

Web Ortamında Matematiksel İçeriğin Sunumu:

MathML İşaretleme Dili

Şenol Emir, Kenan Kılıçaslan

Beykent Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu
senolemir@beykent.edu.tr, kenank@beykent.edu.tr

Özet: Bilimsel çalışmalarda yer alan matematiksel ifadeleri web ortamında genellikle jpeg, gif, svg, bmp gibi resim formatlarında yayınlanmaktadır. Bu yüzden matematiksel ifadeyi kaydettiğimiz resim formatının kalitesine bağlı olarak formülün görüntüsü kötü olabilmekte ve resim dosyaları küçük olsalar dahi aynı ifadenin text formatında kaydedilmesine göre 10 -15 kat daha büyük boyutta olabilmektedir. Ayrıca formüller resim formatında olduğu için, bunlar üzerinde değişiklik yapmak zahmetli olmaktadır. Bu çalışmada her türlü matematiksel ifadeyi metin formatında yayınlama olanağı veren yukarıda bahsedilen olumsuzlukları gideren MathML işaretleme dilinin özellikleri ve kullanımı incelenmiştir.

Abstract: Usually mathematical contents of the scientific studies are published on the web in jpeg, gif, svg, bmp formats. Because of that depending on quality of picture format image of formula can be deteriorated. Although picture files are small size they can be 10-15 times bigger in compare to text format. Making changes is difficult because of formulas are saved in a picture format. In this study properties and usage of MathML markup language which has very rich tag set enabling presentation of almost every kind of mathematical formulas was analysed.

Anahtar Kelimeler : Mathematical, Formula, MathML, Presentation, Xml, Html.

1. Giriş

Matematiksel ifadelerin bilgisayarda işlenebilecek şekilde gösterimi yani encoding problemi web öncesine dayanır. Bilindiği gibi matematiksel ifadeler genellikle jpeg, png, bmp gibi resim formatlarında gösterilirler. Resimler büyütüldüğünde, hatta küçültüldüğünde resim görüntüsü bozulmaktadır. Resimleri internet sayfalarında hizalamak, arka fon rengi ile uyumlu hale getirmek, etrafındaki boşlukları ayarlayabilmek zordur. Yine formül resim olduğunda arama yapmak da imkansızdır.

Matematik ifadelerini metin formatında oluşturursak, içerik metin olduğu için sayfa daha hızlı yüklenecek, formülün boyutu görüntü kalitesini bozmayacak ve bu formüllerle bilgisayarda işlem yapmak mümkün hale gelecektir.

Matematik ifadelerini metin olarak gösterme metodlarından biri MathML (Mathematical Markup Language)'dir. MathML, aslında bir XML dokümanıdır. XML'yi bugün modern yazılımların tümü ve hemen hemen tüm internet tarayıcıları desteklemektedir. XML'nin matematik ifadeleri gösterebilmesi için stil belgesi (stylesheet) dosyası oluşturulmuş ve bu dosya www.w3.org adresinde açık olarak yayınlanmıştır.

Formülleri MathML kodu haline getiren pek çok yazılım vardır. Burada bu yazılımdan da bahsedeceğiz.

MathML webi, eğitimsel, bilimsel ve teknik içeriklerin sunumu için daha uygun hale getirecektir. Aynı zamanda görme engellilerin matematiksel içeriğe ulaşmasını kolaylaştıracaktır. Matematik içeriğin daha sonraki kullanımlar için tekrar kullanımını ve değişimini mümkün hale getirecektir.

2. Genel Bilgiler

2.1. MathML'nin Tarihsel Gelişimi

MathML'nin tarihsel gelişimi Tablo 1 sunulmuştur.

Tarih	Açıklama
1994	Dave Rudget HTML 3.0 versiyonunda Math önerisini ekledi
Nisan 1995	Matematik işaretleme dili hakkında WWW konferansında bir panel düzenledi
Aralık 1995	Wolfram Resarch araştırmacıları tarafından matematik içeriğin webde yayınlanması ile ilgili bir sunum yapıldı.
Mayıs 1996	HTML W3C Math izleme grubu oluşturuldu.
Mart 1997	Bu grup W3C çalışma grubu adını aldı.
Nisan 1998	W3C MathML 1.0 versiyonunu öneri olarak yayınladı.
Temmuz 1999	Matematik çalışma grubu gözden geçirdiği bu versiyonu MathML 1.01 olarak yayınladı

Tablo 1- MathML tarihsel gelişim

2.2. MathML'nin Amaçları ve Webdeki Rolü

- MathML'nin amaçları aşağıdaki gibidir.
- Matematik içerikleri öğretim ve bilimsel amaçlar için her seviyede gösterebilmek.
- Hem matematik gösterimi hem de matematiksel anlamı kodlayabilmek.
- Diğer matematik formatlarından dönüşümlere olanak sağlamak.
- Uzun ifadeleri etkin şekilde gösterebilmek.
- İnsanlar tarafından okunması/anlaşılması kolay, yazılımlar için de işlemesi ve oluşturulması kolay olacak bir yapı sunmak.

Webdeki rolü ise;

- Matematiksel verinin kodlanabilmesi/gösterilebilmesi için bir katman sağlar.
- Özel düzenleme araçları vasıtasıyla her türlü düzenlemeye izin verir.
- Matematiksel içeriğin web de tekrar kullanımını ve diğer uygulamaların da kullanabilmesini sağlar.

- Gösterimin ötesinde matematiksel simgenin anlamını da algılamaya çalışır.

3. MathML Oluşturmak.

MathML iki amaç için oluşturulur. Birinci amaç matematiksel ifadelerin gösterilmesi, ikinci amaç ise bu ifadelerin yorumlanabilmesidir. Her iki amaç için kullanılan etiketler farklıdır. Ancak her iki çeşit etiketin beraberce kullanıldığı uygulamalar da yazılabilir. Bunlarla ilgili bilgiler Tablo 2 de verilmiştir.

Amaç	Bilgiler
İfadeleri göstermek	<ul style="list-style-type: none">• Etiketleri ve işaretleri kullanırlar• 50 özelliği olan 28 MathML elemanı vardır.• Elemanların çoğu alt ifadeler için bir şablon oluşturur. Örneğin mfrac bir kesir oluşturur.
İçeriği yorumlamak	<ul style="list-style-type: none">• 75 adet içerik etiketi vardır.• Bazı elemanlar matematiksel işlemleri ve fonksiyonları temsil eder. Örneğin plus ve sin .• Bazıları matematiksel nesnelere ve temsil eder. Örneğin set vector• Amaç gösterimden ziyade diğer uygulamaların bu ifadeleri girdi olarak kullanabilmesidir. Örneğin sayısal hesaplama yazılımları, konuşma sentezleyici yazılımları.

Tablo 2- MathML içerik çeşidi.

3.1. İfade Ağaçları (Expression Trees)

MathML yazmak için ifade ağaçları kullanılır. MathML ifadeleri ağaç yapısındadır. Örneğin bir ifadenin karekökü gibi ifadeler genellikle iç içedir. İçeriğe bağlı olarak parametre sayıları değişir.

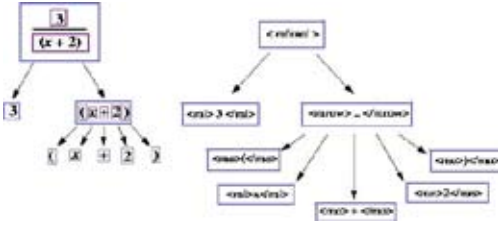
Örneğin aşağıdaki formül ifadesini MathML olarak ifade edelim.

$$(a + b)^2$$

MathML Gösterme Dili ile	MathML İçerik Dili ile
<pre><msup> <mfenced> <mi>a</mi> <mo>+</mo> <mi>b</mi> </mfenced> <mn>2</mn> </msup></pre>	<pre><apply> <power/> <apply> <plus/> <ci>a</ci> <ci>b</ci> </apply> <cn>2</cn> </apply></pre>

Tablo 3- Örnek MathML ifadesi

İfade ağacında her bir düğüm belli bir yerleşim düzenine (layout) karşılık gelir. Dallar ise alt ifadeleri gösterir. Aynı zamanda ifadeyi oluşturabilmek için MathML etiketlerinin nasıl sıralanması gerektiğini gösterir.



Tablo 4-Tablo 3 deki ifadenin ağaç yapısı

3.2. MathML ifadelerinin yazılış kuralları

MathML'de iki yazım türü vardır. Bir çok elemanın başlangıç ve kapanış etiketleri vardır. <eleman_adi> </eleman_adi> gibi. Ancak bazı elemanlar içeriği boş olduğu için XML kuralından <eleman_adi /> şeklinde gösterilir. Tüm elemanlar bir veya daha fazla özellik alabilir.

Örnek yazımlar;

<eleman_adi özellik1="değer1" özellik2="değer2" > ... </eleman_adi>

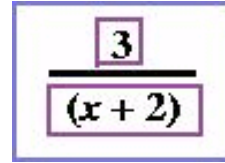
<eleman_adi özellik1="değer1" özellik2="değer2" />

Karakterler ve semboller ancak token elemanları denilen özel elemanların içinde kullanılır. Birçok MathML elemanları sadece diğer

MathML elemanlarını içerir.Örneğin mrow, mi ve mo gibi karakter ve sembolleri içeren elemanlar vardır. Token elemanlar ise özel karakterleri gösterirler. Örnek α &cap gibi.

HTML ve MathML
<p>MathML HTML'ye çok benzeyen bir işaretleme kullanır.</p> <ul style="list-style-type: none"> Etiketler açılır ve kapanır <etiket> </etiket> Etiketlere özellikler eklenebilir. Küçük farklılıklar ise HTML'nin SGML kurallarını, MathML nin ise XML kurallarını kullanır.
XML ve MathML
<p>MathML XML in bir uygulamasıdır.</p> <ul style="list-style-type: none"> XML yaygın olarak tarayıcılar tarafından kullanılmaktadır. XML kodlarını işleyen ayıran birçok araç kütüphane vardır. <p>XML yazım şekli (syntax) zayıflıkları</p> <ul style="list-style-type: none"> Elle yazıldığında hata yapma olasılığı fazladır. <p>Çözüm:xml editörü kullanmak</p>

Tablo 5- MathML, HTML ve XML benzerliği



Şekil 1 - Görünüm Kutusu

İfadelerin bir kutu içinde olduğu varsayılır. Bu kutulara yerleşim kutusu (layout box) denir. Bazı yerleşim kutuları sadece bağımsız karakterler içerirler ve bunların boyutları kullanılan fonta bağlıdır. Bazı düzen kutuları ise alt kutuları belirli algoritmalara göre düzenlerler, örneğin kesir kutusu 2 alt kutudan oluşur. Aralarında bir çizgi olacak şekilde dikey olarak düzenlenir. Her eleman alt elemanları düzenleyebilmek için akıllı bir şablona (smart template) sahiptir.

3.2.1- Gösterim Elemanları

Doğrudan karakter verisi taşıyabilen elemanlar sadece gösterim(presentation) elemanlarıdır.

Örnek:

$x^2 + 4x + 4 = 0$ ifadesinin gösterimi şu şekilde olabilir.

```
<mrow> ile gruplama yapalım.
<mrow> <!-- Satır bloğu -->
<msup> <!-- Üs Alma Bloğu -->
<mi>x</mi> <!-- Üssü alınacak ifade -->
```

```
<mn>2</mn> <!-- Üs değeri -->
</msup> <!-- Üs alma bloğunun kapanışı -->
<mo>+</mo> <!-- + operatörü koyma -->
<mn>4</mn> <!-- Sayı yazmak -->
<mi>x</mi> <!-- metin yazmak -->
<mo>+</mo> <!-- Operatör yazdırmak -->
<mn>4</mn> <!-- Sayı yazdırmak -->
<mo>=</mo> <!-- Operatör yazdırmak -->
<mn>0</mn> <!-- Sayı yazdırmak -->
</mrow> <!-- Açılan satır bloğunun kapanışı -->
```

Etiket	Açıklama
<mi> ... </mi>	İçerikleri belirtir. fontweight fontstyle gibi özellikleri vardır.
<mn> ... </mn>	İçerikleri sayı(number) olarak işlenmektedir.
<mo> ... </mo>	İçerikleri operatör olarak gösterilir. Ispace rspace stretchy ve movablelimits gibi özellikleri alırlar.

Tablo 6- Gösterim etiketleri

Etiket	Açıklama
<mrow>...</mrow>	İçeriği yatay bir sırada gösterir.
<mfenced>...</mfenced>	mrow'a benzer ancak ifadeyi parantez içinde gösterir.
<mfrac>...</mfrac>	Kesirli ifadeleri gösterir.
<msqrt>...</msqrt>	Karakök işaretini gösterir.
<mroot>...</mroot>	msqr etiketi ile aynıdır fakat mroot ile kökün derecesinin de yazılmasını bekler.
<msub>...</msub>	İndis etiketi
<msup>...</msup>	Üs etiketi
<msubsup>...</msubsup>	Üssün üssünü göstermek için etiket.
<munderover>...</munderover>	Metin üstüne yazı yazma etiketi

Tablo 7- MathML gösterim için yerleşim etiketleri

MathML'de özellikleri (attribute) göstermenin 3 yolu vardır.

- Etiketin içinde açıkça belirtmek,
- Operatör sözlüğü (operator dictionary) içinde aramak,
- Özellikler miras olarak alınabilir.

MathML özellikleri için varsayılan değerler.

- Bir etiketin içindeki özellik sadece o etiketi etkiler
- Herhangi bir sunum özelliği mstyle elemanını kullanılarak tanımlanabilir.
- mstyle ile tanımlanan özelliklerin etki alanları (scope) mstyle'ın geçerlilik alanı içindedir.

3.2.2. Yazı stilini değiştirmek

Yazı stilini değiştirmek için <style> etiketi kullanılır. Tablo 8 de farklı iki stilde yazılmış örnekler verilmiştir.

Örnek : Aşağıdaki ifadenin mathML yazılımı aşağıdadır.

$$x_1^a + x_1^a$$

```
<mrow> <!-- Satır bloğu -->
<msup> <!-- Üs bloğu -->
<msub> <!-- İndis bloğu -->
```

```

<mi>x</mi> <!-- Metin -->
<mn>1</mn> <!-- Sayı -->
</msub> <!-- İndis bloğu sonu -->
<mi>&alpha;</mi> <!-- metin bloğu ,
alfa -->
</msup> <!-- Üs bloğu sonu -->
<mo>+</mo>
<msubsup>
  <mi>x</mi>
  <mn>1</mn>
  <mi>&alpha;</mi>
</msubsup>
</mrow>

```

f(x+y) ifadesi x+y siyah renkli	f(x+y) ifadesi x+y kırmızı renkli
<pre> <mrow> <mi>f</mi> <mfenced> <mrow> <mi>x</mi> <mo>+</ mo> <mi>y</mi> </mrow> </mfenced> </mrow> </pre>	<pre> <mrow> <mi>f</mi> <mfenced> <mstyle color='#ff0000'> <mrow> <mi>x</mi> <mo>+</mo> <mi>y</mi> </mrow> </mstyle> </mfenced> </mrow> </pre>

Tablo 8- <style> etiketi örneği

Örnek: Aşağıdaki ifadenin MathML kodunu yazılımı aşağıdadır.

$$\sum_{i=1}^{\infty} x^i + \sum_{i=1}^{\infty} x^i$$

```

<mrow>
  <mstyle displaystyle='true'>
    <munderover>
      <mo>&sum;</mo>
      <mrow>
        <mi>i</mi>
        <mo>=</mo>
        <mn>1</mn>
      </mrow>
      <mi>&infty;</mi>
    </munderover>
    <msup>
      <mi>x</mi>
      <mi>i</mi>
    </msup>
    +
    <munderover>
      <mo>&sum;</mo>
      <mrow>
        <mi>i</mi>
        <mo>=</mo>
        <mn>1</mn>
      </mrow>
      <mi>&infty;</mi>
    </munderover>
    <msup>
      <mi>x</mi>
      <mi>i</mi>
    </msup>
  </mstyle>

```

```

<mo>+</mo>
<mstyle displaystyle='false'>
  <munderover>
    <mo>sum</mo>
    <mrow>
      <mi>i</mi>
      <mo>=</mo>
      <mn>1</mn>
    </mrow>
    <mi>&infty;</mi>
  </munderover>
  <msup>
    <mi>x</mi>
    <mi>i</mi>
  </msup>
</mstyle>
</mrow>

```

Etiket	Açıklama
<mover>...</mover>	Metin üzerinde işaret koymak için
<mtable> satırl ...</mtable>	Tablo oluşturma etiketi
<mtr> hücrel ...</mtr>	Tablo içine satır tanımlama etiketi
<mttd> bilgi ...</mttd>	Tablo içindeki hücreleri tanımlama etiketi. HTML etiketleri gibi hizalama için özelliklere sahiptir.

Tablo 7- MathML gösterim için yerleşim etiketleri (Devamı)

Örnek :

$$A = \begin{bmatrix} x & y \\ z & w \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki ifadenin MathML yazılımı aşağıdadır.

```

<mrow>
  <mi>A</mi>
  <mo>=</mo>
  <mfenced open='['; close=']'>
    <mtable>
      <mtr>
        <mttd><mi>x</mi></mttd>

```

```

        <td><mi>y</mi></td>
    </tr>
</tr>
    <td><mi>z</mi></td>
    <td><mi>w</mi></td>
</tr>
</mtable>
</mfenced>
</mrow>

```

3.3. MathML'nin İçerik İşaretleme Dili

Formüllerini kullanmak için iki farklı yapı vardır. Bu yapılar.

1 + 2 şeklindeki gösterim ki buna infix notasyon denir ve genellikle programlama dillerinde kullanılır.

+ 1 2 şeklinde gösterim ki buna prefix notasyon denir.

MathML içerik İşaretleme için prefix notasyonunu kullanır.

$(x-y)/2$ formülü $- x y 2$ şeklinde $x-(y/2)$ formülü $- x / y 2$ şeklinde ifade edilir.

3.3.1. İçerik işaretleme örnekleri

Örnek 1: $(\sin + \cos)(x)$ formülünün MathML içerik kodu aşağıdadır.

```

<apply>
  <fn>
    <mfenced>
      <apply>
        <plus/>
        <sin/>
        <cos/>
      </apply>
    </mfenced>
  </fn>
  <ci>x</ci>
</apply>

```

Etiket	Açıklama
<apply>...</apply>	Temel elemandır. Bloklama yapar
<reln>...</reln>	<apply> ye benzer ilişkilerde ve denklemlerde kullanılır.
<ci>...</ci>	Bir isim veya etiket olduğunda belirteçleri(identifier) temsil etmek için kullanılır.
<cn>...</cn>	Tamsayıları , kesirli , reel ve kompleks sayıları işaretlemek için kullanılır.

Tablo 9- Bazı içerik işaretleme etiketleri

Örnek 2: $g(y)$ formülünün MathML içerik kodu aşağıdaki gibidir.

```

<apply>
  <fn>g</fn>
  <ci>y</ci>
</apply>

```

Örnek 3: $x=1$ ifadesinin MathML içerik kodu aşağıdaki gibidir.

```

<reln>
  <eq/>
  <ci>x</ci>
  <cn>1</cn>
</reln>

```

Örnek 4.

$$\frac{d^3}{dx^3} f(x)$$

ifadesinin MathML içerik kodu aşağıdaki gibidir.

```

<apply>
  <diff/>
  <bvar>
    <ci>x</ci>
    <degree>
      <cn>3</cn>
    </degree>
  </bvar>
  <apply>
    <fn> f </fn>
    <ci> x </ci>
  </apply>
</apply>

```

3.4. MathML için ön tanımlamalar

MathML bir XML dosyası olduğu için, MathML formülünün bulunduğu web sayfası .xml uzantısı ile kaydedilmesi gerekir. İlk satırında aşağıdaki deyim olmalıdır.

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-9"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="pmathml.xsl"?>
<html xmlns='http://www.w3.org/1999/xhtml' xmlns:pref='http://www.w3.org/2002/Math/preference' pref:renderer='mathplayer'>
.....
```

Formüller ve Metinler yazılacak

```
.....
.....
.....
</html>
```

Her bir formül ise aşağıdaki deyimler arasında olmalıdır.

```
<math xmlns='http://www.w3.org/1998/Math/MathML'>
.....
...formül içeriği...
....
</math>
```

4. MathML Yazılımları

MathML kodları yazmaya doğrudan destek veren editörler Wolfram Publicon ve SciWrite sayılabilir.

Ayrıca OpenOffice, Koffice, Ms Office 2007 ofis yazılımları tarafından ve Mathematica gibi matematik yazılımları tarafından desteklenir. Firefox web tarayıcısının FireMath adında mathml kodlarını görsel olarak oluşturmayı sağlayan bir eklentisi vardır.

MathType TeXmacs ve Formulator MathML gibi editörler yoluyla MathML kodları farklı formatlara dönüştürülebilir.

Ayrıca ASCIIMath Editor javascript betiğini kullanarak <http://www1.chapman.edu/~jipsen/mathml/asciimatheditor/> adresinden online olarak MathML kodu oluşturmak mümkündür.

Firefox, Camino, Opera (9.5 versiyonundan sonra) doğrudan MathML destekli vardır. İnternet Explorer tarayıcısı doğrudan MathML yi desteklemez. Fakat ücretsiz olan MathPlayer eklentisi kurulduğundan sorunsuz olarak çalışmaktadır.

MathML nin yaygınlaşmasıyla MathML kodları oluşturabilecek ve düzenleyebilecek yazılımların sayısının hızla artacağı ve bunların yeteneklerinin çok daha kapsamlı olacağı düşünülmektedir.

5. Sonuçlar

MathML matematiksel ifadeleri web ortamında yayınlamak için çok sayıda etiket sunmaktadır. Bu etiketleri kullanarak her türlü matematiksel ifadeyi web sayfalarında yayınlamak çok kolay hale gelmiştir. Akademisyenler, uzaktan eğitim içeriği geliştirilenler, araştırmacılar bilimsel çalışmaları daha kısa sürede oluşturup bunları kolayca yayımlayabilirler. MathML nin kullanılması uzaktan eğitim içeriklerinin geliştirilmesi, e-kitapların hazırlanması, raporlarının hazırlanmasını hızlandıracaktır.

Kaynaklar

- [1] www.w3.org/Math
- [2] www.w3.org/Math/mathml-faq.html
- [3] www.mathtype.com/support/tutorials/mathml
- [4] www.w3.org/1999/07/REC-MathML-19990707
- [5] <http://www.wolfram.com/products/publicon/index.html>

[6] http://www.soft4science.com/downloads/s4s_SciWriter_Download.html

[7] www.firemath.info/

[8] <http://www.dessci.com/en/products/mathtype/>

[9] <http://www.texmacs.org>

[10] <http://www.mmlsoft.com>

[11] <http://www.wikipedia.com/mathml>

[12] <http://www.dessci.com/en/products/math-player/>