

Formel Mantık Öğretiminde Web Tabanlı Bir Yaklaşım: Carnap*

E. Funda Serin**, İsmail Serin**, Mehmet Arslan****, Selvi Elif Gök****

Özet

Düşünme becerisinin yokluğu, azlığı ya da bozukluğu eğitim-öğretimle amaçlanan kazanımları doğrudan etkiler. Bu bakımdan düşünmenin formel yönlerine ilişkin ayrıntıları içeren Formel Mantık bilgisinin gerekliliği ve ayrımsız tüm eğitim düzeylerinde yaygınlaştırılması oldukça önemlidir. Ülkemiz üniversitelerinde felsefe, sosyoloji, psikoloji, mühendislikler ve matematik bölümlerinde öncelikle lisans düzeyinde olmak üzere verilen formel mantık derslerinde belli bir standart olduğu söylenemez. Formel mantık eğitiminde ve ilgili araçlarda standartların yokluğu, öğrenciler arasında düzey farklılığına ve fırsat eşitsizliğine yol açabilmektedir. Ayrıca yüz yüze yürütülmesi gereken derslere öğrencilerin katılamaması ve/veya bu derslerin yapılamadığı durumlarda web tabanlı bir öğretimde formel mantık eğitimleri aksamadan sürdürülebilecektir. Formel Mantık öğretiminin çevrimiçi yapılmasının ülkemiz dışında örnekleri bulunmaktadır. Ancak, bu uygulamaların hiçbiri Türkçe değildir. Yurtdışında halihazırda kullanılan yazılımlar veya benzerleri ülkemizde henüz müfredat düzeyinde kullanılmamaktadır; Carnap yazılımı ile formel mantık öğretimine yönelik böyle bir altyapıyı ülkemizde ilk kez uygulamaya sokmaktayız. Açık kaynak kodlu ve Haskell diliyle yazılmış bu uygulamaya, yirminci yüzyılın önde gelen mantıkçı filozoflarından Rudolf Carnap'ın adı verilmiştir. Bu bildiride Formel mantık öğretiminde kullanılan diğer yazılımlarla, sözelimi, Educational Theorem Proving System (ETPS) ve Coq (Calculus of Inductive Constructions)

* Bu yazı TÜBİTAK 3005 - Sosyal ve Beşeri Bilimlerde Yenilikçi Çözümler Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenen 121G218 numaralı “Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi Formel Mantık Öğretimi” adlı projenin çıktısıdır.

** Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, efunda@omu.edu.tr

*** Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, ismail.serin@omu.edu.tr

**** Dr.Öğr.Üyesi, Samsun Üniversitesi, mehmet.arslan@samsun.edu.tr

**** Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, elif.gok@omu.edu.tr

gibi yazılımlar ile Haskell diliyle yazılmış formel mantık iskeleti olan Carnap yazılımı arasında ana hatlarıyla bir karşılaştırma yapılacaktır; yazılımın kendisinin iç işleyişi serimlenecek böylelikle formel mantık öğretiminde Carnap yazılımının ne oranda katkısı olabileceği ortaya konacaktır.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan eğitim, web tabanlı eğitim, etkileşimli eğitim, Carnap yazılımı

A Web-Based Approach to Teaching Formal Logic: Carnap

Abstract

The absence, deficiency, or impairment of thinking skills directly affects the achievements aimed at education. In this regard, it is essential that Formal Logic knowledge, which includes details about the formal aspects of thinking, is necessary and disseminated at all levels of education. One cannot argue that there is a certain standard in the formal logic courses given primarily at the undergraduate level in the departments of philosophy, sociology, psychology, engineering, and mathematics in the universities of our country. The absence of standards in formal logic education and related tools can lead to differences in levels and inequality of opportunities among students. In addition, in cases where students cannot attend face-to-face courses and these courses cannot be held, formal logic training can be continued without interruption in web-based education. There are examples outside our country of teaching Formal Logic online. However, none of these applications are in Turkish. Software or similar software currently used abroad has yet to be used at the curriculum level in our country. With Carnap software, we are implementing such an infrastructure for teaching formal logic for the first time in our country. This application, which is open source and written in Haskell language, is named after Rudolf Carnap, one of the leading logic philosophers of the twentieth century. In this paper, a general comparison will be made between other software used in formal logic teaching, for example, software such as Educational Theorem Proving System (ETPS) and Coq (Calculus of Inductive Constructions), and Carnap software, which is a formal logic framework written in Haskell language; The inner workings of the software itself will be revealed. Thus, the extent to which the Carnap software can contribute to teaching formal logic will be shown.

Keywords: Distance education, web-based education, interactive education, Carnap software

Giriş

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren hızla gelişen bilgisayar donanım ve yazılımlarının eğitim alanındaki uygulamaları da dikkate değer bir ilerleme kaydetmektedir. Bu bağlamda başta yüksek öğretim olmak üzere tüm eğitim kademelerinde mantıksal uslamlama yetisinin hayati bir önemi olduğu açıktır. “Carnap” yazılımı formel uslamlama uygulamaları arasında web tabanlı olması ve formel mantık derslerinin içeriğinin kolayca kullanıcı erişimine açabilmesi bakımından benzer uygulamalardan ayrılmaktadır.¹ resmi muhakeme uygulamalarının geliştirilmesi için özgür ve açık bir çerçeve olan Carnap çerçevesini açıklayacağız. Carnap çerçevesinin amaçlarından biri, eğitmenlere, öğrencilere sıkı biçimsel akıl yürütmeyi öğreten, aynı zamanda konuyla ilgisi olmayan pedagojik engelleri en aza indiren veya ortadan kaldıran etkileşimli çevrimiçi alıştırma, araçlar ve etkinliklerden oluşan esnek bir araç seti sağlamaktır.

Yazılımın, Haskell diliyle yazılmış olması mantık konularının teknik bakımdan yazılım içeriğine aktarılmasını kolaylaştırmaktadır. Tüm yazılım, Nix² paketleme yöneticisi düşünülerek geliştirilmektedir. Nix paket yöneticisi başta Linux dağıtımları olmak üzere tüm işletim sistemlerine kurulabilmektedir. Biz yazılımı bir web sunucu üzerinde çalışacak şekilde Debian linux işletim sistemini kullanarak derledik. O nedenle aşağıda anlatım tümüyle Debian’a özgü komutları esas almaktadır. Ayrıca, başta arayüz olmak üzere yazılımın içeriğini Türkçeye aktardık. Böylelikle Carnap, ülkemizde formal mantık öğretiminin web ortamında yapılması için kapsamlı ve yeterli bir altyapıyı sağlamış oldu. Carnap’ın, Nix kurulduktan sonra derlenmesi ise son derece basittir.

Öncelikle Nix’in etkin hale getirilmesi gerekmektedir:

```
$ bash <(curl -L https://nixos.org/nix/install)
```

Ardından

```
$ # Install Cachix:
```

¹ Aynı zamanda yazılımı geliştiren kişi olan Graham Leach-Krouse, 2018 tarihli yazısının girişinde (s. 70) yazılımın her düzeydeki kullanıcının erişimine açık olabilecek şekilde esnek bir tasarımı olduğunu belirtir.

² Ayrıntılı bilgi için <https://nixos.org/guides/how-nix-works.html> adresi ziyaret edilebilir.

```
$ nix-env -iA cachix -f https://cachix.org/api/v1/install
```

```
$ # Use the Carnap Cachix
```

```
$ cachix use carnap
```

```
Daha sonra
```

```
nix-shell
```

komutuyla Carnap'ı derliyoruz.³ Son olarak, derlenmiş projemizi Keter sunucusunda çalıştırmak üzere paketleyip sanal sunucumuzda kamunun erişimine açıyoruz.⁴

Formel Mantık öğretiminin çevrimiçi yapılmasının ülkemiz dışında örnekleri bulunmaktadır. Ancak, bu uygulamaların hiçbirisi Türkçe değildir. Yurtdışındaki örnekleri (Örn. Andrews, P. B vd, 2004; Henz, M., & Hobor, A., 2011; Leach-Krouse, G. 2018) inceledikten sonra ülkemizdeki Formel Mantık öğretimine en uygun altyapıyı oluşturmak amaçlanmıştır. Anılan örneklerin ülkemizde henüz uygulamada hiçbir karşılığı olmadığından Formel Mantık öğretimine yönelik böyle bir altyapıyı ilk kez ülkemizde gerçekleştirmiş olmaktayız. Yurtdışındaki özgür ve açık kaynaklı yazılımları esas alarak yapacağımız tercihle oluşturacağımız platform, projenin yenilikçi yönünü temsil etmektedir. Bu bakımdan yirminci yüzyılın önde gelen mantıkçı filozoflarından Rudolf Carnap'ın adının verildiği, Haskell diliyle yazılmış açık kaynak kodlu bir yazılımı kullanıyoruz. Bu seçim, hem lisanslama maliyeti yaratmadığından hem de yazılım kodlarında kolaylıkla değişiklik yapma imkanından ötürü en uygun seçenek olarak görülmektedir. Sözgelimi, Educational Theorem Proving System (ETPS) adıyla bilinen uygulama (Andrews, P. B vd, 2004) Java diliyle hazırlanmış ve web ortamından çok kişisel bilgisayarlarda kullanılması düşünülmüştür. Ayrıca bu programa Carnap'tan farklı olarak çalışma kaynağı ekleme esnekliği bulunmamaktadır. Üstelik ETPS'nin en son 2016 yılında güncellendiği dikkate alındığında programın günümüz işletim sistemlerinde uyumsuzluğa yol açması hayli olasıdır. Öte yandan kısaca Coq (Calculus of Inductive Constructions) diye bilinen platformun

³ Ayrıntılı teknik bilgi için <https://github.com/Carnap/Carnap> adresini ziyaret edebilirsiniz.

⁴ Proje ekibi olarak yukarıda anlatılan Carnap uygulamasının çalışan bir örneğini <https://usbilim.omu.edu.tr/> adresinde kamu erişimine açmış bulunuyoruz. Bu sitede örnek bir sembolik mantık dersi bulunmaktadır. Hem öğrencilerin hem de öğrencilerin kullanımına açıktır.

1991'den günümüze dek sürekli geliştirilen ve güvenilir bir sistem olmasına karşın, bu sistemin öğrencilerden çok uzmanların kullanımını esas aldığı söylenebilir (Ayrıntılı bilgi için: <https://coq.inria.fr/>). Ayrıca Coq'un Türkiye'deki Formal Mantık öğretimi müfredatına uygun hale getirilmesi de ek bir güçlük doğurmaktadır.

Carnap yazılımıyla öğrenciler (ve/veya eğitim amaçlı programın tüm kullanıcıları) dilediği anda ve yerde çevrimiçi olarak Formel Mantık konularını takip edebilecek, soru çözebilecektir. Etkileşimli bir alt yapı sunan Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi Formel Mantık Öğretim Programı, bu yönüyle ülkemiz için yeni bir uygulama olma niteliği taşımaktadır. Formel Mantık eğitmenleri çevrimiçi platformda kendi öğrencileri için sınıf oluşturabilecek ve kendi tasarladıkları bir izlençe ile mevcut eğitim içeriğinden öğrencilerinin yararlanabilmesini sağlayabileceklerdir. Formel Mantık eğitimindeki bu esnek modüler yapı böylelikle eğitmenler için derslerini özelleştirme olanağı sunacaktır. Böylelikle, Formel Mantık öğretiminde standartlaşma yönünde adım atılmış olacaktır. Formel Mantık öğretiminde hazırlanan içerik, alana özgü terimlerin kullanımında ve Formel Mantık bilgisinin sunumunda, diğer tüm amaçların yanı sıra, mantık özelinde Türkçenin iyi bir örneğini sunmayı da hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda terimler olabildiğince Türkçe karşılıkları ile kullanılacak ve bu amaçla günümüz akademik çevrelerinde belli bir saygınlığa sahip sözlükler, vb. kaynaklara başvurulmuştur. (Örn. Uzun, S., Uzun, E., Yolsal, Güçlü, 2008; Grünberg, 2003.)

OMÜ'nün sağladığı web altyapısını kullanan web alanında örnek Formel Mantık konularını kapsayan bir içerik (konu anlatımları, örnekler, sorular, vb.) hazırlanmıştır. İçerik hazırlık aşamasında halihazırda Formel Mantık eğitiminde sıklıkla kullanılan Türkçe kaynaklar taranmış; (bkz. Özlem, 2017; Grünberg, 2000, I., II, III. Ciltler; Ural, 2011; Kutlusoy, 2003) bu içerik küresel kaynaklar (bkz. Bergmann, Moore, Nelson, 2013; Hurley, 2011; Gabbay, Johnson, Ohlbach, Woods 2002; Magnus, 2012; Smith, 2020; Smullyan, 2009; vd.) ile karşılaştırılmıştır. Üstün kalitede bir içerik oluşturmak amacıyla öncelikle terim ve semboller, vd. gösterimler için standartlar belirlenmiş ve böylelikle tutarlı bir içerik hazırlanabilmiştir.

Yazılımın Arayüzünden Örnekler

Ana Sayfa | Carnap Hakkında | Proje Hakkında | Çalışma Kitabı | Giriş

Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi
Formel Mantık Öğretimi

Haskell tabanlı formel mantık çerçevesi

Amaç

Projenin temel amacı Formel Mantık eğitiminin web-tabanlı bir sistem ile öğrenci, öğretici ve ilgilenen diğer kullanıcılara ulaştırılmasıdır. Söz konusu içeriğin web ortamına taşınması ve ilgililere bu yolla sanal ortamdan ulaştırılması hedeflenmektedir. Üstelik eğitimin etkileşimli şekilde yapılması, projenin ilerleyen süreçte geliştirilmesi olanağını da yaratacaktır.

Yöntem

Carnap, formel mantık öğretmek ve öğrenmek üzere Haskell dilinde yazılmış ücretsiz ve açık yazılım çerçevesidir. Carnap, dünya çapında pek çok kolej ve üniversitede okutulan mantık derslerine güç katar.

Carnap kullanan bir derse kayıtlı öğrenciyse, oturum açmak ve ders içeriğine erişmek için lütfen sayfanın üst kısmındaki bağlantıları izleyin.

Carnap'ı sadece merak ediyorsanız, bazı genel bilgileri stremizin hakkında sayfasında bulabilirsiniz. Projeyle ilgileniyorsanız ve Carnap'ı mantık öğrettığınız bir sınıfta kullanmak istiyorsanız bizimle iletişime geçebilirsiniz.

1.	Show: $\neg \exists x \forall y (\neg F(y, x) \rightarrow F(x, y))$	
2.	$\exists x \forall y (\neg F(y, x) \rightarrow F(x, y))$	AS
3.	Show: $\neg \exists x \forall y (\neg F(y, y) \rightarrow F(x, y))$	AS
4.	$\forall y (\neg F(y, y) \rightarrow F(c, 1, y))$	UI 4
5.	$(\neg F(c, 1, c, 1) \rightarrow F(c, 1, c, 1))$	UI 4
6.	Show: $\neg F(c, 1, c, 1)$	
7.	$F(c, 1, c, 1)$	AS
8.	$(F(c, 1, c, 1) \rightarrow \neg F(c, 1, c, 1))$	BC 5
9.	$\neg F(c, 1, c, 1)$	MP 8, 7
10.		ID 7, 9
11.	$(\neg F(c, 1, c, 1) \rightarrow F(c, 1, c, 1))$	BC 5
12.	$F(c, 1, c, 1)$	MP 11, 6
13.	Show: $\neg \exists x \forall y (\neg F(y, y) \rightarrow F(x, y))$	
14.		ID 6, 12
15.		ED 13, 2, 4
16.		ID 2, 3

121G218 numaralı "Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi Formel Mantık Öğretimi" projesi, TÜBİTAK tarafından 3005 - Sosyal ve Beşerî Bilimlerde Yenilikçi Çözümler Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmektedir.
An Open Tower software. Copyright 2015-2022 G. Leach-Krouse <gleachkr@ksu.edu> and J. Ehrlich.

Resim 1: Ana Sayfa

Ana sayfanın sağ köşesindeki menüden istenen alana erişilebilir. "Carnap Hakkında" bağlantısına tıklandığında aşağıdaki ekran açılır:

Ana Sayfa | Carnap Hakkında | Proje Hakkında | Çalışma Kitabı | Giriş

Carnap Hakkında

"Soyut dilsel biçimlerin kabulü ya da reddi, tıpkı herhangi bir bilim dalındaki diğer herhangi bir dil biçiminin kabulü ya da reddi gibi, nihai olarak, elde edilen sonucun gereken çabanın miktarı ve karmaşıklığına oranı yani araç olarak verimlilik tarafından kararlaştırılır. Pratik kullanımdaki başarılarını veya başarısızlıklarını test etmek yerine, belirli dil biçimlerine dogmatik yasaklar koymak, yararsızdan daha kötüdür; kesinlikle zararlıdır çünkü bilimsel ilerlemeyi engelleyebilir.

... Herhangi bir araştırma alanında çalışanlara yararlı buldukları herhangi bir ifade biçimini kullanma özgürlüğü tanıyacağız; sahada çalışmak hiçbir yararlı işlevi olmayan biçimlerin er ya da geç ortadan kaldırılmasına yol açar. Dikkatli olmak istiyoruz: iddialarda bulunurken ve onları incelerken eleştirel ama dilsel biçimleri kabul ederken hoşgörülü olmak istiyoruz."

— Rudolf Carnap, "Görüngüçlük, Anlambilim ve Varlıkbilim," *Anlam ve Zorunluluk*, 1956, 2. baskı.

Carnap Nedir?
Carnap Ne İşe Yarar?
Carnap'ı Nasıl Kullanabilirim?
Neden "Carnap"?
Carnap'ı Kim Kullanır?
Carnap Nasıl Çalışır?
Nasıl Dahil Olabilirim?

Carnap, formel diller, mantık ve anlambilim oluşturmak ve keşfetmek için ücretsiz ve açık kaynaklı bir Haskell yapısıdır. Dilleri hızlı ve kolay bir şekilde tanımlamanıza, bu diller için mantıklar oluşturmanıza ve anlamlarını belirlemenize olanak tanır. Ardından Carnap, yarattığınız mantığı kullanarak çeşitli formel dizgelerde kanıtları nasıl denetleyeceğinizi, bileşik ifadelerin anlamlarını nasıl bulacağınızı ve çok daha fazlasını bulmak üzere kendi tanımladığınız yönergeleri kullanır.

Tanıtım

Carnap ile yapabileceğiniz birkaç küçük örnek:

Bu, onemeler mantığında kullanılan Kalış ve Montague Dizgesine uygun bir kanıt kutusudur. Kanıt kutusuna

Resim 1: Yazılım Hakkında Özet Bilgilendirme

“Proje Hakkında” bağlantısı tıklandığında ise proje ekibi listelenmektedir:

Proje Hakkında

Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi Formal Mantık Öğretimi

121G218 numaralı “Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi Formal Mantık Öğretimi” projesi, TÜBİTAK tarafından 3005 - Sosyal ve Beşeri Bilimlerde Yenilikçi Çözümler Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmektedir.

Proje Çalışanları

Doç. Dr. E. Funda SERİN - Proje Yürütücüsü

Doç. Dr. İsmail SERİN - Araştırmacı

Dr. Öğretim Üyesi Mehmet ARSLAN - Araştırmacı

Araş. Gör. Dr. Selvi Elif GÖK

121G218 numaralı “Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi Formal Mantık Öğretimi” projesi, TÜBİTAK tarafından 3005 - Sosyal ve Beşeri Bilimlerde Yenilikçi Çözümler Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmektedir.
An Open Tower software. Copyright 2015-2022 G. Leach-Krouse <gleachkr@ksu.edu> and J. Ehrlich.

Resim 3: Proje Ekibi

“Çalışma Kitabı” bağlantısı örnek bir formal mantık kitabını barındırmaktadır. Buradaki içerik, üyelik gerektirmeden kamunun erişimine açıktır.

[Ana Sayfa](#) | [Carnap Hakkında](#) | [Proje Hakkında](#) | [Çalışma Kitabı](#) | [Giriş](#)

Formal Mantık Kitabı

İçindekiler:

Bölümler:

1. Bölüm 1
2. Bölüm 2
3. Bölüm 3
4. Bölüm 4
5. Bölüm 5
6. Bölüm 6
7. Bölüm 7
8. Bölüm 8
9. Bölüm 9
10. Bölüm 10
11. Bölüm 11
12. Bölüm 12
13. Bölüm 13

Ayrıntılı İçindekiler Tablosu

Formal Mantık [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#) altında lisanslıdır.

121G218 numaralı “Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi Formal Mantık Öğretimi” projesi, TÜBİTAK tarafından 3005 - Sosyal ve Beşeri Bilimlerde Yenilikçi Çözümler Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmektedir.
An Open Tower software. Copyright 2015-2022 G. Leach-Krouse <gleachkr@ksu.edu> and J. Ehrlich.

Resim 4: Örnek Mantık Kitabı

“Giriş” bağlantısı üyelik gerektiren bir bağlantıdır. Google altyapısı üzerinden üye olanlar mevcut çevrimiçi mantık dersine öğrenci olarak kayıtlanamabilmektedirler. Ayrıca sistem yöneticisi ile eşgüdümlü olarak farklı öğreticiler farklı ders içerikleri hazırlayıp ayrı sınıflar oluşturabilirler. Her bir sınıf kendi içinde farklı bir değerlendirme ölçütü belirleyebilmektedir.

Login via google
Copyright 2015-2022 G. Leach-Krouse <gleachkr@ksu.edu> and J. Ehrlich

Carnap | Carnap Hakkında | Çalışma Kitabı

Resim 5: Giriş Ekranı

Girişten sonraki sayfada kullanıcı düzeyiniz, platforma kaydolurken girdiğiniz bilgiler özet olarak karşınıza çıkar. Öğretici iseniz sorumlusu dersle ilgili bilgiler görünür. Dersinizde öğrencilerinize soracağınız soruları ya da alıştırma örneklerini bu alanda sisteme yükleyebilirsiniz. Her bir öğrencinin çözümünü kontrol ederek ilgili öğrenciye geri bildirimde bulunabilirsiniz.

Çalışma kitabı incelendiğinde ise konu anlatımının yanı sıra etkileşimli örneklerin de olduğu görülecektir. Sözelimi “Doğruluk Değeri Tablosu ile Denetlemeler” anlatılırken metin içinde

Örnek4.1

$R \rightarrow (P \vee \neg P)$ önermesi her satırda "D" değeri aldığından totolojidir.

4.1

$(R \rightarrow (P \vee \neg P))$		
P	R	$(R \rightarrow (P \vee \neg P))$
D	D	D
D	Y	D
Y	D	D
Y	Y	D

çizimi verilmektedir. Ayrıca konu sonunda alışırmalar bulunmaktadır. Bu alışırmalar etkileşimli olarak tasarlanmıştır. Öğreticilerin alışırmaları yeni örneklerle desteklemesi mümkündür:

Alıştırmalar

Bölüm IV Önergeler Mantığında Denetleme II

Statü Denetlemesi Aşağıdaki önergelerin statülerini denetleyiniz.

4.1

$(P \wedge \neg P)$

P	(P	^	¬	P)
D	D	-	-	D
Y	Y	-	-	Y

Totoloji olmayan
?
Denetle
?

4.1

☐ Totoloji
 ☐ Çelişki
 ☐ Olumsuz

Denetle
?

Örnek kitabın Birinci Bölüm dışındaki diğer bölümlerinde de aynı şekilde etkileşimli alıştırmalar bulunmaktadır.

Sonuç

TÜBİTAK'ın desteklediği bu projede öncelikle yurtiçinde ve yurtdışında formel mantık eğitimi için başvurulacak içerik ve bunun için kaynakların belirlenmesine çalışılmıştır. İçeriklerin ve kaynakların karşılaştırılmasının ardından, programın ilk basamağında, standart bir Formel Mantık dili (sembolleştirme sistemi) belirlenmiş, ardından ise Türkçe içerik yazılmıştır. Son kullanıcıların erişebileceği ders içeriğinin haftalık bazda oluşturulması, konulara ve ders içeriklerine paralel soru havuzunun hazırlanması ile birlikte genel içeriğin oluşturma süreci de tamamlanmıştır. Halihazırda “Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi Formel Mantık Öğretimi” adıyla <https://usbilim.omu.edu.tr/> adresinde hizmet vermektedir.

Kaynakça

1. Andrews, P.B., Brown, C.E., Pfenning, F., Issar, S. 2004. “ETPS: A System to Help Students Write Formal Proofs”, *Journal of Automated Reasoning*, 32, 75–92.
2. Bergmann, M., Moore, J., Nelson, J. 2013. *The Logic Book* (6. Basım). Boston: McGraw-Hill Education.
3. Carnap Kod Deposu. <https://github.com/Carnap/Carnap> Son erişim tarihi: 14 Eylül 2024.
4. Grünberg, T. 2000. *Sembolik Mantık El Kitabı – Özel Mantık Sistemleri Cilt II*. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.
5. Grünberg, T. 2000. *Sembolik Mantık El Kitabı – Sembolik Mantığın Uygulamaları Cilt III*. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.
6. Grünberg, T. 2000. *Sembolik Mantık El Kitabı – Temel Mantık Cilt I*. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.
7. Grünberg, T. 2003. *Mantık Terimleri Sözlüğü*. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.
8. Henz M., Hobor A. 2011. “Teaching Experience: Logic and Formal Methods with Coq”. *Certified Programs and Proofs. CPP 2011. Lecture Notes in Computer Science*. Editörler: Jouannaud JP., Shao Z. Berlin, Heidelberg: Springer.
9. Hurley, P. 2018. *A Concise Introduction to Logic* (13. Basım). Boston: Cengage Learning.
10. Gabbay, D.M., Johnson, R.H., Ohlbach, H.J., Woods, J. 2002. *Handbook of the Logic of Argument and Inference: The Turn Towards the Practical*. Amsterdam: North Holland/Elsevier.
11. Leach-Krouse, G. 2018. “Carnap: An Open Framework for Formal Reasoning in the Browser”, *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science*, 267, 70–88.
12. NixOS - NixOS Linux. “NixOS - Guides - How Nix works”. <https://nixos.org/guides/how-nix-works.html>, Son erişim tarihi: 14 Eylül 2024.

13. Kutlusoy, Z. 2003. Temel Sembolik Mantık, Ankara: ART Yayınları.
14. Magnus, P.D. 2012. An Introduction to Formal Logic. Minneapolis: Fecundity.
15. Özlem, D. 2017. Mantık. İstanbul: Notos Yayınevi.
16. Smith, P. 2020. An Introduction to Formal Logic. Cambridge: Cambridge University Press.
17. Smullyan, R.M. 2009. Logical Labyrinths. Wellesley, Mass. : A K Peters, Ltd.
18. Ural, Şafak 2011. Temel Mantık. İstanbul: Çantay Kitabevi.
19. Uzaktan Eğitim Odaklı Çevrimiçi Formel Mantık Öğretimi Web Sitesi. <https://usbilim.omu.edu.tr/> Son erişim tarihi: 14 Eylül 2024.
20. Uzun, S., Uzun, E., Yolsal, Ü.H., Güçlü, A. 2008. Felsefe Sözlüğü. Ankara: Bilim ve Sanat Yayınları.
21. TheCoqProofAssistant. “What is Coq? | The Coq Proof Assistant”. <https://coq.inria.fr/about-coq>, Son erişim tarihi: 29 Aralık 2021.