilir. Burada yalnız mineral bilançosu açıklanmaktadır. Gıda güvenliği, tarifin uygunluğu ve kişinin özel beslenme gereksinimleri mineral kazanımından ayrı değerlendirilir.

Tablo 82. Aynı tencerede farklı tüketim biçimlerinin hesabı

Tüketilen kısım	Katı gıdadan alınan	Sıvıdan alınan	Toplam magnezyum
Katı gıda ve sıvının tamamı	95 mg	30 mg	125 mg
Katı gıda ve sıvının yarısı	95 mg	15 mg	110 mg
Yalnız katı gıda	95 mg	0 mg	95 mg
İlk seçeneğin dört eşit mineral payı	23,75 mg	7,5 mg	31,25 mg/porsiyon

Son satırda porsiyonların mineral bakımından eşit olduğu varsayılmıştır. Gerçek bir yemekte katı-sıvı oranı porsiyonlar arasında değişiyorsa yalnız toplamı dörde bölmek her tabağın gerçek miktarını göstermez. Eşit porsiyon varsayımı hesap kolaylığıdır; ölçüm yerine geçmez.

Sert ve yumuşak suda pişirme araştırması ne gösterir?

Haring ve van Delft'in 1981 tarihli çalışması, farklı sertlikte sularla pişirilen gıdaların mineral bileşimini incelemiştir. Araştırmanın özetinde en belirgin farkların kalsiyumda görüldüğü; patates ve sebzelerin kalsiyum derişiminin sert suda pişirmede genellikle arttığı, yumuşak suda ise azaldığı bildirilir. [70]

Bu bulgu, pişirme suyunun önemsiz olmadığını gösterir. Bununla birlikte bütün gıdalara uygulanacak tek bir kayıp yüzdesi sağlamaz. Çalışmanın erişilebilen özeti, her tarif ve süre için ayrı bir nicel katsayı vermeye yeterli değildir. Bu nedenle sonuç, “bütün yemeklerde şu kadar mineral kaybolur” biçiminde genişletilemez.

2005 tarihli değerlendirmede düşük mineralli suyla pişirmeye ilişkin yüksek kayıp yüzdeleri aktarılmıştır. Bunlar belirli eski deneylerin sonuçlarıdır; evdeki her yemek için otomatik düzeltme katsayısı değildir. Kullanılan gıdanın yapısı, kesim biçimi, su-gıda oranı, süre ve sıvının tüketilip tüketilmediği belirlenmeden aynı yüzde günlük beslenmeye uygulanamaz. [1, s.154]

Burada iki aşırı yorumdan kaçınmak gerekir. Birincisi, suyun bileşiminin pişirilen gıdayı hiçbir biçimde etkilemediğini söylemektir. İkincisi, düşük mineralli suyun her yemekte büyük bir beslenme açığı yarattığını, kişisel diyet ve gerçek kayıp ölçülmeden kesinleştirmektir. İlk yorum ölçülebilir aktarımı yok sayar; ikincisi deneyin sınırlarını aşar.

Su kaynaklı katkıyı gıda kaynaklı katkıdan ayırmak

Bir çorbaya 0,6 litre ve 60 mg/L kalsiyum içeren su eklendiğinde suyun başlangıç katkısı 36 mg'dır. Diğer malzemelerden 240 mg kalsiyum geldiği varsayılsın. Mineral kaybı ve kapta kalma yoksa tencere toplamı 276 mg'dır. Üç eşit mineral payında porsiyon başına 92 mg düşer; bunun 12 mg'ı başlangıç suyunun katkısıdır.

Aynı tarif 6 mg/L kalsiyum içeren suyla hazırlanırsa suyun katkısı 3,6 mg, tencere toplamı 243,6 mg ve porsiyon başına miktar 81,2 mg olur. Su kalsiyumu yüzde 90 azalmıştır; porsiyon toplamı ise 92 mg'dan 81,2 mg'a, yaklaşık yüzde 11,7 azalmıştır. Bu model, gıdadan suya veya sudan gıdaya ek farklı aktarım olmadığını varsayar.

Gerçek tarifte çökelme ve farklı süzme kayıpları varsa bunlar ayrıca ölçülmelidir. Yine de bu basit hesap önemli bir yanlışı önler: suyun mineralindeki yüzde değişim, yemeğin toplam mineralindeki yüzde değişime eşit değildir. Gıdanın kendi içeriği toplamın içinde kalır.

Süt eklenen bir içecekte de suyun ve sütün katkısı ayrı hesaplanır. İçeceğin toplam hacmini yalnız suyun mineral derişimiyle çarpmak, sütü aynı su bileşimindeymiş gibi sayar. Öte yandan içeceğin analizle belirlenmiş toplam kalsiyumunu kullandıktan sonra su katkısını yeniden eklemek çift sayım oluşturur. Hesabın ya bileşenlerden ya da bitmiş ürünün ölçümünden yürütüldüğü açık olmalıdır.

Çay, kahve ve demleme hesabının sınırı

Demleme içeceklerinde başlangıç suyu, tüketilen içeceğin yalnız bir bileşenidir. Kuru malzemeden sıvıya geçen maddeler, filtrede veya telvede kalan sıvı, buharlaşma ve son hacim hesabı değiştirir. Yalnız başlangıç suyunun TDS'sinden bitmiş içeceğin mineral bileşimi çıkarılamaz.

Temsili olarak 300 mL suyla demleme yapılsın, fincana 240 mL içecek geçsin. Başlangıç suyu 20 mg/L magnezyum içeriyorsa suyla sisteme 6 mg magnezyum girmiştir. Ancak bu 6 mg'ın tamamının fincana geçtiği yalnız hacimlerden bilinmez. Telvede kalan sıvı ve katı-sıvı aktarımı önemlidir. Basit bir model bütün sulu kısımlarda aynı derişimi varsayabilir; bunun bir model olduğu belirtilmelidir.

Aynı varsayımla, mineral aktarımı ve buharlaşma yoksa 240 mL fincanın su kaynaklı katkısı 4,8 mg olur. Gerçek içecekte kuru malzemeden geçen magnezyum varsa toplam bundan farklıdır. Ölçülmüş

bir kahve veya çay değeri kullanılırken hazırlama yöntemi ve porsiyon büyüklüğü korunmalıdır. Bir fincanın kimliğini yalnız adı değil, hazırlanma biçimi belirler.

Kaynatma, kimyasal güvenlik belgesi değildir

Kaynatma uygun biçimde uygulandığında mikrobiyolojik tehlikelerin kontrolünde kullanılabilir; fakat ağır metallerin, tuzların ve birçok kimyasalın uzaklaştırıldığı anlamına gelmez. Acil durumlarda hangi işlemin gerektiği, yetkili kurumun uyarısına göre belirlenmelidir. Mineral veya tat gerekçesiyle kimyasal açıdan güvensiz bir su kullanılmamalıdır. [72]

Nitrat bu ayrımın açık örneğidir. Kaynatma nitratı gidermediği gibi su buharlaştığında derişimini artırabilir. Temsili olarak 2 litre suda toplam 40 mg nitrat varsa derişim 20 mg/L'dir. Hacim 1,5 litreye iner ve nitrat miktarı korunursa derişim yaklaşık 26,7 mg/L olur. Bu örnek mevzuat sınırı önermez; hacim azalmasının yönünü gösterir. [71]

İçinde kimyasal kirletici bulunduğundan kuşkulanılan suyun “yemekte zaten kaynayacağı” gerekçesiyle kullanılması doğru değildir. Sorunun kaynağı ve uygun güvenli alternatif değerlendirilir. Aynı şekilde TDS'nin düşük veya suyun berrak olması da tek başına güvenlik göstermez. Mineral bilançosu, mikrobiyolojik ve kimyasal güvenlik değerlendirmesinin yerine geçmez.

Bebek maması hazırlanmasında ise su miktarı mineral hesabıyla keyfî biçimde değiştirilmez. Daha fazla su eklemek yalnız mineralleri değil, enerji ve bütün besin öğelerinin derişimini değiştirir. Ürünün doğru hazırlanma oranı ve sağlık otoritesinin güvenlik önerileri korunur. Suyun bileşimini iyileştirme düşüncesi, mamanın seyreltme oranını değiştirmek için gerekçe değildir. [36]

Bir mutfak karşılaştırması nasıl ölçülebilir?

İki suyla pişirilen aynı gıdayı karşılaştırmak için başlangıç malzemesinin mümkün olduğunca benzer olması gerekir. Aynı partiden alınan eşleştirilmiş örnekler, aynı kap, aynı gıda-su oranı, aynı süre ve aynı süzme uygulaması kullanılabilir. Ancak deneysel tekrarlar ve örneklerin rastgele atanması olmadan tek tencere sonucu genellenemez.

Başlangıç gıdasının toplam kütlesi, eklenen suyun hacmi ve ilgili mineral derişimleri kaydedilir. Sonra pişmiş katı gıdanın kütlesi, sıvının

hacmi, kapta kalan artık ve tüketilmeyen kısımlar ölçülür. Analiz laboratuvarı, gıda ve sıvı için uygun numune hazırlama ve yöntemleri belirler. Evde güçlü asitle çözündürme veya laboratuvar işlemi yapılmaz.

Gıdanın farklı parçaları aynı mineral içeriğini taşımayabilir. Laboratuvarın temsili numune hazırlaması bu yüzden önemlidir. Yalnız görünen birkaç parçayı seçmek veya pişmiş üründen tek bir kaşık almak bütün tencereyi temsil etmeyebilir. Numune alma belirsizliği, cihazın sayısal hassasiyetinden daha büyük olabilir. [55]

Tablo 83. İki suyla pişirme karşılaştırmasında tutulacak kayıt

Alan	Kaydedilecek bilgi
Başlangıç gıdası	Parti, yenebilir kısım, kütle, başlangıç mineral analizi
Su	Kaynak, hacim, kalsiyum ve magnezyum derişimleri
Pişirme	Kap, süre, uygulanan işlem ve tekrar sayısı
Son ürün	Katı kütlesi, sıvı hacmi, artık ve dökülmeler
Tüketim biçimi	Sıvının tamamı, bir bölümü veya yalnız katı
Analiz	Yöntem, numune hazırlama, ölçüm belirsizliği
Raporlama	Toplam mg, mg/100 g ve porsiyon başına mg ayrı ayrı

Kütle dengesi kapanması da kontrol edilir. Başlangıçta 200 mg kalsiyum varken ölçülen bütün son kısımlarda 182 mg bulunmuşsa geri kazanım yüzde 91'dir. Eksik 18 mg'ın nerede olduğu anlaşılmadan bütün farkın “pişirmeyle yok olduğu” söylenmez. Kapta kalan çökelti, örnekleme, numune hazırlama veya ölçüm belirsizliği olası açıklamalar arasındadır.

Tersine, başlangıçta 200 mg, sonda 225 mg ölçülmüşse yüzde 112,5 geri kazanım vardır. Bu, elementin kendiliğinden oluştuğunu göstermez. Başlangıçta hesaba katılmayan bileşen, kap veya başka kaynakla etkileşim, numunenin temsiliyeti ve ölçüm hatası araştırılır. Deney bilançosu, hataları görünür kılmak için kullanılır; beklenen sonucu zorlamak için değil.

Porsiyon hesabından günlük bütçeye

Bir kişinin günde içtiği su ile çorbada veya diğer yiyeceklerde aldığı su aynı kaynaktan gelmeyebilir. Ev, iş yeri ve dışarıda tüketilen yemekler farklı bileşimlere dayanabilir. Ayrıntılı bir mineral bütçesinde doğrudan

su tüketimi ile gıda yoluyla gelen katkı ayrı satırlara yazılır; aynı su iki kez eklenmez.

Örneğin 1 litre doğrudan içme suyu 20 mg magnezyum sağlasın. Aynı kaynaktan hazırlanmış çorbanın kişinin porsiyonunda kalan su kaynaklı katkı ayrıca 4 mg olarak hesaplanmış olsun. Doğrudan ve dolaylı su katkısı toplam 24 mg'dır. Çorbanın bütün mineral içeriği zaten kullanılan besin kaydında yer alıyorsa aynı 4 mg yeniden eklenmemelidir. Veri tabanının hangi hazırlama koşuluna dayandığı bilinmiyorsa kesinlik sınırı belirtilir.

Bu ayrıntılar günlük yaşamda her öğünün laboratuvara gönderilmesini gerektirmez. Ama ayrıntılı bilimsel iddia kuruluyorsa hesabın neyi içerdiği bilinmelidir. “Su günlük magnezyumun şu kadarını sağlar” denirken içme suyu mu, yemek hazırlama suyu mu, bütün içecekler mi sayılmıştır? Yüzdenin payı ve toplamın kapsamı açık olmalıdır.

Ölçünün son sözü

Bir suyun değerini yalnız mineralinin çokluğu veya azlığı belirlemez. Güvenliği, bileşimi, kullanım amacı ve kişinin toplam beslenmesi birlikte değerlendirilir. Minerallerin sudan gıdaya geçebilmesi gerçektir; fakat bu geçiş her koşulda aynı değildir. Derişim değişmesi de doğrudan mineral kaybı veya sağlık etkisi değildir.

Suyun mineral dengesini anlamak, tek bir ideal sayı aramaktan daha sağlam bir yaklaşım sunar. Hangi maddenin ne kadar bulunduğunu, hangi hacimde tüketildiğini, hangi işlemle değiştiğini ve ileri sürülen sağlık sonucunun hangi kanıta dayandığını sorar. Bu sorular cevaplandığında hem gereksiz korkular hem de ölçüsüz vaatler daha kolay ayırt edilir.

Bilimsel yaklaşımın günlük karşılığı yalındır: ölçülebileni ölçmek, hesaplanabileni doğru hesaplamak, araştırmanın söylediğinden fazlasını söylememek. Bir bardak suyu anlamanın yolu da buradan geçer.

Uygulama ekleri

Ek A. Birim ve hesap başvuru çizelgeleri

Aşağıdaki çizelgeler, bölümlerde kullanılan hesapların kısa başvuru düzenidir. Birim dönüşümü yapmak, ölçümün doğruluğunu veya numunenin temsil gücünü doğrulamaz. Önce raporun hangi maddeyi ve hangi biçimde ifade ettiği belirlenmelidir. Özellikle element miktarı, tuz miktarı ve eşdeğer miktar aynı ad altında toplanmamalıdır.

Tablo 84. Temel birim dönüşümleri

Başlangıç ifadesi	Dönüşüm	Dikkat edilecek nokta
1 g	1.000 mg	Kütle birimidir
1 mg	1.000 µg	Mikrogramla karıştırılmaz
1 L	1.000 mL	Hacim birimidir
1 m^3	1.000 L	Tesis debilerinde kullanılır
C mg/L × V L	C × V mg	İlgili hacimdeki miktar
C mg/L × V L/gün	C × V mg/gün	Günlük alım; tüketilen hacim gerekir
C mg/L × Q m^3/gün	C × Q g/gün	Tesis akımındaki günlük kütle
mg → mmol	mg / mol kütlesinin sayısal değeri	Element veya bileşiğin doğru formülü kullanılır
mmol → meq	mmol × mutlak yük sayısı	İyonun yükü hesaba girer
mg/kg ve mg/L	Yoğunluğa bağlıdır	Her çözeltide aynı sayı oldukları varsayılmaz

Tablodaki mol dönüşümünde mol kütlesi g/mol biçiminde verilmişse aynı sayısal değer mg/mmol olarak kullanılabilir. Örneğin 24,305 mg magnezyum yaklaşık 1 mmol magnezyuma karşılık gelir. Kalsiyum ve magnezyum iki değerlikli olduğundan 1 mmol ilgili iyon, 2 meq yük miktarı taşır. Bu dönüşüm günlük beslenme gereksinimini belirlemez; yalnız miktarın ifade biçimini değiştirir. [63]

Tablo 85. Bazı iyonlar için yaklaşık kütle–mol–yük ilişkileri

İyon	1 mmol iyonun kütlesi	Mutlak yük	1 meq için yaklaşık kütle
Kalsiyum, Ca^{2+}	40,078 mg	2	20,039 mg
Magnezyum, Mg^{2+}	24,305 mg	2	12,153 mg
Sodyum, Na^{+}	22,990 mg	1	22,990 mg
Potasyum, K^{+}	39,098 mg	1	39,098 mg
Klorür, Cl^{-}	35,45 mg	1	35,45 mg
Bikarbonat, HCO_3^{-}	Yaklaşık 61,016 mg	1	Yaklaşık 61,016 mg
Sülfat, SO_4^{2-}	Yaklaşık 96,056 mg	2	Yaklaşık 48,028 mg
Nitrat, NO_3^{-}	Yaklaşık 62,004 mg	1	Yaklaşık 62,004 mg

Değerler, belirtilen standart atomik ağırlıklardan hesaplanan yaklaşık büyüklüklerdir. Belirli bir laboratuvar yönteminin yuvarlama veya raporlama kuralları farklı olabilir. $CaCO_3$ eşdeğeri hesabında 1 meq, yaklaşık 50,043 mg $CaCO_3$'e karşılık gelir. Böylece 100 mg/L $CaCO_3$ eşdeğeri yaklaşık 2 meq/L'dir; 100 mg/L elementel kalsiyum değildir. [63]

Ek B. Sık kullanılan hesapların bir arada okunması

Tablo 86. Hesap, girdi ve yorum sınırı

Amaç	Hesap	Yorum sınırı
Günlük mineral alımı	$I = \Sigma(C_i \times V_i)$	Emilim veya vücut deposu değildir
Hacim ağırlıklı derişim	$Cort = \Sigma(C_i \times V_i) / \Sigma V_i$	Hacimler ve kaynaklar aynı dönemi temsil etmelidir
Derişim azaltımı	$R = 100 \times (1 - Cp/Cf)$	Yalnız ölçülen parametre içindir
Su geri kazanımı	$Y = Qp/Qf$	Giderim yüzdesi değildir
İki suyun karışımı	$C = f \times CB + (1 - f) \times CA$	Çökelme ve başka tepkime yok varsayımı
Net mineral katkısı	$\Delta C = C_{çıkış} - C_{giriş}$	Eşleştirilmiş ölçüm gerekir
Kuramsal temas süresi	EBCT = yatak hacmi / debi	Gerçek gözenek suyu süresiyle aynı değildir
Toplam salım	$M \approx \Sigma[(\Delta C_i + \Delta C_{i+1})/2 \times \Delta V_i]$	Ölçümler arasında doğrusal değişim varsayımı

Bu hesaplarda C derişimi, V tüketilen veya işlenen hacmi, Q debiyi, f ise karışım payını temsil eder. Alt indisler karşılaştırmanın hangi akımlar arasında yapıldığını gösterir. Aynı simgeyle farklı birimi kullanmak işlemi görünüşte doğru, sonuçta yanlış yapabilir. Her hesapta giriş birimleri birlikte yazılmalıdır.

Örneğin geri kazanımı yüzde 30 olan bir sistemde Y=0,30 kullanılır. Ürün suyu başına konsantre hacmi, ideal iki akımlı modelde $(1 - Y)/Y = 0{,}70/0{,}30 \approx 2{,}33$ olur. Bu değer, beslemenin yüzde 30'unun ürün akımına geçtiği ifadesinin başka bir anlatımıdır; yüzde 30 mineral giderimi değildir.

Bir filtrede toplam salımın hacme göre integrali alınırken işlenen hacim ile tüketilen hacim ayrılır. Durulanan, bekletilip dökülen veya başka amaçla kullanılan suyun mineral miktarı doğrudan kişinin alımına eklenmez. Tüketim payı kullanım boyunca değişiyorsa tek bir sabit payla çarpmak da yaklaşık modeldir.

Ek C. Birleşik temsili hesaplar

C1. Üç farklı su kaynağının günlük katkısı

Bir kişinin aynı gün evde 0,9 L, işte 0,6 L ve başka bir kaynaktan 0,2 L su içtiği varsayılsın. Hacimler içme miktarı önerisi değildir. Kalsiyum ve magnezyum derişimleri Tablo T087'deki gibi seçilmiştir.

Tablo 87. Üç kaynağın temsili günlük hesabı

Kaynak	Hacim	Ca derişimi	Mg derişimi	Ca katkısı	Mg katkısı
Ev	0,9 L	24 mg/L	7 mg/L	21,6 mg	6,3 mg
İş yeri	0,6 L	70 mg/L	14 mg/L	42,0 mg	8,4 mg
Diğer kaynak	0,2 L	150 mg/L	40 mg/L	30,0 mg	8,0 mg
Toplam	1,7 L	—	—	93,6 mg	22,7 mg

Hacim ağırlıklı kalsiyum derişimi 93,6/1,7 ≈ 55,1 mg/L; magnezyum derişimi 22,7/1,7 ≈ 13,4 mg/L'dir. Üç derişimin basit ortalaması aynı sonucu vermez; çünkü kaynakların hacimleri eşit değildir. Bu sayılar yalnız su katkısını gösterir. Besinlerden alınan miktar bilinmeden günlük toplam veya gereksinimin karşılanma oranı belirlenemez.

C2. Yumuşatmanın sodyum katkısı

Sodyum çevrimli bir işlemde sertlik 240'tan 20 mg/L $CaCO_3$ eşdeğerine düşsün. Uzaklaştırılan sertlik 220 mg/L'dir. Yaklaşık 0,460 katsayısıyla sodyum artışı 220 × 0,460 = 101,2 mg/L hesaplanır. Başlangıç sodyumu 15 mg/L ise son değer yaklaşık 116,2 mg/L olur. [2, s.571; 63]

Bu sudan 1,4 L tüketildiği varsayımında sodyum alımı yaklaşık 162,7 mg'dır. Bunun 141,7 mg'ı işlemle eklenen katkıya karşılık gelir; başlangıç suyunun katkısı 21 mg'dır. Yuvarlatılmış katsayı nedeniyle daha ayrıntılı atomik ağırlık hesabıyla son basamakta küçük fark görülebilir. Sonucun kişiye uygunluğu, toplam sodyum alımı ve gerekiyorsa kişisel kısıtlamayla değerlendirilir.

C3. Ters ozmozda birbirinden farklı üç yüzde

Sekiz litre beslemeden 2,4 litre ürün ve 5,6 litre konsantre elde edildiğini varsayalım. İncelenen çözünmüş bileşenin beslemedeki derişimi 300

mg/L, üründeki derişimi 15 mg/L olsun. Çökelme veya depolama yok kabul edilir.

Su geri kazanımı 2,4/8 = yüzde 30'dur. Derişim azaltımı 1 − 15/300 = yüzde 95'tir. Beslemedeki madde 2.400 mg, ürüne geçen madde 36 mg'dır. Ürün akımına geçmeyen kütle oranı 1 − 36/2.400 = yüzde 98,5'tir. Üç yüzde de aynı model içinde doğrudur; farklı soruların cevabıdır.

Konsantredeki madde miktarı 2.400 − 36 = 2.364 mg, derişimi 2.364/5,6 ≈ 422,1 mg/L olur. Hesapla elde edilen bu sonuç, gerçek bir membran cihazının bütün bileşenleri aynı oranda giderdiği iddiası değildir. Her parametre için kendi ölçümü ve geçerli koşullar gerekir.

C4. Net salımın belirsizliği

Bir filtre girişinde magnezyum 2,0 ± 0,4 mg/L, çıkışında 7,0 ± 0,8 mg/L olarak raporlansın. İki belirsizlik de aynı kapsam faktörüne sahip olsun ve ölçümlerin bağımsız olduğu varsayılsın. Net katkı 5,0 mg/L'dir. Aynı kapsama düzeyinde farkın genişletilmiş belirsizliği yaklaşık $\sqrt{(0{,}4^2 + 0{,}8^2)}$ = 0,89 mg/L olur. [56]

Sabit ve belirsizliği ihmal edilen 1,2 L hacimde net alım 6,0 mg; yalnız bu analiz bileşenlerinden gelen genişletilmiş belirsizlik yaklaşık 1,07 mg'dır. Gerçek tüketim hacmi belirsizse veya iki ölçümün ortak hataları varsa model genişletilmelidir. Bu örnek, her giriş–çıkış farkına otomatik uygulanacak evrensel bir belirsizlik sonucu değildir.

C5. İlk ölçümden kullanım ömrüne sıçramamak

Net magnezyum salımı başlangıçta 10 mg/L, 200 L'de 8 mg/L, 600 L'de 4 mg/L ve 1.000 L'de 2 mg/L olsun. Ölçümler arasında doğrusal değişim varsayımıyla üç aralığın katkıları sırasıyla 1.800, 2.400 ve 1.200 mg'dır. Toplam 5.400 mg, yani 5,4 g magnezyumdur.

İlk değeri bütün 1.000 litreye uygulamak 10 g sonucu verir. Bu, kurulan değişim modelinin toplamından yaklaşık yüzde 85,2 fazladır. Fark, yalnız son değerin düşük olmasından değil, bütün kullanım boyunca değişen alanın hesaba katılmasından doğar. İşlenen suyun ne kadarının tüketildiği bilinmeden bu toplam da doğrudan kişi alımı sayılamaz.

C6. Raporlama sınırının günlük alıma taşınması

Bir sonuç “<0,2 mg/L” olarak raporlanmışsa kesin sıfır yazılmaz. Bu sudan 1,8 L tüketildiğinde ilgili bileşenin su kaynaklı miktarı, raporun

tanımı ve kapsamı içinde 0,36 mg'dan küçüktür. Hesap, “0 mg” veya kesin “0,36 mg” sonucu vermez; üst sınır biçimindeki bilgi korunur.

Birden fazla kaynaktan gelen katkılar toplanırken ölçülmüş değerler ile üst sınırlar ayrı tutulabilir. Böylece belirsizliği saklamadan alt ve üst senaryolar oluşturulur. Bir sayının küçük görünmesiyle uygunluk kararı arasında yine ilgili değerlendirme ölçütü bulunmalıdır.

Ek D. Hesabı teslim etmeden önce

Tablo 88. Hesap denetimi için kısa kontrol çizelgesi

Kontrol	Doğru uygulama
Madde kimliği	Element, iyon, tuz ve eşdeğer ifadeleri ayrıldı
Birim	Bütün girişlerin birimleri yazıldı ve uyumlu dönüştürüldü
Akım veya kaynak	Besleme, ürün, son musluk ve tüketim hacmi ayrıldı
Zaman	Ölçümler ve tüketim aynı dönemi temsil ediyor
Varsayım	Sabitlik, bağımsızlık, doğrusal değişim ve kayıpsızlık açık
Yuvarlama	Ara işlemler gereğinden erken yuvarlanmadı
Kapsam	Kimyasal hesap sağlık sonucu gibi sunulmadı
Kanıt	Gerçek ölçüm, yayımlanmış bulgu ve temsili örnek ayrıldı

Bir hesap yalnız doğru çarpma ve bölmeden oluşmaz. Doğru büyüklüğün doğru paydada kullanılması, zaman ve kaynak kapsamının korunması ve sonucun neyi göstermediğinin bilinmesi de hesabın parçasıdır. Bu kontrol çizelgesi, kitabın temel yaklaşımını uygulamaya taşır: önce soruyu tanımlamak, sonra veriyi ve işlemi ona göre seçmek.

Terimler sözlüğü

Adsorpsiyon

Bir maddenin başka bir malzemenin yüzeyinde tutulmasıdır. Aktif karbonla bazı organik maddelerin uzaklaştırılması bu mekanizmadan yararlanır. Adsorpsiyon, bütün çözünmüş iyonların uzaklaştırılması veya mikroorganizmaların güvenilir biçimde etkisizleştirilmesi anlamına gelmez. Hangi maddenin, hangi koşulda tutulduğu ayrıca değerlendirilir. [2]

İlgili sayfalar: 154 · 176

Akreditasyon

Bir laboratuvarın veya uygunluk değerlendirme kuruluşunun belirli faaliyetleri yapma yeterliliğinin yetkili bir kuruluş tarafından tanınmasıdır. Laboratuvarın akredite olması, sunduğu her analizin aynı kapsamda olduğu anlamına gelmez. Parametre, yöntem ve numune türünün ilgili kapsamda bulunup bulunmadığı kontrol edilir. [57]

İlgili sayfalar: 176 · 190 · 211

Aktif karbon

Gözenekli yapısı ve yüzey özellikleri nedeniyle bazı maddeleri adsorplayabilen arıtma malzemesidir. Tat ve koku kontrolünde veya belirli organik kirleticilerin azaltılmasında kullanılabilir. Kalsiyum ve magnezyum gibi iyonların giderimi, sırf malzemenin aktif karbon olarak adlandırılmasından çıkarılamaz. Temas süresi ve kullanım koşulları önemlidir. [2]

İlgili sayfalar: 154 · 176

Alım

Bir maddenin ağız yoluyla veya tanımlanmış başka bir yolla vücuda alınan miktarıdır. Bu kitapta su kaynaklı günlük mineral alımı çoğunlukla derişim ile tüketilen hacmin çarpımıyla hesaplanır. Alım, emilim değildir; alınan miktarın tamamının dolaşıma geçtiği veya dokularda kaldığı varsayılamaz. [1]

İlgili sayfalar: 17 · 24 · 222

Alkalinite

Suyun eklenen asidi nötrleştirme kapasitesini anlatan ölçülebilir bir özelliktir. Birçok doğal suda bikarbonat önemli katkı sağlar. Alkalinite, pH ile aynı büyüklük değildir: iki su aynı pH'a sahipken farklı alkalinite gösterebilir. Birimler ve hangi eşdeğer madde üzerinden raporlandığı korunmalıdır. [14]

İlgili sayfalar: 11 · 63 · 168

Alkalin su

Genellikle pH'ı nötr noktanın üzerinde olan sular için kullanılan ifadedir. Tek başına belirli bir kalsiyum, magnezyum veya alkalinite düzeyi tanımlamaz. Suyun pH'ından insan kanının pH'ını kalıcı biçimde değiştireceği veya hastalıkları tedavi edeceği sonucu çıkarılamaz. [1; 2]

İlgili sayfalar: 63 · 198

Anyon

Net elektrik yükü negatif olan iyondur. Klorür, bikarbonat ve sülfat sudaki yaygın örneklerdir. İyon değişimi veya yük dengesi hesaplarında anyonların hem mol miktarı hem yük sayısı dikkate alınır. “Mineral” sözcüğü yalnız kalsiyum ve magnezyum katyonlarıyla sınırlandırılmamalıdır. [2]

İlgili sayfalar: 11 · 161 · 243

Arka plan alımı

İncelenen su veya müdahale dışında kalan kaynaklardan alınan miktardır. Besinler, başka içecekler ve uygun durumda takviyeler bu toplama girebilir. Aynı sudan gelen ek miktarın toplam alımdaki payı, arka plan alımına göre değişir. Bu nedenle su katkısı bütün kişiler için sabit yüzdeyle anlatılamaz. [1]

İlgili sayfalar: 17 · 222

Arka plan düzeltmesi

Bir ölçümde hedeflenen katkıyı ayırmak için başlangıçta veya karşılaştırma koşulunda bulunan miktarın dikkate alınmasıdır. Mineral filtresinde net salım, uygun eşleştirilmiş giriş ve çıkış sonuçlarının farkıyla hesaplanabilir. Başlangıç derişimi değişiyorsa yalnız çıkış değerlerini karşılaştırmak filtre katkısını yanlış gösterebilir. [55]

İlgili sayfalar: 176 · 254

Asit–baz dengesi

Vücut sıvılarının asitlik durumunun fizyolojik mekanizmalarla düzenlenmesidir. Beslenme, metabolizma, solunum ve böbrek işlevi bu değerlendirmede yer alır. İçilen suyun pH'ı, kanın pH'ının doğrudan kopyası değildir. Klinik asit–baz bozukluğu, ev tipi su ölçeriyle tanınamaz. [15; 34]

İlgili sayfalar: 63 · 104

Atomik ağırlık

Elementin atomlarının göreli kütlesini ifade eden büyüklüktür. Bu kitapta element miktarlarını mol ve eşdeğer miktarlara çevirmek için uygun standart değerler kullanılır. Tuzun toplam kütlesiyle içindeki element kütlesi aynı değildir; hesapta kimyasal formül ve varsa kristal suyu da dikkate alınır. [63]

İlgili sayfalar: 161 · 243

Baskın iyon

Bir suyun bileşimini veya belirli bir kimyasal özelliğini açıklarken önemli paya sahip iyondur. Hangi ölçüte göre baskın olduğu belirtilmelidir: kütle derişimi, mol miktarı veya yük eşdeğeri farklı sıralamalar verebilir. Tek bir baskın iyon, suyun bütün güvenlik özelliklerini temsil etmez. [2]

İlgili sayfalar: 6 · 11 · 243

Belirsizlik bütçesi

Bir sonucun belirsizliğine katkıda bulunan bileşenlerin, modellerin ve varsayımların düzenli kaydıdır. Su kaynaklı alım hesabında derişim ölçümü kadar tüketim hacmindeki belirsizlik de önemli olabilir. Bileşenlerin bağımsızlığı otomatik varsayılmamalı; ortak etkiler varsa hesap buna göre kurulmalıdır. [55; 56]

İlgili sayfalar: 190 · 211

Besinsel referans değer

Sağlıklı nüfus gruplarında alımın değerlendirilmesi veya planlanması için kullanılan referans büyüklüklerin genel adıdır. Ortalama gereksinim, önerilen alım, yeterli alım ve üst düzey aynı anlama gelmez. Bu değerler, tek bir kişinin laboratuvar sonucu veya içme suyuna zorunlu derişim hedefi değildir. [11; 12]

İlgili sayfalar: 17 · 38 · 45

Bikarbonat

HCO_3^- biçimindeki anyondur. Birçok doğal suyun alkalinitesinde ve karbonat dengelerinde önemli rol oynar. Bikarbonat derişimi, kalsiyum derişimi veya toplam sertlikle özdeş değildir. Yeniden mineralizasyon işlemlerinde kullanılan yöntem, bikarbonat ve diğer iyonların birlikte nasıl değiştiğini belirler. [14; 67]

İlgili sayfalar: 11 · 63 · 168

Birleşik standart belirsizlik

Bir ölçüm modelindeki giriş belirsizliklerinin uygun biçimde birleştirilmesiyle bulunan standart belirsizliktir. Basit bağımsız çarpım modelinde duyarlılık katsayılarıyla ağırlıklandırılan varyanslar toplanabilir. Bu hesap, belirtilen model için geçerlidir; hesaplanmayan örnekleme etkilerini kendiliğinden kapsamaz. [56]

İlgili sayfalar: 190 · 254

Biyobelirteç

Bir biyolojik durumu, süreci veya yanıtı ölçmek için kullanılan göstergedir. Serum mineral derişimi veya belirli metabolik ölçümler örnek olabilir. Biyobelirteçte değişim, her zaman hastalık olaylarında veya yaşam kalitesinde anlamlı değişimle eşdeğer değildir. Sonuç türü, araştırmanın iddiasıyla birlikte okunur. [1; 4]

İlgili sayfalar: 30 · 84 · 140

Biyofilm

Bir yüzeye tutunmuş mikroorganizmaların ve oluşturdukları matriksin birlikte bulunduğu yapıdır. Su depoları, borular veya cihazların ıslak yüzeyleri bakımından önem taşıyabilir. Düşük TDS veya yüksek mineral içeriği tek başına biyofilm yokluğunu göstermez; güvenlik ve bakım koşulları ayrı değerlendirilir. [2]

İlgili sayfalar: 176 · 211 · 265

Biyoyararlanım

Alınan bir besin öğesinin emilim ve vücutta kullanılabilirlik bakımından değerlendirilmesini anlatır. Kimyasal biçim, tüketim koşulları ve kişinin fizyolojik durumu etkilidir. İki kaynağın aynı miktarda mineral içermesi, her koşulda aynı kullanılabilir miktarı sağladığı anlamına gelmez; araştırmada hangi aşamanın ölçüldüğü belirtilmelidir. [1; 7; 8]

İlgili sayfalar: 24 · 38 · 45

Boş yatak temas süresi

Temas yatağının toplam hacminin debiye bölünmesiyle hesaplanan nominal süredir; EBCT olarak da adlandırılır. Malzemenin kapladığı katı hacim bu tanımın içindedir. Gözeneklerdeki gerçek sıvı hacmine dayanan süreyle aynı değildir. Bir temas süresi hesabı, tek başına mineral salım performansı garantisi oluşturmaz. [2; 67]

İlgili sayfalar: 168 · 243 · 254

Böbrek taşı

İdrar yollarında belirli maddelerin kristalleşmesiyle oluşabilen katı yapıdır. Taşların bileşimi aynı değildir; kalsiyum oksalat ve ürik asit taşları aynı değerlendirmeye indirgenemez. İçme suyundaki kalsiyum, toplam beslenme ve idrar özellikleri birlikte incelenmeden tek başına neden olarak gösterilemez. [29; 31]

İlgili sayfalar: 97 · 104

Çapraz geçişli çalışma

Katılımcıların farklı dönemlerde birden fazla uygulamayı aldığı araştırma tasarımıdır. Uygulama sırası, arınma dönemi ve önceki uygulamanın sonraki döneme etkisi önemlidir. Aynı kişinin kendi karşılaştırmasına katkıda bulunması yararlı olabilir; fakat bütün sağlık soruları veya uzun süreli sonuçlar için uygun değildir. [7; 8]

İlgili sayfalar: 24 · 30

Çift sayım

Aynı katkının toplam içinde iki kez yer almasıdır. Bir yemeğin ölçülmüş toplam minerali hesaba katıldıktan sonra o yemeği hazırlayan suyun mineralinin yeniden eklenmesi buna örnektir. Hesabın bileşenlerden mi, son ürün ölçümünden mi kurulduğu baştan belirlenirse bu hata önlenebilir.

İlgili sayfalar: 222 · 285

Çökelme

Çözeltideki maddelerin koşulların değişmesiyle katı faz oluşturmasıdır. Kalsiyum karbonat çökelmesi çözünmüş kalsiyumu etkileyebilir. Çözünmüş miktarın azalması, elementin sistemden bütünüyle kaybolduğu anlamına gelmez; çökelti kapta kalabilir, uzaklaştırılabilir veya başka bir kısımla birlikte bulunabilir. [2; 67]

İlgili sayfalar: 168 · 243 · 285

Çözünmüş miktar

Belirli analiz ve ayırma koşulları altında sıvı fazda değerlendirilen madde miktarıdır. Çökelti veya askıda katıların dahil edildiği toplam analizle aynı sonuç olmak zorunda değildir. Bir rapordaki “çözünmüş” ve “toplam” tanımları, karşılaştırma yapılmadan önce kontrol edilmelidir. [62]

İlgili sayfalar: 190 · 211 · 285

Damıtma

Suyun buharlaştırılması ve buharın yoğunlaştırılması yoluyla ayırma yapılmasıdır. Birçok uçucu olmayan tuzun azaltılmasını sağlayabilir. Kaynatma ile aynı işlem değildir; kaynatılan su kapta tüketilirken damıtmada yoğunlaşan ayrı akım toplanır. Uçucu maddeler ve sonradan kirlenme gibi koşullar ayrıca değerlendirilir. [2; 65]

İlgili sayfalar: 154 · 198

Debi

Belirli bir kesitten birim zamanda geçen akış miktarıdır. Su uygulamalarında L/dakika veya m^3/saat gibi birimlerle gösterilir. Mineral filtrelerinde temas süresini, membranlarda üretimi ve geri kazanım hesaplarını etkiler. Farklı zaman aralıklarında toplanan hacimler doğrudan aynı debi ölçümü sayılmaz. [69]

İlgili sayfalar: 154 · 233 · 243

Demineralizasyon

Suyun çözünmüş mineral bileşenlerinin önemli ölçüde azaltılmasıdır. Ters ozmoz, damıtma veya uygun iyon değişimi düzenleri bu amaçla kullanılabilir. İşlem adı, bütün maddelerin sıfırlandığını veya son suyun otomatik olarak içmeye uygun olduğunu göstermez. Gerçek sonuç analiz ve kullanım koşullarıyla tanımlanır. [1; 2]

İlgili sayfalar: 145 · 154

Derişim

Belirli miktar çözelti veya madde içinde bulunan bileşenin miktarıdır. İçme suyunda mineraller çoğunlukla mg/L ile raporlanır. Derişim ile günlük alım farklıdır: aynı derişimdeki sudan farklı hacimlerde içen kişiler farklı miktarlar alır. Buharlaşma, toplam miktar değişmeden derişimi değiştirebilir.

İlgili sayfalar: 11 · 17 · 285

Derişim kutuplaşması

Membran yüzeyi yakınındaki çözünmüş madde derişiminin ana akımdan farklılaşmasıdır. İşletme ve kütle aktarımı koşullarıyla ilişkilidir. Besleme tankındaki ölçüm, membran yüzeyindeki bütün yerel koşulları tek başına temsil etmez. Ürün performansı yorumlanırken üretici teknik modeli ve işletme verileri birlikte değerlendirilir. [69]

İlgili sayfalar: 154 · 233

Dezenfeksiyon

Patojen mikroorganizmaların oluşturduğu riski azaltmak amacıyla uygulanan etkisizleştirme işlemidir. Uygun yöntem, doz ve temas koşulları önemlidir. Dezenfeksiyon bütün kimyasal maddelerin veya minerallerin uzaklaştırılması demek değildir. Kimyasal açıdan güvensiz bir su, yalnız dezenfekte edildiği için güvenli kabul edilmez. [2; 72]

İlgili sayfalar: 154 · 265 · 285

Dış geçerlilik

Araştırma bulgusunun incelenen kişiler ve koşullar dışındaki durumlardaki uygulanabilirliğidir. Sağlıklı gençlerde kısa süreli emilim sonucunun böbrek hastalarında uzun dönem güvenliğe doğrudan taşınması bu sınırı aşabilir. Popülasyon, doz, süre ve sonuç türü bakımından benzerlik ayrıca değerlendirilir. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 104 · 274

Doğal mineralli su

Doğal kaynağı, bileşimi ve izin verilen işlemleri bakımından ilgili düzenlemelerde tanımlanan su kategorisidir. Günlük dilde “mineral içeren her su” ile aynı hukuki anlamda kullanılmaz. Etiketteki kategori, suyun bütün kişilerde tedavi edici olduğu anlamına gelmez; bileşim ve uygunluk ayrıca incelenir. [58; 59]

İlgili sayfalar: 184

Doğruluk

Bir ölçümün uygun referans değere yakınlığıyla ilgili kavramdır. Bir cihazın birbirine çok yakın sonuçlar vermesi, bu sonuçların referansa yakın olduğunu tek başına göstermez. Sistematik sapma ile rastlantısal değişkenlik farklı sorunlardır. Kalibrasyon, kalite kontrol ve uygun yöntem birlikte önem taşır. [56; 62]

İlgili sayfalar: 190 · 211

Doz

Belirli bir süre veya koşul için alınan miktardır. Su derişiminin mg/L olarak verilmesi, günlük dozu tek başına belirtmez; tüketilen hacim de gerekir. Dozun vücut kütlesine göre ifade edildiği hesaplarda birim ayrıca değişir. Derişim, alım ve emilen doz birbirinin yerine kullanılmamalıdır. [1; 2]

İlgili sayfalar: 17 · 134 · 222

Duyarlılık analizi

Bir sonucun varsayımlar veya belirsiz girişler değiştiğinde ne kadar değiştiğinin incelenmesidir. Eksik izlem verileri, tüketim hacmi veya filtre salımının zamanla değişmesi için uygulanabilir. Amaç istenen sonucu seçmek değil, sonucun hangi koşullara bağlı olduğunu görünür kılmaktır. [55; 56]

İlgili sayfalar: 190 · 222 · 274

Ekolojik çalışma

Maruziyet ve sağlık sonucunu çoğunlukla topluluk veya coğrafi bölge düzeyinde karşılaştıran tasarımdır. Bireylerin gerçek su tüketimi ve diğer özellikleri ayrıntılı bilinmeyebilir. Bölgesel ilişki, her bireyde aynı ilişkinin bulunduğunu veya neden-sonuç bağını tek başına kanıtlamaz. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 84 · 274

Elektriksel iletkenlik

Suyun elektrik akımını iletme özelliğinin ölçüsüdür. İyonların türü, miktarı ve sıcaklık sonucu etkiler. İletkenlikten TDS tahmini yapılırken kullanılan çarpan her su için aynı olmak zorunda değildir. Ölçüm, tek tek minerallerin derişimini veya mikrobiyolojik güvenliği doğrudan vermez. [54]

İlgili sayfalar: 11 · 190 · 233

Elektrolit

Çözeltide iyon oluşturarak elektrik iletimine katkı veren madde veya fizyolojik bağlamda ilgili iyonlar için kullanılan terimdir. Sodyum, potasyum ve klorür vücut sıvılarında önemlidir. “Elektrolit içerir” ifadesi, bir içeceğin miktar ve bileşim bakımından belirli bir tedaviye uygun olduğunu göstermez. [1]

İlgili sayfalar: 52 · 58 · 129

Emilim

Bir maddenin bağırsak içeriğinden vücut içine geçişidir. Emilim oranı ile alınan toplam miktar birlikte değerlendirilmelidir. Aynı yüzde emilim, farklı başlangıç miktarlarında farklı emilen dozlar oluşturur. Bir mineralin sudan emilebilmesi, bütün gereksinimin o sudan karşılandığı anlamına gelmez. [7; 8; 9]

İlgili sayfalar: 24 · 38 · 45

Eser element

Vücutta veya beslenmede çok küçük miktarlarda bulunan elementler için kullanılan genel terimdir. Küçük miktarda bulunmak otomatik olarak gerekli veya zararsız olmak demek değildir. Elementin fizyolojik işlevi, kimyasal biçimi, alım düzeyi ve fazla maruziyetin etkileri ayrı değerlendirilir. [1; 16; 17]

İlgili sayfalar: 69

Eşdeğer derişim

İyonun mol miktarı ile yük sayısını birlikte dikkate alan ifade biçimidir. Sertlik, alkalinite ve iyon dengesi hesaplarında kullanılır. mg/L değerleri farklı mol kütleli ve farklı yüklü iyonlar arasında doğrudan toplanarak yük dengesi kurulamaz; uygun dönüşümler gerekir. [63]

İlgili sayfalar: 11 · 161 · 243

Etki büyüklüğü

Karşılaştırılan koşullar arasındaki farkın büyüklüğünü anlatan ölçüdür. Ortalama farkı, risk oranı veya hız oranı gibi farklı biçimleri olabilir. p değeriyle aynı değildir. Yorum yapılırken ölçünün tanımı, karşılaştırmanın yönü, mutlak değerler ve belirsizlik aralığı birlikte verilmelidir. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 274

Farkların farkı

Bir gruptaki önce–sonra değişimden karşılaştırma grubundaki aynı dönem değişiminin çıkarılmasıdır. Salt önce–sonra farkının ortak zaman eğilimlerinden ayrılmasına yardım edebilir. Nedensel yorum, uygun karşılaştırma ve eğilim varsayımlarına bağlıdır; işlemi yapmak bu varsayımların doğru olduğunu kanıtlamaz.

İlgili sayfalar: 265

Florozis

Gelişme dönemi ve maruziyet koşullarına bağlı olarak fazla florürle ilişkili değişiklikleri ifade eder. Dental ve iskelet florozisi aynı durum değildir. Diş minesindeki değişikliğin değerlendirilmesi ile uzun süreli yüksek maruziyetin iskelet üzerindeki etkileri ayrı ele alınmalıdır. [2; 43]
İlgili sayfalar: 134

Florür

Flor elementinin negatif yüklü iyon biçimidir. Su, besinler ve ağız bakım ürünleri gibi farklı kaynaklarla maruziyet oluşabilir. Yararlı ve istenmeyen etkiler değerlendirilirken toplam alım, yaş ve maruziyet biçimi ayrılır. Sudaki derişim tek başına bütün günlük maruziyeti göstermez. [2; 41; 42; 43]
İlgili sayfalar: 134

Genişletilmiş belirsizlik

Birleşik standart belirsizliğin seçilen kapsam faktörüyle çarpılmasıyla elde edilen aralıktır. Raporlarda sıklıkla U ile gösterilir. Kullanılan kapsam faktörü ve dayandığı koşullar açıklanmalıdır. Her “±” işareti otomatik olarak aynı güven düzeyini veya aynı tür belirsizliği temsil etmez. [56]
İlgili sayfalar: 190 · 254

Geri kazanım

Membran işleminde ürün suyunun besleme suyuna oranı gibi tanımlanmış bir akım oranıdır. Laboratuvar analizinde ise eklenen veya başlangıçta bulunan maddenin ne kadarının ölçülebildiğini anlatan başka bir anlamı olabilir. Hangi geri kazanımın kastedildiği belirtilmeden yüzdeler karşılaştırılmaz. [50; 69]
İlgili sayfalar: 154 · 233 · 285

Giderim yüzdesi

Belirli bir parametrenin başlangıca göre ne kadar azaldığını ifade eden hesap sonucudur. Derişime dayanan hesap, akımların toplam kütleleriyle kurulan hesapla aynı olmayabilir. Parametre adı, numune noktaları ve yöntem belirtilmelidir; TDS giderimi bütün kirleticilerin aynı yüzdeyle giderildiğini göstermez. [2; 69]
İlgili sayfalar: 154 · 233

Göreli risk

Bir gruptaki olay olasılığının karşılaştırma grubundaki olay olasılığına oranıdır. Olay hız oranı, odds oranı ve tehlike oranıyla özdeş değildir. Referans grubunun ters çevrilmesi oranı tersine çevirir; yüzdelik artış ve azalış sayıları bu nedenle aynı çıkmak zorunda değildir. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 274

Gözlemsel araştırma

Araştırmacının maruziyeti deneysel olarak atamadan mevcut farklılıkları izlediği veya karşılaştırdığı araştırmadır. Gerçek yaşamı incelemesi değerli olabilir; ancak karıştırıcı etkenler ve maruziyet ölçüm hatası yorum sınırları oluşturur. Bir ilişkinin gözlenmesi, müdahaleyle aynı sonucun alınacağını tek başına göstermez. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 84 · 274

Günlük mineral bütçesi

Belirli bir günde veya temsilî dönemde farklı kaynaklardan alınan mineral miktarlarının düzenli toplamıdır. Su derişimi, hacim, besin katkısı ve gerekiyorsa takviyeler ayrı kaydedilir. Bu hesap emilimi, vücut depolarını veya klinik eksikliği doğrudan ölçmez; eksik girdiler görünür tutulmalıdır. [1]

İlgili sayfalar: 17 · 222 · 285

Güven aralığı

Belirli istatistiksel yöntem ve varsayımlar altında bir tahminin duyarlılığını gösteren aralıktır. Dar aralık, sistematik yanlılığın bulunmadığını kanıtlamaz. Aralığın klinik açıdan önemli artış ve azalışları içerip içermediği değerlendirilmelidir. Sadece eşik değerini geçip geçmediğine bakmak bilgi kaybettirir. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 274

HbA1c

Hemoglobinin glikozla ilişkili değişimini yansıtan ve diyabet değerlendirmesinde kullanılan ölçüdür. Bir müdahalede HbA1c'nin grup içi değişimiyle gruplar arası değişim farkı ayrı analizlerdir. İnsülin direnci göstergelerindeki değişim, HbA1c'de veya klinik sonuçlarda aynı yönde değişim olduğunu otomatik göstermez. [44; 45]

İlgili sayfalar: 140 · 274

Hiperkalsiüri

İdrarla kalsiyum atımının artmış olmasıdır; değerlendirme yöntemi ve klinik koşullar önemlidir. Tek başına içilen suyun sertliğinden tanınmaz. Taş hastalığında toplam beslenme, sodyum alımı, idrar hacmi ve diğer idrar özellikleriyle birlikte ele alınır; kalsiyum içeren bütün besinleri kesmekle eşdeğer bir öneri değildir. [29; 30; 31]

İlgili sayfalar: 97

Hipomagnezemi

Kandaki magnezyum derişiminin ilgili klinik referansa göre düşük olmasıdır. Serum ölçümü, vücuttaki bütün magnezyum depolarının doğrudan toplamı değildir. Belirtiler, ilaçlar, böbrek ve bağırsak işlevleri gibi koşullar birlikte değerlendirilir. Su etiketi veya tek başına kas krampı bu tanıyı koydurmaz. [4]

İlgili sayfalar: 45 · 104 · 129

Hiponatremi

Serum sodyum derişiminin düşük olmasıdır. Yalnız besinlerden az tuz alınmasıyla açıklanabilecek tek bir durum değildir; su dengesi ve klinik nedenler önemlidir. Özellikle fazla sıvı tüketiminin söz konusu olduğu koşullarda sırf suya mineral eklenmesi bütün riski ortadan kaldırmaz. [19]

İlgili sayfalar: 52 · 129

Homeostaz

Vücudun iç ortam özelliklerini belirli aralıklarda düzenleyen süreçlerin bütünüdür. Bağırsak emilimi, böbrekle atım, hormonlar ve doku depoları mineral dengesi bakımından birlikte çalışır. Bu düzenleme, her miktarın zararsız olduğu anlamına gelmez; hastalık ve aşırı alım koşullarında sınırlar değişebilir. [1; 15]

İlgili sayfalar: 24 · 38 · 45

İçme suyu güvenliği

Suyun amaçlanan tüketimde önemli sağlık riski oluşturmayacak biçimde sağlanması ve korunmasıdır. Kaynak, arıtma, depolama, dağıtım ve tüketim noktası birlikte değerlendirilir. Yalnız mineral içeriği, tat, berraklık veya tek bir analiz bütün güvenlik koşullarını temsil etmez. [2]

İlgili sayfalar: 1 · 176 · 265

İnsülin direnci

Dokuların insüline yanıtının azalmasıyla ilgili metabolik durumdur. Çeşitli ölçüm veya tahmin yöntemleri kullanılır; bunların klinik anlamı aynı değildir. Bir su müdahalesinin bir insülin direnci göstergesini değiştirmesi, diyabetin iyileştiğini veya tedavinin bırakılabileceğini göstermez. [44; 45]

İlgili sayfalar: 140 · 274

İyon değişimi

Sudaki iyonlarla katı malzemedeki iyonların yer değiştirmesine dayanan işlemdir. Sodyum çevrimli yumuşatmada kalsiyum ve magnezyum yerine sodyum geçer. Bu nedenle sertliğin azalması, toplam iyon miktarının aynı ölçüde azalması demek değildir. Kullanılan reçine ve çevrim hangi değişimin olacağını belirler. [2]

İlgili sayfalar: 161

İyon dengesi

Sudaki pozitif ve negatif yüklerin eşdeğer miktarlar üzerinden karşılaştırılmasıdır. Büyük uyumsuzluklar eksik analiz, yanlış birim veya başka bir veri sorusunu araştırmaya yöneltebilir. Uyumlu sonuç ise bütün tehlikelerin bulunmadığını kanıtlamaz; hesaplanan ana iyonların iç tutarlılığını değerlendirir. [63]

İlgili sayfalar: 190 · 243

İzlem kaybı

Araştırmaya alınan kişilerin bir bölümünden sonraki sonuç verilerinin elde edilememesidir. Kayıp nedenleri gruplar arasında farklıysa karşılaştırma etkilenebilir. Başlangıçtaki kişi sayısı ile son analiz sayısı birlikte verilmelidir. Eksik kişilerde olay olmadığını varsaymak, bilinmeyeni sıfıra dönüştürür. [45]

İlgili sayfalar: 140 · 274

Kalibrasyon

Ölçüm sistemiyle uygun referanslar arasındaki ilişkinin belirli koşullarda kurulmasıdır. Cihaz ekranının çok basamak göstermesi kalibrasyonun doğru olduğunu göstermez. Sıcaklık, uygun referans çözeltisi, bakım ve yöntem koşulları kontrol edilmelidir. Kalibrasyon, temsil etmeyen bir numunenin örnekleme hatasını gidermez. [54; 68]

İlgili sayfalar: 190 · 211

Kalsit

Kalsiyum karbonatın bir kristal biçimidir. Uygun koşullarda çözünerek suya kalsiyum ve alkalinite katkısı sağlayabilir. Kullanılan malzemenin saflığı, tane özellikleri, temas süresi ve su kimyası gerçek performansı etkiler. Kalsit kullanılması, suya mutlaka yeterli magnezyum da eklendiği anlamına gelmez. [67]

İlgili sayfalar: 168 · 243

Kalsiyum

Kemik ve diş yapısının yanında hücresel iletim, kas işlevi ve başka fizyolojik süreçlerde görev alan elementtir. Su, bileşimine ve tüketilen hacme göre alıma katkı sağlayabilir. Kandaki kalsiyum, toplam beslenme alımı ve kemik mineral durumu aynı ölçüm değildir. [3]

İlgili sayfalar: 38 · 78

Kalsiyum karbonat eşdeğeri

Sertlik veya alkaliniteyi ortak bir temel üzerinde ifade etmek için kullanılan raporlama biçimidir. “mg/L $CaCO_3$” değeri, suda aynı miktarda gerçek kalsiyum karbonat bulunduğu veya aynı miktarda elementel kalsiyum alındığı anlamına gelmez. Beslenme hesabında element derişimine uygun dönüşüm gerekir. [2; 63]

İlgili sayfalar: 11 · 161 · 243

Kapsam faktörü

Standart belirsizlikten genişletilmiş belirsizliğe geçmek için kullanılan çarpandır; genellikle k ile gösterilir. k=2 yaygın bir seçimdir, fakat yaklaşık kapsama yorumu dağılım ve diğer koşullara bağlıdır. Raporlanan aralığın nasıl oluşturulduğu belirtilmeden farklı “±” değerleri doğrudan eşdeğer sayılamaz. [56]

İlgili sayfalar: 190 · 254

Karar kuralı

Ölçüm sonucu ve belirsizliğin belirli bir uygunluk kararı için nasıl kullanılacağını tanımlayan kuraldır. Sınırın biraz altında veya üstünde görülen değer tek başına bütün karar yöntemini belirlemez. Kuralın ilgili şartnameyle uyumu ve yanlış kabul ya da ret riskinin nasıl ele alındığı önemlidir. [60; 61]

İlgili sayfalar: 190 · 254

Karıştırıcı etken

Maruziyetle ve sonuçla ilişkili olup incelenen ilişkinin yorumunu etkileyebilen değişkendir. Su kaynağıyla birlikte beslenme, gelir veya başka koşulların değişmesi örnek olabilir. İstatistiksel düzeltme ancak uygun biçimde ölçülen ve modele doğru yerleştirilen etkenler bakımından yardımcı olur; bütün yanlılığı otomatik ortadan kaldırmaz. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 84 · 274

Katyon

Net elektrik yükü pozitif olan iyondur. Kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum su ve fizyoloji açısından önemli örneklerdir. Tek değerlikli ve iki değerlikli iyonlar aynı kütlede aynı yük miktarını taşımaz. İyon değişimindeki hesaplar bu yük farkını dikkate alır. [2; 63]

İlgili sayfalar: 11 · 161 · 243

Klorür

Cl^- biçimindeki anyondur; sodyum klorür gibi tuzların bir bileşeni olabilir. Klorür ile dezenfeksiyonda kullanılan klor aynı kimyasal anlamı taşımaz. Bir suyun klorür derişimi, sodyumunun mutlaka aynı kütlede olduğu anlamına da gelmez; bileşim ayrı ölçülür. [1; 2]

İlgili sayfalar: 52 · 161 · 243

Kohort

Tanımlanmış bir kişi grubunun belirli süre boyunca sonuçlar bakımından izlendiği araştırma düzenidir. Başlangıç maruziyeti ile sonraki olaylar karşılaştırılabilir. İzlem süresi, maruziyetin zaman içindeki değişimi ve izlem kaybı önemlidir. Büyük bir kohort, sistematik ölçüm hatasına karşı kendiliğinden koruma sağlamaz. [1; 25; 26]

İlgili sayfalar: 30 · 84 · 274

Konsantre

Membran ayırma işleminde uzaklaştırılan bileşenlerin yoğunlaşabildiği akımdır. Ürün suyuyla birlikte hacim ve kütle dengesi içinde değerlendirilir. Konsantrenin derişimi, besleme derişimi ve geri kazanıma bağlıdır. Akımın varlığı tek başına arıza değildir; tasarım ve kullanım amacıyla birlikte yorumlanır. [69]

İlgili sayfalar: 154 · 233

Korelasyon

İki değişkenin birlikte değişme örüntüsünü gösteren istatistiksel ilişkidir. Biri değiştiğinde diğerinin de değişmesi, birincinin ikinciye neden olduğunu tek başına kanıtlamaz. Ortak etkenler, ters yönlü ilişki veya ölçüm yapısı gözlenen örüntüye katkıda bulunabilir. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 84 · 274

Korozyon

Bir malzemenin çevresiyle etkileşerek bozulmasıdır. Su tesisatında pH, alkalinite, iyon bileşimi, malzeme ve işletme koşulları önemlidir. “Yumuşak” veya “düşük TDS” tanımı tek başına bütün korozyon davranışını belirlemez. Kalsiyum karbonat doygunluk göstergesi de bütün metal korozyonunun genel ölçüsü değildir. [2; 49]

İlgili sayfalar: 168 · 265

Kristal suyu

Bazı tuzların kristal yapısında belirli oranda bulunan sudur. Susuz tuz ile hidratlı biçimin aynı gramı aynı element miktarını sağlamaz. Magnezyum klorür veya magnezyum sülfat hesabında kimyasal formülün tam yazılması, yanlış doz hesabını önlemek için gereklidir. [63]

İlgili sayfalar: 243

Kronik böbrek hastalığı

Böbrek yapısı veya işlevindeki süreğen bozuklukları kapsayan klinik durumdur. Mineral, sıvı ve beslenme önerileri hastalığın evresi, ölçümler ve tedaviye göre değişebilir. Sağlıklı yetişkinler için verilen genel su değerlendirmesi, bu kişilere otomatik uygulanamaz; bireysel klinik plan gerekir. [32; 33; 34]

İlgili sayfalar: 104

Kütle dengesi

Bir sistemin giriş, çıkış ve birikimindeki madde miktarlarının birlikte hesaplanmasıdır. Membranda ürün ve konsantre; mutfakta katı gıda, sıvı ve artıklar aynı çerçevede izlenebilir. Derişim tek başına yeterli değildir; ilgili hacim veya kütle de bilinmelidir.

İlgili sayfalar: 154 · 233 · 285

Magnezyum

Enzim işlevleri, enerji metabolizması ve nöromüsküler süreçler dahil birçok fizyolojik görevde yer alan elementtir. Sudaki katkısı kaynaklar arasında büyük farklılık gösterebilir. Su tüketiminden hesaplanan miktar, serum düzeyi veya toplam vücut deposuyla aynı büyüklük değildir. [4]

İlgili sayfalar: 45 · 84 · 129

Maruziyet

Bir kişinin belirli madde veya koşulla karşılaşmasını anlatır. Derişim, hacim, süre ve maruziyet yolu değerlendirmeye girer. Bir yerleşimin ortalama su bileşimi, her kişinin gerçek maruziyetini tam olarak göstermez; ev dışı tüketim ve evde arıtma gibi etkenler farklılık yaratabilir. [1; 2]

İlgili sayfalar: 30 · 222 · 265

Medyan

Sıralanmış gözlemlerin ortasında yer alan konum ölçüsüdür. Aykırı değerlerden ortalamaya göre farklı etkilenir. Başlangıç ve son medyanların farkı, aynı kişilerin değişimlerinin medyanına eşit olmak zorunda değildir. Araştırma tablolarındaki özet türü belirtilmeden yeniden hesaplama yapılmamalıdır.

İlgili sayfalar: 274

Membran

Belirli bileşenlerin geçişini diğerlerine göre farklılaştıran ayırıcı yapıdır. Ters ozmoz, nanofiltrasyon ve ultrafiltrasyon aynı ayırma özelliklerine sahip değildir. Membran türü yanında bütünlük, basınç, sıcaklık ve akış koşulları da önemlidir; yalnız adından belirli bir cihazın kesin performansı çıkarılamaz. [2; 69]

İlgili sayfalar: 154 · 233

Mikrofiltrasyon

Temelde parçacık ve belirli büyüklükteki bileşenlerin ayrılmasında kullanılan membran işlemidir. Çözünmüş küçük iyonların giderimi ters ozmozla aynı değildir. “Filtrelenmiş su” ifadesinin hangi işlemi anlattığı bilinmeden mineral içeriğinin azaldığı veya değişmediği söylenemez. [2]

İlgili sayfalar: 154

Mineral salımı

Bir temas malzemesinden suya geçen mineral miktarıdır. Çıkış derişimi, net salımla aynı değildir; girişte zaten bulunan miktar dikkate alınmalıdır. Salım debi, su bileşimi, bekleme süresi ve kullanım hacmiyle değişebilir. Tek bir ilk numune bütün kullanım ömrünü temsil etmez. [67]

İlgili sayfalar: 168 · 176 · 254

Mol

Madde miktarının SI birimidir. Aynı mol sayısındaki farklı maddelerin kütleleri farklıdır. Mineral ve tuz hesaplarında mg ile mmol arasında geçerken mol kütlesi kullanılır. İyonun yükü de hesaba katıldığında eşdeğer miktar elde edilir; bu büyüklükler birbirinin yerine yazılmaz. [63]

İlgili sayfalar: 11 · 161 · 243

Mutlak risk farkı

İki gruptaki olay olasılıklarının çıkarılmasıyla elde edilir. Yüzdeler kullanılıyorsa sonuç yüzde puan olarak ifade edilir. Göreli azalmadan farklı bilgi verir ve başlangıç riskine bağlıdır. Bir araştırmada bulunan mutlak fark başka nüfusa veya başka izlem süresine doğrudan taşınamaz. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 274

Nanofiltrasyon

Ayırma özellikleri ters ozmoz ile daha açık membran işlemleri arasında bulunan membran süreçleri için kullanılan terimdir. Bazı iki değerlikli iyonların giderimi tek değerlikli iyonlardan farklı olabilir. Bütün nanofiltrasyon membranları aynı su bileşimini üretmez; belirli membran ve koşul için doğrulama gerekir. [2; 69]

İlgili sayfalar: 154

Nedensellik

Bir etkenin uygun koşullarda sonuç üzerinde gerçekten değişiklik oluşturmasına ilişkin ilişkidir. Birlikte görülme veya istatistiksel ilişki tek başına yeterli değildir. Tasarım, zaman sırası, yanlılıklar, alternatif açıklamalar ve farklı kanıtların tutarlılığı birlikte değerlendirilir; biyolojik açıklamanın mümkün olması da tek başına ispat değildir. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 84 · 274

Net katkı

Bir işlemden sonraki miktar ile uygun başlangıç veya karşılaştırma miktarı arasındaki farktır. Mineral filtresi için çıkıştan giriş derişiminin çıkarılması basit bir net derişim katkısı verebilir. Günlük net alımda ise tüketilen hacim de gerekir; bu fark sağlık yararının büyüklüğü değildir.
İlgili sayfalar: 176 · 222 · 254

Nitrat

NO_3^- biçimindeki anyondur. Su güvenliği değerlendirmesinde birimi özellikle önemlidir: nitrat olarak raporlanan miktarla nitrat-azotu olarak raporlanan miktar aynı sayı değildir. Kaynatma nitratı gidermeyebilir ve buharlaşma derişimini artırabilir. Uygun kontrol, kaynağa ve analiz sonucuna dayanmalıdır. [2; 71]
İlgili sayfalar: 184 · 243 · 285

Normalizasyon

Ölçülen performansı seçilen referans işletme koşullarına göre karşılaştırılabilir biçimde değerlendirme işlemidir. Membranlarda sıcaklık, basınç, besleme bileşimi ve geri kazanım değişimleri ham sonuçları etkileyebilir. Ham debide azalma veya tuz geçişinde artış, uygun normalizasyon yapılmadan tek bir nedene bağlanmamalıdır. [69]
İlgili sayfalar: 233

Numune

İncelenmek istenen materyal veya sistemden belirli kuralla alınan örnektir. Numunenin temsil ettiği yer, zaman ve kullanım koşulu tanımlanmalıdır. Laboratuvar cihazının iyi çalışması, yanlış noktadan alınan veya yanlış taşınan bir numunenin hedef durumu doğru temsil edeceğini garanti etmez. [55; 62]
İlgili sayfalar: 190 · 211

Numune alma belirsizliği

Örneğin alınma biçimi ve materyalin değişkenliğinden kaynaklanan belirsizlik katkısıdır. Muslukta bekleme, farklı saatler, kaynak karışımı veya heterojen gıda örneği önemli olabilir. Aynı laboratuvar ölçümünü birçok kez tekrarlamak, farklı zamanda ve yerde örnekleme ihtiyacının yerini tutmayabilir. [55]
İlgili sayfalar: 211 · 285

Odds oranı

Bir gruptaki olay odds'unun başka gruptaki odds'a oranıdır. Odds, olay olasılığının olay olmama olasılığına oranıdır. Özellikle sık olaylarda odds oranını doğrudan risk oranı gibi yorumlamak farkın büyüklüğünü yanlış aktarabilir. Çalışmanın kullandığı ölçünün adı korunmalıdır. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 274

Ortalama

Gözlemlerin toplamının gözlem sayısına bölünmesiyle elde edilen aritmetik ölçüdür. Suların tüketim hacimleri farklıysa derişimlerin basit ortalaması gerçek günlük katkıyı temsil etmeyebilir. Bu durumda hacimle ağırlıklandırılmış ortalama veya doğrudan her kaynağın miktar toplamı kullanılır.

İlgili sayfalar: 190 · 222

Osmotik basınç

Yarı geçirgen zarla ayrılmış çözeltiler arasında çözücü hareketiyle ilişkili basınç büyüklüğüdür. Ters ozmoz, uygun basınç farkıyla doğal ozmotik akışın ters yönünde ayırma sağlar. Sistemin gerçek üretimi yalnız nominal pompa basıncından değil, bileşim ve diğer işletme koşullarından da etkilenir. [2; 69]

İlgili sayfalar: 154 · 233

Osteoartrit

Eklem dokularını etkileyen ve günlük dilde sıklıkla “kireçlenme” denen hastalıktır. Suyun çaydanlıkta bıraktığı kireçle aynı süreç değildir. İçme suyundaki kalsiyumun ekleme mekanik olarak çöktüğü açıklaması, osteoartritin doğru tanımı değildir. [21]

İlgili sayfalar: 78

Osteoporoz

Kemik dayanıklılığının azalması ve kırık riskinin artmasıyla ilişkili hastalıktır. Yalnız suyun kalsiyum miktarıyla tanımlanamaz; yaş, hormonal durum, beslenme, hareket ve başka klinik etkenler önemlidir. Kemik mineral yoğunluğu, kırık sonucu ve günlük kalsiyum alımı farklı değerlendirme düzeyleridir. [22]

İlgili sayfalar: 78 · 124

Önerilen günlük alım

Belirli sağlıklı yaş ve cinsiyet grupları için gereksinimin büyük bölümünü karşılamayı amaçlayan referans alımdır. RDA terimi kullanılan sistemlerde tanımı belirli varsayımlara dayanır. Her kişinin her gün tam aynı miktarı alması gerektiği veya bütün miktarın sudan sağlanacağı anlamına gelmez. [3; 4]

İlgili sayfalar: 17 · 38 · 45

Ön arıtma

Ana ayırma veya arıtma işleminden önce uygulanan hazırlık süreçleridir. Membranın korunması, parçacık yükünün azaltılması veya belirli kimyasal koşulların düzenlenmesi amaçlanabilir. Ön arıtma aşamasının varlığı, son ürünün bütün güvenlik koşullarını tek başına sağlamaz; sistem bütünü değerlendirilir. [2; 69]

İlgili sayfalar: 154 · 233

Örneklem

Bir araştırmada hedef nüfustan incelenen kişi veya birimler topluluğudur. Çok sayıda analiz sonucu, aynı sayıda bağımsız kişi veya cihaz anlamına gelmez. Tek cihazdan birçok numune alınması kullanım içi değişimi gösterebilir; bütün üretim partisindeki değişkenliği aynı ölçüde temsil etmez. [55]

İlgili sayfalar: 211 · 254 · 274

pH

Çözeltinin asitlik durumunu hidrojen iyonu etkinliği üzerinden ifade eden logaritmik büyüklüktür. İki pH değeri arasındaki fark, doğrusal derişim farkı gibi okunmaz. Ölçüm sıcaklığı ve yöntem koşulları önemlidir. pH ne toplam mineral miktarının ne de tek başına sağlık değerinin ölçüsüdür. [68; 2]

İlgili sayfalar: 11 · 63 · 190

Plasebo

Belirli bir araştırmada müdahaleye ait olmayan beklenti veya uygulama etkilerinin ayrılmasına yardımcı olan karşılaştırma düzenidir. Su çalışmalarında görünüm ve tat farklılığı körlemeyi güçleştirebilir. Karşılaştırma suyunun mineral bileşimi de gerçek bir özellik taşıdığından, “plasebo” adı bileşimin önemsiz olduğu anlamına gelmez. [45]

İlgili sayfalar: 30 · 140 · 274

Porsiyon

Tüketilen yiyecek veya içeceğin tanımlanmış miktarıdır. Tencere toplamından kişi başına mineral hesaplanırken porsiyon sayısı kadar dağılımın eşitliği de önemlidir. Katı ve sıvının farklı dağıldığı yemeklerde aynı toplam kütle, aynı mineral miktarını garanti etmez.

İlgili sayfalar: 222 · 285

Potasyum

Hücre içi sıvılarda önemli rol oynayan ve sinir-kas işlevleri dahil birçok süreçte görev alan elementtir. Suda doğal olarak veya belirli arıtma işlemleri sonucunda bulunabilir. Potasyum çevrimli yumuşatma, özellikle kısıtlama gereken kişilerde sodyumsuz olmanın tek başına yeterli güvenlik bilgisi olmadığını gösterir. [6; 2]

İlgili sayfalar: 58 · 104 · 161

Reçine

İyon değişiminde belirli iyonları bağlayıp başka iyonları bırakabilen katı malzemedir. Reçinenin türü, çevrimi, kapasitesi ve yenilenmesi hangi işlemin gerçekleşeceğini belirler. Su yumuşatma reçinesi ile belirli bir kirleticiye yönelik seçici reçine aynı amaçla değerlendirilmez. [2]

İlgili sayfalar: 161

Referans grup

Bir karşılaştırmada diğer grubun sonucunun oranlandığı veya farkının alındığı gruptur. Hangi grubun paydada bulunduğu yorumun yönünü belirler. “Yüzde 22 daha yüksek” ifadesini yön değiştirerek otomatik “yüzde 22 daha düşük” diye yazmak doğru değildir; oran yeniden hesaplanmalıdır.

İlgili sayfalar: 30 · 274

Remineralizasyon

Minerali azaltılmış veya bileşimi düzenlenmek istenen suya uygun bileşenler kazandırılmasıdır; yeniden mineralizasyon olarak da adlandırılır. Amaç beslenme katkısı, tat veya dağıtım uyumu olabilir. Yalnız pH artışı, hedeflenen bütün minerallerin eklendiğini veya belirli klinik yarar sağlandığını göstermez. [2; 49; 67]

İlgili sayfalar: 168 · 243

Risk oranı ve hız oranı

Risk oranı, belirli süredeki olay olasılıklarını; hız oranı, kişi-zaman gibi izlem büyüklüklerine dayanan olay hızlarını karşılaştırır. Araştırma hangi ölçüyü kullanmışsa sonuç o adla aktarılmalıdır. İki ölçüyü yalnız “risk” sözcüğü altında birleştirmek özellikle izlem yapısı farklıysa yanıltabilir. [25]

İlgili sayfalar: 84 · 274

Saflık

Bir malzemenin hedef bileşeni ne oranda içerdiğini anlatır. Yüzde 95 kalsit saflığı, kuramsal element hesabında kullanılan miktarı etkiler; fakat kalan yüzde 5'in içeriği ayrıca bilinmeden içme suyuyla temasa uygunluk sonucu çıkarılamaz. Saflık oranı, malzeme güvenliği sertifikasıyla aynı şey değildir. [53; 67]

İlgili sayfalar: 168 · 243 · 254

Saptama sınırı

Bir yöntemin çok düşük miktardaki bir bileşeni varlık bakımından ayırt edebilmesiyle ilgili sınırdır. Niceleme sınırıyla aynı olmayabilir. “Saptanmadı” veya “<” ile raporlanan sonuç, maddenin kesin sıfır olduğu anlamına gelmez. Günlük alım hesabında raporun gösterdiği üst sınır dikkate alınabilir. [2]

İlgili sayfalar: 184 · 190

Sertifikasyon

Bir ürünün veya sürecin belirli şartlara uygunluğunun tanımlanmış değerlendirme kapsamında doğrulanmasıdır. Standart numarası kadar ürün modeli ve doğrulanmış iddia da önemlidir. Bir kirleticiyi azaltma veya malzeme güvenliği kapsamı, başka bir sağlık iddiasının otomatik onayı değildir. [51; 52; 53]

İlgili sayfalar: 176 · 254

Sertlik

Sudaki çok değerlikli iyonların, çoğunlukla kalsiyum ve magnezyumun oluşturduğu özelliktir. Genellikle kalsiyum karbonat eşdeğeriyle ifade edilir. Aynı sertlik farklı kalsiyum–magnezyum dağılımlarından oluşabilir. Sertlik, toplam çözünmüş maddeye veya doğrudan elementel kalsiyum miktarına eşit değildir. [2; 13]

İlgili sayfalar: 11 · 161

Serum ölçümü

Kanın pıhtılaşma sonrası ayrılan sıvı kısmında yapılan analizdir. Ölçülen mineral derişimi fizyolojik düzenlemenin o örnekleme anındaki sonucunu yansıtır. Toplam vücut deposu, uzun dönem beslenme veya tek bir suyun katkısı doğrudan bu sonuçla özdeşleştirilmez. [3; 4]

İlgili sayfalar: 38 · 45 · 104

Sodyum

Vücut sıvı dengesi ve sinir-kas işlevlerinde rolü olan elementtir. İçme suyu katkısı derişime ve tüketilen hacme göre değişir; gıdalardaki toplam alımdan ayrı hesaplanmalıdır. Sodyum çevrimli yumuşatma sertliği azaltırken suya sodyum ekleyebilir. Tuz ve sodyum kütleleri aynı değildir. [5; 2]

İlgili sayfalar: 52 · 91 · 161

Stabilizasyon

Suyun dağıtım ve temas malzemeleriyle uyumunu iyileştirmek amacıyla kimyasal özelliklerinin düzenlenmesidir. Yeniden mineralizasyon, pH veya alkalinite ayarı bunun bir parçası olabilir. Stabilizasyonun teknik amacı, insanlarda belirli bir hastalığı önlediği iddiasından ayrıdır; her biri kendi ölçütüyle değerlendirilir. [2; 49]

İlgili sayfalar: 168 · 265

Standart belirsizlik

Belirsizliğin standart sapma biçiminde ifade edilen bileşenidir. Farklı kaynaklardan gelen bileşenler uygun ölçüm modeli içinde birleştirilir. Raporlanan genişletilmiş belirsizliğin standart bileşene çevrilmesinde kapsam faktörü bilinmelidir. Sayının kendisi, bütün hata kaynaklarının değerlendirilmiş olduğunu kanıtlamaz. [56]

İlgili sayfalar: 190 · 254

Standart sapma

Gözlemlerin ortalama çevresindeki dağılımını anlatan istatistiksel ölçüdür. Bireyler veya cihazlar arasındaki değişkenliği göstermede kullanılabilir. Ortalama tahmininin standart hatasıyla aynı değildir. Bir şeklin hata çubukları açıklanmamışsa dağılım veya duyarlılık hakkında kesin yorum yapılmamalıdır.

İlgili sayfalar: 254 · 274

Stokiyometri

Kimyasal tepkime veya formüldeki maddelerin miktar ilişkilerini inceleyen hesap çerçevesidir. Kalsitin çözünmesinden doğan kalsiyum ve bikarbonat katkısı bu yolla hesaplanabilir. Kuramsal miktar ilişkisi, gerçek yatakta bütün malzemenin aynı hızla çözüneceğini veya bütün verimin elde edileceğini göstermez. [63; 67]

İlgili sayfalar: 168 · 243

Sülfat

SO_4^{2-} biçimindeki anyondur. Mineral tuzlarının karşı iyonu olarak suya eklenebilir veya doğal olarak bulunabilir. Aynı magnezyum miktarını magnezyum sülfatla ve magnezyum klorürle sağlamak, aynı son su bileşimini oluşturmaz. Element katkısı ile karşı iyon katkısı ayrı hesaplanmalıdır. [2; 63]

İlgili sayfalar: 63 · 243

Tahmini ortalama gereksinim

Sağlıklı bir grubun gereksinim dağılımı için belirli tanımla oluşturulan referans büyüklüktür; EAR terimiyle karşılaşılabilir. Önerilen günlük alımla aynı değildir. Bir kişinin hesaplanan alımının bu değerin altında olması, tek başına laboratuvarla doğrulanmış klinik eksiklik tanısı oluşturmaz. [3; 4]

İlgili sayfalar: 17

Temsili örnek

Bir kavramı veya hesabı açıklamak amacıyla açık varsayımlarla kurulmuş, gerçek gözlem olduğu ileri sürülmeyen örnektir. Belirli bir ürünün, kişinin veya yerleşimin sonucu gibi sunulmaz. Sayıların aritmetik olarak tutarlı olması, bu sayıların gerçek yaşamda o sıklıkta görüldüğünü göstermez.

İlgili sayfalar: 17 · 222 · 233

Ters ozmoz

Uygun basınç farkıyla suyun yarı geçirgen membrandan geçirilerek birçok çözünmüş bileşenin azaltıldığı işlemdir. Ürün suyu ve konsantre akımı oluşur. Mineral azaltımı, su geri kazanımı ve belirli kirletici performansı ayrı büyüklüklerdir; cihazın son musluk bileşimi sonraki aşamalarla değişebilir. [2; 69]

İlgili sayfalar: 154 · 233

Toplam çözünmüş madde

TDS kısaltmasıyla gösterilen, yöntem koşullarında çözünmüş maddelerin toplamını anlatan büyüklüktür. Hangi iyonların ne kadar bulunduğunu tek başına göstermez. El tipi cihazların iletkenlikten verdiği tahmin, laboratuvarın kütleye dayalı sonucuyla yöntem bakımından ayrılmalıdır. [2; 54]

İlgili sayfalar: 11 · 190 · 233

Toplam maruziyet

İlgili maddenin bütün önemli kaynak ve yollarından gelen maruziyetin birlikte değerlendirilmesidir. Florürde su, besinler ve yutulan ağız bakım ürünleri gibi kaynaklar önem taşıyabilir. Tek su örneğinin derişimi üzerinden bütün günlük alımın veya klinik riskin belirlendiği sanılmamalıdır. [42]

İlgili sayfalar: 134 · 222

Tuz geçişi

Membran ürün suyunda bulunan tuzların beslemeye göre geçişini anlatan performans ifadesidir. Giderim yüzde 98'den yüzde 96'ya değiştiğinde geçiş yüzde 2'den yüzde 4'e, yani iki katına çıkar. Değişimin nedeni için işletme koşulları ve uygun normalizasyon ayrıca incelenir. [69]

İlgili sayfalar: 233

Ultrafiltrasyon

Daha büyük molekül ve parçacıkların ayrılmasında kullanılan membran süreçlerinden biridir. Çözünmüş küçük iyonların azaltımı ters ozmozla aynı düzeyde varsayılamaz. Bir cihazın “membranlı” olması, kalsiyum ve magnezyumu mutlaka büyük ölçüde giderdiği anlamına gelmez; membran türü belirlenmelidir. [2]

İlgili sayfalar: 154

Uygunluk beyanı

Bir ürün, numune veya sonucun belirli şartlara uygun olduğuna ilişkin tanımlanmış açıklamadır. Beyanın hangi parametre, yöntem, ürün ve karar kuralını kapsadığı bilinmelidir. Tek bir su numunesinin belirli analizlerde uygun bulunması, bütün kullanım ömrüne veya bütün sağlık iddialarına sınırsız genellenmez. [60; 61]

İlgili sayfalar: 176 · 190 · 254

Ürün suyu

Arıtma sisteminde amaçlanan kullanım için elde edilen akımdır. Membran permeatıyla son musluk suyu, araya mineral filtresi, karışım veya depo girdiğinde aynı bileşimde olmayabilir. Numune noktasının açık tanımı, hangi aşamanın değerlendirildiğini anlamak için gereklidir. [2; 69]

İlgili sayfalar: 154 · 176 · 233

Üst alım düzeyi

Belirli bir çerçevede çoğu kişi için istenmeyen etki riski düşük kabul edilen üst alım referansıdır; UL kısaltmasıyla karşılaşılabilir. Hedef alım değildir. Bazı minerallerde hangi kaynakların bu sınıra dahil edildiği farklıdır; doğal gıda, su ve takviye kapsamı kaynaktan kontrol edilir. [4; 17]

İlgili sayfalar: 17 · 45 · 69

Vaka–kontrol çalışması

Belirli sonucu olan kişilerle uygun karşılaştırma kişilerini geçmiş maruziyetleri bakımından karşılaştıran tasarımdır. Kontrollerin seçimi ve geçmiş maruziyetin doğruluğu önemlidir. Bu tasarım değerli ilişkiler gösterebilir; fakat tasarım adı tek başına nedensellik kanıtı oluşturmaz. [1]

İlgili sayfalar: 30 · 84

Varyans

Standart sapmanın karesidir ve değişkenliğin hesaplanmasında kullanılır. Bağımsız belirsizlik bileşenleri uygun duyarlılık katsayılarıyla varyans düzeyinde birleştirilebilir. Büyüklüğün birimi başlangıç biriminin karesidir; mg ile mg^2 aynı eksende birbirinin yerine yazılmamalıdır. [56]

İlgili sayfalar: 190 · 274

Veri sayısı ve bağımsız birim

Çok sayıda analiz değeri, aynı sayıda bağımsız deney birimi anlamına gelmez. Üç cihazdan farklı zamanlarda alınan kırk numune, kırk farklı cihazı temsil etmez. Sonuçların genellenmesinde asıl deney birimi, tekrarların yapısı ve ürünler arası değişkenlik belirlenmelidir.

İlgili sayfalar: 211 · 254

Yeterli alım

Gereksinimi daha kesin belirleyecek veri sınırlı olduğunda uygun gözlemler veya deneysel değerlendirmeler temelinde kullanılan referans alımdır; AI kısaltmasıyla gösterilebilir. Önerilen günlük alımla aynı türetme yöntemine dayanmaz. Altında kalan her kişide eksiklik bulunduğu sonucu doğrudan çıkarılamaz. [12]

İlgili sayfalar: 17 · 45

Yumuşatma

Sudaki sertliğin azaltılmasıdır. Sodyum çevrimli iyon değişimi, çöktürme veya uygun membran işlemleri aynı son bileşimi üretmeyebilir. Sertliğin düşmesi, bütün çözünmüş maddelerin giderildiği anlamına gelmez. İşlem seçimi yapılırken değişen diğer iyonlar da hesaplanır. [2; 64]

İlgili sayfalar: 161

Yüzde puan

İki yüzde değerinin farkını ifade eder. Yüzde 30'dan yüzde 20'ye düşüş 10 yüzde puandır; başlangıca göre göreli düşüş yaklaşık yüzde 33,3'tür. Sağlık araştırması veya cihaz performansı anlatılırken yüzde farkı ile göreli değişimin karıştırılması önemli yorum hataları doğurur.

İlgili sayfalar: 154 · 274

Zamanla ağırlıklandırma

Farklı dönemlerdeki değerleri dönem süresi veya tüketim miktarıyla birlikte değerlendirmektir. Filtre salımı kullanım boyunca azalırken ilk günün değerini bütün ömre uygulamak katkıyı fazla gösterebilir. Hacme göre ağırlıklandırılmış hesap, hangi suyun gerçekten ne kadar tüketildiğini de dikkate almalıdır.

İlgili sayfalar: 222 · 254

Konu dizini

Dizin, konunun işlendiği bölümlerin başlangıç sayfalarını gösterir; her sözcüğün bütün geçişlerini kapsamaz. Terimin kısa açıklaması için sözlüğe başvurulabilir.

Adsorpsiyon 154, 176

Akreditasyon 176, 190, 211

Aktif karbon 154, 176

Alım 17, 24, 222

Alkalinite 11, 63, 168

Alkalin su 63, 198

Anyon 11, 161, 243

Arka plan alımı 17, 222

Arka plan düzeltmesi 176, 254

Asit–baz dengesi 63, 104

Atomik ağırlık 161, 243

Baskın iyon 6, 11, 243

Belirsizlik bütçesi 190, 211

Besinsel referans değer 17, 38, 45

Bikarbonat 11, 63, 168

Birleşik standart belirsizlik 190, 254

Biyobelirteç 30, 84, 140

Biyofilm 176, 211, 265

Biyoyararlanım 24, 38, 45

Boş yatak temas süresi 168, 243, 254

Böbrek taşı 97, 104

Çapraz geçişli çalışma 24, 30

Çift sayım 222, 285

Çökelme 168, 243, 285

Çözünmüş miktar 190, 211, 285

Damıtma 154, 198

Debi 154, 233, 243

Demineralizasyon 145, 154

Derişim 11, 17, 285

Derişim kutuplaşması 154, 233

Dezenfeksiyon 154, 265, 285

Dış geçerlilik 30, 104, 274

Doğal mineralli su 184

Doğruluk 190, 211

Doz 17, 134, 222

Duyarlılık analizi 190, 222, 274

Ekolojik çalışma 30, 84, 274

Elektriksel iletkenlik 11, 190, 233

Elektrolit 52, 58, 129

Emilim 24, 38, 45

Eser element 69

Eşdeğer derişim 11, 161, 243

Etki büyüklüğü 30, 274

Farkların farkı 265

Florozis 134

Florür 134

Genişletilmiş belirsizlik 190, 254

Geri kazanım 154, 233, 285

Giderim yüzdesi 154, 233

Göreli risk 30, 274

Gözlemsel araştırma 30, 84, 274

Günlük mineral bütçesi 17, 222, 285

Güven aralığı 30, 274

HbA1c 140, 274

Hiperkalsiüri 97

Hipomagnezemi 45, 104, 129

Hiponatremi 52, 129

Homeostaz 24, 38, 45

İçme suyu güvenliği 1, 176, 265

İnsülin direnci 140, 274

İyon değişimi 161

İyon dengesi 190, 243

İzlem kaybı 140, 274

Kalibrasyon 190, 211

Kalsit 168, 243

Kalsiyum 38, 78

Kalsiyum karbonat eşdeğeri 11, 161, 243

Kapsam faktörü 190, 254

Karar kuralı 190, 254

Karıştırıcı etken 30, 84, 274

Katyon 11, 161, 243

Klorür 52, 161, 243

Kohort 30, 84, 274

Konsantre 154, 233

Korelasyon 30, 84, 274

Korozyon 168, 265

Kristal suyu 243

Kronik böbrek hastalığı 104

Kütle dengesi 154, 233, 285

Magnezyum 45, 84, 129

Maruziyet 30, 222, 265

Medyan 274

Membran 154, 233

Mikrofiltrasyon 154

Mineral salımı 168, 176, 254

Mol 11, 161, 243

Mutlak risk farkı 30, 274

Nanofiltrasyon 154

Nedensellik 30, 84, 274

Net katkı 176, 222, 254

Nitrat 184, 243, 285

Normalizasyon 233

Numune 190, 211

Numune alma belirsizliği 211, 285

Odds oranı 30, 274

Ortalama 190, 222

Osmotik basınç 154, 233

Osteoartrit 78

Osteoporoz 78, 124

Önerilen günlük alım 17, 38, 45

Ön arıtma 154, 233

Örneklem 211, 254, 274

pH 11, 63, 190

Plasebo 30, 140, 274

Porsiyon 222, 285

Potasyum 58, 104, 161

Reçine 161

Referans grup 30, 274

Remineralizasyon 168, 243

Risk oranı ve hız oranı 84, 274

Saflık 168, 243, 254

Saptama sınırı 184, 190

Sertifikasyon 176, 254

Sertlik 11, 161

Serum ölçümü 38, 45, 104

Sodyum 52, 91, 161

Stabilizasyon 168, 265

Standart belirsizlik 190, 254

Standart sapma 254, 274

Stokiyometri 168, 243

Sülfat 63, 243

Tahmini ortalama gereksinim 17

Temsili örnek 17, 222, 233

Ters ozmoz 154, 233

Toplam çözünmüş madde 11, 190, 233

Toplam maruziyet 134, 222

Tuz geçişi 233

Ultrafiltrasyon 154

Uygunluk beyanı 176, 190, 254

Ürün suyu 154, 176, 233

Üst alım düzeyi 17, 45, 69

Vaka–kontrol çalışması 30, 84

Varyans 190, 274

Veri sayısı ve bağımsız birim 211, 254

Yeterli alım 17, 45

Yumuşatma 161

Yüzde puan 154, 274

Zamanla ağırlıklandırma 222, 254

Kaynaklar

[1] World Health Organization. Nutrients in Drinking Water. 2005. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[2] World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first, second and third addenda. 2026. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[3] NIH Office of Dietary Supplements. Calcium: Fact Sheet for Health Professionals. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[4] NIH Office of Dietary Supplements. Magnesium: Fact Sheet for Health Professionals. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[5] World Health Organization. Sodium reduction. 2026. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[6] NIH Office of Dietary Supplements. Potassium: Fact Sheet for Health Professionals. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[7] Greupner T, Schneider I, Hahn A. Calcium Bioavailability from Mineral Waters with Different Mineralization in Comparison to Milk and a Supplement. 2017. DOI: 10.1080/07315724.2017.1299651. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[8] Sabatier M, Arnaud MJ, Kastenmayer P, Rytz A, Barclay DV. Meal effect on magnesium bioavailability from mineral water in healthy women. 2002. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[9] Couzy F, Kastenmayer P, Vigo M, Clough J, Munoz-Box R, Barclay DV. Calcium bioavailability from a calcium- and sulfate-rich mineral water, compared with milk, in young adult women. 1995. DOI: 10.1093/ajcn/62.6.1239. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[10] Sabatier M ve arkadaşları. Influence of the consumption pattern of magnesium from magnesium-rich mineral water on magnesium bioavailability. 2011. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[11] EFSA NDA Panel. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for calcium. 2015. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4101. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[12] EFSA NDA Panel. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for magnesium. 2015. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4186. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[13] U.S. Geological Survey. Hardness of Water. 2018. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[14] U.S. Geological Survey. Alkalinity and Water. 2018. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[15] NIDDK, National Institutes of Health. Your Kidneys & How They Work. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[16] NIH Office of Dietary Supplements. Iron: Fact Sheet for Health Professionals. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[17] NIH Office of Dietary Supplements. Selenium: Fact Sheet for Health Professionals. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[18] NIDDK, National Institutes of Health. Primary Hyperparathyroidism. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[19] Centers for Disease Control and Prevention. Heat and Cold Illness in Travelers — CDC Yellow Book. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[20] U.S. Geological Survey. Water-Quality Assessment of the Yellowstone River Basin, Montana and Wyoming—Water Quality of Fixed Sites, 1999–2001. 2004. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[21] NIH, National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases. Osteoarthritis. 2023. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[22] NIH, National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases. Osteoporosis. 2022. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[23] Meunier PJ ve çalışma arkadaşları. Consumption of a high calcium mineral water lowers biochemical indices of bone remodeling in postmenopausal women with low calcium intake. 2005. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[24] Moretti A ve çalışma arkadaşları. Efficacy of a Naturally Calcium and Magnesium-Rich Mineral Water on Musculoskeletal Fragility: A Randomized, Double-Blind Controlled Trial. 2026. DOI: 10.3390/nu18030470. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[25] Theisen CF; Wodschow K; Hansen B; Schullehner J; Gislason G; Ersbøll BK; Ersbøll AK. Drinking water magnesium and cardiovascular mortality: A cohort study in Denmark, 2005–2016. Environment International. 2022;164:107277. DOI: 10.1016/j.envint.2022.107277. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[26] Helte E; Säve-Söderbergh M; Larsson SC; Åkesson A. Calcium and magnesium in drinking water and risk of myocardial infarction and stroke—a population-based cohort study. American Journal of Clinical Nutrition. 2022;116(4):1091–1100. DOI: 10.1093/ajcn/nqac186. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[27] Leurs LJ; Schouten LJ; Mons MN; Goldbohm RA; van den Brandt PA. Relationship between tap water hardness, magnesium, and calcium concentration and mortality due to ischemic heart disease or stroke in the Netherlands. Environmental Health Perspectives. 2010;118(3):414–420. DOI: 10.1289/ehp.0900782. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[28] Sacks FM ve çalışma arkadaşları. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. 2001. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[29] European Association of Urology. EAU Guidelines on Urolithiasis: Metabolic Evaluation and Recurrence Prevention. 2026. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[30] Borghi L ve çalışma arkadaşları. Comparison of two diets for the prevention of recurrent stones in idiopathic hypercalciuria. 2002. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[31] NIH, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Eating, Diet, & Nutrition for Kidney Stones. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[32] KDIGO. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. 2024. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[33] NIH, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Mineral & Bone Disorder in Chronic Kidney Disease. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[34] NIH, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Healthy Eating for Adults with Chronic Kidney Disease. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[35] World Health Organization. Breastfeeding: questions and answers. 2024. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[36] US Centers for Disease Control and Prevention. Infant Formula Preparation and Storage. 2026. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[37] World Health Organization / Food and Agriculture Organization. Safe preparation, storage and handling of powdered infant formula: guidelines. 2007. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[38] World Health Organization. WHO recommendations on maternal health: calcium supplementation during pregnancy. 2025. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[39] Dwarkanath P ve çalışma arkadaşları. Two Randomized Trials of Low-Dose Calcium Supplementation in Pregnancy. 2024. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[40] NIH, National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases. Pregnancy, Breastfeeding, and Bone Health. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[41] US National Toxicology Program. Fluoride Exposure and Neurodevelopment and Cognition. 2024. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[42] EFSA Scientific Committee. Updated consumer risk assessment of fluoride in food and drinking water including the contribution from other sources of oral exposure. 2025. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[43] US Centers for Disease Control and Prevention. About Dental Fluorosis. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[44] American Diabetes Association Professional Practice Committee. Facilitating Positive Health Behaviors and Well-being to Improve Health Outcomes: Standards of Care in Diabetes—2026. 2026. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[45] Waleed I. Albaker ve arkadaşları. Beneficial effects of adding magnesium to desalinated drinking water on metabolic and insulin resistance parameters among patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled clinical trial. 2022. DOI: 10.1038/s41545-022-00207-9. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Yazar kurum bilgisi düzeltmesi: 12 Nisan 2023.

[46] US Centers for Disease Control and Prevention. Water and Healthier Drinks. 2026. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[47] Rylander R; Arnaud MJ. Mineral water intake reduces blood pressure among subjects with low urinary magnesium and calcium levels. 2004. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[48] National Institute on Aging. Hot Weather Safety for Older Adults. 2022. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[49] World Health Organization. Safe drinking-water from desalination. 2011. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[50] US Environmental Protection Agency. WaterSense Specification for Point-of-Use Reverse Osmosis Systems, Version 1.0. 2024. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[51] NSF. NSF Standards for Water Treatment Systems. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[52] NSF. NSF/ANSI 58: Reverse Osmosis Drinking Water Treatment Systems. 2025. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[53] NSF. Water and Wastewater Standards. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[54] US Geological Survey. Chapter A6.3. Specific Conductance. 2019. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[55] Ramsey MH, Ellison SLR, Rostron P (editörler); Eurachem. Measurement uncertainty arising from sampling: a guide to methods and approaches, Second Edition. 2019. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[56] Joint Committee for Guides in Metrology. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement, JCGM 100:2008. 2008. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[57] Türk Akreditasyon Kurumu. Deney Laboratuvarları Başvuruları. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[58] İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü. Çevre Sağlığı: Su, Havuz, Haşereler. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[59] FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Standards: CXS 108-1981 and CXS 227-2001. 2019. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[60] International Laboratory Accreditation Cooperation. ILAC G8:09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity. 2019. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[61] European co-operation for Accreditation. 42.2 Question on Statements of Conformity. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[62] US Geological Survey. National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[63] Commission on Isotopic Abundances and Atomic Weights. Abridged Standard Atomic Weights 2024. 2024. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[64] NSF. NSF/ANSI 44 Technical Requirements. 2025. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[65] Centers for Disease Control and Prevention. About Home Water Treatment Systems. 2024. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[66] Drinking Water Inspectorate. Domestic water filters and softeners. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[67] Shih WY, Sutherland J, Sessions B, Mackey E, Walker WS; Texas Water Development Board. Upflow Calcite Contactor Study: Final Report. 2012. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[68] US Geological Survey. Chapter A6.4. Measurement of pH. 2021. DOI: 10.3133/tm9A6.4. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[69] DuPont Water Solutions. FilmTec Reverse Osmosis Membranes Technical Manual. 2026. Sürüm: 20; August 2026. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[70] Haring BSA; van Delft W. Changes in the mineral composition of food as a result of cooking in “hard” and “soft” waters. Archives of Environmental Health. 1981;36(1):33–35. DOI: 10.1080/00039896.1981.10667603. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026. Özet ve bibliyografik kayıttan yararlanılmıştır.

[71] U.S. Environmental Protection Agency. Will boiling my water help?. 2026. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

[72] U.S. Environmental Protection Agency. Emergency Disinfection of Drinking Water. 2026. Kaynağı aç Erişim: 13 Kasım 2026.

Bir bardak suya bilimsel bir bakış.

İçtiğimiz suyun içinde hangi mineraller var? Bir litre su günlük kalsiyum ve magnezyum alımına ne kadar katkı sağlar? Arıtma bu katkıyı nasıl değiştirir? Bir analiz sonucu, insan sağlığı hakkında ne söyleyebilir; ne söyleyemez?

Suyun Mineral Dengesi, bu soruları bileşim, günlük alım, emilim ve sağlık sonuçlarını birbirine karıştırmadan ele alıyor. Kalsiyum ve magnezyumdan sodyum ve florüre; kemik ve kalp-damar sağlığından böbrek taşlarına, çocukluktan yaşlılığa uzanan konular, bilimsel bulguların sınırları korunarak inceleniyor.

Sertlik, TDS ve pH aynı şey değildir. Ters ozmoz, yumuşatma ve yeniden mineralizasyon da birbirinin yerine geçmez. Açıklayıcı şemalar, araştırma karşılaştırmaları ve adım adım hesaplar; etiketleri, laboratuvar raporlarını ve ürün iddialarını değerlendirmek için somut araçlar sunuyor.

Bu kitap, tek bir “ideal su” vaat etmek yerine, ölçülebileni ölçmeyi, hesaplanabileni doğru hesaplamayı ve kanıtın söylediğinden fazlasını söylememeyi esas alıyor.



Galip Arduç

galiparduc@gmail.com

galiparduc.com · galiparduc.com.tr